

Raşit Gürdilek

Geçen Yılın Önemli Buluşları

Science dergisi, 1999 yılında kaydedilen en önemli bilimsel başarı olarak insan kök hücrelerinin uzmanlaşma sürecinin denetimindeki ilerlemeyi seçti. Kök hücreleri, kemik iliğinde ya da sinir sisteminde üretilen ve daha sonra bedenin herhangi bir hücresine dönüşen temel hücreler. Yalnızca bir yıl içinde bu hücreler, bugüne değin tedavisi olanaksız sanılan pek çok türden hastalığın tedavisi için umut ışığı yaktı.

İkinci sırayı, insan ve öteki canlıların gen haritaların çıkarılmasında sağlanan ilerleme alırken, öteki 8 önemli başarı şöyle:

Ribozom Yapısı: 1999 yılı, hücrelerdeki ribozom adlı protein fabrikalarının ilk moleküler haritalarının çıkarılmasına tanıklık etti.


Embriyon kök hücresi

Fermiyon Çökeltisi: ABD'deki JILA laboratuvarındaki fizikçiler, uyumsuzluklarıyla tanınan ve aynı enerji düzeyine yerleşemeyen fermiyon adlı parçacık türünden atomları, çok soğuk bir gaz halinde kümeleştirmeyi başardılar. Tekniğin, maddenin temel yapısının araştırılmasında yarar sağlayacağı ve yeni kuşak atom saatleriyle lazerler yapımına olanak sağlayacağı belirtiliyor.

Yaşamın Yaşı: Avustralya'da keşfedilen kimyasal fosiller, yeryüzünde karmaşık yaşamın sanılandan 1 milyar yıl önce başlamış olduğunu ortaya koydu.

Gama Işını Patlamaları: Araştırmacılar, 30 yıl süreyle bu dev patlamaların sırrını çözmeye çalıştıktan sonra bazılarının, dev yıldızların çöküşüyle bağlantılı olduğunu belirlediler.

Düz Evren: Araştırmacılar, kozmosun uzayı neredeyse düz gibi göründüğü bir çapa kadar genişleten bir patlamadan kaynaklandığını doğruladılar.

Moleküler Bellek: Belleğimizin, anılarımızın, beynimizdeki somut moleküler etkileşimlerden kaynaklandığı anlaşıldı.

Güneş Dışı Gezegenler: Güneşimizin komşuları çevresinde yeni yeni gezegenler keşfedildi. Çoğu Jüpiter'den büyük gaz devleri olduğu anlaşılan gezegenlerin sayısı 30'a yaklaştı.

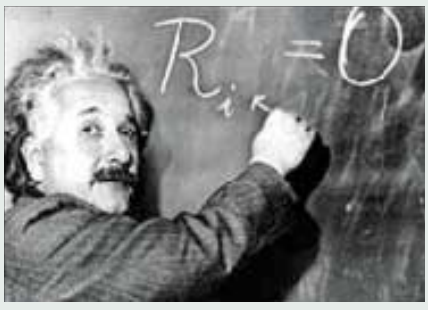
Foton Kristalleri: Araştırmacılar, yarı iletkenlerin elektronları denetim altına almasına benzer bir mekanizmayla ışığı denetlemekte önemli adımlar attılar.

Science 10 Aralık 1999

En Büyük Einstein

Sona eren bin yıl nedeniyle günümüzün önde gelen 100 fizikçisi arasında yapılan bir anket sonunda Albert Einstein, "gelmiş geçmiş fizikçilerin en büyüğü" seçildi.

Physics World dergisinin düzenlediği ankete katılan Columbia Üniversitesi (New York) fizikçilerinden Brian Greene'e göre "Einstein'ın özel ve genel görelilik kuramları, daha önce benimsenmiş olan genel ve değişmez evren kavramlarını tepetaklak etti, uzay ve zamanın akışkan, biçimlendirilebilir olduğu şaşırtıcı yeni bir çerçeve getirdi".



Tüm Zamanların En İyi Onu
1- Albert Einstein
2- Isaac Newton
3- James Clerk Maxwell
4- Niels Bohr
5- Werner Heisenberg
6- Galileo Galilei
7- Richard Feynman
8= Paul Dirac
8= Ervin Schrödinger
10- Ernest Rutherford

PhysicsWeb adlı bir Internet sayfasının, daha az ünlü fizikçiler arasında yaptığı bir anketteyse, Newton birinci sırayı aldı. Her iki listenin ilk 10 sırasında, yaşamakta olan fizikçiler yer almazken, PhysicsWeb anketine katılanlar, İngiliz fizikçi Stephen Hawking'i, Arşimed'in hemen önünde 16. Sıraya yerleştirdiler.

Fizikte en önemli keşifler olarak, kuantum mekaniği, Einstein'ın genel görelilik kuramı ve Newton'n mekanik ve kütleçekim kuramları belirlendi.

Katılımcıların %70'i bu yıl üniversiteye başlayacak olsalardı yeniden fizik okuyacaklarını belirtirken, bir Japon araştırmacı, "Çok fazla çalıştım. Gelecek sefer yaşamın biraz tadını çıkarmak istiyorum" dedi.

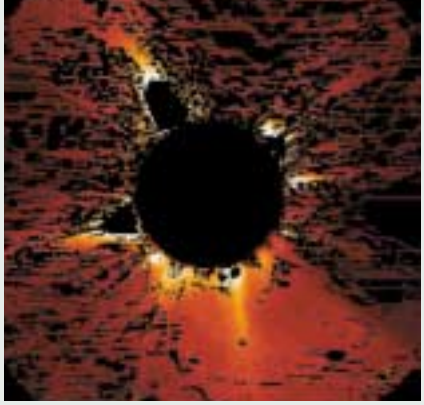
http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_541000/541840.stm

Güneş'in Soluğunun Kesildiği Gün...

Güneş, geçtiğimiz 11 Mayıs günü güçlü soluğunu bir süre tutunca Dünyamızın manyetosferi, normal hacminin 100 katına çıktı ve Ay'a kadar genişledi. Güneş, içindeki dinamik süreçler nedeniyle uzaya parçacık saçıyor. Güneş rüzgârı, yıldızımızın uzaya saçtığı elektrik yüklü parçacıklardan oluşuyor. Bu rüzgârın kaynağı, Güneş'in çok sıcak olan ve bu nedenle içindeki atomların (+) elektrik yüklü protonlara ve (-) elektrik yüklü elektronlara ayrıştığı korona (taç) tabakasının, ses hızını aşan bir hızla genişlemesi. Bu parçacıkların hızı, Dünya'nın manyetik alanına vardıklarında saatte 1,6 – 3,2 milyon kilometreye erişiyor. Güneş Sistemi'nin dışına kadar uzanan bu parçacık akıntısı, Dünya'nın manyetik alan çizgileriyle karşılaşınca bir şok dalgası oluşturuyor ve alan çizgilerini bükerek manyetosfer denen yamulmuş bir küre biçimi veriyor. Rüzgârdaki elektrik yüklü parçacıklar bu manyetosfer tarafından saptırılarak uzaya saçılıyorlar. Ama manyetik küre, Güneş rüzgârının etkisiyle arkaya doğru bir kuyruk gibi uzuyor.

Amerikan Jeofizikçiler Birliği'nin 13-17 Aralık günlerinde San Fransisco'da yapılan toplantısında bir grup araştırmacının yaptığı açıklamaya göre, 11 Mayıs günü Güneş rüzgârının yoğunluğu, 1 cm^3 içindeki proton ve elektron sayısı, normalin %2'sine düştü. Yani her cm^3 uzay hacmindeki proton sayısı, 5-10 düzeylerinden, 0,2'ye düştü. Rüzgârın hızı da yarı yarıya azaldı. Bu da Dünya manyetosferi üzerindeki basıncın %99 oranında azalmasına yol açtı. Normalde Güneş yönünde 65 000 km açılan manyetik alan çizgileri, 375 000 km'ye kadar genişledi. Araştırmacıların birçok uydudan alınan veriler üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucu belirlenen anormallik sırasında, Dünya'nın manyetik alanı içinde bulunan Van Allen radyasyon kuşağı da Güneş'ten uzak taraftaki alan kuyruğunun kaybolmasına paralel olarak simetrik bir görünüm aldı.

Manyetik alanın ve radyasyon kuşağının uydularla gözlendiği 35 yıldan bu yana yalnızca iki, üç kez tekrarlanan anormallik, ertesi gün ortadan kalktı.



Manyetosferdeki enerjik elektronların yoğunluğu normale dönerken, çok enerjik elektronların yoğunluğu, 13 Mayıs günü de birdenbire düştü ve iki ay süreyle öyle kaldı. Colorado Üniversitesi'nden araştırmacılar, Güneş'in soluğunu kesen şeyin, yıldızımızın yüzeyine yakın bir yerde oluşan ve Dünya'ya doğru savrulan bir "boşluk balonu" olduğunu düşünüyorlar. Los Alamos Ulusal Laboratuvarı araştırmacılarına göreyse, olaya koronadan kütle püskürmesi (coronal mass ejection) denen süreç yol açmış olabilir. Arada bir Güneş uzaya saatte milyonlarca kilometre hızla yol alan ve milyarlarca ton madde içeren bir gaz balonu da püskürtüyor. Ama araştırmacılar, bu seferki püskürmenin, daha öncekilere benzemediğini de vurguluyorlar.

NASA basın bülteni, 10 Aralık 1999
NASA basın bülteni, 11 Aralık 1999

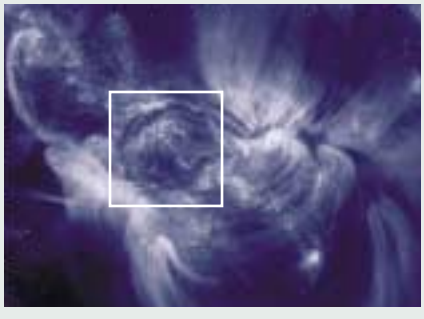
Güneş'te Yosun!..

Gökbilimciler, Geçiş Bölgesi ve Taç Kâşifi (TRACE) uydusuyla Güneş yüzeyi yakınlarında biçimsel benzerliği nedeniyle "Güneş yosunu" diye adlandırılan oluşumlar belirlediler.

Lockheed-Martin Güneş ve Astrofizik Laboratuvarı (LMSAL) araştırmacılarından Dr.Thomas Berger, buluş sayesinde Güneş'in gizemli "geçiş bölgesinde" olup bitenler konusunda güvenilir bilgiler elde ediyoruz diyor. Geçiş bölgesi, Güneş atmosferinde, sıcaklığın 5,500 °C'den 1 milyon derecenin üzerine yükseldiği ince bir katman. Berger'e göre TRACE gözlemleri, bu bölgedeki kütle ve enerji akımları konusundaki resmi netleştiriyor. Ayrıca Güneş'in taç denen sıcak dış atmosferindeki manyetik halkaların, yüzeydeki karışık ve düzensiz manyetik alanlardan nasıl ortaya çıktığı da anlaşılabilecek. Araştırmacı, "Güneş yosunu"nun incelenmesi yoluyla taç bölgesinin nasıl bir milyon derecenin üzerine kadar ısınabildiği sorusunun da yanıtlanabileceğini söylüyor.

Güneş yosunu bazı "taç çemberleri"nin tabanında ortaya çıkıyor. Çemberler, Güneş yüzeyi üzerindeki bölgeleri birleştiren ve manyetik alanlarda sıkışmış çok sıcak gaz kütlelerinin oluşturduğu yaylar. Bir uçtan ötekine Dünya gibi düzinelerle gezegeni içine alacak genişlikte. Yosun, aktif bölgelerdeki yüksek basınçlı taç çemberleri altında görülüyor ve süreleri 10 saat kadar. Ama Güneş patlamalarıyla ortaya çıkan çemberlerin altında da hızla oluşup yayılabildikleri de gözlenmiş.

Yosun, 1,1 milyon derece sıcaklıktaki gazdan oluşuyor ve şiddetli X-ışınları yayıyor. Yüzeyin 1500–2500 kilometre üzerinde, 10 000-20 000 km çaplı bölgeler biçiminde ortaya çıkıyor. Bazen yükseklikleri 5000 kilometreyi aşıyor. Süngersi görünümünü, küçük parlak noktalarla, bunlar arasındaki karanlık boşluklardan alıyor. Bunlar, Güneş'in renkküre (kromosfer) denen, 5500°C sıcaklıktaki alt atmosferinden kaynaklanan, görece soğuk gaz fışkırmalarından oluşuyor. Fışkırmalar bazen taç çemberlerinin tabanlarındaki sıcak plazmayla etkileşiyor ve bunları sağa sola itiyor. Yosundaki parlak noktacıklar sürekli yer değiştiriyor ve parlaklıkları 30 saniye ya da daha kısa sürelerde değişiyor. Araştırmacılar, beş milyon derece sıcaklığa erişebilen taç çemberlerinin, yosunları ısıl iletkenlik yoluyla ısıttıklarını düşünüyorlar. Ancak, yosun içindeki noktalarda, milyon derecelerde sıcaklık yükselmeleri anlamına gelen geçici parlaklık artışlarının, henüz bilinmeyen yerel enerjilerden kaynaklandığını düşündüren işaretler de var. Araştırmacılar, yosunlar üzerinde sürecek gözlemlerin, Güneş'in dış atmosferini böylesine ısıtan gizli enerji kaynağının ortaya çıkmasına yardımcı olacağını umuyorlar.



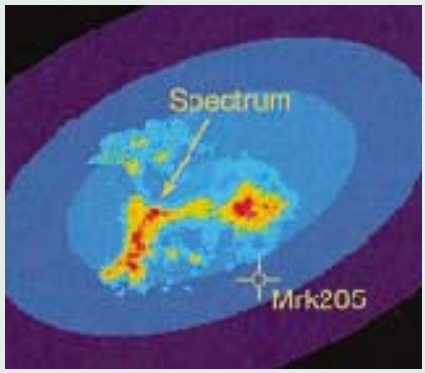
NASA basın bülteni, 10 Aralık 1999

Samanyolu'nun Gazı Nereden Geliyor?

Gökbilimciler, 1960'larda gökyüzünün her yönünde büyük gaz bulutları saptadılar. Bunlar öylesine hızlı ki, Samanyolu'nun dönme hızı ve yönünden etkilenmiyorlar. Yüksek hızlı bulutlar diye adlandırılan bu hidrojen bulutları, milyonlarca Güneş kütlesinde. Uzaklıkları da birkaç milyonla, birkaç yüz bin ışık yılı arasında. Ama bazıları çok daha yakın. Örneğin Hubble Uzay Teleskopu, birinin 20 000 ışık yılı uzaklıkta olduğunu belirledi. Bir başkasıysa, 10 000 ile 40 000 ışık yılı uzaklıkta. Bazı gökbilimciler, uzaktan yakına dizili bu bulutlara bakarak, Samanyolu'nun hâlâ oluşumunu sürdürdüğünü düşünüyorlar. Bunların önemli bir işlevi, gökadamızda yıldız oluşumunun sürmesini sağlayan gazı sağlamak.

Samanyolu olgun bir gökada. Gaz stoku azalmış. Gene de her yıl ortalama bir yıldız doğurmayı sürdürüyor. Oysa içindeki gaz stokunun, bugünkü yaşının (en az 12 milyar yıl) onda birindeyken tükenmesi gerekirdi.

Hızlı gaz bulutları, yeni yıldızlara hammadde sağlıyorlar. Bunlardan birinin her yıl yıldızlararası ortama Güneş kütlesinin beşte biri kadar gaz bıraktığı belirlendi. Gerisiyse tartışmalı: Wisconsin Üniversitesi'nden Bart P. Wakker, Nature dergisinde hızlı gaz bulutlarının Samanyolu'na metalce fakir gaz aşılayarak evrimini etkilediğini öne sürdü. Gökbilimde, hidrojen ve helyum dışındaki tüm elementler "metal" sayılıyor. Metaller, yıldızlardaki tepkimelerde, ya da süpernova patlamalarında oluşuyor; sonra uzaya saçılıp, yeni yıldızları metalce zenginleştiriyor. Bu durumda bir gökadadaki yıldızların metal oranının düzenli artması gerek. Oysa Güneş yakınlarındaki genç yıldızlar incelendiğinde, daha büyük metal oranları görülmüyor. Bakker'a göre, bunun nedeni, Samanyolu dışından hızlı bulutlarca getirilen metalce fakir gaz. Hızlı bulutlar da, Samanyolu ve kardeşlerini içeren "Yerel Grup" gökada kümesinin oluşumundan kalan artıklar. Derginin aynı sayısında P. Richter başkanlığındaki Alman gökbilimcilerse, bulutların kaynakları ve etkileri konusunda aykırı görüşler savundular. Ekibin izlediği, Samanyolu halesinin hemen dışında, gökadamız ve uydusu Büyük Magellan Bulutu arasında yer alan büyük bir bulut. Araştırmacılar bulutta büyük ölçüde moleküler hidrojen bulunduğunu saptamışlar. Moleküler hidrojen, genellikle uzayda ağır metallerin oluşturduğu toz zerreciklerinin üzerinde oluşuyor. Demek ki, Samanyolu'na bu buluttan yağan gaz, metalce zengin. Bulutun Samanyolu'ndan uzaya "fışkırdığı", sonra da geri döndüğü düşünülüyor. Büyük kütleli yıldızlar genellikle birarada bulunuyorlar. Süpernova patlamalarıyla yok olduklarında da, gökadamızın yıldızca zengin diskinden, haleye bir baca açılıyor ve patlama ürünü ağır metallerle birlikte çevredeki gaz da boşluğa kaçıyor. Daha sonra soğuyan gaz, tekrar gökada diskine düşüyor. Savları karşılaştıran araştırmacılar, patlamalarla oluşan sıcak gazın, bulut merkezinde ölçülen -190°C'ye kadar soğuyamayacağı görüşünde. Öte yandan, Wakker ve ekibinin izlediği bulut da, bir genellemeye elvermeyecek kadar küçük. Gene de buluttaki hidrojen-magnezyum oranı, Güneş bölgesindeki ortalamanın yalnızca %5'i kadar. Bu durumda, bulutun ve benzerlerinin, "Yerel Grup" oluşum artıkları olduğu yolundaki sav daha akla yatkın geliyor.



Nature, 25 Kasım 1999

Dünya'yı Yalayan Patlama Sanılandan On Kat Güçlü

Bir Türk bilim adamının da yer aldığı araştırma ekibi, 27 Ağustos 1998'de Dünya'ya 5 dakika süreyle gama ve X-ışını yağdıran yıldız patlamasının, sanılandan 10 kat güçlü olduğunu ortaya koydu. Stanford Üniversitesi Uzay Telekomünikasyon ve Radyo Bilimleri Laboratuvarı Elektrik Mühendisliği Profesörü Ümran İnan, üç öğrencisi ve California Üniversitesi (Berkeley) astrofizikçilerinden Kevin Hurley, 23 000 ışık yılı uzaklıktaki bir nötron yıldızındaki patlamanın enerjisinin Güneş'in 3000 yılda yaydığı toplam enerjiden fazla olduğunu belirlediler.

Düşük Gama Tekrarlayıcısı 1900+14 adlı nötron yıldızı, büyük kütleli bir yıldızın çöken merkezinden oluşmuş. Prof. İnan, kendi öğrencileri ve Hurley ile Geophysical Research Letters dergisi'nin 15 Kasım sayısında yayımladığı makalede, yeryüzünde ölçülen etkilerin, ancak ilk sanılandan 10 kat güçlü bir patlamayla ortaya çıkabileceğini açıkladı.

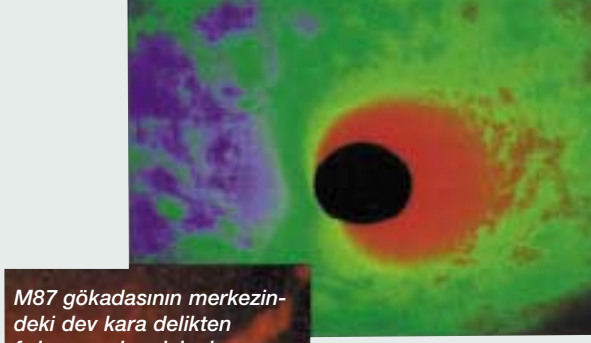
Patlamanın kaynağı olan nötron yıldızı, gökbilimcilerin "magnetar" diye adlandırdıkları sınıftan. Manyetik alanı, radyo atarcası denen başka bir tür nötron yıldızının 100 trilyon Gauss gücündeki alanından 100 kat daha güçlü. Dünyamızın manyetik alanıysa yalnızca yarım Gauss gücünde.

Yıldız, yüzeyinden sürekli olarak X-ışını yayıyor. Ancak arada sırada patlama biçiminde gama ışını saçıyor. 1998 Ağustos'unda Dünya atmosferine ulaşan ışınım da bunlardan biri. Gökbilimciler, o tarihte, çok şiddetli bir foton yağmurunun Güneş Sistemi'nden geçtiğini ve atmosferin 60-90 km'leri arasındaki iyonlaşmanın, normal gece düzeylerinden gündüz düzeyine kaydığını saptamışlardı.

O günden bu yana İnan ve Hurley, yeryüzü ve uzaydan sağlanan verileri birleştirerek daha kesin bir sonuca ulaştılar. Hurley, "Nötron yıldızı yüzeyindeki bu patlamanın enerjisi, Dünya'nın toplam enerji gereksinmesini 100 katrilyon yıl , yani Evren'in yaşının 40 milyon katı süreyle karşılayacak ölçekte" diyor. İnan'a göre sonuç, gökbilimcilere, yıldızların gücü konusunda yeni hesaplar için ışık tutuyor. İnan ayrıca, uzay araçlarına, düşük enerjili gama ışınlarını fon ışınımdan ayırabilecek duyarlıkta yeni aygıtlar yerleştirilmesi gerektiğine işaret ediyor. Türk bilim adamına göre "bugün için Dünyamızın kendisi, düşük enerjili gama ışınları için en duyarlı algılayıcı."

http://www.stanford.edu/dept/news/pr/99/991213starpower.html

Karadeliğin Fotoğrafı



M87 gökadasının merkezindeki dev kara delikten fışkıran radyo dalgaları.

Bilgisayar modellerinde kara delik olay ufku çevresinde oluşan gölge (üstte).

Gökbilimciler, birkaç yıla kadar gökadamız Samanyolu'nun merkezinde bulunduğuna inanılan dev kara deliğin "fotoğrafını" çekebileceklerini açıkladılar. Bilgisayar modellerine göre fotoğraf, karanlık bir gölge olacak.

Johns Hopkins ve Arizona üniversiteleriyle, Almanya'daki Max Planck Radyoastronomi Enstitüsü gökbilimcileri, Çok Geniş Taban İnterferometresi (VLBI) tekniğiyle, Samanyolu merkezindeki Sagittarius A* kara delik adayının olay ufkunu görüntüleyebileceklerine inanıyorlar. Olay ufku, çapı kara deliğin kütlesine göre değişen ve içine düşen hiçbir cismin kurtulamayacağı bir küre. Olay ufkunun içine düşen her cisim, ya da parçacık, merkezde "tekillik" diye adlandırılan nokta tarafından çekilerek yok oluyor. Olay ufkundan ışık bile kaçamadığı için, kara delikler gözle görülemiyor; varlıkları ancak çevreye yaptıkları etkiden anlaşılabiliyor. Kara delikler, dev yıldızların ya da büyük gökadaların merkezlerinde bulunan büyük gaz bulutlarının çökmesinden oluşuyorlar. Samanyolu merkezinde 3 milyon Güneş kütleli bir kara delik bulunduğunu gösteren işaretler var: Küçük bir bölgeden gelen çok şiddetli radyo dalgaları ve bu bölge çevresinde dönen yıldızların olağanüstü hızları.

VLBI, yeryüzünün değişik bölgelerinde bulunan teleskoplarla aynı noktanın gözlenmesi ve elde edilen verilerin bilgisayar aracılığıyla birleştirilmesi temeline dayanıyor. Sonuçta, Dünya boyutlarında bir radyoteleskopla elde edilebilecek görüntü çözünürlüğüne ulaşılabiliyor. Milimetre dalga boylarında uygulanan VLBI tekniğiyle, Samanyolu'nun bize 25 000 ışık yılı uzaklıkta bulunan ve aradaki kalın gaz ve toz bulutlarıyla perdelenen merkez bölgesinin ayrıntılı görüntüleri sağlanmış.

Max Planck Enstitüsü'nden Heino Falcke VLBI tekniğinin günümüzde erişebildiği çözünürlükle, Berlin'den bakılarak Los Angeles'teki bir hardal tohumunun izlenebileceğini söylüyor. Ancak araştırmacı, "kara deliği görüntüleyebilmek için, tohum üzerindeki bir çiziği de görebilmeliyiz" diyor. Aynı ensititünün müdürü ve VLBI programının yöneticisi Anton Zensus, gerekli duyarlılığa birkaç yıl içinde ulaşılacağını belirtiyor. Araştırmacılar, büyük teleskoplarla kurulacak daha geniş bir ağın ve milimetre dalga boylu VLBI tekniğinin daha duyarlı duruma getirilmesiyle, istenen çözünürlüğün elde edilebileceği görüşündeler.

Görüntüleme için geliştirilen kuramsal model, olay ufku yakınlarındaki ışınımın, kara delik kütleçekiminin aşırı biçimde büktüğü uzay-zamanda aldığı yolun izlenmesi temeline dayanıyor. Bir anlamda, karadelik yakınlarında yayımlanan bir fotonun, izleyicinin gözüne kadar izlediği yol hesaplanıyor. Modeli geliştiren Johns Hopkins araştırmacılarından Eric Algol, "kara deliğin çevre koşulları olarak hangi parametreleri alırsak alalım, sonuçta elde ettiğimiz görüntü simülasyonu hep bir gölge oldu" diyor.

NASA basın bülteni, 14 Aralık 1999



Güneş Sistemi'nin Yeni Göçerleri

Galiba, Güneş Sistemi, özellikle de dış gezegenlerin oluşumu konusundaki bilgilerimizi tümüyle gözden geçirmemiz gerekecek. Jüpiter'in uzaklarda oluşup sonra Güneş'e yaklaştığı yolundaki savın yankıları yatışmadan, dış Güneş Sistemi'nin öteki devlerinden Uranüs ve Neptün'ün asıl göçmenler olduğu öne sürüldü. İki "gaz devi" Jupiter ve Satürn, kayadan çekirdekler ve çevrelerindeki büyük kütleli hidrojen ve helyum katmanlardan oluşuyor. Uranüs ve Neptün'se "buz devleri". Kaya çekirdeklerin çevresinde buzdan kalın bir manto, en dışta da ince bir gaz katmanı var. Ancak bunların yeri, bir soruyu gündeme getirmekteydi: Uranüs'ün Güneş'e uzaklığı, 2,9 milyar, Neptün'ünki ise 4,5 milyar km. Güneş'i oluşturan gaz ve toz diski, bu uzaklıklarda bir hayli inceleceğinden, gezegenlerin bugünkü kütlelerine erişmeleri için geçecek zamanın, Güneş Sistemi'nin yaşını aşması gerekiyor.

Queens Üniversitesi'nden Edward Thommes ve Martin Duncan ile, ABD'nin Güneybatı Araştırma Enstitüsü'nden Harold Levison'un geliştirdikleri tez, bu açmaza çözüm getiriyor.

Bilgisayar çalışmalarına göre, hem Uranüs, hem de Neptün, daha büyük kardeşleri Jüpiter ve Satürn yakınlarında, onlar gibi kayadan çekirdekler halinde oluşmaya başlıyorlar. Sonraysa Jüpiter ve Satürn'ün, ya da birinin gaz toplayıp büyümesi üzerine kütleçekimsel sapan etkisiyle uzaklara savruluyorlar. Uranüs ve Neptün, önce birkaç yüz bin yıl karmaşık ve kararsız yörüngelerde dolaşıyorlar. Daha sonraysa, Satürn'ün ötesindeki disk içinde bulunan küçük cisimlerle kütleçekim etkileşmeleri sonucu dışarıya göçerek, bugünkü yörüngelerine yerleşiyorlar. Araştırmacılar, Güneş'i oluşturan gaz bulutu içinde dar bir kuşağa oturttukları dört kayalık çekirdeğin, modellerin %50'sinde bugünkü konumlarına geldiklerini belirtiyorlar. Sonuçta geliştirilen modelde dört dev gezegen de Güneş'e 5 - 10 Astronomik Birim (1 AB, Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı=150 milyon km) uzaklıklar arasındaki bir kuşak içinde oluştuğu öne sürülüyor. Daha önceleri, Uranüs ve Neptün'ün Güneş'e 10-20 AB uzaklıktaki bir kuşak içinde ortaya çıktıklarına inanılıyordu. Bugünse iki "buz devi" Güneş'e 19 ve 31 AB uzaklıkta bulunuyorlar.

5 AB uzaklıkta gerek gaz ve toz diskinin kalınlığı, gerekse de yörünge hızı çok daha yüksek olacağından, bu modelde gezegen oluşumu için geçmesi gereken süre o ölçüde kısalıyor ve Uranüs ile Neptün'ün oluşum bilmecesi de böylece çözülmüş oluyor.

Nature, 9 Aralık 1999
NASA basın bülteni, 7 Aralık 1999



Yeni Standart Işık Kaynağı: Gama Işını Patlamaları

NASA gökbilimcileri, gama ışını patlamalarının bir özelliğini keşfettiklerini ve bu sayede pek çoğu yeryüzündeki teleskopların göremediği uzak Evren bölgelerinde meydana gelen bu patlamaların gerçek uzaklığını belirleyebileceklerini açıkladılar. Evrenbilimciler, buluşun Evren'in geometrisinin belirlenmesine yardımcı olacağını ve Büyük Patlamadan sonra ilk dev yıldızların ne zaman ve nerede oluştuğu sorusunu yanıtlayacağını düşünüyorlar.

Gama ışını patlamaları, günde birkaç kez, uzayın değişik bölgelerinde meydana geliyor ve süreleri birkaç saniyeden, bir dakikaya kadar değişiyor. Bunların, Büyük Patlama dışında meydana gelen en şiddetli patlamalar olduğu düşünülüyor.

NASA Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nden Dr. Jay Norris başkanlığındaki ekip, Dünya yörüngesindeki Compton Gama Işını Teleskopu'nun gönderdiği verileri incelediklerinde, tek bir patlamadan yayılan değişik enerjideki gama ışınlarının, Dünya'ya farklı sürelerde eriştiğini belirlemişler. Yapılan gözlemlere göre, daha yüksek enerjideki gama ışınları Dünya'ya, görece düşük enerjili olanlardan daha önce geliyor. Bu zaman farkı, patlamanın tahmini doruk parlaklığını ve uzaklığını gösteriyor. Araştırmacıların belirlemelerine göre, daha parlak patlamalardan gelen yüksek ve düşük enerjili gama ışınlarının ulaşım sürelerindeki fark daha kısa.

Gama ışını patlamalarının ilk kez 1960'lı yılların sonunda fark edilmesine karşın, gökbilimcilerin çoğu bunların çok uzaklarda, Evren henüz çok gençken meydana geldiği konusunda ancak son yıllarda anlaşmaya vardılar. Patlamalar, gama ışını enerjilerinde çok hızla sönükleşiyor ve yerleri kolay belirlenemiyor. Bu nedenle optik teleskopların patlamadan geriye kalan ışığı zamanında yakalayıp, uzaklığını belirlemeleri zorlaşıyor. Şimdiye değin binlerce gama ışını patlaması görülmesine karşın, bunların yalnızca birkaçında uzaklık belirlenmesine yardımcı olacak optik fosil ışık ya da "evsahibi gökada" görülebilmiş. Buna karşılık Goddard ekibinin buluşu, yalnızca gama ışını verileriyle patlamanın uzaklığını belirleme olanağı sağlıyor.

Patlamanın gerçek parlaklığı, ışınların kırmızıya kayma derecelerinden, ya da şimdi fotonların ulaşım sürelerindeki farklardan belirlenebiliyor. Dünya yörüngesindeki gama ışını detektörleriyse, bu ışınımın, geldiği andaki parlaklığını ölçüyorlar. Gerçek parlaklıkla görünen parlaklık arasındaki bu fark, kaynağa olan uzaklığı güvenilir bir biçimde veriyor.

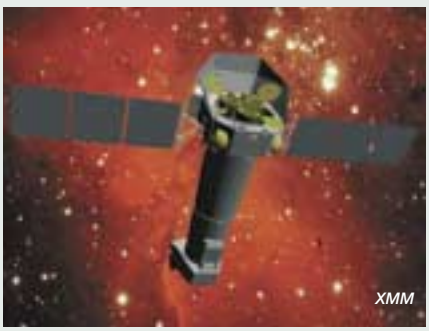
Daha önce Amerikalı gökbilimci Henrietta Leavitt, Cepheid adı verilen değişken yıldızların gerçek parlaklıklarıyla, değişim süreleri arasında benzer bir ilintiyi ortaya koyarak yakın gökadaların uzaklığını başarıyla belirleyen bir standart ışık kaynağı elde etmişti. Ancak uzak gökadalarda yıldızlar tek tek görülemediğinden, bu standart kaynak işe yaramıyor. Bu nedenle gökbilimciler uzak gökadalar için, orta büyüklükteki yıldızlardan arta kalan beyaz cücelerin, yakınlarındaki bir yıldızdan kütle çalarak 1,4 Güneş kütlesine erişmeleriyle meydana gelen ve çok uzaklardan görülebilen Ia türü süpernovaları, standart ışık kaynağı olarak kabul etmekteydiler. Bunlarda da patlama enerjisi değişmediğinden, görünür parlaklıklarındaki farklılıklar, uzaklıklarını ortaya koyuyor. Ancak gama ışın patlamaları çok daha güçlü olduğundan, gökbilimciler bunların, süpernova patlamalarının bile optik teleskoplarımızca görünemediği uzaklıklar için, güvenilir bir standart kaynak olabileceği görüşündeler.

NASA basın bülteni, 23 Kasım 1999

X-Işını Gökbilimine Avrupada Katılıyor

Şimdiye değin Chandra uydusuyla X-ışını gökbilimi alanında tekeli elinde bulunduran ABD'ye, üstün nitelikli bir başka teleskopu 10 Aralık'ta uzaya gönderen Avrupa rakip çıktı. Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın, Ariane-5 roketiyle fırlattığı 15 metrelik dev teleskop, XMM (X-Ray Multimirror Mission) teleskopu adını taşıyor.

Bazı gökbilimciler, 689 milyon dolara mal olan XMM'in, Chandra'ya göre beş kat daha duyarlı olduğunu öne sürerken, bazılarıysa Chandra'nın ince ayrıntıyı görmekte daha başarılı olduğunu belirtiyorlar. Chandra, uzaya fırlatıldığı geçen Temmuz ayından bu yana gönderdiği ayrıntılı görüntülerle gökbilimciler için giderek büyüyen bir bilgi hazinesi sağlıyor.



Fırlatıldıktan üç gün sonra güneş panelleri, teleskop kapağı başarıyla açılan ve yıldız izleme ve yön bulma sistemleri denenen XMM, görüntüleri, altından yapılmış ve eşmerkezli daireler biçiminde dizilmiş 58 takım ayna yardımıyla toplayacak. Araçta, biri siyah-beyaz , biri de renkli görüntü çekebilen iki ayrı kamera bulunuyor. Teleskopun, Evren'in en uzak bölgelerindeki X-Işını kaynakları ve kara delikler konusunda önemli bilgiler sağlaması bekleniyor.

http://www.discovery.com/news/briefs/brief1.html?ct=38556d87
http://news.bbc.co.uk/hi/english/sc/tech/newsid_563000/563249.stm

Yanardağların Kökü Derinde...

Yanardağ etkinlikleri ve kıtaların parçalanması, gezegenimizin içinin ne denli sıcak ve dinamik olduğunu bize sürekli hatırlatıyor. Sıcaklık ve yoğunluk farklarının yönlendirdiği konveksiyon (taşınım) akıntıları, büyük miktarlarda yarı erimiş kayayı manto tabakası içinde dolaştırıyor. Mantonun üzerindeki kabuk parçalı. Bu parçalardan bazıları okyanusları taşıyorlar. Jeofizikçiler, bu okyanus levhalarının, ötekilerin altına kayarak mantonun derinliklerine kadar dalışını izleyebiliyorlar. Bilinmeyense, mantonun derinliklerinden üste doğru hareketin biçimiydi. Ama artık yer fizikçileri, sismik görüntüleme teknikleriyle derindeki sıcak maddenin büyük fışkırmalar biçiminde yüzeye kadar yükseldiğini kanıtladılar. Araştırmalar, Orta Avrupa ve Doğu Afrika gibi, okyanus levha sınırlarına uzak bölgelerdeki yanardağ etkinliği ve yüzey ayrılmasının alt manto dibinden kaynaklandığını gösterdi.

Araştırmacılar, Dünya içinin "resmini" çekmek için sismik tomografiden yararlanıyorlar. Bu teknikle mantodaki sismik hızların dağılımı üç boyutlu olarak görüntülenebiliyor. Görüntülerde düşük hızlar yüksek sıcaklıklara, yüksek hızlarsa düşük sıcaklıklara karşılık geliyor. Soğuk dalış bölgelerinin, 600 kilometrelik üst manto ve geçiş bölgesi sınırlarını aşarak alt mantonun diplerine, hatta mantoyla Dünya'nın demir çekirdeğinin oluşturduğu sınıra kadar uzanabildiği izleniyor. Şimdiye değin sıcak maddenin, dipten çıkıp 660 kilometre derinliğindeki alt ve üst manto



sınırını aşarak mı yüzeye çıktığı, yoksa alt ve üst manto konveksiyonlarının bağımsız mı olduğu bilinmiyordu. Geçen yıl, bazı jeofizikçiler, daha derinlerde yüzen bir sınır olması gerektiğini savundular. Gerekçeleri, birbiri altına kayan levhaların, alt mantoya kadar inebilmesiydi. Yerkabuğu altındaki sıcak noktalar da önerilen bu modeli destekliyor. Bunlar, levha sınırlarından uzakta, on milyonlarca yıl süren şiddetli yanardağ etkinliklerine yol açan bölgeler. Hawaii Adaları ve İzlanda, bu sıcak noktalar için birer örnek. Bu noktalarda sıcak manto kayasından oluşan "sorguçlar", 100-150 kilometre çapında ve çevrelerinden 200-300 derece daha sıcak sütunlar halinde yükseliyorlar. Bu sorguçlardan bazıları tüm mantoyu kesintisiz ve düz biçimde geçebiliyorlar.

Jeofizikçiler, geçen 40 milyon yıl süresince Orta Avrupa ve Doğu Afrika kıta levhalarını kesen Senozoik yarık sistemleriyle, aynı zamanda ortaya çıkan levha içi volkanik alanların bu manto süreçlerinden kaynaklandığını düşünüyorlar. Daha önce de her iki olgunun üst mantoda ortaya çıkan sorguçlara ve astenosferik yükselmelere bağlı olabileceği önerilmiş, ama bunların alt manto bağlantısı askıda kalmıştı.

Araştırmacılar, 2 milyon sismik dalga ölçümünü inceleyerek Afrika'nın altının, bir sismik dalga hızı modelini çıkardılar. Modelde bir yüksek sıcaklık anomalisi, Güney Atlantiğin altında Çekirdek-Manto sınırından başlayarak Kuzeydoğu Afrika'ya ve Doğu Afrika yarık sistemine kadar kesintisiz uzanıyor. O halde bu bölgedeki kıta parçalanması, çekirdek-manto sınırındaki termal anormallikten kaynaklanıyor olabilir. Sorguç, dik doğrultudan 4000 km'yi aşan bir sapma gösteriyor. Araştırmacılar, bunu "manto rüzgârı", yani Afrika'nın altında geniş bir konveksiyon döngüsüne bağlıyorlar.

Avrupa'nın altındaki sismik hız düşüklüğü (sıcaklık yüksek) de en belirgin biçimde alt mantoda, 600-2000 km derinlikler arasında görülüyor. 410-610 km'ler arasındaki geçiş bölgesinde sismik hız yüksek (sıcaklık düşük). Üst mantoda, Avrupa Senozoik yarık sistemi altında düşük hız (yüksek sıcaklık) yeniden ortaya çıkıyor. Geçiş bölgesinde sorguç, dalan Afrika levhası tarafından kesilmiş görünüyor. Üst mantoda sıcak maddenin, derine dalan (soğuk) bir levhayla bu karmaşık etkileşimi, küçük eriyik madde "cepleri" oluşturmuş görünüyor. Bunlar da Orta Avrupa'ya yayılmış Senozoik volkanik alanları besliyor olabilirler.

Science, 3 Aralık 1999

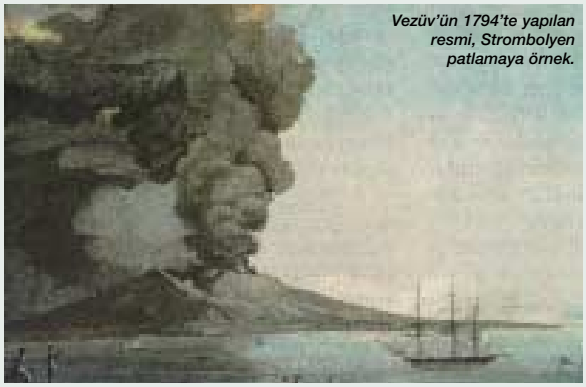
...ve Gökyüzünde

Fransız araştırmacılar, yüz milyonlarca yıl önce yeryüzünde büyük yıkıma yol açan yanardağ etkinliğine, uydumuz Ay'ın neden olduğunu düşünüyorlar. Paris'teki Yerfiziği Enstitüsü'nden Marianne Greffe-Leftz ve Strasbourg Yerbilimleri Gözlemevi'nden Hilaire Legros, okyanuslar üzerindeki çekim etkisi kolayca gözlenen Ay'ın, eskiden Dünya üzerindeki etkisinin sanılandan çok daha güçlü olduğunu ileri sürdüler. Araştırmacılar, Ay'ın üç kez, Güneş'le birlikte Dünya'nın çekirdek bölgesinde rezonansa neden olduğu, bunların da büyük yerbilimsel olaylara yol açtığı görüşünü savundular. Dünya'da önceleri bitişik olan kara ve okyanusların, Dünya'nın demir çekirdeğinin sıvı dış bölümü üzerinde Ay'ın yolaçtığı salınımların etkisiyle ayrıldığı da Fransız araştırmacıların savları arasında. Bu rezonanslar, sırayla 3 milyar, 1,8 milyar ve 300 milyon yıl önce meydana gelmiş görünüyor. Salınımlar sonunda ısınan dış çekirdek bölgesi, mantonun alt bölgelerinde sıcak sorguçlar oluşturmuş. Bu sorguçlar, 3 milyar ve 1,8 milyar yıl önce büyük ölçüde kabuk oluşumuna yaklaşık 300 milyon yıl önce de yoğun volkanik etkinliğe yol açıyor. Sibirya'daki bazalt kütelerin bu yaygın yanardağ etkinliğinden oluştuğu sanılıyor. Bu olay, aynı zamanda hayvan türlerinin çoğunun yok olduğu Permo-Triassik sınırla aynı zamana rastlıyor.



Science, 26 Kasım 1999

Vezüv Patlama Hazırlığında mı?


Vezüv'ün 1794'te yapılan resmi, Strombolyen patlamaya örnek.

Biz kendimizi depremle yaşamaya koşullandırırken, İtalya'nın Napoli kenti sakinleri de yanardağla yaşamayı öğrenmeye çalışıyor. Napoli Körfezi ve bitişiğindeki Kampanya Ovası, İtalya'nın en zengin bölgelerinden. Roma İmparatorluğu'nun son zamanlarında da bu bölge, soyluların gösterişli villalarının bulunduğu bir dinlenme beldesi. Romalılar, Vezüv'ün gölgesinde yaşamanın tehlikesini ancak MS 79 yılında, yanardağdan çıkan kızgın kül ve lavların Pompeii ve Herkülanum kentlerini örtmesiyle öğrenmişler. O tarihten bu yana da bu korku, yöre halkının bilinçaltına kazınmış durumda. Vezüv Gözlemeviyle, Napoli ve Pisa üniversitelerinden bilim adamları, körfez bölgesindeki depremlerin 126 000 yıl önce başladığını belirlemişler. Yanardağ faaliyetleri iki türlü oluyor. Plinien denen birinci tür, şiddetli patlamalar biçiminde. Strombolien denen ikinci türdeyse lav kaynakları ve ırmakları görülüyor. Araştırmalar, son 19000 yıl içinde Vezüv'de şimdiye değin Plinien türü yedi patlama olduğunu ortaya koymuş. Bunlar günümüzden 18300, 16780, 8010, 3360, 1920 (MS 79), 1527 ve 368 yıl önce meydana gelmiş. Her patlamada Vezüv, 5-11 km^3 hacminde kül püskürmüş. Bu küller ya bulut halinde çevreye yayılmış, ya da 600 °C sıcaklıkta kızgın bir akıntı halinde dağın yamaçlarından aşağıya inmiş. Her patlama, 20 000-30 000 hektar tarım arazisini yok etmiş. Bazı kül akıntıları, kraterden 22 kilometre uzaklığa kadar erişmiş. Bu kızgın kül ırmakları, 10 kilometre uzaklıktaki 3 metre kalınlıkta taş duvarları bile kâğıt gibi yıkmış.

Süreç şöyle: Önce, yükselen mağma sütunundan çıkan gazlar yanardağ bacasından boşalıyor. Sonrada, yerin 2 km altında basınç boşalması, mağma sütununun parçalanması ve yeraltı su kaynaklarıyla karışması sonucu patlama gerçekleşiyor. Plinyen patlamalar sonucu meydana gelen çökme, MS 79 yılında kaldera denen geniş bir krater oluşturmuş. Bu tarihten sonra meydana gelen ve daha sık ama daha tehlikesiz olan Strombolien patlamalar, bugün kaldera içinde görülen koni biçimli zirveyi oluşturmuş. Son Plinien patlamanın meydana geldiği 1631 yılından bu yana 18 Strombolien lav püskürmesi oluşmuş.

Son 55 yıldır Vezüv'den pek ses seda çıkmıyor. Bilim adamları bunun yanardağın uykuya daldığının bir göstergesi sayılabileceği gibi, şiddetli bir Plinyen patlamanın habercisi olabileceğini de söylüyorlar. Yanardağın hangi yolu seçeceği, kabuğun altında mağma bulunup bulunmamasına bağlı. Araştırmacılar, Vezüv altındaki yerkabuğunun yapısını belirlemişler. Ancak yüzeye 10 km'den daha yakın bir lav sütunu göremediklerinden, patlama olasılığı konusunda bir şey söyleyemiyorlar. Ama patlamanın ön habercileri sayılacak şişmeleri saptamak üzere çok sayıda gözlem istasyonu kurulmuş.

Bilim adamları şimdiden güç sorularla karşı karşıya: Vezüv ne zaman faaliyete geçecek? Ne tür bir patlama olacak? Nereler etkilenecek? Tedirginliğin nedeni, 9 Ekim'de başlayan bir dizi deprem. Tam da Vezüv'ün altında, 3 km derinlikte meydana gelen, tektonik nitelikli vur-kay türünden depremler. Gerçi bunlar, yüzeyde kabarma ya da gaz bileşimlerinde bir değişikliğe yol açmamış. Bu özellikleriyle de volkanik nitelikte olmadıkları belirlenmiş. Ama ister istemez halk korkuya kapılmış. Bu nedenle yetkililer işi sıkı tutuyor. Geçmişteki patlamalar üzerindeki incelemeler derinleştirilmiş. Vezüv Gözlemevi daha gelişkin izleme aygıtlarıyla donatılmış. Ayrıca halk için de, yanardağ patlamaları ve bölgedeki kentlerin karşı karşıya bulunduğu tehlikeler konusunda yoğun bir eğitim kampanyası uygulanmaya konmuş.

Science, 26 Kasım 1999

Avrupa'nın En Büyük Yanardağı Akdeniz'de

Avrupa'nın en büyük yanardağının, İtalya açıklarında Akdeniz tabanında bulunduğu açıklandı. Marsili adlı yanardağın patlamasıyla oluşacak tsunamilerin, İtalya'nın Kampanya, Calabria ve Sicilya kıyılarındaki yerleşim merkezlerini yok edebileceği belirtiliyor. 2 milyon yıllık yanardağ, Güney İtalya açıklarında Tirenyen Denizi'nin tabanından 3250 metre yükseliyor. Zirvesi deniz yüzeyinin 540 metre altında. İtalyan Ulusal Araştırma Merkezi yerbilimcilerinden Michael Marani'ye göre Marsili, yamaçlarında pek çok uydu volkan bulunan ve sürekli izlenmesi gereken dev bir yanardağ.

Marsili'nin yol açabileceği tsunami uyarısı, Kasım'da Vezüv yakınlarındaki halka uygulanan boşaltma tatbikatının hemen ardından geldi. En son 1944 yılında patlayan Vezüv, yeniden uyanma belirtileri göstermeye başlamıştı. Ancak, Vezüv Gözlemevi Müdürü Lucia Civetto, Marsili'nin ciddi bir tehdit olmadığı görüşünde. "Milyonlarca yıl uykuda olan bir devden söz ediyoruz" diyor. Marsili konusundaki ayrıntılı veriler, 100 gün süreyle 22 000 mil yol kat eden bir araştırma gemisince derlenmiş. Geminin çok demetli sonar sistemi, deniz dibinin fotoğrafı andıran üç boyutlu haritalarını çıkarıyor. Araştırmalar sırasında deniz tabanında ikinci bir yanardağ keşfedilmiş. Vassilov adlı 7 milyon yaşındaki yanardağ, Sardunya Adası ve Latium arasında bulunuyor. Hem Marsili'nin hem de Vassilov'un yamaçlarında çok zengin bakır, kurşun ve çinko çökeltileri saptanmış. Araştırmacılar, Haziran'dan başlayarak Marsili'yi üç yıl süreyle gözleyip lav örnekleri elde etmeye çalışacaklar.

Marani'ye göre, her yanardağın oluşum ve yok oluş evreleri oluyor. Bir deniz dibi yanardağındaysa, tuzlusu kayaları daha çabuk erittiğinden, yanardağın çöküş süreci hızlanıyor.

http://www.discovery.com/news/briefs/brief2html?ct=3843baad

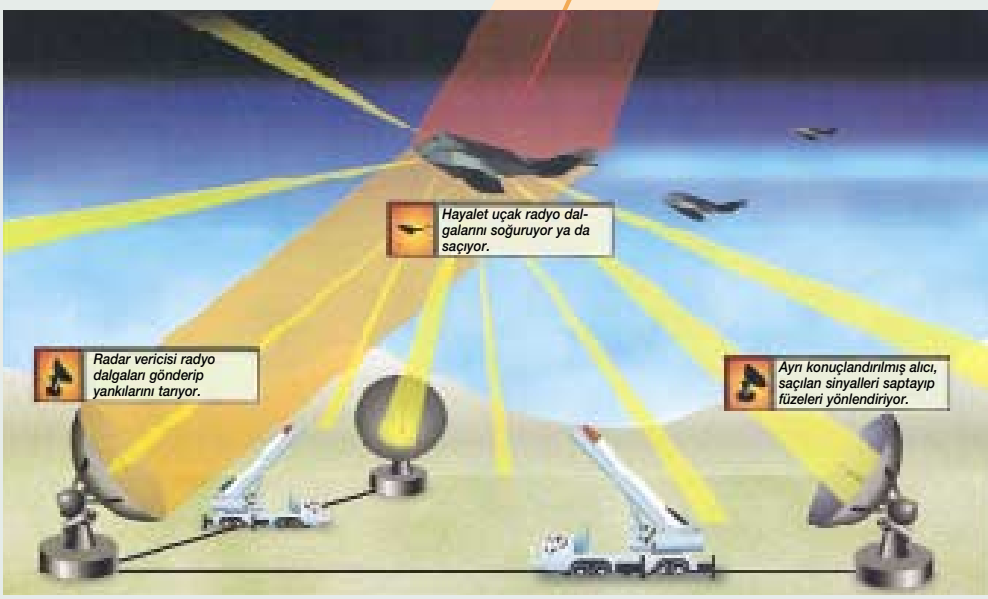

Marsili sistemi

Hayalet Nasıl Avlanır?

Kısa süre öncesine değin, ABD hava kuvvetleri, "hayalet" (stealth) avcı ve bombardıman uçakları sayesinde kendisini göklerin tartışmasız hakimi sayıyordu. Ancak geçen yıl Kosova krizi nedeniyle Sırbistan'a karşı girişilen hava operasyonları sırasında 27 Mart günü Sırp füzelerinin bir F-117 hayalet uçağı düşürmesi, birkaç gün sonra da bir başkasını yaralaması, bu uçakların ne kadar görünmez olduğu konusunda kuşkular yarattı. Gerçi uçakların vurulmasında, hep aynı yolu izlemeleri, üç Sırp radarının sağlam bırakılması gibi yanlışların yanı sıra, güçlü bilgisayarlarla uçakların rotasını belirleyen, saldırıyı belli etmemek için füzeleri optik olarak ateşleyen ve otomatik olarak patlatan Sırp hava savunmasının akıllı taktikleri de rol oynadı. Bu olay, uçakları görünmez kılmak ve maskelerini düşürmek için girişilen teknolojik savaşta yalnızca küçük bir çatışma. Ancak daha gelişkin uçaklar, seyir füzeleri, hatta balistik füzeler dünya silah pazarına hayalet kılığında çıkmaya hazırlanırken, ABD, kendi yarattığı bu perdeyi nasıl yırtarak düşman hayaletleri yakalayabileceğini düşünmeye başladı.

Uçakları görünmez kılmanın başlıca yolu, radar vericileriyle gönderilen radyo dalgalarının, hedeften sekerek alıcı antene geri dönmesini önlemek. Bunun için de, uçak gövde ve kanatları yumuşak kıvrımlarla ya da dik olmayan açılarla kesişen bir çok düzeyle tasarlanarak, çarpan radar sinyallerinin sağa, sola, hatta yukarı saçılarak antene dönmemesi hedefleniyor. Tabii ki, radarları yansıtan büyük kuyruk kanatları, dikey yüzeyler, hatta dışarıda taşınan bomba, yakıt tankı gibi dış donanımdan da vazgeçiliyor. Ayrıca radar sinyallerini soğurmak için geliştirilmiş ve yansıtıcı mikroskopik kürelerden oluşan özel boyalar kullanılıyor. Nihayet kızılötesi algılayıcıların kolaylıkla saptayabileceği sıcak egzozların ve yakıt artığı gazların saklanması için motorlar gövdenin üstüne yerleştiriliyor.

Bütün bunlara karşın, hayalet uçaklar, radarlara karşı tümüyle görünmez değil. Gerçi hedef belirlemede çok daha duyarlı olan cm dalga boylu radarlarda bu uçakları saptamak zor; ama bir hayalet uçak, ancak pilotun izleyici radarın elektronik yankısını duyup rota değiştirdiğinde ya da tırmandığında, her yöne saçılan radar yankılarından bazılarının hava savunma antenine düşmesiyle belirlenebiliyor. Ekranda bu küçücük saçılımı belirlemek, üstelik yönünü, hızını yüksekliğini saptamak çok zor. Hayalet uçak avlamak için kullanılan bir taktik, radar vericisiyle alıcısını ayrı ayrı noktalara yerleştirmek, böylece saçılan yankıları daha kolaylıkla yakalayabilmek. Ama bu iki birim arasında eşgüdümü, hele savaş koşullarında sağlamak güç.



Radar-uçak savaşının ortaya çıkardığı şaşırtıcı bir gerçek, 1930'lu yıllarda yapılmış metre ve üzerinde radyo dalgaları gönderen radarların, hayaletleri daha iyi belirlemeleri. Nedeni: uçaklar üzerindeki dik kuyruk vb. yüzeylerin, bir anten görevi yapıp bu sinyalleri önce soğurup sonra yeniden yayımlamaları. Eğer dalga boyu, "antenin" iki katı olursa, radyo dalgaları çok daha etkin biçimde emilip soğuruluyor; bu da uçağın radarda olduğundan iki kat büyüklükte görülmesini sağlıyor. Ancak bu radarların da zayıf noktası, füzeleri bir noktaya değil, ancak 50 metre yarıçaplı bir daire içine yönlendirebilmesi.

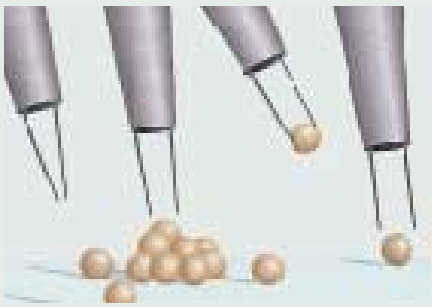
Bütün bunları göz önünde tutan Amerikan silah tasarımcıları, şimdi çok bantlı (cm ve m dalga boylu) radarlar üretmeyi, hatta bunları uzaya yerleştirmeyi tasarlıyorlar. Nedeni, hayalet uçak ve füzelerinin, yerdeki gözlerden saklanabilmek için geliştirilmiş olmaları.

Ancak burada da sorun var. Çünkü uzun dalga boylu radarlar, genellikle FM radyo istasyonları, cep telefonları, uçak ve gemilerin yön bulma sistemleriyle aynı bantları paylaşıyor. Düşman "hayaletleri" de bu fon gürültü içinde rahatlıkla saklanabiliyor. Ama bu kamuflaj, yakında ortadan kalkacak gibi. Lockheed-Martin Havacılık Şirketi'nin araştırmacılarının, üzerinde 15 yıl çalıştıktan sonra geliştirdikleri Silent Sentry (Sessiz Nöbetçi) adlı sistem, hayaletleri avlamak için, onların içine sığındıkları fon gürültüsünden yararlanıyor. Uçaklar, havadaki bu müzik, konuşma, veri iletiminden oluşan "elektronik çorba"nın içinden geçerken, küçük yankılar bırakıyorlar. Sıradan radyo vericileri ve güçlü paralel işlemcilere sahip bilgisayarlar kullanan hava savunma kuvvetleri, yankıların geliş açısı, farklı geliş süreleri ve doppler kaymalarını hesaplayarak uçakların yerini ve rotasını belirleyebiliyorlar. Baltimore-Washington havaalanında yaptıkları bir deneyde Lockheed Martin araştırmacıları190 kilometre uzaktaki 10 m^2 lik bir hedefi rahatlıkla izleyebilmişler. Araştırmacılar şimdi harıl harıl dünyadaki 55 000 radyo vericisinin yerini belirleyerek çok geniş bir veri tabanı oluşturmaya çalışıyorlar.

New Scientist, 4 Aralık 1999

Nanocımbız

Nanoteknolojinin olgunluğa erişmesi, mikroelektronik sanayiinin son birkaç on yılda sağladığı göz kamaştırıcı gelişmeyi gölgede bırakmaya aday. Bu teknolojinin ürünü olan yapıların tıp ve biyolojide yepyeni atılımları tetikleyeceğine inanılıyor. Akla gelen uygulama alanları arasında, daha kesin tanı koymaya yarayacak aygıtlar, son derece yüksek yoğunluklu gen çipleri ve doku dostu maddelerin yüzeylerinin işlenmesi sayılabiliyor. Başka nanoteknoloji uygulamaları olarak da elektronik devrelerin daha da küçültülmesi ve parçaları molekülden yapılmış organik aygıtların üretimi tasarlanıyor. Ancak tüm bu düşlerin gerçekleşmesi, bu alandaki çalışmaların hızlanması, nanoteknolojinin gerçek potansiyeline ulaşabilmesi için gerekli olan, bu teknolojiyi biraz alet-edevata kavuşturmak. Metrenin milyarda birkaçı büyüklüğünde aygıtlar tasarlamak güzel de, bu aygıtların parçalarını, organik molekülleri tutabilecek, bir yerden başka bir yere taşıyabilecek araçlar da gerekli. Yani, evimizde, atelyemizde ya da laboratuvarımızda kullandığımız sıradan



araçların benzerleri gerekli. İşte P. Kim ve C.M. Lieber adlı araştırmacıların yaptığı da bu.

Araştırmacılar önce cam pipetten bir tarayıcı uç yapıp karşılıklı iki kenarına birer elektrot takmışlar. Sonra bu elektrotlara birer de karbon nanotüp takmışlar. Karbon nanotüpler, çeperleri yalnızca bir karbon atomu kalınlığında, çevreleri de 50 atom uzunluğunda olan silindirler. Karbon nanotüplerin seçilme nedeni, bunların mekanik dayanıklılığı ve elektriksel iletkenlikleri. Nanocımbız şöyle çalışıyor: cımbızın kollarına uygun bir voltaj uygulanması, bunlarda mekanik bir değişiklik yaratarak birbirlerine yaklaşmalarını sağlıyor. Voltajın kesilmesi sıkışmayı durduruyor ama uçlar, karbon nanotüpler arasındaki "van der Waals etkileşimleri" nedeniyle açılmıyor. Uçların eski açık konumuna gelmesi için yeniden bir voltaj uygulanması gerekiyor. Yalnızca 8.5 V cımbızı kullanmak için yeterli.

Araştırmacılar, nanocımbızla, mezoskopik (orta büyüklükte) demetleri, hatta galyum arsenidden "nanotelleri" kaldırıp taşımayı başarmışlar.

Nanocımbızın ayrı ayrı yönetilebilen elektrot kolları, bu aracı aynı zamanda, çift-uçlu bir tarayıcı tünelleme mikroskopu haline getirebilir. Bu da birbirine çok yakın mikroskopik yapılar üzerinde elektrik ölçümleri yapılmasına olanak sağlıyabilir. Nanocımbızların karmaşık bileşimler içinden nano ölçülerde bir parçayı seçip ayırabilmesi ve bunun üzerinde elektrik ölçümler yapabilmesi, bunları, değişik maddelerden oluşmuş materyalleri ve nanoölçekli araç parçalarının farklı elektriksel özelliklerinin incelenip tanımlanabilmesi için ideal araçlar yapıyor. Araştırmacılar, ileride bu araçların, hücrelerin yüzeylerindeki, hatta içlerindeki biyolojik yapıları değiştirmede de kullanılabileceğini belirtiyorlar.

Science, 10 Aralık 1999

Avrupa ve Japonya, Füzyon Reaktörünü Kurtarma Peşinde

Avrupalı ve Japon bilim adamları, çapını, fiyatını ve iddiasını biraz törpüleyerek füzyon enerjisi için tasarlanan uluslararası bir projeyi kurtarmaya çalışıyorlar. Kasım sonunda Münih'te toplanan araştırmacılar, Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü (ITER) adlı füzyon makinesinin küçültülmüş bir tasarımını tanıttılar.

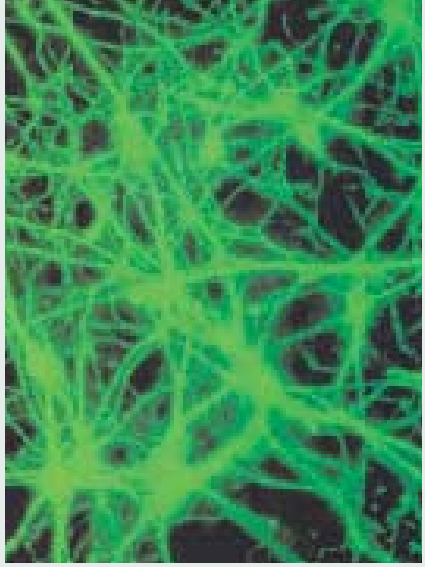
Yıldızların merkezlerindeki gibi hidrojen çekirdeklerini yüksek sıcaklıkta birleştirerek enerji sağlamaya yönelik proje, bol, ucuz ve güvenilir bir enerji kaynağına kavuşma yolunda ileri bir adım olarak nitelendirilmekteydi. ITER, ilk kez ABD, Avrupa, Japonya ve Sovyetler Birliği'nce ortak bir proje olarak oluşturulmuş, ancak 1998'de 6,8 milyar dolarlık tahmini maliyet, ortakları, daha küçük ve ucuz seçenekler arayışına itmişti. Sonra ABD projeye desteğini çekmiş, Rusya'nın içinde bulunduğu koşullar da bu ülkenin parasal değil; ancak bilimsel ve siyasal katkılarda bulunabileceğini ortaya koymuştu. Alman ve Japon bilim adamları, şimdi ITER'in küçültülmüş tasarımının son rötuşlarını yapıyorlar. Yeni ITER, 8 metre yerine 6-6,5 metre çapında. Fiyatı da 3 milyar dolar. Makinenin boyutlarında ve maliyetindeki bu indirime olanak veren, temel bilimsel hedefin de daraltılması. ITER, başlangıçta yanan bir plazmayı (çok sıcak, iyonlaşmış hidrojen gazı) ateşlemeyi hedef alıyordu. Bu türden füzyon reaktörleri, ağır hidrojen izotopları döteryum ya da döteryum-trityum karışımı plazmayı, çok güçlü mıknatıslar yardımıyla, tokamak denen simit biçimli bir yanma odası içinde havaya asılı biçimde hapsediyor. Plasma 100 milyon °C'ye ısıtıldığında, atom çekirdekleri birleşiyor ve birer nötron ile alfa parçacığı saçıyorlar. Bunlardan nötron, reaktör odasının duvarlarını ısıtıyor ve bu ısı enerji üretiminde kullanılıyor. Alfa parçacıklarıysa plazmayı yeniden ısıtıyor. Ateşleme, alfa parçacıklarının sağladığı ısı, füzyon tepkimesinin sürekli olarak gerçekleşebileceği bir düzeye yükseldiğinde ortaya çıkıyor.



Yeni ITER, ani ateşlenme yerine ağır plazma yanışını hedefliyor. Tasarım, plazmanın ısınması için gerekli enerjinin çoğunun alfa parçacıklarınca sağlanmasını öngörüyor. Böylece, girenden 10 kat fazla bir enerji çıktısıyla 400 saniyelik seanslarda 400 megawatt enerji sağlanacak. Orijinal tasarımdaysa, 1000 saniyelik yanmayla 1,5 gigawatt enerji üretimi öngörülmekteydi.

Science, 3 Aralık 1999

Omurilik Onarımı İçin Yeni Umut



İnsan embriyonlarından elde edilen henüz uzmanlaşmamış kök hücrelerin tıpta kullanımı, beraberinde birtakım etik tartışmalar getiriyor. Başta ABD olmak üzere birçok ülke, insan embriyonlarından alınan kök hücrelerle yürütülen deneylere sınırlamalar getirmiş bulunuyor. Oysa tıp araştırmacılarının düşü, her kalıba girebilen bu hücrelerle, yetişkinlerde pek çok tür hasarlı dokuyu onarabilmek. Bu dokulardan onarımı en güç olanlardan biri de omurilik. Ama Washington Üniversitesi nörologlarından Dennis Choi, John McDonald ve arkadaşları, bu düşün gerçekleşmesi yolunda önemli bir adım attılar. Araştırmacılar, fare embriyon kök hücrelerinden elde ettikleri olgunlaşmamış sinir hücrelerini felçli sıçanlara aşılayarak omurilik hasarını kısmen iyileştirmeyi başardılar. Deney sonucu, sakat hayvanlar tam olmasa da hareket yeteneğine kavuştu. Deneyin özellikle önemli bir yönü, sıçanların belkemiklerine vurularak sakatlanmalarından 9 gün sonra uygulanıp başarılı sonuç vermesi. Oysa, omurilik sakatlanmalarında, bir gün geçtikten sonra, zedelenen bölgeyi sınırlı da olsa eski işlevine kavuşturmak, bugüne değin olanaksız görünmekteydi. Bu başarı, dünyanın her yerinde uzun süre önce uğradıkları omurilik hasarı nedeniyle sakat kalmış yüz binlerce insan için umut ışığı yakıyor. Nöroloğlar, tekniğin omurilik sakatlanmalarının kök hücre nakliyle tedavisinde önemli bir ilk adım olduğunun altını çiziyorlar. Ancak, bunun insanlar üzerinde klinik uygulamasının henüz çok uzakta olduğunu belirtiyorlar.

Choi ve McDonald, deneylere 1996 yılında, Washington Üniversitesi nörobiyologlarından David Gottlieb'in, embriyon kök hücrelerini petri kaplarındaki kültür ortamlarında kimyasal yöntemlerle sinir hücrelerine dönüştürmesinden etkilenerek başlamışlar. Aslında yapmak istedikleri, tedavi için bir ilk adım olarak, Gottlieb'in fare embriyon kök hücrelerinden yetiştirdiği sinir hücrelerinin, sıçanların sinir sisteminde yaşayıp yaşamayacaklarını denemekmiş. Araştırmacılar, Gottlieb'in laboratuvarından aldıkları sinir hücre öncüllerini, 9 gün önceden omurilikleri yaralanmış 22 yetişkin fareye aşılamışlar. Birkaç hafta sonra da hayvanlara ne olduğunu incelemişler. Fare hücrelerine saldıran floresan boyayla işaretlenmiş antikorlar yardımıyla, aşılanan hücrelerin pek çoğunun, yaşamakla kalmayıp omuriliğin yaralı bölgesine de yayıldıklarını belirlemişler. Üstelik bir kısmı sinir hücrelerine, bir kısmı da oligodendrosit ve astrosit denen yardımcı sinir hücrelerine dönüşmüş.

Araştırmacıları asıl şaşırtan, arka ayakları tümüyle felçli farelerin artık arkalarını kaldırabilmeleri ve tam olmasa bile bacaklarıyla yarım yamalak hareket edebilmeleri olmuş. Yalnızca sahte (plasebo) aşılama yapılan farelerse, arka bacaklarını sürükleyip ön ayaklarıyla hareket edebiliyorlarmış.

Tekniğin omurilik tedavisinde sağladığı yarar açık. Açık olmayan noktaysa, iyileşmeye tam olarak neyin yol açtığı. Olasılıklardan biri, yeni fare hücrelerinin, sıçan sinir hücreleriyle işlevsel bağlar kurarak omuriliği, beyinle arka bacaklar arasında sinyal iletme yeteneğine kısmen de olsa yeniden kavuşturması. Araştırmacıların aklına gelen bir başka olasılık, fare hücrelerinden türeyen oligodendrositlerin , hasarlı omurilik hücrelerinin çevresindeki yalıtkan myelin kılıflarını onarıp bunları uyarıları yeniden iletecek duruma getirmiş olmaları. Üçüncü bir varsayım da nakledilen hücrelerce salgılanmış olabilecek kimyasal maddelerin sıçan omuriliğindeki hücreleri etkileyerek ya ölmelerini engellemeleri, ya da işlevlerine yeniden kavuşturmaları.

Choi'nin ekibi, şimdi bu olasılıkların hangisinin doğru olduğunu belirlemeye çalışıyor. Araştırmacılar ayrıca sakatlanmayla müdahale arasındaki süreyi de dokuz günden, birkaç aya çıkarmaya çalışıyorlar. Bu konudaki başarı, sakatlıkları yıllarca, hatta on yıllarca süren insanlar için daha gerçekçi umut ışıkları yakabilecek.

Science, 3 Aralık 1999'

Karaciğer Hastaları İçin Umut: Donmuş Hücreler

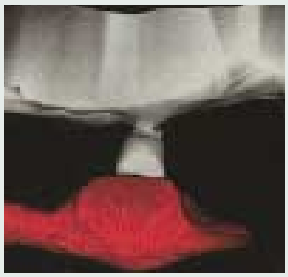
Karaciğerleri iflas etmiş, kendilerine yeni bir organ takılamazsa ölüm tehdidi altında bulunan hastalar için tutunabilecekleri bir can simidi ortaya çıktı. Araştırmacılar, dondurulmuş karaciğer hücrelerinin, hastaları nakledilecek organ bulunçaya kadar yaşatabildiğini belirlediler.

ABD'nin Richmond kentindeki Virginia Sağlık Üniversitesi doktorları, vericilerden sağlanan ama damar ya da salgı kanallarındaki hasar nedeniyle bütün olarak hastalara nakledilemeyecek karaciğerlerden sağlıklı hücreler toplayarak bunları sıvı azotla dondurmuşlar, daha sonra da karaciğer yetmezliği nedeniyle ölmek üzere olan hastaların karaciğer ya da dalaklarına aşılamışlar. Hücre nakledilen 12 hastadan yedisi, kendilerine takılacak bütün bir organ bulununcaya kadar yaşamlarını sürdürmeyi başarmış. Hatta aşırı dozda ağrı kesici aldığı için karaciğeri yıkıma uğrayan bir kadın, yalnızca nakledilen hücreler sayesinde tümüyle iyileşip taburcu edilmiş. Nebraska Üniversitesi Tıp Merkezi'nde de doktorlar, aynı yöntemle genetik bir karaciğer hastalığı taşıyan iki çocuğu tedavi etmişler. Çocuklardan birinde, daha ana karnındayken karaciğer hastalığı belirlenince, doğumdan hemen sonra birkaç kez dondurulmuş hücre aşılanmış. Beş ay süreyle yaşatılan bebeğe daha sonra başarılı bir karaciğer nakli gerçekleştirilmiş.



New Scientist, 4 Aralık 1999

Öğrendiğinizin Resmidir





Araştırmacılar, beynimiz bir şeyi öğrendiğinde nöronlar (sinir hücresi) arasındaki bağlantıyı oluşturan sinapsların güçlendiğini tahmin ediyorlardı. Bu nedenle son yıllarda araştırmalar sinapsları güçlendiren kimyasal değişimler üzerinde yoğunlaşmıştı. Ancak yeni bulgular, öğrenme sürecinde sinapsların yapısal olarak değiştiğini de gösteriyor. Cenevre Üniversitesi sinirbilimcilerinden (nörologlarından) Dominique Müller, güçlenen sinapslardan bazılarının fizik olarak çoğaldıklarını saptadı. Çoğalma, aktif sinapsın hemen yanı başında bir yeni yardımcının ortaya çıkmasıyla gerçekleşiyor.

Müller ve ekibi deneylerinde, sıçan beyninden aldıkları ince dilimleri elektrikle uyararak, "uzun dönemli potansiyelleştirme" (LTP) denen bir sinaps güçlenmesi biçimi elde etmişler. LTP, öğrenme sürecinde harekete geçen bazı işlevlerden sorumlu olabilecek bir sinaps güçlenmesi. Araştırmacılar daha sonra elektron mikroskobuyla LTP'nin gerçekleştiği sinapsları incelemişler. Güçlenen sinapsları ötekilerden ayırmak için araştırma grubu, LTP sırasında oluştuğu bilinen bir sinaps değişikliğini aramış. Henüz bağ yapmamış bir nöron, sinyal iletmek için harekete geçtiğinde (ateşlendiğinde), sinyal iletim molekülleri salgılar; bunlar da iki hücre arasındaki sinaptik boşluğu aşar ve sinyali alan hücreden sarkan ve "spine" (belkemiği omuru) denen bir uzantı tarafından zapt edilir. Alıcı nöronun daha önce LTP'ye hazırlık için uyarılmış olması durumunda, gelen sinyal molekülü, kalsiyum iyonlarının "omura" akmasını sağlayarak LTP'yi tetikler. Araştırmacılar beyin dilimlerine, kalsiyumun çökelmesini sağlayan bir kimyasal madde sürmüş. Çökeltilerin elektron mikroskobunda görülerek LTP geçirmiş "omurların" ortaya çıkmasını sağlamış.

Araştırmacılar, LTP süreci başlatıldıktan bir saat sonra çekilen elektron mikroskobu görüntülerine baktıklarında , işaretlenmiş sinapsların beşte birinin çifte omur taşıdıklarını görmüş. Omurların her ikisi de sinyal ileten hücreye bağlı durumdaymış. Müller ve ekibinin vardığı sonuç: LTP, ya da öğrenme süreci, sinapsların çoğalmasına ve güçlenmesine yol açıyor.

Science, 26 Kasım 1999

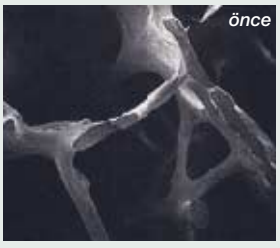
Kolesterol Düşürücü İlaçlar Kemikleri Güçlendiriyor

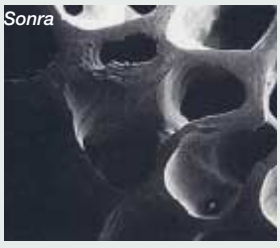
İlaçların zararlı yan etkilerinden yakınırız. Oysa milyonlarca insanın, kanlarındaki kolesterol düzeyini ve bunun yarattığı kalp krizi riskini azaltmak için kullandığı "statin" türü ilaçların, bedavadan önemli bir ek yarar sağladığı açıklandı. ABD'li araştırmacılar, farelerle yaptıkları deneylerde, statinlerin, yeni kemik oluşturduğunu belirlediler. Texas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Merkezi'nden Greg Mundy, insanlar üzerinde de olumlu sonuçlar vermesi halinde, statinlerin, menopozsonrasında osteoporoz denen kemik erimesinden yakınan kadınlarda yeni kemik geliştirmekte kullanılabileceğini söylüyor.

Mayo Clinic'ten Lawrence Riggs, "elde kalan kemiği kalınlaştırabilirseniz, en azından kuramsal olarak kemik kütlesi normal düzeye geri getirilebilir" diyor. Günümüzde osteoporoz için kullanılan ilaçlar, kemik yitimini yavaşlatmakla birlikte, zayıflamış kemikleri tam onaramıyor.

Statinler, bedenin lipid sentezlemekte kullandığı HMG Co-A redüktaz adlı enzimi ketleyerek kandaki kolesterolü azaltıyor. Daha önce de, statinlerin genel bazı yararları görülmüştü. Örneğin, statin kullanan deneklerde başka nedenlere bağlı ölümlerde de azalma saptanmış.

Mundy, kemik güçlendirecek bir ilaç için 30 000 doğal bileşimi teker teker denemiş. Değişik molekülleri kültürde ürettiği fare kemik hücrelerine aşılayarak kemik morfogenetik proteini-2 (BMP-2) üretimini arttırıp arttırmadığına bakmış. Bu protein, kemik gelişimini hızlandırıyor. Sonunda, *Aspergillus terreus* adlı bir mantardan elde edilen lovastatin adlı molekül, istenen etkiyi yapmış. Bu molekül, Merck firmasınca Mevacor adıyla ABD'de pazarlanıyor. İlacın etkilerini canlı hayvanlarda da denemek için Mundy, fare yavrularının kafatası kemikleri üzerine lovastatin aşılamış. Beş gün süreyle günde üç kez ilaç uygulanan hayvanların kemikleri, yalnızca serum verilen kontrol grubundakilere göre %50 daha büyümüş.





Simvastatin adlı başka bir statin (piyasa adı Zocor), menopozun yol açtığı hormonal değişiklikleri ortaya çıkarması için yumurtalıkları alınmış dişi fareler üzerinde olumlu sonuçlar vermiş. 35 gün süreyle ağızdan statin verilen farelerin bacak kemikleri ve omurga yoğunluğu, yalnızca sahte ilaç verilenlerin iki katına çıkmış.

Statinlerin insan üzerindeki etkileri bilinmiyor. Statin kullanan hastalarda kemik kırılma riskinin azaldığı öne sürülüyor. Ancak, kolesterol için verilen dozlar, kemik dokusunu güçlendirmek için gerekenin çok altında. Mundy, deneylerinde farelere normal hastalara uygulanan dozun 10 katını vermiş. Daha yüksek dozlar gerekmesinin nedeni, piyasada bulunan ilaçların genellikle kemik yerine başlıca kolesterol üreticisi olan karaciğeri hedef alan türler olması. Mundy, lipid düşürmek için geliştirilmiş olan statinlerin osteoporoz tedavisi için ideal olmayabileceğini kabul ediyor. Ama bunların, özellikle kemik oluşmasını hızlandıracak başka bileşimlerin bulunmasına yol gösterebileceklerini söylüyor.

Science, 3 Aralık 1999

Gen Haritamızın Üçte Biri Hazır

İnsan gen haritasının (genom) üçte birinin tamamlanması, Atlantiğin her iki yakasındaki büyük araştırma laboratuvarında patlatılan şampanyalarla kutlandı. Deri, saç ve göz rengimiz, boyumuz, hatta kilomuz, seks tercihlerimiz, dahası kalıtımsal hastalıklarımız gibi tüm özelliklerimizi belirleyen biyolojik yapı şemamızın tümünün belirlenmesi içinse 2003 yılına kadar beklememiz gerekecek. ABD Ulusal İnsan Genomu Araştırma Enstitüsü başkanı Francis Collins, insan genetik katalogunu oluşturan 3 milyar kimyasal baz çiftinden 1 milyarının tanımlandığını, diziliminin belirlendiğini ve halka açık bilgisayar veri tabanlarına kaydedildiğini açıkladı. Resmi laboratuvarların işbirliğiyle sürdürülen projede yeralan İngiliz Wellcome Trust kurumunun sözcüleriyse, 1 milyarıncı bazın guanin adlı bir organik şeker molekülü olduğunu açıkladılar.

Francis Collins'e göre, bu yılın bahar aylarında tüm insan genomunun bir "müsveddesi" hazır olacak. Sonuçların teker teker kontrolü ve doğrulanması bir üç yıl daha alacak ve biyolojik haritamız "resmen" 2003 yılında açıklanacak. Bu harita, her insan hücresi içinde bulunan DNA sarmalları üzerinde 3 milyar organik kimyasal madde çiftinin tam yerini belirleyecek.

Bazlar, dört kimyasal bileşimden ikisinin, adenin ve guanin , ya da timin ve sitozin çiftlerinden oluşuyor. Bu bazlar, her hücrenin çekirdeğindeki kromozomlar üzerinde yangın merdiveni biçimli DNA (deoksiribonükleikasit) sarmallarını oluşturuyor. Baz çiftleri, değişik dizilim biçimleriyle 100 000 insan genini oluşturuyor. Genlerse, hücrelerin ve organlarımızın biçim ve işlevlerine yön veren protein ve bileşimlerin sentezlenmesi için model oluşturuyor.

Araştırmacılar, tüm genlerin tanımlanması ve etkilerinin belirlenmesi sayesinde tıp biliminin çok geniş yeni ufuklara kavuşacağını belirtiyorlar. Örneğin , eksiksiz bir gen haritası, doğuştan gelen sakatlıklarla, kanser ve kalp hastalıklarının önlenmesi ya da tedavisine olanak sağlayacak.



İnsan Genom Projesi adlı uluslararası işbirliği , gen dizilimlerini çıkarma çalışmalarını beş yıl önce başlattı. Projenin %85'i dört ABD ve bir İngiliz resmi kuruluşu ya da vakfınca yürütülüyor.

Bazı özel laboratuvarlar da, büyük yatırım, süper bilgisayarlar ve özel olarak geliştirilmiş dizilim makineleriyle, aynı amaç için çalışıyor. Bunlardan, Craig Venter adlı bir girişimcinin yönetimindeki Celera Genomics adlı Amerikan şirketi, biyolojik haritanın tümünü, resmi konsorsiyumdan çok daha önce açıklayacağını öne sürüyor. Ancak Venter'in, gen havuzu içindeki "özel genlerin" patentini çıkarma planları tartışma konusu.

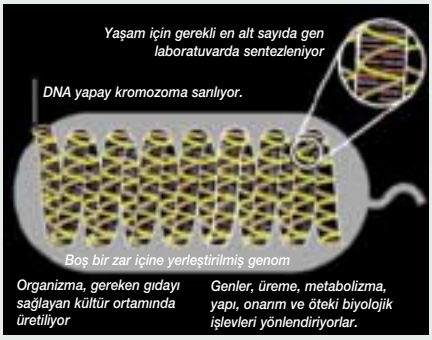
İnsan genomu konusunda resmi ve özel kuruluşlar arasındaki rekabete karşın, içinde Japonların da yer aldığı bir uluslararası konsorsiyum, geçtiğimiz günlerde 23 çift insan kromozomu içinde 22. kromozomun gen haritasının tamamlandığını açıkladı.

Nature, 25 Kasım1999
http://www.discovery.com/news/briefs/brief7.html?ct=383fdbbd

Bilim Adamları, Yaşamın Şifresini Çözdü

İnsan gen haritasını (genom) çıkarmak için yarışan bir Amerikan araştırma grubu, daha da büyük sonuçlar doğurabilecek bir başarı gerçekleştirerek, yaşam için gerekli genlerin şifresini çıkardı. İnsan bedeninde yaşayan *Mycoplasma genitalium* bir bakterinin yaşamak için 300 kadar gene gereksinim duyduğunu belirleyen araştırmacılar, bu genlerin yapay olarak üretilmesiyle, ilk kez insan eliyle yaşam yaratılabileceğini belirtiyorlar. Ancak çalışmayı gerçekleştiren Genomic Araştırmalar Enstitüsü (Tigr) genetikçileri, bu konuyla ilgili etik tartışmalar sonuçlanmadan, ikinci adımı atarak yaşam yaratma işine girişmeyeceklerini açıkladılar. Tigr'in başında, aynı zamanda tüm insan genomunun dizilim modelini belirlemek için uluslararası resmi araştırma kurumlarıyla rekabet eden Celera Genomics adlı özel laboratuvarı kurup yöneten Craig Venter var. Venter, gen haritamızı bu yıl içinde tamamlamayı amaçlıyor. Ancak bazı özel genlerin "patent haklarına sahip olma" yolundaki niyeti, eleştirilere konu oluyor.

Venter ve ekibi, üreme yollarımız ve akciğerlerimizde bulunan zararsız *M. genitalium* bakterisinin 480 geninden 265-350 kadarının yaşam için gerekli olduğunu belirlemiş. Bakteri, bilinen en az gen sayısı olan organizma. İnsan genlerinin sayısınınsa 80 000 – 140 000 arasında olduğu sanılıyor. Araştırmacılar, bakteride yaşam için gerekli en alt sayıda geni belirleyebilmek için bunları teker teker transpozon denen DNA parçalarıyla ketleyerek yaşam için gerekli olup olmadıklarını ve ne işe yaradıklarını araştırmışlar. Yaşam için gerekli genlerin yaklaşık üçte birinin işlevi belirlenememiş. Gene de araştırmacılar organik olmayan kimyasal maddeleri sentezleyerek yapay bir mikrop yaratabileceklerini söylüyorlar. Bunun için önce bir yapay kromozom yapılması gerekiyor. Venter, işe girişmek konusunda aceleci olmayacaklarının altını çiziyor. Ama araştırmanın, çeşitli işlevler için tasarlanmış "yararlı" bakteriler yapılmasını sağlayacağını söylüyor. Bu yolla petrol ve sanayi artıklarını temizleyen, suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırarak, yenilenebilir enerji kaynakları üretebilen mikroplar yetiştirilebilecek.

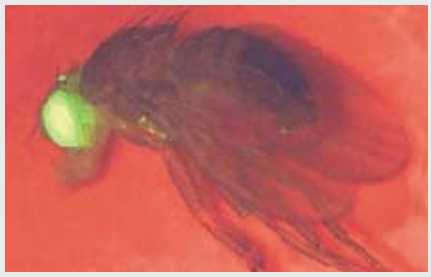


http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_556000/556984.stm

Fosforlu Sinekler

Alman araştırmacılar, genetik mühendisliği yöntemiyle gözleri karanlıkta ışıldayan sinek ve böcekler geliştirdiler. Bilim adamlarının hedefi, bu teknikle, sıtma türünden, böceklerce taşınan hastalıklarla mücadele etmek, bunların ürünlere verdikleri zararları sınırlamak. Gözlerin ışıldaması, araştırmacılara böceklerin genlerine yaptıkları müdahalenin işe yaradığını gösteriyor. Fosforlu gen kullanmaktaki amaç, daha belirgin pratik yararları olan başka genlerin de böceklere yerleştirilebilmesi için izlenebilir bir işarete kavuşmak. Araştırmacılar bu yolla zararlı böceklere, örneğin kısırlaştırıcı genler aşılayabilmeyi umuyorlar. Bayreuth Üniversitesi'nden Dr. Ernst Wimmer ve Münih Üniversitesi'nden Andreas Berghammer ile Dr. Martin Klingler, floresan yeşil boya ile işaretleme tekniğinin tüm böceklerde uygulanabileceği konusunda güvenliler. Kullanılan floresan boya, *Aequorea victoria* adlı bir deniz anasından elde ediliyor. Yeşil Floresan Protein (GFP) adlı boya, daha önce de genetik araştırmalarda kullanılmıştı. Alman araştırmacıların asıl başarısıysa, böceklere aşılanan boyanın parlaklığını arttırmış olmaları. Yükseltilmiş GFP (EGFP) adlı boyayı elde etmek için





araştırmacılar, boyayı kodlayan gene bir de yapay tetikleyici eklemişler. Tetikleyici geni sürekli çalışır durumda tutarak boya üretimini arttırıyor. Boya da meyve sineği *Drosophila melanogaster* ve un böceği *Triboleum castaneum* gibi birbirinden çok farklı iki türün bile tüm göz hücrelerine yerleşmiş. Daha da önemlisi, böcek yumurtalarından çıkan yeni kuşaklar da aynı özellikleri taşıyor.

Alman araştırmacılar, geliştirdikleri teknik sayesinde ileride sivrisineklere içlerinde geliştirdikleri sıtma parazitlerini bulaştırmalarını önleyecek genler aşılanabileceğini, ya da tarımsal zararlıların kısırlaştırılabileceğini söylüyorlar.

Nature, 25 Kasım 1999
http://news.bbc.co.uk/hi/englishsci/tech7newsid_5350007535240.stm

Organ Reddini Önlemenin Yolu

Ağır yan etkileri olan bağışıklık bastırıcı ilaçlar olmaksızın organ nakli yapılabilecek. Genellikle bu ameliyatlarda bağışıklık sistemi, nakledilen organı düşman görerek saldırıya geçer ve organ yeni bedende yaşayamaz. Tepkiyi hafifletebilmek için ameliyattan sonra hastaya bağışıklık sistemini frenleyecek ilaçlar verilir. Yan etkiler, kadınlarda ağır biçimde ortaya çıkıyor. Böbrek nakledilen bir kadın, güne 20 kadar hap yutarak başlıyor. Bazıları organın reddedilmesini önlemek, bazılarıysa öteki ilaçların etkilerini hafifletmek için. Gene de hastada kanser riski artıyor ve osteoporoz denen kemik erimesi hızlanıyor. Kadınlar şişmanlamaktan ve ciltlerinin kurumasından da yakınıyorlar.

Cambridge'deki Addenbrookes Hastanesi'nden Profesör Roy Calne ve ekibince geliştirilen bir teknikse tüm bu sorunları büyük ölçüde gidermiş. 30 hasta üzerinde başarıyla denenen teknikle, ameliyattan önce alıcının tüm bağışıklık hücreleri öldürülüyor. Ameliyattan sonra yeniden gelişen bağışıklık hücreleriyse, yeni organın eskiden beri var olduğunu sanarak tepki göstermiyorlar.

Böbrek nakledilen bir hasta, biri ameliyattan önce, biri de sonra olmak üzere yalnızca iki kez iğne vurulduğunu ve o zamandan beri cyclosporin adlı tek bir bağışıklık ketleyici ilaç kullandığını söylüyor.

Genelde nakledilen böbreklerin %40'ının reddedilmesine karşın, yeni teknik bu oranı yarıya indiriyor. Böylece her yıl daha çok hastaya organ nakli yapılabilecek.

http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_538000/538565.stm

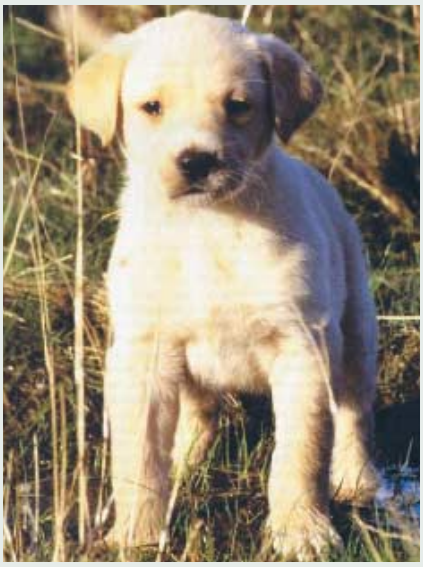
Köpeğinizin Ömrü

İngiltere'de yapılan kapsamlı bir araştırma, köpeklerin ömrünü hesaplarken bir insan yaşının altı köpek yaşına eşit olduğu biçimindeki yaygın inanışın asılsız olduğunu ortaya koydu. Veterinary Record dergisince yürütülen ve 3000 köpek sahibinin katıldığı araştırma sonunda, köpeklerin yaşam sürelerinin, türlerine göre büyük değişiklikler gösterdiği belirlendi. Araştırma sonuçlarına göre ülkedeki köpeklerin ortalama ömrü 11 yıl, bir ay.

Anketin ortaya çıkardığı sonuçlar arasında şunlar da var: Köpeklerin yalnızca %8'inin yaşam süresi 15 yılı geçerken, %64'ü hastalıktan ölüyor ya da hastalık nedeniyle "uyutuluyor". Genel olarak melez köpeklerin ömürleri, safkanlara göre daha uzun, ama bazı safkan türler, melezlerden daha çok yaşıyor. Ölümlerin %16'sının nedeni kanser. Bu, kalp hastalıklarının yol açtığı ölüm oranının iki katı. Bir başka bulgu da, kısırlaştırılmış dişilerin, erkeklerden ve doğurgan dişilerden daha çok yaşadıkları. Araştırma sonuçlarına göre bazı köpek türlerinin yaşam süreleri:

Poodle (minyatür) : 14,8 yıl,
Whippet : 14,3,
Jack Russell : 13,6,
Collie : 13,0,
Labrador : 12,6,
Alman Çoban (Kurt) : 10,3,
Rottweiler : 9,8,
Büyük Danimarkalı : 8,4,
Bulldog : 6,7,

http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_541000/541778.stm



Tunguska, Kuyrukluyıldız Parçasının Eseri

Danimarkalı araştırmacılar, 1908 yılında Sibirya üzerinde meydana gelen ve 500 hektar ormanı yok eden patlamaya, Dünya yakınlarından geçen bir kuyrukyıldızdan kopan büyük bir parçanın yol açmış olabileceğini açıkladılar. Kopenhag'daki Ulusal Müze ve Danimarka Yerbilim Araştırmaları Kurumu'nun Karbon-14 Ölçüm Laboratuvarı'ndan Kaare Lund Rasmussen ve ekibi, bu sonuca bölgeden aldıkları bir yüzyıl yaşındaki turba örneklerini inceleyerek varmışlar. Turba, çürüyen bitkilerden oluşan bir tür yer kömürü. Araştırmacılara göre "Tunguska Olayı" 1-10 milyon ton ağırlığında bir buz kütlesinin orman üzerinde patlamasıyla meydana gelmiş. Rasmussen, buz kütlesinin, her 3,3 yılda bir Dünya'nın yanından geçen Encke Kuyrukluyıldızı'ndan koptuğu görüşünde.



Olay tarihinde bölgede bulunan çoban ve göçebeler, 30 Haziran 1908 günü patlamadan hemen önce gökten parlak bir cismin düştüğünü söylemişlerdi. Hiroşima'ya atılan atom bombasından 650 kat daha güçlü olan patlama 1000 km uzaktan duyulmuştu. Patlamanın yol açtığı şok dalgası, merkez bölgesinin yarıçapı dışındaki 20 km genişliğinde bir çember içindeki tüm ağaçları devirirken, merkezdeki ağaçlar ayakta kalmış, ancak tüm yaprakları dökülmüştü.

Bugüne değin Tunguska üzerinde patlayanın büyük bir meteorit olduğuna inanılıyordu. Ancak Rasmussen, bir meteorit patlamasının yol açması gereken kraterin ne bölgede yapılan araştırmalarda, ne de uydu görüntülerinde saptanabildiğine işaret ediyor. Danimarkalı araştırmacı, "patlayan cismin, yüzde 99,5'i donmuş su ve metandan oluşan bir buz parçası olduğunu düşünüyorum" diyor. Rasmussen, şaşırtıcı bir başka bulgunun da inceledikleri turbanın 1908 yılına ait katmanlarında pek az iridyuma ve karbon-14 izotopuna rastlanması olduğunu söylüyor. İridyum, meteoritlerde bulunmasına karşın Dünya'da çok az rastlanan bir element. Buna karşılık Dünya atmosferine giren buz parçasında büyük ölçüde normal karbon-12 ve özellikle karbon-13 izotopu bulunuyormuş. Araştırmacıya göre turba örneklerindeki iridyumun çeşitli karbon izotoplarına oranı ve bir takım başka özellikler, düşen cismin bir kuyrukluyıldızdan geldiğini kanıtlıyor. Rasmussen ayrıca, düşen buz parçasının milyarlarca yıl önce oluştuğunu belirtiyor. Kanıt, yarılanma ömrü 5730 yıl olan karbon-14'ün hemen tümüyle yok olması.

http://discovery.com/news/briefs/brief5.html?ct=3843baad

Emektar Teleskop Yüzünü Gerdiriyor

İngiltere'de Jodrell Bank'ta bulunan ünlü Lovell radyoteleskopu, 40 yıllık başarılı bir kariyerin ardından bir gençleştirme operasyonuyla 21. yüzyıl gökbiliminin hizmetine girmeye hazırlanıyor. Teleskopu işleten Manchester Üniversitesi, bu amaç için 2 milyon sterlin tutarında bir bağış kullanacak. 76 metre çaplı anten çanağıyla teleskop, günümüzde yönlendirilebilen radyoteleskoplar arasında ikinci sırada. Geniş toplama yüzeyi ve istenen yöne çevrilebilme yeteneği sayesinde gökbilim araştırmalarında bir çok ilke imza atmış. 30 yıldır sürekli olarak en ileri teknolojik aygıtlarla güçlendiren teleskopun başarıları arasında yeni bir sınıf atarca nötron yıldızı keşfedip izlemek ve ilk kütleçekimsel merceği bulmak yer alıyor. Yenilemeyle, emektar teleskopun frekans izleme erimi dört kat ve 5 GHz olan temel içalışma frekansındaki duyarlılığı da beş kat artacak. Bunun için çanak antenin yüzeyi yeni galvanizli çelik plakalarla kaplanacak ve sıcaklığın yüzey biçimini bozmasını engellemek yerine plakaları birleştirmek için kendi kendine sıkılıp gevşeyen vidalar kullanılacak. Ayrıca çanağın eğriliği, çağdaş holografi teknikleri kullanılarak, 5 GHz'ın üstündeki frekanslarla da çalışabilecek biçimde değiştirilecek.



NASA basın bülteni, 7 Aralık 1999

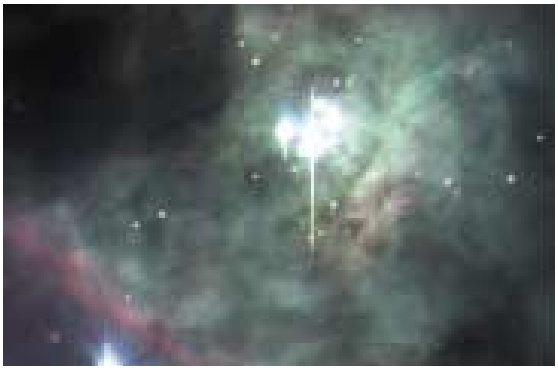
TUG Bilimsel Gözlemlere Hazır

Türkeye'de gökbilim adına atılan en büyük adımlardan biri, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (TUG) açılışıdır. Çünkü, gökbilim gözlemsel verilere dayanan bir bilim dalıdır; bu bağlamda gökyüzü gözlemleri gökbilimin temelini oluşturur. Bilime önem veren, gökbilimde ilerlemiş bütün ülkelerin kendi gözlemevleri vardır.

Ülkemizde de pek çok gökbilimci yetişmektedir. Ancak, yakın zamana değin, gözlemler yalnızca üniversitelerdeki eğitime yönelik gözlemevlerinde yapılmaktaydı. Teleskopları küçük olan ve ışık kirliliğinin etkisi altında kalan bu gözlemevlerinde, bilimsel çalışmalar çok sınırlı olarak yapılabiliyordu. Gözlemsel verilerse genellikle büyük gözlemevleri bulunan ülkelerden ancak sınırlı olarak alınabiliyordu. Tüm bu olumsuzluklara karşın, gökbilimcilerimiz yine de uluslararsı pek çok başarıya imza attılar.

Ulusal Gözlemevi, gökbilimcilerimizin 30 yıllık emeğinin sonucudur. Artık, gözlemsel veriler buradan alınacak. TUG, Türkiye'nin gözlemsel gökbilim alanında Dünya'nın sayılı ülkeleri arasına girmesini sağlayacak. Ayrıca, TUG'un bulunduğu Bakırlıtepe, gözlem koşulları bakımından dünyanın en iyi yerlerinden birisi. Bu nedenle, burada elde edilecek veriler gerçekten büyük değer taşıyacak.





Solda: TUG'daki 150 cm ayna çaplı büyük teleskop. Üstte: Avcı Takımyıldızı'nda yer alan Orion Bulutsusu'nun 30 saniye poz süresiyle çekilen fotoğrafı.

TUG'da iki teleskop yer alıyor. Bunlardan birisi 40 cm ayna çapında; ötekiyse 150 cm çapında aynaya sahip. 40 cm'lik teleskopla ilk gözlem, 17/18 Ağustos 1997 gecesi yapıldı. İlk gözlemden bu yana, 40 cm'lik teleskop bilimsel gözlemlerini sürdürüyor.

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Eylül 1997'de resmen açıldığından bu yana, en önemli gelişmelerden birisiyse, 150 cm ayna çaplı büyük teleskopun bilimsel gözlemlere hazır olması. 1995'te Rusya'dan getirilen teleskop, gözlemevine yerleştirildiği 1997 yılından bu yana, bilimsel gözlemler için hazırlanıyordu. Teleskoptan sorumlu Rus teknik ekip, 15 Kasım – 5 Aralık tarihleri arasında son ince ayarları yapmak üzere geldi. Bu süre içerisinde, teleskop aynalarının optik ayarları tamamlandı. Teleskopun ana aynasının gerisine düşen ve Cassegrain odağı olarak bilinien odak, bilimsel çalışmalara hazır duruma getirildi. Bunun ardından, teleskopun optik ayarının niteliğini ölçmekte kullanılan bir CCD kamerayla çeşitli gökcisimlerinin görüntülri alındı. Her görüntü, farklı filtrelerle çekilen 3 görüntünün hiçbir sayısal işleme tabi tutulmamış birleşimidir.

Alp Akoğlu





Jüpiter ve Satürn: Her iki gezegenin fotoğrafı da 0,1 saniye poz süresi verilerek çekilmiş.

Ulusal Bilim Olimpiyatları Sonuçlandı

Altın Çocuklar

Gençler TÜBİTAK'ın en çok hangi yönünü beğeniyor? Sorunun yanıtını kolayca verebiliriz. Çünkü Bilim ve Teknik'e, mektup yazarak, bizzat gelerek ya da telefonla, e-postayla, faksla bu konudaki görüşlerini bize iletiyor gençler. Bilimsel çalışmalara salt büyükleri değil, küçük yaştakileri de kattığı için TÜBİTAK'ı çok önemli buluyorlar. "TÜBİTAK yalnızca üniversite ve sonrası eğitim görenlerce değil, ilköğretimde okuyanları da düşünüyor. Bu da bizleri gerçekten yüreklendiriyor" diyor gençler.



Gençlerin beğenisini ve güvenini kazanmak pek de kolay elde edilebilecek bir şey değil. TÜBİTAK bu ilgi ve sevgiyi, 36 yıllık çalışmalarıyla, daha en başından gençleri ülkenin geleceği olarak görüp onlar için projeler üretmesiyle elde etmiş. Şöyle ki TÜBİTAK'ın yalnızca ilköğretim ve lise öğrencilerine yönelik 4 programı bulunuyor. Bunlar, Ulusal İlköğretim Matematik Olimpiyatı, Ulusal Bilim Olimpiyatları, Uluslararası Bilim Olimpiyatları ve Lise Öğrencileri Arası Araştırma Projeleri. Ayrıca gençlere ve çocuklara yönelik yayımladığı Bilim ve Teknik dergisi ile Bilim Çocuk dergisi var. Bu programlar ve yayınların tümü ortak bir amaca yönelik: Çağdaş bilim düzeyine ulaşmak için bilimsel insan gücü kaynağımızın nicelik ve nitelik olarak çok hızlı bir biçimde evrensel boyutlara çıkarılması; bunun için de çok sayıda gencin bilime özendirilmesi.

Doğaldır ki bilime özendirme önce yetenekli öğrencilerin keşfedilmesiyle başlar. Bu keşifin ardından o çocuğun yaşamında bilim artık yerini alır. Sözgelimi ilk adımını Ulusal Bilim Olimpiyatları'na katılmakla atan bir öğrenci burada kazandığı başarıya göre Uluslararası Bilim Olimpiyatlarına katılabilmenin ışığını da yakmış olur.

Ulusal Bilim Olimpiyatları'nın amacı, ortaöğretimdeki öğrencileri fen bilimlerinde çalışmalar yapmaları için özendirmek, yönlendirmek ve bu alanlarda özel eğitim olanakları sağlayarak gelişmelerine katkıda bulunmak. Bu amacı gerçekleştirmek için TÜBİTAK 1993 yılında ulusal bilim olimpiyatı düzenleme tasarısını uygulamaya koymuş ve iki aşamalı olarak, bilgisayar, matematik, fizik, kimya ve biyoloji dallarında öğrenciler yurt içinde olimpiyatlara hazırlanmıştır. İşte bu olimpiyatların yedincisi, 6 Aralık 1999'da düzenlenen bir törenle sonuçlandı. Bu tören, Ulusal Bilim Olimpiyatları'nı kazanan gençler için düzenlenmişti. Törende, her dalda derece alanlara madalya ve para ödülleri verildi. Birincilere 150 000 000 TL, ikincilere 100 000 000 TL, üçüncülere de 75 000 000 TL verildi. Ayrıca, her dalda en yüksek puanı alan bir öğrenciye Sema Yazar Gençlik Vakfı da ödül verdi. Bu olimpiyatların ikinci aşama sınavlarında derece alan gençler, lise öğrenimlerini bitirip üniversiteye girdiklerinde eğer üniversitelerin temel bilim bölümlerinden birini, yani matematik, fizik, kimya, biyoloji, moleküler biyo-





loji ya da genetik bölümlerinden birini kazanacak olurlarsa, TÜBİTAK bu gençlere Üniversite Ödül Burs Programları çerçevesinde destekleyeceğini, başka bir deyişle burs vereceğini açıkladı. Bunun yanı sıra Ulusal Bilim Olimpiyatında derece alan bu öğrenciler, ÖSS Öğrenci Seçme Sınavı Kılavuzu'na göre ilgili koşulları sağladıkları takdirde, ÖSS'de ek puan da alabilecekler.

Törende, Ahmet Çetintaş, Alp Şimşek, Bumin Yenmez (Matematik), Duygu Kuzum, Fethi Mübin Ramazanoğlu (Fizik), Erhan Şimşek (Kimya), Tansel Sıtkı Tunç ve Cafer Özdemir (Biyoloji) 1999 yılının altın çocukları olarak madalyalarını taktılar. Bilgisayar dalında birincilik alan olmadı; bu nedenle de bu dalda altın madalya verilemedi.

Başarı kazananların bu bilim serüveni, 8-9 Mayıs'da, Türkiye'nin dört bir yanından katılan 9000 öğrenciyle birlikte katıldıkları birinci aşama sınavıyla başlamıştı. Birinci aşama sınavı sonuçlandığında 130 öğrenci yaz hazırlık kursuna çağrılmış ve toplam 216 öğrenci de ikinci aşama sınavına katılmaya hak kazanmıştı. İkinci aşama sınavları, 3-4 Aralık 1999'da; matematik, fizik ve kimya dallarında katılan öğrenciler için Ankara'da, ODTÜ'de yapıldı. Biyoloji ve bilgisayar dalları için ikinci aşama sınavıysa, 4 Aralık 1999'da gerçekleştirildi.

Öğrenciler sınav için çok çalıştılar; ama sosyal etkinliklerine de hiç ket vurmayıp sürdürdüler. İkinci aşama sınav programları süresince, TÜBİTAK Bilim Adamı Yetiştirme Grubu program sorumluları ve rehber öğrenciler gençlerin bilimsel, sosyal, kültürel iletişim kurmalarını sağlayacak ortamlar yarattılar. Bu bağlamda geziler düzenlendi, oyunlar oynandı, doğa yürüyüşleri yapıldı.

Şimdi bu gençlerden bazılarını Uluslararası Bilim Olimpiyatları bekliyor. İlk hazırlık ekipleri seçilecek, seçilen ekipler özel yetiştirme kurslarına alınacaklar ve sonra sınavlardan geçecekler. Sonuçta da ülkemizi temsil edecek ekipler belirlenecek. Hemen belirtelim ki altın başarının yurdışından da geleceğine ve Bilim Olimpiyatlarında yine dünyada adımızı duyuracağımıza inanıyoruz.

Gülgûn Akbaba

7. Ulusal Matematik Olimpiyatı İkinci Aşama Sınavı Sonucunda Madalya Kazanan Öğrenciler

Sıra	Adı Soyadı	Okulu	Ödülü
1	Ahmet Çetintaş	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Altın
2	Alp Şimşek	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Altın
3	Bumin Yenmez	Özel Yamanlar Lisesi (İzmir)	Altın
4	Süleyman Demirel	Özel Muradiye Erkek Lisesi (Ankara)	Gümüş
5	Selman Erol	Özel Yamanlar Lisesi (İzmir)	Gümüş
6	Ali Çivril	Özel Altınbaşak Erkek Lisesi (Isparta)	Gümüş
7	Serhat Şevki Dinçer	Kayseri Fen Lisesi (Kayseri)	Gümüş
8	Sabri Yılmaz	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Bronz
9	Osman Osmanlı	Özel Samanyolu Erkek Lisesi (Ankara)	Bronz
10	Fatih Deniz	Özel Yamanlar Lisesi (İzmir)	Bronz
11	Yunus Esençayı	Özel Samanyolu Erkek Lisesi (Ankara)	Bronz
12	Ali Nabi Duman	Özel Arı Fen Lisesi (Ankara)	Bronz
13	Ali Galip Bayrak	Nuh Mehmet Baldöktü Anadolu Lisesi (Kayseri)	Bronz

VII. Ulusal Fizik Olimpiyatı İkinci Aşama Sınavı Sonucunda Madalya Kazanan Öğrenciler

Sıra	Adı Soyadı	Okulu	Ödülü
1	Duygu Kuzum	Ankara Çankaya Fen Lisesi (Ankara)	Altın
2	Fethi M. Ramazanoğlu	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Altın
3	İsmail Yiğit	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Gümüş
4	Engin Pehlivanoğlu	İstanbul Atatürk Fen Lisesi (İstanbul)	Gümüş
5	Kaya Demir	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Gümüş
6	Emre Esentürk	Özel Yamanlar Fen Lisesi (İzmir)	Bronz
7	Şerafettin Bilge	Özel Fatih Erkek Fen Lisesi (İstanbul)	Bronz
8	Ali K. Reyhanoğulları	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Bronz
9	M. Said Boybay	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Bronz
10	M. Emre Karagözler	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Bronz

7. Ulusal Kimya Olimpiyatı İkinci Aşama Sınavı Sonucunda Madalya Kazanan Öğrenciler

Sıra	Adı Soyadı	Okulu	Ödülü
1	Erhan Şimşek	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Altın
2	Murat Sümbül	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Gümüş
3	Fırat Özdemir	Özel Yamanlar Lisesi (İzmir)	Gümüş
4	Hakkı Bağcı	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Gümüş
5	Hakan Usta	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Gümüş
6	F. Tolga Kırbay	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Gümüş
7	Hamza Yüksel	Özel Fatih Erkek Lisesi (İstanbul)	Bronz
8	Elçin Tuna	Ankara Çankaya Fen Lisesi (Ankara)	Bronz
9	Bekir Engin Eser	Özel Fatih Erkek Fen Lisesi (İstanbul)	Bronz
10	Ayşegül Çetinkaya	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Bronz
11	Yunus Emre Türkmen	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Bronz

7. Ulusal Biyoloji Olimpiyatı İkinci Aşama Sınavı Sonucunda Madalya Kazanan Öğrenciler

Sıra	Adı Soyadı	Okulu	Ödülü
1	Tansel Sıtkı Tunç	Özel Fatih Erkek Fen Lisesi (İstanbul)	Altın
2	Cafer Özdemir	Özel Fatih Erkek Fen Lisesi (İstanbul)	Altın
3	Münir Akkaya	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Gümüş
4	İsmail Sergin	Özel Fatih Erkek Fen Lisesi (İstanbul)	Gümüş
5	Yusuf Özuysal	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Gümüş
6	Alper Yetil	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Gümüş
7	Yasin Fatih Dağdaş	Özel Samanyolu Erkek Lisesi (Ankara)	Bronz
8	Ahmet Apaydın	Özel Fatih Erkek Lisesi (İstanbul)	Bronz
9	Aslıhan Taşkıran	Atatürk Anadolu Lisesi (Ankara)	Bronz
10	Nihat Terzi	Atatürk Anadolu Lisesi (Ankara)	Bronz
11	Elif Nur Fırat	Ankara Çankaya Fen Lisesi (Ankara)	Bronz
12	Galip Özsoy	Özel Fatih Erkek Fen Lisesi (İstanbul)	Bronz
13	Kıvanç Birsoy	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Bronz

7. Ulusal Bilgisayar Olimpiyatı İkinci Aşama Sınavı Sonucunda Madalya Kazanan Öğrenciler

Sıra	Adı Soyadı	Okulu	Ödülü
1	Onur Domaniç	Atatürk Anadolu Lisesi (Ankara)	Gümüş
2	E. Serdar Ayaz	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Gümüş
3	Hasan Metin Aktulga	Özel Yamanlar Fen Lisesi (İzmir)	Bronz
4	Osman Tataroğlu	Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi (Ankara)	Bronz
5	Amaç Herdağdelen	İzmir Fen Lisesi (İzmir)	Bronz



Tekboynuz Takımyıldızı

Zengin kış gökyüzünde genellikle pek fazla dikkati çekmez Tekboynuz. Bu takımyıldız, aslında kışın en çok bakılan bölgelerden birinde, kış üçgeninin ortasında yer alır. Üstelik, Samanyolu kuşağı üzerinde bulunduğundan, Tekboynuz pek çok ilgi çekici gökcismine de ev sahipliği yapar.

Tekboynuz'daki ilginç gökcisimlerinden biri, Beta (β) Tekboynuz adlı yıldızdır. Bu, aslında üçlü yıldızdır. Üçlünün iki bileşeni 5; ötekiyse 6 kadir parlaklıktadır. Üçlüyü görebilmek için küçük bir teleskop ya da bir dürbün yeterli olur. İlk bakışta iki yıldız görünür; ancak, biraz daha sönük olanı, daha dikkatli bakılınca görülebilir.

Epsilon (ε) Tekboynuz adlı çift yıldız, dürbünlü gözlemciler için bir başka iyi hedef. Çift, biri 4,3 kadir parlaklıkta mavi-beyaz bir yıldız; öteki 6,7 kadir parlaklıkta sarı bir yıldızdan oluşuyor.

Tekboynuz, iki ünlü yıldız kümesini içerir. Her ikisi de birer bulutsunun içindedir. Kümelerin çevresindeki bulutsular, genç yıldızları oluşturan bulutsunun arta kalanıdır.

NGC 2244, kış gökyüzündeki en güzel açık yıldız kümelerinden biridir. Küme, yaklaşık Ay'ın gökyüzünde kapladığı alan kadar bir bölgeye yayılmış bir düzine kadar yıldız içerir. Bu nedenle, yüksek büyültmeli bir teleskopla değil, en iyi, bir dürbünle gözlenebilir. Yıldız kümesinin gizemiyse uzun pozlamalı fotoğraflarda ortaya çıkar. Kümeyi oluşturan bulutsu, ünlü Rozet Bulutsusu'dur. Ne yazık ki, bulutsunun küçük teleskoplarla ya da dürbünle görülmesi zordur. Ancak çok iyi koşullarda, büyük dürbünlerle (örneğin 11x80) ya da teleskopla yaklaşık iki ay çaplı bulutsu, çok silik biçimde görülebilir. Rozet Bulutsusu, bize 5500 ışık yıl ötede yer alır ve içinde yer alan NGC 2244, bilinen en genç yıldız kümelerinden biridir. Kümenin yaşı yaklaşık 3 milyon yıldır.

Tekboynuz'daki öteki önemli yıldız kümesi, NGC 2264'tür. Kümeye dürbünle baktığımızda, bir ok başı biçiminde bir düzine yıldızla birlikte pek çok sönük yıldız görülür. Kümede yer alan en parlak yıldız, 4,7 kadir parlaklıktaki sıcak bir yıldız olan S Tekboynuz'dur. NGC 2244 gibi, bu küme de bir bulutsunun içinde yer alır. Ancak, bu bulutsuyu dürbünle ya da küçük teleskoplarla görmek olanaksızdır. Kümenin içinde yer aldığı bulutsunun adı Koni Bulutsusu'dur. NGC 2264'ün bize uzaklığı yaklaşık 2500 ışık yıldır.

Rozet Bulutsusu'nun yaklaşık iki derece kuzeydoğusunda, adını Kanadalı gökbilimci Plaskett'ten alan ilginç bir yıldız yer alır. Plaskett Yıldızı, bilinen en büyük kütleli ikili yıldızdır. İkiliyi oluşturan yıldızların her biri Güneş'in en azından 55 katı kütleye sahiptir. İkili birbirine o kadar yakındır ki, herhangi bir teleskopla ayırt etmek olanaksızdır. Gökbilimciler tayfölçümü yaparak burada iki yıldız olduğunu söyleyebiliyorlar. İkili, birbiri etrafında yaklaşık 14 günde bir dolanıyor. Bu kadar büyük kütleli yıldızlar, kısa ömürlüdür. Bu nedenle bu ikilinin bir milyon yaşından genç oldukları tahmin ediliyor.

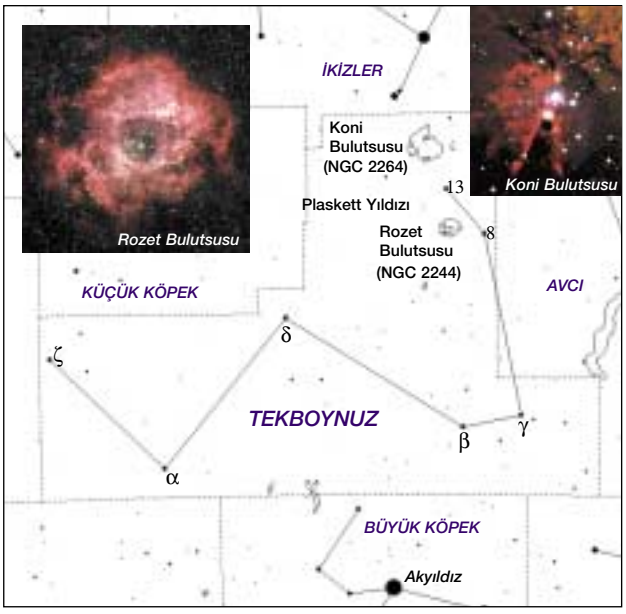
Gökyüzü Dergisi Bir Yaşında

Amatör gökbilim dergisi Gökyüzü, 1 yaşına bastı. Daha önce, bir bülten olarak çıkartılan Gökyüzü, Ocak 1999'da dergiye dönüşmüştü. Dergi, 2000 yılına girerken bazı yenilikleri içeriyor. Gökyüzü, kazandığı yeni görünümün ötesinde, Türkiye'deki deneyimli amatör gökbilimcilerin aralarında bulunduğu geniş bir yazar kadrosuyla yayın hayatını sürdürüyor. Yazar kadrosundaki gelişmelerin yanı sıra, derginin daha fazla okuyucuya ulaşması amaçlanıyor.

Gökyüzü'ne abonelikle ulaşılabilir. Abonelik ücreti 6 sayı için 4 milyon, 12 sayı için 7 milyon TL. Abone olmak için, abonelik ücretinin İş Bankası ODTÜ Şubesi 4229-615784 no'lu Amatör Astronomi Topluluğu hesabına yatırıldıktan sonra dekontun açık adresle birlikte, aşağıdaki adrese gönderilmesi gerekiyor.

Adres: ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu, Fizik Bölümü Z-26 06531 ANKARA
Telefon: (312) 210 43 13



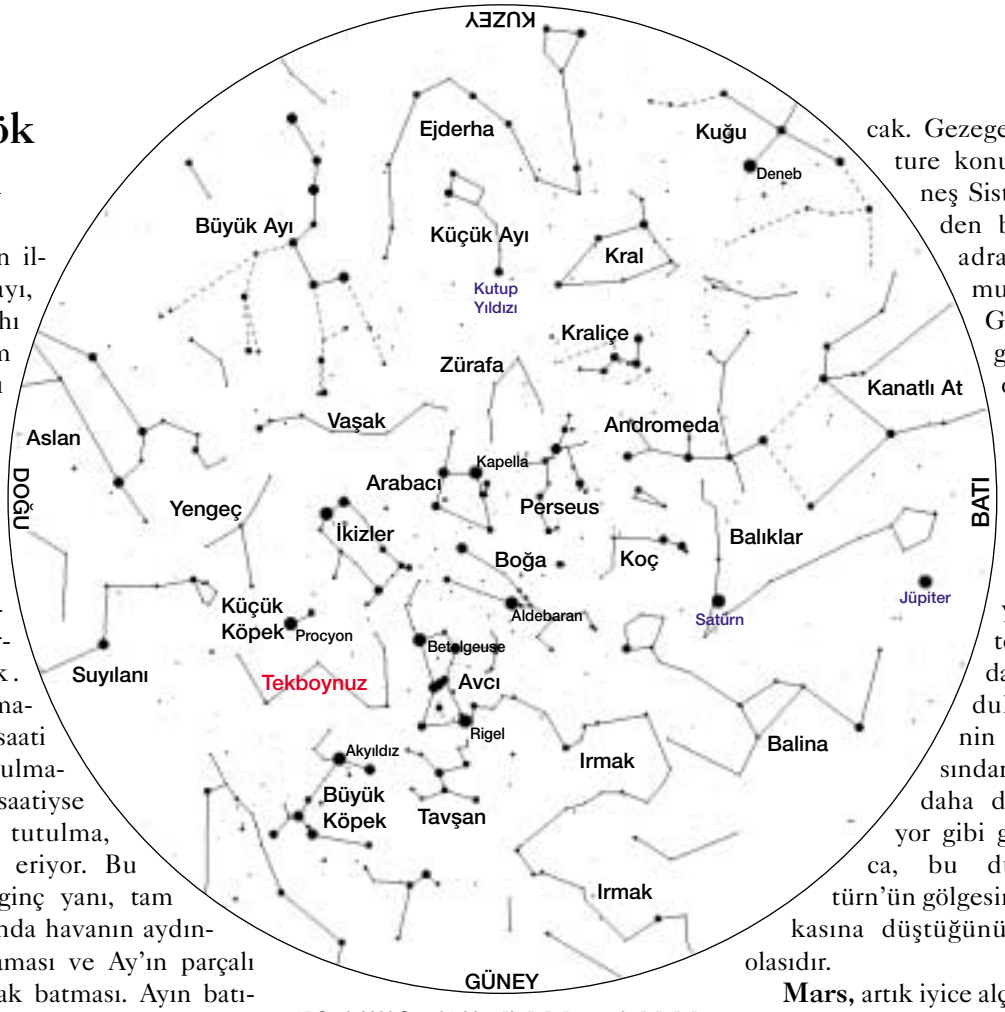


Ayın Gök Olayları

Bu ayın en ilginç gök olayı, 21 Ocak sabahı oluşacak tam Ay tutulması kuşkusuz. 2000 yılının Türkiye'den gözlenebilecek tek Ay tutulması bu. Tutulma, sabaha karşı gerçekleşecek. Parçalı tutulmanın başlangıç saati 05:06; tam tutulmanın başlama saatiyse 06:08. Tam tutulma, 07:25'te sona eriyor. Bu tutulmanın ilginç yanı, tam tutulma sırasında havanın aydınlanmaya başlaması ve Ay'ın parçalı tutulmuş olarak batması. Ayın batışıyla birlikte Güneş doğacak.

Jüpiter ve **Satürn,** birkaç aydır olduğu gibi, bu ay da oldukça iyi konumdalar. İki gezegen giderek birbirlerine yaklaşıyorlar. Yıl başında, aralarındaki açısal uzaklık yaklaşık 15° olacak. Bu uzaklık, ay sonunda biraz daha azalmış olacak.

Satürn ve Jüpiter, teleskoplu gözlemcilere de bu ay cömert davranacak. Gezegenler, quadrature konumunda (Güneş Sistemi'ne tepeden bakarsak, quadrature durumunda, Dünya-Güneş-Gezegen açısı 90° olur.) olduklarından, gezegenlerin uyduları, gezegenin gölgesinde kalabilir. Bu sayede, Jüpiter'in arkasından geçen uyduları, gezegenin hemen arkasından değil, biraz daha doğudan çıkıyor gibi görünür. Ayrıca, bu durumda Satürn'ün gölgesinin kendi halkasına düştüğünü görmek de olasıdır.



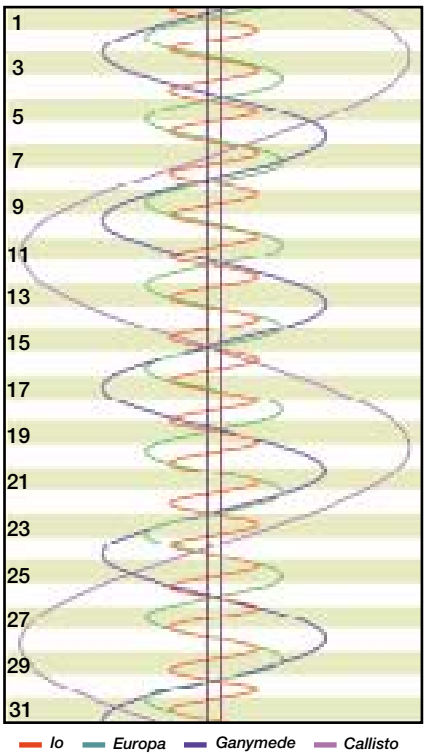
15 Ocak 2000 Saat 21[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

Mars, artık iyice alçalmış durumda. Ancak, gezegen hâlâ batı ufku üzerinde gözlenebiliyor. Gezegen, 10 Ocak'ta Ay'la yakınlaşacak.

Venüs sabah gökyüzünde; ancak artık alçalmaya başlıyor. Ayın başında Güneş'ten üç saat önce doğarken bu süre ay sonunda iki saate inecek.

Ay, 6 Ocak'ta yeniay, 14 Ocak'ta ilkdördün, 21 Ocak'ta dolunay, 28 Ocak'ta son dördün evrelerinde olacak.

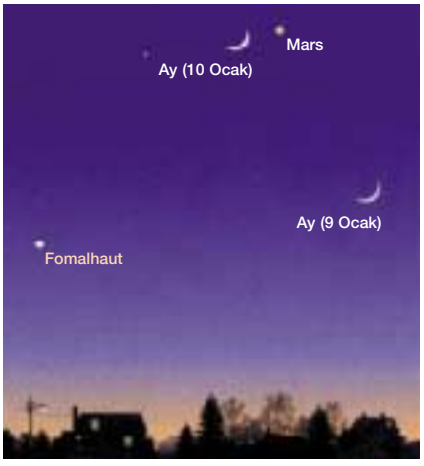
Alp Akoğlu



Ocak ayında Jüpiter'in uyduları: Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak adlandırılan dört büyük uydusu, bir dürbün yardımıyla bile gözlenebilmektedir. Yandaki çizim, ay boyunca, bu uyduların konumlarını göstermektedir. Bu çizelgenin üzerine, (gözleminizi yapacağınız günün ve yaklaşık olarak saatin üzerine) boydan boya bir çizgi çizerek, uyduların o andaki konumlarını bulabilirsiniz.



2-4 Ocak sabah Ay ve Venüs



9-10 Ocak akşam Ay ve Mars

Gökbilim tartışma listemize üye olmak için:
majordomo@biltek.tubitak.gov.tr adresine,
"subscribe gokbilim" yazan bir ileti gönderebilirsiniz.

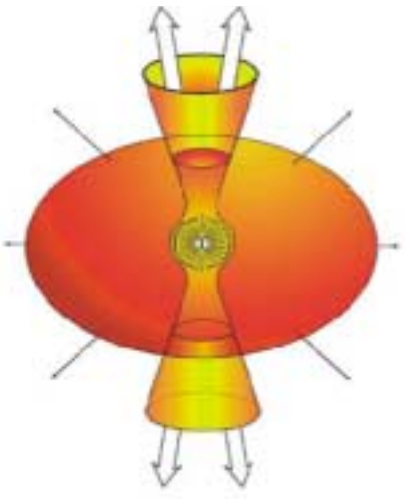
Süpernovalar İçin Yeni Yaklaşımlar

Süpernovalarla ilgili son gözlemler, bu yıkıcı patlamalar konusundaki kuramsal modelleri ve bunlara dayanılarak Evren'in geleceği hakkında yapılan öngörüleri de köklü biçimde değiştirmeye aday.

Texas Üniversitesi (Austin) Gökbilimcileriyle Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı'nda görevli bilim adamları, süpernovalara şimdiye değin inanıldığı gibi çöken merkezden nötrino kaçışının değil, ters yönlerde fışkıran madde ve enerji sütunlarının yol açtığını öne sürdüler.

Süpernovalar, büyük kütleli yıldızların kısa ömürleri sonunda merkezlerindeki yakıtı bitirmeleriyle meydana gelen çok güçlü patlamalar. Bunların birkaç türü var. Ia diye bilinen türünün dev yıldızlarla ilgisi yok: Güneş benzeri yıldızların sıkışmış enkazı olan beyaz cücelerin üzerine kütle birikmesiyle oluşuyor. Yakınındaki bir yıldızdan çaldığı gazla kütlesi 1,4 Güneş kütlesini aşan beyaz cüce, çok güçlü bir patlamayla tümüyle yok oluyor ve sırasıyla radyoaktif nikel, kobalt ve sonunda demir atomları halinde uzaya saçılıyor. Bu patlamalar hep 1,4 Güneş kütlesi olan "Chandrasekhar sınırı" aşılınca meydana geldiğinden Ia türü süpernovalar evrenbilimde "standart ışık kaynakları" olarak kabul ediliyor ve bunlardan Evren'in sınırlarındaki gökadaların uzaklıklarını ölçmekte yararlanılıyor.

Öteki tür süpernovaların ortak özellikleriyse büyük kütleli yıldızların merkezlerinin çökerek son derece yoğun nötron yıldızları, ya da kara delik oluşturmaları, dış katmanlarının da oluşan şok dalgasının yarattığı patlamayla uzaya saçılmaları. Bu patlama sırasında nötronlar hızla birleşerek Evren'de gördüğümüz ağır elementleri oluşturuyorlar. Bu tür süpernovalar da, uzaya saçılan enkazlarında hidrojen bulunup bulunmamasına göre Ib, Ic ve II. tür süpernovalar olarak sınıflandırılıyorlar. Klasik modele göre, yakıtı tükenen merkez, duran nükleer tepkimelerin dengeleyemediği kütleçekim nedeniyle hızla çöküyor. Atomların içindeki protonlar, çekirdek çevresindeki elektronlarla birleşerek nötron haline geliyor. Merkez, 30-60 km çaplı ve tümüyle nötronlardan oluşmuş bir küre haline gelirken bu birleşmenin ürünü olan nötrinolar ışığa yakın hızda ve çok büyük miktarlarda dışarı fırlıyor. Bir süpernova patlamasını tetiklemek için gerekli enerjinin 100 katı enerjiyle ortaya çıkan bu nötrino bombardımanı, kuramda tartışmalara yol açmış bulunuyordu. Bazı kuramcılar, böylesine büyük bir enerjinin, yıldıza patlamak için gereken enerjiyi bırakmayıp süpernovayı önlediğini, bazılarıysa, patlama için yetecek kadar enerji kaldığını savunmaktaydılar.



Yeni modelde, çöken merkezden fışkıran madde ve enerji sütunları, dış katmanları da etkileyerek yıldızın patlamasına yol açıyor.

Texas Üniversitesi'nde doktora sonrası eğitim gören Lifan Wang'ın gözlemleri hem bu sorunu, hem de patlamada nötrinoların rolünü ortadan kaldırıyor. Üniversitenin 2.1 metrelik teleskopuyla yıllardır her türden süpernovayı gözleyen Wang, ortaya çıkan ışığın polarize (kutuplanmış) olup olmadığına bakmış. Kutuplanmada ışık dalgaları belirli yönlerde diziliyor. Bir süpernova patlamasında ortaya çıkan ışık düzgün biçimde her yönde yayılıyorsa ışık kutuplanmamış demektir. Patlamadaki asimetriyse, ölçülebilir bir kutuplanmaya yol açıyor. Wang'ın izlediği Ib, Ic ve II. tür süpernovaların tümünde ışık kutuplanmış. Üstelik patlamanın merkezine yaklaştıkça kutuplanma giderek artıyor ve çift kutuplu bir yapı ortaya çıkıyor. Wang ve Üniversite'nin tecrübeli gökbilimcilerinin çıkardığı ortak sonuç, patlamanın bir eksen boyunca meydana geldiği. Araştırmacılar, öngörülerini sınamak için Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı'nda görevli bilgisayar uzmanların-

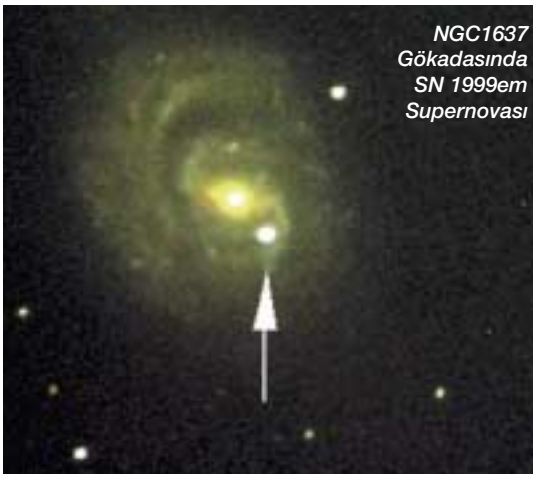
dan modelleme çalışmaları yürütmelerini istemişler. Denenen modeller de varsayımın doğruluğunu ortaya koymuş. Bilgisayar uzmanları, çöken çekirdek yakınlarından fışkıran madde ve enerji sütunlarının, zıt yönlerde yıldızın dış katmanlarını delip uzaya çıktıkları, ama bunu yaparken yan taraflarına da şok dalgaları gönderdikleri ve böylece enerjilerinin bir kısmını yıldızla paylaştıkları sonucuna varmışlar. Yıldızın henüz bozulmamış dış katmanlarına çarpan bu şok dalgası da süpernova patlamasını oluşturuyor. Çöken merkezden arta kalan maddeler fışkırma sütunu (jet) ve öteki katmanların oluşturduğu çörek biçimli bir bulut biçiminde uzaya saçılıyor.

Texas Üniversitesi gökbilimcilerinden Craig Wheeler, "tek bir yönde ilerleyen enerji ve kütle, bir fışkırma sütununu betimler. Gözlenenlerin bu sütunların tetiklediği patlamalar olduğu kesin" diyor. Wheeler, bundan sonra yapılacak işin, bunların nasıl oluştuğunun belirlenmesi olduğunu söylüyor. Araştırmacıya göre "şimdilik akla en yakın gelen açıklama, çöken merkezin oluşturduğu nötron yıldızının yüksek dönüş hızı ve çok güçlü manyetik alanı." Wheeler, nötron yıldızının enerjisini, manyetik fışkırma sütunları ve yoğun atarca ışınımı aracılığıyla nasıl dönme ekseni doğrultusunda odaklayabildiğini araştırdıklarını da belirtiyor.

California Üniversitesi (Berkeley) Lick Gözlemevinde gökbilimcilerce 29 Ekim'de keşfedilen parlak bir süpernovaysa, gökbilim ve evrenbilim (kozmoloji) dünyasını uzun süre meşgul edeceğe benziyor. Nedeni, patlamanın hemen ardından otomatik bir teleskop ve dikkatli bir araştırmacı tarafından belirlenmesi. Bu sayede araştırmacılar, bu şiddetli gök olayları konusunda bilgilerini derinleştirebilecekler. Buluşun yarattığı heyecanın bir başka nedeni de, evrenbilimcilerin ötedenberi aradıkları yeni bir "standart ışık kaynağı" olmaya adaylığı.

1999em adlı süpernovayı Katzman Otomatik Görüntüleme Teleskopu (KAIT) adlı bir robot teleskop saptamış. California Üniversitesi gökbilimcilerinden Alexei Filippenko'nun yönetimindeki ekipçe kullanılan 75 cm çapındaki teleskop, her üç-dört günde bir binlerce gökadayı görüntülüyor. Ayrıca eski görüntülerle yenileri sürekli olarak karşılaştırıp ortaya çıkan değişiklikler konusunda gökbilimcileri uyarıyor. KAIT geçen yıl içinde 30 süpernova saptamış. Bu sayı, normal olarak öteki teleskopların bir yıl içinde hep birlikte saptadıkları sayının neredeyse iki katı.


KAIT teleskopu


NGC1637 Gökadasında SN 1999em Supernovası

Yeni süpernova, 29 Ekim günü şafaktan hemen önce görüntülenmiş. O sırada nöbette olan Çinli gökbilimci Li Weidong, fırsatın kaçırılmaması için elektronik postayla buluşu tüm gözlemevlerine duyurmuş. Altı saat sonra da Çin'in başkenti Beijing'deki Ulusal Gözlemevi, patlayan gökcisminin Eridanus Takımyıldızı'nın Orion ile sınırına yakın NGC1637 adlı sarmal bir gökadada ortaya çıkan II. türden bir süpernova olduğunu ilan etmiş. Gerçi süpernova'nın parlaklığı, görüntülerde gökada merkezinin parlaklığını bile bastırıyor. Ama bize 25 milyon ışık yılı uzakta olduğundan çıplak gözle görebilmek olanaksız.

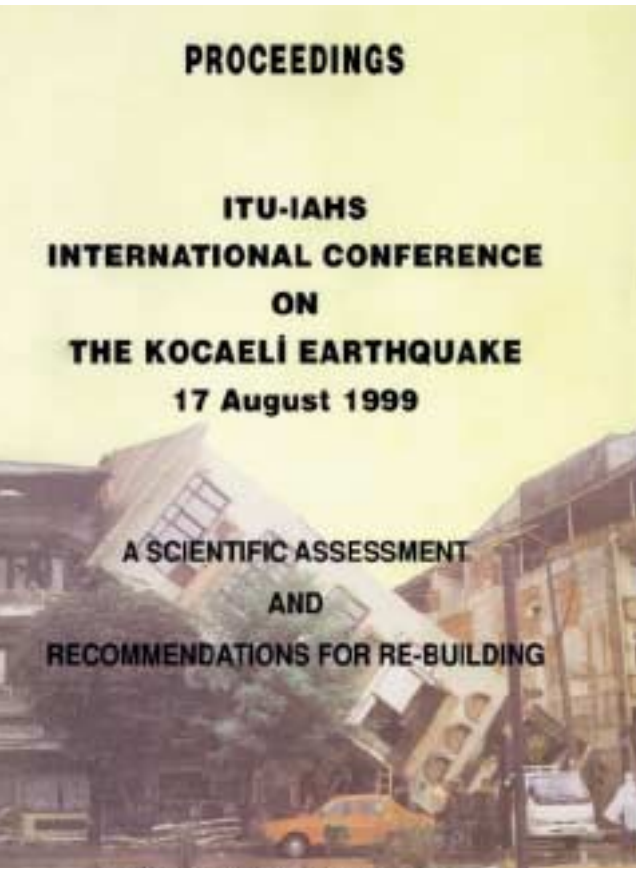
Şimdi Dünya'mızdaki büyük teleskopların çoğu bu süpernovaya çevrili. Uzay teleskoplarından Chandra 2 Kasım'da, Hubble da 5 Kasım'da keskin gözlerini 1999em'e diktiler. Bu büyük ilginin nedeni, süpernovaların çok çabuk parlayıp, çabuk sönükleşmeleri. Dolayısıyla gözlemekte ne kadar gecikilirse derlenecek değerli bilgiler o ölçüde azalıyor. Neyse ki, bu parlak süpernova, patladığının ertesi günü fark edilmiş. Konumu nedeniyle de sürekli izlenebilecek.

Gökbilimcilerin üzerinde önemle duracakları bir konu, II. tür süpernovaların uygun bir standart ışık kaynağı olup olamayacakları. Şimdiye kadar bu onur, Ia türü süpernovaların tekelindeydi. Bunların özellikleri (1,4 Güneş kütlesine erişince patlamaları) nedeniyle maksimum parlaklık değerleri sabit olduğundan, görünür ışıklarındaki farklılıklardan içlerinde yer aldıkları gökadaların uzaklıkları saptanabiliyordu. Hatta içinde Filippenko'nun da bulunduğu, Yüksek Z Süpernova Araştırma Grubu adlı uluslararası bir ekip, uzak gökadalardaki Ia türü süpernova gözlemlerine dayanarak Evren'in giderek artan bir hızla genişlediği sonucunu çıkarmışlardı. Gökbilim dilinde Z, milyarlarca ışık yıllık uzaklıklara işaret eden bir ölçü. Ekibin vardığı sonuçlar, benzer bir araştırma yapan rakip bir grup tarafından da doğrulanmıştı.

Oysa daha sonra Filippenko'nun yakın gökadalardaki süpernova gözlemleri, Evrenin genişleme hızı konusunda kuşku yarattı. Nedeni, yakındaki süpernovaların, uzaktakilere göre maksimum parlaklıklarına daha geç ulaşmaları. Filippenko, gözlemlerdeki hata ya da başka bazı açıklanabilir nedenleri gözardı etmemekle birlikte, eğer Ia tipi süpernovalarda gerçekten böyle farklar varsa, bunun standart ışık kaynağı olma özelliğini olumsuz yönde etkileyeceği düşüncesinde. Li Weidong da, Ia türü süpernovaların üçte birinden fazlasının, yaydıkları ışık ölçüsü ve tayflarıyla standarttan saptıklarını belirtiyor. Bu durumda, kütlelerinde sanılanın aksine farklılıklar olabileceğini, bunun da evrenbilim modellerinin yeniden düşünülmesi gerektiği anlamına gelebileceğini söylüyor. Çinli gökbilimciye göre yapılması gereken şey, bu tür süpernovadan birkaçını çok yakından izlemek, istatistiksel bakımdan önemli bir sayıdakini de ana hatlarıyla inceleyip daha güvenilir bir model kurmak.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
NASA basın bülteni, 13 Kasım 1999
NASA haber bülteni, 12 Kasım 1999



Uluslararası Deprem Konferansı

17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi Uluslararası Konferansı, 2-5 Aralık 1999 tarihleri arasında İstanbul'da gerçekleştirildi. 16 ülkeden 60'ın üzerinde bilim adamının katıldığı konferans, Türkiye ve dünyadaki uzmanları bir araya getirerek; yeniden yapılanma konusunda, deprem bölgesinde kalıcı konutların yapımından önce, bilimsel verilerin ortaya konması ve gelecekteki yapılaşmanın nitelikleriyle ilgili öneriler sunma amacını taşıyordu.

İSTANBUL Teknik Üniversitesi (İTÜ), Uluslararası Konut Bilimleri Birliği (IAHS) ve Milliyet Gazetesi'nin işbirliğiyle düzenlenen 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi Uluslararası Konferansı, 2-5 Aralık 1999 tarihleri arasında İTÜ Maçka yerleşkesinde gerçekleştirildi. 16 ülkeden 60'ın üzerinde bilim adamının katıldığı konferans, yeniden yapılanma konusunda Türkiye ve dünyadaki uzmanları bir araya getirerek, deprem bölgesinde kalıcı konutların yapımından önce bilimsel verilerin ortaya konması ve gelecekteki yapılaşmanın nitelikleriyle ilgili öneriler sunmayı amaçlıyordu. Yerli ve yabancı bilim adamlarının katıldığı konferansın ilk üç gününde; Jeoloji, Sismoloji, Zemin Mekaniği ve Temeller, Yapı, Yapı Onarımı ve Güçlendirilmesi, Altyapı, Çevre Güvenliği ve Risk Değerlendirilmesi / Yönetmeliklerin Uygulanması, Bölgesel Planlama ve Yeni Yerleşimler / Ülke Ekonomisine Etkileri, Uygun Bina Tipolojisi ve Teknolojisi, Deprem Âfetinin Zararlarının Azaltılması ve Âfet Yönetimi ana başlıkları altında toplam 10 teknik oturum gerçekleştirildi. Konferansın son günüyse, İTÜ Teknik Komitesi tarafından depremden etkilenen bölgelere düzenlenen teknik geziye ayrılmıştı.

Jeoloji, Sismoloji ve Zemin mekaniği ve Temeller başlıklı oturumların gerçekleştirildiği konferansın ilk gününde, son aylarda adını sıkca duyduğumuz yerli ve yabancı yerbilimcilerin bildirileri yer aldı. Bunlar arasında belki de en çok ilgi toplayanı, önemli levha tektonikçi olan Prof. Dr. Xavier Le Pichon oldu. Le Pichon konferansta, Prof. Dr. Tuncay Taymaz ve Prof. Dr. A. M. Celâl Şengör'le birlikte hazırladıkları, "Marmara Fayı ve Gelecekteki İstanbul Depremi" adlı bildirisini sundu. Bildirisinde, Marmara Bölgesi'ndeki depremlerin uzun bir tarihsel geçmişinin olduğunu, doğal süreç olarak bu depremselliğin bugün de sürdüğünü belirtti. Yapılan sismik ölçümler, GPS ölçümleri ve arazi gözlemleri sonucu, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) boyuncu oluşan yer değiştirmenin yılda yaklaşık 20 mm olduğunu ve bu nedenle, özellikle son depremlerin ardından, KAF'ın Marmara Denizi içinde kalan bölümünde büyük bir enerji birikiminin olduğunu dile getirdi. Le Pichon'a göre KAF'ın Marmara Denizi içinde sunduğu geometri tam olarak belirlenememesine karşın hareketin, doğu-batı yönünde Marmara Denizini bir uçtan diğerine kat eden tek bir fay parçası boyunca gerçekleşme olasılığı yüksek. Bu da olası depremin büyüklüğünün yüksek olmasını sağlayacak bir etken.

Jeoloji konulu teknik oturumun ilk konuşmacısı olan Prof. Dr. Aykut Barka'ysa konferansa "Doğu Marmara Bölgesi'nde 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 Depremleri" adlı bildirisiyle katıldı. Barka'ya göre KAF üzerinde 1939-1967 arasında birbirini izleyen depremler, hem birbirini tetikliyor, hem de genel olarak doğudan batıya doğru ilerlediği gösteren bir görünüm sergiliyor. Dolayısıyla KAF'ın Marmara Bölgesi'nde büyük bir enerji birikimi var. Bu enerjinin bir bölümünün son iki depremle boşalmasına karşın, özellikle Marmara Denizi içinde kalan bölümündeki enerji birikimi artarak devam ediyor. Bu durum da, bir sonraki depremin Marmara Denizi içinde gerçekleşme olasılığını artırıyor. Barka'nın fayın bu bölgedeki geometrisi hakkındaki

değerlendirmesiyse, genel olarak en az iki parçadan oluştuğu yönünde. İTÜ Maden Fakültesi Dekanı Pof. Dr. Naci Görür de sunduğu bildirisinde, Marmara Denizi'nin oluşumunu ve yaklaşık 15 milyon yıl önce meydana gelen KAF'ın bu oluşum içindeki yerini anlattı. Aral Okay, Emin Demirbağ, Ayşe Kaşlılar, Aysun Boztepe, Hülya Kurt, Nilgün Okay ve İsmail Kuşçu'nun birlikte hazırladıkları, "Marmara Denizi Altındaki Kuzey Anadolu Fay Sistemi" adlı bildiride de, TPAO'nun sismik verileriyle MTA Sismik-1 gemisinin topladığı sismik verilerin kimi bölgeler için benzer olduğu ve fayın geometrisiyle ilgili önemli bilgiler sunduğu belirtilerek, bölge için en kötü olasılığın, fayın tek bir parça boyunca kırılmasıyla ortaya çıkabileceği üzerinde duruldu. Taymaz'ın bildirisindeyse, Marmara Bölgesi'nin sismotektoniğiyle, 1999 Gölcük-Sapanca-Düzce depremlerinin kaynak özellikleri anlatıldı. Emin Demirbağ'ın sunduğu ve A. M. Celal Şengör, Emin Demirbağ, Okan Tüysüz, Hülya Kurt, Naci Görür ve İsmail Kuşçu'nun hazırladıkları bildiride, MTA Sismik-1 gemisinin İzmit Körfezi'nde topladığı verilerin yorumlanmasıyla KAF'ın bu bölgedeki geometrisi anlatıldı.

Konferansın en çok ilgi toplayan bildirileri bunlar olmasına karşın, üç günde sunulan 40'a yakın bildiriyle, yaşadığımız son iki depremin ışığında, genel olarak ülkemizin ve Marmara Bölgesi'nin depremselliği tüm yönleriyle irdelenmeye çalışıldı. Deprem bölgeleri için İTÜ tarafından hazırlanan "Urban-M3" adlı yeni bir yerleşim projesinin de tanıtıldığı konferans, üçüncü gün öğleden sonra gerçekleştirilen bir panelle sona erdi. Konferansın ardından İTÜ Rektörü Prof. Dr. Gülsün Sağlamer ve IAHS Başkanı Prof. Dr. Oktay Ural tarafından imzalanan bir deklarasyonla da coğrafyamızın depremselliği ve bu konuda yapılması gerekenler duyuruldu.

"Türkiye, deprem riski yüksek bir bölgede yer almaktadır. Mevcut bilimsel araştırmalar ve sahip olduğumuz teknoloji, depremin ne zaman ve nerede olacağını önceden tahmin etmemize olanak vermemektedir. Bununla beraber, günümüzde ulaşılan bilimsel seviye, olası bir depremin özelliklerini belirlememizi sağlamaktadır.

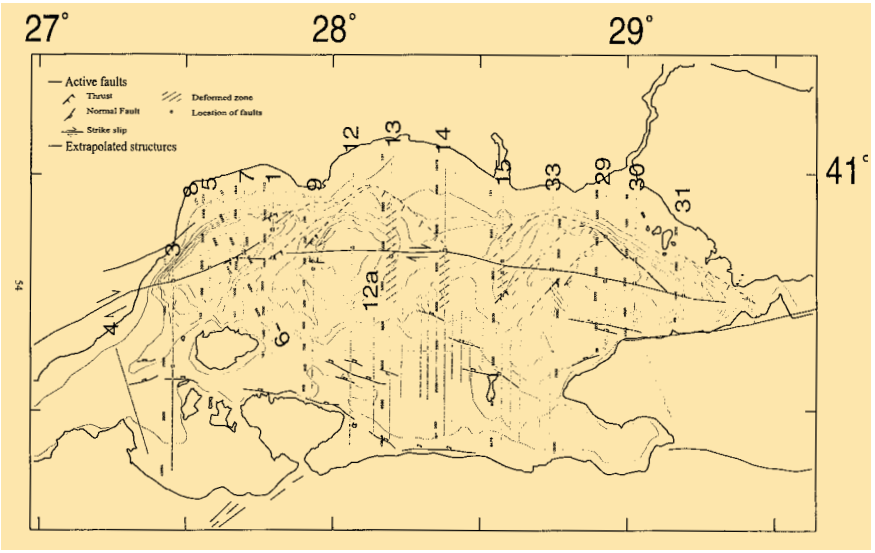
Yakın zamanda meydana gelen iki büyük yıkıcı deprem ve Marmara Bölgesi'nde meydana gelmesi beklenen depremi göz önünde bulundurarak, zaman kaybetmeden şehirlerimizi ve Marmara Bölgesi'ni depreme dayanıklı bir şekilde yeniden yapılandırmalı ve mevcut yapıları güçlendirmeliyiz.

Bir yandan olası deprem riskini doğru tahmin etmek amacıyla yapılan bilimsel çalışmalara hız verirken, diğer yandan da kısa, orta ve uzun vadeli afet yönetimi planlarını geliştirmemiz gerekmektedir. Ayrıca, mevcut yerleşimlerin deprem riski belirlenmeli ve yeni yerleşimlerle ilgili derinlemesine araştırmalar yapılmalıdır.

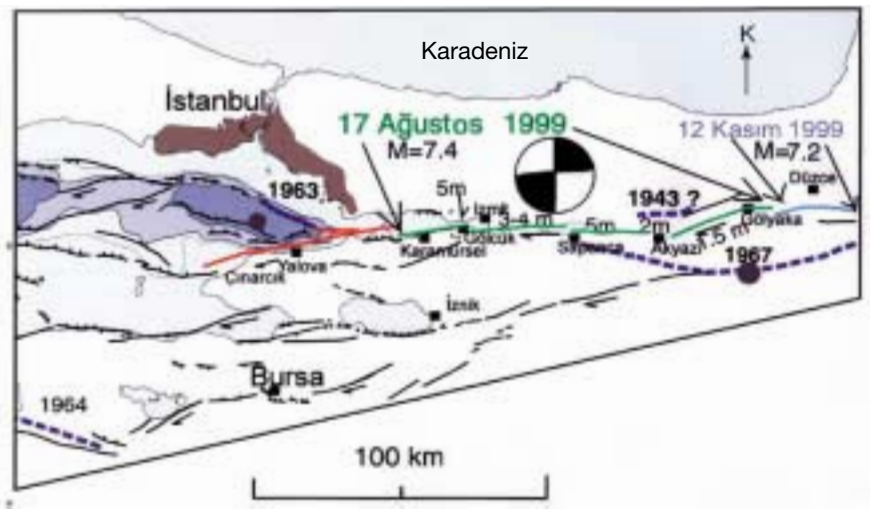
Bu konferansa katılan delegeler; gelecekteki depremlerin yıkıcı ve yok edici etkisinden insanların ve sahip oldukları değerlerin korunması amacıyla, aşağıda belirtilen hususların Türk Hükümeti'ne, Birleşmiş Milletler'e, Avrupa Birliği'ne, Dünya Bankası'na ve diğer ilgili kurumlara bildirilmesine karar vermiştir.

• Marmara Bölgesi'nde, hızla yeterli sayıda sismik ölçüm istasyonları kurulmalıdır. Bu istasyonların sürekli çalışır halde tutulması sağlanmalıdır.

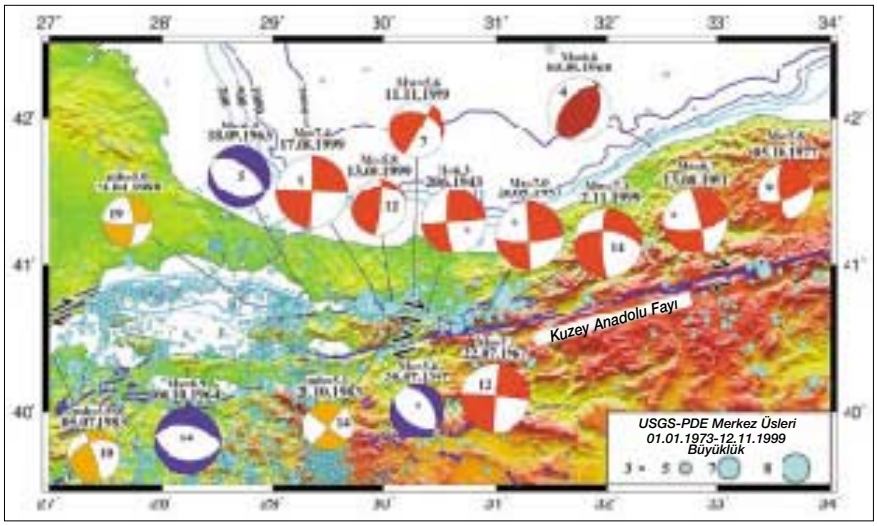
• Deprem bölgelerinde geniş kapsamlı jeolojik, jeofizik, sismik ve



Le Pichon, Taymaz ve Şengör'ün modeline göre, KAF'ın Marmara Denizi içindeki durumu. Numaralı çizgiler fayı ortaya koyan sismik yansıma profillerinin alındığı yerleri gösteriyor.



A.Barka'nın son iki depremin ardından, KAF'ın bölgedeki geometrisiyle ilgili haritası. Marmara Denizi çevresinde Kuzey Anadolu Fayına ait fay segmentleri ve bu segmentler üzerinde meydana gelen yıkıcı depremler. Çizgili elipsler 18. ve 19. yüzyılda, kırmızı hatlar bu yüzyılda meydana gelen depremleri göstermektedir. 12 Kasım 1999 Düzce depremi, 17 Ağustos 1999 depreminin doğusunda meydana gelmiştir.



T. Taymaz'ın bölgenin sismotektoniğini gösteren haritası. Marmara Denizi ve Çevresini etkileyen önemli depremlere ait Fay Düzlemi Çözümleri, Cisim Dalgaları Modellemesi sonuçları ve önbilgilere göre USGS-NEIC; Harvard-CMT çözümleri. İçleri renklendirilmiş büyük daireler günümüze değin (aletsel dönemde) bölgede oluşmuş ve yıkımlara yol açmış depremlerin yerlerini, kırık zonlarıyla ilişkisini ve Fay Düzlemi Çözümleri'ni gösteriyor. Kırmızı renkli çözümler doğrultu-atımlı faylanmaları (yanal yönlü hareketler; 17 Ağustos Gölcük-İzmit depremindeki gibi), koyu-mavi çözümler normal faylanmaları (açılma hareketleri; 1995 Dinar depremindeki gibi), bordo çözümler, bindirme (sıkışma türü) faylanmaları (1988 Spitak-Ermenistan depremindeki gibi) ve turuncu çözümlerse Harvard-CMT çözümlerini gösteriyor. Odak küreleri içindeki sayılar kırılmanın gözlendiği yerküre içindeki odak derinliğini kilometre ölçeğinde gösterir. (*) ile işaretli olanların odak derinlikleri net olarak bilinmiyor ve fay düzlemi çözümleri McKenzie (1972)'den alınmış. Depremlerin tarihleri ve büyüklükleri küreler üzerinde verilmiş. Küçük mavi daireler Marmara Denizi ve çevresinin USGS-NEIC verilerine göre 1973--1999 yılları arasındaki sismik etkinliğini (depremlerin dağılımları) gösteriyor.

zemin araştırmaları yapılmalı ve bu konulara yönelik mühendislik haritaları hazırlanmalıdır.

• Fay hatlarındaki aktiviteleri izlemek amacıyla, Marmara Denizi'nde geniş kapsamlı sismik ve jeofizik araştırmalar yapılmalı, aygın ve sürekli bir GPS (Global Positioning System) ağı oluşturulmalıdır.

• Aktif faylara komşu olan nehir deltalarında ve deniz doldurularak kazanılan alanlar üzerinde inşaat yapılmasına izin verilmemelidir. Deprem bölgelerinde yeni yapılacak inşaatlar için sıvılaşma ve zemin büyütmesi etkilerini de içeren geniş kapsamlı zemin araştırmaları yapılmalıdır.

• İnşaat mühendisliğiyle ilgili yönetmelikler düzenlenirken mevcut ve güncelleştirilmiş fay haritaları göz önünde bulundurulmalıdır.

• Birinci derecede öneme sahip binalar ile tarihi yapılar süratle güçlendirilmelidir.

• İnşaatla ilgili bütün yönetmelikler ve iş etiği eksiksiz uygulanmalı ve yönetmelikleri uygulamakla görevli kurumlar kanun önünde sorumlu olmalıdır.

• Depremde hasar gören veya görmeyen binaların güçlendirilmesi, konunun uzmanları tarafından yapılmalıdır.

• Bütün inşaatlarda uygulama projesine eksiksiz uyulmalıdır.

• Yeni binalara finans kaynağı sağlamak üzere, dış ülkelerde yaygın olarak uygulanan bina kredisi sistemi zaman geçirmeden başlatılmalıdır.

• Ulusal afetleri önleme ve afet sonrası yönetim merkezi kurulmalı, bu merkeze yeterli finans kaynağı sağlanmalıdır.

• "Profesyonel Mühendis"" uygulamasına geçilmeli, bununlu ilgili hukuki ve eğitim düzenlemeleri yapılmalıdır.

• Afetlerin etkisini en aza indirmek amacıyla, toplumsal eğitime önem verilmelidir; her yılın ağustos ayı "Depreme Hazırlıklı Olma" ayı olarak resmen ilan edilmelidir. Her evde deprem çantası bulunmalıdır.

• Olası bir afet durumunda, toplumu doğru bilgilendirmek amacıyla, Devlet, üniversite ve medyanın işbirliği sağlanmalıdır.

• Afetlere hazırlanmak amacıyla, deprem mühendisliği alanında deneyimli ülkelerle işbirliği yapılmalıdır.

• Depremde yıkılmış binalardan bazıları "yaşayan müzeler" olarak korunmalıdır. Bu müzede meydana gelen tüm hasar tesbit edilip, eğitim ve araştırma için bilgi bankası kurulmalıdır. Böylece gelecek kuşaklar, depremlerin yıkıcı etkisi ve depreme hazırlıklı olmanın önemi hakkında uyarılmış olacaktır.

• Depremler nedeniyle meydana gelebilecek maddi hasarları en aza indirmek amacıyla, toplum, deprem sigortası konusunda bilgilendirilmelidir.

• Gelecek kuşakların korunması ve güvenli yaşamı açısından gerekli önlemler alınmalıdır.

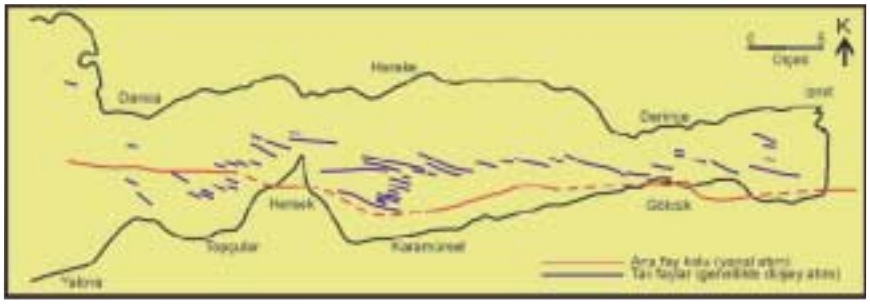
• Su, doğalgaz, elektrik gibi şehir şebekelerini olası depremlerin yıkıcı etkisinden korumak amacıyla yeni yönetmelikler hazırlanmalıdır.

• Depremlerin çevresel etkisini en aza indirmek amacıyla yeni yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

Konferansa katılanlar adına eşbaşkanlar tarafından imzalanmıştır.

Konferans Deklarasyonu, 4 Aralık 1999"

Murat Dirican



E. Demirbağ'ın sunduğu ve A. M. C. Şengör, E. Demirbağ, O. Tüysüz, H. Kurt, N. Görür ve İ. Kuşçu'nun hazırladıkları bildiride, MTA Sismik-1 gemisinin İzmit Körfezi'nde topladığı verilerin yorumlanmasıyla KAF'ın bu bölgedeki geometrisi. 17 Ağustos depreminden sonra MTA Sismik-1 tarafından saptanan Körfez Fayları, İTÜ Maden Fakültesi, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nce hazırlanmıştır.

Gölcük ve Düzce Depremleri...

Yüzey Kırıkları ve Sismolojik Özellikler



Efteni Gölü güneyi, Cevizlik Mahallesi'nde deprem kırığının genel görünümü. Burada yer değiştirme düşey yönde 250 cm, sağ yönde ise 263 cm'dir. Düzce depremi sonrası (Foto 4).

Ülkemiz, Dünyanın önemli aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya orojenik kuşağında yer alır. Coğrafyamızda, karmaşık jeolojik ve jeodinamik yapısından dolayı çok sayıda, önemli büyüklükte deprem oluşturabilecek boyutlarda aktif kırık (fay) zonu bulunuyor. Özellikle, Marmara denizi ve çevresinin Neojen-Kuvaterner dönemindeki yapısal ve paleocoğrafik evrimine ilişkin yapılan birçok araştırmada, bölgedeki paleocoğrafik değişimler genellikle Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın yapısal evrimiyle özdeşleştiriliyor.

17 Ağustos 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri, Bolu'nun batısında üç ana kola ayrılan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nun kuzey kolu üzerinde oluşan ve son yüzyılda ülkemizde önemli can kayıplarına ve ağır hasarlara neden olan büyük depremlerdendir (Şekil 1 ve 4). Bu depremler, nüfus ve sanayinin en yoğun olduğu Marmara bölgemizi etkiledi; çok sayıda can kaybı ve milyarlarca dolarlık ekonomik zarara yol açtı. Son depremler, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde, 1939 yılında başlayan ve doğudan batıya doğru göç eden deprem etkinliğinin sürmekte olduğunu ortaya koydu. Yerbilimcilere göre bu bölgelerde oluşan depremler, sürpriz olarak değerlendirilmiyor. Bu nedenle, son depremler yazılı ve görsel yayın organlarında yapılan tartışmaların da etkisiyle, daha batıda olası yeni bir depremin habercisi olarak algılanmaya başlandı. Yeri ve geometrisi hakkında yeterli bilgi sahibi olmasak da KAF'ın Marmara Denizi'nden geçtiği ve bundan sonraki olası depremlerin bu fayın deniz içinde kalan bölümlerinde gerçekleşeceği konusunda yerbilimciler aynı düşüncede. Bu öngörünün Marmara bölgesi ve çevresinde ortaya koyduğu yüksek risk nedeniyle, konu yerbilimcilerin yanı sıra kamuoyunda da çok tartışılır oldu. Başlangıçta konunun uzmanları arasında yapılan tartışmalar, medyanın da zorlamasıyla, uzmanlık alanı deprem sismolojisi ve saha jeolojisi olmayan birçok bilim adamının da katılmasıyla alevlendi, giderek bilimsellikten uzaklaşan, kurgusal (spekülatif) yorumlara dönüştü.

Marmara denizinde olası depremlerin yeri ve faylanma mekanizmasının önceden kestirilebilmesi, öncelikle son depremlerin yüzey kırıkları ve sismolojik parametrelerinin iyi tanımlanmasına bağlıdır. Bu sayede daha iyi tahminler yapılabilir. Son günlerde yapılan tartışmalardaki yorumlar, bu depremlerde meydana gelen yüzey kırıklarının özellikleri ve bunların bölgesel aktif tektonik yapı içindeki konumlarının yeterince bilinmediği, buna bağlı olarak yapılan sismotektonik yorumların da eksik olduğunu gösteriyor. Buna karşın, gelecekte de benzer büyüklükteki depremlerin bölgede meydana geleceği bilimsel bir gerçektir.

Tablo 1: 17 Agustos 1999 Gölcük Depremi Yüzey Kırıklarının Özellikleri (Şekil 1 - 2).

Segment Adı	Uzunluk (km)	Kırılma (Faylanma) Türü	Maksimum Atım (cm)	Maksimum Atım Bölgesi	Atımın Azalma Yönü
Gölcük	30 Kara (6.5)	SYDA*	417	Doğu	Batı
Tepetarla	Kara 16.5	SYDA*	310	Batı	Doğu
Arifiye	21	SYDA*	490	Batı	Doğu
Karadere	15	SYDA*	210	Batı	Doğu
Aksu	8.5	SYDA*	160	Batı	Doğu
Gölyaka	8	SYDA*	30	Batı	Doğu
Kavaklı	3	Normal fay	260	Orta	Doğu
Sapanca	3	Normal fay	20	Doğu Yarısı	Doğu
Akyazı	10	Sağ yönlü ve açılma bileşenli	40	Batı	Doğu

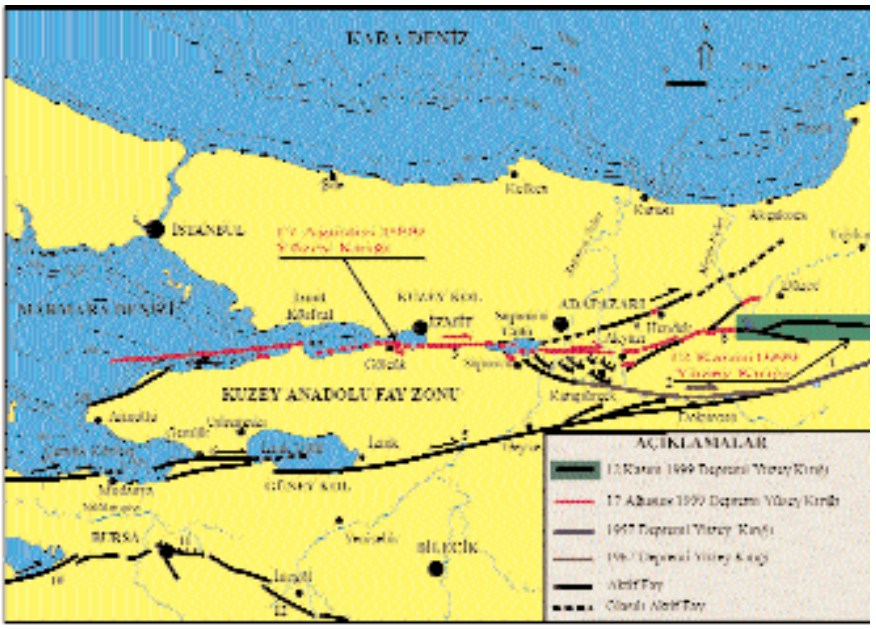
**Sağ Yönlü Doğrultu Atım*

Doğu Marmara Bölgesinin Aktif Fayları

Marmara denizi ve çevresinin jeolojik ve sismotektonik yapısı hakkında çok değişik yorumlar yapılıyor. Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları şekil 1'de gösterilmektedir. 1999 Gölcük ve Düzce depremleri ve yüzey kırıkları –Akyazı ovasına rastlayan 20 km'lik

bölümü dışında – bölgedeki varlığı çok iyi bilinen, KAF zonu üzerinde yer alan faylarda meydana gelen hareketler sonucu oluşmuştur. Erzincan'dan Bolu'ya kadar çizgisel uzanımlı kırıklardan oluşan KAF, Bolu batısından itibaren, kabaca Doğu-Batı yönünde uzanan iki ana kola ayrılır. Bolu ovası, Kaynaşlı, Akyazı üzerinden İzmit körfezine ulaşan uzanımı, fayın kuzey kolunu oluşturur. Bu bölgedeki faylar Düzce fayı ile İzmit-Adapazarı ve Çınarcık segmentleridir (fay parçaları). Kuzeydoğu ucunda Gümüşova ve Yığılca bindirmelerine geçen Hendek fayı da kuzey koldaki sistemin bir parçasıdır. Güney koldaysa doğudan batıya doğru Abant, Dokurcun, Geyve-İznik, Gemlik ve Zeytinbağı segmentleri bulunur (Şekil 1). Bolu ile Marmara Denizi arasında iki büyük fay ile sınırlanmış (fay kaması şeklinde gelişmiş olan bölge) Almacık dağı ve Armutlu yarımadası yükselimlerini sınırlandıran KAF'nın bu iki kolu, orta bölümde kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı Dokurcun segmentiyle birbirine bağlanır.

Güney kesimde Abant segmenti üzerinde yakın geçmişte, 1957 (Ms=7.0) ve Dokurcun-Mudurnu segmenti üzerinde 1967 (Ms=7.1) yıllarında yüzey kırılması da gerçekleşen iki yıkıcı deprem meydana gelmişti. Kuzey kolda ise 1943 Hendek depremi (Ms= 6.3) dışında son yüzyılda yıkıcı deprem olmamıştı. 17 Ağustos 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri kuzey koldaki Çınarcık, İzmit-Adapazarı ve Düzce fayları üzerinde gerçekleşmişti (Şekil 1 ve 5). Her iki depremde gelişen yüzey kırıklarının toplam uzunluğu 220 km'dir. 17 Ağustos 1999 Gölcük depremi yüzey kırıkları Laledere deltası (Yalova) ile Gölyaka arasında yaklaşık 140 km uzunluğundadır ve Düzce'nin yaklaşık 6 km güneybatısında Gölyaka yakınlarında biter (Şekil 1, 2, 3 ve Tablo 1). Bu kırığın batıdaki devamına, deniz altında yer alan Çınarcık segmenti de eklendiğinde, 17 Ağustos 1999 depreminde gelişen kırıkların uzunluğu 180 km'ye ulaşır.



Şekil 1: Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve 17 Ağustos 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinin yüzey kırıkları (Emre ve diğ. 1998'den değiştirilerek alınmıştır).

12 Kasım 1999 Düzce depremi Gölyaka'yla Kaynaşlı'nın doğusu arasında kalan bölgede 43 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur (Şekil 3). Bu kırıklar üzerinde hem düşey hem de yanal yönlü farklı yerdeğiştirmeler gelişmiştir. 12 Kasım 1999 Düzce depremi yüzey kırıkları, Düzce fayının batı ucunda 17 Ağustos 1999 depremi kırıklarının sonlandığı bölgeden başlar ve doğuya doğru ilerler. Bu özelliğiyle ilk depremde gelişmiş kırıkların kesintisiz devamı biçimindedir. Gölyaka yöresinde yaklaşık 10 km'lik bölümde iki deprem kırığı birbirini üzerlemiştir (birbiriyle çakışmıştır).

17 Ağustos 1999 Gölcük depreminde kırılan Düzce fayı üzerindeki yanal yerdeğiştirmeler çatlaklar biçiminde doğuya doğru azalım gösterirler. Ancak, 12 Kasım 1999 Düzce depremi, süregelen kırık üzerinde değil, sağa sıçrayarak gelişmiştir ve bu bölgelerde düşey yönlü yerdeğiştirmeler egemendir. En büyük düşey yerdeğiştirmeler Eften Gölü'nün güneyinde görülür (Foto 1).

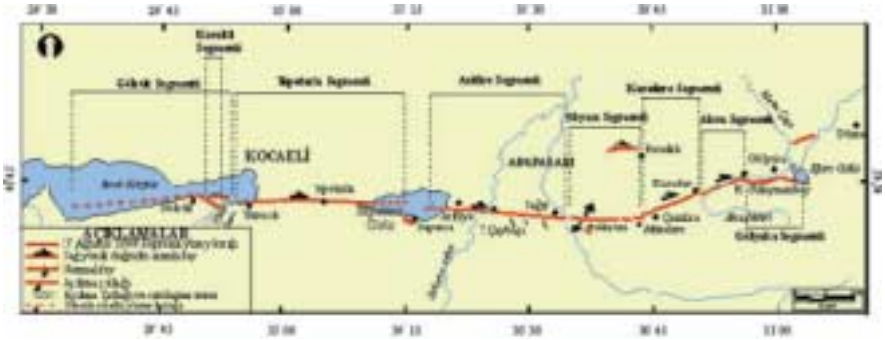
17 Ağustos 1999 Gölcük depreminden sonra doğu kesimde Düzce ve Hendek fayları üzerine stres transfer edildiği (gerilme aktarıldığı), dolayısıyla bu faylardaki olası deprem riskinin arttığı bilinmekteydi.



Düzce depremi sonrası, Fındıklı köyü (Kaynaşlı) deprem kırığının genel görünümü (Foto 1).



Dağdibi köyü yöresinde deprem kırığı üzerinde meydana gelmiş açılma çöküntüleri (Foto 2).



Şekil 2: 17 Ağustos 1999 Gölcük depremi yüzey kırığı haritası (Emre ve diğ., 1999a).

Gölcük-İzmit Depremi Yüzey Kırıkları

Bu depremde gelişen yüzey kırıkları belirgin bir biçimde Hersek deltası ile Gölyaka arasında Doğu-Batı yönünde, 140 km'lik alanda izleniyor. Batıda İzmit körfezi güneyinde uzanan kırık zonu, doğuya doğru Yuvacık-Tepetarla üzerinden Sapanca Gölü'ne ulaşır ve göl içinden geçer. Doğuya doğru olan bölümünde boydan boya Sakarya ovasını kateden kırık zonu, Gölyaka doğusunda Eften Gölü güneyine kadar izlenir. Gölcük ve Sapanca Gölü bölgesinde yüzey kırıklarının bazı bölümleri su altındadır. Yüzey kırıkları Hersek deltasıyla Akyazı arasında doğu batı uzanımındadır. Düzce fayına rastlayan Akyazı ile Gölyaka bölümündeyse KD-GB yönlüdür. Gölcük-Gölyaka arasında yüzey kırıkları dokuz alt segmentten oluşur (Şekil 2). Bu ana zon dışında, Hendek fayı üzerinde de 5 km uzunluğunda yüzey kırılması gelişmiştir (Şekil 1). Bu dokuz segmentten altısı (Gölcük, Tepetarla, Arifiye, Karadere, Aksu ve Gölyaka segmentleri) sağ yönlü, doğrultu atımlı faylanma sonucu gelişmiştir. Doğrultu atımlı segmentler sağ yönde sıçramalı olarak birbirini izler. En doğuda yer alan Gölyaka segmenti, kırığın sonlandığı ve hareketin Düzce fayının doğu bölümüne aktarıldığı bir transfer yapısı biçimindedir. Doğrultu atımlı faylar arasındaki sıçrama bölgelerinde yer alan Kavaklı, Sapanca ve Akyazı segmentleriyse ara segmentlerdir. Bunlardan Kavaklı ve Sapanca segmentleri normal faylanma, Akyazı segmentiyse sağ yönlü doğrultu atım bileşenli açılma çatlağı biçiminde gelişmiştir. Ana kırık zonu dışında yer alan Hendek fayındaki yırtılmalarsa sağ yönlü doğrultu atımlıdır. Bunların dışında, Yalova'nın doğusundaki Lâledere deltasında birkaç kilometre uzunluğundaki zon boyunca, dağınık halde, normal bileşeni olan sağ yönlü doğrultu atımlı kırıklar izlenmiştir (Şekil 2).

17 Ağustos 1999 Gölcük depremi yüzey kırıklarına ilişkin saha gözlemleri tablo 1'de özetlenmiştir. Bu tablo şekil 2 ile karşılaştırıldığında depreme yol açan kırılmanın mekanizması hakkında önemli bilgiler sunar. Kırıkların niteliğine göre 17 Ağustos 1999 depremi sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma sonucudur. Normal faylanma ve açılmalar bu sistem içindeki ikincil yırtılmalara (kırılmalar) karşılık gelir. Doğrultu atımlı segmentlerin atım miktarları farklıdır ve en fazla atımlar üç bölgede yoğunlaşmıştır. Bu maksimum atım bölgeleri, Gölcük ve Tepetarla segmentlerinin birbirine yakın uçlarıyla Arifiye ve Karadere segmentlerinin batı uçlarıdır. Gölcük segmenti'nin doğusunda kalan tüm doğrultu atımlı segmentlerde, atımlar batıdan doğuya azalmaktadır. Atım miktarında gözlenen bu değişimler, 17 Ağustos 1999 depreminde karada izlenen kırıklarda üç makrosismik episantır bulunduğu biçiminde yorumlanabilir. Sismolojik veriler ana şokun Gölcük ve Tepetarla segmentleri arasında Gölcük yakınında oluştuğunu gösteriyor. Bu durum, doğrultu atım miktarındaki artış/azalış ilişkileriyle birlikte değerlendirildiğinde, kırılmanın ilk olarak Gölcük yakınında başladığı ve buradan doğu ve batı yönünde ilerlemiş olabileceğini ortaya koyuyor. Tepetarla segmentinde doğuya ilerleyen kırılma sırasıyla, Arifiye ve Karadere segmentlerini etkilemiştir (muhtemelen tetiklemiştir). Gölcük batısına rastlayan Çınarcık segmentinde yeterli veri toplanamadığından, bu kesimdeki faylanma hakkında yorum yapılamıyor.

Tablo 2: Marmara Denizi ve Çevresini Etkileyen, Modern Sismolojik Yöntemlerle Kaydedilen ve Kırılma Mekanizması (Fay Düzlemi Çözümü) Tanımlanan Önemli Depremler (Şekil 4)

Tarih (gün, ay, yıl)	Zaman (sa:dk:sn) (GMT)	Enlem -- Boylam (Kuzey) -- (Doğu)	Derinlik (km)	Büyüklük	Referans
20.06.1943	15:32:50.6	40.700 – 30.380	----	M = 6.3	M72
13.08.1951	18:33:30.0	40.950 – 32.570	----	Ms = 6.7	M72
26.05.1957	06:33:31.6	40.660 – 30.890	----	Ms = 7.0	M72
18.09.1963	16:58:12.5	40.900 – 29.200	15	Ms = 6.4	TT91
06.10.1964	14:31:23.0	40.300 – 28.230	14	Ms = 6.9	TT91
22.07.1967	16:56:58.0	40.670 – 30.690	12	Ms = 7.1	TT91
30.07.1967	01:31:02.0	40.720 – 30.520	----	Ms = 5.6	M72
03.09.1968	08:19:52.6	41.810 -- 32.390	4	Ms = 6.6	TT99
05.10.1977	05:34:46.1	41.020 -- 33.570	8	Ms = 5.8	TT99
05.07.1983	12:01:27.4	40.330 – 27.230	10	mb = 5.5	HRVD
21.10.1983	20:34:56.2	30.050 -- 40.540	14	mb = 5.1	HRVD
24.04.1988	20:49:39.5	28.730 -- 40.770	19	mb = 5.0	HRVD
Gölcük – Sapanca -- Düzce Depremleri					
17.08.1999	00:01:38.2	40.709 – 29.998	9	Mw = 7.4	TT99
13.09.1999	11:55:29.9	40.765 – 30.072	12	Mw = 5.9	TT99
11.11.1999	14:41:24.3	40.804 – 30.260	7	Mw = 5.7	USGS
12.11.1999	16:57:20.3	40.768 – 32.148	14	Mw = 7.1	USGS

HRVD: Harvard-CMT, M72: McKenzie (1972), TT91: Taymaz ve diğ. (1991), TT99: Taymaz (1999c), USGS: USGS-NEIC

Düzce Depremi Yüzey Kırıkları

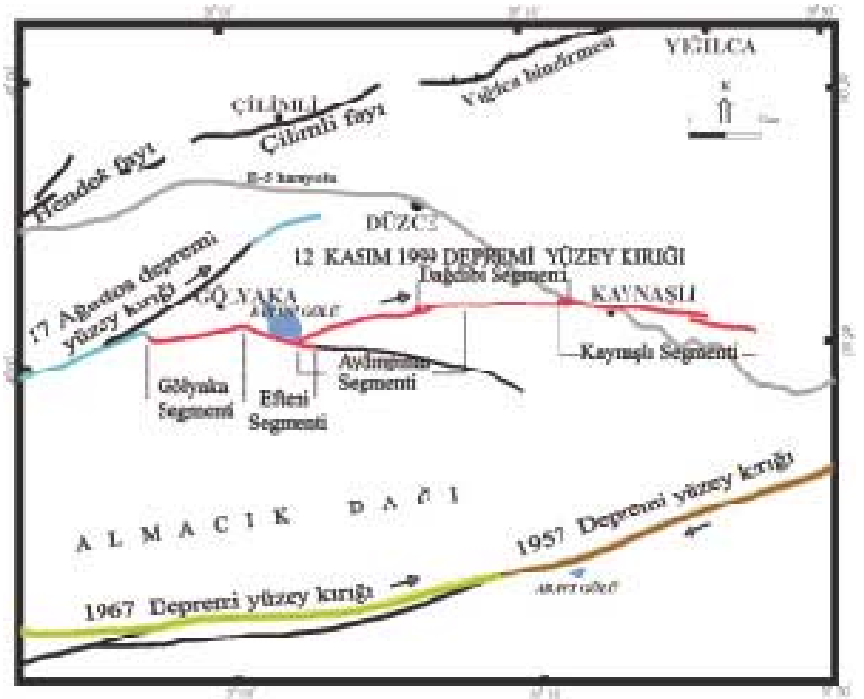
12 Kasım 1999 Düzce depremi, Düzce fayının doğu yarısı üzerinde gerçekleşti. 17 Ağustos 1999 depreminde bu fayın Akyazı-Gölyaka arasında kalan 30 km'lik batı bölümünde yüzey kırılması gelişmişti (Şekil 1, 3). İlk depremde Aksu segmentinin doğu ucunda izlenen 150 cm'lik sağ yönlü atım kırığın dirseklenerek yön değiştirdiği, Gölyaka segmenti üzerinde aniden 30 cm'ye kadar azaldığı ve Eften Gölü yöresinde birkaç cm'ye düştüğü gözlenmişti. Kılcal çatlaklarsa Düzce fayının ortalarına kadar (Beyköy) izlenebilmişti. 17 Agustos 1999 depremi sonrasındaki bu arazi gözlemleri, Düzce fayının kırılmayan 40 km uzunluğundaki doğu yarısında gerilme birikiminin arttığını gösteren bulgular olarak yorumlanmış ve yakın gelecekte bu bölgede yıkıcı bir deprem olabileceği öngörülmüştü (Emre v.d. 1999c). Nitekim, 12 Kasım 1999 günü bu beklenti gerçekleşti ve Mw=7.1 büyüklüğündeki deprem Düzce fayı üzerinde oluştu.

Arazide gözlenebilen 12 Kasım 1999 Düzce depreminin yüzey kırıkları 43 km uzunluğundadır (Şekil 3). Gölyaka ile Bolu dağı tüneli arasında kabaca Doğu-Batı yönünde uzanan bu kırıklar, Almacık dağı kütlesinin morfolojisine uyumlu olarak gü-

neye doğru yay şeklinde bir geometri oluşturuyor. 17 Ağustos 1999 depremi kırığından çok daha kısa olmasına karşın, Düzce depremi yüzey kırıkları çoğunlukla 17 Ağustos 1999 kırıklarından daha geniş bir zon oluşturuyor ve mikromorfolojisi de daha belirgindir (Foto 1 ve 2). Bu depremin yarattığı yüzey kırıkları, ilk depremdekilerden farklı olarak, 40 km boyunca kesintisiz izlenebiliyor. Bu özelliğine karşın geometri ve nitelikleri açısından Düzce depremi yüzey kırıkları tarafımızdan beş segmente ayrılmıştır (Şekil 3). Bunlar batıdan doğuya doğru Gölyaka, Eften Gölü, Aydınpınar, Dağdibi ve Kaynaşlı segmentleri olarak adlandırıldı. Gölyaka segmentinde 17 Ağustos 1999 depreminde de yüzey kırılması gerçekleştiğinden bu segment her iki deprem kırığının aşma (çakışma) bölgesini oluşturur. Eften gölü dışında kalan segmentler doğrultu atımlı faylanmayı yansıtırlar. Eften gölü segmentiyse kuzey bloku aşağıda olan normal eğim atım bileşenli sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma (oblik) biçiminde gelişmiştir (Şekil 3, 5).

Doğudaki doğrultu atımlı üç segment sol yönde sıçramalıdırlar ve birbirlerini aşarlar (örterler). İlk bulgular, yüzey kırığı üzerinde maksimum sağ yönlü yerdeğiştirmenin 530±10 cm ile Dağdibi segmenti üzerinde olduğunu gösteriyor. Ancak Kaynaşlı segmenti üzerinde, sağ yönlü yerdeğiştirmenin en fazla olduğu (295±10 cm) batı uçtan doğuya doğru azalıyor. Makrosismik episantrdan batıya doğru olan yerdeğişimi hakkında henüz ayrıntılı bilgi edinilememiştir. Ancak ilk bulgular Aydınpınar segmentinin doğu ucunda 400 cm civarında olan sağ yönlü yerdeğiştirmenin, batı uçta 300 cm'ye düştüğünü, dolayısıyla, yerdeğiştirmenin makrosismik episantrdan batıya doğru da azalmakta olduğunu ortaya koyuyor. Eften Gölü segmentindeyse ölçülebilen maksimum sağ yönlü atım 312 cm ile doğu uçta, maksimum eğim atımı 240±10 cm'dir (Şekil 3). En batıdaki Gölyaka segmentinde atım yine doğu uçta 40 cm ile başlıyor ve batıya doğru azalarak en batıda birkaç cm'ye düşüyor.

Henüz kesin olmamakla birlikte, yerdeğiştirme dağılımları hakkında toplanan bu ön bulgular kırılmanın ilk olarak Dağdibi segmentinde başladığı ve buradan doğu ve batı yönünde ilerlediği söylenebilir. Düzce fayının batı yarısında ilk depremde gelişmiş yüzey kırıkları üzerinde aynı noktalarda tekrarlanan ölçümlerde, 12 Kasım 1999 depreminde hiçbir yerdeğiştirmenin olmadığını gösterdi. Bu veriler, 12 Kasım 1999 depremindeki kırılmaların ilk depremdeki hareketin doğuya doğru devamı niteliğinde olduğunu ve dolayısıyla 12 Kasım 1999 depreminin, 17 Ağustos 1999 depremindeki kırılmaların Düzce fayını tetiklemesi sonucu oluştuğunu ortaya koyuyor.



Şekil 3: 12 Kasım 1999 Düzce depremi yüzey kırığı ve yakın çevredeki diğer aktif fayların dağılımı (Emre ve diğ.,1999c).

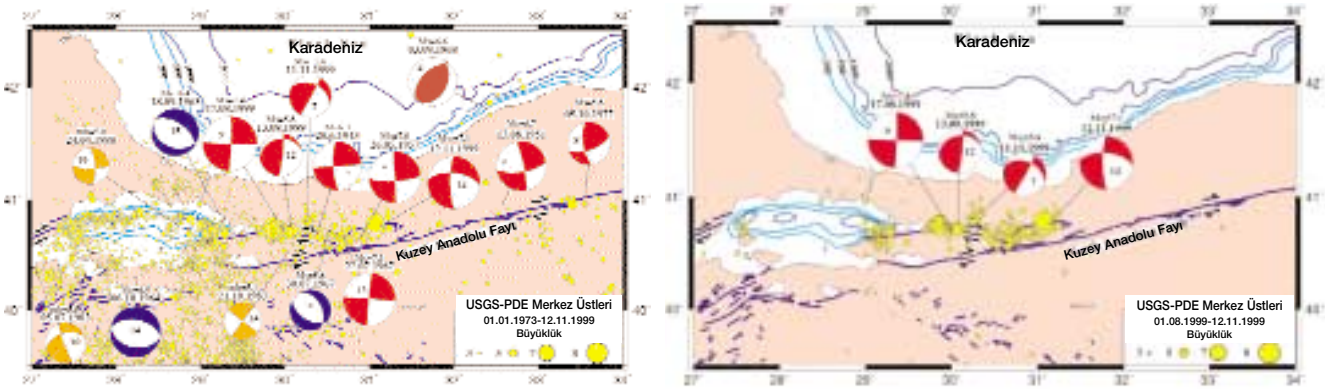
Tablo 3: 1999 Gölcük-Sapanca-Düzce Depremleri Kaynak Mekanizması Parametreleri (Şekil 4 - 5)

17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi (Taymaz, 1999)	
Depremin Büyüklüğü	:mb = 6.3; Ms = 7.8; Mw =7.4 (USGS-NEIC)
Enlem-Boylam	:40.709 Kuzey – 29.998 Doğu
Odak Derinliği (h)	:9 km
Faylanma (Kırılma)	
Mekanizması (Derece)	:Doğrultu / Dalım / Kayma Açısı
I. Düzlem	:92 / 89 / – 177
II. Düzlem	:2 / 87 / – 1
Kayma Vektörü	:92
Sismik Moment (Mo)	:Minimum 1.2 x 10^20 Newton metre
Deprem Oluş Süresi	:15 saniye
Yüzey Kırığı	:Karada gözlenen maksimum 140 km
Maksimum Yanal Atım	:Yaklaşık 5 metre
13 Eylül 1999 Sapanca – Adapazarı Depremi (Taymaz, 1999)	
Depremin Büyüklüğü	:mb = 5.8; Ms = 5.8; Mw = 5.9 (USGS-NEIC)
Enlem-Boylam	:40.765 Kuzey – 30.072 Doğu
Odak Derinliği (h)	:12 km
Faylanma (Kırılma)	
Mekanizması (Derece)	:Doğrultu / Dalım / Kayma Açısı
I. Düzlem	:260 / 27 / 162
II. Düzlem	:6 / 82 / 64
Kayma Vektörü	:96
Sismik Moment (Mo)	:Minimum 4.2x 10^17 Newton metre
Deprem Oluş Süresi	:7 saniye
11 Kasım 1999 Sapanca – Adapazarı Depremi (USGS-NEIC)	
Depremin Büyüklüğü	:mb = 5.5; Ms = 5.6; Mw = 5.7 (USGS-NEIC)
Enlem-Boylam	:40.804 Kuzey – 30.260 Doğu
Odak Derinliği (h)	:7 km
Faylanma (Kırılma)	
Mekanizması (Derece)	:Doğrultu / Dalım / Kayma Açısı
I. Düzlem	:294 / 40 / 174
II. Düzlem	:28 / 86 / 50
Sismik Moment (Mo)	:Minimum 3.5 x 10^17 Newton metre
12 Kasım 1999 Düzce Depremi (USGS-NEIC)	
Depremin Büyüklüğü	:mb = 6.5; Ms = 7.3; Mw= 7.1 (USGS-NEIC)
Enlem-Boylam	:40.768 Kuzey – 31.148 Doğu
Odak Derinliği (h)	:14 km
Faylanma (Kırılma)	
Mekanizması (Derece)	:Doğrultu / Dalım / Kayma Açısı
I. Düzlem	:276 / 59 / – 167
II. Düzlem	:179 / 79 / – 32
Sismik Moment (Mo)	:Minimum 4.5 x 10^19 Newton metre
Yüzey Kırığı	:Karada gözlenen maksimum 43km
Maksimum Yanal Atım	:5.30 metre (Düzce Fayı doğu ucunda)
Batı Ucunda	:sağ-yönlü yanal atım miktarı = 3 metre eğim-yönlü düşey atım= 2.5 metre
Doğu Ucunda	:sağ-yönlü yanal atım miktarı = 4.20 metre

Genel Değerlendirme

17 Ağustos 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolunda yer alan İzmit-Adapazarı ana segmenti ve Düzce faylarının hareketleri sonucu meydana gelmiştir. 12 Kasım 1999 Düzce depremi, 17 Ağustos 1999 Gölcük depremindeki kırılmanın, Düzce fayının doğu bölümünü tetiklemesi sonucunda oluşmuştur. Her iki depremde gelişen yüzey kırıklarının toplam uzunluğu 220 km'yi bulur (Çınarcık segmentinin denizdeki uzantısı 40 km kabul edilmiştir). Arazi gözlemleri, Düzce depremi yüzey kırıklarını oluşturan segmentlerin, birbirinin hareketini engelleyen geometrik düzen (sol yönde aşmalı) içinde geliştiğini ortaya koyuyor. Kırılmanın 43 km gibi kısa mesafede gerçekleşmiş olmasına karşın uzun sürmesinde, fayın bu geometrisinin önemli rolü olduğu düşünülüyor.

17 Ağustos 1999 depremi sonrasında KAF'nın kuzey kolu üzerinde yüzey kırılması gerçekleşmeyen faylar-



Şekil 4: Marmara Denizi ve Çevresini etkileyen önemli depremlere ait Fay Düzlemi Çözümleri, Cisim Dalgaları Modellemesi sonuçları (Taymaz ve diğ. 1991; Taymaz, 1999) ve ön bilgilere göre USGS-NEIC; Harvard-CMT çözümleri. İçleri renklendirilmiş büyük daireler [dairelerin boyutları ilgili depremin büyüklüğü ile orantılıdır], günümüze kadar (aletsel dönemde) bölgede oluşmuş ve yıkımlara neden olmuş depremlerin yerlerini, kırık zonları ile ilişkisini ve Fay Düzlemi Çözümleri'ni göstermektedir.
*Kırmızı renkli çözümler Doğrultu-Atımlı Faylanmaları (yanal yönlü hareketler; Gölcük-İzmit 17 Ağustos 1999 depreminde gözlendiği gibi), Koyu-Mavi renkli çözümler Normal Faylanmaları (açılma hareketleri; Burdur 1971 ve Dinar 1995 depremlerinde gözlendiği gibi), Bordo renkli çözüm Bindirme (sıkışma türü) Faylanmaları (Spitak-Ermenistan 1988, Racha-Gürcistan 1991 depremlerinde gözlendiği gibi) ve Portakal renkli faylanmalar ise Harvard-CMT çözümlerini (bu çözümler kesin mekanizma çözümleri değildir) göstermektedir. Odak küreleri içindeki rakamlar kırılmanın gözlendiği yerküre içindeki odak derinliğini kilometre ölçeğinde göstermektedir. Asterisk (*) ile işaretli olanların odak derinlikleri net olarak bilinmemektedir ve fay düzlemi çözümleri McKenzie (1972)'den alınmıştır. Depremlerin tarihleri ve büyüklükleri küreler üzerinde verilmiştir. Küçük sarı daireler Marmara Denizi ve Çevresi'nin USGS-NEIC verilerine göre 1973-1999 yılları arasındaki sismik aktivitesini (depremlerin dağılımları) göstermektedir.*
Şekil 5: USGS-NEIC verilerine göre 1 Ağustos 1999 -12 Kasım 1999 döneminde Gölcük-Düzce depremleriyle kırılan Kuzey Anadolu Fayı'nın etkilediği bölgedeki sismik aktivite (depremlerin dağılımları) ve 1999 Gölcük-Düzce depremleri fay düzlemi çözümleri (Şekil 4). Aktif kırık (fay) zonları kalın siyah çizgilerle gösterilmiştir.

Dokurcun segmentinin 1967 kırığının batı kesimindeki devamı-Düzce fayının doğu yarısı ve Hendek fayıydı (Şekil 1). Depremlere ait mekanizma (fay düzlemi) çözümleri incelendiğinde (Şekil 4, 5 ve Tablo 3), normal bileşen gösteren 13 Eylül 1999 (Mw=5.9) ve 11 Kasım 1999 (Mw=5.7) Sapanca-Adapazarı depremleri bölgedeki bu fay zonu üzerinde, 12 Kasım 1999 depremiyse Düzce fayının doğu yarısında oluşmuşlardır. Hendek fayındaysa 17 Ağustos 1999 depreminden sonra gözlenen 5 km'lik küçük ölçekli yüzey kırılması oluşmuştur. Bu gözlemsel ilişkiler, kuzey kolda yer alan fayların sistematik olarak birbirlerini denetlediğini ve dolayısıyla tetiklemekte olduğunu açıklar.

Artçı depremlerle yüzey kırıkları karşılaştırıldığında episantrların segmentlerin uç bölümlerinde yoğunlaştığı görülür (Şekil 3 ve 5). Bu benzeşim, Marmara Denizi için yorumlandığında 17 Ağustos 1999 depreminde Çınarcık segmentinin kırılmış olma olasılığını artırıyor. Bununla birlikte, MTA-Sismik 1'in 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında İzmit Körfezi içinde topladığı sismik yansıma profillerinin incelenmesinden de anlaşıldığı gibi, Körfezin önce normal faylar yoluyla kuzeydoğu-güneybatı yönünde gerilerek açıldığı, daha sonra tek bir fayın tüm bu yapıyı parçalayarak kestiği anlaşılıyor. 12 Kasım 1999 depreminin artçılarıysa, Düzce fayının doğu ucu ve Yığılca yöresindeki bindirmelerde yoğunlaşıyor. Bu mikrodepremlere ilişkin kırılma mekanizması çözümleri, sismotektonik problemlerin yorumlanmasını önümüzdeki günlerde daha da kolaylaştıracak.

Marmara bölgesi doğu kesiminin morfolojik ve sismotektonik yapısı 1999 Gölcük ve Düzce depremleriyle birlikte değerlendirildiğinde, KAF'nın Marmara Denizi içerisindeki yapısı ve geometrisi hakkında daha güvenilir yorumlar yapılabilir. Her iki deprem kırığı, toplam 220 km boyunca küçük değişikliklerle birbirini izleyen alt bölümlerden oluşmuş ve daha çok doğrusal uzanım gösterir. 17 Ağustos 1999 yüzey kırıkları Sapanca Gölü ve Sakarya ovasını Doğu-Batı yönünde boydan boya kat etmiştir. Sakarya ve Düzce ovalarının alüvyon altındaki taban topoğrafyası günümüz Marmara Denizi çukurluklarıyla benzer geometridedir. Sismik veriler de bu benzerliğe işaret ediyor. Son iki depremin yüzey kırıklarının özellikleri Marmara Denizi için yorumlandığında, tartışılanların aksine KAF'nın bu deniz içerisinde çok karmaşık yapıda ve geometride olmaması gerektiği sonucunu ortaya çıkarıyor. Bu yorum diğer verilerin ışığında, Le Pichon, Taymaz ve Şengör (1999)'ün belirttikleri gibi, Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içinde Doğu-Batı yönlü tek bir zon biçiminde uzandığı tezini destekliyor.



Foto 3: Dağdibi köy yolunun fay tarafından kesilerek sağ yönde yaklaşık 420 cm. yerdeğiştirmiş durumu.

Bu yazıda kullanılan şekillerin hazırlanması esnasında bize yardımcı olan öğrencim Canan Kahramansoy'a, 17 Ağustos 1999 Gölcük ve 13 Eylül 1999 Sapanca depremlerinin yerlerini (episantır) daha sağlıklı hesaplayan ve kullanmamıza izin veren Mustafa Aktar'a çok teşekkür ederiz.

Ömer Emre[1], Tuncay Taymaz[2],
Tamer Yiğit Duman[1], Ahmet Doğan[1]
[1]*MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi,*
[2]*İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,*
e-mail: emre@mta.bim.gov.tr ve taymaz@itu.edu.tr

Kaynaklar
Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M. ve Ünay, E., "Doğu Marmara bölgesinin Neojen-Kuvaterner'deki evrimi" *MTA Dergisi*, 120, 1998.
Emre, Ö., Duman, T.Y. ve Doğan, A., "17 Ağustos 1999 Doğu Marmara depremi yüzey kırığı (deprem fayı) haritası ve ön değerlendirme raporu" *MTA Genel Müdürlüğü-Jeoloji Etütleri Dairesi*, 1999.
Emre, Ö., Duman, T.Y., Awata, Y., Yoshioka, T., Tsukuda, E. and Doğan, A., "The surface rupture of 17 August Marmara Earthquake: Segmentation and offsets. Conference on Earthquake Hazard and Risk in the Mediterranean Region", *EHRMR'99, Abstracts, Near East Univ., North Cyprus*, 1999.
Emre ve diğ. "17 Ağustos 1999 depremi sonrasında Düzce ilçesi alternatif alternatif yerleşim alanlarının jeolojik incelemesi", *MTA-TÜBİTAK Raporu*, 1999.
Le Pichon, X, Taymaz, T. ve Şengör, A.M.C., "Büyük Marmara Fayı - Niçin, Nerede ve Ne Olabilir?" *Cumhuriyet-Bilim Teknik*, sayı 661, 20 Kasım 1999.
McKenzie, D. "Active tectonics of the Mediterranean region. geophys", *Journal of Royal Astronomical Society* 30, 1972.
Şengör, A.M.C. 1995. "Kuzey Anadolu Fayı'nın keşfi hakkında" *Cumhuriyet-Bilim Teknik*, 458, 30 Aralık 1995.
Taymaz, T., "Türkiye'nin gerçeği: Deprem –Marmara Bölgesi'nin aktif tektoniği ve Ulusal Deprem Ağı'nın kurulmasının zorunluluğu üzerine" *Cumhuriyet-Bilim Teknik*, 650, 4 Eylül 1999.
Taymaz, T., "İstanbul Depremleri: Bugünkü Durum ve Geçmişteki İki Büyük Deprem" *Cumhuriyet-Bilim Teknik*, 651, 11 Eylül 1999.
Taymaz, T., "Marmara Bölgesinin Aktif Tektoniği: 1999 Gölcük - Düzce Depremleri" *Cumhuriyet-Bilim Teknik*, 662, 27 Kasım 1999.
Taymaz, T. ve diğ., "Active tectonics of the north and central Aegean Sea" *Geophysical Journal International*, Oxford, 106, 1991.

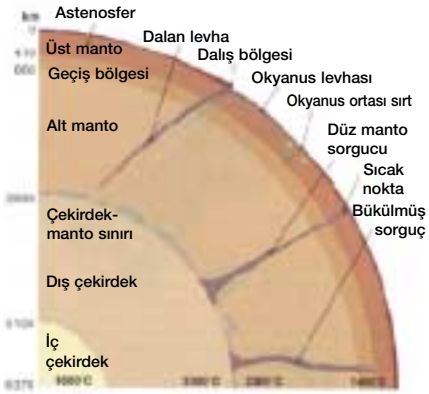
Yanardağların Kökü Nerede?

Yanardağ etkinlikleri ve kıtaların parçalanması, Dünyanın içinin ne denli sıcak ve dinamik olduğunu bize sürekli hatırlatıyor. Sıcaklık ve yoğunluk farklarının yönlendirdiği konveksiyon (taşınım) akımları, büyük miktarlarda yarı ergimiş kayayı manto içinde dolaştırıyor. Mantonun üzerindeki kabuk parçalı. Bu parçalardan bazıları okyanusları taşıyorlar. Jeofizikçiler, okyanus levhalarının, ötekilerin altına kayıp mantonun derinliklerine dalışını izleyebiliyorlar. Bilinmeyense, mantonun derinliklerinden üste doğru hareketin biçimiydi. Ama artık yerfizikçileri, sismik görüntüleme teknikleriyle derindeki sıcak maddenin büyük fışkırmalar biçiminde yüzeye kadar yükseldiğini kanıtladılar. Araştırmalar, Orta Avrupa ve Doğu Afrika gibi, okyanus levha sınırlarına uzak bölgelerdeki yanardağ etkinliği ve yüzey ayrılmasının alt manto dibinden kaynaklandığını gösterdi.

Araştırmacılar, Dünya içinin "resmini" çekmek için sismik tomografiden yararlanıyorlar. Mantodaki sismik hızların dağılımı üç boyutlu olarak görüntülenebiliyor. Görüntülerde düşük hızlar yüksek sıcaklıklara, yüksek hızlarsa düşük sıcaklıklara karşılık geliyor. Soğuk dalış bölgelerinin, 600 kilometrelik üst manto ve geçiş bölgesi sınırlarını aşarak alt mantonun diplerine, hatta mantoyla Dünya'nın demir çekirdeğinin oluşturduğu sınıra kadar uzanabildiği izleniyor. Şimdiye değin sıcak maddenin, dipten çıkıp 660 kilometre derinliğindeki alt ve üst manto sınırını aşarak mı yüzeye çıktığı, yoksa alt ve üst manto konveksiyonlarının bağımsız mı olduğu bilinmiyordu. Geçen yıl, bazı jeofizikçiler, daha derinlerde yüzen bir sınır olması gerektiğini savundular. Gerekçeleri, birbiri altına kayan levhaların, alt mantoya kadar inebilmesiydi. Yerkabuğu altındaki sıcak noktalar da önerilen bu modeli destekliyor. Bunlar, levha sınırlarından uzakta, on milyonlarca yıl süren şiddetli yanardağ etkinliklerine yol açan bölgeler. Hawaii Adaları ve İzlanda, bu sıcak noktalar için birer örnek. Bu noktalarda sıcak manto kayasından oluşan "sorguçlar", 100-150 kilometre çapında ve çevrelerinden 200-300 derece daha sıcak sütunlar halinde yükseliyorlar. Bu sorguçlardan bazıları tüm mantoyu kesintisiz ve düz biçimde geçebiliyorlar.

Jeofizikçiler, geçen 40 milyon yıl süresince Orta Avrupa ve Doğu Afrika kıta levhalarını kesen Senozoik yarık sistemleriyle, aynı zamanda ortaya çıkan levha içi volkanik alanların bu manto süreçlerinden kaynaklandığını düşünüyorlar. Daha önce de her iki olgunun üst mantoda ortaya çıkan sorguçlara ve astenosferik yükselmelere bağlı olabileceği önerilmiş, ama bunların alt manto bağlantısı askıda kalmıştı.

Araştırmacılar, 2 milyon sismik dalga ölçümünü inceleyerek Afrika'nın



altının, bir sismik dalga hızı modelini çıkardılar. Modelde bir yüksek sıcaklık anomalisi, Güney Atlantiğin altında Çekirdek-Manto sınırından başlayarak Kuzeydoğu Afrika'ya ve Doğu Afrika yarık sistemine kadar kesintisiz uzanıyor. O halde bu bölgedeki kıta parçalanması, çekirdek-manto sınırındaki termal anormallikten kaynaklanıyor olabilir. Sorguç, dik doğrultudan 4000 km'yi aşan bir sapma gösteriyor. Araştırmacılar, bunu "manto rüzgârı", yani Afrika'nın altında geniş bir konveksiyon döngüsüne bağlıyorlar.

Avrupa'nın altındaki sismik hız düşüklüğü (sıcaklık yüksek) de en belirgin biçimde alt mantoda, 600-2000 km derinlikler arasında görülüyor. 410-610 km'ler arasındaki geçiş bölgesinde sismik hız yüksek (sıcaklık düşük). Üst mantoda, Avrupa Senozoik yarık sistemi altında düşük hız (yüksek sıcaklık) yeniden ortaya çıkıyor. Geçiş bölgesinde sorguç, dalan Afrika levhası tarafından kesilmiş görünüyor. Üst mantoda sıcak maddenin, derine dalan (soğuk) bir levhayla bu karmaşık etkileşimi, küçük eriyik madde "cepleri" oluşturmuş görünüyor. Bunlar da Orta Avrupa'ya yayılmış Senozoik volkanik alanları besliyor olabilirler.



Ay'ın Etkisi

Öte yandan bazı Fransız araştırmacılar, yüz milyonlarca yıl önce yeryüzünde büyük yıkıma yol açan yanardağ etkinliğine, Ay'ın neden olduğunu düşünüyorlar. Paris'teki Yerfiziği Enstitüsü'nden Marianne Greffe-Leftz ve Strasbourg Yerbilimleri Gözlemevi'nden Hilaire Legros, Ay'ın, eskiden Dünya üzerindeki kütleçekim etkisinin sanılandan çok daha güçlü olduğunu ileri sürdüler. Araştırmacılar, Ay'ın üç kez, Güneş'le birlikte Dünya'nın çekirdek bölgesinde rezonansa neden olduğu, bunların da büyük yerbilimsel olaylara yol açtığını savundular. Araştırmacılar ayrıca, önceleri bitişik olan kara ve okyanusların, Dünya'nın demir çekirdeğinin sıvı dış bölümünde Ay'ın yolaçtığı salınımların etkisiyle ayrıldığını da savunuyorlar. Bu rezonanslar, sırayla 3 milyar, 1,8 milyar ve 300 milyon yıl önce meydana gelmiş görünüyor. Salınımlar sonunda ısınan dış çekirdek bölgesi, mantonun alt bölgelerinde sıcak sorguçlar oluşturmuş. Bu sorguçlar, 3 milyar ve 1,8 milyar yıl önce büyük ölçüde kabuk oluşumuna yaklaşık 300 milyon yıl önce de yoğun volkanik etkinliğe yol açmış. Sibirya'daki bazalt kütelerin bu yaygın yanardağ etkinliğinden oluştuğu sanılıyor. Bu olay, aynı zamanda hayvan türlerinin çoğunun yok olduğu Permo-Triassik sınırla aynı zamana rastlıyor.

Murat Dirican

Kaynaklar
Science, 3 Aralık 1999
Science, 26 Kasım 1999

Son İki Depremden Bazı Notlar...

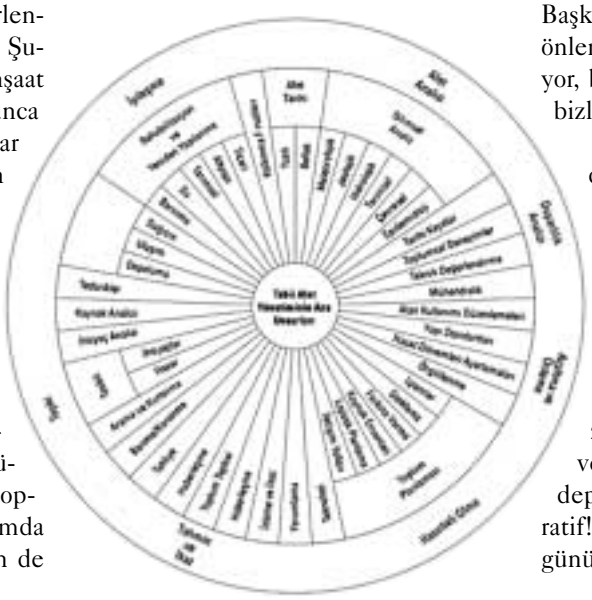
Depremle Yaşamak

Coğrafyamızın % 96'sı deprem tehlikesi altında, nüfusunun % 98'i deprem tehdidiyle yüzyüze yaşıyor, sanayii kuruluşlarının % 98'i, barajların % 95'i de yine deprem bölgelerinde bulunuyor. Etkin bir deprem kuşağı üzerinde yaşıyoruz ama, son iki depremin de gösterdiği gibi, ne yazık ki bunun bilincine yeterince varabilmiş değiliz. Depremleri önlemek ya da yaşadığımız toprakları terk etmek de olanaksız olduğuna göre, depremlerle birlikte yaşamayı bir doğal davranış, bir yaşam biçimi haline getirmek zorundayız. Ama genel durum bu konuda kat etmemiz gereken yolun hiç de kısa olmadığını gösteriyor.

"1992 Erzincan ve 1995 Dinar depremleri, dışmerkezleri ve faylanma özellikleri açısından 'kent depremleri'dir. Bu depremlerle ilgili değerlendirmeler, kentlerimizin depremlere karşı savunmasız olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Marmara Denizi içinden geçen kırık hatları, İstanbul ve çevresini yıkıcı depremlerle karşı karşıya bırakacaktır. Marmara Denizi içinde oluşmuş 17 depremle ilgili yapılan mekanizma çözümleri ve diğer jeofizik veriler, beklenen depremin sanılandan çok daha fazla etkili olacağını göstermektedir. İstanbul için yapılan deprem senaryosunun güncelleştirilmiş sonuçları, meydana gelebilecek hasarın maliyetinin de Türkiye bütçesine yakın bir değere ulaşabileceğini göstermektedir. Deprem riski yüksek olan kentlerimizde özel örgütlenme modellerinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır..."

Yukarıdaki paragraf, son birkaç ayda sıkça rastlanan türden bir değerlendirme. Ancak bu paragrafın 15-16 Şubat 1996 tarihinde, TÜBİTAK, İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu'unca düzenlenen "Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları" adlı deprem sempozyumunda Oğuz Gündoğdu'un sunduğu bir bildiriden alındığını söylersek, söylenenin çarpıcılığını biraz daha artırabiliriz. Buna karşın ülkemizin depremselliği ve çağdaş âfet yönetimiyle ilgili çalışmaların 1940'lı yıllardan bugüne süregeldiğini, konuyla ilgili birçok toplantıda, panelde ya da sepozyumda benzer pek çok değerlendirmenin de yapıldığını belirtmek gerekir. Dolayısıyla, 17 Ağustos'tan sonra ülkemizin gündemine bir bomba gibi düşen deprem ve deprem sorunu, bizim açımızdan kuşkusuz yeni bir konu değil. Haber niteliği taşıyanlar dışında, konu üzerine söylenenler de öyle. Yeni bir şey varsa o da, ne yazık ki, gündemi belirleyen yayın organlarının bu konuya gösterdiği ilgi. Bu ilgi geçmiş yıllara oranla olumlu bir gelişme olarak nitelenebilir. Ama bu ilginin ne kadar süreceği ve daha önemlisi 'Depremlerle birlikte nasıl yaşanır ' sorusunun yanıtına ne zaman yöneleceği belli değil. Kurgusal (spekülatif) yanı olmayan, böylesi bir konuya belki de hiç sıra gelmeyecek!

Ulusumuzun uzun soluklu çözüm yöntemlerine karşı ilgisizliği ya da direnci, yanıtın verilmesinin önünde önemli bir engel. Sanki birey olarak yapılabilecek hiçbir şey yokmuşcasına, sorunun bir an önce "yetkili makamlarca" ortadan kaldırılmasını istiyoruz. Günümüzden örneklersek, bize depremi haber verecek falcı, müneccim arıyor, hiç olmazsa bu bilgiyi verecek bir aygıt icat etmelerini bekliyoruz bilim adamlarından. Ya durumun farkında değiliz, ya da gerçeği anlamak istemiyoruz; ama böylesi bir bilge kişi bulunmuş ya da müthiş bir aygıt icat edilmiş olsa bile, bunun çok geniş bir yelpazeye yayılan deprem sorunlarını tümüyle ortadan kaldırmasını düşünemeyiz. Belki bu yolla can kaybını en aza indirebilir ya da bütünüyle ortadan kaldırabilirdik. Ancak, yerle bir olan mahalleleri, kullanılmaz hale gelen otoyolları, yıkılan köprüleri, canlarını kurtarmış olsalar bile ömürleri boyunca geçirdikleri travmanın izlerini taşıyacak insanları ve yalnızca depremi yaşayan bölgenin değil ülkemizin tamamını onlarca yıl etkileyecek ekonomik felaketleri ve bunun doğuracağı sosyal sorunları ortadan kaldıramayız. Başka bir deyişle, hemen her koşulda önlem almaktan başka çıkar yol kalmıyor, bu özel coğrafyanın insanları olan bizlere.



Ama sözkonusu önlem, daha doğrusu önlemler dizisi, hiç kuşku yok ki; neredeyse bugüne değin tüm kamu kuruluşlarında görmeye alıştığımız, üzerinde 'yangın' yazılı kırmızı kovalı dekoratif araçlardan, yardım kuruluşlarının deprem konulu afişlerinden, 'Deprem nerede ve ne zaman olacak' konulu medyatik ve spekülatif tartışmalardan, 'hem depreme karşı koruyucu hem dekoratif!' mobilya ya da çelik kafes gibi günü kurtarıcı geçici çözümlere yöne-



Türk Psikologlar Derneği, deprem özel çalışma grubunun Halıdere ve Emirdağ Çadırkentlerindeki çalışmaları sırasında bölgedeki çocukların çizdiği resimler

lik fırsatçı özel girişim örneklerinden biraz olsun öteye geçmeli. Geçmek zorunda!

Daha somutlaştırarak söylemek gerekirse son iki depremin; Türkiye Sineması'nın Marmara Salonu'nda, pek yakında gösterime girecek yeni bir korku-gerilim film tanıtım özeti olduğunu belirtmek, sanıyoruz çok yanlış bir benzetme olmaz. Üstelik, bu filmin beğenilsin ya da beğenilmesin; doğası gereği, % 96'sı deprem tehlikesi altında olan coğrafyamızın pek çok bölgesinde gösterime girebileceğini de unutmamak gerek. O halde söz konusu filmin baş rol oyuncuları olan bizlerin, bu filmin akışını değiştirebilmemiz, mutsuz olacağı açık olan sonunun en azından kabul edilebilir olması için, hem çok iyi hazırlanmış bir plan hem de eşgüdüm içinde kolları sıvamamız gerekiyor. Ama nasıl? İşte bu soruya verilecek sağlıklı bir yanıt ve bu yanıtın günlük yaşamımızdaki karşılığı, bizlerin bu doğal felaket karşısında çaresiz olmadığımızı gösterecek. Karmaşık yapılı bu konuda, çözüme yönelik olarak sunulan öneriler de bu konudaki bilimsel çalışmalar arasında önemli bir yer tutuyor. Sözgelimi daha önce adı geçen sempozyumda sunulan, Ünsal Soygür'e ait bildiride yer alan öneriler, belki de bu konuda atılması gereken ilk adımlar.

• Güdüleyici iletişim ve tutum değişikliği arasındaki ilişkinin, hedefi Türk insanı olarak belirlenmeli, yöresel farklılıkları da gözetecek böyle bir belirlemeye dayalı olarak, iletişim türü ve araçlarıyla mesaj içerikleri saptanmalıdır.

• Görsel, işitsel ve yazılı iletişim araçları, Türk insanının okuma tembelliği ve öğrenmeye karşı ön direnimi de dikkate alınarak seçilmeli; öğretmekten çok, eğitmek ön plana alınmalıdır.

• Tutum değişiminin azalması, öğrenme süreçlerindeki unutma eğrisine koşut bir özellik göstermektedir. "Depremle Birlikte Yaşam" davranışı içerikli proje, süreli değil, sürekli olmalı, ayrıca dozu zaman içinde değişken, bıktırmayan fakat yineleyen bir program içinde verilmelidir. Bu konuda pazarlama, reklam ve halkla ilişkiler uzmanlarından öğrenilecek çok şey vardır.

• Deprem, deprem sonuçları, depreme dayanıklılık kavramları, alfabeden başlamak üzere tüm okuma kitaplarına girmeli; devlete ait ve özel radyo ve TV'lerin belli yayın sürelerinin, belgesel, konulu ve spotik olarak depreme ayrılması sağlanmalı, bunun gerçekleştirilmesi inatla izlenmelidir.

• Kırsal kesimle kent arasındaki ekonomik eğik düzlemin kalkması ve kentin yanıltıcı bir çekim merkezi olmaktan çıkarılması için modeller üretilmeli, bunun yanı sıra küçük girişimcilik modeli hayata geçirilmelidir.

• İlgili bakanlığın oluşturduğu deprem bilgilendirme afişleri, sadece kahvelere asılır olmaktan çıkarılmalı; deprem, Halk Eğitim Merkezleri'nin programına alınmalıdır.

• Kentlerde ve metropollerde, arsa mülkiyetinde özel-kamu oranı envanterine gidilip, Anayasanın 35. maddesinin 2. ve 3. cümlelerine işlerlik kazandırılmalı, çarpık kentleşme ve bunun motor gücü olarak görülen taşınmaz rantı sınırlandırılmalıdır.

• Yerel malzemeyi, yöre insanının yaşam alışkanlık ve ilişkilerini, sosyo-ekonomik yapıyı, iklim verilerini gözeten, "Depreme Dayanıklı Yapı Felsefesi" ne uygun, hayali değil, gerçek yapılabilirliğe ve zaman içinde mevcutla değişebilirliğe sahip, "Kırsal Türk Evi" tipleri yaratılmalı ve insanımız bu evler için güdülenmeli, bu evler çeşitli teşviklerle özendirilmelidir.

• Genel ve yerel yönetimler, deprem kayıpları toplamıyla, deprem sonrası harcamalarını, daha akıcı bir yol olan, deprem öncesi harcamalarına yönlendirmelidirler.

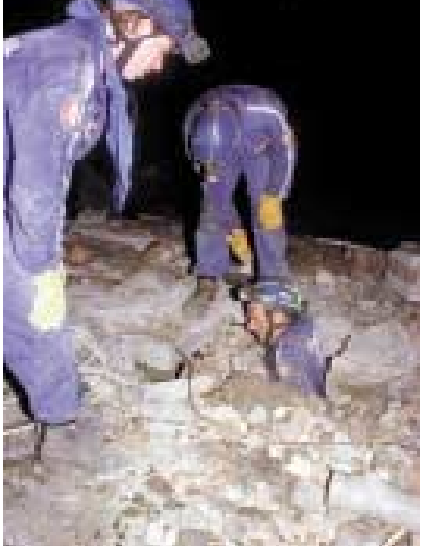
• Proje mimarlığı ve mühendisliği, uygulama mimarlığı ve mühendisliği, proje ve yapım kontrol mühendisliği bir an önce kurumsallaştırılıp, profesyonel mimarlık ve mühendislik uygulamasına geçilmeli, kısa aralıklı meslek içi eğitim olanaklı ve zorunlu kılınmalıdır.

• Deprem hasarlarına yol açan belirgin hatalar için, yapı sahipleri dahil, ciddi yaptırımlara muhatap olmalıdırlar.



Âfet Kavramı Hakkında...

Genel olarak âfetlere karşı hazırlıklı olmak, yaygın kanının tersine, felaketin ardından yaşamımızı sürdürebilmemiz için gerekli malzeme-



yi bir yerde hazır bulundurmamız anlamına gelmiyor. Böylesi bir yaklaşım, önlenmesi olanaksız felaketin bize verebileceği en büyük zararı baştan kabullenmek, bir başka deyişle evimizin yıkılacağını, yakınlarımızın yaşama veda edeceğini varsaymak anlamına gelir. Oysa, felaket öncesini de kapsaması gereken, âfetlere karşı hazırlıklı olma kavramı, toplumsal bir seferberlik niteliği taşımalıdır.

Âfet Yönetimi kavramının, farklı disiplinlerde farklı anlamları var kuşkusuz. Sözgelimi, yönetim bilimlerinde, yönetim bilgi sistemleri, kaynak kullanım teknikleri, yöneylem araştırması, proje yönetimi ve planlaması bu kavramın ayrılmaz parçalarını oluştururlar. Bunun gibi, kamu yönetimi biliminin, özellikle ülkemizde var olan sistemin iyileştirilmesi çabalarında çok önemli bir rolü var. Kavram, planlama açısından ele alındığındaysa, "topyekün hazırlıklı olmak" başlığı altında, şehir ve bölge planlaması, altyapı envanteri, nüfus ve ekonomik etkinliğin dağılımı, alan kullanımı, âfet mimarisi ve planlaması gibi konuları saymak olası. İşin yerbilimleri çerçevesi, bölge planlamadan tutun da, kısa ve uzun vadede önceden tahmin, coğrafi bilgi sistemleri, dolayısıyla uzay teknolojisi, genel jeoloji, topografya, jeomorfoloji, sismoloji, gibi alt bilim dallarını kapsar. İnşaat mühendisliğine gelince, doğal çevrenin âfet etkilerine karşı akılcı tasarımı, zararların kabul edilebilir düzeyde tutulması gibi klasik uğraşı alanlarının yanı sıra, diğer disiplinlerle karşılıklı etkileşme içinde ve tümleşik olmak zorundadır. Doğal ya da teknolojik âfetlere hazırlıklı olabilmek ve âfet zararlarını azaltıcı önlemler alabilmek için etkilenmesi olası yöre halkının katılımının sağlanması da âfetlere karşı mücadelenin toplumbilimsel yanını oluşturur. Bu konuda, âfet bölgelerinde yaşayan halkın katılımını sağlayıcı araştırmalar yapmak ve bu araştırma sonuçlarının uygulamaya koymak, âfet yönetiminde etkinliği ve kalıcılığı sağlayacak en önemli etken.

Ülkemizde var olan duruma kabaca bir bakacak olursak, pek de iç açıcı olmadığını görürüz. Yürürlükteki olan yasal düzenlemeler çerçevesinden ülkemizdeki âfet yönetiminin ana aşamalarında görev ve sorumlulukların dağılımına bakıldığında, merkezi ve yerel yönetimlerin (valilikler ve belediyeler), âfet yönetiminin hemen her aşamasında, kural koyma, denetleme ve uygulama konularında görev ve sorumlulukları olduğu görülüyor. Yasak olmasına karşın imara açılmış yeşil alanlar, dere yatakları, denizden kazanılmış dolgu zeminler; her yerel seçimi izleyen ve neredeyse yasallaşan imar afları, bu konudaki yasaların (imar ve âfet yasaları ve yönetmeliklerinin) yerel yönetimlerce hiç dikkate alınmadığını, inşaat ruhsatı ve yapı denetimiyle ilgili hiçbir kuralın uygulanmadığını, son iki depremle bir kez daha gösterdi. Üstelik bu durumun yalnızca Marmara Bölgesi için değil, ülkemizin tamamında aynı olduğunu söylemek çok da yanlış olmaz. Bunun gibi, merkezi yönetimin bu duruma engel olma ve yeni çözümler üretme yerine, her zaman olduğu gibi, âfet yaşandıktan sonra yara sarma politikasını bir tür kader olarak benimsemiş olduğunu söylemek de öyle. Kurtarma ve ilk yardım çalışmalarının da, yerel yönetimlerin asli görevleri arasında yer alır. Buna karşın, genellikle bu tür görevlerin merkezi yönetimlerin yetişmiş insan gücü, donanım ve malzeme desteğiyle yürütülebildiği görülüyor. Yerel yönetimlerin, âfetin tüm aşamalarında yapacakları çalışmalar için parasal kaynak ayırmak gibi bir yükümlülükleri de bulunmuyor, çalışmaların her aşamasında harcanan kaynaklar da merkezi yönetimden sağlanıyor. Var olan sistem içinde göze çarpan en ilginç durumsa, özel sektör

Deprem Sonrası Psikolojik Sorunlar ve Gerekli Psikolojik Hizmetler

Nuray Karancı
Prof. Dr., ODTÜ Psikoloji Bölümü Başkanı

Psikoloji bağlamında incelediğimizde, 17 Ağustos depremi sonrası depremzedelere götürülen psikolojik destek hizmetleri deprem sonrası ilkyardım ve geçici iskân dönemlerini kapsamaktadır. Bu dönemde depremzedeler, olanların şoku içerisindedirler. Korku, kaygı, suçluluk, öfke, gerginlik ve umutsuzluk bu dönemin en belirgin duygularıdır. Depremzedeler yapmaları gerekenleri yapmadıklarını düşünerek kendilerini suçlayabilirler. Normal yaşam düzeninin bozulmasıyla birlikte sinirlilik, artçı depremlerin yarattığı kaygı ve güvensizlik duygularını yaşarlar. Davranışsal olarak depremzedelerde aşırı bir uyarılma durumu, uyku sorunları, iştahta değişiklikler, konuşma bozuklukları, alkol/ilaç kullanımında artış, belli uyaranlardan kaçınma gibi davranışlar gözlenir. Bilişsel olarak, bellek ve dikkat ile ilgili sorunlar, ve âfet ile ilgili yinelenen düşünceler ve hayaller gibi sorunlar gözlenir. Deprem sonrası bölgede verilen psikolojik destek çalışmaları bu duyguların ifade edilip paylaşılması ve bunların "olağanüstü bir duruma verilen olağan tepkiler" olduklarının vurgulanması temeline oturur. Bu duyguların ve davranışların neler oldukları ve bunlarla nasıl başa çıkılabileceği yolunda, Türk Psikologlar Derneği tarafından hazırlanan kitapçık bu anlamda çok önemli bir işleve sahiptir. Normalleştirme ancak bu tür bilgilerin verilmesi ve paylaşım ile sağlanabilir. Bu bilgiler depremzedeler dışında onlara hizmet götürenlere de verilmelidir. Bölgede hizmet verenlerin depremzedelerin bu sorunlarını bilmeleri, iletişim sorunlarını ve çatışmalarını azaltacaktır.

1992 Erzincan depreminden yaklaşık on altı ay sonra yaptığımız bir çalışmada, Kısa Semptom Envanteri (SCL-Revizyon) ile değerlendirilen psikolojik sıkıntıların, Erzincan örnekleminde Ankara kontrol grubundan daha fazla olduğunu, özellikle fobik kaygı ve sinirlilik/gerginlik boyutunun yüksek olduğunu ve kadınların sıkıntılarının erkeklerden daha fazla olduğunu bulmuştuk. Dinar depremi sonrası yaptığımız çalışmadaysa, yine SCL puanlarının kadınlarda erkeklerden daha yüksek olduğunu ve belli başa çıkma stratejilerinin stresi yordadığını bulduk. Çaresizlik yaklaşımının stresi artırdığını, buna karşılık problem odaklı başa çıkmanın stresi azalttığını gördük. Bu çalışmalarda deprem sonrası yaşanan güçlüklerin de depremzedelerde stresi arttırıcı bir etkisi olduğunu bulduk. Bu çalışmalardan, deprem sonrası psikolojik destek çalışmalarında kadınlara eğilmenin önemli olduğu ve onlara başa çıkabileceklerini göstermenin olumlu etkileri yaratabileceği sonucunu çıkarabiliriz. Dolayısıyla, deprem sonrası halkın mümkün olduğunca kısa bir sürede normal yaşantılarına döndürülebilmeleri ve yardım edilmesi gereken çaresiz depremzede konumundan çıkarılarak, yapılan günlük işlerde onlara etkin rol verilmesi önemli görünmektedir. Örneğin, çadırkentlerde yemeklerin, o çadırkentte yaşayan kadınlar tarafından pişirilmesi, yöre gençlerinin yardım faaliyetlerine katılmalarına olanak sağlaması gibi.

Çalışmalarımızdan çıkan başka bir sonuç da, deprem sonrası stres tepkilerinin uzun dönem halkı rahatsız edebileceğidir. Bu bakımdan, gerek psikolojik desteğin gerekse rehabilitasyon çalışmalarının devamının sağlanması gereklidir. Çok şiddetli olmasa bile, Erzincan depreminden on altı ay sonra örneklerimizin % 37'si hâlâ duygusal sorunların kendilerini çok rahatsız ettiğini ifade etmiştir.

ve halkın hiçbir sorumluluk yüklenmemiş olması. Özellikle önceden hazırlık ve zararın azaltılması aşamalarında, özel sektör ve halkın, kâğıt üzerinde kalan yasa ve yönetmeliklere uyma zorunluluklarına da, yine yasalarca herhangi bir yaptırım getirilmemiş durumda.



Yönetsel Sorunlar

Yönetsel sorunlar, deprem zararlarının azaltılması konusunda karşılaşılan temel sorunlardan biri. Ülkemizde yürürlükteki yönetmeliklere uymadan yapı inşa etmek, yasalar önünde suç; ama bu adam öldürmek ya da hırsızlık gibi kamu vicdanını rahatsız eden bir nitelik taşımıyor. Çoğu zaman tersi bir durum sergiliyor. Bu da sorunun, bir bakıma en başta çözülmesi gereken ahlaki yanını oluşturuyor.

1985 yılında yürürlüğe giren 3194 sayılı İmar Kanunu gibi, sonuncusu 1998 yılında düzenlenen Deprem Yönetmeliği'nin (Âfet BölgelerindeYapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik) uygulaması da büyük oranda yerel yönetimlere bırakılmıştı. Bu, kuramsal olarak vatandaşa yaşadığı bölgeyi biçimlendirmeye seçim yoluyla katılma olanağı sağlayan, demokratik bir kararsa da, uygulamada önemli yapısal engelleri aşamıyor. Sözgelimi, bugün ülkemizde üç binden fazla belediye var, bunların sayısı da her geçen gün artıyor. Bu yerel yönetimlerin teknik eleman ve olanaklar bakımından âfetler konusundaki kanunları ve yönetmelikleri aynı düzeyde uygulayamamaları bir yana (nitelik ve sayı olarak), yeterli teknik eleman ve olanaklara sahip olduklarını düşünmek de sanıyoruz çok doğru olmaz. Hal böyleyken, ne belediyelere yapı (proje) denetimi yapmadıkları taktirde uygulanabilecek etkili bir yaptırım, ne de bu konuda ilgili bakanlıkların belediyeler üzerinde etkili olabilecek bir denetim mekanizması bulunuyor. Bunlar gibi, imar kanunumuzda herhangi bir inşaatı yapana yüklediği bir sorumluluk yok; müteahhitlerin müşterilerine karşı sorumlulukları da, yalnızca ekonomik düzeyde, Borçlar Kanunu uyarınca izleniyor. Yaptığı kusurlu yapıyla deprem sonucunda ölüme yolaçan birinin cezalandırılmasıysa, o kusuru bilerek ve planlayarak yaptığının kanıtlanmasını gerektiriyor. Böylesi bir kusurun, bilirkişiye dayalı hukuk sistemimizle saptanmasındaki güçlükler bir yana, suçun tek kanıtı olan enkazın da kısa sürede ortadan kaldırılmasıyla suç, yasalar önünde sıradan bir ölümle sonuçlanan trafik kazası niteliğine bürünerek böylece cezasız kalıyor. Böylece, sistem bozukluğunun faturasını en ağır biçimde ödeyenler başkaları için "talihsiz kader kurbanları", olayın kenidisi de tipik bir "alınyazısı"dır artık.

Genellikle konut olarak yapılan binalarda taşıyıcı sistemin (kolon, kiriş vb) normal koşullarda taşıyabileceği yükten daha fazlasına göre tasarlanması zorunluluğuna karşın, özel sermayenin yaptırdığı mühendislik uygulamaları bir yana, devlet tarafından yaptırılan bazı binalarda da bu kurala uyulmadığı görülüyor. Emniyet payının düşük olması, yapılan binanın ayakta durmasını engellemiyor; ama deprem ya da zemin oturması gibi bazı sıra dışı durumlarda yapının ayakta kalabilmesini de ancak emniyet katsayısının yüksek olması sağlıyor. Uygulamadaki bu türden aksaklıkların nedenleri arasında, ülkemizde yeterli sermayesi olan herkesin, gerekirse yasal boşluklardan da yararlanarak müteahhitlik yapabilmesi ve buna koşut olarak bu kişilerde herhangi bir yeterliliğin aranmaması yer alıyor. Bunun dışında, depreme dayanıklı, yüksek

Âfet yörelerinde çalışan yardım ekibi ve çeşitli sivil toplum örgütü gönüllülerinde de psikolojik tepkilere rastlanır ve onlara da psikolojik destek verilmesi çok önemlidir. Ankara'da Sivil Savunma Teşkilatı, Kurtarma ve Enkaz Kaldırma görevlileri ile yürüttüğüm bir seminerde, görev sırasında son görevlerinden (Dinar depremi dönemi) sekiz ay gibi bir zaman geçmiş olmasına rağmen, uyku sorunları (kâbuslar, âfet ile ilgili rüyalar, ölüleri görmek gibi), cesetlerin kendi yakınları ile özdeşleştirilmeleri, sinirlilik, saldırganlık, kaygı, aşırı geçimsizlik, korku (enkaz altında kalma, ölüm korkusu, titreşimlere hassasiyet), gelecek endişesi (bana bir şey olursa eşim ve çocuklarım ne olacak), unutkanlık, âfet ile ilgili yineleyen düşünceler, duygular ve hayaller (kadının sesi kulağımdan gitmiyor, çocuk cesedi gözlerimin önünden gitmiyor...) üzüntü ve moral bozukluğu (canlı olarak çıkarılamayan yaralılar için üzüntü; âfetzedeler için üzüntü) gibi şikayetlerin devam ettiği anlaşılıyordu. Tüm bu tepkiler göz önünde tutularak, bu gruba da deprem sonrası psikolojik destek verilmesi, olayla ilgili düşünce ve duygularını paylaşmalarına olanak sağlayacak ve görev sırasında ve hemen sonrasında verilecek psikolojik hizmetlerin kurumsallaştırılması ivedilikle gereklidir.

Deprem sonrası ortaya çıkan travma sonrası stres bozukluğu (PTSD) çok daha ciddi bir tablodur. Deprem olayının çeşitli yollarla tekrar yaşanması (elde olmadan tekrarlanan anılar, düşünceler, hayaller ve rüyalar, deprem sanki yeniden oluyormuş gibi hissetme veya davranma; depremi hatırlatan olay veya durumlarla karşılaşınca duyulan yoğun psikolojik sıkıntı), depreme eşlik etmiş olan çeşitli uyaranlardan sürekli kaçınma (deprem hakkında konuşmaktan, deprem ile ilgili görünen etkinliklerden kaçınma...), genel tepki düzeyinde azalma (insanlardan uzaklaşma, ilgi kaybı, duygulanımda kısıtlılık gibi) ve aşırı uyarılmışlık belirtileri (uykuya dalmada veya uykuyu sürdürmede güçlük, öfke ve sinirlilik, dikkati toplayamama, aşırı hareketlilik gibi). Deprem sonrası verilecek psikolojik destek ve normalleştirme hizmetleri bu anlamda önleyici hizmetlerdir ve daha ciddi sorunların ortaya çıkma olasılığını azaltır. Ancak deprem öncesi ruh sağlığı, kişilik özellikleri ve depremde yaşanan travmanın derinliğiyle bağlı olarak, deprem sonrası PTSD'nin bir kısım depremzedede ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu alanda yapılan çalışmalar bunun % 10-%15 arasında olduğuna işaret etmektedir. Önemli olan, deprem sonrası ortaya çıkan ve depremzedelerde yaygın olarak görülen psikolojik tepkilerle bu tablonun karıştırılmaması ve daha şiddetli ve kalıcı tepki gösteren depremzedelerin profesyonel hizmet için yönlendirilebilemeleridir.

Âfetlerde hizmet veren personelin daha önceden olaya hazırlanmaları da gereklidir. Bu alanda çalışacak personel, kişilik yapıları ve görev için gerekli beceriler göz önünde tutularak seçilmeli, kendilerine stres yönetimi ve strese aşılama programları hizmet içi uygulamayla verilmelidir.

Deprem sonrası psikolojik destek verecek psikologların eğitimi ve âfet psikoloğu kavramının Türkiye'de yerleştirilmesi, bundan sonraki âfetler için yapılabilecek önemli bir hazırlık olarak belirmektedir. 17 Ağustos depremi sonrası psikologların sahada kazandıkları deneyimler ve alana doğan yoğun ilgi, bu konunun ivedilikle ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Literatürden elde edilen bilgilerle kendi deneyimlerimizi birleştirerek bir eğitim programının geliştirilip yaygınlaştırılması bu depremin bir kazanımı olacaktır.

Bu yazı, MESA Deprem Güvenli Konut Sempozyu Bildiriler Kitabı'nda yer alan "Afetin Psiko-Sosyal Boyutları" adlı bildiriden alınmıştır.

kalitedeki betonun ancak yeterli teknik koşulların sağlandığı beton santrallerinde ya da hazır beton tesislerinde üretilebildiğini söylemek gerekir. Çünkü betonun istenilen kalitede olması, üretildiği bölgenin iklim koşullarından tutun da bünyesindeki kum, çakıl, çimento, su vb. elemanların temizliğine, karışım oranına, ortamın sıcaklığına kadar bilimsel anlamda kontrol altında bulundurulması gereken bir çok değişkene bağlı. Dolayısıyla yapı sahiplerinin konuya yaklaşımı ne denli iyi niyetli olursa olsun, el yordamıyla yeterli kalitede beton elde etmeleri pek de olası gözükmüyor. Sonuçta, ülkemizde deprem sonrası ortaya çıkan zararın yüksek düzeyde olmasının denetimsizlikten, yasal boşluklardan, kişisel yarar sağlamak amacıyla alınmış kararlardan, daha da önemlisi deprem sorununun toplumumuzun hiçbir kesiminde sahiplenilmemesinden kaynaklandığı rahatlıkla söylenebilir.

Bugünkü duruma bakıldığında, herhangi birinin devlet arazisine ya da imara açık olmayan alanlara kaçak olarak inşa ettiği yapılar, bir parça düzgün işçiliği de varsa, kolayca alıcı bulabiliyor. Yapıldıktan sonra gerçekleşecek ilk seçimde, politik çıkarlar doğrultusunda affedilen ve imara geçen bu yapılar, yasalara ve yönetmeliklere uygun yapılmışlarcasına, kanalizasyon, yol, ulaşım, enerji ve çevre düzeni gibi hizmetlerden de yararlanıyorlar. Meydana gelecek ilk depremde neredeyse yerle bir olan bu tür yapıların yanında, zarar gören tüm yapıların onarılması ve yeniden yapılması da dahil olmak üzere, deprem sonrası ortaya çıkan tüm maddi zarar da ülke yönetimince yükleniliyor. Böylece yapılan iş sonuçta, sorumsuzca verilen birtakım kararların ve bu doğrultuda gerçekleştirilen uygulamaların faturasının, hepimizden toplanan vergilerle ödenmesinden başka bir şey olmuyor. Zemin incelemesi yapılmamış, imara açık olmayan alanlara, hatta kamu arazisine yasadışı yollarla inşa edilen yapıların elektrik, su, telefon gibi gereksinimleri pek de zorlanılmadan elde edilebiliyor. Çünkü hiçkimse, söz konusu yapıların depreme karşı dayanımının olmadığını, dolayısıyla yasalara göre bu gibi hizmetlerin verilemeyeceğini söylemiyor. Bu anlamda hazırlanmış ve uygu-



lanan bir yasanın olmayışı bir yana, konut satın alan insanların da yapının dayanıklılığıyla ilgili endişelere sahip olmadığı gözleniyor. Belki de sorunun üzerinde durulması gereken en can alıcı noktası bu: Ülkemizde, konut edinirken, onun depreme karşı dayanıklılığıyla ilgili sorular akla en son geliyor. Bu da bizim, birlikte yaşamak zorunda olduğumuz depremleri ne derece önemsediğimizi açık bir göstergesi. Kırsal alanda yaşayan insan sayısının gün geçtikçe azaldığı, buna karşın kentlerdeki, daha doğrusu kent varoşlarındaki nüfusun giderek arttığı ülkemizde, denetimsiz yapılaşma, var olan konut açığını körükleyen önemli bir sorun olarak kendini gösteriyor. En önemli gereksinimlerimizden biri olan konut gereksinimi de bu yolla yeterince sağlıklı olmayan bir biçimde karşılanmış oluyor.

Eğitim

Bu sorun kuşkusuz yalnızca merkezi ya da yerel yönetimlerin sorunu değil. Bu ülkede yaşayan herkesin sahiplenmesi gereken bir sorun; çözüme yönelik olarak herkesin yapabileceği bir şeyler var. Ancak herkesin bu sorunu sahiplenebilmesinin, sorunun önemiyle ilgili yeteri kadar bilgi birikiminin bulunmasına bağlı olduğu göz önüne alınırsa, eğitimin önemi çıkıyor ortaya. Özellikle ilk ve ortaöğretimde, konut edinirken, kapı-pencere doğramaları ya da musluk ve parke kalitesinden çok, konutun depremlere karşı dayanıklı olup olmadığına dikkat edilmesi bilinci verilmeli.

İlk ve ortaöğretimden başlayacak ve zorunlu olarak verilecek bu konudaki bir derste, depremin kader olmadığı, üzerinde yaşadığımız yerkabuğunun yapı karakterinden kaynaklandığı, yeryuvarının oluşumundan bu yana olageldiği, bundan sonra da süreceği öğretilmesi; verilen bilgilerin deprem riskini artıran ve azaltan etkenleri; deprem öncesinde, deprem sırasında ve sonrasında yapılması gerekenleri kapsaması gerek. Bu konudaki temel eğitimi ve öğretimi almış olacak her bireyin, yaşadığı doğal çevreyi ve bu çevrenin sahip olduğu deprem riskini tanıyacağı kuşkusuz. Ayrıca, inşaat mühendisi, mimar, kent plancısı, yerbilimci yetiştirilen üniversitelerde, ülkemizin sahip olduğu doğal âfet riskiyle âfet zararlarının azaltılması konusunda temel derslerin verilmiyor oluşu da önemli bir eksiklik. Bunun da bir an önce giderilmesi gerekiyor.

Büyük can kayıplarının ve bunu izleyen kısa süreli ucuz hüzün edebiyatının ardından, "bu işten ne kazanırız" hesabının yapılmaya başlanması, bundan öte "bu işten kârlı çıktık!" havasının esmesi, ağırbaşlılıktan uzak, duyarsız ve bayağı yararcılık, bu konuda ülkemizin geleceği hakkında olumlu düşünmeyi daha da güçleştiriyor. Aslında yaşadığımız depremlerin gösterdiği başka bir şey de, ükemizdeki toplumsal ve siyasal yapının ataleti. Depremlerden sonra, kısa süreli bir sendelemenin ardından, herşey eski yerine oturabiliyor. Bir-iki müteahhit ve yetkili dışında suçlanacak kimse kalmıyor. Halbuki, devletin birincil görevi, vergi topladığı yurtdaşının canını korumak. Bu yalnızca dışarıdan gelecek silâhlı bir saldırıya karşı değil, trafik kazalarından hastalıklara, siyasal hatalardan cehalete, doğal âfetlere kadar geniş bir yelpazede gözlenen tehlikelere karşı da olmalı.

Murat Dirican

Konu Danışmanı: Oktay Ergünay
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Üyesi

Kaynaklar:
Karancı, N., "Afetlerin Psiko-Sosyal Boyutları", *MESA Deprem Güvenli Konut Sempozyumu*, MESA Yayınları, 1999, Ankara.
Gülkan, P., "Afetlere Karşı Hazırlıklı Olma: Planlama ve Yapı Denetimi", *MESA Deprem Güvenli Konut Sempozyumu*, MESA Yayınları, 1999, Ankara.
Soygür, Ü., "Depremlerle Birlikte Yaşamak", Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları 15-16 Şubat 1996, *TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 1996, Ankara.
Ergünay, O., "Afet Yönetimi nedir? Nasıl Olmalıdır?" Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları 15-16 Şubat 1996, *TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 1996, Ankara.
Gündoğdu, O., "Türkiye'de ıkıcı Depremlere Karşı Alınması Gereken Önlemler ve İstanbul Örneği" Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları 15-16 Şubat 1996, *TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 1996, Ankara.
Tankut, T., "Deprem Zararlarının Azaltılmasında Yurttaş Eğitiminin Önemi" Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları 15-16 Şubat 1996, *TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 1996, Ankara.
Kuban, D., "Depremsel Barbarlıklar" *Cogito*, Sayı:20, Yapı Kredi Yayınları, 1999, İstanbul.
"Hayatı Depremin Yasalarına Göre Kurmak Gerekir", Açıkoturum, *Cogito*, Sayı:20, Yapı Kredi Yayınları, 1999, İstanbul.
"Depremin Sosyal ve Siyasal Etkileri", Açıkoturum, *Cogito*, Sayı:20, Yapı Kredi Yayınları, 1999, İstanbul.
"Deprem Fonunda Bir Milyon Lira Vardı", Açıkoturum, *Cogito*, Sayı:20, Yapı Kredi Yayınları, 1999, İstanbul.



Maddenin Aslı

Eşiğinden ilk adımımızı attığımız yeni binyıl, sıfırlarının vurguladığı yeni başlangıcı yepyeni bir fizikle yapmaya hazırlanıyor. Artık tanıdığımız değil, tanımadığımızın peşindeyiz. Evreni dolduran karanlık madde, şimdiye kadar farkına varmadığımız yeni doğa kuvvetleri, bu kuvvetlerin birleştirilmesi, kuramsal fiziğin yeni uğraşı alanları olacak. Ancak kapanmamış birkaç hesap da yok değil!... Bunların başında 30 yıldır fiziğin "arananlar" listesinin başında bulan Higgs bozonu geliyor. Tüm madde parçacıklarına kütle kazandıran bir maddeyi, bir anlamda maddenin temelini arıyoruz. Bulunması, yalnızca bir merakın giderilmesi anlamına gelmiyor. Yeni fiziğin oturacağı kuramsal temelleri de bütünleyecek, sağlamlaştıracak. Parçacığın başına konan ödül büyük. Avrupa ve Amerika'nın iki büyük parçacık avcısı bu büyük onurun peşinden koşuyor. En yetkin fizikçiler, maddenin temelini önümüzdeki birkaç yıl içinde ortaya çıkaracakları konusunda öylesine güvenliler ki, anlaşılan yeni binyılın ilk önemli keşfi için çok fazla beklemeyeceğiz…

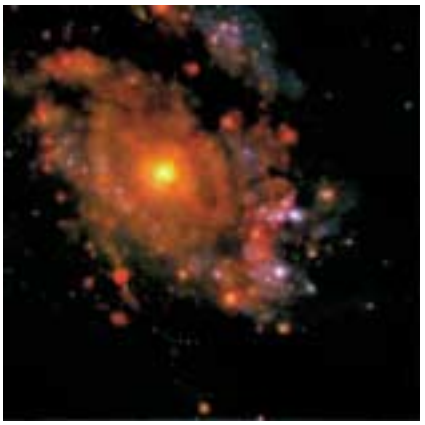
MADDEDEN YAPILIYIZ. Gördüğümüz her şey de maddeden. Güneşimiz ve evrendeki katrilyonlarca benzeri, üstünde yaşadığımız gezegen, soluduğumuz hava, okuduğunuz bu sayfa, derginizi tutan eliniz hep madde. Küçüğe doğru yolculuğumuzu biraz daha sürdürelim: Madde, moleküllerden yapılı, moleküller atomlardan; atomlar, çapı santimetrenin yüz milyonda biri olan bir elektron bulutundan ve bu bulutun çapından yüz bin kez küçük bir çekirdekten oluşuyor. Çekirdek de proton ve nötronlardan. Her proton (ya da nötron), elektronun yaklaşık 2000 katı kütleye sahip. Çekirdek parçacıkları da daha temel parçacıklardan, kuarklardan yapılı…

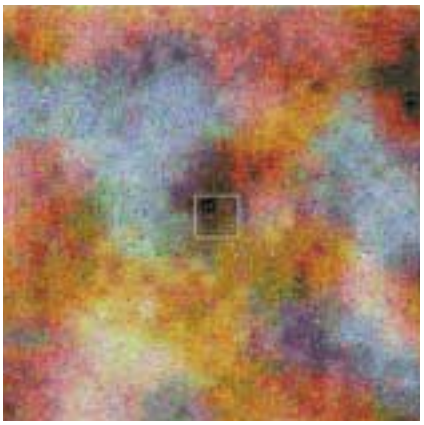
Peki çevremizde gördüğümüz şeylerin boyutlarını, hatta kendi boyutlarımızı belirleyen ne? Söyleyelim, moleküllerin boyutları. Bunu belirleyense atomun büyüklüğü. Atomun büyüklüğü, çekirdek çevresinde dönen elektronların yörüngesiyle belirleniyor. Bu yörüngelerin çapıysa, elektronun kütlesine bağlı. Elektron biraz daha küçük olsaydı, yörüngelerin çapı, dolayısıyla da atomların boyutları, sonuç olarak gördüğümüz her şey daha küçük olurdu. O halde elektronun kütlesi, evreni açıklayabilmek için çok önemli. Ama besbelli ki, ne uçsuz bucaksız evren, ne de atom parçacıklarının mikrodünyası tek bir temel parçacıkla açıklanabilir. En hafif temel parçacık olan elektronun yanı sıra daha başka temel parçacıklar da var. Bunların en ağırı da, geçtiğimiz yıllarda bulunan ve kütlesi elektronunkinin 350 000 katı olan üst kuark. Tüm bu temel parçacıkların ve bunların etkileşimini sağlayan başka türden parçacıkların farklı farklı kütleleri var.

Kütle hepimiz için öylesine doğal bir şey ki, pek çoğumuz bunun önemini aklımıza bile getirmemişizdir. Nereden, nasıl geldiğini düşünmemişizdir. Oysa kütlenin evrende yaşamsal bir önemi var. Nedeniyse çok basit: Nesneleri ağırlaştırıyor. Hareketlerini yavaşlatıyor. Tıpkı şişman birinin biraz koşunca soluğunun yetmemesi, yavaşlaması gibi, büyük kütleli parçacıkların da erimi az oluyor. Tüy sıkletlerse hem maratoncu, hem de hız rekortmeni süper atletler. Kütle olmasaydı, evren, içinde parçacıkların ışık hızıyla sağa sola uçuştuğu delicesine çalkantılı bir denizi andırırdı. Moleküller oluşamazdı. Dahası yaşam ortaya çıkamazdı. Ne mutlu bizlere ki, kütlesiz bir evrende yaşamıyoruz. Protonların, nötronların, elektronların, kısacası bildiğimiz atomları oluşturan parçaların, hatta bunları da oluşturan daha temel parçaların kütleleri var. İşte bu kütle evrene düzen getiriyor; üzerinde yaşayabildiğimiz gezegenler ortaya çıkarıyor, Güneş'in parlamasını sağlıyor. Kütle, yaşamın temeli.

Gelgelelim, yaşamı böylesine kolaylaştıran kütle, fizikçilerin işini güçleştiriyor. Boşlukta ışık hızıyla uçuşan parçacıkların kuramını oluşturmak daha kolay. Fizikçilere göre temel doğa kuvvetleri, büyük patlama öncesinde olduğu gibi özdeş, başka bir deyişle simetrik olmalı. Yani her temel kuvvet aslında ötekilerin başka bir açıdan görünümü olmalı. Örneğin, atom çekirdeklerinin bozunmasına yol açan zayıf

çekirdek kuvvetiyle, atomları bir arada tutan elektromanyetik kuvvetin aslında "elektrozayıf" adlı tek bir kuvvet olduğu kanıtlandı. Bu durumda bu kuvvetleri taşıyan parçacıkların, yani bozonların da simetrik olması gerek. Elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısı, kütlesiz olduğunu bildiğimiz foton. Deneyler, fotonun kütlesinin, elektronun kütlesinin "Katrilyonda birinin katrilyonda birinden" (10^{-30})büyük olamayacağını gösteriyor. Kuramsal olaraksa sıfır olması gerekiyor. Kütlesi olmadığı için foton, hem en hızlı parçacık, hem de sınırsız erimli. Oysa bakıyoruz zayıf kuvveti taşıyan W^+, W^- ve Z^0 bozonları çok kısa erimli. Bu nedenle zayıf etkileşimin erimi, atom çekirdeğinden daha da kısa ; santimetrenin katrilyonda biri (10^{-15}cm) kadar. O halde bu etkileşimin araçlarının kütleleri olmalı. Gerçekten de bu bozonların sonradan bulunan kütleleri 81 ve 93 milyar elektronvolt (GeV). Yani protonun kütlesinin aşağı yukarı 100 katı. Princeton Üniversitesi İleri Araştırmalar Enstitüsü fizikçilerinden Frank Wilczek'e göre, işte bu kütle elektrozayıf kuramı çarpıtıyor. 1960'lı yıllarda elektrozayıf kuvvet kuramını geliştiren ABD'li fizikçi Sheldon Glashow, iki kuvveti birleştirebilmek için zayıf kuvvet bozonlarına kaynağını bilmediği bir kütle koymak zorunda kaldı. Simetrik olması gereken kuvvet taşıyıcılarından biri kütlesiz, ötekilerse kütleye sahip. İşte bu paradoks, fizikçileri, parçacıklara kütle kazandırarak aslında varolan simetriyi perdeleyen yeni bir parçacık, bir Higgs parçacığı düşüncesine götürdü. Bu öyle bir parçacık ki, yalnızca kuvvetlerin etkileşimini açıklayan Standart Model'in imdadına yetişmekle kalmıyor. Zayıf kuvvette belirgin olan ve bir anlamda yaşamımızı





Evrende gökadalar gibi en büyük ve kuarklar gibi en küçük yapılar, varlıklarını Higgs parçacığına borçlular.

kendisine borçlu olduğumuz "eşleniklik bozulması"nı da açıklıyor. Standart Model'in son sınavı anlamına gelen "büyük birleştirme kuramları" ve bir adım ötesi olan "her şeyin kuramları" için de bu parçacık anahtar konumda. Bu niteliğinden ötürü, bu kuramsal parçacık, Nobel Ödüllü fizikçi Leon Lederman tarafından "Parçacıkların tanrısı" (God Particle) diye adlandırılıyor. Ancak Higgs parçacığı, yaşamsal olduğu kadar da gizemli. Hangi enerji düzeyinde varolduğu bilinmediği gibi, varlığı bile, üstelik varlığını gerektiren matematik modelin kurucularından birince sorgulanıyor. Kimi fizikçiler Higgs parçacığını, bu bilinmezliğinden ötürü "Standart Model'in sorunlarının altına süpürüldüğü bir 'cehalet halısı'" olarak nitelendiriyorlar. Mizah duyguları gelişkin bazılarına göreyse, "Higgs parçacığı, Standart Model'in tuvaletine benziyor; her eve böyle bir şey gerekli; ama kimse bundan sözetmekten hoşlanmaz."

Ancak fizik topluluğunun büyük çoğunluğu, Higgs'in varlığı konusunda o kadar güvenli ki, Standart Model'in tutarlılığını ve kendi saygınlıklarını bu keşfe bağlamaktan çekinmiyorlar. Çoğu, bu parçacığın, tek ya da bir aile olarak önümüzdeki 10 yıl içinde bulunacağından kuşku duymuyor.

Standart Model, maddenin temel yapıtaşlarını ve bunların etkileşimlerine aracılık yapan temel kuvvetleri betimleyen kuram. Bu modele göre tüm maddesel evren, birbirleriyle dört temel kuvvet aracılığıyla etkileşen kuark ve leptonlardan oluşur. Bu dört temel kuvvet, kütleçekimi, elektromanyetizma, zayıf çekirdek kuvveti ve şiddetli çekirdek kuvveti. Örneğin şiddetli kuvvet, proton ve nötronları oluşturmak üzere kuarkları birbirine bağlar; artakalanı da, bu proton ve nötronları atom çekirdeği içinde birbirine bağlar. Elektromanyetik kuvvet, çekirdeklerle, bir lepton türü olan elektronları birbirine bağlayarak atomları oluşturur; artakalanı da atomları molekül yapısı içinde birbirine bağlar. Zayıf kuvvetse, çekirdek bozunmasından sorumlu. Zayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerin etkileri son derece kısa erimli: bir atom çekirdeğinin yarıçapını aşamıyorlar. Kütleçekimi ve elektromanyetizmanın erimleriyse sınırsız. İşte bu nedenle en çok tanıdığımız kuvvet bu ikisi.

Ancak tüm göz alıcı başarılarına, deneylerin kanıtladığı öngörülerine karşın Standart Model, evreni tam olarak açıklayamıyor. Bu nedenle Fizikçilerin Standart Model hakkındaki duyguları, saygıyla karışık bir doyumsuzluk. Nedenlerine gelince, her şeyden önce kütleçekimini içermiyor. ABD'nin Fermi Ulusal Laboratuvarı araştırmacılarına göre "Standart Model'in ikinci ve aynı derecede rahatsız edici bir sorunu da, en az yanıtladıkları kadar yeni soru ortaya çıkartması: Örneğin, neden yalnızca dört kuvvet var da, altı ya da bir değil? Neden yalnızca

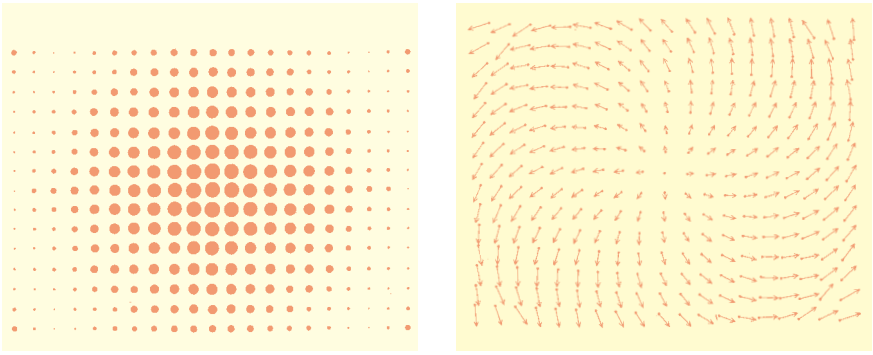
Leptonlar

Parçacık	Simge	Kütle (MeV)	Elektrik Yükü
Elektron Nötrinosu	ν_e	>0,00001	0
Elektron	e^-	0,511	-1
Muon Nötrinosu	ν_μ	Bilinmiyor	0
Muon	μ^-	106,6	-1
Tau Nötrinosu	ν_τ	Bilinmiyor	0
Tau	τ^-	1784	-1

Kuarklar

Parçacık	Simge	Kütle (MeV)	Elektrik Yükü
Yukarı	u	310	+2/3
Aşağı	d	310	-1/3
Tılsımlı	c	1500	+2/3
Garip	s	505	-1/3
Üst	t	174000	+2/3
Alt	b	5000	-1/3

Kuvvet	Erim	Taşıyıcı	Kütle (GeV)	Spin	Elektrik Yükü
Kütleçekimi	Sonsuz	Graviton	0	2	0
Elektromanyetik	Sonsuz	Foton	0	1	0
Zayıf	10^{-16} cm'den az	W^+	81	1	+1
		W^-	81	1	-1
		Z^0	93	1	0
Şiddetli	10^{-13} cm'den az	Gluonlar (8)	0	1	0



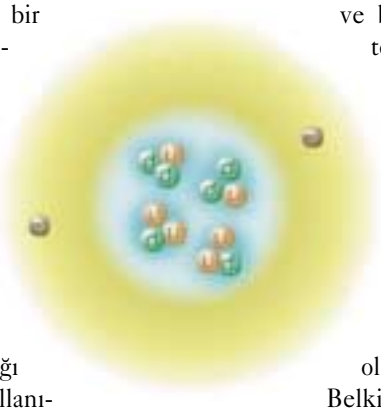
Skaler alan (solda), içindeki her noktanın, burada noktalarla tanımlanmış bir büyüklükle ilintili olduğu alandır. Vektör alansa (sağda), Hem burada okların uzunluğuyla gösterilmiş bir büyüklüğe, hem de bir yöne sahip olan alandır. Elektromanyetik, zayıf ve şiddetli alanlar vektör alanlardır. Higgs alanınınsa bir skaler alan olması gerekiyor.

görebildiğimiz parçacıklar var da başkaları yok? Parçacıkların öyle deli kızın çeyizi gibi farklı farklı kütlelerini yaratan ne?" Fizikçiler, Standart Model'in derinliklerinde işlerin doğru gitmediği düşüncesinde. "Daha büyük, daha güzel bir kuram, bir 'her şeyin kuramı' olmalı". Gene burada imdada yetişen Higgs Parçacığı. Ancak değişik kuramlar, değişik Higgs yapıları gerektiriyor. Fermilab kuramcılarından Chris Hill, "Higgs'i, ya da orada her ne varsa bulup ortaya çıkartın, o da size Standart Model'i kırıp açsın" diyor.

Fizikçilerin düşü, "her şeyin kuramı". Bu, basit, tüm enerji düzeylerinde geçerli olacak, hatta evrenin ilk anlarındaki cehennemi sıcaklıklarda, her şeyin tek bir noktaya kadar sıkışmış olduğu dönemlere kadar gidebilecek bir kuram. Gelgelelim, böyle bir modelin denenmesi için gerekli enerji düzeyleri, akıl almaz boyutlarda ve günümüz teknolojisinin ufuklarının çok ötesinde. Gerçi yaratıcı bazı yöntemlerle, bu sınavın günümüzde varolan ya da yakın bir gelecekte ortaya çıkacak parçacık hızlandırıcılarında elde edilebileceği, kuramsal olarak öngörülüyor. Ama Higgs Parçacığı, daha doğrusu "parçacıkları" daha kestirme bir yol vaat ediyor. Çünkü Chris Hills'e göre "Tek bir Higgs, geçici bir çözüm; Standart Model'in hastalığını iyileştirebilecek uzun dönemli bir tedavi değil".

Şimdilik işe basitinden başlayalım, ve Standart Model'in tedavi edilip edilemeyeceğine bakalım. Higgs parçacığı ya da daha doğru kullanımıyla "Higgs Bozonu"nun en yalın hali, hangi işleri başarıyor.

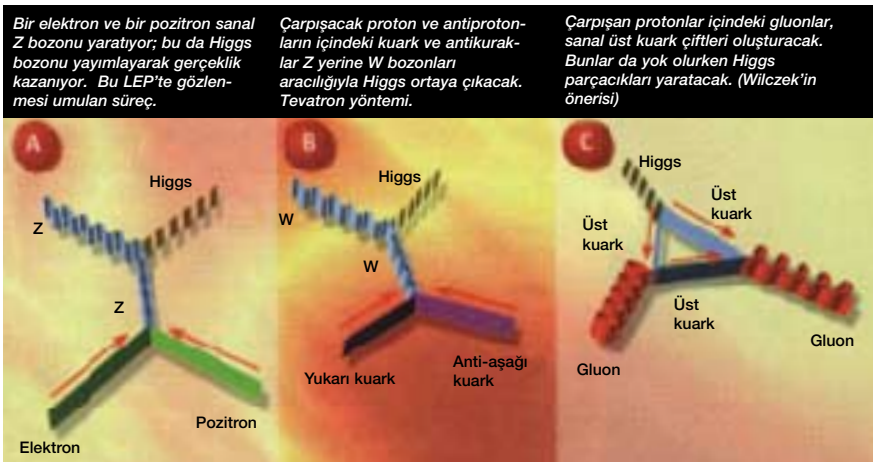
Ne yazık ki, Higgs bozonunun bulunabileceği matematiksel modeli ortaya koyup, bunun için de öğrencisi Gerardus 't Hooft'la geçen yılın Nobel Fizik Ödülü'nü paylaşan Hollandalı fizikçi Martinus J.G. Veltman, böyle bir parçacığın varlığından kuşkulu. "Şimdiye değin varlığı konusunda inandırıcı bir kanıt bulunamadığı gibi, yokluğu konusunda pek çok ipucu var" diyor. Ona göre Higgs mekanizmasının yararı, Standart Model'e matematiksel bir tutarlılık sağlaması, bu modeli günümüz parçacık hızlandırıcılarının erimi dışındaki enerjiler için de uygulanabilir hale getirmesi. Higgs bozonuna asıl ününü kazandıran ve parçacık fizikçilerinin düşlerini süsleyen işlevine, yani tüm parçacıklara kütle kazandırmasına gelince, Veltman'ın bu konuda da kuşkuları var. Bu karamsarlık, Hollandalı fizikçinin Standart Model'e olan bağlılığından kaynaklanır görünüyor. "Çağdaş kuramsal fizik", diyor Veltman, "Higgs bozonu gibisinden icatlarla boşluğu öylesine dolduruyor ki, insanın berrak bir gecede yıldızları nasıl görebildiğine bile şaşası geliyor." Ancak Veltman, ileride yeni hızlandırıcıların Higgs bozonu için doğrudan kanıt bulmasını ve bu parçacığın varlığını temel alan yaklaşımları haklı kılmasını tümüyle olasılık dışı saymasa da, işin sanıldığı kadar kolay olmadığını vurguluyor. "Ama," diyor, "böyle bir başarı dahi, Standart Model'in tümüyle yanlış olduğu anlamına gelmez. Belki şunu söylemek daha doğru olur: Standart Model, gerçeğin, basitleştirilmiş bir durumudur. Ama, başarılı bir basitleştirmedir".



Varlığı konusundaki kuşkularına karşın Veltman, gene de Higgs bozonunun öteki parçacıklara kütle kazandırma mekanizmasının başarılı bir popüler betimlemesini yapıyor.

Higgs bozonunun kütle yaratmasının temelinde alan kavramı yatıyor. Alan, örneğin sıcaklık gibi bir sayısal büyüklüğün, her noktasında betimlendiği bir uzay-zaman bölgesi. Örneğin, içinde kızartma yaptığımız bir tavanın yüzeyi. Fizikteyse alan kavramı, kütleçekim alanı, elektromanyetik alan gibi duyu ya da aygıtlarla algılanabilen varlıklar için kullanılır. Alanlar, genellikle varlıklarını bir aracı parçacığın değiş tokuşu sayesinde duyururlar. Örneğin, elektromanyetik alanın aracı parçacığı foton, ya da ışığın bir paketçiğidir. Kütleçekim alanının aracı parçacığıysa, henüz varlığı gözlenememiş olan graviton. Zayıf alanın aracıları W^+, W^- ve Z^0 adlı vektör bozonları, Şiddetli alanınkilerse sekiz ayrı gluon. Benzer biçimde, Higgs alanının aracı parçacığı da Higgs bozonu oluyor.

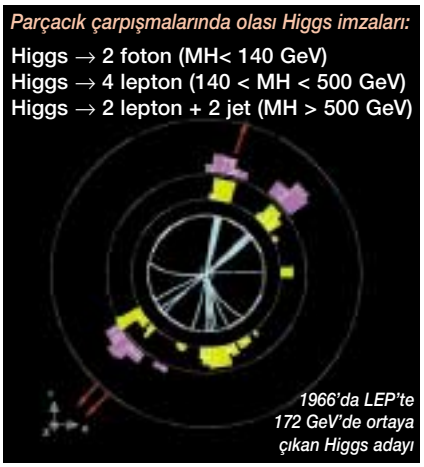
Peki bu Higgs alanı nasıl bir şey ve nasıl etki yapıyor? Bu soruları cevaplandırmak için farklı benzetmelerden yararlanıyorlar. Hepsinin ortak noktasıysa, bu alanın, uzay zamanın her yerini dolduruyor olması. Yani uzay zamanın boşluğu aslında boş değil; bu sabit değerli alanla dolu. Higgs parçacığının peşindeki avcılar sürüsü bu alanı, kendisine sürünen parçacıkları ağırlaştıran yapışkan bir maddeye, bir tür zamka benzetiyorlar. Fiziğe göre zaten kütle, bir atalet, maddenin harekete direnme eylemi. Kuramcılara göre Higgs alanı, parçacıklara takılarak kütle yaratıyor. Bu takılmanın şiddetine koşut olarak parçacık uzayda bir potansiyel enerji kazanıyor. Einstein'ın $E=mc^2$ formülü uyarınca yapışma enerjisi, aynı zamanda kütle demek. Yapışma ne kadar güçlüyse, kütle de o ölçüde büyük oluyor. Fizikçilerin Higgs alanını ve etkisini açıklamak için kullandıkları bir başka benzetme de mürekkep ve kurutma kâğıdı: Bu örnekte kâğıt parçaları değişik parçacıkları, mürekkepse enerjiyi, ya da kütleyi temsil ediyor. Tıpkı değişik boyut ve kalınlıktaki kâğıtların mürekkebi farklı miktarlarda emmesi gibi, değişik parçacıklar da



Bir elektron ve bir pozitron sanal Z bozonu yaratıyor; bu da Higgs bozonu yayımlayarak gerçeklik kazanıyor. Bu LEP'te gözlenmesi umulan süreç.

Çarpışacak proton ve antiprotonların içindeki kuark ve antikuarklar Z yerine W bozonları aracılığıyla Higgs ortaya çıkacak. Tevatron yöntemi.

Çarpışan protonlar içindeki gluonlar, sanal üst kuark çiftleri oluşturacak. Bunlar da yok olurken Higgs parçacıkları yaratacak. (Wilczek'in önerisi)



***Higgs Oluşum Modelleri:** Higgs parçacıkları en güçlü biçimde öteki yüksek kütleli parçacıklarla etkileştiklerinden, bunları elektron gibi hafif parçacıkları çarpıştırarak doğrudan elde etmek güç. Dolaylı yoldan, sonradan Higgs parçacıklarına bozunan sanal Z ve W bozonlarıyla, ya da üst kuark çiftlerinden elde edilebilecekleri düşünülüyor.*

farklı miktarlarda enerji, ya da kütle çekiyorlar. Bir parçacığın gözlenen kütlesi, onun enerji soğurma kapasitesine ve uzaydaki Higgs alanının şiddetine bağlı oluyor.

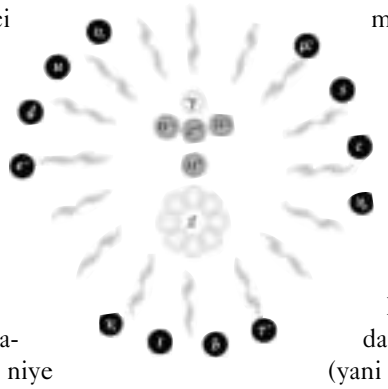
Peki, bu Higgs alanı, nasıl bir şey? Eğer parçacıklara kütle kazandırıyorsa, bu alanın, boşlukta bile sıfır olmayan, değişmeyen bir değeri olması gerekiyor. Ayrıca Higgs alanının, skalar bir alan olması da gerekli. Skalar alan, parçacıkların etkileşiminde önem taşıyan iki tür alandan biri. Bu öyle bir alan ki, içindeki her noktada yalnızca belli bir büyüklük olur. Öteki önemli alanaysa vektör alanı deniyor. Öyle bir alan düşünün ki, içindeki her noktada yalnızca bir büyüklük değil, ok işaretleriyle gösterilen bir de yön olsun. Uzayın her noktasında vektör alanının büyüklüğü, okun uzunluğuyla, yönüyse, ok ve ucunun konumuyla gösterilir. Elektromanyetik alanla, çekirdek kuvvetlerini oluşturan şiddetli ve zayıf alanlar birer vektör alandır. Kütleçekim alanıysa, tensör alan denen daha karmaşık bir alan.

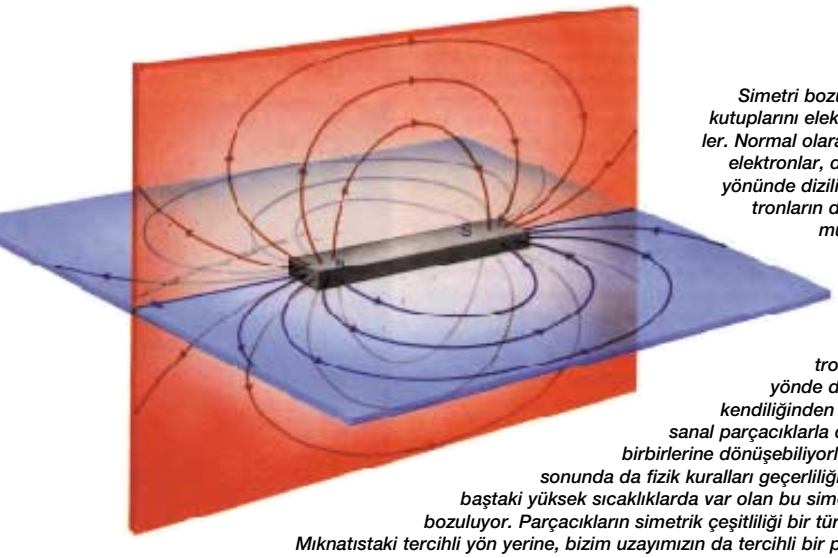
Higgs alanının neden skalar bir alan olması gerekiyor? Çünkü bir vektör alanı olsaydı, bir parçacığın kütlesinin, alan içindeki açısına göre değişmesi gerekirdi. Basite indirgenecek olursa, belli bir yerde otururken sizin, benim sahip olduğumuz kütle sağa dönersek farklı, sola dönersek farklı olurdu. Özetle Higgs alanı, spinsiz (dönmesi olmayan) bir alan. Spin, atomaltı dünyadaki etkileşimleri betimleyen kuantum mekaniğinin bir özelliği. Kabaca, bir topun kendi ekseni etrafında dönmesine benzetilebilir. Temel parçacıkların ya tam sayıda (0, 1, 2 gibi), ya da sonu yarımla biten kesirli (1/2, 3/2 gibi) spinleri oluyor. Bunlardan tam sayıda spinleri olanlar, bozon olarak tanımlanıyor. Yarımlı spinleri olanlaraysa fermiyon deniyor. Bu iki gruba giren parçacıkların birbirinden çok farklı özellikleri var. Örneğin fermiyonlar, uzayda aynı yeri paylaşamıyorlar. Bozonlarsa bir araya kümelenebiliyorlar. Higgs alanı spinsiz olunca, haliyle aracı parçacığı olan Higgs bozonunun da spinsiz olması gerekiyor. Yani Higgs bozonu, kuramsal olarak 0 spinli bir parçacık. Bir skalar bozon. Alanlarla bağıntılı öteki bozonların büyük çoğunluğuysa, 1 spin değerine sahip vektör bozonları. Örneğin foton, gluon, ve W^+, W^- ve Z^0 bozonları 1 spinli vektör bozonları sınıfına giriyor.

Vektör bozonları, doğanın temel kuvvetleriyle ilişkili. Higgs bozonuysa, skalar bir bozon. O halde, parçacıkların Higgs alanına yapıştıkları kuvvet de, değişik, yeni bir kuvvet olmalı. Veltman, kuramsal olan bu kuvvetin, standart modeldeki matematik tutarlılığı güçlendirmek için gerekli olduğunu söylüyor. Ve matematik anlamda da Higgs kuvveti, son yıllarda fiziğin gündemine giren (itici ve değişken) "beşinci kuvvet" gibi davranıyor. Ancak Higgs kuvveti beşinci kuvvete oranla daha zayıf ve çok daha kısa erimli.

Diyelim böyle aracı parçacığıyla, yaptığı etkiyle tam donanımlı bir Higgs alanı var? Peki ama biz niye öteki kuvvet alanları gibi bunun da farkına varamıyoruz?

Frank Wilczek görünürdeki bu paradoksu şöyle açıklıyor: "Bir çubuk mıknatısın içinde yaşadığımızı varsayalım" diyor Princeton kuramcısı. Fizik kurallarının tercihli bir yönü olmamasına karşılık, bir mıknatısın belli bir yönü, yani kutbu var. Peki bu yön nereden geliyor? Elektronların dizilişinden. Herhangi bir madde içindeki elektronlar, aslında küçük birer mıknatıs gibi davranırlar. Her elektron, spin ekseni doğrultusunda hareket eder. Yalıtılmış bir elektronda bu doğrultu önemli değildir. O yönde de hareket edebilir, bu yönde de. Fizikte buna dönüş simetrisi denir. Ama bazı maddelerde, örneğin demirde, komşu elektronların spinleri hep aynı yönü gösterir. Minimum enerji durumuna gelebilmek için tüm elektronların spinleri aynı yönü tutturmak zorundadır. Bu yön de mıknatısın kutbunu belirler. Görünürde dönüş simetrisi kaybolmuştur. Ama mıknatısı 870 °C'ye kadar ısıttığınızda, yeterli enerjiyi kazanan elektronlar, bu takım ruhundan uzaklaşır ve her birinin spini farklı yönü gösterir. Demir, mıknatıs özelliğini yitirir. Maden soğutulduğundaysa yeniden manyetik hale gelir; ama çoğu kez kutbu bir başka yönü gösterir. Aslında elektronların spin enerjilerini biraz arttırarak da, tercihli spin yönünü (yani manyetik kuzeyi) ağır





Simetri bozulması: Bir mıknatısın kutuplarını elektronların dizilişi belirler. Normal olarak her yöne gidebilen elektronlar, demir içinde aynı spin yönünde dizilirler. Görünürde elektronların dönüş simetrisi bozulmuştur. Ancak, çubuğu ısıttığımızda bu yön ortadan kalkar. Mıknatıs soğuyunca elektronlar bu kez başka bir yönde dizilebilirler. Evren de kendiliğinden ortaya çıkıp yok olan sanal parçacıklarla dolu. Bu parçacıklar, birbirlerine dönüşebiliyorlar. Ama bu dönüşüm sonunda da fizik kuralları geçerliliğini koruyorlar. Ancak, baştaki yüksek sıcaklıklarda var olan bu simetri, sıcaklık düşünce bozuluyor. Parçacıkların simetrik çeşitliliği bir tür parçacığa çökeliyor. Mıknatıstaki tercihli yön yerine, bizim uzayımızın da tercihli bir parçacık yapısı ortaya çıkıyor. Aslında var olan simetriyi gizleyen, parçacıklara kütlelerini veren Higgs bozonu.

ağır kaydırabilirsiniz. Tercihli spin yönünün periyodik olarak değiştiği durumlara spin dalgaları denir. Ve kuantum mekaniği nasıl ışık dalgalarını foton adlı paketçiklere bölüyorsa, bu spin dalgalarını da magnon diye adlandırılan parçacıklara böler.

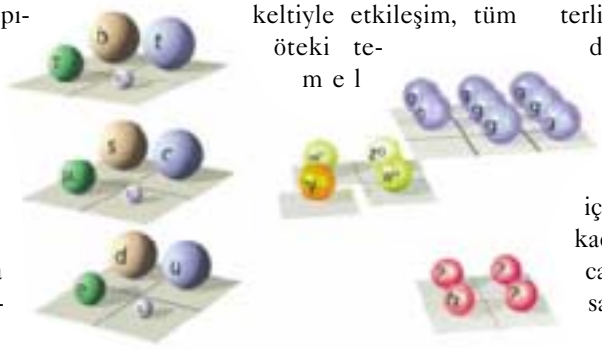
Şimdi ortamı daha iyi tanıdıktan sonra, yaşamak üzere yeniden mıknatısın içine girelim. Mıknatıs dünyasının akıllı varlıkları, dünyalarında elbette magnonları görecekler, ama bunların nereden geldiklerini anlamakta zorlanacaklar. Çünkü evrim, onları, yaşamlarının hiç değişmeyen öğelerini dikkate almamaya koşullandırmış olacaktır. Dolayısıyla bizlerin, mıknatısı oluşturan madde olarak algıladığımız şeyi, onlar, yalnızca boşluk olarak algılayacaklardır. "Mıknatistan" halkı için, bizimkinin aksine uzayın da belli bir yönü olacaktır. Çünkü onların yaşadıkları her deneyim, dünyalarına egemen olan manyetizma tarafından belirlenmektedir.

Ama günlerden bir gün, ileri görüşlü bir Mıknatistan vatandaşı gerçek durumu kavrar. Algılanan görüntünün altında tam bir dönüş simetrisine dayanan bir kurallar dizisinin farkına varır. Bu simetrinin, ülkedeki egemen ortam nedeniyle kendiliğinden bir yönde dizilmiş spinlerce perdelendiğini anlar. "Boşluğun" aslında düzenli bir yapıya sahip bir ortam olduğu sonucunu çıkartır ve magnonların varlığı kuramını ortaya koyar.

Wilczek, "Bizim kendi dünyamızda da olan aynen bu" diyor. Bizim kendi boşluğumuzun da kendiliğinden ortaya çıkıp gene yok olan "sanal parçacıklar"la dolu olduğu 1930'lu yıllardan beri biliniyor. Bu karmaşadaki düzenli yapıyı keşfedenlerse Yochiro Nambu ve Jeffrey Goldstone. Peki bu yapı nasıl bir şey? Nambu ve Goldstone, 1960'lı yılların başlarında, bazı parçacıkların yerini başkalarının aldığında da aynı fizik kurallarını geçerli kılan bir simetrinin farkına vardılar. Ancak bizim dünyamızda da, tıpkı mıknatısta olduğu gibi, düşük sıcaklıkta bu simetri bozuluyor. Kılıktan kılığa girebilen sanal parçacıkların simetrik çeşitliliği, belli bir tür parçacığa çökeliyor. Bu parçacık büyük miktarlarda ortaya çıkmaya başlıyor. Bir başka deyişle, birbirlerinin yerine geçebilen parçacıklar yerine artık tercihli bir durum ortaya çıkıyor. Yani mıknatıstaki tercihli yön yerine bizim uzayımızın da tercihli bir parçacık yapısı var.

İşte kozmik yapışkan düşüncesi, bu noktada devreye giriyor. 1966 yılında, Edinburgh Üniversitesi fizikçilerinden Peter Higgs ve çalışma arkadaşları, Brüksel'deki Serbest Üniversite'den Robert Brout ve François Englert, bu düşünceyi, zayıf kuvveti açıklayan vektör mezonları kuramına eklediler. Araştırmacılar, simetri bozulup bir Higgs parçacıkları çökeltisi oluştuğunda, vektör mezonların kütle kazandıklarını keşfettiler.

Daha da önemlisi, bu çökeltiyle etkileşim, tüm öteki temel parçacıklara, kuarklara ve leptonlara da kütle kazandırabiliyordu Nambu ve Goldstone'un yaptıkları, bilinen parçacıklardan yararlanarak bir kozmik yapışkan oluşturmaktı. Ama bu yeterli değildi. Çünkü vektör mezonları fazla yavaşlatamadığı gibi leptonlar üzerinde hiç etkisi yoktu. 1967 yılındaysa Steven Weinberg ve daha sonra da Abdus Salam, "daha yapışkan" bir Higgs çökeltisi kavramı ortaya atarak Sheldon Glashow'un zayıf etkileşim modelini dayanaksız varsayımlardan kurtardılar. Fizikçilerin, günümüzde Higgs çökeltisinden söz ederken kastettikleri, işte bu daha yapışkan biçim.



Kuram güzel. Akla, mantığa uygun. Ama doğru olduğunu nereden bileceğiz? Daha önce de akla yatkın gelen pek çok varsayım, pek çok bilgi bir süre sonra çöpe atılmadı mı? Dünya'nın tepsi gibi düz olduğunu bir zamanlar tartışmanın bile saçma olduğu bir "gerçek" değil miydi? Üstelik kuramın matematik çatısını kuranlardan biri de böyle bir parçacığın varlığına karşı!.. Bu durumda hakem, deney olacak elbette. Kuramı nasıl sınayacağız? Örneğin, küçük bir boşluk parçası ısıtılır ve çökeltinin buharlaşmasıyla simetrinin yeniden kurulup kurulmadığına bakılabilir. Elektromanyetik ve zayıf çekirdek kuvvetlerini, elektrozayıf kuvvet olarak bir araya getirebilmek için 100 GeV enerji gerekti. Elektrozayıfla, şiddetli çekirdek kuvvetini özdeş yapabilmek içinse, en az 10^{16} K (10 katrilyon kelvin) düzeyinde bir sıcaklık gerekiyor. Bu daha bir şey değil. Bir de sınırsız erimli kütleçekim var. Bunu da büyük özdeşliğin içine katarak herşeyin kuramını elde etmek istiyorsak, gereken enerji düzeyi en az 10^{18} GeV. Ancak Büyük Patlama'dan sonra çok kısa bir süre var olabilen böylesine yüksek sıcaklıklarsa, günümüz parçacık hızlandırıcılarından en güçlülerinin bile eriminin dışında. Bazı fizikçilere göre, kuvvetleri özdeşleştirebilmek için yeterli enerjiyi sağlayabilecek bir hızlandırıcının çevresinin 1 trilyon km, ya da bir ışıkyılın onda biri kadar olması gerekli! Gene bazı fizikçilere göre, kütleçekimini de kapsayacak bir özdeşleştirme için gerekli enerji düzeyi, 10^{28} GeV'a kadar çıkabiliyor. Bu enerjiyi sağlayacak hızlandırıcının çevre uzunluğuysa 1000 ışık yılı kadar olmak zorun-

da!.. New York'taki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'ndaki relativistik ağır iyon çarpıştırıcısı deneylerindeyse yalnızca 10 trilyon kelvine yani gereken düzeyin binde birine ulaşılabilmesi bekleniyor.

Gerçi yeni kuşak fizikçiler arasında giderek yaygınlaşan bir görüşe göre, dört kuvveti de birleştiren sicim kuramı için gereken yeni boyutların ölçekleri, (altı yeni boyut) kuramsal olarak 10^{-35} cm'den, 10^{-19} cm'ye, hatta 1mm dolaylarına çıkartılırsa, büyük birleşme enerjisini, 1 teraelektronvolt (TeV) düzeyine çekmek olanaklı. Ama birçok varsayıma dayanan bu kuramlar için yürütülen deneyler, henüz hızlandırıcılar yerine masa üstünde yürütülüyor.

Dolayısıyla fizikçiler, daha basit bir deney aracılığıyla aynı taşla birkaç kuş vurmak istiyorlar. Öncelikle yapmak istedikleri, tüm simetriyi yeniden kurmaya çalışmak yerine, Higgs alanını şöyle bir çalkalamak. Kuramcılara göre, fotonların düzgün bir elektromanyetik alandaki hareketlenmeden kaynaklanması gibi, Higgs alanındaki kuantum mekaniksel çalkantılar da Higgs parçacığına kaynaklık edecektir. Ortaya çıkacak en küçük hareketlenme Higgs parçacığı olacaktır. Kuramsal fizikçiler, parçacık hızlandırıcılarında yeterli enerjide gerçekleştirilecek çarpışmaların, Higgs parçacığını içinde bulunduğu alandan sökeceğini düşünüyorlar. Ardından birleştirme kuramlarında öngörülen parçacıklar da gelirse daha âlâ!…

Peki, bu parçacık nasıl ve nerede ortaya çıkacak? Öteki "büyük fizik" deneylerinde olduğu gibi, Higgs parçacığını bulup yeni yüzyılın fiziğine kendi damgasını vurmak için Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı (CERN) ile ABD'nin Fermi Ulusal Laboratuvarı (Fermilab) yarışıyorlar. Yarışı kimin kazanacağı, Higgs parçacığının kütlesine (enerjisine) bağlı. Eğer Higgs parçacığının kütlesi 95 GeV, ya da protonun kütlesinin 100 katından küçükse, CERN'de bulunan LEP (Large Electron-Positron Collider) hızlandırıcısının bu parçacığı şimdiye kadar saptaması gerekirdi. Buna karşılık kütlesi 600 GeV'i aşarsa da bu kez ortaya büyük sorunlar çıkacak: Higgs parçacıkları, parçacık tepkimelerinden birçoğunu, deneylerin yasakladığı biçimlerde etkileyecek. Bir başka deyişle, Higgs parçacığının kütlesi, bir demir atomunun kütlesiyle üç uranyum atomunun toplam kütlesi arasında bir yerlerde. Ama Higgs bozonunun kütlesinin 1 TeV dolaylarında (proton kütlesinin 1000 katı) olduğuna inananlar da yok değil.



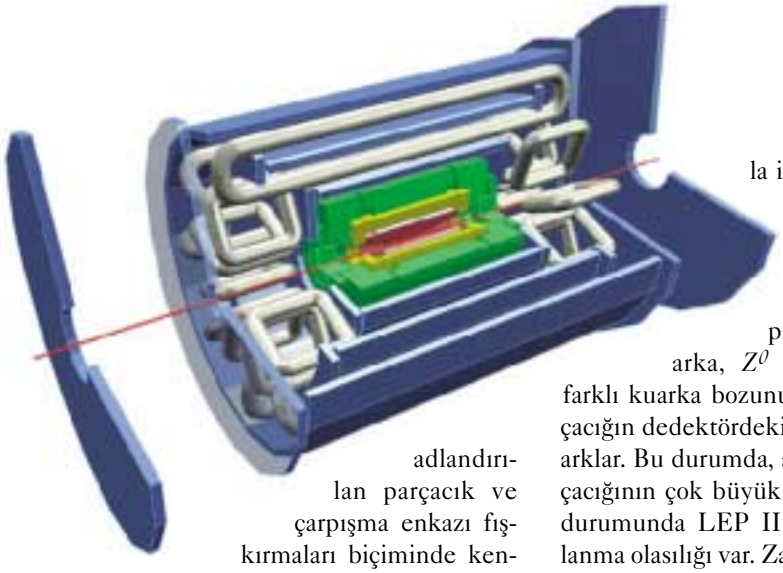
CERN'de kurulmakta olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC), halen kullanılmakta olan 27 km'lik LEP hızlandırıcı tünelini paylaşacak. 2005 yılına kadar bitirilmesi planlanan LHC'de proton ve antiproton demetleri ters yönlerde hızlandırılarak çarpıştırılacaklar. Ortaya çıkacak çarpışma ürünleri arasında, Higgs bozonuyla, süper simetri kuramında öngörülen ağır parçacıkların da bulunması bekleniyor.

Yarışa son aylarda heyecan getiren bir gelişme oldu: Higgs parçacığının hafif olduğu yolundaki görüşün egemenlik kazanması. Geçen Haziran'da Fermilab'da yapılan ve çeşitli uluslardan fizikçilerin katıldığı bir toplantıda egemen olan görüşe göre, Higgs'in oldukça hafif olması gerekiyor. Kuantum mekaniğinde herhangi bir parçacık, kısa bir süre için başka bir parçacık kimliği alabildiğinden, bunların ölçülen kütleleri birbirlerine yakın oluyor. Bu son öngörüler, Higgs parçacığının kütlesini 230 GeV sınırının altına çekmiş görünüyor. Ancak, 180 GeV enerji düzeyinden düşük bir yerde çıkacak Higgs parçacığı, Standart Model'i yüksek enerji düzeylerinde işlemez hale getiriyor. Bilinen tüm parçacıklara ağır kütleli eşler bularak doğanın elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerini Standart Model'in genişletilmiş bir çerçevesinde birleştirmeyi amaçlayan Süpersimetri kuramıysa, en basit Higgs parçacığı için 100-130 GeV arasında bir kütle öngörüyor. Daha alt düzeylerde bu kuram da çıkmaza giriyor.

Gene de CERN'in LEP hızlandırıcısında araştırmacılar, makinelerinin yetenek sınırlarını zorlayarak, parçacığı 105 GeV düzeyindeki enerjilere kadar bulabilmeyi umuyorlar. Fermilab'daki Tevatron hızlandırıcısıysa, 160 GeV düzeyine kadar tarama yapabilecek. Gerçi 260 milyon dolar harcamayla kısa süre önce yenilenen Fermi makinesi, parçacıkları ters yönde hızlandırarak 2 TeV düzeyinde toplam çarpışma enerjisi elde edebiliyor. Ama bu enerjinin sınırlı bir bölümü yeni parçacıkların oluşumunda kullanılabiliyor.

Parçacık burada da ortaya çıkmazsa, Higgs'in varlığını savunan fizikçiler, bıyıklarını kesmeden önce, gene Avrupa'ya dönecekler. CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı LHC'nin 2005 yılında hizmete girmesi bekleniyor. Proton ve antiprotonları ayrı ayrı hızlandırarak çarpıştıracak olan makine'nin 600 GeV olarak belirlenen Higgs üst sınırını rahatlıkla aşması bekleniyor. 5 milyar dolara mal olacağı hesaplanan makine, tam kapasiteyle çalışmaya başladığında 14 TeV (trilyon elektronvolt) çarpışma enerjisi düzeylerine erişebilecek.

Ancak LHC'nin de kendi gücünden gelen sorunları var. Öncelikle aranan hafif Higgs parçacığının imzasının, bir alt kuarkla, bunun karşımadde eşleniği olan antialt kuarka bozunması biçiminde ortaya çıkması bekleniyor. Bu imza, hızlandırıcılarda "jet" diye



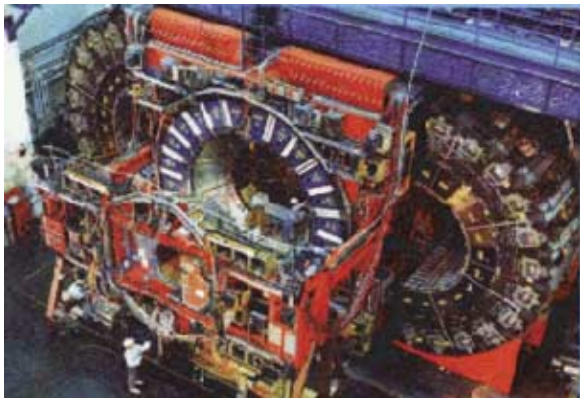
adlandırılan parçacık ve çarpışma enkazı fışkırmaları biçiminde kendini gösteriyor. LHC'de 14 TeV gibi muazzam çarpışma enerjisi demek, aynı zamanda bir seansta bu jetlerin çok büyük sayılarda ortaya çıkması demek. Bunlar başka süreçlerden de kaynaklanıyor olabileceklerinden, Higgs parçacıklarının imzasını tanımak yıllar sürecek çalışmalar gerektirebilir. Bazı fizikçilerse, Higgs parçacığını bulmak için LHC'nin bile yetersiz kalacağı görüşünü savunarak daha radikal hızlandırıcı tasarımları öneriyorlar.

Öte yandan, süpersimetri, yalnızca tek bir Higgs parçacığıyla yetinmiyor. Model için en az beşi gerekli. En basiti için 100-130 GeV kütle öngörülüyor demiştik. Daha ağır Higgs'ler için fizikçiler arasında bir anlaşma yoksa da, bunların da 1 TeV'in çok üstünde olacakları sanılmıyor. Bu fazladan Higgs'lerin, bildiğimiz parçacıkların süpersimetrik eşlerinin nerede saklandıklarını ortaya koyması bekleniyor.

Yarışa katılan hızlandırıcıların ve çarpışmalarda ortaya çıkan parçacıklar ve enkazı inceleyen apartman boyutlu dedektörlerin kendilerine özgü güçlü ve zayıf noktaları var. CERN'in çalıştırdığı LEP, elektronları ve bunların karşı-madde eşleri olan (+ elektrik yüklü) pozitronları çarpıştırıyor. Bunlar hafif parçacıklar. Dolayısıyla çarpışma ürünleri, çok karmaşık değil. Kolaylıkla tanımlanabiliyor. Üstelik LEP, bir kaç yıl önce yenilenerek LEP II haline geldiğinden beri gücü de bir hayli yükselmiş. Elektronları ve pozitronları kafa kafaya çarpıştırırken, 184 GeV "kütle merkezi enerjisi"ne ulaşıyor. Yani çarpışan parçacıkların hızlandırıcıda ulaştıkları enerjinin toplamına. Bazı modellerde Higgs parçacığı, Z^0 bozonuyla ilintili olarak ortaya çıkıyor. Çarpışma sonucu birlikte ortaya çıkan Higgs parçacığı iki alt kuarka, Z^0 bozonu da iki farklı kuarka bozunuyor. Her iki parçacığın dedektördeki imzası da bu kuarklar. Bu durumda, aranan Higgs parçacığının çok büyük kütleli olmaması durumunda LEP II tarafından yakalanma olasılığı var. Zaten LEP'teki dedektörlerden biri olan OPAL'de 1996 yılında 172 GeV gücünde bir seans sırasında belirlenen bir "olay"ın, Higgs parçacığı adayı olabileceği belirtiliyor. Elektron çarpıştırıcılarının zayıf noktası, senkrotron ışınımı nedeniyle enerji kaybı. Elektronlar, düz bir hat boyunca yol alan parçacıklar. Yolları, dairesel hızlandırma tünellerinde güçlü mıknatıslarca büküldüğünde, kazandıkları enerjinin büyük bölümü senkrotron ışınımı nedeniyle yitiriliyor. Bunu önlemenin yolu, elektron hızlandırıcılarını düz bir tünel halinde yapmak. ABD'nin Stanford Üniversitesindeki hızlandırıcı, (SLAC) böyle bir "doğrusal hızlandırıcı" uzunluğu da 3 kilometre. Ama bunları, hele Higgs parçacığının ortaya çıkabileceği enerjileri sağlayabilecek olanları, inşa etmek çok güç ve pahalı. Dolayısıyla hızlandırıcılar, genellikle dairesel biçimde yeraltı tünelleri. Ama sinkrotron ışınımını en aza indirebilmek için, elektron rotasındaki bükülmeyi azaltmak, bunun için de halkayı büyütmek gerekiyor. Bu nedenle LEP'in çevresi 27 km'yi buluyor.

Elektron çarpışmaları temiz ve ürünlerinin izlenmesi kolay. Ne var ki, bunlar hafif parçacıklar olduklarından çarpışma ürünlerinin sayısı ve çeşidi de fazla olmuyor. Bunun için fizikçiler, proton gibi çok daha ağır parçacıkları çarpıştırarak sonuçları incelemek istiyorlar. Chicago yakınlarında Batavia'da bulunan Fermilab'daki hızlandırıcı, böyle bir proton, antiproton çarpıştırıcısı. Bu tür çarpışmaların zayıf noktasıysa, ortaya çok fazla ürün çıkması ve bunların içinde ancak çok küçük bir bölümünü seçip tanımlayabilmenin güçlüğü. Fermilab'ın bir avantajı, parçacıkları hem ters yönlerde hızlandırarak kafa kafaya çarpıştırabilmesi, hem de sabit bir hedefe çarptırabilmesi. Görece daha düşük enerjide meydana gelen bu ikincisinde ortaya çıkan ürünler daha az karmaşık oluyor.

CERN'in 2005 yılında tam kapasiteyle devreye sokmayı planladığı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı LHC ise Higgs'i ve bunun yanısıra süpersimetrinin öngördüğü egzotik eş parçacıkları bulabilmek için, deyim yerindeyse çarpışmada "kaba kuvvete", bunun yarattığı karmaşık ürün çorbasını ayıklayıp tanımlamak için de "zekâ"ya güveniyor. Maliyeti 5 milyar dolarda tutabilmek için CERN yeni bir hızlandırıcı yapmıyor. LHC'de 27 km'lik LEP hızlandırma tünelini kullanacak. Ancak proton ve antiprotonları hızlandırmak için tasarlanan süperiletken mıknatıslar çok gelişkin tasarımda. Parçacıkları ayıklayıp tanımlayacak olan çeşitli dev dedektörler de tekniğin ve duyarlılığın en uç örnekleri. Böyle de olmak zorundalar. Çünkü LHC içinde proton demetleri, birbirleri içinden bir saniyede 40 milyon kez geçecekler. Demetlerin karşılıklı her geçişinde 20 proton-proton çarpışması olacağı hesaplanıyor. Bu da saniyede 800 milyon çarpışma demek. Bunların hepsi ilginç, işe yarar çarpışmalar olmayacak. Çoğu kez protonlar birbirlerini sıyırıp geçecek. Kafa kafaya çarpışmaların sayısı son derece az olacak. Ortaya yeni parçacık çıkaran sonuçlar daha da seyrek görülecek. Örneğin, Higgs parçacığının 10 trilyon çarpışmadan yalnızca birinde ortaya çıkması bekleniyor. Bunun da anlamı, her saniyede 800 milyon çarpışma olsa bile bir gün içinde yalnızca tek bir Higgs bozonuna rastlanabilecek. O da gözden ka-



Hızlandırıcılarda parçacık çarpışmalarından ortaya çıkan ürünler, apartman büyüklüğünde duyarlı dedektörlerce izlenerek, türleri ve hızları belirleniyor.

çırılmazsa tabii. LHC'deki dedektörler de, pek ayakta uyuyan devlere benzemiyorlar. Örneğin, Küçük Muon Solenoidi (Compact Muon Solenoid – CMS) adlı dedektörün, her biri güçlü bilgisayarlarla denetlenen 15 milyon ayrı algılama kanalı bulunacak. Bunlar, dedektörü LHC hızlandırıcısıyla eşgüdümlü hale getirerek CMS'nin "ilginç" herhangi bir olayı kaçırmamasını sağlayacak.

Kendi dev hızlandırıcısını, çok pahalıya mal olduğu gerekçesiyle Kongre kararıyla 1993 yılında yarı yolda rafa kaldıran ABD, LHC'nin finansmanına katılıyor. Ama Higgs yarışını Fermilab kazansa bile, LHC daha sonraki "büyük fiziğin" başlıca merkezi haline gelmeye aday. Bu durumdan pek hoşnut olmayan Amerikalı fizikçiler, bir sonraki kuşak hızlandırıcılar için Washington'u sıkıştırıyor. Ortada üç farklı öneri var. Bunlardan biri, LHC'nin daha da büyük bir modeli. Adı da Çok Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (VLHC). Bir başka grup, 30-50 kilometre uzunluğunda doğrusal bir hızlandırıcıyla, elektronların "temiz" çarpışmalarının meyvelerini yemek istiyor. Daha radikal bir öneriyse, elektronların daha ağır kardeşleri olan muonları çarpıştırmak. Her üç önerinin de gerçekleşmesinin en az on yıl zaman ve en az 1 milyar doların üzerinde para gerektirmesi nedeniyle, ABD Enerji Bakanlığı, henüz projelerin artılarını ve eksilerini tartmakla meşgul.

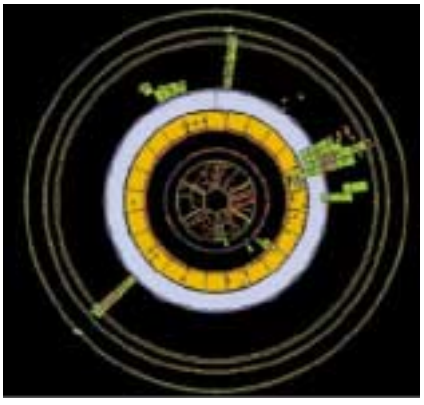
Bunlar içinde, muon çarpıştırıcısı projesi, giderek yandaş topluyor. Muonlar, kardeşleri olan elektronlardan 207 kat daha ağır (kütleli) olan, noktayı andıran parçacıklar. Ömürleri son derece kısa. Genellikle, hızlandırıcılarda gerçekleşen çarpışmalarda ortaya çıkıp saniyenin küçük kesirleri kadar sürelerde varlıklarını sürdürebiliyorlar. Bu kısa ömür, kuşkusuz bir dezavantaj. Bu nedenle hızlandırıcılarda çarpışma "yakıtı" olarak hiç kullanılmamış. Ama muonlarla, + elektrik yüklü karşı parçacıklarının yadsınamayacak üstünlükleri de var. Bunların başında, elektrona göre büyük olan kütleleri geliyor. Bu kütle nedeniyle, hızlandırıcılardaki sinkrotron ışınımının yol açtığı enerji yitiminin çok daha az olması gerekiyor.

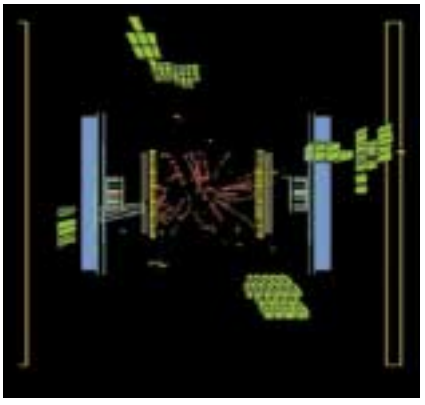


Gerçi LHC'de çarpıştırılacak proton ve antiproton demetleri de büyük kütleli. Ama burada ortaya çıkması beklenen Higgs parçacıklarıyla süpersimetrik parçacıkları düzenli olarak incelemek ve duyarlı ölçümler yapmak isteyen fizikçiler, proton çarpışmalarının bu duyarlı ölçümlere izin vermeyeceği görüşünde. Muon yandaşlarına göre, proton çarpışmalarında ortaya çıkan çok sayıda serbest kuark ve gluon, ürün yumağını çok karışık hale getiriyor. Hızlandırıcı halkalarda elektronların saçtığı sinkrotron ışınımıysa, elektron çarpışmalarının tam potansiyeli için çok pahalı doğrusal hızlandırıcılar gerektiriyor. Muonlarsa, bir elektron hızlandırıcısının avantajını, doğrusal hızlandırıcıya gerek bırakmadan sağlıyor. Çok daha az düzeydeki sinkrotron ışınımı, bu parçacıkların, görece küçük çaplı halkalarda hızlandırılmasına olanak tanıyor. Hatta 1 TeV gücündeki bir muon hızlandırıcısı, çok az bir harcamayla, varolan laboratuvarlardan birinin arazisine kurulabiliyor, varolan altyapıyı paylaşabiliyor. Parçanın ağırlığı nedeniyle de çarpışmalarda ortaya çıkacak Higgs parçacıklarının sayısı, elektron çarpışmalarına göre çok fazla. Bu nedenle, yandaşları, Muon hızlandırıcılarını "potansiyel Higgs fabrikaları" olarak görüyorlar. Ancak Fermi araştırmacıları, muonu üretmenin ve kontrol etmenin kolay olmadığını da kabulleniyorlar. Muonlar doğada, elektron ve nötrinoya bozunmadan ancak saniyenin yüzbinde biri sürelerde varolabiliyorlar. Dolayısıyla muon hızlandırıcısı tasarımlarında ilk adım, protonları sıvı metal bir hedefe çarptırarak, pion denen kuark ve anti-kuark çiftleri elde etmek. Pionlar daha sonra muonlara bozunuyor. İşin kritik kısmı bundan sonra. Bunların ömrünü uzatmak gerek. Yolu da, bunları "soğutmak"; daha doğrusu, hepsini aynı hızda hareket eden bir demet durumuna getirmek. Ancak bundan sonra muonlar ışık hızına yakın düzeylere kadar hızlandırılıyor ve Einstein'ın zamanın genişlemesi ilkesi uyarınca ömürleri uzuyor.

İster CERN'de ortaya çıkacak olsun, ister Fermilab'da; ister elektronların çarpışmasından, ister protonların, isterse de müonların çarpışma enkazlarında görülsün, Higgs bozonu artık avlarına yaklaşmanın heyecanı içindeki fizikçilerin nişangahına girmek üzere. Avın ele geçmesi, 20. yüzyıl fiziğinin görkemli başarılarının oturduğu kuramsal temeli güçlendirecek. Ama Higgs bozonu bu sefer de elden kaçarsa ne olur? Yanıt süpersimetri kuramcısı Joe Lykken'den geliyor: "2005 yılına kadar beklerim. Higgs ortaya çıkmazsa kütüphaneye gider yeniden fizik çalışmaya başlarım".!…

Raşit Gürdilek





Konu Danışmanı: Tekin Dereli
Prof. Dr. ODTÜ Fizik Bölümü

Kaynaklar
Veltman, M. J. G, "The Higgs Boson" Scientific American, Kasım 1986
Wilczek, F., "Masses and Molasses" New Scientist, 10 Nisan 1999
Glanz, J., "Will the Higgs Particle Make an Early Entrance?" Science, 25 Haziran 1999
Hellemans, A., "Physicists Dream of a Muon Shot", Science, 9 Ocak 1998
Kestenbaum, D., "Reports Call for New Super-Accelerator", Science, 27 Şubat 1998
http://www.fnal.gov/directorate/public_affairs/higgs/higgs_fnews.html
http://lutece.fnal.gov/Drafts/Higgs.html
http://www.phy.uct.ac.za/courses/phy400w/particle/higgs.5.htm
http://www.bowdoin.edu/dept/physics/astro.1998/astro01/longshot.html
wysiwg://628/http://delphi.www.cern.ch/~offline/physics/delphi-detector.html
wysiwg://495/http://cerncourier.com/main/article/39/8/12/1
http://www.cern.ch/Public/ACCELERATORS/LHCacc.html
http://www.lip.pt/outreach/docs/cms2/p4.htm

Yeni Kuşak Parçacık Hızlandırıcılarıyla

Egzotik Maddenin Yapısı Belirleniyor

Kendinizi, dünyadaki tüm mutfakların tüm yemeklerini, elindeki un, pirinç, patates ve yerelmasından oluşan malzemeyle yapmaya çalışan bir aşçının yerine koyun. Böylece çekirdeğin yapısını incelemek ve kozmosta oluşan egzotik çekirdek tepkimelerini araştırmak isteyen fizikçilerin duyduğu çaresizliği anlamış olursunuz. Benzetmeyi sürdürelim: Örneğin yıldızların ve süpernovaların cehennemi andıran içleriyle nötron yıldızlarının yüzeyleri, sanki birer nükleer fırın. Buralarda, proton ve nötronların ağırlığıyla ezilen kararsız çekirdekler çarpışıyor ya da bozunuyor; aynı biçimde kararsız yeni yeni parçacıklar oluşturuyorlar. Bu tepkimelere binlerce radyoaktif çekirdek katılıyor. "Oysa" diyor, İngiltere'deki Surrey Üniversitesi'nden William Gelletly, "burada topraktan çıkarabildiğiniz 283 çekirdek türüyle yetinmek zorundasınız"!…

Nükleer fizikçileri bu tür sınırlamalara isyan ettiren etken, yalnızca acayip şeylere olan meraklarından kaynaklanmıyor. Bu egzotik çekirdeklerin bolluğu ve tepkime hızları, fizikçilere yıldızların nasıl gelişip patladıklarını belirlemede yardımcı oluyor. Yıldızlardaki egzotik çekirdek tepkimeleri, bize kendi evimiz hakkında da ışık tutuyor: Bu tepkimeler, tanıdığımız birçok elemente kaynaklık etmiş. Bu tepkimelerde rol oynamış kararsız çekirdeklerin davranış biçimleri de atom çekirdeklerinin yapısı konusunda zengin ipuçları sağlıyor. Fizikçiler bu çekirdeğin, tıpkı atomun kendisi gibi iç içe parçacık kabukları biçiminde olduğunu düşünüyorlar. Gelletly, "kararlı çekirdeklerin yapısı konusunda öğrendiğimiz her şeyin, kararsız çekirdekler için tümüyle yanlış çıkmasını bekliyoruz" diyor.

Fizikçiler, kararlı izotopları çarpıştırarak birtakım egzotik çekirdekler elde etmeyi başarmışlar. Gerçi bunlar az sayıda; ama gene de araştırmacıların erimi dışındaki çekirdek yapıları ve tepkimelerine küçük pencereler açıyorlar. California'daki Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı'ndan Victor Ninov'a göre, "kararlı çekirdekler, yıldızlar ya da süpernovalardaki nükleer yapı ya da nükleer sentez konusunda pek bir şey söylemiyor". Araştırmacılar, yoğun radyoaktif çekirdek demetleri oluşturulmasını sağlayacak bir yöntemin yokluğunu duymaktaydılar. Daha sonra başka çekirdeklerle çarpıştırılacak bu demetlerin, yıldızlarda uygulan yemek tariflerinin benzerlerini ortaya çıkaracağı umuluyordu.

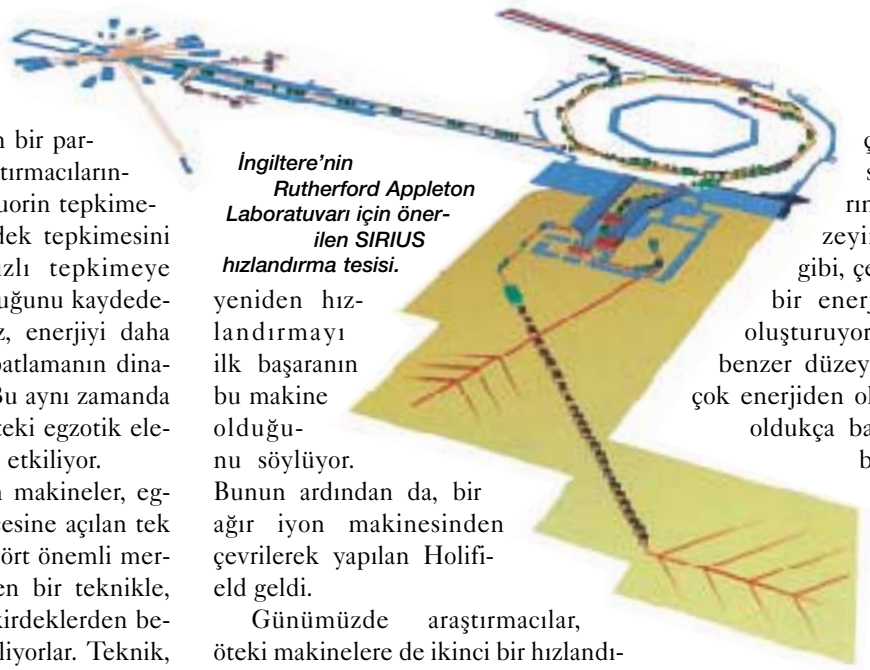
Yeni kuşak bir dizi parçacık hızlandırıcısı, fizikçilerin bu düşünü artık gerçekleştirmeye başlamış bulunuyor. "Hat Üstünde İzotop Ayrımı" (Isotope Separation Online – ISOL) denen bir teknik, ikinci bir hızlandırma evresiyle birleşerek kısa ömürlü radyoaktif çekirdeklerden güçlü ve parlak demetler oluşturuyor. Bu demetler de daha önce erim dışındaki tepkimeleri yeniden yaratabiliyor. Böylece yepyeni çekirdek türlerinin incelenmesine olanak sağlıyor. Temelde, iki aşamalı teknikte önce kararlı çekirdeklerden oluşan bir parçacık demeti, hareketsiz bir hedefe çarptırılıyor. Çarpışma enkazı toplanıyor ve içinden ilgi çeken kararsız türler seçiliyor. İkinci aşamada bunlar bunlar bir başka hızlandırıcıya sokularak ve böylece bir deney için ikinci bir hedefle çarpıştırılacak bir "radyoaktif çekirdek demeti" (Radioactive Nuclear Beam - RNB) oluşturuluyor.



Holifield tesisi, yıldız patlamalarında oluşan elementleri yeryüzünde oluşturmaya çalışıyor.

Günümüzde, bu ISOL-temelli gerçek RNB makinelerinden dünyada yalnızca iki tane var. Biri ABD'nin Tennessee eyaletindeki Oak Ridge Uusal Laboratuvarında, öteki de Belçika'nın Louvain kentindeki Katolik Üniversitesi'nde. Ama gene de giderek artan sayıda fizikçi, bu makinelerin çekirdek araştırmalarında yepyeni bir sayfa açacağına inanmaya başlamış.

Oak Ridge laboratuvarında 1996 yılında hizmete giren makine ve resmi adıyla Holifield Radyoaktif İyon Demeti Tesisi (HRIBF) ile deney yürüten araştırmacılar, siklotron türü bir başka hızlandırıcıdan sağladıkları hafif iyonları oksijen bakımından zengin bir hedefle çarpıştırarak, kısa ömürlü fluorin 17 izotoplarından bir demet oluşturmuşlar. ISOL aşamasında çarpışma enkazından manyetik yöntemle ayıklanan fluorin iyonları, elektrostatik olarak yeniden hızlandırılarak bir radyoaktif çekirdek demetine dönüştürülmüş. Demeti, protonca zengin bir hedefe yönlendiren araştırmacılar, fluorin 17'nin, bir neon 18 izotopu oluşturup bir de gama fotonu yayımlamasıyla sonuçlanan tepkimenin hangi sıklıkla meydana geldiğini ölçmüşler. Bu süreç, nova ve X-Işını patlamaları gibi yıldız patlamalarının şiddetini etkile-



İngiltere'nin Rutherford Appleton Laboratuvarı için önerilen SIRIUS hızlandırma tesisi.

yen tepkime zincirinin bir parçası. Oak Ridge araştırmacılarından Michael Smith, fluorin tepkimelerinin, ağır bir çekirdek tepkimesini atlayıp doğrudan hızlı tepkimeye ulaşma eğiliminde olduğunu kaydederek, "böyle yaparsanız, enerjiyi daha hızlı üretir ve bu da patlamanın dinamiğini etkiler" diyor. Bu aynı zamanda patlamanın yarattığı öteki egzotik elementlerin miktarını da etkiliyor.

Holifield türünden makineler, egzotik çekirdekler bahçesine açılan tek kapı değil. Dünyada dört önemli merkez, "parçalama" denen bir teknikle, fazla olmasa da bu çekirdeklerden belirli bir miktar üretebiliyorlar. Teknik, önce ağır ve hızlı iyonları bir hedefe çarptırmak, daha sonra demetteki iyonların parçalarını enkazdan bir manyetik parça seçicisiyle toplayıp, bunları yeniden hızlandırmaksızın denemenin ikinci ve asıl aşamasına göndermek temeline dayanıyor. Bu yaklaşımın avantajı, hızlı, hatta mikrosaniye sürelerde bozunan izotoplardan bile yararlanabilmesi. Buna karşılık ISOL yönteminde, iyonları enkazdan ayırıp sınıflandırabilmek en az birkaç saniye alıyor. İşin kötü yanıysa, çekirdek demetinin düşük yoğunluk ve kalitede olması.

Yaklaşık 30 yıl önce Cenevre'deki Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de geliştirilen ISOL, ağır iyonlar yerine protonları hareketsiz bir hedefle çarpıştırarak radyoaktif çekirdekler oluşturuyor. Bu çekirdekler daha sonra çarpışma enkazından mıknatıslarla ayıklanıyor. ISOLDE adlı orijinal ISOL tesisi, iyonları yeniden hızlandırmadığından, oluşturulan çekirdek demetinin enerjisi çok düşük oluyor, bu da yıldızların sıcak merkezlerindeki koşulları oluşturmak, ya da çekirdekleri, belirli türden tepkimeler oluşturacak şiddetlerde çarpıştırmak için yetersiz kalıyordu. 10 yıl kadar önceyse bir ISOL aygıtının çıktısını yeniden hızlandırarak her iki sorunun da üstesinden gelebileceklerini keşfettiler. Bu da dünyanın her yerinde ISOL-temelli RNB makineleri yapımı için bir yarış başlattı. Louvain Katolik Üniversitesindeki ARENAS adlı makine 1990'lı yılların ortasında hizmete girdiyse de henüz tam kapasiteye ulaşamadı. Smith, gene de parçacıkları, işe yarar, örneğin astrofizik çalışmalarında kullanılabilecek enerji düzeylerine kadar yeniden hızlandırmayı ilk başaranın bu makine olduğunu söylüyor. Bunun ardından da, bir ağır iyon makinesinden çevrilerek yapılan Holifield geldi.

Günümüzde araştırmacılar, öteki makinelere de ikinci bir hızlandırıcı takarak bunları RNB makinelerine dönüştürüyorlar. Kanada'nın Vancouver kentindeki Simon Fraser Üniversitesi araştırmacılarından John Dauria, kentteki TRIUMF Parçacık Hızlandırma Tesisi'nin, eldeki bir siklotrona bir ISOL sistemi eklendiğini bildiriyor. Araştırmacıya göre bu, dünyadaki en yoğun ISOL sistemi. İkinci aşama hızlandırıcıysa, sisteme yakında eklenecek. CERN'de de ISOLDE'ye küçük bir ikinci aşama hızlandırıcısı ekleniyor. İngiltere'de, Oxford yakınlarındaki Rutherford Appleton Laboratuvarı'nda, birinci aşama olarak ISIS saçılım kaynağından bir proton demeti kullanacak bir RNB tesisi için finansman aranıyor. Fransa'nın Caen kentindeki GANIL ağır iyon araştırma laboratuvarında SPIRAL adlı çift siklotron ISOL sistemi, deneylere başlamak için onay bekliyor.

Sırada, özel amaçlar için tasarlanmış makineler var. ABD'nin Virginia eyaleti Newport News kentindeki Thomas Jefferson Ulusal Hızlandırma Tesisi, yarım milyar dolar tutarında "ikinci kuşak" bir RNB peşinde. Atlantiğin öte yakasında, İsveç'in Göteborg Üniversitesi de Avrupa için benzer bir tesisin bayraktarlığını yapıyor.

Bu yeni makine bolluğu sayesinde nükleer fizikçiler artık tat vermeyen temel gıdaları kararlı çekirdekleri bırakıp yakında bol çeşit ve tatta yeni izotoplar pişirmeye başlamayı, bu yolla da çekirdeğin kuramsal resmini zenginleştirmeyi umuyorlar. Çekirdek kuramının temel taşlarından biri kabuk modeli. Bu modele göre kısaca nükleon diye adlandırılan proton ve nötronların toplam kuantum etkileri, çekirdeğin çevresindeki elektronların değişik enerji düzeyindeki yörüngeleri gibi, çekirdeğin içinde de bir enerji düzeyleri dizisi oluşturuyor. Tek bir kabuk, benzer düzeyde bir ya da daha çok enerjiden oluşuyor. Ne var ki, oldukça başarılı sayılabilecek bu model, işin içine önemli ölçüde bir nötron ya da proton fazlalığı girince, işlemez hale geliyor.

Basit geometri, çekirdek için değişmez bir yoğunluk öngörüyor. Bu nedenle de, belirli hacimde bir su eklenince bir su balonunun genişlemesi gibi, ek nükleonlar da atom çekirdeğini 1/3 kuvvet yasası temelinde genişletiyor. Kararlı çekirdekler doğal olarak bu yasaya uyuyor. Ancak parçalanma tesislerinde kararsız çekirdekler üzerinde yapılan ilk gözlemler, bunların yasadan büyük ölçüde saptığını da gösteriyor. Fransa'nın çekirdek ve parçacık fiziği laboratuvarı IN2P3 araştırmacılarından Nigel Orr, "en büyük sürprizlerden biri, kararlılık yelpazesinin uçlarındaki çekirdeklerden bazılarının kütlelerinin, beklediğimizden çok farklı olmalarıydı" diyor. Örneğin lityum-11 izotopu, komşu izotoplara karşılaştırıldığında, beklenenin çok üstünde bir kütleye sahip.

Bir çarpışma sonucu çekirdek parçalandığında etrafa saçılan parçaların momentum dağılımını izleyen fizikçiler, lityum-11'deki bu şişmenin, çekirdeğin daha yoğun merkezi çevresinde bir tür "hale" oluşturan en dıştaki (valens) nötronlardan oluştuğunu keşfettiler. Nükleer fizikçiler ayrıca helyum-6, berilyum-11, berilyum-14 ve boron-17 izotoplarında da bu tür nötron haleleri buldular. En son olarak da, dört ayrı parçalama tesisinde görevli araştırmacıların işbirliği sonucu, karbon-19 izotopunda da nötron halesi belirlenmiş bulunuyor.

Bu nötron halelerinin bir adım ötesi, "nötron zarları"denen çok sıkı bir çekirdek merkezinin çevresinde nötronca zengin yüzey katmanları. Fizikçilere göre helyum-8 çekirdeğinde, bir olasılıkla 4 nötrondan oluşan bir zar bul-

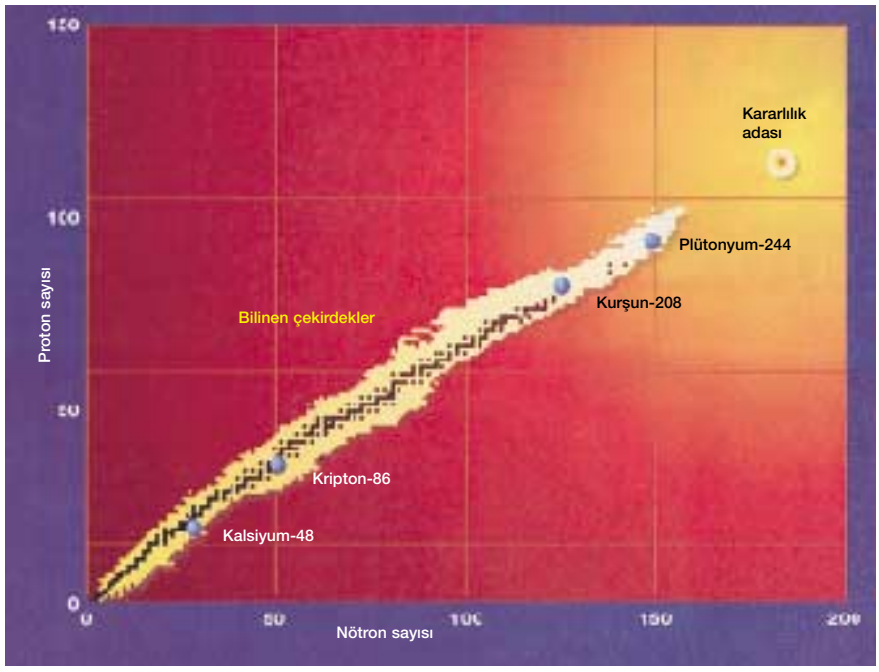
unuyor. Orr, nötronca çok zengin sodyum izotopları gibi çekirdeklerde de nötron zarları olduğu yolunda deneysel kanıtlar bulunduğunu belirtiyor. Gelletly'e göre çekirdek malzemesinden oluşmuş zarlar, çekirdekler arasındaki tepkimeleri, fizikçilerin RNB makineleriyle yapmaya çalıştıkları gibi kökten değiştiriyor.

Michigan Devlet Üniversitesi'nden Gregers Hansen, "şimdilik, yapıyla tepkime mekanizmaları arasındaki karşılıklı etkileşimi anlamaya çalışıyoruz" diyor. Araştırmacıya göre, "Bu konuda bilgilendiğimizde, kararlı olmaktan çok uzak, hiç tanımadığımız çekirdeklerin yapılarını da inceleyebileceğiz." Bu yolda ilerledikçe, fizikçiler yeni yeni görmeye başladıkları haleler ve zarlardan çok daha garip çekirdek yapılarıyla karşılaşmayı bekliyorlar.

Tennessee Üniversitesi'nden Witek Nazarewicz , "benim için haleler ve zarlar, hayvanat bahçesindeki pandalar gibi" diyor. "sevimli ve ilginç hayvanlar; ama bir hayvanat bahçesi, çok daha heyecan verici başka hayvanlarla da dolu". Bu egzotik türlerin, fizikçilerin çekirdek konusundaki anlayışları üzerinde dramatik etkiler yapacağı açık. Zaten Nazarewicz'e göre, "zarlar ve haleler, daha yalnızca bir başlangıç; nötron zengini yepyeni, bir dünyanın ön habercileri, büyük bir resmin küçük ayrıntıları".

Fizkçilerinin RNB araştırmalarından öteki beklentileri arasında çekirdekler ailesinin nereye kadar uzandığı sorususnun yanıtı da bulunuyor. Nazarewicz'in sorusu "çekirdek durumunda var olmanın sınırları ne?" Nötron sayısına karşılık proton sayısı temelinde çizilen çekirdek şemasında kararlı çekirdekler, ortada geniş bir bant halinde sıralanıyorlar. Protonca daha zengin çekirdekler bu bandın üstünde, nötronca zengin olanlarsa altında yer alıyorlar. Çekirdek ailesinin aşırı eğilimdeki üyeleriyse bu geniş izotop diziliminin tepesi ve dibindeki "düşme hatlarını" oluşturuyorlar. Bu sınırların ötesinde bir çekirdeğe eklenen proton ya da nötronlar tutunamayıp düşüyorlar. Ama bu düşme hatlarının sınırları çok belirgin değil.

Nötron düşme hattı özellikle belirsiz; çünkü kimse bu bölgeyi, hafif çekirdeklerin ötesinde keşfetme olanaklarına kavuşamamış. Zaten kuramcılar



arasında da bu bölgenin sınırları konusunda ortak bir görüş yok. Düşük kütleli izotoplar için, bunları kararlı bölgeden çıkartıp düşme hattına itecek proton ya da nötronların sayısı küçük. Bu fazladan çekirdek parçaları da el altında; parçalama makinelerinin ürünleri arasından toplanabiliyor. Hansen, "bugünün olanaklarıyla düşme bölgesi ancak oksijen izotoplarına kadar incelenebildi" diyor.

Bu noktanın ötesinde, kuramcılar çok farklı düşme hatları olması gerektiğini düşünüyorlar. Surrey Üniversitesi'nden Philip Walker, "aslında hesaplar çok güvenli değil ve nötron düşüşü de kuramsal olarak bile yeterince belirlenebilmiş değil" diyor. Araştırmacıya göre şemanın nötron-yoğun tarafında keşfedilmeyi bekleyen daha binlerce çekirdek bulunabilir. Nötron düşüş hattına doğru yaklaşıp daha ağır elementleri araştırmak, egzotik çekirdekler oluşturmaya yetecek toplamda nötron ve proton sağlayabilecek iki ağır çekirdeği çarpıştırmak demek. Bu da ancak RNB makinelerinde gerçekleştirilebilecek bir hedef. Nazarewicz, "kararlı çekirdek demetleri ve kararlı çarpışma hedefleriyle, nötronca çok zengin çekirdek bölgesinin yanına bile yaklaşamayız" diyor.

Nötron düşme hattı, egzotik bir bölge olmasına karşın, birçok kararlı elementin oluşumuna ışık tutabilecek. En hafif elemenler, yani hidrojen, helyum ve lityum, büyük patlamanın eseri. Ötekilerse yıldızların nükleer fırınlarında oluşup süpernova patlamalarıyla uzaya saçıldılar. Astrofizikçiler, elementleri oluşturan süreçlerin bazıları konusundaki bilgilerinin sağlamlığından kuşku duymuyorlar. Örneğin uzun dönemli nötron yakalama döngüsü, ya da kısa adıyla "yavaş süreç". Bu, yaşamlarının sonuna yaklaşıp kırmızı dev evresine girmiş yıldızlarda çekirdeklerin yılda ortalama bir ek nötron yakalayabildikleri bir süreç. Çekirdekler daha sonra beta bozunumuyla bir elektron yayımlayıp nötronu protona dönüştürüyor ve bu süreç ağır ağır demir elementinin oluşumuna kadar sürüyor.

Astrofizikçiler, hızlı nötron tutumu, ya da kısaca "hızlı süreç" denen ve süpernovalarda oluştuğu sanılan ağır element sentezi konusundaysa bilgilerine o kadar güvenmiyorlar. Hızlı süreçte, bir çekirdek her saniye bir ya da daha çok nötron yakalayarak nötron düşme hattına kadar yaklaşabilir; ancak daha sonra beta bozunumuyla (nötron-proton sayısını dengeleyip) element diziliminde bir üst sıraya çıkar. Chicago yakınlarındaki Argonne Ulusal laboratuvarı'ndan Jerry Nolen, Astrofizikçilerin ancak nötronca son derece zengin, ve dolayısıyla da son derece kararsız çekirdek örnekleri yaratarak hızlı süreç konusundaki bilgilerini pekiştirebilecekleri görüşünde. Araştırmacıya göre bunun için gerekli çekirdek demetlerini oluşturmak, kesin olarak günümüz hızlandırıcılarının erimi dışında kalıyor.

Düşme hattı yakınlarında gerçekleşen tepkimelerin modelinin belirlenmesi, astrofizikçilere süpernovalarda element oluşumu resmini netleştirmede yardımcı olacak. Bu sürecin, periyodik tablonun sonlarındaki ağır elementlerin birçoğunun kaynağı olduğu düşünülüyor. Süpernovalar ve öteki kozmik süreçlerde ortaya çıkan karmaşık tepkimeleri anlayabilmek içinse, bunlara katkıda bulunan binlerce çekirdeksel süreç konusunda en azından bazı şeyler bilmek gerekiyor. Smith,"laboratuvarda, cisimlerin birleşme hızları konusunda nükleer ölçümler yapabiliyorsunuz….ve bu da, bu sistemlerin nasıl patlayabileceği konusundaki kuramsal modeller için veri girdisi oluşturuyor" diyor. "Daha sonraysa oluşan modelin çıktısını gökbilim gözlemleriyle karşılaştırmak ve kuramla deneyi bağdaştırmak gerekiyor."

Düşme hatlarını incelemenin yanı sıra, araştırmacılar periyodik tablonun en üstünde yer alan ve doğada bulunmayıp ancak laboratuvarlarda yaratılabilen "süperağır" elementler bölgesinin dışına da göz atmak istiyorlar. Dünyanın çeşitli yerlerinde birçok laboratuvar, harıl harıl yeni süperağır elementler yaratamaya uğraşıyor. Yalnızca geçen yıl içinde 114, 116 ve 118. elementler yaratıldı. Ancak bu çabanın amacı, "albüm için yeni pullar toplamak" değil. Bu işle uğraşan ekipler, çekirdeğin kabuk modelinin bir öngörüsünü doğrulamaya çalışıyorlar.

Fizikçiler, bir kabuğu tam olarak doldurmak için gerekli sayıda proton ve nötron bulunması durumunda çekirdeğin kararlılık kazandığını biliyorlar. Hatta bu "sihirli sayılar"dan birine yakın olmak bile kararlılığı arttırıyor. Oksijen, kalsiyum, nikel, kalay ve kurşun bu sihirli sayılarda protona sahip. Dolayısıyla bu elementlerin, komşularına oranla daha çok sayıda kararlı izotopları oluyor. Bazı kabuk kuramcıları, 114'te de böyle bir kararlı sayı bulunduğunu düşünüyorlar. Element 114'ü ve çevresindeki çekirdekleri sentezleyerek fizikçiler, çekirdekler tablosunun bu bölümünde gerçekten de bir "kararlılık adası" bulunup bulunmadığını belirlemeye çalışıyorlar.

Bu adanın incelenebilmesi için radyoaktif çekirdek demetleri temel araç konumunda. Nedeni, de en kararlı süper ağır çekirdeklerin, hafif elementlere göre nötronca daha zengin olma eğilimi taşımaları. Şimdilerde ağır çekirdek oluşturmanın standart yöntemini izleyerek görece hafif iki kararlı çekirdeği birleştirmek, nötronca fakir ve dolayısıyla kararsız bir süperağır çekirdek ortaya çıkarıyor. Nolen, "şimdiye kadar oluşturulan süperağır çekirdekler, öngörülen kararlı bölgenin en dibinde, yarılanma ömürlerinin hâlâ çok kısa olduğu yerde bulunuyorlar" diyor. Araştırmacıya göre, öngörülen kararlı bölgenin ortalarına tırmanılabilse, yarılanma ömürlerinin süreleri günlerle, hatta yıllarla ölçülebilecek. Nolen'e göre "Varolan tesisler, plajdan ayrılıp karalılık adasının ortasına gidebilmeye uygun değil; bir RNB tesisinde oluşturulacak nötronca zengin bir çekirdek demeti, bizi bu adaya götürebilecek tek araç".



Atom çekirdeklerinin "Segré Şeması"nda, her sıra aynı elementin, artan nötron sayısına göre dizilmiş izotoplarını gösteriyor. Siyah kareler kararlı çekirdekleri, kırmızı karelerse en kararsız olanları belirliyor.

Kararlılık adasının incelenmesi, kuşkusuz birçok fizikçi için büyük bir kuramsal keşfin heyecanı anlamı taşıyor. Ancak RNB araştırmalarının başka hedefleri, daha pratik sonuçlar da sağlayabilir. Örneğin, yoğun enerjili nükleer piller. Atoma, elektronlarından birini hareketlendirecek bir enerji yüklemesi yaptığınızda, kararsız hale gelen atom bu fazla enerjisini bir an önce boşaltıp daha düşük bir enerji konumuna düşmek eğilimine girer. Bir atom çekirdeği de enerji yüklenebilir. Üstelik çok daha büyük ölçeklerde. Nedeni, çekirdek içindeki parçacıkları bir arada tutan kuvvetlerin, elektronları çekirdeğe bağlayan kuvvetten çok daha güçlü olması. Yüklenen enerjiyse, çekirdeğin dönme (spin) hızını arttırabilir. Bu enerji ve dönme hızında ortaya çıkartabileceği artış, normal olarak çekirdek bir foton yayımladığında hemen yitirilir. Ancak doğada bulunan bir izotop, tantalum-180, milyarlarca yıl önce bir süpernovada oluşup enerji yüklendiğinde dönmesi öylesine hızlanmış ki, enerjisini yalnızca bir foton yayımlayarak yitirmesi olanaksız. Dolayısıyla tantalum-180, neredeyse sonsuza kadar sürecek bir yüksek enerji durumunda bulunuyor. Yaşamı öylesine uzun ki, ölçmek bile olanaksız. Surrey araştırmacısı Walker, "bu doğadaki tek hız kapanı" diyor.

Ancak araştırmacılar, laboratuvarlarında böylesine kalıcı olmayan hız kapanları da ortaya çıkarabilecek durumdalar. Bunlardan biri, tantalum-180'in komşusu olan hafniyum-178. Bu elementin yarılanma ömrü 31 yıl olan hızlanmış dönmesi, bozunduğunda , bir gama ışın demeti biçiminde 2,4 milyon elektronvolt enerji yayabiliyor. Üstelik izotopun düştüğü en düşük enerji konumu kararlı oluyor. İlke olarak bu hız kapanları, radyoaktif artık sorunu olmayan bir tür depolanmış nükleer enerji demek. Walker, pratik bir uygulamanın, yalnızca bir kilo ağırlığında bir kutu içinde uzaya götürebileceğiniz ve aracınızın beş yıllık enerji gereksinmesini sağlayabilecek bir süper akü olabileceğini söylüyor. Gerçi depolanmış enerji, tanımı gereği bırakılması kolay olmayan bir enerji türü. Ancak Walker, RNB'lerin daha kullanışlı hız kapanları yapabileceği görüşünde. Şimdilik yapılabilenler, kuramda öngörülen potansiyelin epeyce gerisinde. Bununla birlikte araştırmalar, bir lazer ışın demeti kullanılarak depolanmış fazla enerjinin kolaylıkla boşaltılabileceği hız kapanları yapılabileceğini de gösteriyor. Bu tür araçlar için gerekli malzemenin, hatta çok daha fazlasının, gelecek kuşak RNB makinelerince sağlanacağı umuluyor. Aynı makineler ayrıca çekirdek yapılarını inceleyen araştırmacılara, çekirdek içindeki parçacıkların nasıl fokurdayıp kaynadığını, hatta zaman zaman taştığını gösterebilecek.

Watson, A., "Beaming Into the Dark Corners Of the Nuclear Kitchen", *Science*, 1 Ekim 1999

Çeviri: Raşit Gürdilek

Nano- Enfo- Biyo- Bilimler ve Gelecek...

Üç Büyük Atılım



Yüzyılın sonuna yaklaşırken, üç büyük bilimsel dalga ivme kazanıyor. Bu üç dalga, yeni yüzyılda yaşamlarımızı, bu yüzyıldaki gelişmelerin, büyükanne ve büyükbabalarımızın yaşamlarını değiştirdiğinden çok daha köklü biçimde değiştireceğe benziyor. Nanoteknoloji, enformasyon bilimi ve moleküler biyoloji hızla mühendislik uygulamalarında yer alıyor. Önümüzdeki 20 yıl içinde bunların en azından bir büyük endüstri devrimine yolaçacağı düşünülüyor. Bu üç büyük atılım aynı anda gerçekleşecek. Bunun, insanlık tarihinde bir benzeri yok. Doğuracakları mühendislik uygulamaları birbirleriyle etkileşerek yepyeni alanların ortaya çıkmasına da yol açabilecek. Aslında hem keşifler hem de ekonomik gelişme açısından en çok verim vaat eden de, işte bu kesişmelerin gerçekleşeceği alanlar.

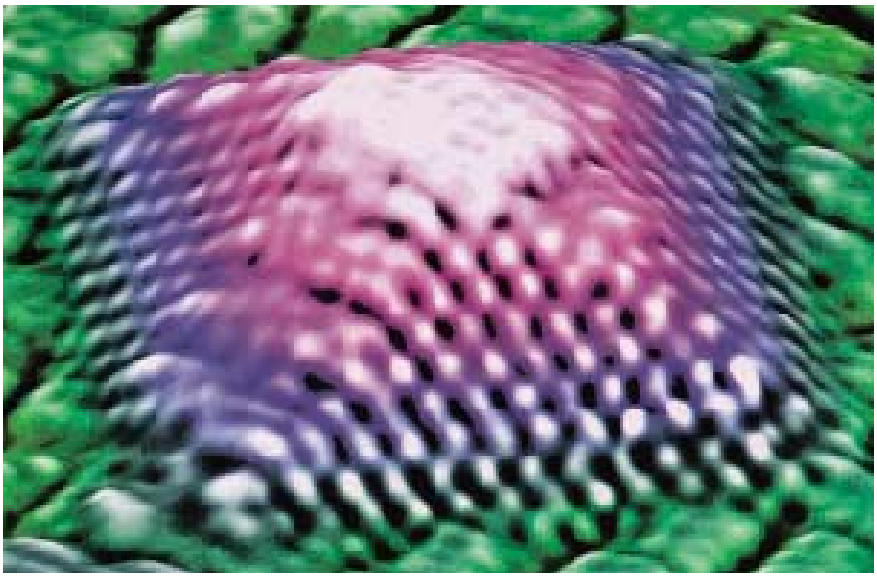
NANOTEKNOLOJİ ve enformasyon alanlarındaki ortak gelişmeler, nanometre boyutlarındaki mantık devre anahtarlarının üreti lmelerine olanak yarattı. Biyologlar, biyoenformatik adıyla anılan hesaplama yöntemleri sayesinde, gen dizilimlerini çözümleme yoluyla, temel biyoloji bilgilerimizi zenginleştiriyorlar. Kamuoyu, genelde sadece moleküler biyoloji alanındaki atılımları izlerken, fiziğin farklı disiplinlerinde, enformasyon ve nanoteknolojiyi ilgilendiren, en az moleküler biyolojidekiler kadar önemli atılımlar birbirini izliyor.

Sonsuz Küçüğe Doğru

Nanoölçek bilimi, hem maddenin atom düzeyinde anlaşılması hem de kontrolünü de içeriyor. 1950'lerin sonlarında, bir gün atomların ayrı ayrı gözlenip, işlenmelerinin mümkün olabileceğini bir tek Richard Feynman gerçekten öngörebiliyordu. Bugün, dünya üzerinde yüzlerce laboratuvarda, 1980'lerin başlarında bulunan tarama tünelleme mikroskopu kullanılıyor. Bu araç sayesinde, maddelerin yüzeylerinin, her bir atomun ayırt edilebildiği topografik haritaları çıkarılabiliyor. Aynı aracın farklı bir teknikle kullanılması sayesinde, atomları tek tek dizerek yüzeylere yazı yazmayı ve atomik yapılar inşa etmeyi bile başarabiliyoruz.

Gelecek yüzyılda, elektronik devrelerden araba tekerleklerine kadar pek çok nesne "kendi kendini üretebilecek". Hewlett Packard laboratuvarlarında, araştırmacılar her kenarında sayılı atom bulunan piramitler gibi yapıları kendi kendine ürettirmeye başladılar bile. Piramitin alt kenarı sadece 10 nm genişliğinde. Bu piramit, silisyum yüzeyine serpiştirilmiş germanyum atomlarından, atomların birbirlerini çekmeleri sayesinde tam anlamıyla kendi kendine oluşmuştur. Aslına bakarsanız, birkaç saniye içinde, 0.1 cm^2'lik bir yüzeyde, bir milyardan fazla buna benzer yapı oluşturulmuş.

Dünya çapında pek çok araştırma grubu nanobilimi teknolojiye dönüştürmek üzere bir arada çalışıyor. Hedeflerden biri, kendi kendini üreten bileşenler kullanarak elektronik devreler üretmek. Bu olası uygulamanın



Germanyum atomlarından kendi kendini üreten bir piramit.

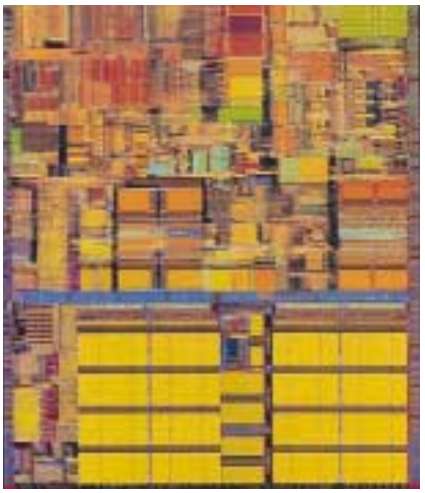
getirilerinden biri, elektronik devre üretiminin bugünkünden belki binlerce kez daha ucuzlayacak oluşu.

Geleceğin entegre devreleri, silikon yongalardan çok, fotoğraf filmlerine benzeyebilirler. Çünkü, bunlar bükülebilir plastik levhalar üzerine, kimyasal banyolarla işlenecekler. Her bir devre bileşeni, nereye tutunacağını belirleyen özel birer kimyasal iz taşıyan karbon nanotüplerinden üretilmiş kablo ya da anahtar olacak. Nanometre düzeyinde bileşenlerden oluştukları için bu devreler, litografik süreçlerle üretilen bugünkü örneklerden çok daha yoğun ve hızlı olacak. Yine de, bu devrelerin, kablolama hatalarını ve eleman kusurlarını kaldırabilen bir mimariye sahip olmaları grekiyor; çünkü, kimyasal süreçler sayımsaldırlar (istatistiksel) ve kimyasal yolla belirlenimci bir sistem oluşturulması olanaksızdır. Bu devrelerin üretimi o kadar ucuzlaşabilir ki, devreler tek bir yazılımı kendiliğinden içerecek biçimde, uygulamaya özel üretilebilirler. Bu senaryoya göre, devrelerin tasarımı, bir başka deyişle de insan yaratıcılığı elektronik devrenin en değerli bileşeni haline gelecektir.

Enformasyon Devrimi

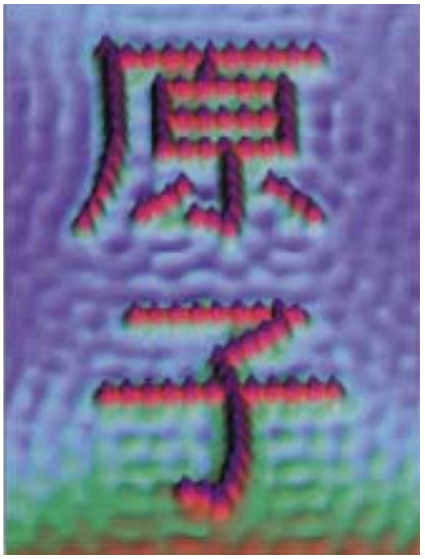
Geçtiğimiz 20 yıl içinde fizikçiler, bilginin de fiziksel bir olgu olduğunun ve maddi evrenin yasalarının etkisi altında olduğunun farkına vardılar. Bu alandaki öncülerden biri, yine Richard Feynman olmuştu ve kuantum bilgisayarlar, kuantum iletişim ve kuantum ölçüm hakkındaki öngörüleri teknik ve popüler yayınlarda yankı bulmuştu.

Enformasyon bilimi, karadeliklerin bilgiyi yuttukları durumda ne olduğunu tartışan düşünce deneyleri sayesinde, karadelikler, evrenin sonu gibi astrofiziği ilgilendiren konulara ışık tutmuştu. Büyük birleşik kurama boyut katabilecek olan bilimsel gelişmelerin, parçacık çarpışmaları değil, enformasyon biliminin kuantum mekaniği ve görelilikle ilgili yansımalarından gelmesi olasıdır. Söz gelimi, kuantum ışınlama (teleportasyon), kuantum hallerinin yıkıcı olmayan ölçümleri gibi konulardaki kuramsal tartışmalar, kuantum kütleçekimine ışık tutabilir.



Pentium III yongası, tırnak büyüklüğünde bir alanda 9.5 milyondan fazla transistör içeriyor.

Enformasyonun fiziksel yapısının daha iyi anlaşılması, önemli bilginin toplanması, saklanması işlenmesi ve geri alınmasına katkı sağlayabilir. Bazıları, bilgiyle gereğinden fazla yüklenilmekten yakınıyor olsalar da, asıl sorunumuz büyük olasılıkla bunun tam tersi. İnsanlar aslında ham, düzenlenmemiş bilgiyle yükleniyorlar. Bu haliyle tümüyle işlevsiz olan bu bilginin yararlı bilgiye dönüştürülmesi, büyük ölçekte enerji ve zaman tüketimi gerektiriyor. İnternet üzerinde bir tarama aracı kullanıp da çoğunluğu hiç işlerine yaramayan binlerce adresten oluşan listelerle karşılaşanlar bunun ne demek olduğunu bilirler. Bilginin doğasını daha iyi anladıkça, karar vermemize yarayacak bilgiyi düzenleyip sunan makine ve algoritmalar üretmemiz mümkün olacaktır.



Nanoteknoloji sayesinde, atomları teker teker dizerek yazı bile yazmak olası.

Hızla gelişen üç alandan moleküler biyoloji, geniş halk kitlelerinin en yakından izleyebildikleri alan. İnsan genomunun tümünü haritalamamıza az kaldı. Bunun da ötesinde, genomun hangi işlemleri kodladığı ve bunların nasıl bir işlevi olduğunu anlamaya başladık. Olumlu ya da olumsuz olarak değerlendirilsin, bu durum, genetik açıdan değişikliğe uğratılmış bitki ve hayvanlar yetiştirmemize olanak tanıyor. Bunun da ötesinde, ilaçlar, belli polimerler ve yeni malzemeler, hatta, geniş bir organik olmayan madde yelpazesinin üretiminde de belirli işlev üstlenebilir.

Bir fizikçinin bakış açısıyla, üç disiplinin, nanoteknoloji, moleküler biyoloji ve enformatiğin kesiştiği alandan büyüleyici atılımlar beklenebilir. Bu durum, fiziğin öğretilme biçimini de, yönetimini de değiştirecektir. Pek çok akademik kuruluş, gelecekteki araştırmalarının disiplinlerarası yaklaşımlar gerektireceğini öngörerek, bilim ve mühendislik organlarını yeniden yapılandırmaya girişti bile.

Kapasite Patlaması

Sözünü ettiğimiz alanların hepsi için geçerli olan bir gerçek, gelişmenin zamanla doğrusal değil üstel olarak değiştiği ve değişmeyi sürdüreceği. Bu ne demek? Bilgisayar yongalarını örnek alalım. Son 21 yılda ortaya çıkan 7 farklı yonga kuşağının herbiri, bir önceki kuşaktaki yongalarda kullanılan dört katı sayıda transistör içeriyor. Bu süreç içinde, bilgisayarların bilgi saklama ve işleme kapasiteleri 47 yani 16 000 katına çıkmış oldu. Yongaların hızlanması, bileşenlerinin küçülüp daha sıkışık biçimlerde birleştirilebilmelerinin sonucu olarak ortaya çıktı.

Bu türden gelişmeler, 21 yıl önce gerçekleşmesi mümkün olmayan, dizüstü bilgisayarlar, cep telefonları, ucuz sayısal fotoğraf makineleri, ve İnternet gibi gelişmelere olanak tanıdı. Her biri başlıbaşına üstel olarak ilerleyen nano-, biyo- ve enfo- teknolojilerin bileşimiyle, birkaç yılda, bugüne oranla 10 000 kat kapasite artışıyla karşılaşmamız hiç de şaşırtıcı olmaz. Bundan önemlisi, günümüzde olanaksız, pahalı ya da çok yavaş sayılan yeni ürünler ve servislerin keşfine tanık olacağız. Bunlar çarpıcı gelişmeler olacak ve insa-

noğlunun bu kadar hızlı değişen çevreye uyumu gittikçe güçleşecektir.

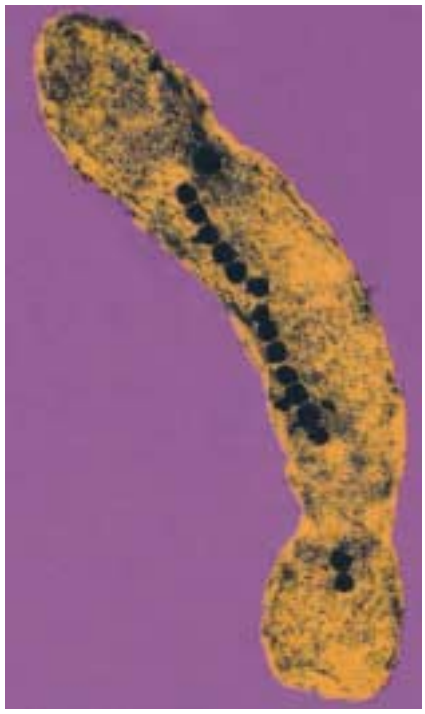
Böyle olağanüstü hızlarla gerçekleşen atılımlarla baş edebilmek büyük beceri gerektiriyor. Eğer bir kişi ya da kuruluş, sözgelimi birkaç hafta geride kalacak olursa, lideri bir daha yakalamasının olanaksız olması dışında, liderle aynı ivme ile ilerliyor olsa bile, sürekli daha da geriye düşecektir. Bu, 1980'lerde, dinamik rastgele erişimli bellek yongaları (DRAM) sektöründe ABD firmalarının başına gelmişti. O sırada Asyadaki rakiplerinin gerisinde kalan firmalar, piyasayı çoktan tümüyle terk ettiler. Üstel ilerleme, teknolojik tahminleri de güvenilmez kılıyor. Dayanılan güncel veriler birkaç gün gerideyse, ileriye dönük kestirimler, ne kadar ileriye bakıldığına bağlı olarak, yıllar ya da onyıllar mertebesinde hata içerebilir.

Elektronik endüstrisinde en belirgin gelişme, tek bir yongaya sığdırılabilen transistör sayısıyla ilintili oldu. Bu alandaki ilerleme, Intel'in kurucularından birinin adını taşıyan Moore Yasası'yla anılıyor. Başka alanlarda, gelişme, bilginin aktarılma hızı ya da ilaç üretim hacmi gibi değerler taşıyabilir. Nano-, enfo- ve biyo- bilimlerin tümünde 21. Yüzyılın başlarında üstel büyüme gerçekleşecek ve bunların herbiri en az bir endüstri devrimiyle sonuçlanacak.

Geleceği Öngörmek

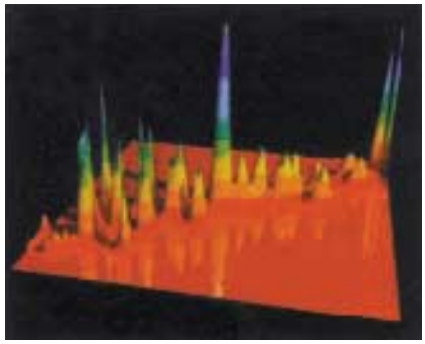
Yeni teknolojilerin nelere yol açacaklarını çekinmeden öne sürebiliriz? Nanoteknoloji, sıradan insanların, bugünkü süperbilgisayarlardan daha güçlü bilgisayarları üzerlerinde taşımalarına olanak tanıyacak. Bu, saat biçiminde de olabilir, gözlük çerçevesinin bir köşesine de saklanabilir, giysinizin ilmeklerinin arasına bile karışabilir. Bu bilgisayar kapasitesi insanların bilgilendirilmesi, eğlendirilmesi ya da iletişimi için kullanılabilir. İnsanların yanlarında taşıyacakları elektronik bilgi dağarcığı, bugüne kadar yazılmış tüm kitapların içerikleri kadar büyük olabilecek. İnternet, elektrik ya da su gibi, istendiği anda erişilebilir olacak. İnsanlar, "giyilebilir" bilgisayarlarla, bilgiye istedikleri yerde ve istedikleri anda erişebilecekler.

Büyük olasılıkla, bir insanın tüm genomunu okumak, bugün manyetik rezonans araçlarıyla yapılan tanı işlemleri kadar kolay ve hızlı olacak. Doktorlar, hastalığa tanı koyup, bireyin özelliklerine uygun özel geliştirilmiş tedaviler uygulayabilecekler.



Bakteriler, ortamdan demir iyonlarını toplayıp, magnetit parçaları üretebiliyorlar.

Genel olarak, tüketim ürünleri ucuzlayacak ve bilgi, alabileceğiniz en değerli ürün haline gelecek. Bu gelişmeler, insan yaratıcılığını tümüyle özgür kılma, yeni keşiflere olanak sağlama, genel sağlık durumumuzu iyileştirme, ve özgürlükleri koruma gibi alanlarda atılımlara gebe. Bununla birlikte, hükümet ya da kişilerin bu olanakları kötüye kullanmaları büyük felaketlere de yol açabilir. Birileri, bilgisayar virüsleriyle olağanüstü büyük felaketler yaratabilir, ya da gerçekliğe müdahele edilmesi, George Orwell'in 1984'ündeki gibi bir tablo yaratabilir. Böyle bir ortamda toplumun varlığını sürdürebilmesi için, insanların daha ahlaklı olmaları gerekecektir.



Lazerle sağlanan floresans, insan kromozomlarının genetik parmak izini çıkarabiliyor.

İlk kez yıldızlararası araçlar gerçekleşebilecek. Bunlar bir tenis topunun yarı büyüklüğündeyken, bugün otobüs boyutlarında üretip fırlattığımız araçların tüm ekipmanlarının benzerlerini taşıyor olacaklar. O kadar hafif olacaklar ki, fırlatılma masrafları dikkate değer olmayacak. Taşıdıkları elektronik aygıtlar o kadar verimli çalışıyor olacak ki, komşu yıldızlara yolladığımız araçlar, bugün kol saatlerimizde kullandığınız lityum pillerle bile çalıştırılabilecek. Hedeflerine vardıklarında, bugün gezegenlere gönderdiğimiz araçların geri gönderdiği görüntü kalitesinde yayın yapmaya başlayacaklar ve bu görüntüler 22. yüzyıl bitmeden elimize ulaşmış olacak.

Bir başka olasılık, da üzerimizde (belki de bedenimizde) taşıyacağımız bazı aygıtlarla, tüm yaşam deneyimlerimizi kaydedip, gerektiğinde izlememiz. Tüm hareketlerinin kaydediliyor olması, insanın davranışlarını nasıl etkileyecektir? İnsanlar özel yaşamlarıyla ilgili bilgileri korumak için ne gibi önlemler alacaktır?

Gelecek Burada Başlıyor

Bu makale de dahil olmak üzere, geleceğe yönelik her kehanetin bazı alanlarda fazla iyimser, bazı alanlardaysa yetersiz kalması olasıdır. En büyük gelişmeleri atlamak işten bile değil. Gelecek yüzyıldaki bilim ve teknoloji için şüpheye düşmeksizin yapabileceğimiz en güçlü kehanet, bu yüzyıldakinden çok daha farklı olacaklarıdır. Gelişmeleri izlemeyi sürdürdüğümüz sürece, yeni keşifler yapacak ve bunları çevremizi değiştirmek için kullanmayı öğreneceğiz.

Önümüzdeki yüzyıl, gerçekte bilimin sona erdiği değil, daha başımızı kaldırıp çevremize yeni yeni baktığımız dönem olacak. Bilinenden, bulunandan çok daha fazla keşfedilecek şeyler olduğu kesin. Fiziğin sınırlarını zorlarken karşılaşılan engelleri ekonomi, politika ve sosyoloji alanlarından kaynaklanıyor. Bu alanlardaki engellerin aşılması, bilimdeki engellerin aşılmasından zordur.

Williams, Stanley R.,
"Industrial Revolutions in the 21st Century", *Physics World*, Aralık 1999

Çeviri: Özgür Kurtuluş

Teknolojiyle Birlikte Gelen Sorun

Elektromanyetik Kirlilik

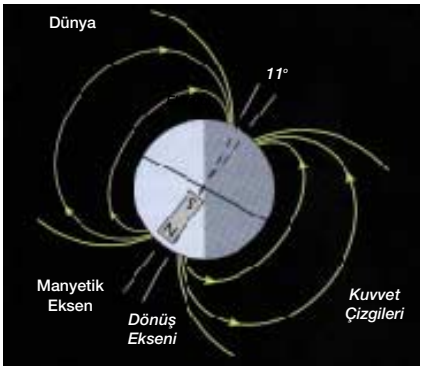
Elektrik enerjisi, günlük yaşamımızın artık vazgeçilemez bir öğesi durumuna geldi. Onun sayesinde birçok işimizi bir düğmeye basarak yapıyoruz; çevremizi aydınlatıyor, ısıtıyor, yiyeceklerimizi soğuk tutuyor, dünyanın hemen her yanıyla anında iletişim kurabiliyoruz... Ne var ki yaşamımızı böylesine kolaylaştıran, ona renk katan elektrikli aygıtları kurarken ve kullanırken çok dikkatli olmamız gerekiyor. Çünkü elektriğin öldürücü bir etkisi de var. İnsan bedeninden geçecek 100 mA'lık bir akım ciddi yaralanmalara hatta ölüme bile yol açabiliyor. Elektriğin bu tehlikeli yanı en başından beri biliniyordu. Ancak yaklaşık 25 yıldır, elektriğin bir başka yönünün de insan sağlığı üzerinde bazı olumsuz etkilerinin olabileceği düşünülüyor; bu yönde araştırmalar yapılıyor. Bilim adamlarının üzerinde çalıştıkları bu yeni konu; elektromanyetik alanların etkisi. Radyo ve televizyon vericileri, radarlar, telsizler, mikrodalga fırınlar, tıbbi aygıtlar ve son olarak da cep telefonları... Son elli yıl içinde elektromanyetik tayfın birçok bölümündeki enerji türleri günlük yaşamımızda birer birer kullanılmaya başlandı. Bunların yanında bir de evlerimizdeki elektrikli aletlerin, onların kablolarının, iş ve büro makinelerinin, elektrik iletim ve dağıtım hatlarının, bilgisayar ekranlarının vb. yaydığı elektromanyetik alanlar var. Her geçen gün biraz daha fazla elektromanyetik alan ve dalgaların etkisinde kalıyoruz. Dünyada ve özellikle de büyük kentlerde tam bir elektromanyetik kirlilik egemen. Doğada bulunan düzeyin çok üstündeki bu alanların insan sağlığı üzerindeki olası etkileri son yıllarda bilim adamlarının sürekli tartıştıkları bir konu. Kamuoyu da bu tartışmanın sonuçlarını merakla bekliyor.

Çevremizdeki EM Alanlar

Işıma (radyasyon), enerjinin dalga (ya da parçacık) biçiminde uzayda yayılması olarak tanımlanır. Elektromanyetik ışıma da elektrik ve manyetik alan dalgalarının uzayda (birlikte) ilerlemesidir. Bu ilerleme ışık hızıyla olur. Elektromanyetik ışımalarda iki dalga tepesi arasındaki uzaklığa dalgaboyu denir ve metreyle (m) ölçülür. Belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısı da o ışımanın frekansıdır ve hertz (Hz) ile gösterilir.

Elektromanyetik ışımanın birçok biçimi vardır. Örneğin görünür ışık bunlardan biridir. Bir başkası da bütün cisimlerin, bu arada bizim de yaydığımız kızılötesi ışınlardır. Evet, insanlar da elektromanyetik dalgalar yayarlar. Besinleri yakarak elde ettiğimiz ısının yaklaşık % 60'ı, 10^{12} Hz dolaylarında dalgalar biçiminde çevreye yayılır.

Görünür ışığın dalgaboyu 400 ile 770 nm [nanometre (nm), metrenin milyarda biri] arasındadır. Bu aralıkta, görünür ışığı oluşturan mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renkli ışınlar yer alır. Kızılötesi ışınların dalgaboyuysa 770 nm ile 1 mm arasındadır. Elektromanyetik dalgalar, frekansları ya da dalgaboylarıyla tanımlanır. Frekans ekseni üstünde, tüm elektromanyetik dalga türlerini bir arada gösteren çizelgeye *elektromanyetik tayf* denir. Elektromanyetik tayfın bir ucunda gama ışınları yer alır. Yüksek enerjili bu ışınların frekansları 10^{17} Hz'nin üzerindedir; dalgaboylarıysa nanometre düzeyindedir. Bir elektromanyetik dalganın frekansıyla dalgaboyunun çarpımı sabittir ve ışık hızına eşittir. Bu nedenle elektromanyetik dalgaların frekansları arttıkça dalgaboyları da küçülür. Tayfta gama ışınlarının hemen altında yine yüksek enerjili x-ışınları yer alır. Tayfın öteki ucundaysa "aşırı düşük frekanslı" alanlar vardır. Bunların frekansı 3000 Hz'den düşüktür; dalgaboyları da binlerce kilometreyi bulur. Bunlara en güzel örnek, evlerdeki elektrikli aletlerin ve elektrik hatlarının oluşturduğu 50 Hz frekansındaki elektromanyetik alanlardır.



Dünyanın, sıvı metal çekirdeğinin hareketinden kaynaklanan doğal manyetik alanı vardır.

Elektromanyetik alan (EMA) terimi, belirli bir yerde elektromanyetik enerjinin varlığını göstermek için kullanılır. Elektromanyetik alanların iki bileşeni vardır: elektrik alan ve manyetik alan. Elektrik alanların şiddeti metre başına düşen gerilim (V/m) ile ölçülürken manyetik alanın ölçü birimi Tesla'dır. Yaygın olarak kullanılan bir başka birimse Gauss'tur (G).

Elektrik ve manyetik alanların özellikleri farklıdır. Dolayısıyla bu alanların canlıların biyolojik yapıları üzerindeki etkileri de değişik olur. Bu alanların insanları nasıl etkilediği daha tam olarak anlaşılmış değil. Ama yapılan çalışmalar; manyetik alanların, elektrik alanlara göre daha etkili oldu-

ğunu düşündürtüyor. Örneğin elektrik alanlar duvarlardan geçemez; hatta insan derisinden bile geçerken şiddeti çok düşer. Öte yandan manyetik alanlar, özel olarak üretilmiş kimi maddeler dışında, hemen hiçbir engel tanımaz. Elektrik alanlar insan bedeninin yüzeyinde zayıf akımlar oluşturur; manyetik alanlarsa bedenin içine girerek bu tür zayıf akımların iç organlarda bile oluşmasına yol açarlar. Gerçekte değişken manyetik alanlar, çevrelerinde bulunan tüm iletkenlerde (insan bedenini de bir iletken olarak düşünebiliriz) akım oluştururlar. Bu akımların yönü manyetik alana diktir.

Dünyamızın, sıvı haldeki metal çekirdeğinin hareketinden kaynaklanan doğal bir değişken (AC) manyetik alanı vardır. Bu manyetik alanın şiddeti 30-100 µG'tur (Dünya'nın bir de yaklaşık 0,5 Gauss'luk DC manyetik alanı vardır). İnsan bedeninde de değişik manyetik alanlar bulunur. Örneğin 0,1-20 Hz arasındaki beyin dalgaları 10^{-8} G'luk (bir gaussun, yüz milyonda biri) bir manyetik alan oluşturur. Zedeli kalp kası $3x10^{-7}$ G, karın kasları 10^{-6} G, akciğerler $3x10^{-5}$ G, gözler 10^{-7} G'luk manyetik alan oluştururlar. Görüldüğü gibi insan bedenindeki doğal manyetik alanlar 10^{-9}–10^{-6}G arasında değişirken dünyanın AC manyetik alanı da 10^{-5} G düzeyindedir. Ne var ki elektrik hatlarından ev aletlerine değin, insan yapısı elektrik sisteminin tüm öğeleri bu doğal değerlerin çok üzerinde manyetik alanlar oluştururlar. Bizler de günde yirmi dört saat yılda 365 gün bu manyetik alanların etkisinde yaşarız.

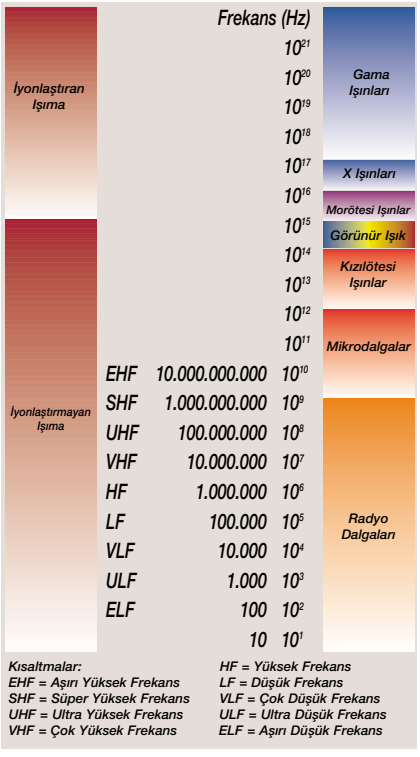
Evrimin herhangi bir aşamasında insan ya da öteki canlı türleri, bu denli yoğun bir biçimde elektromanyetik alanların etkisi altında hiç kalmamıştır. Bunun doğal sonucu olarak insanın ve öteki canlıların bunlara karşı bir korunma mekanizması geliştirmiş olması beklenemez. Öte yandan tıp alanında ve elektrik teknolojisindeki baş döndürücü ilerlemelere karşın, elektromanyetik alanların biyolojik dokulara ve insan sağlığına etkileri, üzerinde az çalışılan konular olmuştur. Bu nedenle de bu konuda görece az şey bilinir; hâlâ çok tartışmalı bir konudur.

Son 30 yılda başta ABD ve Avrupa olmak üzere tüm dünyada bu alanda yüzlerce araştırma yapıldı; hâlâ da yapılıyor. Kimi araştırmalarda dikkat çekici sonuçlara ulaşıldı. Örneğin 1994'te ABD'de ve Finlandiya'da yapılan araştırmalar, elektromanyetik alanların çok sık etkisinde kalan işçilerde alzheimer hastalığının normal insanlara göre erkeklerde 4,9 kat, kadınlarda da 3,4 kat daha çok görüldüğünü ortaya koydu. 1998'de gerçekleştirilen bir başka araştırmada da radyo operatörleri, endüstriyel donanım işçileri, veri işleme aygıtı tamircileri, telefon hattı işçileri, elektrik santralları ve trafo merkezlerinde çalışan işçilerle film makinistlerinde alzheimer hastalığı, parkinson hastalığı ve başka birtakım nörolojik bozuklukların daha çok görüldüğü ortaya çıktı.





Asıl merak edilen konuysa, elektromanyetik alanların kanserle bir ilişkisinin olup olmadığı. Bu konuyla ilgili istatistiksel araştırmalar elektrik ile-



tim hattı yakınlarında yaşayan insanlar üzerinde, özellikle de çocuklar üzerinde yapılıyor. Yaşam biçimleri nedeniyle çocuklar, üzerlerinde gözlem yapılabilme bakımından yetişkinlere göre daha uygunlar. Çünkü yaşam alanları yetişkinlere göre daha sınırlı. Çalışmıyorlar. İşyerlerinde kanser yapıcı kimyasal maddelerin ya da başka manyetik alanların etkisinde kalma olasılıkları yok.

Elektromanyetik alanlarla kanser arasında ilişki olup olmadığını araştıran istatistiksel çalışmaların yanı sıra laboratuvarlarda da deney hayvanları üzerinde "aşırı düşük frekanslı" elektromanyetik alanların etkileri araştırılıyor.

Elektrik Hatları

Genellikle kentlere uzak bölgelerdeki santrallarda üretilen elektrik enerjisi, gerilim düzeyi yüksek iletim hatlarıyla, (Türkiye'de 380 kV ve 154 kV) kentlere taşınır. Kentlerin girişlerine kurulan büyük trafo merkezlerinde orta gerilime (Türkiye'de 33 kV, 15 kV ya da 10,5 kV) düşürülür. Orta gerilim hatlarından bir bölümü çevre ilçe ve köylerdeki dağıtım trafolarını bir bölümü de kent içindeki dağıtım trafolarını besler. Dağıtım trafolarına orta gerilim düzeyinde gelen elektrik, bu trafolarda 220 V'lik kullanım düzeyinde düşürülerek evlere ve işyerlerine dağıtılır.

Bütün ülkeyi bir ağ gibi saran iletim ve dağıtım hatları ve bu hatlar üzerindeki küçüklü büyüklü on binlerce trafo merkezi, çevrelerinde elektromanyetik alanlar oluşturur. Bu alanların insan sağlığına hangi eşik değerinden sonra zararlı olmaya başladığı hâlâ bilinmiyor. Yine de bilim adamlarının kabul ettikleri kimi referans değerleri var. Bu değerler; elektrik alanları için

1-10 V/m arası ve manyetik alanlar için de 1-3 mG'tur. İletim hatlarının çoğuna 50-75 m yaklaşıldığında bu değerlere ulaşılır. Sokaklar boyunca uzanan alçak gerilim dağıtım hatları için bu uzaklık daha düşüktür. Hattaki iletken sayısı ve o anki akım miktarına göre bu uzaklık da değişir. Elektrik hatları ve trafo merkezlerine çok yakın oturanlar bu alanlardan etkilenir.

İletim ve dağıtım hatlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri 20 yıldır birçok epidemiyolojik (tıbbın, insan topluluklarında hastalıkların dağılımını ve bu dağılıma yol açan etkenleri istatistiksel yöntemlerle araştıran bir dalı) araştırmaya konu oldu. Bunların kimilerinden korkutucu sonuçlar çıktı; kimilerindense şaşırtıcı sonuçlar. Örneğin, 1979'da ABD'de yapılan bir epidemiyolojik araştırma, enerji iletim hatlarına 40 m'den daha yakın yaşayan çocukların, normal çocuklara göre 2-3 kat daha fazla kansere yakalandığını ortaya koymuştu. 1988'de ve 1991'de yine ABD'de, 1992'de İsveç ve Meksika'da ve 1993'te Danimarka'da yapılan araştırmalarsa çocuklarda görülen kanserlerle ve özellikle de lösemiyle iletim hatlarına yakın yaşama arasında bir ilişki olduğunu ortaya koydu. Finlandiya'da yapılan bir başka araştırma erkek çocukların merkezi sinir sisteminde oluşan tümörlerle iletim hatları arasındaki ilişkiyi saptadı.

Ne ki iletim hatlarıyla kanser arasında bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalar kadar, herhangi bir ilişki bulamayan ya da ters yönde (riski azaltıcı) ilişki bulan bilimsel çalışmalar da yapıldı. Doğal olarak, ilişki olduğunu gösteren araştırmalar kamuoyunun daha çok ilgisini çekiyor.

Yalnızca iletim hatlarının değil büyük trafo merkezlerinin de çok yakınlarında yaşayanların daha fazla kanser olduğu yönünde bir görüş de var. Ama bu konuda da güçlü bir ilişki hâlâ kurulabilmiş değil. Ayrıca elektrik teknisyenleri, elektrik mühendisleri, hat ve kablo işçileri, trafo merkezlerinde çalışanlar, telefon hattı işçileri, TV ve radyo tamircileri gibi sürekli elektrikle iç içe çalışanların, elektromanyetik alanlardan dolayı kansere yakalanma riskleri üzerine yüze yakın rapor yayımlanmış durumda. Bu raporların bir bölümü "böyle bir risk var" derken, bir bölümü de "risk yoktur" diyor.

Uzaklık	15 cm	30 cm	60 cm	120 cm
Banyoda				
Saç Kurutma Makinesi	300	1	-	-
Traş Makinesi	100	20	-	-
Çamaşır Makinesi	20	7	1	-
Mutfakta				
Blender	70	10	2	-
Kahve Makinesi	7	10	2	-
Bulaşık Makinesi	7	-	-	-
Mutfak Robotu	20	10	4	-
Mikrodalga Fırın	200	40	10	2
Mikser	100	10	1	-
Elektrikli Fırın	9	4	-	-
Buzdolabı	2	2	1	-
Odalarda				
Vantilatör	-	3	-	-
Ütü	8	1	-	-
Elektrikli Isıtıcı	100	20	4	-
Elektrik Süpürgesi	300	60	10	1
Klima	-	3	-	-
Radyo/Kasetçalar	1	-	-	-
Renkli TV	-	7	2	-
Siyah-Beyaz TV	-	3	-	-
Büro Aletleri				
Fotokopi	90	20	7	1
Faks Makinesi	6	-	-	-
Floresan Lamba	40	6	2	-
Bilgisayar Ekranı	14	5	2	-
Başka				
Pil Şarj Aleti	30	3	-	-
Matkap	150	30	4	-
Elektrikli Testere	200	40	5	-

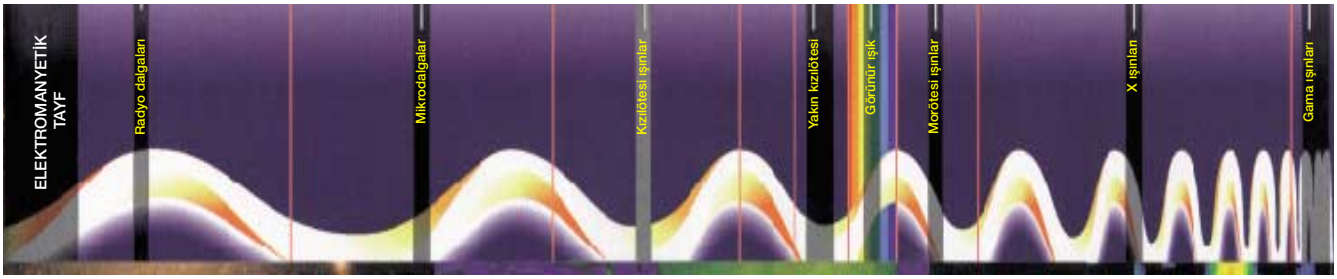
Bu tabloda yer alan değerler aynı elektrikli aygıtın onlarca marka ve modelinden alınan ölçümlerin ortalamasıdır. Kimi marka ve modeller bu değerlerin onda biri kadar manyetik alan oluştururken kimileri de on katı fazla manyetik alan oluşturur.

1993'te California'daki büyük bir elektrik şirketinin 36 000 çalışanı üzerinde yapılan bir araştırmada kanserle elektromanyetik alanlar arasında bir ilişki bulunamadı. Lösemili çalışan sayısı, normal oranın üzerinde çıktı ama bu gözlem doğrudan bir ilişki kurabilmek için yeterli değil. Benzer bir araştırma da 1994'te yapıldı. Bu araştırma Kanada'daki iki ve Fransa'daki bir elektrik şirketinin çalışanlarını kapsıyordu. Toplam 223 000 kişi üzerinde gerçekleştirilen bu istatistiksel çalışmada 4000 kanser hastası saptandı. Bu çalışmada yüksek elektromanyetik alanların etkisinde kalanlarda lösemi 2-3 kat fazla görülürken, beyin tümörü 10 kat daha fazla görülüyordu. Tüm bu bulgulara karşın lösemiyle elektromanyetik alanlar arasında kuşkuya yer bırakmayacak biçimde bir ilişki olduğu kanıtlanmadı.

Birçok bilim adamı, elektromanyetik alanların kanser yaptığına inanıyor. Yalnızca kanser mi? Düşük, ölü doğum, depresyon, intihara yönelme, alzheimer hastalığı, parkinson hastalığı vb. daha birçok hastalıkla elektromanyetik alanların ilişkisi olduğundan kuşkulanılıyor. Ancak ne kanserin ne de öteki hastalıkların elektrik hatlarıyla ilişkisi olduğu bir türlü kanıtlanamıyor. Birçok bilimsel çalışma yapılmasına karşın, bu çalışmaların sonucunda birbiriyle çelişen birçok da rapor çıkmış ortaya. Bilim adamları elektromanyetik alanların mı yoksa birtakım başka etkenlerin mi (ya da araştırmalardaki yöntemsel sorunların mı) böylesi sonuçlar çıkarttığından emin değiller.

Şimdiye değin yapılan bilimsel araştırmalarda elektromanyetik alan etkisinin ölçülme yöntemlerinde farklılıklar bulunuyordu. Bu etki, kimi çalışmalarda iletim hatlarına olan uzaklıkla ölçülmüş kimi çalışmalarda da bu uzaklığa kabloların tipi ve sayısı da parametre olarak eklenmişti. Bazı çalışmalarda manyetik alan değerleri gaussmetreyle, doğrudan ölçülürken bazılarında geçmişteki olası manyetik alan değerleri hesaplanmıştı. Kısacası araştırmaların çoğunda ortak bir ölçme ve değerlendirme yöntemi kullanılmamıştı. Öte yandan ABD'deki çalışmaların büyük bir bölümü sokaklardaki alçak gerilim dağıtım hatları üzerinde yapılırken Avrupa'dakilerin çoğu yüksek gerilimli iletim hatları ya da trafolar üzerinde yapılıyordu. Bu tür farklılıklar, çalışmaların bir bütün olarak değerlendirilmelerini zorlaştırıyor.

Yine de bilim adamlarının, yapılan yüzlerce araştırmayı değerlendirecek ölçütleri var. Bu ölçütlerden ilki; araştırmalarda bulunan "ilişki"nin güçlü olması gereğidir (örneğin sigara içenlerin akciğer kanserine yakalanma riskinin içmeyenlerinkinin 20-30 katı ol-



ması, güçlü bir ilişki gösterir). İkinci ölçüt, araştırmaların birbirleriyle tutarlı sonuçlar vermesidir. Üçüncü olarak, araştırmalarda doz-tepki ilişkisi kurulması (artan elektromanyetik alan dozlarında kansere yakalanma riskinin artması gibi) gereklidir. Ayrıca istatistiksel araştırmaların laboratuvar çalışmalarını desteklemesi lazımdır. Son olarak da araştırmaların sonunda, akla yakın biyolojik mekanizmalar ileri sürülmelidir.

İletim hatlarıyla kanser ilişkisini araştıran çalışmalar, bu ölçütlere göre değerlendirildiğinde böyle bir ilişkinin bulunduğunu söylemek zor. Çünkü ölçütler tam olarak sağlanamamıştır. Birinci ölçütteki kadar güçlü bir ilişki bulunamamıştır. Yapılan tüm araştırmaların ortalaması alındığında, iletim hatlarına çok yakın yaşayanların normal insanlara göre ancak % 30 daha fazla kanser riski taşıdığı görülür. Güçlü bir ilişki için bu değerin en az % 500 olması gerekir. Araştırmalarda birbirleriyle tutarlı sonuçlar bekleyen ikinci ölçütün de sağlandığı söylenemez. Çünkü ortada hepsi de bilimsel çalışmaların sonucu olan birçok çelişkili rapor vardır. Araştırmalarda yeterli düzeyde bir doz-tepki ilişkisi tam olarak kurulamamıştır. Son olarak da istatistiksel çalışmaları destekleyen ve elektromanyetik alanların kansere nasıl yol açtığını gözler önüne serecek, akla yakın mekanizmaları ortaya koymaya çalışan laboratuvar deneyleri, yeterince ikna edici değildir.

Geçen yıl ABD Ulusal Çevresel Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün bu konuda altı yıldır süren ve 60 milyon dolara mal olan araştırması sonuçlandı. Enstitü, araştırma sonuçlarını bir rapor biçiminde ABD Kongresi'ne Haziran ayında sundu. Rapora göre "Elektromanyetik alanların tümüyle güvenli oldukları söylenemez. İnsanlar onların etkisinden olabildiğince kaçınmalıdırlar. Ama elektrik hatlarının oluşturduğu elektromanyetik alanların, insanların kanser ya da başka bir hastalığa yakalanma riskini artırdığına yönelik kanıtlar *zayıf*tır. Bu konudaki araştırma çalışmaları sürdürülecektir". Benzeri açıklamalar Fransa, İngiltere, Danimarka ve Avustralya'da da bakanlıklar ya da devlete bağlı sağlık kurumlarınca yapıldı. Açıklamaların hepsinde de eldeki kanıtların elektromanyetik alanların doğrudan kansere yol açtığını gösteren bir ilişki kurmaya yeterli olmadığı ileri sürülüyor. İsveç hükümetiyse, Mayıs 1994'te daha farklı bir açıklama yaptı: "Manyetik alanların sağlık sorunlarına yol açtığından kuşkulanıyoruz, ama emin değiliz. Birtakım önlemler almak için nedenler var."

Bu ve benzeri birçok açıklamaya karşın çok sayıda bilim adamı iletim hatlarıyla kanser arasındaki ilişki konusunun daha çözüme kavuşmadığı görüşünde. Hemen hepsi konuyla ilgili daha çok araştırma yapılması gerektiğini savunuyor.

Ya Ötekiler...

Elektromanyetik alanların insanlar üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, elektrik hatlarının toplum için gerçekte pek de büyük bir tehlike oluşturmadığı görülür. Kimi önlemleri alarak var olan tehlikeyi azaltmak ya da tümüyle ortadan kaldırmak olasıdır. Hatların çevresinde yeterli genişlikteki alanlarda yapılaşmaya izin verilmemesi, yeni çekilecek hatların güzergâhlarının da yapılardan uzak seçilmesi bu önlemlerden bazılarıdır. Aynı durum trafo merkezleri için de geçerlidir.

Günlük yaşamımızda elektrik hatlarından ve trafo merkezlerinden başka karşı karşıya kaldığımız daha birçok elektromanyetik alan kaynağı vardır. Bunların başında ev ve işyerlerinde kullanılan elektrikli aygıtlar gelir. Bunların oluşturduğu manyetik alanların büyüklüğü marka ve modele bağlıdır. Bu alanlar çoğunlukla güçlü değildir (yalnızca birkaç aygıtın manyetik alanı şaşırtıcı derecede yüksek düzeylerdedir). Zaten elektrikli aletlerin çok azının yanında uzun süre kalınır. Genellikle hızlı motorları olan ya da çok akım çeken aygıtlar güçlü manyetik alanlar oluştururlar. Örneğin, traş makinesi, saç kurutma makinesi, elektrikli süpürge ve elektrikli battaniye güçlü birer manyetik alan kaynağıdır.

Çevremizdeki "aşırı düşük frekanslı" manyetik alan kaynakları arasında en az dikkat çeken, duvarların içinden geçen elektrik kablolarıdır. Doğru tesisat ilkelerine bağlı kalınarak yapılan elektrik donanımı genelde çok düşük manyetik alanlar oluşturur. Ne var ki birçok yapıda bu ilkelere uyulmaz. Bu nedenle insanlar hiç farkında olmadan yıllar boyu güçlü manyetik alanların etkisi altında kalabilirler. Bu sorunun tek çözümü elektrik tesisatını uygun biçimde düzeltmektir.





Yüksek gerilim hatları ve trafo merkezlerinin oluşturduğu elektromanyetik alanların, bu hatlara ve merkezlere çok yakın oturan insanların sağlığı üzerindeki etkileri yaklaşık 25 yıldır araştırılıyor.

Günümüzde kullanımı yaygınlaşan bilgisayarlar da bir başka elektromanyetik alan kaynağıdır. Öteki elektrikli aygıtlardan farklı olarak bilgisayarlar yalnızca 50 Hz değil, çok değişik frekanslarda elektromanyetik alanlar oluştururlar. Bunların etkisinden korunmak için çalışılırken bilgisayardan ve özellikle de ekrandan olabildiğince uzak durmak gerekir (en azından 60-70 cm uzaktan çalışılmalıdır). Ama her şeyden önce ekran satın alırken elektrik ve manyetik alanları düşük olanlar yeğlenmelidir. Ekranların yanlarındaki ve arkalarındaki elektromanyetik alanlar daha şiddetlidir. Bu nedenle bilgisayar ekranlarının arkasına 1 m'den fazla yaklaşmamakta yarar vardır. Önemli bir başka nokta da kullanılmayan zamanlarda bilgisayar ekranlarının kapatılması gerektiğidir.

Günlük yaşamımızda etkilendiğimiz manyetik alanlardan korunmanın ilk koşulu o alanların yerini ve şiddetini saptamaktır. Bunun için elektromanyetik alanları ölçebilen bir araç sağlanmalıdır. Bu araçla, uzun süre kalınan yerlerde (mutfak, oturma odası ve yatak odası gibi) ölçümler yapılmalıdır. Bu yerler arasında manyetik alan değerleri yüksek çıkanlar için kimi basit ama etkili önlemler alınabilir. Örneğin mobilyaların ve kaynağın yerleri yeni-







Radyo ve televizyon vericileriyle radarların yaydığı elektromanyetik dalgalara, son yıllarda cep telefonlarının ve onların vericilerinin yaydıkları da eklendi. Sonuç olarak özellikle büyük kentlerde yaşayanlar, doğal düzeyin çok üzerindeki şiddetlerde elektromanyetik alan ve dalgaların etkisi altında kalıyorlar.

den düzenlenebilir. Çünkü elektrik ve manyetik alanların gücü, kaynaktan uzaklaştıkça hızla azalır. Manyetik alanları çok büyük olabilen televizyonlar için bile her yönde 3 m'lik bir açıklık genelde yeterli koruma sağlar. Yatılan ve uzun süre oturulan yerlerde çok akım çeken aletler bulundurulmaması önemlidir. Çünkü elektromanyetik alanlarda kalınan süre önemlidir. Bu süre ne denli kısa tutulursa, etki ve olası zararı da o denli az olacaktır.

Peki Ya "Cep"ler?

Avrupa'nın üçüncü büyük elektrikli aletler üreticisi İtalyan Merloni Elettrodomestici Spa. çalışanlarına kulaklık-mikrofon seti dağıtmaya başladı. Bu set, cep telefonlarında kullanılıyor. Cep telefonlarını kulaklık ve mikrofonla kullananların telefonu başlarına yaklaştırmalarına gerek kalmıyor. İtalyan hükümetiyse daha 1995'te cep telefonu antenlerinin baştan en az 20 cm uzakta kullanılmasına ilişkin bir kararname çıkartmıştı.

İsviçre'de cep telefonlarının güçleri ABD'de kabul edilen düzeyin çok altında olmak zorunda.

İngiltere'de geçtiğimiz Eylül ayında Avam Kamarası'nın Bilim ve Teknoloji Komitesi cep telefonlarıyla ilgili bir rapor hazırladı. Bu raporda cep telefonu üreticilerinin, kullanıcıları daha az elektromanyetik alan etkisinde bırakacak yeni telefon tasarımları geliştirmeleri gerektiği vurgulandı.

İngiltere'nin önde gelen bilim adamları cep telefonu kullanım tarzlarını değiştirdiklerini açıkladılar. Bunların bir bölümü cep telefonlarını artık kulaklık-mikrofon setiyle birlikte kullanırken bir bölümü de yalnızca çok gerekli durumlarda (ayda en çok 10-15 dakika) kullanıyor. Bilim adamları, her geçen gün cep telefonlarının beyne yönelik olumsuz etkilerinin ortaya çıktığını bu konuda bazı önlemler almak gerektiğini ileri sürdüler.

Aslında hiç de haksız sayılmazlar. Çünkü son yıllarda yapılan araştırmalar "cep telefonları ve insan sağlığı" konusunda hiç de iç açıcı şeyler ortaya koymuyor. Daha geçenlerde İsveçli bilim adamları cep telefonuyla yapılan iki dakikalık bir görüşmenin bile ne denli ciddi sorunlar yaratabildiğini gösterdiler. Araştırmaya göre, iki dakikalık konuşma, kandaki zararlı proteinlerin ve toksinlerin beyne girmesini engelleyen savunma mekanizmasını devre dışı bırakmaya yetiyordu. Bu durumda alzheimer, parkinson ve multiple sclerosis (MS) gibi sinir hastalıklarının oluşma riski artıyor.

Mayıs 1998'de de İsveçli bilim adamı Dr. Kjell Hansso Mild, ekibiyle birlikte gerçekleştirdiği büyük bir araştırmanın sonuçlarını açıkladı. Bu araştırma, İsveç ve Norveç'te yaşayan 11 000 cep telefonu kullanıcısını kapsıyordu. Çalışmanın sonuçlarına göre, cep telefonuyla uzun süre konuşanlarda yorgunluk, baş ağrısı ve deride yanma hissi ortaya çıkıyordu. Kulaklık-mikrofon seti kullananların % 80'inde bu tip sorunların olmadığı gözlendi. Bir ay sonra Almanya'daki Freiburg Üniversitesi Nöroloji Kliniği'nde yapılan bir araştırmada da cep telefonlarının yüksek tansiyonla ilişkisi ortaya kondu. Bu araştırmada on gönüllünün başlarına cep telefonları bağlandı. Araştırmacılar, deneklere haber vermeden telefonları açıp kapadılar. Telefonlar açıkken, deneklerin tansiyonlarında 5-10 mmHg'lik bir artış gözlendi. İngiltere'de yapılan ve 11 000 kişinin gönüllü olarak katıldığı bir başka araştırmadaysa, uzun süre cep telefonuyla konuşanlarda baş ağrıları, baş dönmesi ve dikkat dağılması gözlendi.

Bilimsel araştırmaların art arda gelen bu olumsuz sonuçları insanları kuşkulandırıyor. Artık, "cep telefonlarının insan sağlığına daha ciddi etkileri olabilir mi" diye düşünüyor herkes. Yine ilk akla gelen soru: "Cep telefonlarıyla kanser arasında bir ilişki olabilir mi?"

Kanser

Atomlardan ya da moleküllerden elektron kopmasına *iyonlaşma* denir. Elektron kopması, moleküler yapıyı değiştirir. Eğer bu işlem biyolojik dokularda olursa dokuda ciddi hasarlara yol açabilir. Örneğin DNA'nın yapısını bozabilir; kansere yol açabilir. İyonlaşma, yüksek enerjili fotonların çarpmasıyla olur. Yani x- ışınları ve gama ışınları iyonlaşmaya yol açarlar; bu nedenle iyonlaştırıcı ışınlar olarak bilinirler.

Radyo dalgaları ve mikrodalgalar, elektromanyetik tayfın 300 kHz ile 300 GHz arasındaki bölgesinde yer alırlar. Bu bölgenin yüksek frekanslı kısımlarında mikrodalgalar bulunurken daha düşük frekanslı kısımlarında da radyo dalgaları yer alır. Radyo dalgaları ve mikrodalgalar, günümüzde temelde iletişim alanında kullanılır; radyo, televizyon, cep telefonu, telsiz yayınları vb. Cep telefonları mikrodalgalarla çalışır. Mikrodalgalar yeterince yüksek enerjili olmadıklarından iyonlaşmaya yol açamazlar. Başka bir deyişle, bu yolla kansere neden olmazlar. Öte yandan mikrodalga ışıması, su moleküllerine çok verimli bir ısı aktarımı yapar. (Enerjileri artan su molekülleri de çevrelerine ısı yayarlar. Besinlerin büyük bir bölümü su yönünden zengindir. Bu nedenle mikrodalgalardan yararlanarak besinlerin ısıtılması düşüncesi mikrodalga fırınların doğmasına yol açmıştır.) Yani başa yakın tutulan cep telefonlarının antenlerinden yayılan mikrodalgalar antene yakın bölgede ısınma yaratır. Mikrodalgaların ısıtma etkisinin hücre ölümlerine ve kalıcı doku hasarlarına yol

açabildiği biliniyor. Ama başın bir bölgesindeki bu ısınmanın beyinde ne düzeyde ve nasıl bir etkisi olduğu daha ortaya çıkmış değil.

Dünyada 200 milyon dolayında cep telefonu kullanıcısı bulunuyor. Bu sayı ABD'de 80 milyonun üzerinde ve her ay buna yaklaşık bir milyon ekleniyor. Cep telefonunun insan sağlığına etkileri ve özellikle de kanserle ilişkisi üzerine yürütülen araştırmalar ABD'de büyük bir merakla izleniyor. Çünkü beyinlerinde tümör oluşmuş onlarca kişi, iletişim şirketlerine dava açmış durumda. Tümör oluşumlarına cep telefonlarının mikrodalga yayınlarının yol açtığını ileri sürüyorlar. Benzer davalar başka ülkelerde de açılmış durumda. Bilimsel araştırmaların sonuçları bu davaların seyri açısından büyük önem taşıyor.

ABD'de cep telefonu endüstrisi beş yıldır, cep telefonlarının insan sağlığı üzerine etkilerini araştıran çalışmaları destekliyor. Hatta bunun için Telsiz İletişim Endüstrisi Birliği 1993'te Telsiz Teknoloji Araştırmaları (WTR) adlı bir araştırma kurumu bile kurdu. Bu kurumun asıl amacı, öncelikle beyin tümörleri olmak üzere birçok hastalıkla cep telefonları arasında bir ilişki olup olmadığını saptamak. İki koldan yürütülen araştırmalar için beş yılda toplam 25 milyon dolar harcandı. Bir yandan epidemiyolojik araştırma sürdürüldü; bir yandan da laboratuvarlarda hayvanlar üzerinde deneyler yapıldı. Laboratuvar çalışmaları da iki konu üzerinde yoğunlaştı: beyin tümörü oluşumu ve genetik yapının değişimi.

Bu sırada Avrupa ve Avustralya'da da konuyla ilgili birçok araştırma yapıldı; hâlâ süren çok sayıda araştırma da var. Bunlardan birkaçında düşük düzeyli radyo dalgalarının hayvanların bağışıklık ve sinir sistemlerinde bozukluklara, davranışlarında değişimlere yol açtığı ve kanser oluşumunu hızlandırdığı gözlendi. Örneğin Avustralya'daki bir araştırmada, fareler 18 ay boyunca cep telefonunun yaydığı mikrodalgaların etkisinde bırakıldı. Bu farelerde kanser oluşum oranının normal farelere göre iki kat arttığı saptandı.

Öte yandan ABD'de yapılan kimi araştırmalarda da cep telefonlarıyla kanser oluşumu arasında herhangi bir ilişki olmadığı ortaya çıktı. ABD'de bu



alandaki araştırmaların büyük çoğunluğunun giderlerini iletişim şirketlerinin karşılıyor olması doğal olarak bu sonuçların üzerine biraz gölge düşürüyor. Ama ABD'nin iletişim ve sağlık alanındaki bağımsız örgütlerinin yayımladığı raporlar ve kılavuzlar da böyle bir ilişkinin bilimsel olarak daha kanıtlanamadığını ileri sürüyorlar.

Ne var ki son gelişmeler, cep telefonlarının insan sağlığı üzerinde hiç de küçümsenemeyecek tehlikeleri olabileceğini ortaya koyuyor. Bunlardan biri İsveçli Dr. Lennart Hardell'in araştırmasının geçen yıl Mayıs ayında yayımladığı sonuçlarıydı. Bu araştırmaya göre cep telefonu kullanımı insanlarda beyin tümörü oluşumunu hızlandırmıyordu. Ama beyni tümörlü hastaların, telefon tuttukları tarafta tümör oluşma oranının 2,5 kat fazla olduğu ortaya çıkmıştı. Aynı araştırma ABD'de de yapılmış ve aynı sonuçlara ulaşılmıştı.

En önemli gelişmeyse, WTR'nin beş yıllık araştırmasının sonuçlarını açıklaması oldu. Araştırmanın başındaki Dr. George Carlo "Bu veriler insanlarla doğrudan ilişkili ilk verilerdir.



Bunlara göre cep telefonu yayınları insanlarda beyin tümörü riskini biraz artırıyor, insan kan hücrelerini etkiliyor ve ferelerde de DNA bozukluklarına yol açıyor." diyor. Telefon şirketlerince desteklenen bir araştırma kurumundan böyle bir açıklamanın gelmesi çok önemliydi. Aslında şirketler böyle bir açıklamayı pek beklemiyorlardı. WTR'nin kurucularından olan dünyanın en büyük cep telefonu üreticilerinden Motorola'dan hemen bir yanıt geldi. Açıklamayı Motorola'nın biyolojik araştırmalar programının başkanı yaptı: "Şimdiye değin bu konuda birçok araştırma yapıldı. Bunların büyük çoğunluğunda cep telefonlarının insan sağlığı üzerinde olumsuz hiçbir etkisi olmadığı görüldü ya da olumlu etkiler saptandı. Az sayıdaki araştırmalarda da bu son araştırmadaki gibi kanserle bir ilişki olduğu ortaya çıktı. Gerçekçi bir değerlendirme, bu son araştırma yinelenip sonuçlarının doğruluğu kanıtlandıktan sonra yapılabilir".

Görünen o ki bilimsel araştırmalar sürdükçe cep telefonlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri yavaş yavaş ortaya çıkıyor. Tam olarak kanıtlanamamış olsa bile bu etkiler arasında kanserin de bulunduğuna yönelik işaretler var.



Birkaç yıl öncesine değin cep telefonlarının yalnızca uçak, otobüs ve otomobillerin elektronik sistemleri üzerinde olumsuz etkileri olduğu sanılıyordu. Ama son gelişmeler insan sağlığı açısından da çok ciddi zararları olabileceğini gösteriyor. Hatta bazı bilim adamları cep telefonlarının, 21. yüzyılın "sigara sorunu" benzeri bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkacağını düşünüyorlar. Bu nedenle de cep telefonlarının yalnızca klasik telefonların bulunmadığı, çok gerekli durumlarda kullanılmasını öneriyorlar. Hatta kimileri yalnızca acil durumlarda kullanılmaları gerektiğini söylüyor. "Böylece hem beyniniz, hem de cebiniz rahat eder" diyorlar.

Çağlar Sunay

Konu Danışmanı: Haldun M. Özaktaş
Prof. Dr., Bilkent Üniversitesi Elekronik Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar
Bilişim Toplumuna Girerken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu, Kasım 1999, Ankara
http://www.ee.bilkent.edu.tr/~haldun/emis.pdf
http://iago.lib.mcw.edu/gcrc/cop/powerlines-cancer-FAQ/QandA.html
http://www.microwavenews.com/epa.html
http://www.newscientist.com/nsplus/insight/phones/mobilephones.html
http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/QandA-Workplace.html

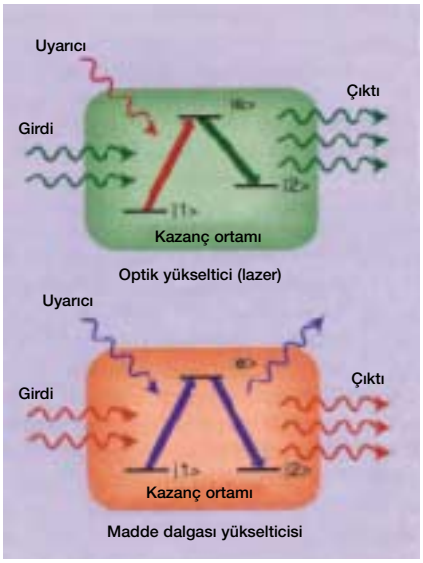
Madde Dalgalarını Yükseltmek

Yükselticilerin bulunmadığı bir çağdaş yaşam düşünmek güç. İster stereo setiniz bir Mozart konserini aslını aratmayacak biçimde iletsin, isterse cep telefonunuz telsiz konuşmasını güçlendirsin, yükselticiler günlük yaşamımızın bir parçası olmuş durumda. Adından da anlaşılabileceği gibi yükselticiler bir sinyali güçlendiren aygıtlar. Genel olarak sinyal, salınımlı bir elektrik akımı, bir radyo dalgası ya da ışık demeti gibi bir dalgadan oluşur. Kuantum mekaniğinde madde de bir dalga olarak tanımlanabilir. O halde öteki dalgalar gibi madde dalgaları da yükseltilebilmeli. ABD'deki Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) araştırmacıları, bir Bose-Einstein çökeltisi kullanarak ilk kez bir madde (atom) dalgasının faz uyumlu biçimde yükseltilebileceğini gösterdiler.

Maddenin, kuantum, ya da dalga mekaniği açısından yorumunda atomlar, hızlarına ters orantılı dalga boylarına sahip oluyorlar. Oda sıcaklığındaki atomlar için bu dalgaboyu bir nanometreden (maddenin milyarda biri) daha kısa. Ayrıca atomlar her yönde büyük hızlarla hareket ettiklerinden iki atomun aynı zamanda, aynı yerde ve aynı hızda birlikte bulunmaları olasılığı son derece düşük. Bu da günlük yaşantımızda atomların dalga özelliklerini gözleyebilmemizi güçleştiriyor. Bose-Einstein çökeltisiyse, bilimsel tanımıyla, içindeki parçacıklardan birçoğunun aynı kuantum durumunu paylaştığı bir "kuantum gazı". Yani bu parçacıklar, aynı zamanda, aynı yerde ve aynı hızda bulunuyor. Bu durumda Bose-Einstein çökeltisi, makroskopik bir dalga gibi davranıyor. Bose-Einstein çökeltisinin oluştuğu çok düşük sıcaklıklarda [10-20 nanokelvin (-273°C'nin biraz üstü)] atomların dalga boyları onlarca mikrometreye kadar çıkar ve sıradan optik araçlarla gözlenebilir. Aynı (uzun) dalga boylarındaki çok sayıda atom, Bose-Einstein çökeltisini, madde dalgalarının nasıl yükseltilebileceğini gösteren ideal bir araç yapıyor.

Bir yükselticinin temel işlevi, bir dalgayı (girdi) alıp, daha yoğun, ama özünde aynı bir dalga (çıktı) üretmek. Pratikte, yükseltici içinde bir kazanç ortamı bulunur. Bu ortamda, girdiyle bağıntılı olarak çıktıya bir dış enerji (uyarım kaynağı) transferi yapılır. Çıktının, girdiye göre artış miktarı, yükselticinin kazanç kapasitesini belirler. Optik bir yükseltiçide, yani lazerde kazanç ortamı, (gaz, sıvı ya da katı) atom ya da molekül topluluğudur. Bu atom ya da moleküllerdeki enerji öyle bir düzeydedir ki, aralarındaki bir geçiş, yükseltilecek ışığın dalga boyuna eşit olur. Uyarım kaynağı atomlardan bazılarını iki enerji düzeyinden daha yüksek olanına geçirir. Girdi dalgası daha sonra bu enerjisi yükselmiş atomları daha alt enerji düzeylerine düşmeye iter. Bunlar da bir alt düzeye düşerken girdi dalgasıyla aynı yönde ve aynı dalga boyunda ışınım yayarlar. Bu sürece uyarılmış yayım denir. Lazer sözcüğü de İngilizce de "uyarılmış ışınım yayımı yoluyla ışığın yükseltilmesi (light amplification by stimulated emission of radiation)" sözcüklerinin baş harflerinden oluşur.

Madde dalgası yükselticisi de, aynı uyarılmış yayım ilkesine göre çalışır. Tek fark, ışınım yerine atom yayımı uyarılır. Işığın tersine atomlar boşluktan yaratılamaz; bu nedenle de bir yayımlanacak atom deposu olması gerekir. MIT araştırmacıları, girdi dalgasını hazırlamak için bir Bose-Einstein çökeltesinin optik olarak yaratılmış Bragg girişimini kullanmışlar. Bu, atomların küçük frekans farkları olan iki lazer ışın demetine tutulduğu bir süreç. Başta hareketsiz durumda olan atomlar, daha yüksek frekanslı lazer ışınından bir foton alıp, daha düşük frekanstakine verir. Sonuçta, atomlar, iki frekans arasındaki, dalga boyları ve görece yönleriyle belirlenen momentum farkına eşit bir momentum kazanır. Böylece, seçilmiş bir yönde



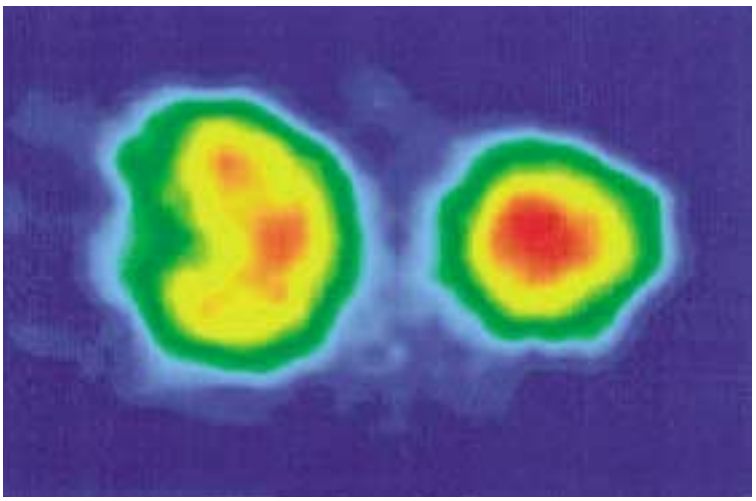
Optik dalga mı, madde dalgası mı?
Optik bir yükselticide (lazerde) kazanç ortamı, en az üç enerji düzeyindeki atom ya da moleküllerden oluşur. (1) deki atomlar, bir uyarıcı kaynağıyla (örneğin bir başka lazer) (e)'ye transfer edilir. Girdi dalgası, atomları (2)'ye geçmeye ve bir foton yayımlamaya sevkeder. Yayımlanan foton. Girdi fotonlarından farksızdır. Böylece daha yoğun ama başka özellikleri bakımından girdiyle tıpatıp aynı olan bir çıktı dalgası oluşur. Madde dalgası yükselticisindeyse, atomlar için üç farklı enerji düzeyi gereklidir. Işığın tersine, madde dalgası yükselticisinde atomlar boşluktan yaratılamazlar. Dolayısıyla da kazanç ortamı aynı zamanda bir atom deposu işlevi görür. Bir uyarıcı fotonunu soğurduktan sonra (e) uyarılma düzeyindeki atom, başka bir foton yayımlayarak rastgele fazda bir başka duruma, örneğin (2)'ye geçeb,ilir. Ama girdi madde dalgasının varlığında, uyarılmış atom, girdi atomlarıyla aynı hız ve fazla (2)'ye girme eğilimi taşır. Böylece daha yoğun, ama başka bakımlardan girdiden farksız bir dalga çıktısı oluşur. Yükseltme süreci, kazanç ortamındaki her atom (2)'ye geçtiğinde sona erer.

geri tepen bir girdi madde dalgası yaratılmış olur.

Girdi dalganın yükseltilmesi, Bose-Einstein çökeltisinin, Bragg girişimi için kullanılan lazerlerden biriyle yoğun biçimde "uyarılması" yoluyla gerçekleştiriliyor. Bu durumda çökelti, kazanç ortamının işlevini görüyor. Çökeltideki atomlardan bazıları, lazerden bir foton soğuruyorlar ve soğurdukları fotonu rastgele yayımlamadan önce girdi madde dalgasını "görmeleri" durumunda, fotonları öteki lazer demetinin yönünde yayımlıyorlar. Sonuçta, geri tepen atomlar, girdi dalgasıyla aynı momentuma (aynı yöne ve dalga boyuna) sahip oluyorlar. Başka bir deyişle, girdi dalgası, uyarılmış yayım yoluyla güçlendirilmiş oluyor ve uyarılmış kazanç ortamından daha büyük bir çıktı dalga oluşturuyor. MIT araştırmacıları, deneylerinde 10-100 düzeylerinde kazançlar gözlemişler. Bunun anlamı, yükseltme sürecinden sonra girdi atımının (pulse) içinde 10-100 kat fazla atom olması.

Girdi dalgasından daha yoğun ama başka bakımlardan bu dalgayla tıpatıp aynı bir dalga oluşturan yükselticiler, "faz uyumlu" olarak tanımlanıyor. Tanım, bunları yalnızca çıktının kuvvetini arttıran yükselticilerden ayırıyor. Eğer bir kesim işleminde kullanmak için yüksek güçte bir ışık demetine gereksinim duyuyorsanız, yalnızca kuvvet arttıran yükselticiler işinizi görür. Faz uyumlu yükselticilerse, interferometri (girişim ölçümü) ya da faz modüllü sinyal iletimi girişim "faza duyarlı", işlemler için önemli. Araştırmacılar, yükselticilerinin faz uyum derecesini denemek için interferometri tekniğine başvurmuşlar. Optik uyarımlı Bragg kırılımından yararlanarak, girdi atımıyla aynı (pulse) değerde bir kontrol atımı oluşturmuşlar. Bu kontrol atımının, yükseltilmiş atımla yaptığı girişime bakarak, sürecin faz uyumlu olduğunu doğrulamışlar.

Şimdiye değin yapılan çalışmalarda, uyarılmış yayım sürecinde faz uyumu gözlenememiş. Çökeltide optik olarak uyarılmış atomların madde dalga yükseltimi için bir kazanç ortamı işlevi görme yetenekleri, ilk kez MIT ekibince saptanmış. Ekip, daha önce kendiliğinden yayım yoluyla foton yayan uyarılmış bir çökeltinin, yayımı rastgele bir yönde yükseltecek yeterli kazanca sahip olduğunu gözlemiş. Bu süreç, atom buharlarında kendiliğinden yükseltilmiş ışık yayımını andırıyor. Uyarılmış atom yayımı, dört farklı dalgadaki atomların karışımında da ortaya çıkıyor. Bu durumda uyarılmış atom yayımı, optik bir alandan gelen uyarıyla değil, Bose-Einstein çökeltisindeki atomların dalga ortalamasıyla etkileşimleri sonucu oluşuyor.



Araştırmacıların, madde dalgalarının, fazlarını koruyarak yükseltilebileceğini kanıtlamaları, hızla gelişen madde dalgası optiği alanında heyecan verici bir gelişme olarak değerlendiriliyor. Daha şimdiden,benzer deneylerin Tokyo Üniversitesi'nde de tekrarlandığı bildiriliyor. Ancak yöntem, kolayca gerçekleştirilebilen bir şey değil. MIT araştırmacıları, faz uyumlu yükseltmeler için 4 düzeyinde bir kazançtan söz ediyorlar (sayısal kazanç ise 10-100 arası). Nedeni, fotonların tersine atomların birbirleriyle doğrudan etkileşerek, yükseltilmiş madde dalgasının bozulmasına yol açabiliyorlar. Gene de bu deneylerin, lazerlere en yakın madde dalgası örneklerini ortaya koyduğu düşünülüyor. "Atom lazerleri"nin ilk örnekleri, bir Bose-Einstein çökeltisinden düzenli bir atom demeti elde edilmesi temeline dayanıyordu. Bazı fizikçilerse, atomların gerçekte "yükseltilemeyeceği" savıyla, benzetmen,in yanlış olduğu görüsünü savunmaktaydılar. Uyarılmış atom yayımı yoluyla faz uyumlu madde dalgası yükseltimiyse, gerçek bir atom lazeri ne daha yakın bir uygulama.

Bu araştırmaların gelecekteki etkisi konusunda şimdiden bir şey söylemek güç. Ne var ki, hiç kimse çağdaş lazerlerin başarısını, ilk başta aklına bile getirememişti. İlk lazerler de, biri kendilerine yararlı bir işlev bulana kadar yıllarca laboratuvarlarda çürüyen koca koca aygıtlardı. Uyumlu bir madde dalgasıysa, kullanılması bir lazere göre çok daha güç bir araç. Örneğin, lazerdeki camın tersine, atomların içinden kolaylıkla geçebilecekleri bir materyal bulunmuyor. Üstelik atomların da son derece yüksek bir vakumda tutulmaları gerekiyor.

Bu sorunlara karşın, madde dalgalarının, laser ışığından daha yararlı olduğu durumlar da var. Örneğin, faz uyumlu optik yükselticiler, kütleçekiminin duyarlı bir biçimde ölçülebilmesi için optik interferometre jiroskoplarında kullanılıyor. Ancak madde dalgası interferometre jiroskoplarıysa, duyarlılıkta optik benzerlerini geçmiş bulunuyor. Ancak bir madde dalgası yükselticisi yardımıyla bu duyarlılık daha da yükseltilebilir. Faz uyumlu optik yükselticiler, optik lifle yapılan iletişimde olduğu gibi, bir lazer çıktılarının yükseltilmesinde kullanılabilir. Benzer biçimde, bir faz uyumlu madde dalgası yükselticisi de, örneğin atom litografisinde, bir atom lazerinin çıktısının güçlendirilmesinde kullanılabilir. Madde dalgalarının bu biçimde yükseltilebilmesi, daha gelişkin ve daha parlak atom lazerlerini ufkumuza taşıyor.

Helmerson, K, Giving
A Boost to Atoms, Nature, 9 Aralık 1999
Çeviri: Raşit Gürdilek

Elektronik Kitaplar



Son 550 yıldır, yazılı bilginin saklanması ve iletilmesinde sözünü etmeye değer bir değişiklik olmadı. Bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki bunca yeniliğe karşın kâğıt ve mürekkep, yazma, saklama, iletmenin en kullanışlı araçları olmayı sürdürüyor. Böyleyken, elektronik kitaplara ne gerek var?.. Microsoft'tan Bill Hill, onyıllarını elektronik kitapların geliştirilmesine adamış. "Aslında bütün sorun, elektronik bir aygıttan yazı okumanın, kâğıttan okumayla karşılaştırıldığında, rahat olmayışı..." diyor. "Aynı rahatlıkla okunabilen bir aygıt geliştirebilirsek, herkes bunu kullanmayı yeğler. Elektronik ortamın üstün yönlerini de işte o zaman keşfedebilirsiniz." Bill'in düşlediği gelişme, önümüzdeki yıl piyasaya çıkması beklenen ucuz, kullanışlı "elektronik kâğıt" olabilir. Geriye, walkman, cep telefonu ve el feneri için de geçerli olan tek bir sorun kalıyor. 20 yüzyılın en büyük teknolojik zayıflığı: pillerin yetmeyen ömrü...

TEKNOLOJİYLE az çok ilintisi bulunan hemen hemen her sektör bu yıl için bir "büyük plan" yapıyor. Hidrojen yakıtlı araba üreticilerinden uydu cep telefonu ağı üreticilerine değin hemen herkes, en büyük projelerini 2000 yılına yetiştirmeye uğraşıyor. Bu "21. yüzyıl" atılımlarının ortak yönü, şu ya da bu biçimde bilimkurgu öykülerinden çağrışımlar içermeleri.

Bu yıla yetiştirilmek istenen projelerden biri de bilişim sektörüyle ilgili. Bu sektörün devleri, elektronik kitapların bir an önce geliştirilip yaygınlaştırılmalarını istiyor. Üç ay önce, konuyla ilgili belli başlı firmalar ve standart enstitüleri masaya oturup, elektronik kitaplarda kullanılacak uluslararası standart bir metin kodlama formatı üzerinde anlaştılar: Open eBook. Üzerinden bir ay geçmişken elektronik kitapları canlandırmak için başta Microsoft'un maddi desteğiyle bir de ödül kondu. Doğrudan doğruya elektronik ortamda yayımlanan en iyi kitaba 2000 yılında 100 000 ABD doları ödül verilecek.

Geçen yılki Frankfurt Kitap Fuarı'nda duyurulan ödüller, bu yılki fuardan başlayarak her yıl verilecek. Büyük ödülün yanısıra, "sonradan elektronik formata dönüştürülmüş en başarılı kitap", "elektronik yayımcılığın geliştirilmesinde en büyük katkı" gibi tanımlar altında, 10 000'er ABD doları tutarında 6 ödül daha dağıtılacak. Başvurular, 2000 yılının Ocak ayında başlıyor. Sadece, Open eBook formatındaki çalışmalar değerlendirmeye alınacak.

Başka bir açıdan bakarsak, her şeyin birdenbire 2000 yılına endekslenmesinin acelecilik olması bir yana, çok geç bile kalındı. İlintili göstergelere göz atalım: Büyük ansiklopedilerin CD sürümleri, basılı sürümlerinden fazla satıyor. Belli başlı gazete ve dergilerin çoktandır İnternet sayfaları var. Bilimsel dergilerin neredeyse tümünün tam metinlerine elektronik olarak erişilebiliyor. Ortak ilgi alanı İnternet ve müzik olan herkes "MP3" dinliyor. Bu elektronik müzik formatını çalan özel walkman'ler bile satılmaya başladı. Son filmler gösterime girmeden, korsan CD sürümleri elden ele dolaşıyor, vb... Elektronik kaydını bulamayacağınız tek şey kitaplardır diyebiliriz. Aslında İnternet'te o da bulunabiliyor; ama ancak telif haklarına ilişkin süre çoktan dolmuş olan belli başlı klasiklerden başka bir şey bulmak güç. Yine de, elektronik bilgi ağları varolduğundan beri, kişisel zaman, emek ve kaynaklarını, klasikleri elektronikleştirmeye adamış olan gönüllülerin hakkını teslim edelim. Özellikle *Project Gutenberg*, bilişim tarihinin yüz akı...



Peki, bu gecikme nasıl bir hızla giderilecek? 2000 yılında ilk adımların atılacağını biliyoruz. Sonrası için, Microsoft'un, elektronik kitaplarla ilgili çalışmaların yöneticisi Dick Brass kimi kehanetlerde bulunuyor: 2001 yılı içinde, 1 milyon farklı

elektronik kitap piyasaya girmiş olacak. Bir yıl sonra, bu rakam 1 milyarı geçecek. 2006 yılında, sokaklarda, son çıkan elektronik gazete ve dergileri, yoldan geçenlere "yükleyen" büfeler olacak. 2008 yılında, elektronik kitap sayısı, basılı olanları geçecek. 2010 yılında, elektronik okuyucular tüy gibi hafif ve uzun ömürlü pilli olacak. Bunu söylerken, Hitachi'nin şu sıralarda, bir terabit veri, yani yaklaşık 4 milyon kitap kapasiteli bir yonga ürettiğini hatırlatıyor. Brass, 2012 yılında, gerçek kağıda basılı kitapları özendirmeye çalışan kampanyalar türeyeceğine inanıyor.

Elektronikleşmenin Sundukları

Tüm bunlar, batı dünyasına ilişkin kehanetler. Bilimkurgusal kehanetlerden daha hızlı hareket etmeyi alışkanlık haline getiren Japonya'da, elektronik kitaplar kanıksandı bile. Aralarında Sony, Hitachi, Sharp gibi firmaların ve Japon Telgraf ve Telefon kurumunun da bulunduğu 100'den fazla kuruluşun oluşturduğu Japon Elektronik Kitap Konsorsiyumu, uydu üzerinden Japonca elektronik kitap yayını yapıyor. Radyo dalgalarıyla dağıtılan kitapları bilgisayar ya da elde taşınan terminallere yükleyenler için, elektronik kitap, alışılmış bir teknoloji...



Bu alana yatırım yapan firmalar elektronik kitap deyince, elde taşınan aygıtlara yüklenmiş metinleri anlıyorlar. Bir tek Microsoft firması, İnternete bağlı bilgisayarlar, özellikle de notebook'lardan hâlâ bir ölçüde umutlu. Bu nedenle, Microsoft araştırmacıları, notebook bilgisayarların LCD tipi ekranlarında yazı okunaklılığını geliştirmeye çalışıyorlar.

Elde taşınan terminallerin, normal bir kitabın kullanışlılığını aşması zor gibi görünebilir. Normal bir kitabı yere düşürürseniz en kötü olasılıkla sayfaları kırışır. Terminallerinse dikkatli taşınmaları gerekecek. Kitap enerji tüketmez, yüksek çözünürlüktedir ve hafiftir. Bu üç özellik, terminallerin mevcut örneklerinde değilse de, yakında piyasaya sürülmesi beklenen "elektronik kâğıt" teknolojisiyle karşılanacak. Buna sonra döneceğiz...

Elektronik kitabın en üstün özelliği bugünkü en iyi modelin yüzlerce, yakında çıkacakların binlerce, önümüzdeki 10 yıl için beklenenlerinse milyonlarca kalın kitabı koltuğunuzun altına sığdırması. Üstelik piyasadaki modeller bile, sayfalara not almanızı, tıkladığınız sözcüğün sözlük tanımının karşınıza çıkmasını, tarama yapmanızı vb. destekliyor.

Basılı metinin duraganlığına karşın, elektronik metin sınırsız olanaklar sunuyor. PC'ler için bugünden piyasada olan yardımcı uygulamaları düşünün: çeviri ve özetleme programları, körler için sesli okuma programları vb. Elektronik metin, İnternet sayfalarından alışık olduğunuz, doğrusal olmayan yazın tekniklerine de olanak yaratıyor. Belli bir başı ya da sonu önceden belirlenmiş bir akışı olmayan "hiperromanlar" yeni bir yazar kuşağı yetiştiriyor. Batı dünyası, hipermetin yazınına, üniversitelerin edebiyat fakültelerinde gittikçe daha fazla yer veriyor. Elde taşınan okuyucularla, hiperromanların altın çağlarına gireceğini öngörmek düşperestlik olmayacaktır.



Everybook, mevcut elektronik kitapların en üstün modelini üretiyor. Reklam kampanyalarını, iki sayfalı bir araçtan okumanın daha kullanışlı olduğunu gösteren bilimsel yayınlara dayandırıyorlar. Ürünün kapasitesi de yüksek: Standart olarak 500 000 sayfa. Aynı kapasitede fazladan bellek kartları kolayca takılıp çıkarılabiliyor. Tek olumsuzluğu fiyatının yüksekliği: Yaklaşık 1600 ABD doları.

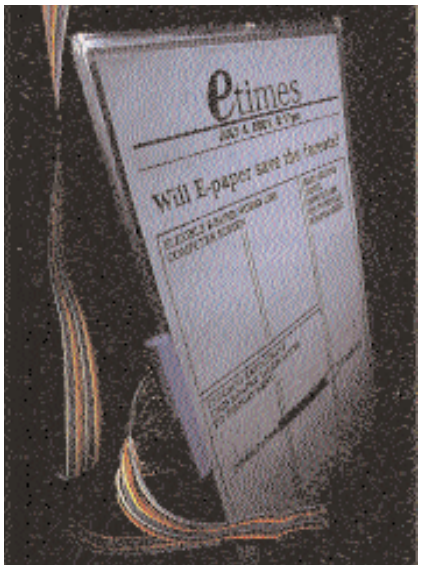


Microsoft'un patronu Bill Gates, National Geographic dergisi için verdiği pozda, 330 000 yaprak dosya kâğıdının üzerinde oturuyor. Elindeki sıradan CD, bu kâğıtlara basılmış tek satır aralıklı salt metini kapsayacak kapasitede.

Elektronik kitap patlamasındaki gecikmenin en önemli nedeni, yayınevlerinin, böyle bir gelişmenin, sonlarını getireceğini düşünmeleriydi. Aynı şey daha düne değin plak şirketleri için de geçerliydi. MP3 formatının kendiliğinden yaygınlaşması, plak şirketlerini harekete geçirdi ve telif haklarını ellerinde bulundurdukları albümlerin elektronik sürümlerini web üzerinden kendileri satmaya başladılar.

Korsan kopyaların önüne geçilemeyeceği firmaların korkulu rüyasıydı. İnternet'in, yasadışı bilgi alışverişine tanıdığı sınırsız olanaklara karşın, yaşanan örnekler, bireysel korsanlığın, organize dağıtımın yerini dikkate değer ölçüde alamayacağını gösteriyor. İnternet üzerinde, popüler bir albümün MP3 kaydını ya da ticari bilgisayar programlarının yasa dışı kopyalarını bulmaya çalışanlar bunun ne denli güç olduğunu bilirler. Deneyimli bir "korsan" değilseniz, bir albüm ya da programı tarayarak bulmanız ve tek parça halinde indirmeniz neredeyse olanaksızdır.

Elektronik sürüm, çok düşük ücretlerle satıldığında bile çok yüksek



Xerox'un geliştirdiği elektronik kâğıt prototiplerinden biri. Yaygın LCD ekranlarda yazının böyle bir açıdan okunması olanaksız

kar oranları vaat ediyor. Sunumcunuza kitabı bir kez yükleyince, hammadde, basım, dağıtım gibi bir masrafa yer kalmıyor. Dağıtım, İnternet ya da telefon ağları üzerinden, size masraf çıkarmadan, kendiliğinden gerçekleşir. Baskısı bulunmayan kitap kavramı tarihe karışır. Bu işten bir tek kitapçılar zarar görür. Onların da, yükleme istasyonu olarak yeniden işlev kazanabilecekleri umuluyor.

Yazarlar da yeni yayımcılık anlayışından paylarına düşeni alacaklardır. Diğer giderlerdeki düşüşün, telif hakkı ödemelerine artış olarak yansıyacağı umuluyor. Yazarların kooperatiflerde örgütlenerek, kendi kitaplarını kendilerinin dağıtmaları da kolaylaşacaktır. Elektronik kitaplarla birlikte, yayıncı bulamama sorununun da tarihe karışması bekleniyor.

Pastadan en büyük dilimi okuyucuların kapacağını öngörebiliriz. Mevcut elektronik kitaplar basılı örneklerinden çok daha ucuz olmasa da, gelecekte, fiyatların onda birine kadar düşmesi bekleniyor. Telif hakları ortadan kalkan eski kitapları ücretsiz olarak elektronikleştiren gönüllüler, vakıflar ve kamu kuruluşları da artacaktır. Cep harçlığınızdan artırdığınız paralarla birkaç yıl içinde birkaç bin kitaba sahip olduğunuzu düşünün. En yeni, en popüler kitapların, sayfa aralarına reklam serpiştirilmiş ücretsiz sürümlerinin dağıtılacağı da bir diğer kehanet...

Yine de, en köktenci kehanetler bile, kâğıdın tümüyle yok olmayacağını da kabul ediyor. Basılı kitapların hangi biçimde yerlerini koruyacaklarını öngörmek için televizyondan sonra radyoya, videodan sonra sinemaya ne olduğu konusunda zihin jimnastiği yapılabilir.

Elektronik Kâğıt

Elektronik kitapları cazip bir yatırım kılacak tüm pazar koşullarının oluştuğunu varsayalım. Terminaller de yeterince küçülmüş, kapasiteleri artmış, fiyatları iyice düşmüş olsun. Alıcılar da, bunun yararlı bir buluş olduğuna inanmış olsunlar. Artık, basılı kitapların karşısına yeterince güçlü birer seçenek olarak çıkabilirler mi?.. Xerox, MIT, ve Lucent'teki uzmanlara göre, saydıklarımızın hiçbir önemi yok; elektronik kitapların gelecekte pazarın lideri olmalarının tek koşulu, basılı kâğıt kadar kolay okunabilmeleri. Piyasadaki el terminallerinde kullanılan LCD ekranların çözünürlüğü, 100 dpi'yi (bir inç başına 100 noktacık) pek geçmiyor. Rahat okunabilir bir yazının, en azından 300 dpi'lik sıradan bir lazer yazıcı çıktısıyla yarışabilmesi bekleniyor. Microsoft da bu gerçeğin farkında. Geliştirdiği taktik, harflerin noktacıklar tarafından oluşturulma biçimini değiştirerek, 300 dpi'lik bir yazıya baktığınız yanılsamasını yaratmak.

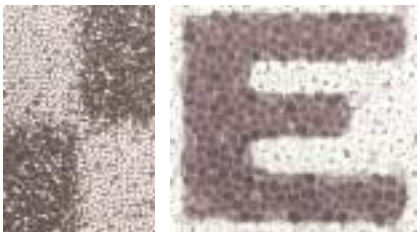
Yöntem, renkli ekranların fiziksel özelliklerini değerlendiriyor. Renkli ekranlarda her bir nokta, aslında kırmızı, yeşil ve mavi ana renklere sahip üçer alt noktacıktan oluşur. Noktacıkların rengi, bu üç alt noktacığın farklı şiddetlerde parlamalarıyla, yani farklı renk karışımlarıyla elde edilir. Bir başka deyişle, 800 noktacık yatay genişliğindeki bir LCD ekran, 2400 alt noktacıktan oluşur. Microsoft, harfleri oluşturmak için noktacıkları değil, sözünü ettiğimiz alt noktacıkları dikkate alıyor. Böylece her bir harfin dış kenarındaki merdiven silüetinin dişleri daha ince oluyor. Yöntem, yazı da zemin de sabit renkli olduğu, bu iki renk birbirine karşıt olduğu için işe yarıyor. Yine de her ekranda ve her koşulda başarılı değil.

Microsoft'un göz boyama taktiğinin ekran çözünürlüğünü bir ölçüye kadar artırdığı kesin; ama bu, basılı kâğıt kalitesiyle yarışabilmekten çok uzak. Üstelik, LCD ekranlardaki tek sorun çözünürlük de değil. Ekranın içten aydınlatılma zorunluluğu, uygun açıdan bakılmadığında hiçbir şey okunamaması, sürekli enerji tükettiği için pillerin çok hızlı tükenmesi ve üretim maliyetinin kitapla karşılaştırıldığında çok yüksek olması diğer önemli sorunlar.

Birbirinden bağımsız çalışan iki araştırma ekibi, tüm bu sorunların üstesinden gelen şaşırtıcı bir ürün geliştirdi: elektronik kâğıt. Elektronik kâğıt, tıpkı kâğıt gibi bükülgen, üretim maliyeti düşük ve elektrik beslemesi kesildikten sonra da görüntüyü yıllarca koruyabiliyor. Düğmeye basıldığında, bir saniyeden kısa sürede üzerindeki görüntüyü tıpkı bir LCD ekran gibi değiştirebiliyor. İçten aydınlatma gerektirmiyor. Görüntüsünü kâğıttan ayırt etmek neredeyse olanaksız. Hatta, fotokopisini bile çekebiliyorsunuz. MIT'de, bir prototip üzerinde farklı görüntüler 100 milyon kezden fazla değiştirildiği halde, herhangi bir eskime belirtisi gözlenmemiş. Mucitleri, birkaç yıl sonra, ekranların yanı sıra, bütün tabelaların, posterlerin, hatta duvar kâğıtlarının bu malzemeden üretileceğinden eminler.



Rocket eBook, fiyat-performans ilişkisi bakımından üstün bir model. Standart belleği 40 000 sayfa. 36 000 sayfalık ek bellek takılabiliyor. Fiyatı 270 ABD doları.



Elektronik kağıtların, üzerinde çalışılan iki farklı tasarım yaklaşımının mikroskobik yüzey fotoğrafları. Solda, iki yüzü farklı renkte plastik kürecikler, sağda da yağ dolu renk kapsülleri görülüyor.

Ekip, elde ettikleri ürünü, elektronik araçlara doğrudan bağlı olmadan da değerlendirmeyi planlıyor. Buna göre, kâğıtların üzerine, bildiğimiz bilgisayar yazıcılarını andıran araçlarla çıktı alınacak. Çıktıların işi bittiğinde, üzerlerine tekrar çıktı alınabilecek. Böylece, tekrar tekrar kullanılabilen ve mürekkep harcanmadan yazılabilen kâğıt yapraklar elde edilebiliyor. İleride, ikinci binyılın son ve en büyük buluşu olarak nitelendirilirse kimse şaşırmamalı.

İki elektronik kâğıttan MIT tarafından bulunmuş olanı, proje ekibinden iki öğrencinin kurduğu E Ink firması tarafından geliştiriliyor. MIT tekniğinde kâğıt, içi siyah boya ve beyaz parçacıklarla dolu mikroskobik kapsüllerden oluşturuluyor. Kapsülleri, yapmak için, titanyum dioksit, 1 mikrometre inceliğinde toz haline getiriliyor. Elde edilen parçacıklar, yüzeyleri hafif bir negatif yük taşıyacak biçimde yükleniyor. Sonra da toz, siyaha boyanmış yağa katılıyor. Su katıldığında, bu yağlı karışım, 40 mikrometre çaplı damlacıklara bölünüyor. Titanyum dioksit, yağ damlacıklarından suya geçemiyor. Son olarak, karışıma su bazlı bir polimer eklendiğinde, sulu karışım, yağ damlacıklarının yüzeyinde kabuk oluşturacak biçimde katılaşıyor.

Son ürün yine toz; ama bu seferki, içi sıvı dolu taneciklerden oluşuyor. Toza sıvı polimer eklenerek elde edilen yeni karışım, ince ve saydam bir indiyum kalayoksit levhasına sürülüyor. (İndiyum kalayoksit, LCD ekran üretiminde kullanılan iletken bir maddedir. İnce ve yoğun bir transistör matrisi oluşturacak biçimde üretilebiliyor. LCD ekranlarda, her bir noktacığa karşılık gelen birer transistör ve bunlara giden karmaşık veri yolları ağları vardır. Hesap makinenizin ekranına değişik açılardan bakarak, bunları ayırt edebilirsiniz.) Diğer yüze de bunun bir eşi kaplanıyor. Dış yüzeyler, yalıtkan bir plastik katmanıyla kaplanıyor. Elde edilen çok katmanlı levhanın kalınlığı 80 mikrometreyi geçmiyor; yani, sıradan bir dosya kağıdının kalınlığının iki katı kadar...

İndiyum kalayoksit katmanlarındaki herhangi bir nokta çiftine potansiyel farkı uygulandığında, beyaz titanyumdioksit tanecikleri artı kutba doğru çekiliyorlar. Bu, ön yüzden bakıldığında, artı kutup uygulanan bir noktanın beyaz, diğer durumda da siyah görünmesini sağlıyor. Hepsi hepsi birkaç nanoamperlik bir akım gerekiyor. Alışıldık LCD ekranlara göre çok düşük bir düzey bu... Üstelik, 600 dpi'lik çözünürlük değerlerine ulaşmak işten bile değil. Hem de, dosya kağıdı büyüklüğünde bir yaprağın toplu üretim maliyetinin 10 ABD dolarının altında olacağı öngörülüyor...



Xerox firmasındaki araştırmacılar, benzer bir sonuç elde etmek için farklı bir yöntem kullanıyorlar. Ekip, yağ kapsülleri yerine, bir yarısı beyaz, diğer yarısı siyah, 20-100 mikrometre çaplı plastik tanecikler kullanmayı yeğlemiş. Beyaz taraf hafifçe negatif, siyah tarafsa hafifçe pozitif yüklü. İki yarıküresi farklı renkte tanecikler elde etmek için basit bir yöntem kullanmışlar: Büyük bir metal disk dakikada 45 devir hızla döndürülürken, bir tarafına erimiş siyah plastik, diğer tarafına, erimiş beyaz plastik püskürtülüyor. Sıvı plastik damlacıkları, disk yüzeyi boyunca savruluyor, iki yüzden gelen damlacıklar diskin çeperinde buluşup kaynaşıyormuş. Soğuyan tanecikler toplanıp elekten geçiriliyor, sonra da şeffaf silikonla karıştırılıyormuş. Karışım levha haline getirilip ısıtıldığında, sertleşiyormuş. Daha sonra araştırmacılar katı levhayı silikon yağına batırdıklarında, silikon, yağı emip şişiyor ve iki renkli tanecikler, yağ odacıkları içinde serbest kalıyormuş. İşlemlerin kalanı, MIT ekibinin kullandığı yöntemle hemen hemen aynı...



SoftBook, hakiki deriden yumuşak bir kapağa sahip. Ancak bu, elde tutulmasını güçleştiriyor. Standart belleği 5000 sayfa. 50 000 sayfalık ek bellek ayrıca satılıyor. 600 ABD dolarına satılıyorsa da, 300 dolar peşin ve iki yıl boyunca ayda 20 dolarlık elektronik kitap satın alma yükümlülüğü seçeneği de var.

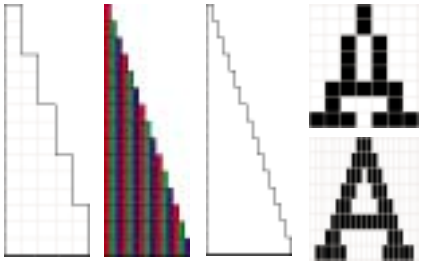
Hiperromanlar

Elektronik kitaplarınıza yakın gelecekte yükleyebileceğiniz yazınsal metinler ister sanatsal olsunlar ister öğretici, alışageldiğimiz basılı kitaplardakilerden çok farklı değil. İlk etapta, terminalinize yükleyeceğiniz metinlerin önemli bölümü, mevcut kitapların sayısallaştırılmış sürümleri olacak. Oysa, bu teknolojinin gelecek için taşıdığı asıl potansiyel, etkileşimli yazın türlerinde, söz gelimi "hiperromanlarda" olası bir patlama. Hiperromanlar, akademik çevrelerden de okurlardan da olumlu puanlar alıyor. Birinci kuşak hiperroman yazarları, örneğin Robert Coover, üniversitelerde kalabalık yeni bir kuşak yetiştiriyor. Kendi çabasıyla, alışılagelmiş yazın türlerinden bu alana atlayanların sayısı da azımsanamayacak kadar fazla. Yine de, İnternet ve bilgisayar ekranının tartışageldiğimiz kullanışsızlıkları, bu yeni yazın türünün hak ettiği yaygınlığa kavuşmasını önlüyor.

İnternet üzerindeki, HTML diliyle kodlanmış tüm sayfalar aslında birer hipermetin. Yine de bunların tümüne yakını, yazınsal yaratıcılık ve deneysellikten uzaklar. Web sayfaları, yaygın olarak diğer sitelere ya da aynı sitedeki diğer sayfalara linkler içeriyor olsalar da, bunu yenilikçi bir yazın türü olarak gerçekleştirdiklerinden söz edilemez. Yaptıkları, uzun metinleri küçük parçalara dağıtmak ya da başka yerde bulunabilecek bilgileri yinelemek yerine okuyucuyu o kaynağa yöneltmekten ibaret. Bu, ekonomik ve yararlı bir yöntem ama yaratıcı değil. Daha kötü örnekler, belli bir sıralama ve bütünlük içeren uzun metinleri, tek parça halinde çıktı almayı zorlaştıracak biçimde parçalamaktan öteye gitmiyor.

Bilgisayar öncesi dönemde ve bilgisayarın ortaya çıktığı ilk yıllarda, daha deneysel ve yaratıcı çalışmalar yapılıyormuş. O dönemdeki asıl kaygı, doğrusal olmayan yani belli bir başlangıcı ve bitişi olmayan, okuyucunun seçimiyle değişen ve gelişen bir öykünün nasıl kurgulanabileceğine ilişkin kuramsal çalışmalarmış. Var olan yazınsal türlerin ötesine geçebilmek hedefleniyormuş. Basılı bir kitapta bile doğrusallığı aşmaya uğraşanlar var. Italo Calvino'nun "Kesişen Yazgılar Şatosu", Julio Cortazar'ın "Seksek" Milorad Paviç'in "Hazar Sözlüğü" adlı romanları, Türkçeye de çevrilen bazı örnekler. Bu ve benzeri çalışmalarda, okura, kitabın farklı sürümlerinden birini alma, istediği bölümden başlama, metin içinde verilen sayfa numaralarına atlama gibi seçenekler sunuluyor. Kaba anlamıyla, bilinen en eski hipermetin İncil. Okuyucuya, aynı kitapta aynı öyküyü farklı kişilerin kaleminden okuma seçeneği veriyor ve belli bölümlerden, Tevrat'taki ilgili bölüme yöneltiyor.

İleride makinelerin, kağıdın sunabileceğinden daha etkileşimli yazın biçimlerine olanak tanıyabileceğini ilk öngören, bilgisayar alanında çalışan öncülerden Vannevar Bush olmuş. 1945'te yayımladığı bir makalede, yazarın, tüm birikimininin sistemli kaydını tutabileceği bir makine düşlediğinden söz ediyor. Makineyi kullanan okuyucu, ilgisine göre bir güzergah izleyecek ve kendine özgü bir metin elde edecekti. 1965'te, daha ortada sözcük işlem programı denebilecek bir yazılım bile yokken, Ted Nelson adlı bir diğer bilgisayar bilimci, Bush'un düşlediği türden bir metin kodlama yazılımının projesini başlatır. Xanadu adını taktığı program tamamlanamaz. Ana fikir üzerinde, aynı addaki bir projeyle bugün de çalışmalar sürüyor. Ted Nelson'un en büyük mirası, hipermetin kavramını ilk kez ortaya atmış olması. HTML'in ortaya çıkıp İnternet'in standart dili haline gelişine kadarki en büyük gelişme, Apple'ın HyperCard adlı programı olmuş Program, basitçe, birbiriyle ilişkilendirilmiş bağımsız metin kartlarıyla oynamaya olanak tanıyor.



Soldaki üçgen, geleneksel yöntemle ekran noktacıklarının bütün olarak kullanılmasını temsil ediyor. Bunun yerine, her bir noktacığı oluşturan temel renk alt noktacıkları ayrı ayrı hesaba katıldığında, sağdaki üçgen elde ediliyor. Altta, LCD ekrana, eski ve yeni yöntemle yazılmış A harflerinin temsili karşılaştırması var.

Bilgisayar dışındaki ortamlarda etkileşimli yazının en başarılı uygulaması belki de hiperdrama. Örneklerde, sahne birkaç bölüme ayrılıyor ve her bölümde ayrı birer sahne aynı anda oynanıyor. Bunlar, aynı anda, farklı mekanlarda geçen olayları ya da bambaşka zaman dilimlerini gösterebilir. Her durumda, birbirleriyle organik bağlar taşıyorlar. Sözgelimi, bir sahnede birkaç kişinin diyaloğunu izliyorsunuz. Oyunculardan biri, kapıyı çekip iş yerine gidiyor. İşyeri daha az hareketli değil ve zaten oyunun başından beri yan sahnede izlenebiliyor. İzleyici, oyuncuyla birlikte yan sahneye geçmek ya da aynı sahneyi izlemeyi sürdürerek geride kalanların ne yaptığını görmekte serbest. Bu biçimde ilişkilendirilmiş dört ayrı sahneyi görebildiğinizi düşünün. Tiyatro salonundaki herkes, oyunun bitiminde, ayrı birer senaryoyu izlemiş olarak ayrılacak...

Hipermetinler ne kadar etkileşimli olurlarsa olsunlar, anlam bütünlüğü olan metin bileşenlerinden oluşmak zorundalar. Bu birimler bazı durumlarda kitaptaki uzun bir bölüm, bazen bir paragraf, ya da en azından birer tümce. Birimleri tümüyle ortadan kaldırmak, en azından şimdiki hiperyazın teknikleriyle olası değil. Birimler uygulamada birbirlerine, okuyucunun tıklayabileceği birden fazla sözcük, tümce ya da simgeyle bağlı. Bağlantı noktaları metinin içine de dağıtılmış olabilir, sayfanın kenarlarına da. Her bir bağlantı sizi dört ana sınıfta birime götürecektir: Öykünün devam edeceği yeni bir yön; okunup geri dönülecek bir açıklama; metinin o kısmında kısaca geçilmiş bir bölüme eklencek genişletme; ya da, ayrı bir programı çalıştıracak, söz gelimi bir film parçası gösterecek, müzik dinletecek bir bağlantı... Bunlar yaygın olarak kullanılan, İnternet'te sıklıkla rastlanabilen bağlantı noktası tipleri. Özgün bir hiperroman, o güne kadar akıl edilememiş yenilikler getirebilir.

Yeniliklerin çoğalması, elektronik metin yazan ve okuyanların sayısında ciddi bir artışı gerektiriyor. Elektronik kitap alanına yatırım yapan firmaların beyin takımlarının kehanetleri tutarsa, 2000 yılı içinde teknolojik alt yapı hazırlanacak. O zaman, 2001'de 21. Yüzyıla, yeni bir yayıncılık, yeni bir yazın geleneğinin ilk adımlarıyla girebiliriz.

Özgür Kurtuluş



Philips'in gelecege yönelik, tasarım aşamasındaki yolculuk rehberi, genel amaçlı bir elektronik kitap olmasa da, rulo halinde içine çekilebilen esnek ekranıyla, elektronik kitapların geleceği için de ipuçları veriyor.

Kaynaklar
http://www.adobe.com/epaper/
http://e-books.org/
http://www.eink.com/
http://www.everybook.net/
http://frankfurt-ebook-awards.org/
http://www.gutenberg.net/
http://www.media.mit.edu/
http://www.openebook.org/
http://www.rocket-ebook.com/
http://www.softbookpress.com/
http://www.parc.xerox.com/
http://www.teleread.org/

Şişmanlığın Kökenleri

Dünyanın en eski metabolik hastalığı olan şişmanlık, özellikle gelişmiş ülkelerde yaşayan nüfusun sağlığını tehdit ediyor. Peki ama, kilo vermek, düşük kalorili yiyecekler ve egzersiz yapmak bu kadar revaçtayken nüfus neden gittikçe şişmanlıyor? Şişmanlığın gelişmesi, kalıtımsal, psikolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel etmenlerin karmaşık etkileşimlerine bağlanıyor. Bireylerin, beslenme biçimleri ve aldıkları besinleri nasıl kullandıkları da kendilerine özgü kalıtımsal ve çevresel etkenlere bağlı olduğu için, şişmanlığa yatkınlıkları değişkenlik gösteriyor. Şişmanlık üzerinde çalışan bilim adamları, hem ekonomik ve psikolojik nedenlerin hem de birbirleriyle etkileşim içinde olan çoklu genlerin bireyi kilo almaya yatkın kıldığını düşünüyorlar. Araştırmacılar, şişmanlığa yatkınlığa neden olan genleri de bulmaya çalışıyorlar.

İnsanlık tarihi boyunca fazla kilolar, sağlığın ve refahın simgesi olarak görülegelmiştir. Günümüzdeyse şişmanlık, dünyanın en varlıklı ülkelerinde yaşayan insanların sağlıklarını tehdit eden bir hastalık olarak algılanıyor. Özellikle gelişmiş ülkelerde şişmanlığın görülme sıklığı sürekli artıyor. Öyle ki, şişmanlığa bir tür salgın hastalık gözüyle bakılıyor.

Önemli bir sağlık sorunu olan şişmanlık, yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları, şeker ve safra kesesi hastalıklarıyla yakından ilişkilidir. Kalp- damar hastalıklarıyla ilişkisinin nedeni, bedeninde göreceli olarak yüksek oranda yağ bulunan insanların kanlarında, düşük yoğunluktaki yağ proteinleri (Low-Density Lipoprotein-LDL) ve trigiseritlerin de fazla olması. Bu da, damar duvarının yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Şişmanlık, bedenin kolesterol üretiminin artmasında da etkili oluyor. Yüksek tansiyon da şişmanlarda yaygın olarak görülür; kişi kilo alıp verdikçe, buna bağlı olarak kan basıncı da artıp azalır. Şişmanlık, kas ve yağ dokularında insüline dirençle de ilgilidir, bu nedenle, erken şeker hastalığına yol açtığı düşünülmektedir. Bu tür şeker hastalığı, kişi normal kilosuna döndüğünde genellikle kaybolur. Aslında, kilo vermek, tüm bu saydığımız durumların iyileşmesini sağlar.

Peki, neden bazı bireyler kilo almaya daha yatkın oluyor? Şişmanlığa yatkınlık, birçok sosyal, davranışsal ve biyolojik bileşenlerden oluşuyor. Bugüne değin yapılmış çalışmalara göre, bazı genlerin şişmanlığa yol açabileceği ya da şişman olma olasılığını arttırabileceği biliniyor. Son yıllarda, moleküler biyoloji ve genetik mühendisliği araçlarının gelişmesi, şişmanlığın biyolojik mekanizmalarının ve nedenlerinin çözülmesi çalışmalarını hızlandırdı. Şişmanlığın nedenlerini bulmak için çalışan bilim adamları, bu hastalığa yatkınlığa neden olan genleri bulma şansları konusunda iyimserler. Bu iyimserliğin nedeni, DNA araştırmalarında kullanılan araçlarla yöntemlerin ve insanın gen yapısı konusundaki bilgilerimizin artmış olması. Şişmanlığa neden olan genlerin kuşaktan kuşağa nasıl aktarıldığı konusu, birlikte büyümüş ikizler ve farklı ailelere evlatlık olarak verilmiş ikizlerin kullanıldığı araştırmalarla ele alınıyor. Araştırmalar, kalıtımın, beden kütlesi ya da yağ oranı üzerindeki etkisinin %25'le 40 arasında değiştiğini gösteriyor.

Şişmanlık Riski

Araştırmalara göre, şişman insanların %30'unun anne babaları da kendileri gibi şişman. Ayrıca, kişinin anne babası şişmansa, kişinin de şişman olma riski yüksek olmasına rağmen, anne babaların normal kiloda olduğu ailelerde de %25-35 oranında şişman çocuklar görülüyor. Kilolu bir bireyin birinci dereceden akrabaları içinse risk, nüfusun genelinden 2-3 kat daha fazla.



Şişmanlık genleri üzerine çalışan bilim adamları, yemek yeme davranışlarımızı, metabolizmamızı ve fiziksel elkinliklerimizi hangi genlerin, nasıl etkilediğini bulmaya çalışıyorlar.

Bazı insanlar için kilo vermek sonsuz bir savaş olduğu halde bir türlü fazla kilolarıyla başa çıkamazlar. Bazılarıysa görece olarak ne kadar çok yemek yeseler yine de kilo almazlar. Bu türden farklılıkların kalıtımsal etmenlere bağlı olup olmadığı konusunda yapılmış bir araştırmada, birinci aşamada, sürekli olarak kilo almaya isteklendirici bir program uygulandığında bireylerin kilo almaya ne kadar yatkın oldukları; ikinci aşamadaysa, kilo vermeyi özendirici bir program uygulandığında kilo vermeye ne kadar yatkın olduklarına bakılmış. Bu farklılıkların, deneklerin kalıtımsal özellilerinin bütününe bağımlı olup olmadığı da göz önüne alınmış. Her iki grupta da, tek yumurta ikizi erkek denekler bulunuyormuş. Deneklerin belli bir süre boyunca her gün fazladan 1000 kalori almaları sağlanmış; bu süre içinde beden ağırlıklarındaki artışlar not edilmiş. Deneklerin bedenlerinin fazladan kalorilerle başa çıkma mekanizmalarında farklılıklar olduğu gözlenmiş. İkiz çiftleri arasında bu farklılıkların ikizlerin kendi aralarında olduğundan en az üç kat daha fazla olduğu görülmüş. Deneyin ikinci bölümünde, yine tek yumurta ikizlerinden oluşan başka bir grupta da, ikizlerin, beden yağ dokusunun kaybı ve enerji kullanımında tepkilerinin birbirine

çok benzer olduğu görülmüş. Daha açıkçası, kalıtımsal yapımız, enerjiyi nasıl kullandığımıza ve nasıl kilo aldığımıza etki ediyor.

Yemek yeme davranışlarımızı, metabolizmamızı ve fiziksel etkinliklerimizi hangi genlerin etkilediği ve bu güçlerini nasıl kullandıkları henüz çözülmüş değil. Ancak, genetikbilimcilerin bazı heyecan verici bulguları var. Şişmanlığın 1998'in Ekim ayında yayımlanan gen haritasına göre, insanlarda şişmanlıkla bağlantısı ya da ilişkisi olduğu saptanan genlerin ve öteki işaretçilerin sayısı 200'e yakın. Örneğin, bu genlerden "obese" olarak adlandırılanının, yağ hücreleri tarafından üretilen bir hormon olan leptinin "planı" olduğu biliniyor. Bu geni mütasyona uğramış fareler, ya leptin üretmiyor, ya da, bunu yanlış üreterek çok çabuk bir biçimde normal kilolarının üç katı kiloya çıkıyorlar. Bunlardan "diabetes" adlısıysa, iştahı azaltarak ve metobolizmayı tersine çevirerek leptine tepki veren bir alıcı proteini kodluyor. Şimdi bu genlerin insan mütasyonları üzerinde çalışılıyor. Ancak, şişmanlığın tek bir gene ya da birkaç gene bağlı olamayacağı biliniyor. Şişmanlık üzerinde çalışan bilim adamları, hem ekonomik ve psikolojik nedenlerin hem de birbirleriyle etkileşim içinde olan çoklu genlerin bireyi kilo almaya yatkın kıldığını düşünüyorlar.

Peki ama, şişmanlığın görülme sıklığı neden artıyor? Bugün bizler, on yıl öncesine oranla bile yaşam tarzı ve beslenmenin, sağlığımızı nasıl etkilediği konusunda çok daha fazla bilgi sahibiyiz. Fakat yine de şişmanlığın görülme oranı hem gelişmiş ülkelerde, hem de gelişmekte olan ülkelerde gittikçe artıyor. Evrimsel biyolojinin bu soruya verilecek bir yanıtı var. 1962 yılında, James V. Neel, doğal seleksiyonun, uzak atalarımıza, bireylerin bir sonraki kıtlıkta yaşamını sürdürebilmesi için, bol yemek yenilebildiği dönemlerde yağ depolamasına yarayan "tutumluluk genleri" kazandırdığını söylemişti. Neel'e göre, göreli olarak istediğimiz kadar yemek bulabildiğimiz bugünün dünyasında, bu uyum mekanizması, kolay kilo almak konusunda bir hassaslık yaratıyor.

Bu varsayım, ataları ortaçağda iki gruba ayrışarak farklı yerlere göçmüş olan Pima yerlilerini konu alan araş-



tırmalarla desteklenmiş. Bu grupların biri, Arizona'nın güneyine, ötekiyse, Meksika'daki Sierra Madre dağlarına yerleşmiş. 1970'li yıllarda Arizona'daki yerlilerin birçoğu tarımla uğraşmayı bırakıp diğer iş kollarında çalışmaya başlayarak, günlük kalori miktarının % 40'ının yağlardan alındığı Amerikan tarzı bir beslenme tarzını benimsemişler. Günümüzde Arizona'da yaşayan Pimalar, şişmanlığın en sık raslandığı insan topluluğudur. Bu topluluğun yarısında 35 yaşında şeker hastalığı görülmekte. Bilim adamları şişmanlığın çevresel etkenlerini ortaya koymak amacıyla, Arizona'da yaşayan Pimaların kilolarını Meksika'da yaşayan ve hala tarım ve hayvancılıkla uğraşan uzak akrabalarınınkiyle karşılaştırmışlar. Meksika'daki Pimaların, Arizona'daki Pimalardan ortalama olarak 26 kilogram daha hafif, boylarının da 2,5 santimetre daha kısa olduğu saptanmış. Ayrıca, Meksikalı Pimalar arasında şeker hastalığına çok az raslanmış. Uzmanlara göre, Meksika Pimaları zayıf kalırken, Amerika'da yaşayan Pimalar arasında şişmanlığın yaygın olması, şişmanlığın yalnızca kalıtımsal nedenlere bağlı olmadığını gösteriyor. Bu, Neel'in sözünü ettiği "tutumluluk genleri"nin, yüksek enerjili besinlerin bol bulunduğu ve çalışma koşullarının ağır olmadığı bir ortamda kendini gösterdiği anlamına gelebilir. Bu kalıtımsal yatkınlık, tüm insanlarca çeşitli düzeylerde saklanmış olduğu için, önümüzdeki 25 yıl içinde, yaşam standartları yükselmeyi sürdürdükçe şişmanlığın görülme sıklığının da artacağı söylenenler arasında.

Ancak, televizyon karşısında geçen saatlerle benzin tüketiminin, şişmanlığın görülme sıklığıyla aynı yönde arttığını gösteren araştırmalar, konunun bütün boyutlarını açıklamıyor. Sözgelimi, neden bazı insanlar sürekli diyet yapmalarına rağmen şişman kalırken, kimileri de hiç kilo almadan istedikleri kadar yemek yiyebiliyorlar? Şişmanlığın, oburluk ve hareketsizliğin sonucu olduğunu savunan geleneksel görüş, bu soruların yanıtını vermekte yetersiz kalıyor. Şişmanlık konusunda çalışan araştırmacıların çoğu, aynı koşullar altında başkaları zayıf kalırken, kimi bireylerin kilo almasının kalıtımsal ve biyolojik değişkenleri konusunda çalışıyor. Araştırmalara göre şişman bireyler, sabit bir kiloda kaldıkları zaman, kendileriyle aynı oranda kasa, fakat daha az yağa sahip olan zayıf bireylerden daha fazla yemek yeme ihtiyacı duymuyorlar.

Biyokimyagerler, yağın neden "kötü" olduğunu da araştırıyorlar. Eninde sonunda insanların kilolarını düzenleyen genler bulunacak. Bu işin kolay bölümü. Daha büyük ilerlemeler kaydetmek için fizyologların, bütün bu genlerin laboratuvar dışında, yani gerçek bedenlerde nasıl çalıştığını anlaması gerekiyor.

Aslı Zülâl

Kaynaklar
Pearlmutter M. & Hall E. Adult Development and Aging, 1992. John Wiley & Sons, 2. Basım.
Gibbs, W. W. "Gaining on Fat" Scientific American, Ağustos 1996.
Bouchard, C. "Obesity: in the genes?" http://www.obesite.chaire.ulaval.ca/genetxt.htm
Human Obesity Gene Map: The 1998 Update http://www.obesite.chaire.ulaval.ca/genemap.html#Top

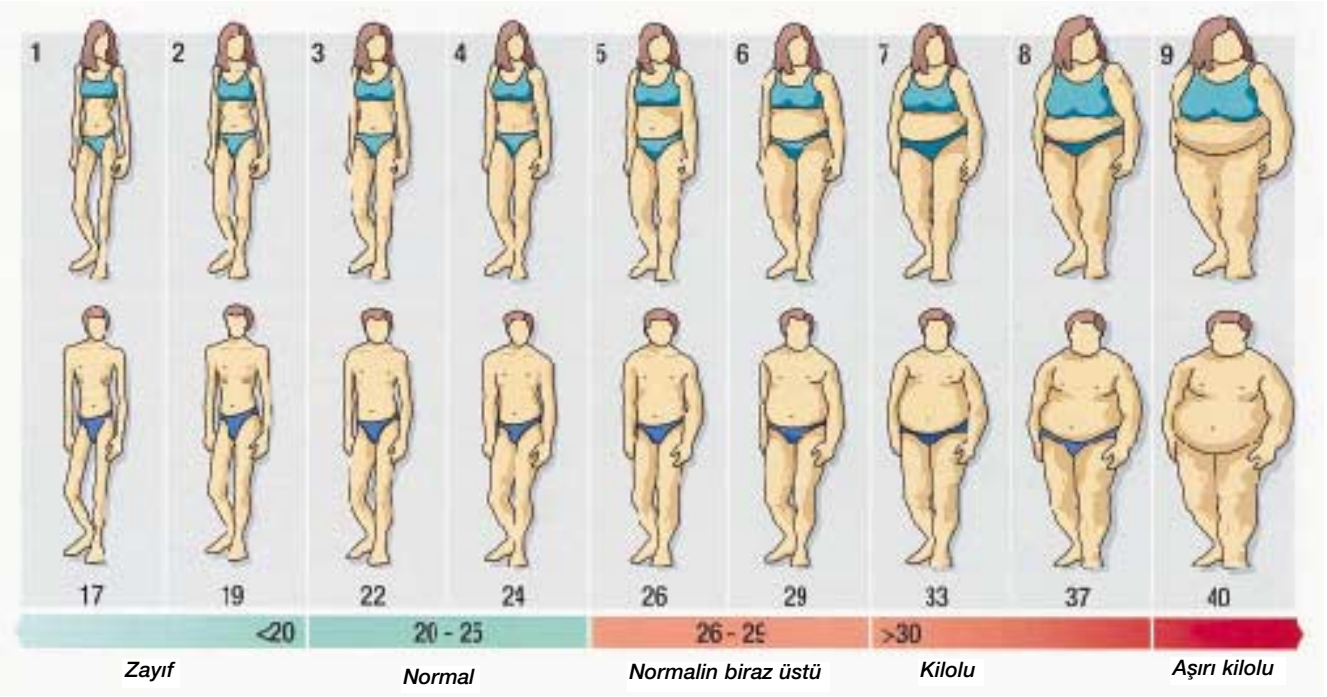
İştahsızlık, Oburluk, Kusma...
Yeme Bozuklukları



Bir gereksinim olmaktan çok geleneklerin biçimlendirdiği yemek yeme alışkanlığı, hızlı yemek yiyerek, yemek sırasında başka şeylerle ilgilenerek, ya da zamansızlıktan yakınıp geçiştirilerek yeni alışkanlıklara dönüşüyor. Çağdaş toplumlarda yeme alışkanlıklarındaki değişimler, yeme bozukluklarına kadar varan birçok sorunu karşımıza çıkarıyor. Yeme bozuklukları iştahsızlık, kusma ve aşırı yeme olarak sıralanıyor. Bilim adamları, bu tür sorunların altında yatan yalnızca toplumsal değil ayrıca psikolojik ve fiziksel nedenleri de araştırıyorlar. Bir hastanın normal yeme alışkanlığını tekrar kazanabilmesi için farklı bilim dallarından uzmanların birarada çalışması gerekiyor. Bunların içinde beslenme uzmanları, psikologlar, psikiyatristler ve psikofarmakologlar gibi uzmanlar var. Yeme bozukluğunun nasıl başladığı ve ne yöne kayacağı ise kişiye göre değişiyor. Ama hepsi için ortak bir tavırdan bahsedebiliriz: Kendi vücut algılarındaki yanılsama.

YEME BOZUKLUĞU bir tür hastalık. Bu hastalık hem insan bedeniyle hem de yemekle ilgili. Hastalığa yakalananlar, yalnızca aldıkları kalorinin fazlalığından yakındıkları için değil, belli bir düşünceyi saplantı haline getirdikten sonra doğrudan yemekle ilgili sorunlar yaşamaya başladıkları için de yemeyi reddediyorlar. Böyleyken yine de bedenin sahibinin bedenini nasıl algılandığı çok önemli.

Alman yazar Schilder insan bedeninin algılanmasını şöyle tanımlıyor: "zihnimizde oluşan görüntü vücudumuzun resmidir". Son yıllarda ise bu tanım genişletildi. Değişik boyutlarıyla ele alınmaya başlandı. Slade, bedenin görüntüsünün bir algısal bileşenleri bir de tutumsal bileşenleri olduğu görüşünde. Yani kişinin kendi dış görünümü konusundaki görüşleri her zaman nesnel gerçekleri yansıtmayabiliyor. Bu tanımlamayı, bilim adamları yeme bozuklukları çalışmalarındakine paralel bir düşünce geliştirerek kullanıyorlar. İlk soru şu: Bir insan kendi vücut ölçüleriyle ilgili olarak ne kadar kesin bir



Beden Kütle Endeksi: *Buradaki resimde beden kütle endeksine (BKE) göre ayrılmış gruplar görülmekte. BKE kilonun boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle elde ediliyor. Örneğin boyu 1.70 m ve kilosu 60 kg olan birinin BKE'si 60/1.70²'den 20.76 çıkıyor. Yani yandaki tabloya göre normal kilonun alt sınırına yakın bir değer. BKE ırklara göre de değişiklik gösteriyor. Örneğin uzak doğuluların BKE'i bizlerden daha düşük.*

tahminde bulunabilir? İkincisi ise: Bireyin kendi vücuduyla ilgili olarak tutumu/hissi nedir? Bu soruların ilkine algısal, ikincisine bilişsel yanıt verilebiliyor. Böylece arada bir paralellik kurulmuş oluyor.

Herkesin kendi vücuduyla ilgili iyi ya da kötü bir fikri vardır. Bu, yeme bozukluklarının çıkış noktasını oluşturuyor. Yeme bozukluğu gösteren kişilerin kendi vücutlarıyla ilgili yanlış bir algıya sahip olmaları asıl sorunu yaratıyor. Ama tabii ki, yalnızca bu değil, bilişsel, duygusal, davranışsal etkenler bireyin kendi vücuduyla ilgili yargısını etkiliyor.

Yeme bozukluklarının kadınlarda daha çok görülüyor. Bu, biraz da toplumdaki kadın ve güzellik imajlarıyla ilgili. Her gün televizyonlarda, filmlerde ve birçok dergide gördüğümüz kadın imajları; yani bunları izleyen okuyan ve seyreden kadınların kendilerini özdeşleştirdikleri imaj, zayıf kadın. Güzel ve popüler olmak için, ekrandaki kadınlar gibi giyinip ekrandaki kadınlar gibi davranmak için onlara öykünülüyor ve buna belki de zayıflamakla başlanıyor. Hatta, sanki gerçekten farkındalarmış gibi popüler kadınlar, kendi rejim programlarını açıklayarak nasıl zayıfladıklarını anlatıyorlar. Yine de, yeme bozukluklarının yalnızca böyle bir özentiden kaynaklandığı doğru değil.

Sosyal ve psikolojik etkenler kadının vücudunu algılayış şeklini değiştiriyorsa, yani vücuduyla ilgili olarak gerçekleri göremiyorsa, yeme bozukluğu başlıyor demektir.



Özellikle yaptığı işi doğrudan vücuduyla ilgili olan kişiler, balerinler, modeller ya da sporcularda kilo alma endişesiyle yeme bozuklukları görülebiliyor.

Anoreksik Kişiler

Yeme bozuklukları içinde belki de en önemlisi *anoreksia nervosa* yani yemekten kaçınma/korkmadır. Hastalığa yakalanan kişi ne kadar aç olsa da yemiyor. Aslında bu pek iradeyle ilgili bir şey değil; çünkü hasta yiyemiyor ve yemekten korkuyor. Bu durum kişinin aynanın karşısına geçince kendini şişman olarak algılaması ve rejim yapmaya karar vermesiyle başlıyor. Aynanın karşısına her geçtiğinde önceleri ne kadar inceldiğinin farkına varabiliyor; vücut ölçüleri daralıyor; ama sonraları aynadan gelen ses hiç değişmiyor: "Daha ince, daha ince".

Abartılmış rejimden kaynaklanan aşırı kilo kaybı, çoğunlukla kadınlarda ve az sayıda da erkeklerde görülüyor. Ama bu duruma gelmeden önce bir aşama daha var. Bulumia ve anoreksia arası belirtileri olan bu diğer yeme bozukluğu çok ilerlerse anoreksiyaya doğru ilerliyor.



Beden algısının normal olmadığı yeme bozukluğu gösteren kişiler, ne kadar zayıf olurlarsa olsunlar kendi bedenlerinden hoşnutsuz yaşıyorlar.

Anoreksikler, kaç kilo olurlarsa olsunlar hep şişman olma korkusuyla yaşıyorlar ve ne kadar zayıfladıklarının asla farkına varmıyorlar. Bu aslında yavaş yavaş gerçekleşen bir intihardan farksız. Çünkü bu hastalığa yakalananların % 10 ila 20'si komplikasyonlar yüzünden bu hastalıktan kurtulamadan ölüyor.

Anoreksikler mükemmeliyetçidirler ve yaşam standartlarını yüksek tutmaya çalışırlar. Ama bunu aslında kendileri için yapmazlar; bir bakıma başkaları için yaşadıkları söylenebilir; başkalarının gereksinimlerini karşılamak kendi gereksinimlerini karşılamaktan önce gelir. Ayrıca kendileri ve yaşamlarıyla ilgili olarak tek kontrol edebildikleri şeyin yemek ve kilo olduğunu düşünürler. Eğer çevrelerinde olan bitenleri kontrol altına alamıyorlarsa, yemelerini kontrol altına alırlar ve kilo kaybettikçe kendilerini daha güçlü hissederler. Her sabah baskülün ibresinde gördükleri aslında başarıp başaramadıklarıdır.

Anoreksikler profesyonel bağlamda bir yardımı da kabul etmezler çünkü bu tür terapilerin onları yalnızca yemeğe zorlayacağını düşünürler. Ergenlik çağındaki kızların yaklaşık % 1'i bu hastalık sırasında normal kilolarının % 15'ini kaybeder ve buna rağmen hâlâ zayıflamaya devam ederler (ki bu hiç önemsenmeyecek bir oran değildir: 50 kiloysanız kısa bir sürede 42.5 kiloya düşmüşsünüz gibi düşünebilirsiniz). Bu hastalar için güzel yemek tarifleri toplayıp onlardan güzel ve lezzetli yemekler yaparak arkadaşlarına ve ailelerine ziyafet çekmek çok doğaldır; ama ne yazık ki bu ziyafetin etkin bir katılımcısı olmazlar.

Her ne kadar hastalık yalnızca bireyin kendiyle ilgiliymiş gibi görünse de, dış etkenler de kişinin hastalığa yakalanmasında etkili olabilir. Ailedeki ya da yakın çevredeki insanların fazla kiloya karşı verdikleri tepkiler bunlardan biridir. Örneğin bir annenin kilo ve fiziksel görünüşle ilgili olarak kızının çok üstüne düşmesi onun bir yeme bozukluğu geliştirmesine neden olabilir.

Bulumikler

Bulumia nervosa, (kusma hastalığı) bir abur cubur seansından sonra, yani fazla yemekten sonra, kişinin istemediği fazla kalorilerden kurtulmak için kusma yolunu seçtiği bir hastalıktır. Abur cubur yeme seansları kişiye göre değişir. Ancak bir kerede 1000 kaloriden 10 000 kaloriye kadar çıkabilir. Bu kalorilerden kurtulmak için hasta ya kusar ya da laksatif kullanır. Bir de, zayıflama hapları alma, aşırı egzersiz yapma ve bu yüzden aşırı yorgun düşme gibi yolları seçenler de vardır.

Bulumikler de anoreksikler gibi kendilerinin güvenli bir ortamda yaşamadıklarını düşünürler. Yaptıkları herşeyi başkalarını rahat ettirmek için yaparlar ve duygularını sürekli saklarlar. Yemek, bu kişilerin tek güven kaynağıdır. Ayrıca kusma işlemi burada tıpkı ağlama, bağırma ya da öfke duyma gibi, bir tür duyguların dışavurumu olarak da algılanabilir.

Bu hastalık bazen rejime başladıktan sonra ortaya çıkabilir. Rejim sırasında örneğin hasta, tatlılara duyduğu aşırı iştahla kendini tutamayıp bunları tüketir sonra pişman olarak kusmayı dener. Yaptığını kendi

Yeme Bozuklukları

Nuray Karancı
Prof., Dr., ODTÜ Psikoloji Bölümü

Yeme bozukluklarının ortaya çıkışında çok değişkenli bir model kullanılması gerekir. Bu değişkenler arasında kültürel faktörler, kişinin beden kütle endeksi ve aile ve kişilik özellikleri incelenmelidir. Farklı kültürlerde kişinin bedeni ile ilgili değişik beklentiler ve baskılar bulunmaktadır. Gelişmiş batılı kültürlerde, zayıflık ve bakımlı bir vücut beklentisi yaygın olarak görülmekte ve bu beklenti medya ve moda yolu ile güçlü bir tarzda aktarılmaktadır. Bu nedenle zayıf olma yönünde bulunan kültürel baskıların anoreksia ve bulumia'nın ortaya çıkışında etkin bir rol oynayabileceği ortadadır. Ancak beden kütle endeksi doğal olarak düşük olan kişilerde bu beklentiler kişide bu tür patalojik yeme davranışlarını ortaya çıkarmayacaktır. Ailenin özellikleri ve dinamikleri, aşırı kontrol ve karışma, aile bireyleri arasında sınırların belirsizliği gibi özellikler ve/veya kişinin kendi kişilik özellikleri de yeme bozukluklarının gelişmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Yeme bozukluğunun gelişebileceği en riskli grup yaşadığı kültürde veya çevresinde zayıflık yönünde baskı bulunan, doğal olarak beden kütle endeksi yüksek olan ve kendisinde mükemmeliyetçilik veya sosyal onay beklentisi çok yüksek olan ve aile içi dinamiklerinde aşırı kontrol veya sınırsızlık bulunan kişilerdir. Tüm bu değişkenlerin kadınları daha fazla etkilediği, kızların özellikle annelerinden algıladıkları zayıflama yönündeki baskılara karşı çok hassas oldukları gözlenmiştir. Yeme bozukluklarının gelişmesinden sonra devam etmelerinde hem sosyal pekiştireçler (çevre tarafından beğenilme, modayı takip edebilme) hem de psikolojik süreçler yer almaktadır. Bu nedenle, bu bozuklukların erken tanı ve tedavisi önemlidir. Bilişsel-Davranışçı yaklaşıma göre yeme bozukluğu gösteren kişilerde benlik saygısı ve beden görünüşü kiloya endekslenmiştir. Kişi "eğer zayıf olmazsam, beğenilmem ve sevilmem" gibi aşırı katı ve rasyonel olmayan bir düşünceye sahiptir. Sevilmenin tek yolu olarak zayıf olabilme ön plana çıkarıldığında tüm yaşam bu kontrolü sağlama üzerine kurulur. Önemli olan kişiye bu düşüncelerinin yarattığı olumsuz ve kısıtlayıcı yaşam şeklini farkettirmek ve bu beklentileri değiştirebilmektir.



	Anoroksiya Nervosa*	Bulumia Nervosa*	Kontrolsüz Yeme
Kısa bir süre içinde çok kilo kaybetmek	X		
Çok zayıf olunduğu halde rejime devam etmek	X		
Zayıf olduğu halde şişman olduğuna inanmak	X		
Aylık menstrasyon dönemlerinde aksaklık	X	X	
Yemeğe alışılmadık bir ilgi göstermek ve garip yeme rituelleri geliştirmek	X	X	
Gizlice yemek yemek	X	X	X
Takıntılı bir biçimde egzersiz yapmak	X	X	
Ciddi depresyon	X	X	X
Aşırı derecede yemek yemek		X	X
Kusma ya da kusturmaya, dışarı çıkmaya yarayan ilaçlar kullanma		X	
Aşırı yemek yiyen ve kilo almayan		X	
Banyoda uzun süre kusma amaçlı kalmak		X	
İlaç ve alkol alımında artış		X	X
*Bazı insanlar anoroksiya ve bulumiayı aynı anda geçirebilir			

de anlamlandıramayıp bir içine kapanış yaşayan hasta, bunu başkalarından da gizlemek ister. Bu yüzden aileler, hatta eşler bile yıllarca bu durumdan habersiz kalabilir. Bulumia nervosa'da da zayıflama pek görülmez. Tıpkı anoreksia'da olduğu gibi, bulumia da ergenlik döneminde başlar. Bu durum çoğunlukla kadınlarda görülse de, erkeklerde de rastlabilir.

Kontrolsüz Yeme

Kendini kontrol edemeden yeme de bir hastalıktır. Tıpkı bulimia'da olduğu gibi, kontrolsüz yeme seanslarında aşırı kalorili yiyecekler bir defada tüketilir. Ama bu hastalar aldıkları kalorileri vücutlarından atmazlar. Hastalar bu seanslar için kendilerini kontrol edemediklerini söylerler. Ancak kendilerini artık yiyemeyecek kadar rahatsız hissettiklerinde yemeyi keserler. Bu insanlar daha zor kilo verirler ve aşırı şişmandırlar.

İşin Kimyası

Yeme bozukluklarını başka açılardan da anlamak için bilim adamları, biyokimyasal araştırmalar da yapıyorlar. Daha çok nöroendokrin sistemine (merkezi sinir ve hormon sistemlerinin birleşimi) bakılıyor. Nöroendokrin sistemi fiziksel büyüme ve gelişimi, iştah ve sindirimi, uykuyu, kalp ve böbrek fonksiyonlarını, duyguları, düşünceyi, cinsel fonksiyonları, ve daha birçok şeyi dengeler ve idare eder. Merkezi sinir sistemindeki kimyasal ileti maddeleri olan nörotransmitter'ler hormon salgısını kontrol eder. Bilim adamları birer nörotransmitter olan serotonin ve norefinefrin seviyesinin depresyon sırasında düştüğünü keşfetmişlerdi. Aynı durum yeme bozukluğu olan kişilerde de geçerli. Yeme bozukluğu geçirenlerin çoğu, depresyon da geçirdiği için bilim adamları bu ikisi arasında bir bağlantı yakalamaya çalışıyor. Gerçekten de antidepresan kullandırılan bazı anoreksiklerin serotonin düzeyindeki artışla beraber iyi yöndeki değişimleri bilim adamlarını sevindiriyor.

Anoreksiklerin ve depresyon altında olanların bir ortak yönü daha var. Her ikisinde de kortizol (bu hormon stres durumunda salgılanıyor) düzeyi normalin üstünde. Bilim adamları yüksek kortisolün hipotalamustaki bir sorundan kaynaklandığını gösterebilmişler.

Yeme bozukluğunun depresyonla bağlantısına benzer bir bağlantı da obsesif-kompulsif bozukluklarda (OKB) var. Serotonin düzeyi OKB olanlarda da çok düşük. Bulumiklerin çoğunun obsesif davranışlar da geliştirdiği düşünülürse, ikisi arasında bir bağlantı bulunması şaşırtıcı değil.

Yeme bozukluklarıyla beyin kimyasallarının ilişkileri hayvanlarla yapılan deneylerle de araştırılıyor. Örneğin, peptit YY ve nöropeptit Y düzeyindeki değişikliğin laboratuvar hayvanlarında yeme davranışını etkilediği ortaya çıkmış. Bulumiklerde düşük olan kolesistokinin de yine laboratuvar hayvanlarına verildiğinde bunların kendilerini tok hissederek yemeği durdurdukları gözlenmiş. Bu da bulumiklerin neden yemekten bir türlü tatmin olamadıklarının bir göstergesi olabilir.



Tedavi

Yeme bozukluğu çeken hastalarda, özellikle açlık tehlikesiyle karşı karşıya olan anoreksiklerde yaşamsal organlar özellikle kalp ve beyin hasar görür. Vücut kendisini koruyabilmek için bir nevi vites küçültür. Menstrüasyon döngüsü durur. Nefes alış ritmi ve kalp yavaşlar, kan basıncı düşer ve tiroid bezinin işlevleri yavaşlar. Saçlar ve



Büyük ailelerde olduğu gibi herkesin belli bir saatte toplanıp ortaklaşa yemek yediği günler geride kalmışa benziyor. Daha çok, bireysel planlar yapılıyor ve kişiler kendilerine en uygun zamanda yemeklerini yiyorlar, ailede biri diğerinin ne zaman yediğiyle pek ilgilenmiyor. Ayrıca başka işlerle uğraşırken özellikle televizyon izlerken yemek yeniyor ya da aslında geçiştiriliyor diyebiliriz.

tırnaklar kırılganlaşır; deri kurur, sararır ve küçük tüylerle kaplanır. Aşırı susama ve idrar görülür. Vücuttaki yağ oranının düşmesi vücudu soğuğa karşı dayanıksızlaştırır. Bunlara yarı kansızlık, eklemlerin zayıflaması da eklenebilir. Ayrıca eğer hastalık ilerlemişse kalsiyum ve buna bağlı kemik erimesi de gözlenir. Beyin küçülmesiyle birlikte kişilik değişimi de başlayabilir.

Bulumia nervosa hastaları, normal kiloda olsalar bile vücutları sıkça yapılan yeme ve kusma seansları nedeniyle zarar görür. Kontrolsüz yeme sırasında mide büyür ve kusma sırasında da potasyum kaybedildiğinden kalpte sorun yaşanır. Kusma sırasında mideden çıkan asit geçtiği yolları tahriş eder. Anoreksiyada olduğu gibi, bulumiada da menstruasyon döngüsü kesilebilir.

Bulumia olan kişilerin bağımlılıklarla da başları derttedir. Bunların içinde bazı ilaçlar ve alkol başta gelir. Ayrıca tıpkı anoreksiyada olduğu gibi, depresyon, sinir ve diğer psikolojik sorunlarla karşı karşıyadırlar. Bu hastayı intihara kadar götürebilecek bir durumdur. Kontrolsüz yeme hastalığına bağlı şişmanlıkta da yine şişmanlıktan kaynaklanan bir dizi sorun yaşanır: Yüksek kolesterol, yüksek kan basıncı ve şeker hastalığı gibi.

Yeme bozuklukları da yine ne kadar erken tanı konulursa o kadar çabuk tedavi edilebilir. Ama ne yazık ki doktor tanıyı koymuş bile olsa, hasta bir sorunu olduğunu yadsıyabilir; bu yüzden de, zayıflıkta tehlike sınırına gelene kadar tıbbi ve psikolojik yardım almayı reddeder.

Bulumikler ise normal kiloda kalmayı başarabilirler ve hastalıklarını yıllarca saklayabilirler. Bu yüzden hastaları tedavi altına alabilmek oldukça güçtür. Ama, her ne olursa olsun er ya da geç bir tedaviye başlanması gerekir.



Profesyonel yardımın yanında ailelerin ve yakın çevrenin de yardımları bu tür hastalar için çok önemlidir. Tedavi yoğun ve çok yönlü olduğundan farklı uzmanların ortak çalışması gerekir. Bu uzmanlar en azından bir beslenme uzmanı, bir iç hastalıkları uzmanı, bir psikoterapist ve bir psikofarmakologdan oluşur.

Bundan sonra doktor hastanın uzun dönemli bir tedaviye gereksinimi olup olmadığına karar verir. Eğer hızlı ve büyük oranlarda kilo kaybedilmişse metabolizmadaki aksaklıklar giderilmeye çalışılır ve bireysel psikoterapi uygulanır. Anoreksikler tedavi sırasında normal bir insanın gereksiniminden çok kalori almalıdır ama bu onların istedikleri en son şeydir. Bu yüzden de hastanın yemekle ilgili ilişkilerinin düzenlenmesi için bir psikoterapiste gereksinim vardır. Bu terapist hastanın yeme bozukluğuyla ilgili sabit fikirlerini değiştirmesine yardımcı olur.

Özellikle aile ve yakın çevrenin bu kişilere karşı olan tavırları önemlidir. Aslında ailenin çocuklarının görünüşleriyle ilgili yaptığı yorumlar çocuklar üzerinde büyük etkiler yapacağından bu konuda dikkatli olunmalıdır. Hastalık başlamış olsa da olmasa da çocuğun nasıl görünürse görünsün ailesi ve çevresi tarafından kabul edileceğini bilmeye ihtiyacı vardır. Yeme bozukluğu başladıktan sonra da hastayı yemek yerken izlememek ya da başkalarının nasıl zayıfladığıyla ilgili yorumlar yapmamak gerekir.

Hastanın yeme bozuklukları ve sonuçlarıyla ilgili bilgilendirilmesi ve tedavi için desteklenmesi tedaviye başlamada yardımcı olacaktır. Bu yüzden yakın çevrede olan kişilerin bu konuda mümkün olduğu kadar çok şey okuması, hastalığın ve hastanın daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu bir yardım çığlığı olabilir.

Özgür Ergin
Konu Danışmanı: Nuray Karancı
Prof., Dr., ODTÜ Psikoloji

Kaynaklar
Boskind-White, M., White, C., W., "Bulimarexia", W W Norton and Company, 1983
MacSween, M., "Anorexic Bodies", Routledge, 1995
http://www.acadeatdis.org/mainpage.htm
http://www.dartmouth.edu/comunity/chd/edbrochure.html
http://www.diabetes.org/diabetesforecast/97apr/pg26.htm



Denizlerin Yalnız Devleri...
Petrol Platformları

Benzin, fuel oil (yağyakıt), gazyağı, asfalt... Bunlar üretimin, ulaşımın, kısacası uygarlığımızın can damarı petrol ürünleri. Bu ürünlerin kullanım alanı önceleri oldukça sınırlıydı. Sözgelimi, bundan yüz elli yıl kadar önce, petrolün en önemli kullanım alanlarından biri lambalarda yakılacak gazyağı elde edilmesine yönelikti. Mum yapımında kullanılan parafin ve yollara dökülen asfalt dışında, örneğin benzin, insanlara gereksiz görünüyordu. İlk otomobillerde benzin kullanılmaya başlanmasının nedenlerinden biri de, benzinin çok ucuz olmasıydı. Petrolün önemli bir enerji kaynağı durumuna gelmesi 1850'li yıllarda oldu.

İlk petrol kuyuları, petrolün yeryüzüne kendiliğinden sızdığı bölgelerde kurulmuştu. O zamandan günümüze, araştırma teknikleri büyük ölçüde ilerledi. Öyle ki, günümüzde, çöllerden okyanus tabanlarına kadar dünyanın pek çok bölgesinde binlerce alanda petrol çıkarılıyor. Ve, bu yıl dünyanın dört bir köşesinde ortalama olarak günde 75 milyon varil petrol üretiliyor.

Petrol endüstrisinin gelişmeye başladığı ilk yıllarda arama teknikleri yalnızca büyük petrol alanlarının bulunması için yeterliydi. Bu nedenle de keşif çalışmalarının ilk aşamalarında yalnızca büyük petrol alanları bulunabildi. Zaman ilerledikçe, daha küçük, daha karmaşık rezervlerin yerlerini saptamaya yarayan yöntemler geliştirildi. Günümüzde, en güçlü endüstrilerden biri durumundaki petrol endüstrisi, bilgisayar teknolojisinin de en çok kullanıldığı alanlardan biri. Üç boyutlu (3D) sismik araştırma tekniğiyle karmaşık yapıdaki petrol rezervleri görüntüleniyor. Bilgisayar tomografisiyle alınan vücut görüntülerine çok benzeyen 3D görüntüler, izleme çalışmalarına veri sağlamak amacıyla aynı alanda belli aralıklarla sürdürülüyor. Bu yöntem, petrol mühendislerinin petrolün en küçük bir hareketini bile izleyebilmesini sağlıyor. Bu yönteme de 4D adı veriliyor.

Petrol çıkarma işinin en zor ve maliyetinin en yüksek olduğu yerler denizlerdeki petrol platformlarıdır. Buna karşın denizlerdeki petrol rezervleri her zaman çok çekici olmuş. 1997 yılı, denizlerden petrol ve gaz çıkarılmaya başlanmasının 50. yılıydı. Bugün, Dünya denizlerinde 7000'den fazla petrol ve doğalgaz çıkaran platform bulunuyor. 2005 yılıda gelindiğinde, petrol ihtiyacının 1/5'inin derin sularda yapılan petrol çıkarma çalışmalarıyla sağlanacağı tahmin ediliyor.

Denizde petrol çıkarma işi, genellikle çok ağır koşullar altında gerçekleşir. Bunun nedenleri, çevre koşullarının değişkenliğinin yanında, kolay erişilecek petrol rezervlerine az rastlanır olmasıdır. Buna bir de, eskiden teknolojik olanaksızlıklar nedeniyle ulaşılamamış yerlerin de artık kazılıyor olma-



sını ekleyebiliriz. 1947'de ABD'nin Luisiana kıyılarına kurulmuş olan ilk platform, yalnızca 6 metre derinlikten petrol çıkarmak için tasarlanmıştı. Bugünse birçok yerde petrol çıkarma çalışmaları, deniz yüzeyinin yüzlerce metre altında yapılıyor.

İlk başlarda petrol platformları, daha çok kullanılacağı alana büyük mavnalarla taşınan ve yerlerine vinçle yerleştirilen yapılar olarak tasarlanıyordu. Bugünse pek çok farklı platform tasarımına raslanabilir. 1960'lı yıllarda bir vincin birkaç yüz tonu kaldırması başarı olarak görülüyordu. 1974 yılında bir vinç gemisi, 2000 tonluk modülleri kaldırabiliyordu. 1981 yılında bu rekor 3000 tonun üzerine çıktı. Ve 1987 yılında en büyük vincin kaldırma kapasitesi 9000 tona çıkmıştı. Böylece, ilk zamanlarda platformun üst bölümü her biri 1000 ton ağırlıkta olan on ya da daha fazla sayıda modül halinde tasarlanmak zorundayken, artık platformlar bir bütün olarak tasarlanabiliyor.



Deniz tabanına kendi ağırlığıyla oturan beton ağırlık platformu. Bu yapıların hem boyutları, hem de taşıdığı yükler çok büyüktür. Çoğu zaman rafineri olarak da kullanılmak üzere tasarlanırlar.

Platformda Yaşam

Petrol platformlarını, okyanuslardaki insan yapısı adalar diye tanımlıyabiliriz. Buralardaki yaşam, 24 saat boyunca çalışmanın durmadığı, farklı disiplinlerden, hatta farklı uluslardan insanların çalıştığı apayrı bir dünyadır. Platformda yaklaşık 200 kişi yaşar. Petrol platformu aynı zamanda, petrol kuyuları, delme donanımları, petrolü ayırma ve işleme donanımları, destek gemileri ve helikopterlerden oluşan, tüm bunların uyum içinde işlemesi gereken dev bir makinedir de. Her platformda petrol, kimya ve inşaat mühendisleri, denizbilimciler (oşinograflar), havabilimciler (meteorologlar), denizciler ve başka uzmanlar birlikte çalışır. Bunların hepsine de platformda önemli görevler düşer, bu nedenle de hangisinin işinin daha öncelikli olduğunu söylemek güçtür. Platformun kendine özgü yaşamını sağlamak için çalışan gaz türbinleri, küçük bir kasabaya yetecek kadar elektrik üretir.

Dünyadaki tüm petrol platformlarının üçte ikisi, çalışma koşulları öteki bölgelere göre daha olumlu olan Meksika Körfezi'nde bulunuyor. Burada petrol ve doğal gaz çıkarma çalışmaları çok derin sularda sürdürülürken, üst üste derinlik rekorları da kırılıyor. Örneğin, 1997 Mayısı'nda Meksika Körfezi'nde bulunan Ram-Powel platformunda 980 metre derinlikten petrol çıkarılmaya başlanmış. Aynı yılın Haziran ayından bu yana da, buradaki Mensaa platformu suyun 1615 metre altındaki bir rezervden gaz çıkarıyor. Bundan birkaç hafta sonra Brezilya hükümetine ait Petrobras, Rio de Janeiro yakınlarında, 1700 metre derinlikten petrol çıkarmaya başladı.

Yapı Türleri

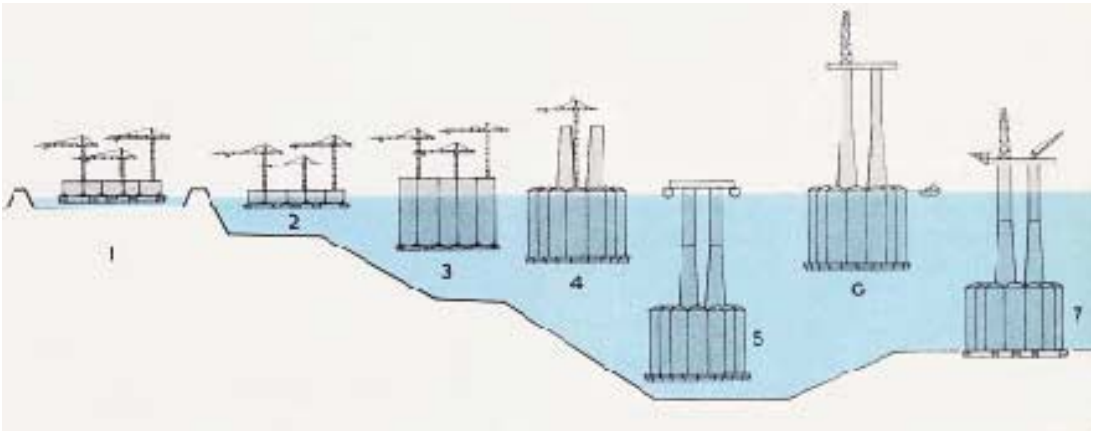
Petrolün geliştirmesinin tamamı üç aşamadan oluşur; keşif, delme ve üretim. Keşif sondajları, hidrokarbonlar içerme potansiyeli bulunan jeolojik yapının belirlenmesi için jeolojik, jeofiziksel ve sismik testlerin yapılmasını kapsar. Daha sonra, rezervuar kayalarının gerçekten hidrokarbon içerip içermediğinin ölçülmesi için bir keşif kuyusu açılır. Bu üç aşamada da, kazı gemileri ve yüzen platformlar -rüzgâra, dalgalara ve derin sulara karşın işleyen- kullanılıyor. Belki de en önemli teknik gelişme, keşif aşamasında yaşanmış. Keşif, petrol şirketleri için önemli olduğundan, daha isabetli ve karmaşık tekniklere ihtiyaç duyulmuş.

Bir bölgeye en uygun platform biçimi, suyun derinliğinden tutun, su üstünde kalan bölümün gereksinimleri ve çevresel koşullara değin pek çok etkene bağlıdır. Uzmanlar, eldeki seçenekleri inceleyerek o bölge için en ekonomik ve güvenli tasarımı seçerler. Denizlerdeki petrol platformlarını, deniz tabanına yaslanan sabit platformlar ve yüzen platformlar olarak kabaca ikiye ayırabiliriz. Yüzen platformların geliştirilmesi, petrol ve gaz endüstrisinin çok derin sulardaki rezervlerden petrol çıkarmasına olanak sağlamıştır.

Çok derin yerlerde platformların deniz yatağına varan çelik ya da beton ayaklar üzerinde durması olanaksızdır. Çünkü platform, dalgalar, rüzgâr ve fırtına karşısında çok geniş bir yüzey alanı oluşturur. Buna getirilen çözümse, yüzen sistemler olmuş. Derinlik rekorları kıran yapıların hepsi de bu türe giren platformlardır. Bu yapılarda platform, yapı dengede duracak biçimde, deniz tabanına tespit edilmiş demirlere bağlı çelik halatlarla gerilerek aşağı doğru çekilir. Çıkarılan petrol, platformun üzerindeki işleme yerlerine esnek borularla iletilir; böylece plaformun rüzgâra ve dalgalara bağlı hareketleri de zararsız hale getirilmiş olur.

Yüzer üretim sistemiyse, depolama için büyük bir tanker ve ham petrolü kıyıya taşımak için küçük mekik tankerlerden oluşuyor. Petrol tarlasının boyutları ne kadar küçük olursa, üretimin verimi ve ticari başarısı da o ölçüde azalır. Bu nedenle de, hareketli ve yeniden kullanılabilir üretim sistemlerine ihtiyaç duyuluyor. Yeni bir petrol kuyusu bulunduğunda, bir tanker, esnek borular yardımıyla kuyuya bağlandıktan sonra depolanması için ham petrolü yukarı pompalamaya başlıyor.

Sabit platformların kullanıldığı derinliklerse, daha çok ekonomik nedenlerle, 300 metreyle sınırlıdır. Bunların geliştirilmesi daha çok Kuzey Buz Denizi petrollerinin geliştirilmesi nedeniyle gerçekleşti. Bu yapıların taşımak ya da karşı koymak zorunda olduğu yükler çok büyüktür. Bu nedenle cüsseleri de büyüktür. Örneğin, buradaki çelik bir platformun ayaklarının her biri, çift katlı bir otobüsü içine alabilecek genişliktedir. Sabit platformların başka bir örneği de, beton ağırlık platformudur. Bunlar, deniz tabanına kendi ağırlıklarıyla oturan beton yapılardır. Beton bir platformun ayağının içine bir ev bile sığabilir. 600 000 tona eş-



1. Kuzey Buz Denizi'nde kullanılacak olan bu platformun yapımı, havuzda başlıyor. 2. ve 3.Tanklar yapıldıktan sonra inşaat denizde, sığ sularda sürüyor. 4. Platformu taşıyacak kuleler yapılıyor. 5. Mavnalara bağlanmak üzere platform batırılıyor. 6. Mavnalar tarafından yerine çekiliyor. 7. Sonunda, petrol çıkarmak ve depolamak üzere dibe oturtuluyor.

değer bir ağırlıkta (6000 Meganewton) olan; 30 metre yükseklikte bir dalganın 60 000 ton yüküne karşı koyabilen bir yapı düşünün. Bununla birlikte saatte 160 km hızla esen rüzgâr altındayken, platformun üst bölümü, rüzgârın 2000 tonluk yüküne karşı ayakta durmak zorunda kalabilir. Kuyuların kazılması ve günde 180 000 varil petrol üretilmesine yetecek tüm ekipmanlar da, güverte adı verilen çelik yapının üzerinde bulunur.

10 metreden daha sığ sularda, dalgıç (submersible) denen platform türleri kullanılır. Bunlar, yüzen platformlardır. Dengenin sağlanması için yanlarında büyük tanklar vardır. Phatform, kazı bölgesine yüzdürülerek götürülür; daha sonra bu tanklara su basılarak deniz tabanına oturtulur ve sabit bir platform haline gelir.

Kuzey Buz Denizi

Bundan 30 yıl kadar önce Kuzey Buz Denizi petrollerinin keşfi, petrol endüstrisi için dönüm noktalarından biri olmuştu. Yeni tekniklerin Kuzey Denizi petrollerinin gelişiminde, Bu petrollerin bulunması da yeni tekniklerin geliştirilmesinde büyük rol oynadı. Kuzey Denizi'nde koşulların çok çetin olmasına rağmen, deniz mühendisliği pek çok pratik sorunu çözdü.

Örneğin, 1981 yılında tamamlandığı zaman dünyanın en büyük insan yapısı olan Statfjord B platformunu ele alalım. Statfjord B'nin güvertesi 40 000 ton ağırlığındadır ve buna 204 çalışanının yaşadığı bir otel ve çatıdaki helikopter pisti de dahildir. Bu tür platformlar, aynı zamanda hem üretim kuyusu, rafineri, otel ve hem de havaalanı olarak kullanılır. Statfjord B'nin altında, 24 hücreden oluşan beton bir taban bulunur. Bunlardan da yine betondan 4 içi boş ayak çıkar. Platformu bu ayaklar taşır. Taban ve platform ayrı ayrı inşa edildikten sonra denizde birleştirilir.

Statfjord B'nin makinelerin ve platformdaki tüm araç-gereçlerin çalıştırılması için 10 000 konuta yetecek kadar elektrik enerjisine gereksinim vardır. Platformun iki ayağında 32 petrol kuyusu bulunuyor. Diğer bir bacağındaysa asansörlerle birbirine bağlanan 13 katlı bir yapıda pompalar ve borular bulunuyor. Kuzey Denizi'nde petrol üreten platformlar uygarlıktan ayrı yerlerde bulunduğundan, pek çok kişinin bunlardan haberi yoktur. Örneğin, Keops Piramidi'nin neredeyse iki katı yükseklikte olan Statfjord B gibi bir yapı denizde değil de karada olsaydı, kuşkusuz insanların ilgisini çekerdi. Ancak, günde 150 000 varil ham petrolün üretildiği bu dev yapı, Kuzey Buz Denizi'nde neredeyse unutulmuş gibidir. Böyle bir yapının varlığından kimse haberli değildir.

Aslında, Kuzey Buz Denizindeki petrol çıkarma yapıları, geliştirilmesi en zor ve en pahalı yapı türleridir. Ancak, sülfür içeriği düşük, yüksek kaliteli petrol ve üretim maliyetinin petrolün pazar fiyatından çok daha düşük olması, buraları petrol şirketleri için çekici kılıyor. Kuzey Buz Denizi ham petrolü, sülfür içeriği az, hafif molekülleri fazla olan yüksek kaliteli bir petrol. Ham petrolde ne kadar az sülfür bulunursa, bunun rafine edilmesi de o kadar ucuza gelir. Buna karşılık Ortadoğu petrolü, endüstride ve gemilerde kullanılmaya uygun olan ağır moleküllerden oluşan bir petroldür. Bu ham petrol, sülfür gibi istenmeyen bir kirletici içerir ve rafine işlemi daha pahalıdır.

Platformda, çıkarılan ham petrolün önce gazdan ve sudan ayrılması gere-



Hazar Denizi'ndeki Chirag Azeri platformu. Burada, 1997 yılından bu yana günde 16 000 varil petrol üretiliyor. Birçoklarına göre, Hazar Denizi petrolleri, İran ve Suudi Arabistan petrollerini geride bırakabilir.

kir. Gaz, ayrı bir yerde depolanır ya da, kendi boru hattıyla platformdan gönderilir. Bazı kuyularda kuyunun basıncını arttırmak için kuyuya geri pompalandığı, hatta küçük miktarlarda çıktığında yakıldığı görülür. Çünkü, depolama maliyetleri yüksektir. Kuyudan çıkarılan petrol de bazen boru hatlarıyla, bazen de gemiler ve tankerlerle rafineriye taşınır. Burada tanklarda depolanır. Kimi platfomlar, aynı zamanda rafineri işlevi de görür.

Kuyudan gelen petrole "ham petrol" adı verilir; çünkü bu aslında, benzin, kerosen, parafin, asfalt gibi farklı ağırlıkta hidrokarbonların karışımıdır. Kullanılacak duruma getirmek için ham petrol rafineriye getirilir. Ham petrolün rafine edilmesi, bunun farklı hidrokarbonlarının birbirinden ayrılması demektir. Bunu gerçekleştirmenin en kolay yolu, ham petrolü ısıtmaktır. Kaynayınca, gazlar ve buharlar bir kuleye gönderilir. Kulenin tepesine doğru yükseldikçe bunlar soğumaya başlar ve buhar molekülleri soğuyarak sıvıya dönüşür. Önce ağır moleküller sıvıya dönüşür, bunlar kulenin dibine yakın bir yerde toplanır. Hafif olanlar yükselmeyi sürdürür. Böylece farklı ağırlıkta moleküller sıralanmış olur.

Günümüzde benzine o kadar çok ihtiyaç duyuluyor ki, bu ihtiyacın hepsini, ham petrolün içinde hazır bulunan benzinden sağlamak olanaksız. Bu nedenle, petrol rafinerilerinde ağır petrol, parçalanarak benzine çevriliyor. Kabaca anlatmaya çalışırsak; örneğin, 20 karbon atomuna sahip ağır bir petrol molekülü, 10'ar karbon atomlu 2 benzin molekülüne çevrilebiliyor.

Üretimin Bedeli

Sondaj sırasında çıkarılan su ve çamur, petrol ve gazdan arındırıldıktan sonra, birçok platformda bu üretim suyu sonunda denize verilir ve bu suyla birlikte kaçınılmaz olarak bir miktar petrol de denize karışır. Bu yolla da 1000 litre suda yaklaşık 40 gram petrolün denize boşaldığı bulunmuş. Ayrıca, bazıları can kayıplarıyla sonuçlanan kazalarda da denize petrol sızmaları oluyor. Uluslararası bağımsız uzmanların ve Oslo ve Paris komisyonlarının raporlarına göre 1995 yılında Kuzey Buz Denizi'ndeki petrol platformlarından denize yaklaşık 12 000 ton petrol bırakılmış. Bu konuda yeni rakamlar bulunmuyor. Petrolle birlikte çıkarılan suyun, rezervlere geri pompalandığı platformlar da var.

Başka bir kirlilik kaynağıysa soğutma ve temizleme sırasında denize dökülen suların cıva gibi ağır metalleri içermesi. Bunlar da platformdan dökülen sularla birlikte denize karışıyor. Petrol boru hattı kazaları ve platformlarda meydana gelen kazaların yanı sıra platformun günlük çalışmaları sırasında ortaya çıkan atıklar, son yıllarda çevre örgütlerinin eleştirilerine ve protestolarına konu oldu.



Deniz tabanındaki petrol fabrikası. Norveçli bir firmanın projesi olan Subsis adlı bu yapının petrol platformlarından hiçbir farkı yok, fakat suyun altında olduğu için görünmüyor.



1998 yılının başından beri, denizlerdeki tüm petrol platformları, işlevleri sona erdiğinde bulundukları yerden taşınabilecek biçimde yapılmak zorunda. Bu nedenle de gelecek, yüzen yapılara ait olacak gibi görünüyor. Bu yapılar sabit platformlara göre daha kolay yapılıyor olmasının yanı sıra, görevi tamamlandığında da başka bir yere taşınarak tekrar kullanılabiliyor da. Buna karşılık, bugüne değin altı beton olan hiçbir platform, sökülerek yerinden kaldırılmış değil. Birçoklarına göre bunun nedeni, kalın duvarlı beton yapıyı kontrollü bir biçimde parçalayarak ayırmaya yarayan bir tekniğin bulunmayışı. Başka bir gelişme de, deniz tabanında insansız olarak çalışan "petrol fabrikaları"nın geliştiriliyor olması.

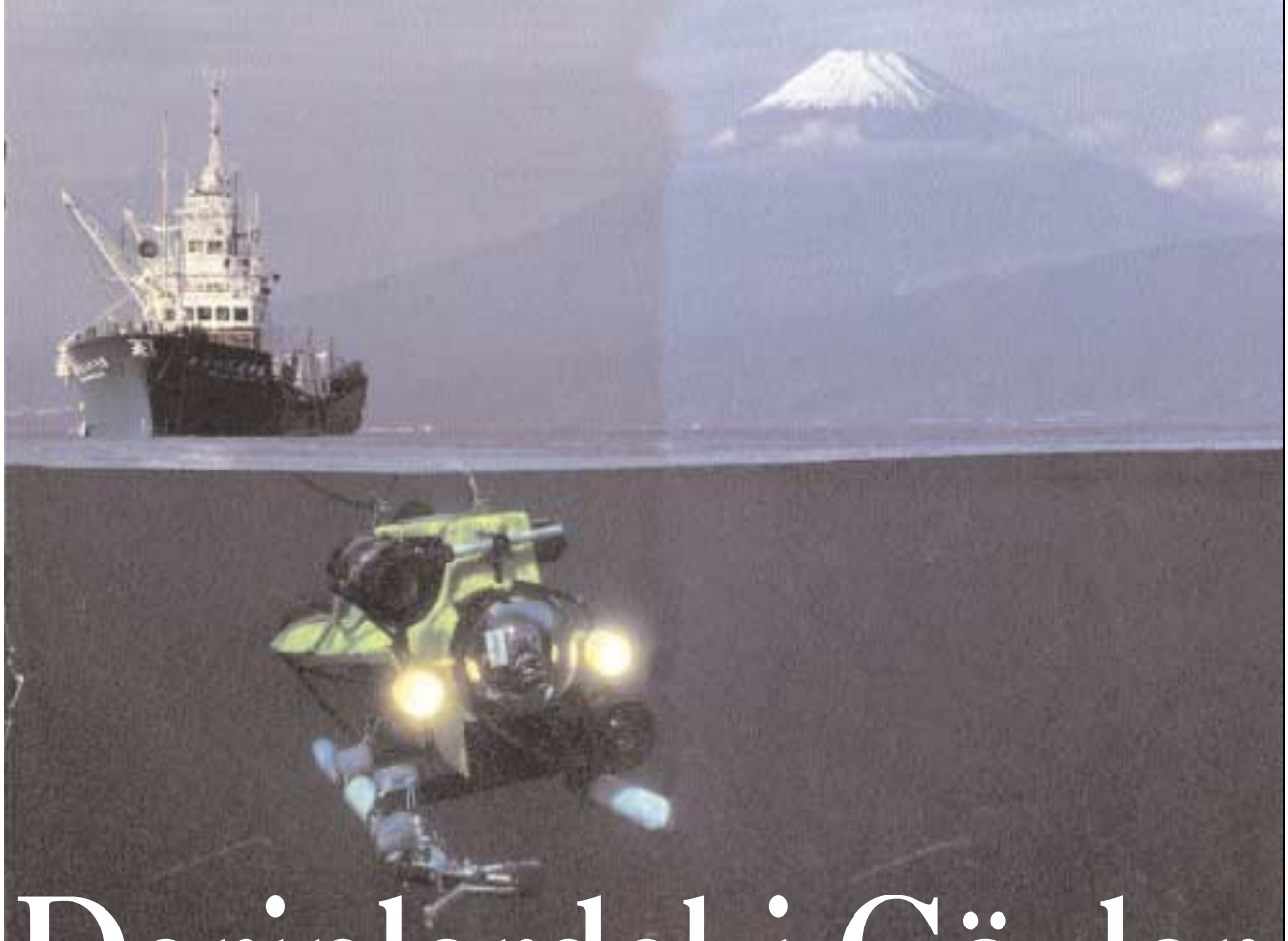
Terk edilmiş platformların kaderinin değiştiği de oluyor. Örneğin, "Ocean Odyssey" adlı emekli bir platform, geçtiğimiz yıl iletişim uydularını yörüngeye taşıyan roketlerin fırlatılmasında kullanılmış.

ABD Savunma Bakanlığı'nda, ömrünü tamamlamış platformların birkaçının denizde birbirine kenetlenmesiyle denizde askeri bir üs kurulup kurulamayacağı konusuyla ilgileniyor.

Aslı Zülâl

Konu Danışmanı: Ali Suat Bağcı
Prof.Dr. ODTÜ Mühendislik Fakültesi
Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar
Breithaupt, H. "Die Fabrik am Meeresgrund" Bild der Wissenschaft, Eylül 1999.
Frick, F. "Turmbau im Eismeer" *Bild der Wissenschaft*, Mayıs 1998.
Hambly, E. C. "The North Sea Challenge" *Great Engineers*, 1987, Academy Editions.
Hawkes N., "Massive Seabed Structure" *Structures: Man-made Wonders of the World*. 1991
Rist, C. "Why we never run out df oil?", *Discover*, Haziran 1999.
Stix, G. "Floating Giants", *Scientific American*, Haziran 1997.
http://www.general.uwa.edu.au/u/oil-gas/platforms.html



Derinlerdeki Gözler

Denizlerin derinlikleri ve uzay, insanoğlu için yüzyıllar boyunca hep gizemli yerler olarak kaldı. İnsan, ulaşılması olanaksız gibi görünen bu yerlere bir gün mutlaka ulaşabileceği umuduyla yaşadı. Teknolojinin belli bir düzeye eriştiği 1960'lı yıllarda, bu gizemli yerler en sonunda keşfedilmeye başlandı. Ay'a yapılan yolculuklar, mavi gezegenimizin sonsuz uzay boşluğundaki milyarlarca gezegen arasında çok özel ve eşsiz bir gezegen olduğunu gösterdi. Denizbilimci Jacques-Yves Cousteau'nun denizlerin derinlikleriyle ilgili yaptığı araştırmalar, bizlere farklı bir dünyanın pencerelerini açtı; bu dünya hakkında ne kadar az şey bildiğimizi bizlere sezdirdi. O yıllardan bu yana deniz araştırmalarında önemli yol kat edildi. Günümüzde denizbilimcileri, araştırmalarını becerikli robotlar sayesinde gemiden yürütebiliyor, ya da günlerce sualtında kalarak "yerinde" yapabiliyorlar.

FRANSIZ ve AMERİKALI araştırmacılar, 1985 yılı yaz aylarında, Kuzey Atlas Okyanusu'nda bir tarihsel bulmacayı çözmek amacıyla yola çıkmışlardı. Bölgenin tabanını yaklaşık iki ay boyunca derin arama sonarlarıyla taradılar; sonra, 1 Eylül 1985'te, 1912 yılında bir buzdağına çarpmasıyla batan efsanevi Titanik gemisinin enkazının yerini saptayabilmişlerdi. Ekip çalışmasıyla yüksek teknolojinin bir araya gelmesi sonucunda bu tarihsel bulmaca çözülebilmişti. Sıra bu dev ve lüks gemiden arta kalanlara yakından bakmaya gelmişti. Araştırmacılar, gelecekte sualtı araştırmaları için örnek olabilecek projede canla başla çalışıyorlardı. Titanik'in ilk kez görüntülenmesi aşamasında, videokameralar, sonar ve başka elektronik aygıtlarla yüklü Argo adlı uzaktan kumandalı bir sualtı aracı denizin



derinliklerine indirildi ve Titanik'in ilk görüntülerini verdi. Ne var ki araştırmacılar bu görüntülerle yetinmek istemediler. Efsanevi Titanik gemisinin enkazını kendi gözleriyle yakından incelemek istiyorlardı. Bunun üzerine araştırmacılar, birkaç ay sonra, Titanik'i son kez ziyaret etmek üzere, ABD'nin Massachusetts eyaletindeki Woods Hole Oşinoğrafi Enstitüsü'nün geliştirdiği Alvin adlı insanlı sualtı aracıyla, yaklaşık 4000 metre derinlikte bulunan enkaza indiler. Alvin'le birlikte, ona kabloyla bağlı olan Jason Jr. adlı sualtı robotu da derinliklere indirildi. Bu robot, Alvin'in giremediği ya da girmesinin tehlikeli olabileceği yerleri









En solda, Alvin bir keşif yolculuğuna başlıyor. Ortada üstteyse, 4400 metre derinlikte yatan Titanik'in enkazına iniliyor. Alvin'in pilotu bulundukları derinliği kontrol ederken, yardımcısı da konumlarını ana gemi Atlantis II'ye bildiriyor. Ortada altta, Alvin'e bir kabloyla bağlı olan Jason Jr. adlı robot, Alvin'in giremediği bölgeleri inceliyor. Üstteki görüntüyse, insanlı sualtı araçları Alvin ile Nautile'in birlikte yaptıkları tarihi dalış sırasında alınmıştır.

inceleme amacıyla kullanıldı. Üç kişiden oluşan mürettebatın üst üste yaptığı dalışlarda, Titanik gemisinin enkazı yakından incelenebildi; geminin kazadan sonra nasıl parçalandığına dair ipuçları elde edildi. Ayrıca, yolculara ait birçok kalıntıya rastlandı. 1912 yılında, bir buzdağına çarparak batan Titanik gemisinin 4400 metrede yatan enkazının görüntülenebilmesi için 73 yıl geçmesi gerekmişti.

Denizlerin derinliklerini keşfetme çabaları, ilk olarak 1948 yılında, Auguste Piccard adlı bir bilim adamının sualtı gemisi "Batiskaf"ı tasarlamasıyla başladı. Bu sualtı gemisi, kendiliğinden dibe inip sonra da yüzeye çıkabiliyordu. Batiskaf, ilk dalışında 3140 metre derinliğe inebildi. 1960 yılındaysa insanoğlu ilk kez dünyanın en derin noktasına ulaşmayı başarabildi. Don Walsh ile Auguste Piccard'ın oğlu Jacques Piccard, Trieste adlı bir sualtı aracıyla, Büyük Okyanus'taki derinliği 10916 metre olan Mariana Çukuru'nun dibine ulaştılar. Ancak Trieste adlı batiskaf fazla büyüktü. Bu yüzden hareket yeteneği zayıftı. Oysa, sualtı araştırmalarında ilerleme kaydetmek için daha gelişmiş, daha kolay hareket edecek araçlara gereksinim vardı.

Denizlerin derinliklerini araştırma çabaları günümüze değin süregelmiştir. Buna karşın, bilim, bu alanda uzay araştırmalarındaki kadar yol kat edemedi. Bu nedenle, derin deniz ortamları, uzun yıllar boyunca gizemli yerler olarak kaldı. Bunun en önemli nedeni, derinlikle birlikte artan basınç ve deniz suyunun tuzlu oluşudur. Uzaya gönderilen bir uzay gemisi üzerindeki basınç değişimi en fazla 1 atmosferken, 4000 metre derinliğe inen bir sualtı aracında basınç değişimi 400 atmosferdir. Bu derinlikteki basınç, yeryüzündekinden 400 kat daha fazladır. Bu da önemli teknolojik güçlükleri beraberinde getirir. Sualtı araçları, hem yüksek basınca hem de tuzlu suya karşı oldukça dayanıklı malzemeden yapılmayı gerektiriyor. Ayrıca bunların üzerindeki gelişmiş aygıtların da yüksek basınçtan korunması gerekiyor. Örneğin sonarlar, bu amaçla, bir santimetre kalınlığındaki metalden kılıflara yerleştiriliyor. Tuzlu deniz suyu, sualtı araçlarının özellikle hareketli olan parçalarına önemli zararlar verebiliyor. Bilyalı yataklar kısa sürede yıpranıyor. İşte bu güçlükler nedeniyle, derin deniz ortamlarının araştırılması, en az uzayın araştırılması kadar teknolojik gelişmişlik gerektiriyor.

İnsanlı sualtı araçları arasında en çok bilineni belki de Alvin'dir. İlk derin dalışını 1965'te yapan Alvin, günümüze kadar denizlerin derinlikleriyle ilgili birçok bulgunun elde edilmesine yardımcı oldu. 1974'te Orta Atlantik Yükseltisi ilk kez yakından incelenebildi ve Fransız sualtı aracı Archimede'le birlikte yapılan çalışma sonucunda levha tektoniği teorisi doğrulandı; 1977 yılında Alvin Büyük Okyanus'ta Galapagos Adası yakınlarında ilk kez sıcak su deliklerine, 1979'da da Doğu Pasifik Yükseltisi'nde yaklaşık 400 derece sıcaklıkta suyun çıktığı karaduman bacalarına rastladı. Alvin, bu ve daha sonraki dalışlarda, daha önce hiç bilinmeyen, aralarında değişik midye ve dev tüp solucanları türlerinin de bulunduğu 300 kadar yeni canlı türünü keşfetti. Keşfettiklerinin yeni türler olarak tanımlanmasını sağladı. 1997 yaz aylarında, sualtı araştırmaları açısından tarihi bir olay gerçekleşti. İlk kez, iki ülkenin insanlı sualtı araçları birlikte araştırma



Ünlü denizbilimcisi Jacques-Yves Cousteau, 1959 yılında, kendi geliştirdiği sualtı aracını filme çekmişti. Fotoğraf çeken ve örnek toplayan bu insanlı sualtı aracı 300 m derinliğe inebiliyordu.





Ana gemiye fiber optik kabloyla bağlı olan Jason adlı UKA, gemideki kontrol konsoluna video görüntüleri gönderiyor. Pilot (ortada), robotu hareketli bir kolla (joystick) kumanda ederken, bir mühendis (en solda) robotun bilgisayarına komutlar giriyor.

amacıyla derin deniz ortamına inmişti. ABD'ye ait Alvin ile Fransa'ya ait Nautile, birbirlerinin görüş alanı içerisinde Orta Atlantik Yükseltisi'ne indiler. Geçtiğimiz Kasım ayının sonlarında, 35 yıldır çalışmalarını aralıksız sürdüren Alvin 3500'üncü dalışını Doğu Pasifik Yükseltisi'nde gerçekleştirdi.

Sualtının Becerikli İşçileri

Günümüzde okyanusbilimcileri, araştırmalarında daha çok uzaktan kumandalı sualtı araçlarından yararlanıyorlar. Kısaca UKA olarak da adlandırılan bu insansız robotlar, son derece becerikli olup sualtındaki birçok işi yapabiliyorlar. Sualtından örnek toplayabiliyor, fotoğraf çekebiliyor, televizyon görüntüleri gönderebiliyor ve daha birçok karmaşık işi yapabiliyorlar. UKA'lar yüzeydeki ana gemiye bir bağlantı kablosuyla bağlı oluyorlar ve ana gemideki kontrol konsolunun başında oturan bir pilot tarafından da

Derin Su İşçileri UKA'lar

Süha Özgeçen
SAD-TEKNOG (Sualtı Araştırmaları Derneği, Sualtı ve Dalış Teknolojileri Araştırma Grubu)

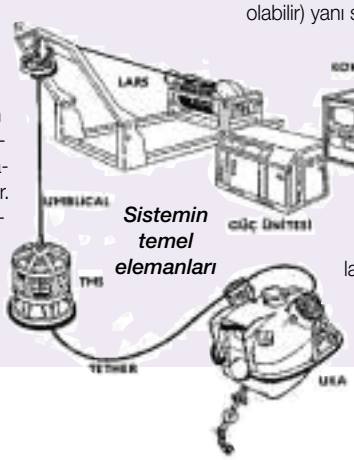
İnsanlı küçük denizaltılar, uzaktan kumandalı sualtı araçları (UKA) ve otomatik sualtı araçları (AUV), dalgıçların yetersiz kaldığı durumlarda kullanılıyor. Sualtı çalışmasında uygulanacak yöntem, yapılacak işin türüne, karmaşıklığına, derinliğe, çalışma bölgesine, teknolojik sınırlamalara, akıntılara ve ekonomik etkenlere göre belirleniyor. Bu tür çalışmalarda sualtı araçlarından yararlanılmasının bir başka önemli nedeni de aşırı yüksek/düşük sıcaklık, radyoaktif ortamlar, patlayıcı olabilecek ortamlar v.b. gibi tehlike yaratabilecek durumlardan insanı uzak tutma isteğidir.

UKA, ana gemiye bir kabloyla bağlı olan ve bu gemideki kontrol konsoluyla idare edilen sualtı araçlarına verilen genel addır. UKA'lar, bir sualtı aracı, bu aracı suya indirmek ve sudan çıkarmak için kullanılan bir vinç sistemi, uzaktan kumanda konsolu, aracı kumanda konsoluna bağlayan bir kablo ve telemetre sisteminden oluşurlar.

UKA'lar iki grupta sınıflandırılabilir: Yalnızca gözlem amacıyla kullanılan UKA'lar (Eyeball) ve araştırmalarda, inşaat işlerinde, petrol/gaz çıkarmada, bakım işlerinde ve kablo döşemede destek amacıyla kullanılan tam donanımlı iş sınıfı UKA'lar. Bunlardan başka, kablo ve boru döşeme gibi işlerde kullanılan, tırtıl tekerlekli iş makinalarına benzer sualtı araçları (trencher) da vardır.

UKA'lar, batıkların tespiti ve su yüzüne çıkarma çalışmalarında; gemi, köprü, baraj gibi su üstü yapılarının su altında kalan kısımlarının ve sualtı yapılarının bakım çalışmalarında; okyanus dibi bilimsel çalışmalarda, biyolojik araştırmalarda; buzaltı araştırma ve çalışmalarında; dalgıçların gözlem ve idaresinde; tünel, kanalizasyon, boru hatlarının iç ve dış denetimlerinde; türbin besleme hatlarının denetiminde; nükleer tesislerin denetiminde; anti-terörizm ve uyuşturucu ticaretini önleme gibi polis operasyonlarında; sualtı haberleşme kablolarının döşenmesinde ve bakımında; okyanus dibi gaz ve petrol çıkarma çalışmalarında; sualtı savunma sistemlerini yerleştirme gibi askeri amaçlarda; liman güvenliğini sağlamada; sonar aygıtı taramalarında; gemi denizaltı güvenliğinde, ve mayın arama, çıkarma, imha etme gibi birçok alanda kullanılırlar.

UKA'lar, kullanım amacına bağlı olarak çok farklı tasarlanmış olabilir. Çoğunlukla, fiber kaplı sentetik köpükten oluşan bir yüzerlik modülü ile bunun altında, ekipmanların üzerine takılıp çıkarılabilmesine olanak veren açık bir metal kafesten oluşurlar. Sistemin su içindeki yüzerliği genellikle nötr olacak şekilde tasarlanır. Ancak bazı durumlarda hafif pozitif ya da hafif negatif yüzerlik tercih edilir. Örneğin, deniz yüzeyine yakın çalışmalarda sualtı aracının hafif pozitif yüzerliğe sahip olması yeğlenir. Çünkü deniz akıntılı olduğunda, araçla bağlantının kopması, dolayısıyla kontrolünün kaybedilmesi riski ortaya çıkar. Böyle durumlarda, araç, akıntıyla fazla sürüklenmeden yüzeye çıktığından, yerinin bulunması ve kurtarılması daha kolay olur. Dibe yakın çalışmalardaysa, yine aynı nedenden dolayı, aracın bir an önce dibe oturabilmesi için negatif yüzerlik tercih edilir.



Sistemin temel elemanları

Sualtı aracının yüzerlik modülü, aracın taşıyabileceği ekipmanlarının toplam ağırlığını da belirler.

Aracı kontrol konsoluna bağlayan kablo, araçla iletişimi sağlar. Yüke daha dayanıklı olanlar "umbilical" (göbek bağı), daha esnek ve nötr yüzerlikte olanlar "tether" (tasma ipi) olarak adlandırılır. Sızdırmaz olan bu kablo, kevlar (aramid) ya da ek olarak çelik telle zırhlandırılarak çekme dayanımı artırılır. Kablonun içinde, video sinyallerinin iletiminde kullanılan COAX ve fiber optik kablolarının yanı sıra, güç iletim kabloları ile dijital data iletim kabloları bulunur.

UKA'nın bağlı olduğu ana gemideki kontrol konsolu üzerinde video, sonar ekranları, kayıt aygıtları, güç giriş çıkış üniteleri, kontrol çubuğu ve ince ayar düğmelerini barındıran el kontrol ünitesi, uyarı ışıkları, kablo bağlantıları, değişik amaçlar için kullanılan kontrol düğmeleri ve sistemin beyni olarak bir bilgisayar bulunur. Aracın idaresi, ana gemideki video ekranı karşısında, bir kontrol çubuğu aracılığıyla sağlanır. İtki sistemlerine kumanda eden bu kontrol çubuğu ile araç aşağı-yukarı, ileri-geri, sağa-sola hareket ettirilebilir.

Sualtı aracındaki kafes yapı üzerine, gereksinime göre, değişik aygıtlar yerleştirilir. Bu aygıtlar, itki sistemlerinin (pervane veya su jeti biçiminde olabilir) yanı sıra, video kameraları, fotoğraf makineleri, sonarlar, altimetre, derinlik göstergesi, güç üniteleri, pusula, robot kollar, ses alıcıları, ışık kaynakları, değişik sensörler (algılayıcılar) olabilir. Ayrıca, mayınları yok etmeye yarayan patlayıcılar gibi özel amaçlarla kullanılan başka yükler de araca yerleştirilebilir. Aracın su yüzeyinden derinliği, basıncı algılayan derinlik ölçüm

kumanda ediliyorlar. Bağlantı kablosu, UKA'ya kontrol sinyalleri ve güç taşırken, pilota da televizyon görüntülerini iletiyor.

Fransız Araştırma Enstitüsü IFREMER'e ait olan dört ton ağırlığındaki çok amaçlı UKA Victor 6000, günümüzde denizlerin araştırılmasında kullanılan en modern sualtı aracıdır. Robot, altı kamera, bir mekanik kol, bir emici hortum, değişik ölçüm aygıtlarının olduğu bir kızak ve pervanelerle donatılmıştır. Bu UKA, 6000 metre derinliğe kadar inebiliyor ve deniz tabanında birkaç yüz metre ilerleyebiliyor. Hareket yeteneği oldukça fazla olan mekanik koluyla düğüm olmuş kabloları bile çözebiliyor. Daha çok bilimsel amaçlarda kullanılan robot, deniz tabanındaki belirli bir alanın, bir derin ortam ölçüm ve gözlem istasyonunu yerleştirme açısından uygun olup olmadığının belirlenmesinde yardımcı oluyor. Bunun için deniz suyu, tortul ve canlı örnekleri topluyor. Geçtiğimiz aylarda, Victor 6000 önemli bir görevi yerine getirdi. Görevi, bilim adamlarının daha önce "Kutupyıldızı" adlı araştırma gemisinden deniz tabanına indirdikleri bir derin ortam ölçüm ve gözlem istasyonunu bulmaktı. Bunun için Victor 6000, istasyonun bulunduğu Grönland Denizi'nin 2500 metre derinliğindeki tabanına indirildi. Robot, ortamın zifiri karanlık olduğu bu derinlikte, güçlü lambalarının ortalığı aydınlatmasıyla, yarım saat süren bir aramadan sonra istasyonu bulmayı başardı.



Gözlem amaçlı bir UKA Baykal Gölü'nün derinliklerini araştırıyor.

Ne var ki UKA'lar, bu denli yetenekli olmalarına karşın bir konuda dezavantajlılar. Bu robotlar ancak sınırlı bir süre sualtında kalabiliyorlar. Oysa deniz araştırmalarında, önemli bulguların elde edilmesini uzun dönemde toplanan veriler sağlıyor. Araştırmacılar, deniz tabanına yerleştirilen kameralar ya da başka sabit aygıtlara da pek rağbet etmiyorlar. Çünkü bunlar sınırlı bir alanla ilgili veri toplayabiliyorlar. İşte bu nedenle, tamamıyla bağımsız çalışan ve uzun bir dönem sualtında kalabilen araçlara gereksinim vardı. Woods Hole Oşinoğrafi Enstitüsü'ne bağlı araştırmacılar, bu gereksinimi göz önünde tutarak, Autonomous Benthic Explorer (ABE) adlı bir sualtı aracı geliştirdiler. ABE, bağımsız çalışan ve bir yıla kadar deniz tabanında



Mekanik kol

aygıtlarıyla; dipten yüksekliğiyse sonar prensibiyle çalışan altimetreler aracılığıyla ölçülür. Derinlik, yön, saat gibi bilgiler video görüntüsüne yansıtılarak ileride incelenmek üzere birlikte kaydedilebilir.

Videokameralar, görüntü kaydetme ve navigasyon açısından UKA'lar için vazgeçilmezdir. Üç grupta toplanabilirler:

• SIT (Silikon Intensifier Target) kameraları: Bu kameralar, siyah-beyaz görüntü alırlar. Geceleri, çok az ışığın olduğu koşullarda çalışabilirler. Görüş mesafesinin çok düşük olduğu bulanık sularda, ışığın taneciklerden yansımasını önlemek için ışık kaynaklarının kapatıldığı durumlarda aracın yolunun görülmesinde kullanılırlar.

• CCD kameralar (renkli kameralar)

• SDA kameralar (Silicon Diode Array): Kaynak işleri gibi, ışığın çok parlak olduğu koşullarda kullanılır.

Video çekimi sırasında, sönümleme ve kontrol güçlükleri nedeniyle aracın hareket ettirilmesi istenmediğinde, yalnızca baş kısımları sağa/sola ve yukarı/aşağı hareket edebilen Pan&Tilt düzenekli videokameralar kullanılır. Çekim sırasında hangi tür kamera kullanılırsa kullanılsın, yapılan işlemin, hareketin yeniden izlenebilmesi için kaydedilmesi gereklidir.

Görüş mesafesinin düşük olduğu sularda, ya da çok derinlerdeki bir hedefe uzaktan yaklaşılmak istendiğinde, navigasyon amacıyla FLS (Forward Looking Sonar) sonarları kullanılır. Bu tip sonarlar, aracın ön kısmına, hafif aşağı doğru bakacak biçimde yerleştirilir. UKA'larda, FLS sonarların dışında, Sidescan, Sector scanning, Bathymetric, Multibeam, Swath, Pinger, Boomer gibi başka tür sonarlar da kullanılır. Bu sonarlar, batıkların bulunmasında, tortul tabakaların altında gömülü kalmış yapıların tespit edilmesinde, deniz dibindeki katmanların incelenmesinde, dip haritalarının çıkarılmasında, mayın tespitinde kullanılırlar.

Aracın kumandası sırasında videokamera, sonar, manyetik pusula ve manyetik alanlardan etkilenmeyen jiroskopik pusuladan başka, aracın sualtında bulunduğu koordinatlarının ve konumunun hassas tespitine gereksinim duyulduğu durumlarda HPRS (Hydroacoustic Positioning Reference System) olarak adlandırılan daha karmaşık sistemler kullanılır. Bu sistemlerde, UKA'nin konumu, üç eksendeki koordinatları belirlenerek tespit edilir. Aracın konumunun belirlenmesi sırasında, ses dalgaları gönderip alan aygıtlar kullanılır. Günümüzde, geliştirilen yazılımlar sayesinde, UKA'ların sualtındaki hareketi, sualtındaki çevre yapıların da (petrol platformunun ayakları gibi) önceden modellenmesiyle, üç boyutlu sanal görüntü olarak takip edilebiliyor.

Son yıllarda geliştirilen bir başka teknolojiyse akustik kameralardır. Sonar gibi çalışan bu aygıtların sonarlardan farkı, bu aygıtlarla iki değil üç boyutlu görüntülerin alınabilmesidir. Akustik kamerayla alınan bir görüntü, bilgisayar ekranında çevrilerek ona istenilen yönden bakılabilir; uzaklıklar ve boyutlar ölçülebilir. Videokameraları ve fotoğraf makineleriyle görüntü alınması sırasında değişik güçte ışık kaynakları ve flaşlar kullanılır.

UKA'ların mekanik kolları gemideki kontrol konsolunda yer alan kumanda çubuğuyla (joystick) kumanda edilir. Pilot, kumanda çubuğunu nasıl hareket ettirirse, sualtı aracı üzerindeki mekanik kol da aynı şekilde hareket eder. Kollar, numune toplama, tel kesme, sualtı müdahale istasyonlarında vana açıp kapama v.s. gibi değişik amaçlarda kullanılır.

Aracın suya salınma ve yukarı çekme işlemlerinde, daha küçük UKA'larda, araca bağlanan bir halat ve umbilical kablonun sarıldığı bir tambur vardır. Daha ağır sistemlerdeyse teknede bir vincin olması gereklidir. Derin ortamlardaki çalışmalarda halat yönetim sistemi "Tether Management System" (TMS) adı verilen bir sistem kullanılır. Bu sistemde, UKA TMS'e kilitli olarak çalışma derinliğine salınır. Daha sonra TMS'den ayrılarak kablonun uzunluğu kadar düz bir alan üzerinde gezdirilir. Yukarı çekme sırasındaysa işlemin tersi yapılır. TMS üzerindeki tambur aracılığıyla kablo sarılarak UKA, asansör vazifesi gören TMS'le kilitlenir. Bu işlemden sonra, UKA, teknedeki LARS (Launch And Recovery System) vinciyle yukarı çekilerek tekneye alınır. Bu sistemin avantajları şunlardır: Çalışma derinliğine inerken aracın kendi itki sistemleri yerine sistemin ağırlığından yararlanma; su yüzeyindeki akıntılar ve dalgaların gücüne karşı koruma; aracın sualtındaki hareketi sırasında, bağlı olduğu kablo üzerinde suyun oluşturduğu yatay direnç kuvvetini azaltma.

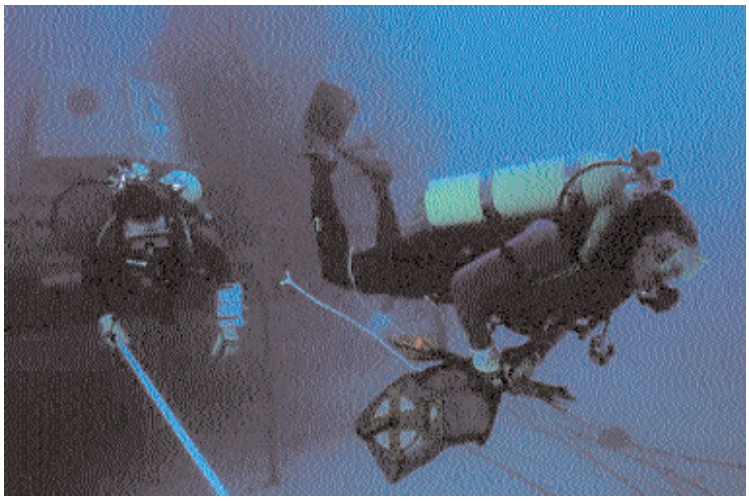
LARS ve UKA



UKA'lar ilk kez 1953'te yapılmaya başlandı. 1974'te yalnızca 20 UKA vardı. Bu sayı 1994'te 2000'lere ulaştı. Günümüzde, sayıları daha da artan UKA'lar birçok ülke tarafından yaygın olarak kullanılıyorlar.

Kaynaklar

Bell, C., Byliss, M., Warburton, R., Handbook for ROV Pilots/Technicians
http://uwsports.ycg.com/reference_library
http://eagle.online.discovery.com
http://www.benthos.com/rov.htm
http://pt-jupiter.com/pti.htm
http://www.hydrovis.demon.co.uk
http://www.kleinsonar.com
http://diveweb.com
http://www.datasonics.com
Underwater Magazine





En fazla 40 metre derinliğe indirilebilen "Aquarius" adlı sualtı laboratuvarında (üstte) denizbilimciler on gün kadar kalıp "yerinde" araştırma yapabiliyorlar. Bu sualtı laboratuvarı, onlara, günde dokuz saat kadar tüple dalış yapma olanağını sağlıyor (yanda).

kalabilen bir sualtı aracıdır. Zamanının çoğunu konumu sabit bir merkezde geçiren araç, belirli aralıklarla merkezden ayrılıyor ve deniz tabanının birkaç kilometrekarelik alanını dolaşarak, kameralar ve başka algılayıcılarla veri topluyor. Daha sonra tekrar, güç kaynaklarını şarj ettiği ve topladığı verileri aktardığı merkezine kenetleniyor. Robotun, bilimsel verileri doğru bir biçimde toplaması ve araç güvenliğini sağlaması için yön belirleme işini büyük bir kesinlikle yapması gerekiyor. İşte bu nedenle de oldukça "akıllı" bir donanımı var. Robot, sabit duran vericilerden yayılan akustik sinyaller yardımıyla yönünü belirliyor. Yapılan deneme çalışmalarında izlemesi gereken yolu büyük bir doğrulukla izleyebildiği gözlemlendi.

Sualtı Teknoparkları

Günümüzde bilim adamları, sualtında birkaç gün kalarak, mercan kayalıklarını yerinde araştırabiliyor ve böylece, yeryüzünde yapılan araştırmaya göre önemli zaman kazanabiliyorlar. Bu olanağı onlara Amerikan Milli Sualtı Araştırma Merkezi'ne ait "Aquarius" adındaki sualtı istasyonu sağlıyor. İçinde araştırma için gerekli aygıtların bulunduğu, ayrıca her türlü konfora sahip bu sualtı istasyonunun işlevlerini uzay istasyonlarınınkine benzetebiliriz. Dünyada tek olan bu sualtı laboratuvarı, şu sıralar Florida yakınlarındaki Key Largo Adası açıklarında, 20 metre derinlikte bulunuyor. 40 metre derinliğe kadar dayanıklı olan bu laboratuvarda bilim adamları on gün boyunca araştırma yapabiliyorlar. İstasyonun tam üzerinde, onun yerini belli eden bir şamandıra var. Şamandıra üzerinde, elektrik enerjisi üreten jeneratörler ve ayrıca, karadaki kontrol istasyonuna video görüntüleri ve verileri aktaran bir verici de yer alıyor. Tüm araştırma boyunca istasyonda kalan araştırmacılar, suyun basıncına uyum sağlıyorlar ve günde dokuz saat kadar tüple dalışlar yapabiliyorlar.

Japonya'daki Fuji Dağı'nın eteklerinde yer alan Suruga Körfezi'nin derinliklerinde MiniRover adlı UKA, iki metre boyundaki dev bir deniz örümceğine (Macrocheira kaempferi) rastladı.



İstasyondan ayrılmalarına 17 saat kala, istasyonun içindeki yüksek basınç, yeryüzeyindeki basınç olan 1 atmosfere doğru düşürülmeye başlıyor. Böylece dekompresyon daha istasyonun içindeyken yavaş yavaş yapılmış oluyor. Aquarius sualtı laboratuvarı, bugüne değin, sualtı habitatıyla ilgili önemli bulguların elde edilmesini sağladı. Bilim adamları, Aquarius'un sağladığı olanaklar sayesinde mercan kayalıklarıyla ilgili önemli bulgular elde ettiler. Örneğin, güneşin yaydığı morötesi ışınlarının ve düşük su kalitesinin mercan kayalıklarına zarar verdiğini, ayrıca süngerlerin ve mercanların sağlığımıza yararlı olabilecek bazı maddeleri içerdiklerini buldular.

Sualtı araştırmalarıyla ilgili tüm bu gelişmeler, ortamın getirdiği tüm zorluklara karşın insanoğlunun yine de önemli ilerlemeler kaydettiğini gösteriyor. Ancak bilim adamları, şimdiye değin denizlerin derinliklerinin yalnızca %1 kadarlık bir bölümünün araştırıldığına dikkat çekiyorlar. Denizler daha uzun süre gizemliliklerini koruyacağa benziyor. Yaşam, bir zamanlar denizlerde başlamıştı. Yaşamı korumak istiyorsak öncelikle denizlerin sırlarını çözmeli, bunları canlıların yararına kullanmalıyız.

Ayşegül Günenç

Kaynaklar

Ballard, R. D., "How We Found Titanic", *National Geographic*, Aralık 1985

Ballard, R. D., "A Long Last Look at Titanic", *National Geographic*, Aralık 1986

Ballard, R. D., "Riddle of the Lusitania", *National Geographic*, Nisan 1994

Doubilet, D., "Suruga Bay", *National Geographic*, Ekim 1990

Kehse, U., "Raumschiffe für die Tiefsee", *GEO*, Kasım 1999

Lutz, R. A. ve Haymon, R. M., "Rebirth of a Deep-sea Vent", *National Geographic*, Kasım 1994

Mack, G., "Die Raetsel Des Blauen Kontinents", *GEO*, Kasım 1999

http://www.marine.whoi.edu/ships/alvin/alvin_history/alvin_history.htm

http://www.marine.whoi.edu/ships/auvs/auvs.htm

http://www.marine.whoi.edu/media/

http://www.ifremer.fr/anglais/actual/compress.htm

http://www.ifremer.fr/anglais/flotte/engins/index.htm

wysiwyg://88/http://www.uncwil.edu/nurc/aquarius/about.htm

Artıyor mu, Azalıyor mu?..

Ormanlarımız



SON DERECE yalın bir soru, değil mi? Yanıtı için istatistiklere bakar; ülkemizdeki ormanların nitelik ve niceliğinin süreç içinde ne yönde değiştiğini anlayabilirim diye düşünebilirsiniz. Bir yoldur bu. Sözgelimi DİE'nin verilerini temel alırsanız, ormanlarımızın 1960'lı yıllardan 1970'li yıllara geçerken, hem de bir yıl içinde 17 milyon hektardan 20,2 milyon hektara çıktığını görüp sevinirsiniz. Şimdilerdeyse Orman Bakanlığı'ndan yetkili kişilerin açıklamalarına bakarsanız ormanlarımızın 529 bin hektarlık bir artışla 20,7 milyon hektara çıktığını öğrenir, sevincinizi pekiştirirsiniz. Ama, bu verilerle yetinirseniz, deyiş yerindeyse fena halde yanılırsınız. Hele bir de merak edip bu artışları sorgularsanız, başlıktaki yalın sorunun Türkiye'de ne denli güç yanıtlanabileceğini anlar ve doğal olarak şaşırırsınız. Eğer şaşkınlığınızı atlatıp sabırlı bir inceleme yaparsanız, ülkemizde ormanların azaldığını görür, bu kez de hüzünlenirsiniz.

Bilanço olumlu görünüyor, ama... Genel bir söylemle yansıtılan bilanço çizelge I'de özetlenerek verilmiştir.

Orman Bakanlığı ilgililerinin açıklama ve bilgilendirmelerini temel alarak hazırladığımız çizelge 1'de de görüldüğü gibi 1950-1997 dönemine ilişkin orman varlığı bilançosu 2,7 milyon dönüm fazlalık vermektedir. Ne var ki, böyle bir bilanço yanlıştır; yanlışlık sayısal bilgilerin yanlış yorumlanmasından kaynaklanmaktadır. Benzetme yerindeyse armutlardan elmaların çıkarılması anlamına gelmektedir bu veriler. Türkiye'de ormanların azalmadığını, arttığını savunanların yanılgısı da böylesi bir yanlışlıktan kaynaklanmaktadır. Şimdi bu önemli yanılgıyı sorgulayalım. Yalnız, önce birkaç kavrama açıklık kazandırmak gerekiyor: Öncelikle, orman sayılan alanlarla orman ekosistemi alanlarının her durumda aynı anlama gelmediği ya da başka bir söyleyişle alan olarak her zaman çakışmadığının bilinmesi gerekiyor. Sözgelimi, Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) ya da Devlet İstatistik Enstitüsü'nün (DİE) ormanlarımıza ilişkin genişlik verileri, hukuksal olarak orman sayılan alanlara ilişkindir ve orman içinde çeşitli nedenlerle oluşmuş orman içi boşlukları; bu arada maki ve fundalıkları da kapsamaktadır. Doğrusu da

budur. Bu nedenle "ormanlarımız artıyor mu, azalıyor mu?" tartışmasının, temelde orman sayılan alanların genişliğindeki değişmelere dayandırılması gerekir. Ama, şekil 1'de de görüldüğü gibi orman sayılan alanların genişliğinde herhangi bir değişmenin olmadığı; buna karşılık, orman sayılan alanlar üzerindeki orman ekosistemi genişliğinin arttığı ya da azaldığı durumlar söz konusu olabilir.

Türkiye'de hem orman sayılan alanların hem de orman ekosistemlerinin genişliklerinde değişmeler olmaktadır ve bu değişmelere yol açan nedenler ve süreçler birbirinden farklıdır. Bu nedenle, söz konusu tartışmanın doğru temellere dayandırılabilmesi için, orman sayılan alanla orman ekosistemleri ayrımının yapılması; genişliklerinin değişmesine yol açan süreç ve nedenleri ayrı ayrı sorgulanması zorunlu olmaktadır.



Çığlıkara/Elmalı (Antalya) Toros Sediri Ormanı

Orman Sayılan Alanlar Nasıl Genişletilebilir Daraltılabilir?

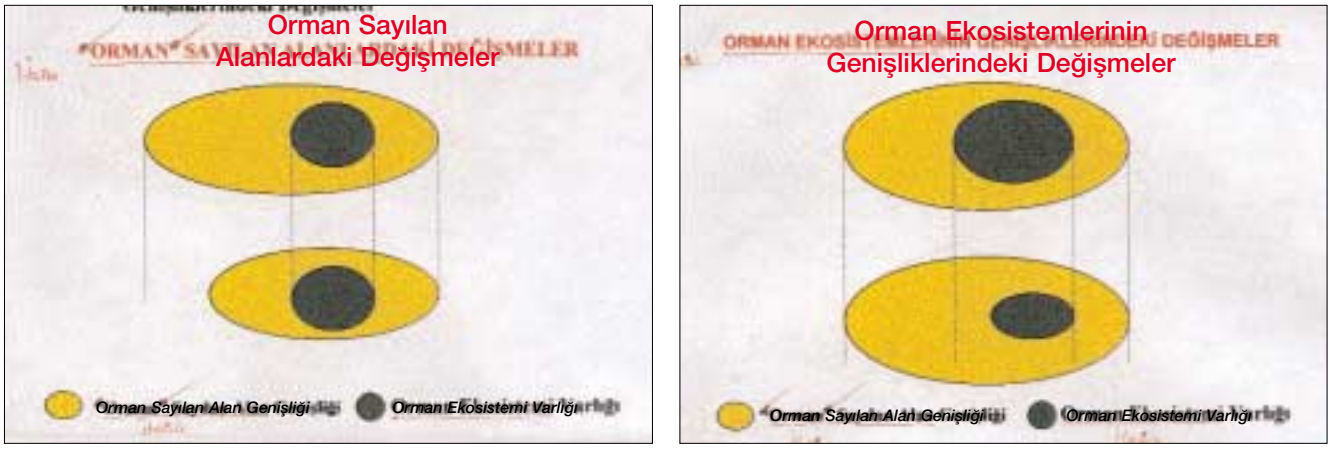
Orman sayılan alanların genişletilebilmesi için, akla hemen geldiği gibi, ağaçlandırmanın öteden beri (ya da hukuksal olarak) orman sayılan alanların dışında yapılması gerekiyor. Ülkemizde, ilgili kuruluşlarca yapılagelen ve orman dışı ağaçlandırma olarak anılan ağaçlandırma çalışmaları; yeşil kuşak oluşturma çalışmalarıyla çeşitli projeler kapsamındaki kavak, akasya, meşe vb ağaç cinslerini kullanarak yaptığı ağaçlandırmalar orman sayılan alanların genişletilmesine yöneliktir. Bu bağlamda son olarak, 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 57. maddesi ile 5122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Kanunu'nu kapsamında, gerçek ve tüzel kişilere hazine arazileriyle tapulu arazilerde yaptırtılan ağaçlandırma çalışmaları sayılabilir. Orman sayılan alanlar, gerçekte orman tanımının kapsamı değiştirilerek de genişletilebilir. Ama kolaylıkla kestirilebileceği gibi, bu yola ülkemizde hiç başvurulmuyor.

Türkiye'de orman sayılmayan alanlarda, 1997 yılı sonuna değin 1,2 milyon dönüm yeşil kuşak ile hazine ve tapulu arazilerde 51 bin dönüm özel ağaçlandırma yabancı kaynaklı kimi projeler kapsamında da 260 bin dönüm alanda ağaçlandırma yapılabilmiştir.

Çizelge 1: Türkiye'de 1950-1970 Döneminde Orman Azalması ve Orman Yetiştirme/Yenileme Çalışmaları

Orman Azalması		Orman Yetiştirme/Yenileme	
Nedenler	**Dönüm**	**Çalışmalar**	**Dönüm**
Orman Yangınları	14 650 770	Ağaçlandırma	17 014 900
Orman Sınırları Dışına Çıkarma		Doğal Gençleştirme	5 750 200
Makilikler (1951-1956)	6 179 770	Yapay Gençleştirme	5 968 620
Ormanlar		Enerji Ormanı Kurma ve Yenileme	5 167 900
1956-1960	2 932 820	Özel Ağaçlandırma	167 320
1973-1996	4 160 000		
Yerleşme+Tarla Açma	2 229 800		
Bilinebilen başarısız ormancılık çalışmaları	465 740		
Ormancılık Dışı Amaçlara Tahsis	978 150		
Toplam	**31 597 050**	**Toplam**	**34 068 940**

Orman sayılan alanların daraltılabilmesiyse, kesinlikle yasal düzenlemeler yapılarak gerçekleştirilebilecek bir süreçtir: Sözgelimi, ülkemizde sıkça yapıldığı gibi, 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 1. maddesindeki orman tanımı, orman sayılan alanların daraltılmasına yol açabilecek biçimde düzenlenebilir. Ayrıca, Türkiye'de orman sayılan alanların daraltılmasına yol açan uygulamalara dayanak yapılan başka anayasal ve yasal olanaklar da vardır. Sözgelimi; Anayasamızın 169. maddesine göre; *Orman olarak korunmasında bilim ve fen bakımından hiçbir yarar görülmeyen, aksine tarım alanlarına dönüştürülmesinde kesin yarar olduğu saptanan yerler; 31.12.1981 tarihinden önce bilim ve fen bakımından orman niteliğini tam olarak kaybetmiş olan tarla, bağ, meyvelik, zeytinlik gibi çeşitli tarım alanlarında veya hayvancılık kullanılmasında yarar olduğu tespit edilen araziler; şehir kasaba ve köy yapılarının toplu olarak bulunduğu yerler,* orman sayılmayabilecektir. Anayasamızın 170. maddesi ile 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2. maddesi ve 2924 sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi Hakkında kanun, bu amaçla düzenlenmiştir. Bu düzenlemeler aracılığıyla orman sayılan alanlar daraltılırken, mülkiyet düzeninin de değiştirildiği gözden kaçırılmamalıdır. Çünkü, söz konusu uygulama-



Orman sayılan alanlar ile orman ekosistemlerinin genişliklerindeki değişmeler.

lar, devlet ormanı sayılan alanlar üzerinde yapılmaktadır. Başka bir söyleyişle; söz konusu anayasal ve yasal düzenlemelerle yapılan, yalnızca devlet ormanı sayılan alanların daraltılmasıdır. Bu türden düzenlemelerle 1950-1997 döneminde, devlet ormanı sayılan alanlar 6,2 milyon dönümü maki sayılan alanlar olmak üzere, toplam 13,3 milyon dönüm azalmıştır.

Bir de mülkiyet düzeni değiştirilmeden yapılan uygulamalar var: Orman Kanunu'nun 16, 17, 18 ve 115. maddeleri ile 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu'nun 8. maddesi uyarınca verilen izinler ve yararlanma (irtifak) hakları da, gerçekte orman sayılan, özellikle de devlet ormanı sayılan alanların azalmasına yol açan uygulamalar olarak değerlendirilebilir. Bu uygulamalarla, 1995 yılı sonuna değin, devlet ormanı sayılan 980 bin dönüm alan ormancılık dışı kullanımlara tahsis edilmiştir.

Orman Ekosistemleri Nasıl Genişletilebilir /Daraltılabilir?

Orman ekosistemlerinin genişletilebilmesi için yapılacak çalışmaların başında da ağaçlandırma gelmektedir. İlgili kuruluşlar tarafından orman içi ağaçlandırma ve enerji ormanı tesisi ve yenileme adı altında yapılan orman yetiştirme çalışmaları da orman ekosistemlerinin genişletilmesini sağlar. Ancak, daha önce de vurgulandığı gibi, bu türden çalışmalar, zaten orman sayılan alanlar içinde yapıldığından, orman sayılan alanların genişlemesine yol açmaz. Orman Kanunu'nun 57. maddesi ile 4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu'nu kapsamında gerçek ve tüzel kişilerin devlet ormanı sayılan alanlarda, hazine arazilerinde ve tapulu arazilerde yapacakları ağaçlandırma çalışmalarının da orman ekosistemlerinin genişlemesine katkıda bulunabileceği açıktır. Ancak, bu yasal düzenlemelere dayanılarak devlet ormanı sayılan alanlarda yapılacak ağaçlandırmaların orman sayılan alanların genişlemesini sağlayamayacağı açıktır.

Öte yandan, OGM'nin hammadde odun verimi düşük ya da tümüyle durmuş yaşlı ya da bozuk yapılı orman ekosistemlerinin hammadde odun verim gücünün artırılması amacıyla yapageldiği orman gençleştirme çalışmaları ise ne orman sayılan alanların ne de orman ekosistemlerinin genişletilmesine yol açar.

Saptamalara göre, Türkiye'de, 1997 yılı sonuna değin 1,6 milyon dönüm alanda orman içi ağaçlandırma 5,2 milyon dönüm alanda enerji ormanı tesisi ve yenilemesi ve 12 milyon dönüm de orman gençleştirme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Orman ekosistemlerinin daralmasına yol açan süreçlerse daha çeşitlidir. Orman yangınları, zararlı böcek ve mantarların yol açtığı doğal yıkımlar, rüzgâr ve kar devirmeleri; yasadışı ağaç kesme, yerleşme ve tarla açma etkinlikleri, başarısız ormancılık uygulamaları, altyapı yatırımları (yol, enerji hattı geçirilmesi, baraj vb) orman ekosistemlerinin daralmasına yol açan nedenlerin başında gelmektedir. Türkiye'de 1937-1997 döneminde toplam 14,6 milyon dönüm orman ekosistemi yanmış; 2,2 milyon dönüm orman ekosistemi de tarım alanına ve yerleşme yerine dönüştürülmüştür. Ne yazık ki, zararlı böcek ve mantarların, kar ve rüzgâr devirmelerinin, yasadışı ağaç kesme eylemlerinin ve başarısız ormancılık uygulamalarının yol açtığı orman ekosistemi azalmaları bu türden orman azalmalarının boyutların gerçekçi olarak ortaya koyabilecek şekilde sistemli veriler olarak üretilmiyor, ama, tekil araştırmalar yapılıyor. Örneğin bu araştırmalardan birisinin bulgularına göre; "...1963-1982 yılları dönemindeki planlı ormancılık uygulamaları sonucu, Doğu Karadeniz Bölgesi verim üretim ormanı alanlarından 41 237 hektar orman alanı ormansızlaştırılmıştır."

Çizelge 3: Orman Ekosistemlerindeki Genişleme ve Daralmalar

Genişlemeler		Daralmalar	
Çalışmalar	**Dönüm**	**Süreçler**	**Dönüm**
Orman İçi Ağaçlandırmalar	15862 690	Orman Yangınları	14 650 770
Özel Ağaçlandırmalar	167 320	Yerleşme Tarla Açma	2 229 800
Çeşitli Projeler Kapsamındaki Ağaçlandırmalar	262 680	Başarısız Ormancılık Uygulamaları (bilinebilen)	465 740
Toplam	**16 292 690**	**Toplam**	**17 346 310**

Azalıyor mu, Artıyor mu?

Yukarıdaki bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, bu sorunun iki boyutlu olarak yanıtlanabileceği daha kolay kavranabilecektir;

i) Orman Sayılan Alanlar

Orman sayılan alanların genişletilmesine ve daraltılmasına yol açan çalışmaların ve süreçlerin sonuçları, çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi Türkiye'de orman sayılan alanlar, 1950-1997 döneminde 11,8 milyon dönüm azalmıştır. Bu noktada "özel orman" statüsüne sahip olabilecek biçimde ağaçlandırma yapmaları için gerçek ve tüzel kişiliklere verilen yaklaşık 120 bin dönüm "devlet ormanı" sayılan alanın değerlendirmelere katılmadığı, oysa, bu uygulamanın, bir anlamda "devlet ormanı sayılan" alanlarda azalmaya yol açtığı da gözden kaçırılmamalıdır.

ii) Orman Ekosistemleri

Orman ekosistemlerinin genişletilmesine ve daraltılmasına yol açan çalışmalar ve süreçler ise çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'te görüldüğü gibi; Türkiye'deki orman ekosistemleri 1950-1997 döneminde, 1 milyon dönüm azalmıştır.

Bu noktada, çizelge 1 ve çizelge 2'deki hesaplamaların, i) ağaçlandırma çalışmalarının tümüyle başarılı olduğu varsayımına dayandırıldığı; ii) orman içinde ve bitişiğindeki yerleşmelerde yaşayanların, çeşitli amaçlarla izinsiz ağaç kesme eylemlerinin yol açtığı orman azalmasının hesaplamalara katılmadığı; iii) özellikle son yıllarda, daha önce ağaçlandırılmış alanların birkaç kez yandığı ve dolayısıyla da birkaç kez ağaçlandırıldığı ve bu yinelemelerin ormaniçi ağaçlandırmalar toplamını artırdığı; iv) kar ve rüzgâr devirmesi ile zararlı böcek ve mantarların neden olduğu azalmaları kapsamadığı gerçeklerinin gözden kaçırılmaması gerekmektedir.



Körçoban, Andırın (Kahraman Maraş) Toros Sediri Ormanı

Yukarıda sergilenen gerçeklere karşın OGM, 1972 yılında sonuçlandırılan ve 202 milyon dönüm olduğu saptanan orman sayılan alanların, 1997 yılında sonuçlarındırılan envanter çalışmalarına göre, 5,3 milyon dönüm artışla 207 milyon dönüme çıktığını öne sürmektedir. Acaba, bu artış nasıl sağlanabilmiştir? Öyle anlaşılıyor ki söz konusu artış orman sayılan alanlarda gerçekleşmiştir. Böylesi bir artışsa, ancak, ya ülke sınırlarının ormanlı yerleri de kapsayacak biçimde genişletilmesi ya da bilinen orman genişletme çalışmaları dışında, tarım alanları ve otlakların kendiliğinden ormanlaşmasıyla gerçekleşebilir. İlk olasılığın öne sürülemeyeceği açık. Geriye tarım ve mer'a alanlarının doğal olarak ormanlaşması olasılığı kalmaktadır ki, bu tezin yeterince inandırıcı olabilmesi için, ayrıntılı neden-sonuç sorgulamasının yapılması gerekmektedir. Ne yazık ki, henüz böylesi bir sorgulama yapılmadı. Ama, yine OGM'nin verilerinden yararlanarak bu tezi, yüzeysel de olsa sorgulama olanağı var. Ön değerlendirmelerimize göre, 1972-1997 döneminde en fazla orman artışı sırasıyla Eskişehir, Ankara, ve Amasya Orman Bölge Müdürlüklerinde görülmektedir. Oysa bilindiği gibi, bu bölgeler, genel olarak, herhangi bir alanın kendiliğinden ormana dönüşebileceği, ekolojik koşullara sahip değildir. Aynı dönemde, 26 orman bölge müdürlüğü içinde, ormanlarının birim alanındaki hammadde odun varlığı en yüksek oranda artan ilk 10 orman bölge müdürlüğü içinde bu bölgelerin bulunmaması da bu gerçeği ortaya koymaktadır. Bu durumda, OGM'nin 1997 yılında sonuçlandırılan orman envanteri çalışmalarının gerçeği yansıtmadığı öne sürülebilir ki, son yıllardaki orman envanter çalışmalarının yürütülme düzenine bakıldığında bunun daha güçlü bir olasılık olarak değerlendirilmesi uygun olacaktır; kuşkusuz, en azından bilimsel olarak yanlışlanıncaya değin.

Evet; ormanlarımız azalıyor mu, artıyor mu? Soru, bu denli yalın.

Yücel Çağlar
Doç. Dr. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği

Çizelge 2: Orman Sayılan Alanlardaki Genişleme ve Daralmalar

Genişlemeler		Daralmalar	
Çalışmalar	**Dönüm**	**Süreçler**	**Dönüm**
Orman Dışı Ağaçlandırmalar	1 152 210	Maki sayılarak Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Alanlar	6 179 770
Hazine Arazisi ile Tapulu Arazilerdeki Ağaçlandırmalar	51 075	Orman Niteliğini Yitirdiği Gerekçesiyle Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Alanlar	7 092 820
Çeşitli Projeler Kapsamındaki Ağaçlandırmalar	262 680		
Toplam	**1 465 965**		**Toplam 13 272 590**

Kaynaklar
TC Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Orman Bakanı Sn. Ersin Taranoğlu'na sunulan Brifing Notu, 1998 Ankara
Konukçu, M. Statistical Profile of Turkish Forestry, DPT, 1998, Ankara: s: 33.
Orman Genel Müdürlüğü Orman Koruma ve Yangın Dairesi Başkanlığı.
İlter, E., Sun O. "Doğu Karadeniz Yöresinde Orman Kaynaklarından Yararlanma Olanakları", *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Cilt 30, Temmuz 1984, Ankara, s: 134.
Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı.



Kendinizi Sınayın

Bu sayfamızda geçtiğimiz ay da yayınladığımız Kendinizi Sınayın bölümünü bulacaksınız. Bu, ilginizi çektiğini düşündüğümüz sayfamız da ne yapmanız gerektiğini kısaca bir hatırlayalım. Size bir oyunun ilk açılış hamlelerini veriyoruz ve sonraki hamleleri tahmin etmenizi istiyoruz. Hamleleri doğru tahmin ettikçe puanlar kazanıyorsunuz. Oyunun sonunda tüm puanlarınızı toplayarak ne kadar iyi bir satranç oyuncusu olduğunuzu görme şansınız oluyor. Oynamaya karar verdiğiniz hamle dışında diğer varyasyonları da düşünürseniz daha fazla puan toplama şansı yakalayabilirsiniz. Böyle bir testin gerçek gücünüzü ne kadar göstereceği tartışılabilir. Ancak oyun analizi yapmak ve büyükustaların nasıl düşündüğünü tahmin etmeye çalışmak yararlı ve eğlenceli olmalı. Açılış Ansiklopedisi ve Ödüllü Sorularımız da arka sayfada.

Bu oyun Shirov ve Markowski arasında oynanmış. Siz Shirov'un yanında oturuyorsunuz ve hamleleri tahmin etmeye çalışıyorsunuz. Size ilk 10 hamleden oluşan açılış hamlelerini veriyoruz. İlk şekilden itibaren Siyah'ın hamlelerini tahmin etmeye çalışın. Oynamaya karar verdiğiniz hamle dışında nedenlerini de düşünürseniz daha fazla puan toplayabilirsiniz.

Shirov ve Markowski arasında geçen oyun hızlı bir gelişimde analizin önemini göstermesi açısından önemli. Ayrıca bu oyunda cesaretinizi ölçme fırsatını da bulacaksınız. Bunların yanı sıra son ana değin oyunu beraberliğe götürmemek için sürekli uyanık kalmak zorunda olmanın da iyi bir örneği.

Tomasz Markowski-Alexei Shirov
Rubinstein Memorial
Reti Açılışı

1. Af3 d5 2. g5 Fg4 3. Fg2 Ad7 4. c4 e6 5. cxd5 exd5 6. 0-0 Agf6 7. d3 c6 8. Vc2 Fc5 9. e4 0-0 10 h3



10. ...Fh5

3 puan. Fil'i buraya oynadığınız zaman onunla ne yapacağınıza karar vermek her zaman önemli olagelmiştir. At'ı almak, Fil'i vermek demektir; bu, size biraz da zaman kazandırır. Fil'i geri çekmek g4'le size saldırıya neden olabilir. Burada Shirov'un kararını alkışlamak gerekiyor, Fil'i korumak akıllıca. 10. …Fxf3 (**2 puan**) oynamak da düşünülebilirdi. Böylece siyah karelerde üstünlük elde edilirdi.: 11. Fxf3 Fb6 bunu da Ae5 ya da Ac5 izler ve ilginç bir oyun sahnelenir. Beyaz h3 ve Vc2 gibi hamlelerle tempo kaybetti ve gelişiminde de hâlâ geride.

11. Abd2

11. ...dxe4

4 puan. Az sonra göreceğimiz gibi Beyaz şimdiden karmaşık bir konuma girmiş bulunmakta. Aslına bakarsanız c1'deki Fil'in önünü kapayan son hamle hiç de akıl kârı değildi. 11. …Ke8 hamlesi için **3 puan** çıkarın. 12. e5 hamlesiyle taş kaybı olur; At'ın gidecek karesi yoktur ve eğer 12. …Fxf3 13. Axf3 Ah5 14. d4 Fb6 15. g4 ya da 12. …Axe5 13. Vxc5.

11. …Vb6 (**1 puan**) ilginç bir hamle. Ama Beyaz doğru ve kurnaz bir oyunla Siyah'ın taşlarını geri püskürtür: 12. e5 Ae8 (ardında şu hamleler yatar …Ac7 ve …Ke8); Beyaz, 13. Ab3 oynayamaz çünkü 13. …Fxf3 14. Fxf3 Axe5 piyon kaybettirir. Ancak 13. d4! Fe7 (13. …Fxd4? 14. Axd4 Vxd4 15. Vf5 taş kazandırır. 14. Vf5 Fxf3 15. Axf3 ve, iki Fil ve alan genişliğiyle, Beyaz şah kanadından bir saldırı başlatmaya hazırlanır.

12. dxe4

12. ...Ke8

3 puan. Shirov e piyonuna saldırarak Beyaz'ın pozisyonu açmasını zorlaştırıyor. İki tarafı karşılaştırdığınızda Siyah'ın taşlarının çok daha üstün olduğunu görürsünüz.

12. …Vc7 (**2 puan**) ilginç olurdu, ardından …Vxg3 tehdidi var.

12. …Ve7 (**1 puan**).

12. …Fb6 ardından …Ac5 düşüncesiyle Ac4'le karşılaşır.

13. b3

13. ...Ve7

3 puan. Bir önceki düşünceye devam. e piyonu üzerindeki baskı artıyor. Peki, 14. Ah4'e nasıl bir yanıt verirdiniz? Yanıt, bir sonraki satırda; hesaplamalar yapmaya başlayın.

Siyah 14. …Ve5, g3'teki piyona ve a1'deki Kale'ye tehditler savurur. Beyaz'ın en iyi devam yolu piyonu korumaktır: 15. Af5 Vxa1 ve Vezir kapana kısılır… 16. Fb2 Vxa2 17. Ka1 Vxa1+ 18. Fxa1 Ff8. Son duruma bakıldığında Shirov'a göre Siyah'ın şansı daha fazla: iki Kale ve bir piyona karşı bir Vezir. Ama Siyah Beyaz'ın hafif taşlarıyla bir an önce ilgilenmeli. Hesaplamalarınızın aşamasına göre **3 puan** alabilirsiniz. Bu durumda Beyaz h3 oynayıp g3'teki piyonu zayıflattığı için pişmanlık duyuyor olsa gerek.

13. …Fxf3 (**2 puan**) Eğer 14. Axf3 Axe4 piyon kazanır. 14. Axf3 zorunlu hamle; ardından 14. …Fd4 15. Fb2 Ae5 ve Siyah merkezi kontrolüne alır.

13. …Fg6 iyi bir hamle değil. 14. Ah4 ve baskıdan biraz olsun kurtulma şansı.

14. Fb2

14. …Axe4

8 puan. Bu hamleyi görmüş olmakla oyunun ruhunu iyice yakalamış sayılırsınız. Öte yandan hamleyi oynamak kendinize olan güveninizin de bir göstergesi. Bu sekiz puanı yalnızca hesaplamalarınızdan dolayı değil, aynı zamanda cesaretinizden dolayı hak ettiniz. Pek çok kişi bu yolu görmüş; ama oynamaktan vazgeçmiş olabilir.

Bu hamleden başka 14. …Fxf3 (**3 puan**) iyi bir seçenek. Beyaz, e piyonu nedeniyle, Fil'le almak zorunda. 15 Fxf3 Ae5 16. Fg2 Kad8 ve Siyah çok daha rahat.

15. Kae1



Şimdi bu durumda bu son hamleyi iyi hesaplamak gerekiyor. Beyaz aslında nereye saldırıyor ve aklında ne var? Tabii bu hamlenin geleceği e4 piyonunu alınmasıyla biliniyor ve hesaplamalar da önceden yapılmış olmalıydı.

15. ...Fg6

4 puan. Bu saldırıyla baş etmenin en iyi yolu bu. Fil, At'ı korurken At'ın ardından Vezir'e gülücükler gönderiyor. Bu hamle görülmesi çok kolay bir hamle, ama bunu oynamadan önce öteki seçenekleri de gözden geçirmeyi unutmayın: 15. …Axf2; 15. …Axg3; 15. …Axd2 ve 15. …Fxf3

Bunlardan yalnızca 15. Fxf3 (**3 puan**) iyi bir seçenek.

16. Ah4



Şimdi burada her şey birbirine girdi. Bakalım ne kadar iyi bir analizcisiniz. Bunu görebilirsiniz. Bunu yaparken zorunlu hamleleri gözden uzak tutmayın!

16. ...Fxf2+

5 puan. Başka bir seçenek **aynı puanı** alan 16. …Axg3

Shirov burada analiz yolları sunuyor.

I. 17. Axg6? Çok güçlü görünüyor. Ama Siyah'ın 17. …Vg5! Hamlesi var ve g6'daki At kaçamaz. Beyaz daha fazla zorlayabilir ama: 18. Vd3 Axf1 19. Kxe8+ Kxe8 20. Vxd7 Kd8 21 Ae4 Fxf2+ 22. Şxf1 (ya da 22. Şxf2 Ve3+ 23. Şxf1 Kxd7 kazanır) 22. …Vb5+ 23. Şxf2 Kxd7

II. 17. Kxe7 ve Siyah Beyaz'ın Vezir'ini almak zorunda 17. …Fxc2 18. Kxd7 Axf1 19. Axf1 Siyah'ın şansı daha fazla.

16. …Axf2 (**1 puan**) Beyaz'ın beraberlik yaratma şansı var: 17. Kxe7 Fxc2 18. Kxd7 Kad8 (18. …Ad3+? 19. Fd4!) 19. Kıxd8 Kxd8 20 b4! Fxb4 (20. …Axh3+ 21. Şh2 Fxb4 22. Adf3) 21. Kxf2 Kxd2 22. Kxd2 Fxd2 23. Şf2 Beyaz'ın hafif taşlarını zapt etmek hayli güç.

16. …Axd2 (**3 puan**). Beyaz doğru oynarsa beraberlik yaratabilir; ama daha fazlası olmaz: 17. Vxd2 (17. Axg6? Hatadır: 17. …Vxe1 18. Kxe1 Kxe1+ 19. Şh2 Af1+ Af1+ 20. Fxf1 Kxf1 kazanır) 17. …Vd6 18. Vxd6 Fxd6 19. Axg6 hxg6 20. Kd1 Ke6 21. Fa3! Fxa3 22. Kxd7 Ke7 23. Kxe7 Fxe7 24. Kd1 Şf8 25. Kd7 Kb8 26. h4 Şe8 27. Şh3 f5 28. Kd3 uzun bir devam yolu ama Beyaz bunu zorlayabilir ve son durum beraberliğe yol açar görünüyor.

17. Kxf2

17. ...Axf2

1 puan.

18. Kxe7

18. ...Fxc2

1 puan. Yapılabilecek tek hamle. Bu hamleyi 16. …Fxf2+ hamlesini yaptığınızda gördüyseniz **3 puan** daha alın.

19. Kxd7

19. Kxe8+ Kxe8 20. Şxf2 Beyaz için iyi olmazdı. Neden?

20. …Ac5 (**2 puan**) 21. Ff1 Ad3+ 22. Fxd3 Fxd3 Siyah için kazançlı bir değişim.

19. ...Kad8



5 puan. Burada Kale değiştirmek çok mantıklı; nasıl olsa bir tane daha var ve rakibin ağır toplarından birini tahtadan kaldırıyorsunuz. 19. …Ad1 (**1 puan**). 20. Ac4 gelir. Benzer biçimde Ad3 de **1 puan** alır.

20. Kxd8

20. ...Kxd8

1 puan.

21. Ac4

21. ...Ad3

2 puan. 21. …Ad1 için de **aynı puan**.

22. Fa3

22. ...b5

3 puan. Shirov bunu oynarken aklında harika bir devam yolu var. Ama 22. …Fb1 (**3 puan**) oynamak daha bile iyi olabilirdi.

23. Aa5

Beyaz tuzağa düştü. 23. Ae3 oynasaydı hâlâ ayakta kalma şansını koruyabilirdi.

23. ...b4

3 puan. Fil kapanda, ama Beyaz bir kurtuluş yolu olduğunu düşünüyor.

24. Axc6

Bu durumda ne yapacaksınız?



24. ...bxa3

3 puan. Bunu 23. …b4 oynarken gördüyseniz **1 puan** daha alın. Eğer 22. …b5 oynamadan önce bu hamleleri hesapladıysanız **3 puan** daha alın.

25. Axd8

25. ...Ab4!

4 puan. Güçle kazanmaya devam. 25. …Fxb3 (**1 puan**) 26. Af5! Fxa2 27. Ad4 ve iki tarafın önünde zorlu bir çarpışma var…

26. Af3

26. ...Axa2

1 puan.

27. Ac6

27. ...Fe4

4 puan. 27. …Ac1(**1 puan**) oyun yine uzun bir oyun sonuna gider: 28. Ab4 Fxb3 29. Ad4 Fc4 30. Abd2 ve a piyonu tam zamanında durdurulmuştur.

28. Afd4

Eğer 28. Acd4 Ab4 ve a piyonu mutlu sona ulaşır.

28. ...Fxc6

2 puan. Kazanmanın tek yolu.

29. Axc6

Eğer 29. Fxc6 Ab4 a piyonu yine durdurulamaz.

29. ...a5

5 puan. Bu hamleyi bu noktada bulmak kolay. Ama Shirov bunu 22. …b5 hamlesinden görmüş.

29. …Ac1 (**sağduyunuz ne kadar uygun görüyorsa o kadar puan eksiltin**) Beyaz At'ını feda eder. 30. Ab4 a2 31. Axa2 Axa2 ve Siyah bir piyon üstün olsa da Beyaz'ın hareketli Şah'ı ve Fil'i karşısında artık kazanmak hayal olmuştur.

30. b4

30. Axa5 b piyonunun önünü kesen 30. …Ab4'le karşılaşır 30. Fe4'de 30. …Ac3'le.

30. ...axb4



2 puan. Beyaz burada oyunu terk etti. A piyonu için bir taş vermek zorunda ve Siyah iki piyonuyla kazanca yakın. 31. Ad4 Ac1 32. Fd5 a2 33. Fxa2 Axa2 34. Şf2 Şf8 Beyaz b piyonunu almayı başarabilir ama diğer tarafta piyonlara saldıran Siyah At var ve üçe karşı bir piyonun yapabileceği bir şey yok.

Bu arada 30. …axb4 yerine 30. …Axb4 31 Axa5 (31. Axb4 axb4 32. Fd5…) 31. …a2 32. Ab3 Ac2 33. Şf2 a1=V 34. Axa1 Axa1 Beyaz'ın beraberlik yakalama şansı yüksek.

Şimdi puanlarınızı toplayın ve aşağıdaki tabloyla karşılaştırın.

67-78 Büyükusta

55-66 Uluslararası usta

44-54 FIDE ya da Ulusal Usta

32-43 Usta Adayı

21-31 Güçlü Klüp Oyuncusu

11-20 Ortalama Klüp Oyuncusu

0-10 Satranç Meraklısı

Ödüllü Sorular-4'ün Yanıtları

I-1. Kc8 (2. A herhangi bir kare ve mat tehdidi) 1. ...F herhangi bir kare ve 2. AxF++.

2. 1. ...g4 2. Ae5++

3. 1. ...Kh4, 1. ...Af4 2. A(x)f4++

4. 1. ...Axf2 2. Axf2++

5. 1. ...e1=V2. Axe1++

6. 1. ...Şd5, 1. ...Şd7 2. Ac5++

II-1.Vh6 (2. Vf4++ tehdidi) **1. ...Ff5** (1. ...Şf5 2. Ah3 (3. Vg5++ tehdidi) 2. ...e3 3. Şd4 ve sürer) **2. Ag4+ hxg4 3. Va6** (4. Va1++ tehdidi) **3. ...Fd7** (3. ...e3 4. Va1+ sürer) **4. Vf1** (5. Vf4++ tehdidi) **4. ...Ff5 5. Va1++**

III-1. 1. Fe4 (2. Vd5++ tehdidi) **1. ...Kd4 2. Ve7++**

2. 1. ...Kxe4 2. Kxa5++

3. 1. ...Fxe4 2. F4++

4. 1. ...Şxe4 2. Ke3++ Eğer 1. Şe7? (2. Vd6++ tehdidi)

Kasparov-Dünya

Geçtiğimiz ay yayınlanan Kasparov-Dünya karşılaşmasını konu alan yazı Kasım ayı için hazırlanmış, yer darlığı nedeniyle Aralık ayına bırakılmıştı. Kasımın sonlarına doğru biten bu karşılaşmanın son durumu üzerine genişletilen yazı yerine bir yanlışlık sonucu Kasım için hazırladığımız yazı basılmıştır. Okuyucularımızdan özür diliyor, oyunun tümünü aşağıda size sunuyoruz.

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. Fb5+ Fd7 4. Fxd7+ Vxd7 5. c4 Ac6 6. Ac3 Af6 7. O-O g6 8. d4 cxd4 9. Axd4 Fg7 10. Ade2 Ve6 11. Ad5 Vxe4 12. Ac7+ Şd7 13. Axa8 Vxc4 14. Ab6+ axb6 15. Ac3 Ka8 16. a4 Ae4 17. Axe4 Vxe4 18. Vb3 f5 19. Fg5 Vb4 20. Vf7 Fe5 21. h3 Kxa4 22.Kxa4 Vxa4 23. Vxh7 Fxb2 24. Vxg6 Ve4 25. Vf7 Fd4 26. Vb3 f4 27. Vf7 Fe5 28. h4 b5 29. h5 Vc4 30. Vxf5+ Ve6! 31. Vxe6+ Şxe6 32. g3! fxg3 33. Fxg3 b4 34. Ff4 Fd4+ 35. Şh1! b3 36. g4 Şd5! 37. g5 e6! 38. h6 Ae7! 39. Kd1 e5 40. Fe3! Şc4 41 Fxd4 exd4 42. Şg2 b2 43. Şf3 Şc3 44. h7 Ag6 45. Şe4 Şc2 46. Kh1 d3 47. Şf5 b1=V 48. Kxb1 Şxb1 49. Şxg6 d2 50. h8=V d1=V 51. Vh7 b5 52. Şf6+ Şb2 53. Vh2+ Şa1 54. Vf4 b4 55. Vxb4 Vf3+ 56. Şg7 d5 57. Vd4+ Şb1 58. g6 Ve4 59. Vg1+ Şb2 60. Vf2+ Şc1 61. Şf6 d4 62. g7 Dünya bu hamle üzerine terk etti.

Kasparov bundan sonra 25 hamlede gelen zorunlu matı açıkladı: **63. ...Vd5+ 64. Vf5 Vg2+** (64. ...Vd8 65. Şh6 22 hamlede mat) **65. Vg4 Vd5+ 66. Şh4! Vg8** (eğer 66. ...Vh1+ 67. Şg3 Ve1+ 68. Şf4 Vd2+ 69. Şf5 Vc2+ 70. Şg5 Vc5+ 71. Şh4 d3 72. g8(V) Vf2+ 73. Vg3 Vf6+ 74. Şg4 Vd4+ 75. Şh3 Şb2 76. Vg2+ Şc1 77. Vh1+ Şd2 78. Va2+ Şe3 79. Ve1+ Şf4 80. Vf7+ Şg5 81. Vd2+ Ve3+ 82. Vxe3 mat) **67. Vf4+ Şc2 68. Vf8 Vh7+ 69. Şg5 Vh2 70. g8(V) Vg3+ 71. Şf5 Vf3+ 72. Şe6 Vb3+ 73. Şd6 Vb4+ 74. Şe5 Ve1+ 75. Şxd4** şimdi 12 hamlede mat. Örneğin: **75. ...Va1+ 76. Şe4 Va4+ 77. Şe3 Va7+ 78. Şf3 Vb7+ 79. Şg3 Vc7+ 80. Vf4 Vxf4+ 81. Şxf4 Şd3 82. Vb3+ Şd4 83. Vb5 Şc3 84. Şe3 Şc2 85. Vb4 Şc1 86. Şd3 Şd1 87. Vd2** mat.

Özgür Tek

Açılış Ansiklopedisi

Bu ay 1. d4'le belirlenen ve yarı-açık oyunların oynandığı D açılışlarına başlıyoruz.

D00 Vezir piyonu oyunu
1.d4 d5
D00 Vezir piyonu : Mason varyasyonu
1.d4 d5 2.Ff4
D00 Vezir piyonu : Mason varyasyonu, Steinitz karşı-gambiti
1.d4 d5 2.Ff4 c5
D00 Levitsky atağı (Vezir Fil'i atağı)
1.d4 d5 2.Fg5
D00 Vezir piyonu : taşduvar atağı
1.d4 d5 2.e3 Af6 3.Fd3
D00 Lemberger karşı (Blackmar) gambiti
1.d4 d5 2.e4 dxe4 3.Ac3 e5
D00 Lagenheinicke savunması
1.d4 d5 2.e4 dxe4 3.Ac3 Af6 4.f3 e3
D00 Blackmar-Diemer: Teichmann savunması
1.d4 d5 2.e4 dxe4 3.Ac3 Af6 4.f3 exf3 5.Axf3 Fg4
D00 Vezir piyonu : Chigorin varyasyonu
1.d4 d5 2.Ac3
D00/05 Trompovsky atağı: Hodgson varyasyonu
1.d4 Af6 2.Fg5 d5 3.Fxf6 exf6 4.e3 c6 5.Fd3 Fd6 6.Vf3
D01 Richter-Veresov atağı
1.d4 d5 2.Ac3 Af6 3.Fg5
D01 Richter-Veresov atağı, Veresov varyasyonu
1.d4 d5 2.Ac3 Af6 3.Fg5 Ff5 4.Fxf6
D01 Richter-Veresov atağı, Richter varyasyonu
1.d4 d5 2.Ac3 Af6 3.Fg5 Ff5 4.f3
D02 Vezir piyonu oyunu
1.d4 d5 2.Af3
D02 Vezir Fil'i oyunu
1.d4 d5 2.Af3 Ff5 3.Ff4 c6 4.e3
D02 Vezir piyonu oyunu, Şrause varyasyonu
1.d4 d5 2.Af3 c5
D02 Vezir piyonu oyunu, Chigorin varyasyonu
1.d4 d5 2.Af3 Ac6
D02 Vezir piyonu oyunu
1.d4 d5 2.Af3 Af6
D02 Vezir Fil'i oyunu
1.d4 d5 2.Af3 Af6 3.Ff4
D02 Vezir Fil'i oyunu
1.d4 Af6 2.Af3 e6 3.Ff4 d5 4.e3

Ödüllü Sorular-4



I- Beyaz oynar 2 hamlede mat eder.



II- Beyaz oynar 2 hamlede mat eder.



III- Beyaz oynar 2 hamlede mat eder.

Üstteki üç soruyu da doğru yanıtlayıp bize gönderdiğiniz taktirde TÜBİTAK Popüler Bilim Kitaplarından bir kitap kazanan 25 kişiden biri olabilirsiniz. Yanıtlarınızda standart notasyonu kullanmanız zorunludur. Soruların en kısa biçimde çözülmesi önemlidir.

Adresimiz :
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi Satranç Köşesi Ödüllü Sorular-4
Atatürk Bulvarı No: 221 06100 Kavaklıdere-Ankara
e-posta : tek@tubitak.gov.tr
Yanıtlarınızı 1 Şubat 1999 tarihinde elimize geçecek biçimde adresimize postalayınız.

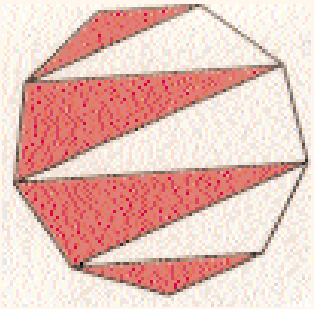
Adı Soyadı : .....
Okulu-Mesleği : .....
Sınıfı : .....**Yaş:**.....
Adres : .....
.....
Telefon : .....

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Hangi Renk Daha Fazla?

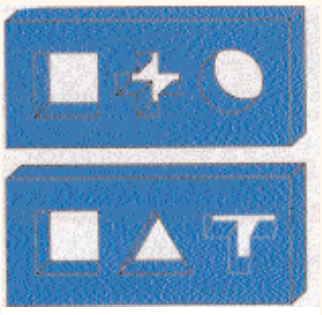
Düzgün bir dokuzgenin bazı köşegenleri çizilmiş hem kırmızı hem de beyaz üçgenler belirlenmiş. Kırmızı üçgenlerin mi, beyaz üçgenlerin mi alanı daha fazla?



Bir Kartopu Savaşı

Bir meydanda 15 çocuk kartopu savaşı yapmaya hazırlanıyor. Çocukların her biri diğerlerinden farklı uzaklıklardadır. Düdük ötünce her çocuk kendisine en yakın olana kartopu atar. Her çocuk bir kartopu atışına uğrayabilir mi? Ertesi gün aynı soru 16 çocuk için.

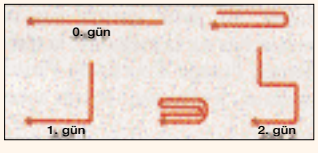
Tıpa



Öyle iki tıpa bulun ki biri üstteki 3 deliği, öteki de alttaki 3 deliği kapatabilsin.

Ejderin bir Haftası

Uzun bir kâğıt şerit alın. Bu ejderin 0. günüdür. Ortadan sağ yarıyı sol yarı üstüne katlayın ve kağıdı açın. Görülen, iki düzlemin birbirleriyle 90° açı yaptığıdır. Bu ejderin 1. günüdür. Şeridi bir kez daha sağ yarı sol yarı üstüne gelecek biçimde katlayın; kâğıdı açarsanız birbirleriyle dikaçı yapan $2^2=4$ düzlem görürsünüz. Bu, ejderin 2. günüdür. Ejderin 7. gününü çizebilir misiniz?



İrrasyonele İniş

Kendisi kare olmayan bir sayının karekökünün irrasyonel olduğunu kanıtlayınız. (Örneğin √7'nin irrasyonel olduğunu kanıtlayınız).

Kâğıt Dantel



Dikdörtgen biçimi bir kağıdı akordiyon biçiminde 3 kere katlayınız. Sonra bu kıvrımlara dik yönde ikiye katlayınız. Şimdi de bu katlanmış kağıdı gösterilen çizgiler boyunca kesiniz. Bu 8 dantelden hangisi oluşur?

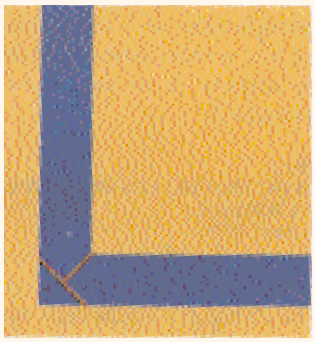
Cin Satrancı

Her yönde sonsuza giden bir satranç tahtasının her bir karesine bir doğal sayı yazılmıştır. Her karedeki sayı, bütün komşu karelerdeki sayıların ortalamasıdır (aynı kenarı paylaşan kareler komşudur). Yazılan bütün sayıların aynı olduğunu gösteriniz.

Perili Satranç

8x8'lik bir satranç tahtasının her karesine 0 veya 1 yazılmıştır. Sıfır içeren herhangi bir A karesinde bu 0'dan geçen sütun ve sıradaki sayıların toplamı en az 8'dir. (Örneğin d3'de bir sıfır varsa a3+b3+c3+d3+e3+f3+g3+h3+d1+d2+d4+d5+d6+d7+d8 en az 8'dir; d3'ü bir kere saydık). Bu tahtada bütün sayıların toplamının en az 32 olduğunu gösteriniz.

Köprü



Donmuş ırmağı geçebilmek için 90°lik bir açı yapan ırmak köşesine bir köprü kurulmak istendi. Köprü eşit 2 kalastan yapılacaktı. Irmağın genişliği 3 m ise kalasların uzunluğu ne kadar olmalıdır?

Bisiklet İzi



Şekilde bir bisikletin ön ve arka tekerleklerinin izini görüyorsunuz. Hangisi ön, hangisi arka tekerleğini izi? Bisiklet sağdan sola mı, soldan sağa mı gidiyordu. Bisikletin uzunluğu ne kadar?

Kaosu Yakalamak

Videokameraların çoğu, TV'ye öyle bağlanabilir ki videokamera gerçek zamanda gördüğünü TV ekranında gösterir. Videokamerayı TV ekranına doğru tutarsanız TV ekranı üzerinde TV ekranının imgesi belirir... ve hayret: TV ekranının imgesinde TV ekranı boştur. Ekranın bir bölümüne odaklansanız da, kame-

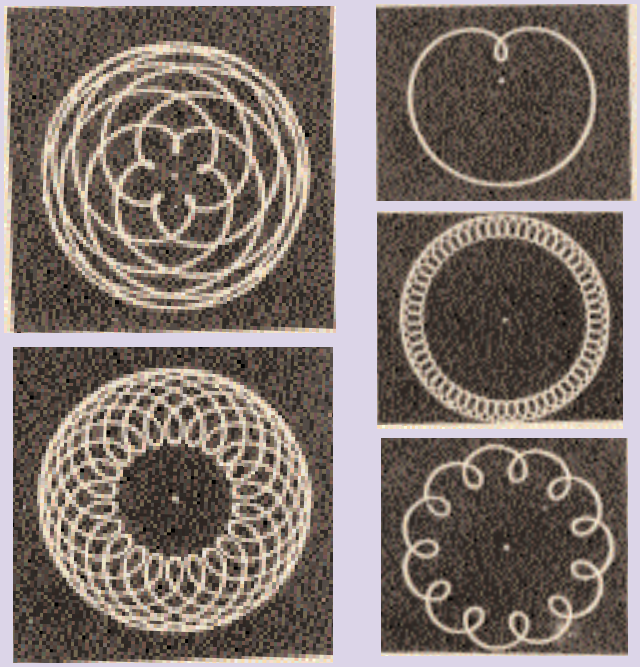
Pudingleri Tatmak

Sol üst köşede üstü işaretli kırmızı pudingden başlayarak 64 pudingin hepsini tatmanız isteniyor. Yalnız düşey ve yatay doğrultuda sola, sağa, aşağı ve yukarı gidebilirsiniz. Çapraz gidiş yok. Tatma işini 21 doğru çizerek yapmalısınız. Bir pudingi yalnız 1 kere tadabilirsiniz. 10. doğru çizginin sonunda dumanları tüten turuncu pudingi tatmalı ve tatma işini sağ alt köşeye yakın, işaretli kırmızı pudingte bitirmelisiniz.



Bunlar Nedir?

Bunlar kuşkusuz çok özenle çizilmiş geometrik şekillerdir. Fakat sorduğumuz şu: Bunların doğada karşılıkları var mıdır?



rayı eğik tutsanız da ekran boş kalır.

Şimdi kamerayı yataya göre eğik tutun. Oda loş olsun ve siz TV ile kamera arasında bir mum yakın. Kamera alevi görür ve ekranda alev imgesini oluşturur. Kamera ekrandaki alevi de görür ve ekranda onun imgesini oluşturur; kamera alevi yine görür ve yine ekranda onun imgesini oluşturur vb. Sonuç: Ekranda dönerek danseden çok güzel bir mum alevi (deneyiniz!).

Asıl ilginç noktaya geldik: kamerayla deneye devam ederseniz mumu söndürseniz de ekrandaki alev imgesi devam eder! Belki de ekrandaki imgeyi yakaladınız. Fakat hayır! Ekrandaki alev imgesi sabit değildir; mum sönmüş olmasına rağmen imge dönerek dansetmeye devam eder, Acaba neden dersiniz?

(Deneyde başarılı olmak için kamerayı tripod üzerine koyun; bütün otomatik mekanizmaları kapatın. Kamerayı öyle zumlayın ki TV ekranının imgesi TV ekranı kadar olsun. Renk, odaklama, zum ve parlaklık ayarı yaparak bu sonuçlara ulaşın. Kameranın lensi önüne ortasında iğne deliği olan bir flaster yapıştırabilirsiniz.)

Yokolan Bıyık

Adam polisin aradığı bir sabıkalıydı. Polis onu bulup arkadan resimlerini çekti. Adam bir tepeden plajı seyrediyordu. Daha önceki resimlerde bıyığı varken sağ alt resimde bıyık kaybolmuştu. Acaba neden?

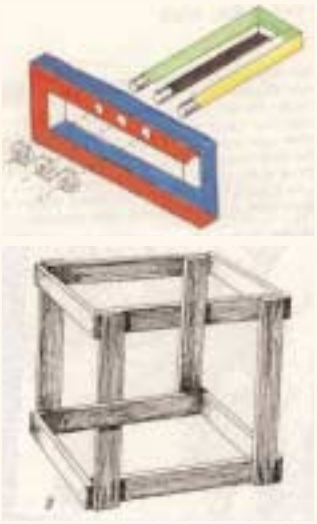


Ruhi'nin Şakası

Cin Ruhi bir gün Kafaboş'a takıldı: "Kafacığım, gel bir şans oyunu oynayalım. $2x^3 = y^4$ denkleminde sen bir harf seç, ben de kalan harfi alayım. Sonra denklemi çözerek x ve y'yi bulalım.

Kimin sayısı daha yüksek çıkarsa o daha mantıklı olsun". Kafaboş hemen y^4'ü seçti; 4. kuvvet onca en büyük olmalıydı (yanlış mantık; önemli olan y'nin üssü değil, değeridir). Sizce oyunu kim kazandı?

Bir Başka Dünyadan

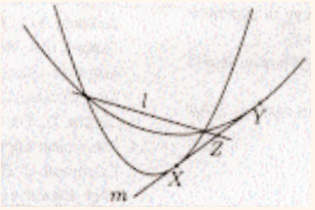


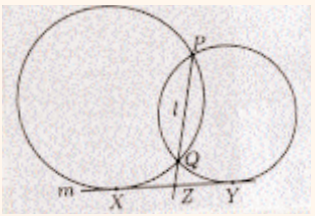
Bu üç şekil için ne düşünüyorsunuz?

Işık Hızıyla Uzaya Gitmek

Teknolojinin ilerlemesi bir gün uzaya ışık hızına yakın bir hızla gidebilen uzay gemileri yapmayı olası kılarsa, böyle bir yolculuğun gerçekleştirilmesindeki güçlüklerin neler olabileceğini düşünün. Özellikle şu soruları yanıtlamaya çalışın: 1) Böyle bir hıza erişebilir miyiz? 2) Bu hızdaki uzay gemilerinin amacı ne olabilir? 3) Böyle bir yolculuktan sonra Dünya'ya dönüşte ne ile karşılaşılır? 4) "Işık hızına yakın bir hızla uzaya yolculuk mümkün olsa bile yapılmasın" diyenler hangi etik kuraldan hareket ediyorlar? 5) Böyle bir yolculukta uzay gemisinin boyu ve kütlesi değişir mi? Nasıl? 6) Böyle ışık hızında bir gemiyle sonsuza gidebilir miyiz? 7) Böyle bir yolculuktan geri dönemezsek, bu hangi nedenle olacaktır? (Uzay gemisinin arızaları, çarpışmaları vb. dışında).

Kesişen Paraboller



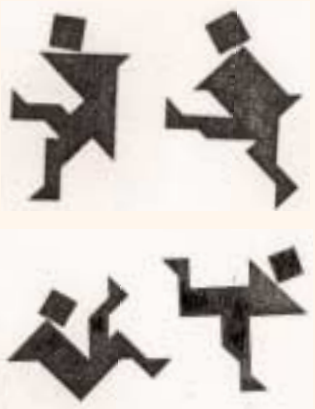


Çoğu kez parabol problemleri daire problemleri haline dönüştürülebilir. İki parabol kesişiyor; ortak kirişleri L. İki parabolün ortak teğeti olan m, parabollere X ve Y'de değiyor. L, XY doğrusunu Z'de kesiyor. XZ=ZY olduğunu, alttaki daire örneğinden yararlanarak kanıtlayın.

İki Dişli Çark

Aynı yarıçaplı iki dişli çark var. Biri sabit, diğeri sabit olanın çevresinde dönüyor. Hareketli çark, sabit olanın etrafında tam bir devir yaptığında kendi etrafında kaç kere döner?

Tangram

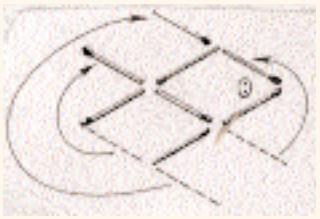


Diküçgenlerde 10 Kuralı

Hangi doğal sayılar, tam 10 ayrı Pisagor üçgeninin (her kenarı tam sayı olan diküçgenler) kenarı olabilir?

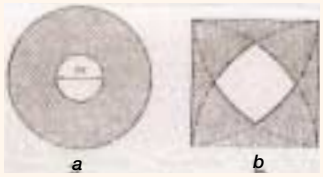
Geçen Ayın Çözümleri

Balık



Çekirge

a) Çekirge daire biçimi 3 m çaplı döşemenin merkezine çizilen 1 m çaplı bir daire içinde olamaz ve bu daire dışındayken onun içine giremez. Açıklaması kolay: Çekirge bir sıçrayışta 2m gittiğinden, duvarın dibinden sıçrasa bile beyaz dairenin çevresi üzerine düşer; çünkü taralı bölgede 1m + beyaz bölgede 1m= 2m gitmiştir. Çekirge bir sıçrayışta 2m gittiğinden beyaz daire içinde olamaz; çünkü beyaz daire içindeki her noktanın duvardan uzaklığı 2m'den azdır. Çekirge beyaz dairenin çevresi üzerinden sıçrarsa 2m giderek duvara varır . Çekirge 1m iç ve 3m dış çaplı halkanın (taralı) herhangi bir noktasında bulunup 2m'lik sıçramalar yapabilir. Pratik yararı: Buğday çuvalı beyaz alana konulursa çekirge ona erişemez.



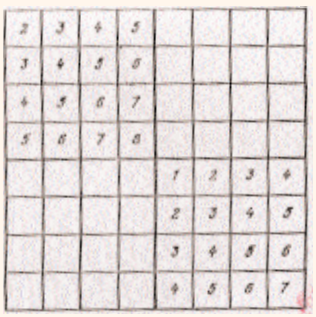
b) Köşelerin her birinden 2m yarıçaplı yaylar çizelim. Çekirge ortadaki eğri kenarlı kareye erişemez.

Pazar Sayısı

365 = (52.7)+1 ve 366= (52.7)+2 (artık yıl). Herhangi bir yılda 52 hafta ve 1 veya 2 gün vardır. Her hafta bir pazar içerir; artan 1 ya da 2 gün pazar olabilir ya da olmayabilir. O halde 1 yılda en çok 53 pazar olabilir.

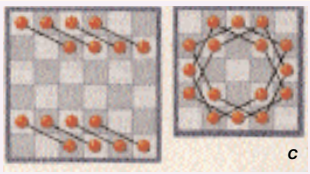
Satrançta Zürafa

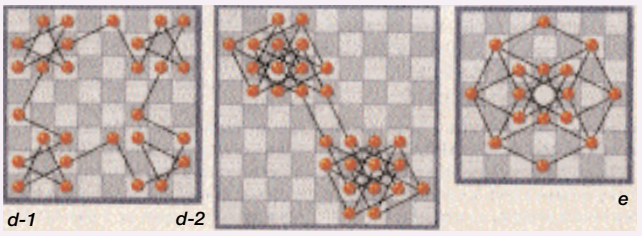
8 zürafa konulabilir. Zürafalara 1'den 8'e numara verelim. Zürafaları koyabileceğimiz karelere numara verilmiştir. 1 nolu zürafa e4'e, 2 nolu zürafa şunlardan birine: a8, f4 ve e3, 3 nolu zürafa şunlardan birine: a7, b8, e2, f3 ve g4 vb.



Şövalyelerin Toplantısı

a) 4 at bir kenara,
4 at karşıt kenara konulur.





Kabile Reisinin Çocukları

Evet, olabilir. Erkek çocuklar: ABA, AB, A; kız çocuklar BAB, BA ve B.

Karışık Torba

Tek bir soru yeterlidir. Robert'e ("1 şeftali+1 eriğim var" diyerek yalan söylemişti) şunu dersiniz: "Bana torbandaki meyvalardan birini göster". Diyelim ki size 1 erik gösterdi; belli ki torbadaki diğer meyva da eriktir (Çünkü Robert yalan söylediğinden 1 erik+1 şeftali olamaz). Arthur yalan söylediğinden 2 şeftalisi olamaz; 2 eriği de olamaz (2 erik Robert'de). O halde Arthur'da 1 erik+1 şeftali ve Lillian'da 2 şeftali var. Robert size erik yerine şeftali gösterseydi Robert'in 2 şeftalisi olurdu; Lillian'da (yalan söylediği için) 2 erik olamazdı; o halde 2 erik Arthur'da ve 1 erik+1 şeftali Lillian'dadır.

Zorunlu Tanışıklık

Toplantıda k kişi olsun. Bir kişinin tanıdıklarının sayısı 0 ile k-l arasında değişir. Biz dedik ki en az iki kişi aynı sayıda insan tanıyordur. Bunu tersine çevirip "olmayana ergi" yöntemini uygulayalım. Diyelim ki toplantıda 6 kişi olsun ve herbiri farklı sayıda insan tanısın: A: sıfır kişi tanıyor. B: 1 kişi tanıyor. C:2 kişi tanıyor. D:3 kişi tanıyor. E:4 kişi tanıyor. F:5 kişi tanıyor. Demek ki F herkesle tanışmış. O zaman A'nın "kimseyi tanımıyorum" sözü F'nin sözüyle çelişiyor. O halde herkesin farklı sayıda kişi tanıması olanaksız, en az 2 kişi aynı sayıda kişi tanımak zorunda.

Logaritma

Bu ifadeyi tabanı 10 olan logaritma olarak yazalım: log 2/log 100! + log3/log 100! + ...+log100/log 100!= log 100!/log 100!=1. Çünkü $1/\log_k 100! = \log_{100!} k$'dır. O halde: log 100! (2.3...100)= $\log_{100!}$ 100!= 1.

Özel bir Kare

Dört ardışık doğal sayıyı çarpıp 1 eklersiniz; örneğin (3.4.5.6) + 1= 361= 19^2. 361 sayısı 3,4,5 ve 6'ya bölünemez.

Küpler

Her kare 13'den 24 kare 24.13= 312 yapar. Her sayı 5 kere toplama işlemine girmiştir ve yazılan sayıların toplamı 312/5 olmalıdır. Bu kesirli bir sayıdır. O halde çözüm yok.

Kıyaslama

Evet, büyüktür.

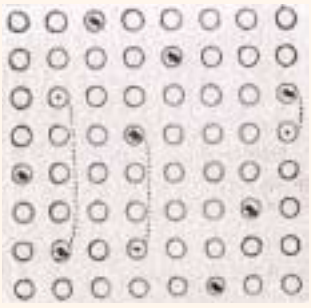
	Mavi Gözlü	Mavi Gözlü Değil
Sarışın	a	c
Sarışın değil	b	d

a/b> a+c/b+d ⇒ ad>bc ve a/c>a+b/c+d

Göldeki Ada

Adam ipin bir ucunu kıyıdaki ağaca bağlar ve göl kıyısında yürümeye başlar. Adam göl çevresinin yarısını geçtikten sonra ip adadaki ağaca takılarak bir U harfi çizmeye başlar. Adam başladığı noktaya geldiği zaman ipin yaptığı U harfi tamamlanır. U harfinin yuvarlak dibi adadaki ağaca takılmıştır; U'nun bir ucu kıyıdaki ağaca bağlıdır; bir ucu da adamın elindedir. Adam ipin diğer ucunu da kıyıdaki ağaca bağlar. İki ağaç arasında 150 m uzunlukta çift katlı ipten bir köprü oluşmuştur. Adam göle girer ve ipe tutuna tutuna adaya varır.

Kurbağalar ve Bardaklar



Kurbağaların sıçramadan önceki yeri noktayla gösterilmiştir.

22 oyunu

Çok kolay. İkinci oynarsanız şöyle kazanabilirsiniz: Şu sayıları söylemeniz gerekir: 7,12,17,22 (beşer beşer artıyor ve 22'de bitiyor). 1. oyuncu 3 derse siz 4, 4 derse 3 diyerek 7 dersiniz. Bundan sonra onun seçtiği kartı 12, 17 ve 22'ye tamamlarsınız; örneğin 4-(7)-9-(12)-15-(17)-21-(22) (parantez içi 2. oyuncunun konuşmalarıdır). 1. oyuncu 2 seçerse siz 2 ya da 3 ile yanıt vererek daima kazanabilirsiniz. Örnekler: a) 2-3, 2-3, 2-3, 2-3, (toplam 20); ikili kalmadığı için 1. oyuncu 22 diyemez; o 21 derse siz 1 seçerek 22 dersiniz; 3 ya da 4 seçerse 22'yi geçtiği için kaybeder; buna bir kartı tüketerek kazanma denir; burada ikili tükenmiştir. b) 2-3; 1-3; 3-2; 3-2 (19); 3'ler tükenmiştir; 1. oyuncu 19+3= 22 diyemez; 1 ile 20'de, 2 ile 21'de kalır; 4 ile 23 yapıp 22'yi geçer. c)2-3; 3-4 (12). d)2-3, 4-3 (12) ile 2. oyuncu kazanır; hasmının attığı kartı 5'e tamamlaması yeter: 12+5+5= 22.

1. oyuncu 1 seçerek daima kazanır; bu tek kazanma şansıdır: a) 1-1, 4-1, 4-1, 4 (16) b) 1-3, 1-2, 4-1, 4-1, 4 (21); c)1-4, 2 (7); d) 1-2, 4 (7) ile 1. oyuncu daima kazanır.

Tangram



Her şey Görelidir

Günde 1 dakika geri kalan bir saat ancak iki yılda bir doğru zamanı gösterir; çalışmayan saatse günde 2 kere doğru zamanı gösterir: akrep ve yelkovanın sürekli gösterdiği saat (örneğin; sabah 10 ve akşam 10).

Alice'nin Tangramları



Sihirli Sayılar

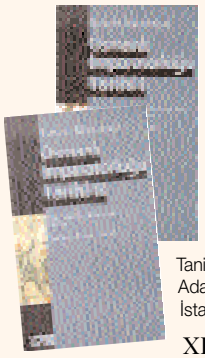
N ve N/(N-1). Örneğin 9 ve 9/8. 9+(9/8)= 9 x (9/8).

Solucanlar Dünyası



Yayın Dünyası

Murat Dirican



Osmanlı İmparatorluğu Tarihi

Cilt: 1:Osmanlı İmparatorluğunun Doğuşundan 18. Yüzyılın Sonuna
Cilt: 2: 19. Yüzyılın Başlarından Yıkılışa
Robert Mantran
Çeviri: Server Tanilli
Adam Yayınları
İstanbul Nisan 1999

XIV. yüzyılın başlarında, Anadolu'da, Bizans ile Selçukluların yıkıntıları üzerinde kurulan Osmanlı İmparatorluğu, iki buçuk yüzyıl boyunca, Viyana kapılarından Yemen'e; Cezayir'den Irak'a değin yayılır. Bu geniş alanda, sultanın otoritesi tartışılmayı kabul etmez. Ne var ki, Müslüman yasası olan şeriatın yanı sıra, boyun eğdirilmiş halkların geleneklerini de korumaya çabalayan bir siyasal sistem yerleşir. Osmanlıların şu hoşgörüsünü de gerçekten unutmamak gerekir: İspanya ve orta Avrupa Yahudileri gelip onlara sığındılar. Osmanlı büyüklüğünün simgesi olan Kanuni Sultan Süleyman'ın uzun saltanatından sonra, çatlaklar belirir devlette, doğal olarak karışıklıklar sarar eyaletleri. XIX. yüzyıldaki o ağır gerileyişin bir bakıma başlangıcıdır bu ilk kargaşalardır. Öyle olunca da, birçok yönetici reformlara girişecektir...

XIX. yüzyıl, Osmanlı İmparatorluğu için, başta "Şark Meselesi"nin yüzyılıdır. "Şark Meselesi" denince de, 1774 (Küçük Kaynarca Antlaşması) ile 1923 (Lozan Antlaşması) arasında geçen olayların bütünü anlaşılır. Peki, bu olayların temel nitelikleri nelerdir? Yalın bir biçimde şöyle açıklanabilir: Osmanlı İmparatorluğu'nun gitgide bölünüp parçalanışı ve Balkanlar Avrupa'sıyla ta İran Körfezi ve Hint Okyanusu'na değin, Doğu Akdeniz ve Güney Akdeniz'in kıyı ülkeleri üzerinde denetimlerini ya da nüfuzlarını kurmak amacıyla Avrupalı büyük devletler arasındaki rekabet! Osmanlılar, XIX. yüzyıl boyunca sürdürdükleri savaşların hemen hemen hepsini yitirecek, imparatorluk, topraklarının parça parça elinden çıktığını görecektir; öte yandan, kaynaklarının büyük bir bölümünün batı ortaklıklarının denetimine geçmesi, ülkenin bağımlı duruma düşmesine yol açacaktır. Bununla birlikte, Osmanlı yöneticiler, yıkılışa karşı bir önlem diye yönetimsel, toplumsal, siyasal ve kültürel alanda reformlara girişirler. I. Abdülhamit'ten başlayarak, sultanlar, Osmanlı Devleti'ni yenileştirmeye ve her şeyden önce de, imparatorluğun sınırlarını koruyabilecek yetenekte bir ordu kurmaya çalışırlar. Bu yenileşme, Osmanlı dünyasının batılı teknik ve fikirlere açılışını da içermektedir. Ne var ki Avrupalı büyük devletlerin oyunu, bu reformların kapsamını sınırlar. Sonunda İmparatorluk, "Avrupa'nın hasta adamı" olup çıkar; Batılılar, bir an önce ölsün diye sabırsızlanıp duracaklardır... Osmanlı tarihini böyle bir çerçevede özetleyen kitap, iki ciltten oluşuyor.



Yaşamın Kökeni
Osman Gürel
Pan Yayıncılık
İstanbul,
Ekim 1999

Yaşamın ne olduğu, nerede, ne zaman, nasıl başladığı sorusu ilkçağlardan bu yana insanlığın gündeminde hep yeralagelen bir sorudur. Sorunun yanıtıysa, binlerce yıl toplumların yaşamını biçimlendiren inanç sistemlerinin çeşitli metafizik yargılarıyla verilmeye çalışılmıştır. Bilimsel devrimin başladığı 17. yüzyıldan sonra bu sorunun yanıtını bilimsel yöntemlerle araştırma çabaları öne çıkmıştır. Bu çabalar, sık sık inanç sistemlerinin engellemeleriyle karşılaşmışsa da, özellikle 20. yüzyılda hızla artan bilgi birikiminin sağladığı olanakların, bilim dalları arasındaki eşgüdümlü değerlendirilmesiyle önemli sonuçlara ulaşmıştır. İşte Yaşamın Kökeni'de bu konuyu, tarihsel geçmişi içinde ele alıyor. Ayrıca uzayda başka canlıların bulunma olasılıklarıyla birlikte bu konuda yapılan araştırmalar doğrultusunda yüzyılımız biterken ulaşılan noktayı, genel yönleriyle vermeyi amaçlıyor.



Sayılar Teorisinde İlginç
Olimpiyat Problemleri ve Çözümleri
Halil İ. Karakaş
İlham Aliyev
TÜBİTAK Matbaası
Ankara, Haziran 1999

Matematik eğitiminde, temel lise eğitiminin son derece önemli bir yer vardır. Matematik Olimpiyatları'ysa bu konudaki genç yeteneklerin keşfedilmesinde ve yönlendirilmesinde en etkin araçlardan biridir. Nitekim, son yıllarda ülkemizde de büyük bir ilgi görmeye başlamıştır. Kuşkusuz, Matematik Olimpiyatları için yetenekli genç matematikçilerin hazırlanmaları gerekiyor. Sıradan bir iş olmayan bu hazırlık, iyi öğretmenler kadar iyi hazırlanmış kitaplar da gerektiriyor. İşte *Sayılar Teorisinde İlginç Olimpiyat Problemleri ve Çözümleri*, ülkemizdeki matematiğe ilgi duyan genç yeteneklerinin, bu konudaki birikimlerine katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmış. Kitapta matematiğin en klasik dallarından biri olan sayılar teorisine ait hem ilginç hem de çok çeşitli problemler yer alıyor. Ayrıca sayılar teorisiyle yakın ilişkisi olan polinomlara da yer verilmiş. Kitapta, problemlerin tümüne olmasa da kimilerine verilen farklı çözümler, yorumlar ve ek bilgiler de yer alıyor. Böylece güzel bir "problemler ve çözümler demeti"nin ortaya konulmasına özen gösterilmiş.



Anatomist
Federico Andahazi
Çeviri: Zeynep Karaca
Güncel Yayıncılık
İstanbul, Ekim 1999



Kehanetin Oyuncağı
David Eddings
Çeviri: Bülent Somay
Metis Yayınları
İstanbul, Ekim 1999



Dikensiz Gül: Temiz Enerji
Umur Gürsoy
İskenderun Çevre Koruma Derneği Yayınları
İskenderun,
Temmuz 1999



Bilgi ve Betimleme
Ömer Naci Soykan
Küyerel Yayıları
İstanbul, Kasım 1998

Yıl:2046 Uzay Anıları
Aydın Boysan
Bilgi Yayınevi
Ankara, Ekim 1999



Trafik Hizmetleri Açısından Ulaşım Sektörünün Geleceği Sempozyumu Bildiriler Kitabı
Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları
Ankara, 1999



Aklın Türleri
Daniel C. Dennett
Çeviri: Handan Balkara
Varlık Yayınları
İstanbul, 1999



Çocukta Zihinsel Gelişim
Jean Piaget
Çeviri: Hüsen Portakal
Cem Yayınevi
İstanbul,
Eylül 1999





Alp Akoğlu - Çağlar Sunay

Yeni Doğan Ay'ın Sırrı

Pek çoğumuz, yeni doğan Ay'ı izlemekten hoşlanır, bundan zevk alırız. Pek az doğa olayı bu kadar romantiktir. Ay, bu sırada kan kırmızı göründüğü gibi, oldukça da büyüktür. Bu göz yanılması, yani Ay'ın ufka yakınken daha büyük görünmesi, Aristo'dan Leonardo da Vinci'ye kadar pek çok filozofun ilgisini çekmiş. Aslında o zamanlar da bunun bir göz yanılması olduğu biliniyor olmasına karşılık, nedeni bilinmiyordu. Ancak, bu olayın asıl nedeni daha yeni keşfedildi.

1960'larda, Lloyd Kaufman ve Irvin Rock adlı iki bilim adamı, "görünür uzaklık kuramı" diye bir kuram geliştirdiler. Bu kurama göre, beynimizin uzaklık belirleme mekanizması, Ay ufka yakın olduğunda ve gökyüzünde yüksekte bulunduğunda farklı çalışıyordu. Birincisinde, yani Ay ufka yakın olduğunda görüş alanında başka cisimler de olduğundan beynimiz onu bu cisimlerle karşılaştırarak daha uzak olarak algılıyor. Bu, beynimizin otomatik olarak yaptığı bir işlem. Örneğin, uzaktaki bir ağaca baktığımızda, ağaç uzaklığı nedeniyle gözümüze çok küçük göründüğü halde, beynimiz onun gerçek büyüklüğünü hesaplayabiliyor. Bu, geleneksel varsayıma aykırı bir düşünce; çünkü, Ay büyük göründüğünden daha yakın gibi gelir bize.



New York, Long Island Üniversitesi'nden Llyod Kaufman ve IBM Almadan Araştırma Laboratuvarı'ndan James Kaufman, bu göz yanılmasını çözmek için bir deney yaptılar. Deney, gerçek gökyüzü altında, sanal Ay'larla yapıldı. Gözlemciler, yarıgeçirgen aynalardan hem gökyüzünü ve ufku, hem de sanal ay görüntülerini görebiliyorlardı. Deneylerde iki Ay görüntüsü kullanıldı. Bu görüntülerden herbiri, iki ayrı projektörden gelen görüntülerle oluşturuluyordu. Böylece üç boyutlu bir Ay görüntüsü oluşturulabiliyor; ayların uzaklığı değiştirilebiliyordu. Ayrıca, deneyi yapanlar, sanal ayların gözlemcilere tam olarak ne kadar uzak göründüklerini ölçebiliyorlardı.

Deneyde, aylardan birisi sabit bir uzaklığa yerleştirildi ve her bir gözlemciden öteki ayı sabit ayın uzaklığının tam yarısı uzaklığa yerleştirmesi istendi. Bunu, bir el kumanda aletiyle yapabiliyorlardı. Deney, ay ufka yakınken ve uzakken tekrarlandı. Deneyde, ayların büyüklüğü sabit tutuldu. Deneyin sonucunda, denekler, her seferinde ufka yakın ayı, yüksektekine göre daha uzağa (yaklaşık dört katı kadar) yerleştirdiler. Yani, ufka yakın olan Ay, gözümüze daha yakın değil; gerçekte daha uzak görünüyordu.

Nature, Science Update, 10 Ocak 2000
New Scientist, 15 Ocak 2000

Asteroid Tehdidi



1997 XF11 Ekim 2028'de Dünya'ya yalnızca 50 000 km uzaktan geçecekti. 11 Mart günü tüm dünyada gazete ve televizyonların ilk haberi bu olmuştu. Ama sonra NASA'nın yaptığı hesaplar sonucunda, bu uzaklığın Ay'ın Dünya'ya olan uzaklığının 1,5 katı olacağı duyurulmuştu.

Ocak ayının ortalarında ABD'li gökbilimciler, yörüngeleri Dünya'ya yakın asteroidlere ilişkin önemli bir açıklama yaptılar. Bu açıklamada, Dünya'ya çarptığında büyük çaplı bir yıkıma yol açabilecek asteroidlerin sayısının önceki tahminlerin yarısı kadar olduğu bildirildi. Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan asteroidlerin 1000-2000 arasında olduğu tahmin edilirken, son hesaplar bu sayının 500 ile 1000 arasında olduğunu ortaya koydu. Ne var ki sayının yarıya düşmesi kendimizi güvende hissetmek için hiç de yeterli değil.

Yapılan son hesaplara göre önümüzdeki bin yıl içinde bu asteroidlerden birinin Dünya'ya çarpma olasılığı yaklaşık %0,5. Bu hesaplamaları yapan gökbilimciler California Teknoloji Enstitüsü'nde yer alan Jet İtki Laboratuvarları'nda çalışıyorlar. Dünya'ya Yakın Asteroidleri İzleme programının bir parçası olarak bu araştırmayı yapmışlar. Bu iş için geliştirilmiş özel bilgisayar programları kullanıyorlar.

Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan ve Dünya'ya çarptıklarında küresel bir yıkıma yol açabilecek meteroidlerin çapları 1 kilometreyle on kilometre arasında değişiyor. Eğer çapı bir kilometre olan bir asteroid Dünya'ya çarparsa 1,5 milyar insanın öleceği düşünülüyor. 65 milyon yıl önce yaklaşık 10 km çapında bir göktaşının çarpması sonucunda Dünya'nın iklimi değişmişti. Bu ani küresel iklim değişimi sonucunda da başta dinozorlar olmak üzere yeryüzündeki canlı türlerinin %70'i ortadan kalkmıştı.

Asteroidler, Güneş sistemiyle birlikte oluşmuş kaya, demir ya da başka elementlerden oluşmuş kütleler. Büyük asteroidlerin yanı sıra yine Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan binlerce küçük asteroid bulunuyor. Gerçekte bunlar da çok ciddi tehdit oluşturuyorlar. Çünkü 1908'de Sibirya'ya düşen 100 m çaplı bir kuyrukluyıldız parçası da 2000 km²lik bir ormanlık alanı yerle bir etmişti.

Eğer o göktaşı iki saat daha önce düşseydi, Sibirya'nın ıssız ormanlık alanları yerine Moskova'ya düşecekti. Günümüzde New York, İstanbul ya da Mexico City'ye düşecek yalnızca 100 m çaplı bir göktaşı bile binlerce kilometrelik alanı yerle bir edip on milyondan fazla insanın ölümüne yol açabilir.

Bu ciddi tehdide karşı yapılacak ilk şey, tehdit kaynağı asteroidlerin yörüngelerini, büyüklüklerini ve hızlarını saptamak. Şimdilik yalnızca NASA'da bir ekip bu işle uğraşıyor. Kullanabildikleri teleskoplar küçük ve sınırlı. Ayrılan ödenek de az. Bu olanaklarla yalnızca 1 km'den büyük çaplı asteroidlere yönelik bir veri tabanının %90'ı ancak 20 yılda oluşturulabilecek. Kimi gökbilimciler bu hızı yeterli bulurken kimileri de böylesi bir tehdit karşısında çok yavaş hareket edildiğini düşünüyor.

NASA bugün çalışmaya yılda 3 milyon dolar ayırabiliyor. Ancak önümüzdeki 10 yıl içinde asteroidlerin yapısını anlamak için göndereceği uzay araçları için 1 milyar dolar harcayacak. Pentagon ve Enerji Bakanlığı da Dünya'ya yaklaşmakta olan bir asteroidi imha etmek ya da yönünü değiştirmek için birtakım silahlar geliştirecek.



Gökbilimciler 10 km çaplı bir asteroidin önümüzdeki bir milyon yıl içinde Dünya'ya çarpma olasılığının %1 olduğunu söylüyorlar. Bir başka deyişle ortalama her 100 milyon yılda bir 10 km çaplı bir göktaşı Dünya'ya düşüyor. Ama boyutlar küçüldükçe bu olasılık da artıyor. Örneğin Sibirya'da Tunguska'ya düşen göktaşının bir benzeri her yüz yılda bir Dünya'ya düşüyor.

Yapılan araştırmalar Hawaii'deki Maui Adası'nda Haleakala Krateri'nin doruğunda kurulu ABD Hava Kuvvetleri'ne ait ve 1 m çaplı teleskopu bulunan gözlemevinde elde edilen verilerle yapıldı. Önceleri farklı gecelerde gökyüzünün aynı bölgesinde çekilen fotoğrafları uzman bir gökbilimcinin incelemesiyle yapılan araştırma yerini artık bilgisayarlı karşılaştırma yöntemlerine bırakmıştı. Doğal olarak böylesi hem daha hızlı hem daha güvenilir.

Bilim adamları bugüne değin yörüngesi Dünya'ya 7,5 milyon kilometre yaklaşan ve çapı 1 km'den büyük 123 asteroid saptadılar.

http://www.cnn.com
http://news.bbc.co.uk
http://www.msnbc.com

Yaşamın Kökleri





Mars'tan gelen kaya ve onun üzerinde görülen ve mikroorganizma fosili olduğu düşünülen yapı.

Milyarlarca yıl önce iç kısımlarında mikroorganizmalar taşıyan kayalar Mars'tan yola çıkarak Dünya'da yaşamın başlamasına yol açmış olabilir ya da bunun tam tersi olmuş olabilir.

Finlandiya'da Turku'daki Turku Gözlemevi'nde gökbilimcilerden ve biyologlardan oluşan uluslararası bir ekip, ilkel yaşam biçimlerinin gezegenler arasında taşınmış olup olamayacağını araştırıyor. Araştırmacıların vardığı sonuç, kuramsal olarak böyle bir yolculuğun olabileceği yönünde. Bu yıl Ocak ayının on ikisinde, Amerikan Gökbilim Derneği'nde düzenlenen ulusal bir toplantıda uzmanlar, yaptıkları hesaplamaların sonuçlarını açıkladılar. Bu sonuçlara göre eğer Mars'ta yaşam ortaya çıkmışsa, asteroid çarpması sonucu uzaya fırlatılan yaklaşık 5 trilyon kayadan bazıları bu yaşam biçimlerini Dünya'ya taşımış olabilir. Araştırmayı yürüten ekip aynı zamanda Güneş sistemi dışındaki gezegenlerden gelen ve mikroorganizma taşıyan kayaların da Dünya'ya düşmüş olabileceğini, ancak bu olasılığın çok düşük olduğunu ileri sürüyor.

Stockholm'deki Royal Institute of Technology'de çalışan ve bu araştırmayı yapan grubun liderlerinden biri, gökbilimci Kurt Mileikowsky, "Eğer Dünya'daki yaşam gezegene dışardan geldiyse bunun kaynağı kendi Güneş sistemimizdir" diyor. Bu ekibin gökbilimcileri Mars'a çarptığı zaman kayaları uzaya fırlatacak denli büyük ve hızlı asteroidlerin ne sıklıkta çarptığını hesaplamışlar.

Her ne kadar Dünya'da Mars'tan geldiği anlaşılan çok az sayıda kaya bulunuyorsa da ekibin hesaplamaları daha bulunamamış tonlarca kayanın olduğu yönünde. Ekip yalnızca kayaların Mars'tan kopup Dünya'ya gelişleriyle ilgilenmiyor. Bir yandan da böyle bir yolculuk sırasında mikroorganizmaların, hangi düzeylerde basınç, sıcaklık, ivmelenme ve radyasyonun etkisinde kalacağı araştırılıyor. "Dünya'da tüm bu zorlu koşullara dayanabilen en az iki mikroorganizma biliyoruz: *Deinococcus* radioduran ve *Bacillus* subtilis. Bu iki mikroorganizma da Mars'tan Dünya'ya ya da Dünya'dan Mars'a taşınmış olabilir. Laboratuvar deneylerinde her iki türün de sıcaklığa, radyasyona ve ivme etkilerine çok dirençli oldukları gözlendi" diyor Mileikowsky.

Mileikowsky'ye göre böylesi bir yolculuğa dayanabilmek için mikroorganizmaların Mars'tan gelen kayaların en iç bölümünde bulunması gerekiyor. Ancak böylesi korunmuş bir durumda mikroorganizmalar, uzay boşluğuna çıkar ve Dünya'ya düşerken sürtünmeyle oluşan yüksek sıcaklığa dayanabilir.

"Eğer gelen kaya bir futbol topundan daha büyükse ısı kayanın iç kısımlarına ulaşacak zaman bulamaz" diyor Mileikowsky. Gökbilimciler böyle bir kaya içinde yolculuk etmiş mikroorganizmaların ancak altmışta birinin yaşamlarını sürdürebileceğini ileri sürüyor.

Bugün için Mars'ta yaşam olması olasılığı düşük. Ama gökbilimciler Güneş sisteminin ilk dönemlerinde kızıl gezegende su ve daha yoğun bir atmosfer bulunduğunu, sıcaklığın da daha yüksek olduğunu biliyorlar. Bu nedenle de Mars'ta bir zamanlar yaşam olduğuna inanılıyor. Hatta Houston'da Johnson Uzay Merkezi'ndeki bilim adamları böyle bir kanıt bulduklarını bile düşünüyorlar. Bu kanıt Mars'tan Dünya'ya geldiği sanılan bir meteoritin üzerinde gözlenen kurt biçimindeki bir yapı. Kimi gökbilimciler bunun çok eski dönemlerde yaşamış bir Mars mikroorganizmasının fosili olduğunu düşünüyor. Ama bu görüşe katılmayanlar da var.

Öte yandan uzmanlar, beş trilyona yakın kayanın göktaşı çarpmaları sonucunda fırlatıldığını ve Mars'a gittiğini hesapladılar. Bu da Dünyalı mikropların Mars'a gitmiş olabileceği anlamına geliyor. "Dünya ile Mars arasındaki bu yoğun kaya trafiğinde ilk hangi tarafın yola çıktığının saptanması olanaksız, o yüzden de yaşamın Dünya'ya Mars'tan mı geldiğini yoksa tam tersi mi olduğunu bilemeyeceğiz" diyor Mileikowsky.

Gökbilimcilerden oluşan bir başka ekip de en ilkel yaşam biçimleri üzerine çalışıyor. Bu araştırmada da karmaşık organik kimyasal yapıların oluşturduğu ilkel çorbanın içinde en ilkel yaşam biçimlerinin yıldızların oluşmasından çok kısa bir süre sonra ve çok hızlı bir biçimde oluşmuş olabileceğini ortaya çıktı.

Amerikan Gökbilimciler Derneği'nin toplantısında konuşan gökbilimci Sun Kwok "Yaşam, daha önceden tahmin ettiğimiz tarihlerden çok daha önce başlamış olabilir" diyor. Kwok, Kanada'daki Calgary Üniversitesi'nde çalışıyor. "Kızılötesi Uzay Gözlemevi, büyük organik moleküllerin, kimi yıldızların oluşumundan yalnızca birkaç bin yıl sonra, onları bulut biçiminde saran kimyasal maddelerden oluştuğunu ortaya çıkardı. Kızılötesi gözlemler sonucunda kısa ömürlü, karbon yönünden zengin ve gaz-toz bulutlarıyla sarılı yıldızların çevresindeki bulutların, uzayda bugüne değin gözlemlenebilmiş en gelişmiş organik molekülleri içerdiği anlaşıldı. Bu tür karmaşık moleküllerin uzayda bulunduğuna ilişkin hiçbir kuşku kalmadı artık. Yıldızların bu tür yapıları kolayca olşuturduğunu biliyoruz" diyor Kwok.

Bu tür gelişmiş moleküller uzayda yol alarak Dünya'ya gelmiş olabilir. Uygun koşullar altında da yaşam ortaya çıkmıştır. Yıldızların çevresinde saptanan kimyasal maddelerden biri asetilen. Asetilen, benzen ve başka aromatik moleküllerin yapıtaşıdır. Yaşamın kimyasal hammaddesi olan karmaşık hidrokarbonlara kolayca dönüşebilir.

Kwok'a göre aminoasitler de yıldızların çevresinde oluşmuş olabilir, ama bu moleküller ne yazık ki günümüz teleskoplarınca daha saptanamıyor.

New Scientist 25 Aralık 1999

Karanlık Madde Hidrojen Gazı mı?



Evrende, görebildiğimiz maddenin yanında, göremediğimiz, "karanlık madde" olarak adlandırılan madde de bolca bulunuyor. Bu görünmeyen madde, gökadaları, göründüğünden çok daha kütleli yapıyor. Karanlık maddenin çoğunlukla, kahverengi ve beyaz cüceler; birtakım atomaltı parçacıklar ve varsayımlara dayanan kuark kümelerinden oluştuğu sanılıyor.

İki Alman gökbilimcinin varsayımına göre, gökadalardaki karanlık madde, sanıldığı kadar ilginç olmayabilir. Edvin Valentijn ve Paul van der Werf adlı iki gökbilimci, Avrupa Uzay Ajansı'nın Kızılötesi Uzay Gözlemevi'ni (ISO) kullanarak yaptıkları gözlemlerde, NGC 891 adlı kenarından görülen gökadada bol miktarda moleküler hidrojene (hidrojen gazı, H_2) rastladılar. Bu keşif, gökadalardaki "kayıp" karanlık maddeye ışık tutacak gibi görünüyor.

Moleküler hidrojen (H_2), atomik hidrojene (H) göre çok daha zor gözlenebiliyor. Çünkü, kızılötesi dalgaboyunda iki bölgede çok zayıf ışıma yapıyor. Ancak, ISO'nun kısadalga tayfölçeri sayesinde bu ışıma keşfedilebildi. İki gökbilimci, Astrophysical Journal Letters'da yayımlanan makalelerinde, moleküler hidrojenin gökadalardaki kayıp madde problemine çözüm olabileceğini belirtiyorlar.

Valentijn ve van der Werf, gökadalarda moleküler hidrojenin evrendeki temel madde olan ve radyoteleskoplarla kolaylıkla gözlenebilen atomik hidrojenden 5-15 kez fazla bulunduğunu belirtiyorlar. İki gökbilimcinin söylediğine göre, "Eğer bu maddenin miktarının atomik hidrojeninkinin yaklaşık 10 katı olduğu kanıtlanabilirse, kayıp madde sorunu çözülmüş demektir."

Gözlemlerin yapıldığı NGC 891 gökadası ortalama bir gökada olduğuna göre, evrendeki öteki gökadaların da benzer özelliğe sahip olduğu varsayılabilir. Ancak, başka gökadalardaki böyle bir gözlemin yapılmasının gerçekten zor olacağı ortada. Çünkü, NGC 891'in içerdiği gazın çoğu gökadanın içerdiği gaza oranla daha sıcak. Bu da daha fazla ışıma yapmasını sağlıyor. Yine de bu gökadadan alınan ışımanın miktarı, ISO'nun ölçebileceğinin hemen hemen alt sınırında. Bu yüzden, şimdilik başka gökadalardaki moleküler hidrojeni gözlemek zor.

Sky & Teleskope, Ocak 2000

Göktaşıyla Gelen Su

Texas Manahan kenti sakinleri, 22 Mart 1998'de unutamayacakları bir olay yaşadılar. O gün, iki tane, yumruk büyüklüğünde göktaşı şehre düştü. Birisi basketbol oynayan çocukların yakınına isabet etti. Neyse ki kimse yaralanmadı. Bu göktaşları, olaydan kısa süre sonra NASA Johnson Uzay Merkezi'nin yolunu tuttu. Göktaşları, buradaki bilim adamlarını da şaşırttı. Çünkü, bu taşların içinde su damlacıkları vardı. Daha da ilginç olanı, su, ayrıca taşların içindeki mor renkli, neredeyse saf tuz kristallerinin içinde hapsolmuştu. Çünkü, bu türden büyük kristallerin oluşabilmesi için çok miktarlarda su gerekir.



Benzer kristaller içeren bir göktaşı da, 1998 Ağustos'unda Fas'a düştü. 175 kg'lık bu göktaşı da tuzlu su damlacıkları içeriyordu. Bu göktaşlarının bir kuyrukluyıldızla çarpışmış bir asterodin parçaları olduğu sanılıyor. Göktaşlarının daha iyi incelenmesiyle bunların gerçekten nereden geldikleri ve nasıl oluştukları anlaşılabilecek.

Sky & Telescope, Ocak 2000

NASA'nın Bulutlu Günleri

Uzay uçuşları hem çok pahalı hem de tehlikeli. Deyim yerindeyse "uçurumun kenarında" yapılan etkinlikler. Uzay araçlarının tasarımında; tamirinde küçük bir nokta atlanırsa, bir felaket gelebilir. Mars Polar Lander'in Aralık 1999'da Mars'ta kaybı bunun en son örneği. Benzer biçimde, Eylül 1999'da Mars Climate Orbiter, bir takım yön belirleme hataları yüzünden Mars'ın atmosferine çakılarak parçalanmıştı. Yıpranmış kabloların yol açtığı bir kısa devre nedeniyle, Temmuz 1999'da uzay mekiği neredeyse acil iniş yaptı. Bu nedenle, tüm uzay mekiği filosu, altı ay boyunca uçurulamadı. Yapılan incelemelerde, tüm mekiklerde yüzden fazla kablonun benzer biçimde yıpranmış olduğu görüldü.

Şu andaki roket teknolojisiyle, birtakım kazaların olması kaçınılmaz. Ancak, bu kazaların son zamanlarda artış göstermesi herkesin dikkatini çekiyor. Nitekim, gözlemciler ve eski NASA personeli, son zamanlarda uygulanan "daha hızlı, daha iyi, daha ucuz" felsefesinin, nitelik denetiminde birtakım eksikliklerin ortaya çıkmasına yol açtığını düşünüyor.

Fırlatmalar, hataların en çok ortaya çıktığı anlar. Temmuz'da fırlatılan STS-93 uzay mekiği, az kalsın ciddi bir kazaya neden olabilecek iki tehlike atlattı. İyi sıkıştırılmamış bir vida, bir miktar yakıt kaybına yol açtı. Yakıt kaybı az olmasına karşılık, motorun zamanından önce durmasına neden oldu. Neyse ki, uzay mekiği planlanan yüksekliğe çok yakındı. İkinci sorunsa, kablolardaki kısa devre nedeniyle ana motorları çalıştıran bilgisayarların devre dışı kalmasıydı. Neyse ki destek sistemleri, sorunun bir kazaya yol açmasını önledi. İnceleme sonunda kablolaın yıpranmış olduğu saptandı. NASA, sorunun, işçilerin yeterince dikkatli çalışmamalarından kaynaklandığını belirledi.

Doğal olarak, tek sorun işçilerden kaynaklanmıyor. Sorunun temelinde yönetim hataları da var. En deneyimli elemanların işten çıkarılması da sorunun ayrı bir yönü. Tüm bunlar üretimde ve denetimde bazı eksikliklere yol açıyor. Bu olumsuz gelişmeler, NASA'nın Mars programını da etkileyecek gibi görünüyor. Mars Polar Lander ve Climate Orbiter uzay araçlarının arka arkaya kaybı, yeni bir strateji geliştirilmesinin gerekli olabileceğini gösteriyor. NASA, 2001'de gerçekleştirilmesi planlanan bir sonraki Mars inişini bu nedenle erteleyebilir.

Scientific American, Şubat 2000

Polar Lander'dan Umut Yok

NASA, Mars'ta kutup bölgesini incelemek üzere gönderdiği uzay aracından herhangi bir sinyal alamadı. Polar Lander uzay aracı, Mars'a iniş tarihi olan 3 Aralık 1999'dan bu yana kayıp. Kimse uzay aracına ne olduğunu bilmiyor.

Polar Lander'dan alınan en son sinyal, araç gezegene ulaşmadan hemen önce gelmişti. Bir sonra gelmesi beklenen sinyal, araç yere indikten sonra gelecekti. Ancak, araçtan bir daha sinyal gelmedi. Bunun üzerine NASA, uzay aracını aramaya koyuldu. Araçla radyo bağlantısı kurulamayınca, Mars'ın yörüngesinde dolanmakta olan Mars Global Surveyor uzay aracı, Polar Lander'in yüzeyde inmiş olabileceği yerleri görüntüledi. Araca ya da daha belirgin olabilecek paraşütüne ait hiçbir ize rastlanmadı. NASA, uzay aracıyla son iletişim kurma denemesini 6 Ocak'ta yaptı. Ancak, Mars Global Surveyor, aracı aramayı bir süre daha sürdürecek.

Polar Lander'in kaybı, 2001 ve 2003 yıllarında Mars'a yapılacak uçuşları biraz tehlikeye soktu. Çünkü, NASA yeni araçlarında benzer basit tasarımı kullanmayı düşünüyordu. Bu durumda, gelecekteki tasarımların üzerinde biraz daha düşünülmesi gereli gibi görünüyor.



NASA Haber Bülteni, 17 Ocak 2000

Uzay İstasyonunun Riskleri



Geçen ay yapılan bir açıklamada, önümüzdeki 15 yıl içinde, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun mürettebatından en az birinin yaşamını yitirebileceği bildirildi. Açıklama, Washington yakınlarında danışmanlık hizmeti veren Futron şirketinin NASA için hazırladığı rapora bağlı kalınarak yapıldı.

Bu raporun hazırlanmasındaki amaç, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda görev alacak mürettebatın karşılaşacağı risklerin olasılıklarını saptamak. Futron'un ilk hesaplamaları -ki şirket bunların biraz kaba olduğunu kabul ediyor- istasyonun yapılma süresinin yarısı boyunca üç astronotun istasyonda bulunacağı ve 15 yıl içinde de bu sayının artacağı ön kabülüyle yapılmış. Gerçekte de zamanla hem uzay istasyonunun boyutları -eklenecek yeni bölmelerle- hem de görev alacak mürettebatın sayısı artacak. Danışmanlık şirketinin hesapladığı başka olasılıklar da var. Bunlardan biri, istasyonun 200 aylık ömrü sırasında herhangi bir 8 aylık dönem içinde istasyonu tümüyle yitirme olasılığı. Futron'a göre bu olasılık istasyonun 15 yıllık ömrü boyunca %5-10 arasında. Eğer böyle bir durum olursa % 93 olasılıkla bunun nedeni mikrometeorit diye adlandırılan çok küçük bir göktaşının istasyona çarpması olacak. İstasyonda çıkacak bir yangın, patlama ya da istasyona yük ve mürettebat taşıyan uzay araçlarından biriyle çarpışmanın istasyonun tümüyle yitimi sonucunu doğurma olasılığı %2.

New Scientist, 25 Aralık 1999

Küçük Hale-Bopp

1997'de bizi ziyaret eden Hale-Bopp Kuyrukluyıldızı'nın bir uydusu olabilir. NASA'dan fizikçi Zdenek Sekania, kuyrukluyıldızın çekirdeğinin ve çevresindeki gazın parlaklığının matematiksel bir modelini oluşturdu. Daha sonra, Hale-Bopp'un 1995 ve 1996 yıllarında Hubble Uzay Teleskopu tarafından çekilen fotoğraflarını inceledi. İncelenen altı görüntüden beşinde, çekirdekten ayrı bir başka parlak bölge vardı.

Skenia, fotoğraflarda gözlediği bu parlak bölgenin, kuyrukluyıldızın uydusundan kaynaklandığı sonucuna vardı. Hesaplara göre bu uydu, kuyrukluyıldızın çekirdeğine yaklaşık 200 km uzakta, 33 km çapında. 1996 ve 1998 yıllarında, Hawaii ve Şili'deki gözlemevlerindeki gözlemciler de kuyrukluyıldızın çok yakınında benzer bir cisim gördüklerini bildirmişlerdi.

Skenia, varsayımıyla, öteki gökbilimcilerden hem olumlu hem de olumsuz tepkiler aldı. Johns Hopkins Üniversitesi'nden astrofizikçi Harold Weawer ve Philippe Lamy, benzer biçimde aynı zamanlarda kuyrukluyıldızı incelemişler; ancak, uyduya benzer bir cisme rastlamamışlar. Lamy ve Weaver, görüntülerdeki parlaklığın uydudan çok, son derece dinamik bir kuyrukluyıldız olan Hale-Bopp'tan fışkıran gaz olabileceğini düşünüyorlar.



Lamy ve Weaver'e karşılık, Harvard-Smithsonian Araştırma Merkezi'nden Brian Marsden'se Skenia'nın varsayımına olumlu yaklaşıyor. Marsden, büyük kütleli pek çok kuyukluyıldızın, yakınından geçtiği Jüpiter gibi büyük bir gezegenin çekim etkisiyle parçalanabildiğini ve Hale-Bopp'un da benzer biçimde parçalanmış olabileceğini söylüyor. 1994 yılında, Shoemaker-Levy Kuyrukluyıldızı, Jüpiter'in yakınından geçerken parçalara ayrılmıştı. Marsden böylesine büyük bir kuyrukluyıldızdan kopan bir parçanın onun yörüngesine yerleşmiş olabileceğini belirtiyor. Nitekim, Marsden, yaptığı hesaplarda, 4200 yıl önce Hale-Bopp'un bir önceki gelişinde Jüpiter'in çok yakınından geçmiş olabileceği sonucuna vardı. Bu da kuyrukluyıldızdan bir parçanın kopmuş olabileceği varsayımını destekliyor.

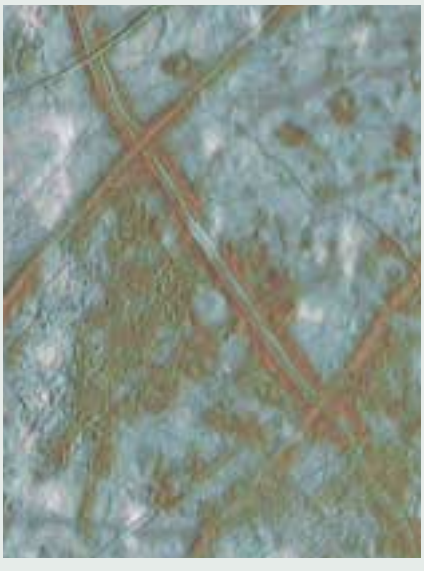
New Scientist, 11 Aralık 1999

Europa'da Okyanus

Jüpiter ve "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunu incelemek üzere gönderilen Galileo uzay aracı, Aralık 1995'ten bu yana görevini başarıyla sürdürüyor. Uzay aracı, 1995'ten bu yana gezegenin ve uydularının hem çok ayrıntılı görüntülerini hem de bu gökcisimleriyle ilgili pek çok değerli bilgiyi yeryüzüne ulaştırdı.

Galileo, 3 Ocak'ta Europa'nın sadece 351 km yakınından geçti. Uzay aracı, Bu sırada, uydunun manyetik alanındaki değişimleri ölçtü. Bunun amacı, yüzeydeki kalın buz katmanının altında bir "okyanus" aramaktı.

Jüpiter'in güçlü manyetik alanı, Europa'nın bulunduğu yerde her 5,5 saatte bir yön değiştiriyor. Bu değişim, Europa'da bir elektrik akımı yaratıyor. Bu da uydunun kendi manyetik alanını oluşturmasını sağlıyor. İlginç olan, bu alanın her 5,5 saatte bir yer değiştirmesi. Bu, Jüpiter'in etkisiyle uydunun manyetik alanının değiştiğini kanıtlıyor. Böyle bir değişikliğin meydana gelebilmesi için de uydunun iletken bir yapıya ya da en azından iletken bir katmana sahip olması gerekiyor. Çünkü, Europa'nın yüzeyini kaplayan buz katmanı böyle bir manyetik alan oluşturabilecek iletkenliğe sahip değil.



Yüzeyin altındaki okyanusun yaklaşık 100 km kalınlıktaki buz (ve belki su) katmanının derinlerinde yer aldığı sanılıyor. Sıvı haldeki suyun başka kanıtları da var. Bunun en belirgin olanı, yüzeydeki geniş çatlaklar. Uydunun yüzeyine bakıldığında, bu çatlaklar, buzun çatladığını ve dipten gelen suyun bu çatlakları doldurduğunu düşündürüyor.

Galileo uzay aracının sonraki hedefleri arasında, Ganymede yakın geçişi de var. Bu uyduda da benzer niteliklere rastlanabilir.

NASA Haber Bülteni, 10 Ocak 2000

Yakıt Pilli Arabalar Geliyor...

Daimler-Chrysler şirketinin iki yöneticisi, Washington'da Alman A sınıfı bir otomobille 17 Ocak günü küçük bir tur attılar. NECAR 4 olarak adlandırılan bu küçük otomobilin çok önemli bir özelliği vardı: Amerika'da yakıt pilleriyle çalışan ilk otomobildi. Bu otomobilde yakıt olarak sıvı hidrojen kullanılıyor; ürettiği atık da yalnızca su buharı. Silindir biçimiyle büyükçe bir termosu andıran sıvı hidrojen deposu aracın arka bölümünde bulunuyor.

Daimler-Chrysler'in Yakıt Pili Projesi'ni Dr. Ferdinand Panik yönetiyor. Dr. Panik şöyle diyor "NECAR 4, yakıt pilli araç teknolojisinde tam bir atılımı temsil ediyor. Çünkü çok güçlü bir yakıt pili sistemi geliştirdik ve bu sistemi de bu denli küçük bir arabanın altına sığdırdık. Beş yıl önce, aynı gücü elde edebilmek için kullanılan yakıt pili sistemini bir minibüse zor sığdırıyorduk".

NECAR 4'te kullanılan yakıt pillerini, Kanada'nın Vancouver kentindeki Ballard Power Systems üretiyor. Pillerde hidrojenin elektronları çekirdeklerinden ayrılarak bunlar ayrı iki elektrotta toplanıyor. , Arabadaki elektrik motoru da bu elektrotlar arasında kurulan bir devre üzerinden besleniyor. Bu sırada hidrojen molekülleri havanın oksijeniyle birleşerek su buharına dönüşüyor ve egzozdan atılıyor.

NECAR 4, Daimler-Benz şirketinin 1994 yılında ürettiği ilk yakıt pilli otomobil olan NECAR 1'e göre çok gelişmiş bir araç. NECAR 1'de kullanılan 800 kg'lık yakıt pili sistemi ancak bir minibüse yerleştirilebiliyordu; geriye de şoförle birlikte iki kişilik yer kalıyordu. 1996'da geliştirilen NECAR 2 biraz daha gelişmişti; herşeyden önce minibüs değil artık sıradan bir otomobildi. NECAR 2, saatte 110 km'lik bir hıza ulaşabiliyor ve bir depo hidrojenle 250 km yol alabiliyordu. NECAR 4 ise saatte 145 km'lik bir hıza sahip ve bir depo hidrojenle tam 450 km gidebiliyor.



Daimler-Benz'in ürettiği ilk üç nesil NECARlar.

Daimler-Chrysler'in yanı sıra Honda, General Motors, Ford ve Toyota gibi dev otomobil şirketleri de yakıt pilli araçlar üzerinde çalışıyorlar. Tüm bu şirketlerin amacı 2004'te piyasaya, sınırlı sayıda da olsa, yakıt pili teknolojisine dayalı otomobiller sürmek.

Bu yeni, doğa dostu teknolojinin önündeki en önemli engel hidrojen üretimi. Bugünkü teknolojiyle hidrojenin büyük miktarlarda üretimi pahalı. Ne var ki, bu konuda otomobil şirketlerinin yanı sıra dünyanın önde gelen petrol şirketleri de çalışıyor. Çünkü hidrojen, 21. yüzyılın enerji kaynağı olmaya en büyük adaylardan biri.

http://exn.ca/cars

En Güçlü Patlayıcı

Kimya, en yararlı ve aynı zamanda da en tehlikeli buluşların yapılabildiği bilim dalı. Patlayıcılar, bunların en tehlikelileri arasında. En etkili patlayıcılardan biriyse, 1847'de İtalyan kimyacı Ascanio Sobrero'nun bulduğu nitrogliserindir. Nitrogliserin, taş ocaklarında, yol açma gibi inşaat işlerinde çok yararlı oldu. Ancak, bu patlayıcının taşınması ve saklanması çok tehlikeliydi; küçük bir sarsıntıda patlayabiliyordu.

İsveçli bilim adamı Alfred Nobel, çok tehlikeli bir madde olan nitrogliserini bir takım silikatlarla karıştırarak güvenli, katı bir patlayıcı yaptı: dinamit. Nobel, bu buluşu inşaat işlerinde kullanılması için yapmıştı. Ancak, Nobel'e barış ödülü kazandıran bu buluşun askeri ya da terörist amaçlarla kullanılması da kaçınılmazdı. Nitekim, 1886'da bir ralli sırasında kalabalığa fırlatılan dinamit altı kişinin ölmesine, onlarca kişinin yaralanmasına yol açtı. Nobel'den bu yana, benzer çalışmalarla çok daha güçlü patlayıcılar yapıldı.

İlk patlayıcı olan barut, 9. yüzyılda Çin'de kullanılıyordu. Barut, bir tür karbon, kükürt ve yanmayı sağlamak için oksijence zengin bir maddeden oluşuyor. Nitrogliserin de yine oksijen ve karbonca zengin bir madde. Burada yanmayı sağlayan bileşen "nitro grubu" olarak adlandırılıyor.

1863'te keşfedilen TNT (trinitrotoluene) ise konsantre nitro grupları içermesi sayesinde nitrogliserine oranla daha güçlü bir patlayıcı. Askeri amaçlarla kullanılan en güçlü patlayıcılardan biriyse, HMX (High Melting eXplosive). Bu patlayıcı molekül, karbon ve azot atomlarından oluşan sekiz atomlu zincire dört nitro grubunun bağlanmasıyla oluşturuluyor. Temelde, bu türden bir patlayıcının yüksek gücü, bir moleküle çok sayıda bileşeni sıkıştırabilmeye dayanıyor.

California Üniversitesi'ndeki kimyacıların yeni yaptıkları patlayıcıysa, nükleer patlayıcılardan sonra en güçlü patlayıcı olma ünvanını kazandı. "Octanitrocubane" olarak adlandırılan bu patlayıcı, nitrogliserin gibi karbonca zengin. Ayrıca, yanmayı sağlayan oksitleyiciler içeriyor. Nitrogliserinden farkıysa, nitro gruplarının halka biçiminde değil, karbon atomlarından oluşmuş bir küpün köşelerine bağlanması.

"Cubane" olarak adlandırılan karbon küpün bulunuşu 1964'e kadar gidiyor. Bunun güçlü bir patlayıcı yapımında kullanılabileceği de 1980'lerden bu yana düşünülüyordu. Ancak, bu karbon kübün kenarlarına nitro gruplarını bağlamaktaki güçlük, bu güne kadar böyle bir patlayıcının yapılabilmesine engel oluyordu. Bu yeni patlayıcının gücü, HMX'ten yaklaşık %25 daha fazla.

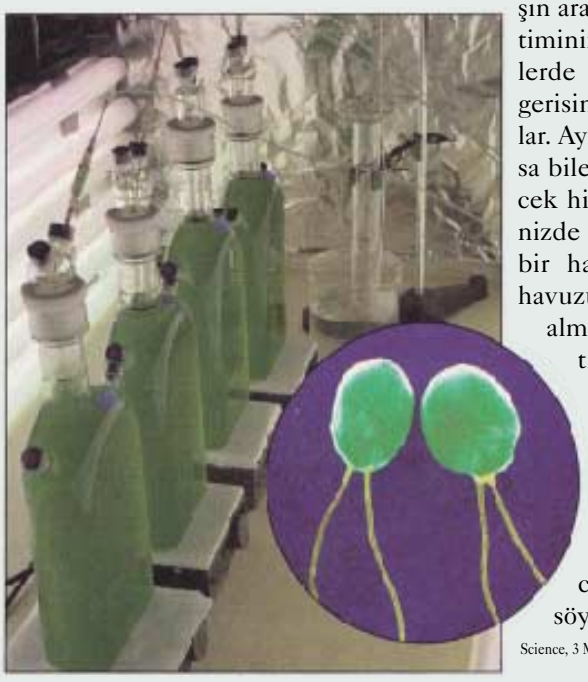
Nature, Science Update, 19 Ocak 2000

Havuz Pisliğinden Enerji

Aracınızın yakıt deposunu, bahçenizdeki havuza daldırdığınız bir hortumla doldurduğunuzu düşünün. Bilim adamlarının Güneş enerjisi kullanan mikroplar aracılığıyla suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırarak çeyrek yüzyıldır gerçekleştirmeye çalıştıkları bir düş bu. Çünkü hidrojen, bilinen en temiz yakıt. Yanma ürünü, bildiğimiz su. Dolayısıyla havayı kirletmesi söz konusu değil. Üstelik yanma artığı su yeniden ayrıştırılarak yakıt yeniden üretilebiliyor. Araştırmacılar hidrojen üretebilen mikroplarla deneylerine 1973 petrol bunalımının ardından başladılar. Örneğin, elektroliz sürecinin biyolojik biçimiyle suyu hidrojen ve oksijene ayrıştıran su yosunuyla olumlu sonuçlar da alındı. Ama her seferinde ortaya aynı sorun çıkmaktaydı: Bu tek hücreli canlılar önemli ölçüde hidrojen üretme potansiyeline sahip oldukları halde, süreç sırasında fotosentez yoluyla oksijen de ortaya çıkıyordu. Oksijense, hidrojen üretici hidrojenaz enzimini bloke ettiğinden, ancak çok küçük ölçeklerde hidrojen elde edilebiliyordu.

Amerikan Bilim İlerletme Derneği'nin (AAAS) Şubat ayında yapılan toplantısında açıklanan iki yeni yöntem, bu darboğazın aşılmak üzere olduğunu müjdeliyor. California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarından Tasios Melis ve Yenilenebilir Enerji Ulusal Laboratuvarı NREL'deki çalışma arkadaşları, balıklı havuzlarda ve akvaryumlarda sıkça görülen *Chlamydomonas reinhardtii* adlı alg türüyle deneyler yürütmüş. Ekip, sülfat tuzlarından yoksun bırakıldığında suyosununun, fotosentez yoluyla oksijen üretmek için gerekli proteinleri koruyamadığını ve tümüyle hidrojen üretmek üzere biçim değiştirdiğini göstermiş. Deneylerde, bir litre suyosununda saatte ortalama 3 mililitre hidrojen elde edildiği gözlenmiş. Ekip, dört günlük üretimden sonra suyosunlarının normal fotosentez sürecine geri dönüp tükenmiş proteinlerini yeniden oluşturmalarına izin vermiş.

İkinci yöntemde de üretim hattında aynı suyosunları bulunuyor. Ancak Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı biyofizikçilerinden Elias Greenbaum, şişelenen suyosunlarının üzerinde önemli ölçüde azot gazı tutarak, ayrıştırma sürecinde ortaya çıkan oksijenin sudan hızla çıkmasını sağlamış ve böylece hidrojen üretiminin engellenmesini önlemiş. Greenbaum, Melis grubunun üretim verimini 58 gün süreyle tutturmuş. Bunun bir dünya rekoru olduğunu vurgulayan araştırmacı, NREL'de geliştirilen oksijene dayanıklı mütant algler kullanarak rekoru daha da geliştirebileceğini öne sürüyor.

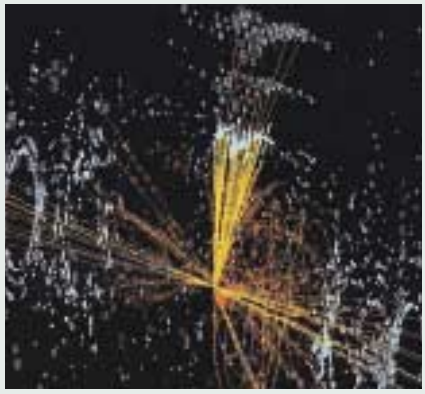


Ancak tüm bu ilerlemelere karşın araştırmacılar, hidrojen üretiminin hâlâ kuramsal modellerde öngörülen düzeyin çok gerisinde olduğunu belirtiyorlar. Ayrıca üretim on kat arttırılsa bile, tek bir otomobile yetecek hidrojen yakıtı için bahçenizde 45 metrekare alanlı sığ bir havuz gerekiyor. Üstelik havuzun da sürekli güneş ışığı alması gerekli. Gene de araştırmacılar, suyu ayrıştırmada biyolojik yöntemin, güneş pili ve rüzgâr enerjisi kullanma yöntemleri gibi bir seçenek olduğunu, ve yarışı hangisinin kazanacağının belli olmadığını söylüyorlar.

Science, 3 Mart 2000

"Yeni Fizik" İçin İnternet

Beş yıl sonra dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısını devreye sokmaya hazırlanan Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN, 27 km'lik yeraltı tünellerinde çarpışacak proton demetlerinin ortaya çıkaracağı verileri İnternet aracılığıyla incelemeyi planlıyor. 1.8 milyar dolara mal olacak "Ağır Hadron Çarpıştırıcısı"nda (LHC) proton ve anti-protonlar kafa kafaya çarpıştırılarak oluşacak enkaz içinde kuramsal modellerin öngördüğü çok değişik parçacıklar aranacak. Ancak bu verileri incelemek kolay değil. Çarpışmalar, her yıl incelenmesi gereken 7 petabyte (yedi katrilyon byte) tutarında veri ortaya çıkartacak. LHC'deki çarpışma izlerini saptayan dev detektörlerden yalnızca birinden çıkacak ham veri toplamı, dünyadaki altı milyar insanın her birinin aynı anda 20 telefonla birden konuşmasının gerektirdiği işlem gücüne eşit. CERN'in bu verileri 40 ülkedeki araştırmacılara aynı anda sunabilmesi için elindeki güçlü bilgisayarların kapasitesinin 1000 kat üstüde bir işlem gücüne gereksinmesi var.



CERN yetkililerinin kafalarındaki plan, hızlandırıcıdan elde edilecek verileri, yüksek hızlı bir iletişim ağıyla dünyanın çeşitli yerlerindeki 10 ulusal ve bölgesel veri merkezine göndermek ve buradan da yüzlerce yerel araştırma merkezine ve üniversitelere dağıtmak. Hazırlanacak yeni yazılım ve protokollerle İnternet, fiziğin önemli sorularını yanıtlamak için ABD'yle yarışan Avrupa bilim merkezinin hizmetine girmiş olacak. Bir başka deyişle CERN için İnternet, hem dev bir bilgisayar, hem de veritabanı haline gelecek.

Nature, 16 Mart 2000

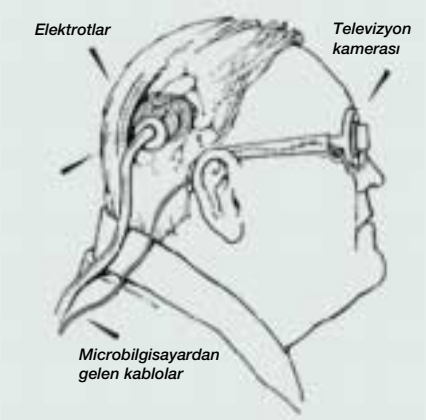
Karanlıklar Aydınlanıyor

Kafasından kablolar çıkan bir adam görmek kuşkusuz hemen herkesi şaşırtır, hatta biraz da rahatsız edebilir. Hele bu adamın bir de kör olduğunu fark etmek insanın şaşkınlığını daha da arttırır. Ne var ki Ocak ayının sonlarında böyle bir adam birçok haberciye kısa bir gösteri yaptı. Gösteriyi düzenleyen, Dobelle Enstitüsü'ydü.

Biyomedikal alanda araştırma ve geliştirme projeleri üreten Dobelle Enstitüsü'nde bir grup bilim adamı yapay bir görme sistemi geliştirmişlerdi. Bu çalışma enstitünün New York, Long Island ve İsviçre'deki laboratuvarlarında yaklaşık 30 yıldır yürütülüyordu. Ortaya çıkan ürün sayesinde görme yetisini tümüyle yitirmiş bir kişi 20/400 oranında görebiliyor.

Geliştirilen bu sistem, temelde bir gözlüğe takılan çok küçük bir televizyon kamerası ve bir ultrasonik uzaklıkölçerden oluşuyor. Televizyon kamerası ve uzaklıkölçerden çıkan kablolar belde taşınabilen bir bilgisayara bağlanıyor. Bu kablo aracılığıyla bilgisayara iletilen görüntü ve uzaklık bilgileri çok gelişmiş bir görüntü işleme programında işleniyor. Oluşan yeni veriler bir mikrobilgisayara gönderiliyor. Bu mikrobilgisayar da aldığı verileri sinyallere dönüştürüp 68 platin elektrottan oluşan bir bloka iletiyor. Sistemin en ilginç yanı platin blokun beynin görme merkezine yerleştiriliyor olması. Bir başka deyişle dışarıdan gelen kimi kablolar sağ kulağın arkasında, kafasında açılan bir delikten geçerek platin bloka ulaşıyor. Görme sisteminin en şaşırtıcı ve başarılı yanlarından biri de bu zaten. Yirmi yıldır denenen sistemde, insana rahatsızlık veren ya da enfeksiyona yol açan bir durumla karşılaşılmamış.

Sistemin üzerinde denendiği kişi 62 yaşında bir erkek. Adı Jerry (soy adı açıklanmıyor). Jerry, 36 yaşında geçirdiği bir travma yüzünden tümüyle göremez olmuş. Sistemi kullanmayı öğrenen Jerry 5 cm boyundaki harfleri 1,5 m'den okuyabiliyor. Gözlükteki minyatür televizyon kamerasına özel bir elektronik arayüz takıldığında, Jerry televizyon izleyebiliyor, bilgisayar kullanabiliyor ve hatta internete ulaşabiliyor. Ne var ki, bunları tnormal gören kişiler kadar yapamıyor.



Bu sistem üzerinde ilk çalışmalar başladığında kullanılan bilgisayar büyükçe bir bavul hacminde ve birkaç ton ağırlığındaymış. Son yirmi beş yılda beş yeni kuşak geliştirilmiş. Bugün kullanılan bilgisayar altıncı kuşak bir bilgisayar ve yalnızca kalın bir kitap büyüklüğünde, 5 kg ağırlığında.

Jerry beyaz duvara asılı duran bir bereyi bulabiliyor. Sonra da odanın içindeki bir mankenin başına bu bereyi takabiliyor. Ayrıca 5 cm büyüklüğündeki hafleri 1,5 m'den okuyabiliyor.

Dobelle'in aygıtı, doğrudan beyne yerleştiriliyor. Bunun yanı sıra ,başka araştırma grupları retinaya (gözün arka bölümündeki ışığı algılayan doku) yerleştirilen benzer bir aygıt üzerinde çalışıyor.

Jerry bu aygıtı şimdilik haftada 2-3 gün kullanıyor. Öteki günlerde araştırmacılar aygıt üzerinde çalışıyorlar. Aygıtın derinlik algılama yanı pek güçlü değil. Bu nedenle Jerry yürürken sağ kolunu sürekli ileri uzatıyor.

Yapay görme sistemi ilk kez 1970 yılında insanlarda denenmiş. O zaman önce üç gönüllüye geçici elektrotlar yerleştirilmiş. Bir süre sonra da dört gönüllüye kalıcı elektrotlar yerleştirilmiş. Son olarak da 1978'de iki gönüllü körün beynine ameliyatla elektrotlar yerleştirilmiş. Bunlardan biri olan Jerry hâlâ elektrotları taşıyor.

Dobelle Enstitüsü'nden yapılan açıklamaya göre çok sınırlı sayıda yapay görme sistemi bu yılın sonlarına doğru piyasaya sürülecek.

ABD ve İsviçre'de araştırma kuruluşları bulunan Dobelle Enstitüsü, eğitim, araştırma, geliştirme ve klinik uygulama alanlarında tıbbi aygıtlar üreten bir şirket. Son 30 yılda 40 ülkedeki 15 000 hasta için özel aygıtlar tasarlayıp üretmiş. Bu aygıtların tümü de başta ABD Gıda ve İlaç Dairesi olmak üzere dünyanın saygın tıp kurumlarından onay almış. Bu alanda çalışan başka birçok araştırmacı bu gelişmeyle daha bir yüreklenmişler. Utah Üniversitesi'nden Richard Normann, "yakın bir gelecekte bu sistem ya da benzerleri sayesinde körler daha karmaşık görsel işler yapabilecekler" diyor.

http://msnbc.com

Günde Bir Elma

Elmada bolca bulunan quercetin adlı bir antioksidan maddenin, akciğerleri ve solunum yollarını sigara ve kirli havanın etkilerinden korumaya yardımcı olduğu saptandı. Araştırmacılar, bunu ortaya çıkarmak için yaşları 45 ve 59 arasında 2500'den fazla kişi üzerinde yaptıkları araştırmada, beslenme alışkanlıkları ve solunum arasındaki ilişkiyi saptadılar. Araştırmada sigara, hava kirliliği gibi olumsuz; düzenli egzersiz gibi olumlu etkenler de göz önünde bulunduruldu. Ortaya çıkan sonuç, elma yiyerek alınan quercetin'in solunum fonksiyonlarını geliştirdiği saptandı. Quercetin, elmanın yanında, soğan, çay ve kırmızı şarapta da bulunuyor.



http://www.abcnews.com

İnsan Evriminin "Büyük Patlama" Kuramı

Bundan yaklaşık iki milyon yıl önce, Afrika'da biryerlerde, küçük bir grup birey, öteki akrabalarından ayrıldı. Bu grup, bir dizi hızlı değişim geçirdi. Vücut boyutları, beyin büyüklüğü, iskelet oranları ve davranış biçimlerinde meydana gelen bu değişimler, yeni bir türün, insanın evrim sürecini başlatmış oldu.

Yukarıdaki varsayım, Michigan Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmanın sonunda ortaya çıktı. Bu çalışmada, insan evrimi, geniş bir perspektifle ele alındı. Üniversitenin antropoloji bölümündeki araştırmacılar, her biri insan evrimi yap bozunun bir parçasını oluşturan paleontolojik, arkeolojik ve genetik verilerin harmanlanmasıyla evrim sürecinin nasıl başladığına dair en olası senaryoyu yarattılar. İnsan evrimi üzerine çalışan araştırmacıların en çok zorlandıkları noktaysa, farklı buluntulardan kaynaklanan farklı ipuçlarını bir araya getirmek.

Utah Üniversitesi Antropoloji Bölümü'nden John Hawks, eldeki verinin insan evriminin Afrika'da yaklaşık iki milyon yıl önce başladığını ve buradan tüm dünyaya yayıldığı düşüncesini desteklediğini söylüyor. Eldeki anatomik kanıtlar, öteki akrabalarından ayrı kalmış bir grubun bir "genetik devrim" yaşadığını gösteriyor. İlk modern insan yani *Homo sapiens*, hem büyüklük olarak, hem de anatomik ayrıntılar bakımından atası olan *australopithecine*lerden belirgin biçimde ayrılıyor. Araştırmaların sonucu, daha önce sanıldığı gibi, bu değişimin yavaş yavaş değil oldukça hızlı bir biçimde meydana geldiğini gösteriyor.

İnsan evrimini başlatan bu "ani" genetik değişimlerin nedeni, birtakım arkeolojik buluntular yardımıyla açıklanıyor. Değişimin bir nedeni, avlanma, toplama ve leş yeme gibi davranışlara yönelme. Ayrıca, vücut büyüklüğünde meydana gelen küçük değişimler de metabolizmada önemli değişimlere yol açıyor.

Araştırmacılara göre, eldeki genetik veri, ilkel insan popülasyonunun iki milyon yıl önce Dünya'ya yayıldığını destekliyor. Ancak, evrim süreci, başladıktan sonra, nasıl bir yol izlediği tam olarak açığa kavuşmuş değil. Özellikle, karaları büyük oranda buzların kapladığı buzul çağlarında evrimin nasıl bir yol izlediği pek bilinmiyor. Şüphe götürmeyen bazı antropolojik ve genetik kanıtlara göre, zaman içinde, ilkel insan popülasyonunun azaldığı görülüyor. Bu durumda, modern insanın, Neanderthaller gibi akrabalarını geride bırakarak yeniden Afrika'dan dünyaya yayılmış olabileceği üzerinde duruluyor.

http://www.eurekalert.com, 11 Ocak 2000

Kelebeklerin Kulakları

Aç yarasalardan korunmak için bazı güveler gündüz yaşayan canlılara dönüştüler. Biz bu canlılara "kelebek" diyoruz. Bu durumda, kelebeklerin yarasalar sayesinde varolduğunu söylemek pek yanlış olmaz. Nature dergisinin 20 Ocak 2000 sayısında yayımlanan makalede, kelebeklerin yarasaları duyabildiği iddia ediliyor.

Pek çok güvenin, avlanan yarasaların insan kulağının duyamadığı çığlıklarını, yani ultrasonik seslerini duyabildiği biliniyor. Bu sayede, güveler yarasalara yem olmaktan kendilerini sakınabiliyorlar.

Aslında, kimse, gündüz yaşayan kelebeklerin ultrasonik sesleri duyabileceğini düşünmüyordu. Çünkü, kelebekler gündüz aktif, yarasalarsa gece. Yani, gündüz aktif olan kelebeklerin yarasalara av olma olasılığı pek yok. Bu kulaklar, kelebeklerin gece yaşamından gündüz yaşamına geçtiklerinin, yani onları güvelerden ayıran bir evrim geçirdiklerinin bir göstergesi.



Pek çok böceğin duymaya yarayan organları vücutlarının ilginç yerlerinde bulunur. Nitekim kelebeklerin kulakları da karınlarında.

http://abcnews.go.com

Schrödinger'in Kedisi Yaşayacak mı?

Yirminci yüzyılın başlarında, kuantum mekaniğinin öncüleri, onun bu kadar tuhaf bir şey olduğunu bilmiyorlardı. Kuantum mekaniği, çok küçük ölçeklerde, atom boyutlarında, maddenin nasıl davrandığını açıklar. Klasik fizikle olaya baktığımızda, bir cisim aynı anda iki durumda –ya da yerde- birden bulunamaz. Örneğin, ya masanın üzerindedir ya da yerde. Ancak, kuantum mekaniğinde bu olası. Yani cisim iki (ya da daha çok) durumda eşzamanlı olarak bulunabilir. Bu olaya, "durumların üst üste gelmesi" de denir.

Üstüste gelme ilkesinin anlaşılmasını kolaylaştırmak için, 1935'te, Alman fizikçi Erwin Schrödinder, bir düşünce deneyi ortaya koydu. Bu deneyde kedisini, kuantum mekaniği kurallarına göre çalışan bir sanal aygıta yerleştirdi. Bu aygıtın içinde, kediye yöneltilmiş bir tabanca var. Kedinin yaşamı, tabancanın patlayıp patlamamasına bağlı. Burada, üst üste gelen iki durum, tabancanın ateş alması ve almaması. Yani tabanca aynı anda hem patlayacak hem de patlamayacak.

Neyse ki bu mantıksız görünen olayın içinden çıkmanın bir yolu var. Kuantum ya da klasik (gerçek bir kedi gibi), bütün gerçek sistemler, bir dış ortamın etkisi altındadır. Bu ortam, durumları hiçbir zaman kesin olarak bilinemeyen atomlardan oluşan bir çevredir. Bu kuantum sistemiyle sistemin çevresi arasındaki etkileşim, sistemin zaman içinde durumlardan birini tercih etmesine yol açar. Bu olaya, "eşuyumsuzluk" denir.



Eşuyumsuzluğun gerçekleşme hızı, kuantum sisteminin büyüklüğüne bağlıdır. Fizikçiler, son zamanlarda, atom ya da bir ışık fotonu gibi parçacıkların durumlarını uzunca sürelerle üst üste getirmeye çalışıyorlar. Ancak, gerçek bir kedi gibi, milyar kere milyarlarca atomlardan oluşan bir cisim için, bu süre yok denebilecek kadar kısa. Yani, kedinin aynı anda ölçülebilir bir süre için hem canlı hem de ölü olması olası değil.

Fizikçiler, çok sayıda atomdan oluşan sistemler için eşuyumsuzluğun nasıl işlediğini çözmeye çalışıyorlar. Colarado'daki ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nden David Wineland ve ekibi, bu sistemlerde durumların nasıl üst üste geldiğini araştırıyorlar. Nature dergisinde yayımlanan son makalelerinde, eşuyumsuzluğu gözlediklerini; ayrıca, sistem büyüdükçe, bunun nasıl bir değişim gösterdiğini açıkladılar.

Wineland ve ekibi, deneye, çok düşük sıcaklıklara kadar soğutulmuş berilyum iyonlarının (elektrik yüklü atomlarının) durumlarını üst üste getirerek başladılar. Farklı durumlarda bulunabilmesini sağlamak için, atomları elektromanyetik alanlar ve lazerler yardımıyla kıstırdılar. Böylece, parçacığın etkileşim halinde bulunduğu, eşuyumsuzluğu hızlandıran çevresiyle ilişkisini en aza indirmiş oldular.

Yapılan bu deneyde, eşuyumluluğun, kuantum mekaniğinin varsaydığı gibi zamanla azaldığını gösterdiler. Ayrıca, eşuyumsuzluğun gerçekleşme hızının parçacığın çevresiyle olan ilişkisine bağlı olduğu; bu ilişki kontrol altında tutularak durumların üst üste gelme süresinin uzatılabileceği gösterildi.

Bu deneyin en önemli yanı, kuramsal olarak zaten geliştirilmiş olan bu varsayımların, deneylerle de onaylanabiliyor olmasıdır.

Nature, Science Update, 20 Ocak 2000

Alzheimer İçin Genetik Umut

Alzheimer hastalığının gelişimini önleyebilecek bir gen terapisinin insanlar üzerindeki ilk denemeleri yakında başlayacak. Kuramsal olarak aynı uygulama insanların bilişsel yeteneklerini güçlendirmek için de kullanılabilir.

Alzheimer, yaşlılarda yaygın olarak görülen bunamanın temel nedenlerinden biri. Çünkü beyin hücrelerini öldürüyor. Gelişmiş ülkelerde yaşlıların genel nüfus içindeki oranı her geçen gün artıyor. Bununla birlikte hastalığa yakalananların sayısı da artıyor. Böyle olunca,aAlzheimer için etkili sağaltım yöntemleri bulmak giderek daha da büyük önem taşıyor.

San Diego'da California Üniversitesi'ndeki araştırmacıların lideri Mark Tuszynski, sinir büyüme etkeni (NGF -Nerve Growth Factor) adını verdikleri, etkili bir madde bulduklarını ileri sürüyor. Bu madde yalnızca nöronların ölümünün önüne geçmekle kalmıyor, aynı zamanda beyin hücreleri arasında yeni bağlantıların kurulmasına da olanak sağlıyor.

Ekip NGF üzerinde yaklaşık on yıldır çalışıyor. Bu sürede fareler ve primatlar üzerinde çok sayıda deney yapmışlar. Bu deneylerde NGF'nin nöronları koruduğu ve bellek yitimini engellediği ortaya çıkmış.

Geçen yılın Eylül ayında Tuszynski'nin ekibi, NGF gen terapisinin rhesus maymunlarında yaşla ilgili sinirsel dejenerasyonu tersine çevirdiğini gösterdiler. Yılbaşından kısa bir süre önce de bir başka önemli gelişme yaşandı. Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün konuyla ilgili alt kurulu, alzheimer hastalığına daha yeni yakalanmış sekiz kişi üzerinde ilk güvenlik çalışmalarının yapılmasına izin verdi.

Bu yeni tedavi sürecinde yapılacak ilk iş, hastaların derilerinden fibroblast denilen hücrelerden almak olacak. Sonra ekip, bu hücreler üzerinde genetik mühendisliği yöntemleri kullanarak çalışacaklar ve onları NGF üreten hücrelere dönüştürecekler. Bu üretim sırasında insanlarda kansere yol açmayacak biçimde dönüştürülmüş fare lösemisi virüsleri de kullanılacak. Sonra NGF üreticisi hücreler hastaların önbeyinlerine şırınga edilecek.

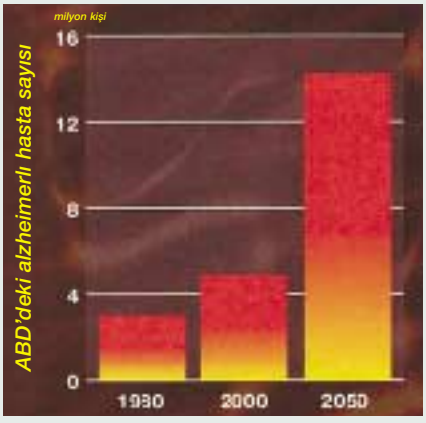


Alzheimer olan ünlü yazar Iris Murdoch'un ölümü, dikkatleri, hastanın beynini küçülten bu hastalığa çekti.

Her ne kadar kurul NGF geninin üretiminde kullanılacak virüsün çok düşük bir risk taşıdığını kabul etse de kurul üyelerinden biri biraz daha farklı düşünüyor. Bu üye New York'taki Columbia Üniversitesi'nden Wilma Friedman. Friedman, NGF'nin "trk reseptörü" taşıyan beyin hücrelerinden uzak dururken "p75 reseptörü"nü taşıyan beyin hücrelerini öldürebileceğinden endişe duyuyor.

Ama Tuszynski önbeyindeki hücrelerde her iki reseptörün de bulunduğunu ve NGF'nin bu hücrelere zarar vermeyeceğini ileri sürüyor.

Yapılacak bu ilk deneyin amacı insanlara güvenli bir biçimde şırıngalanabilecek en yüksek NGF dozunu saptamak. Doğal olarak yeni ilacın hastalığın seyri üzerindeki etkileri de gözlenecek.



Alzheimer üzerinde çalışan ekip gen terapisine başvurmak durumundaydılar çünkü NGF kana şırıngalandığında kan-beyin bariyerini kolaylıkla aşamıyordu. Ne var ki, beynin işlevlerini etkileyen her türlü genetik yöntem, hemen bir tartışma yaratabiliyor. Örneğin geçen yılın başlarında New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nden Joe Tsien ve arkadaşları benzer bir yöntemle farelerin belleklerini güçlendirmeye çalışmışlardı. Bu çalışmayla birlikte Tsien ve ekibinin kullandıkları genin bir benzerinin "süper zeki" insanlar yaratmada kullanılabileceği üzerine büyük bir tartışma başlamıştı.

Tuszynski bu tür kaygıları pek taşımıyor ve şöyle diyor "Büyüme etkeni ya da Tsien'inki gibi başka maddeler kullanarak beynin işlevlerinin güçlendirildiğini gösteren bu tür çalışmaların büyük bir bölümü, aslında genlerin normal, fizyolojik rollerinin anlaşılabilmesi amacıyla yürütülmüştür. Alzheimer ve benzeri hastalıkların sağaltımında benzer yöntemlerin kullanılmasının arkasında illa da normal insanların bilişsel işlevlerinin arttırılması amacının yattığı söylenemez".

Ne var ki Cleveland'daki Case Western Reserve Üniversitesi'nden biyoetik uzmanı Eric Juenqst "Hastalıkların sağaltımında kullanılacak bu tür gen terapilerinin, sağlıklı insanları daha da güçlendirecek çalışmalara dönüştürülmesi çok kolaydır" diyor.

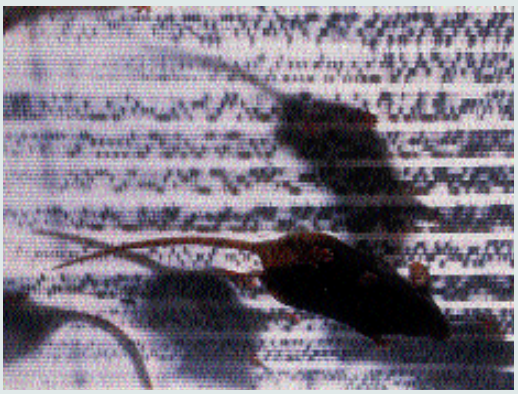
New Scientist, 25 Aralık 1999

Kök Hücrelerle Fare Klonlandı

Uzmanlaşmamış kök hücrelerin tıpta kullanımı ve genetik kopyalama ya da klonlama, 20. Yüzyılın son yıllarına damgasını vuran ilerlemeler. Araştırmacılar, sonunda iki tekniği birleştirerek kültür ortamında yetiştirilmiş embriyon kök hücreleriyle fare klonlamayı başardılar. Bu hücrelerin özelliği, her dokuya dönüşebilme yetenekleri. Ancak kendi başlarına tam bir organizmaya dönüşemiyorlar.

Şimdiye değin klonlanan koyun, keçi, inek ve fare gibi hayvanlar için kullanılan genetik malzeme, kültür ortamında fazla bekletilmemişti. Oysa son deneyde kullanılan kök hücreler, kültür ortamında 30 kez bölünme geçirecek kadar tutulmuşlar. Kültür ortamında büyüyen kök hücrelerle çalışmak daha kolay. Ancak önemli bir sakınca, hücrelerin ortam içinde mütasyonlara uğramaları. Bu değişimlerin embriyon gelişmesi üzerindeki olası etkilerini göz önünde tutan araştırmacılar, görece uzun süre kültürde çoğalmış hücrelerin klonlama için fazla uygun olmayabileceğini düşünmekteydiler.

Üreme biyologu Teruhiko Wakayama'nın Honolulu Üniversitesi'nde gerçekleştirdiği deneydeyse, kültürlenmiş hücrelerin de, canlı bir hayvandan doğrudan nakledilen kök hücreleri kadar etkili oldukları saptanmış. Wakayama ve ekip arkadaşları, bir kök hücreden aldıkları çekirdeği, daha önce çekirdeği çıkarılmış bir fare yumurtasına nakletmişler. Ancak önceki tüm klonlama deneylerinde olduğu gibi, başarı oranı düşük. Gerçekleştirilen 1000 klonlama deneyi sonunda ancak 13 fare yaşayıp yetişkinlik evresine ulaşabilmiş.



Gene de araştırmacılar, tekniğin randımanını arttırıp genetik olarak değiştirilmiş bir hücreyi doğrudan bir hayvana nakledip yılda on binlerce "ısmarlama" farenin yaratılmasında izlenen dolambaçlı ve masraflı yoldan kurtulabilmeyi umuyorlar.

Normal olarak genetik araştırmacıları, bir kök hücre içindeki genleri değiştirdikten sonra bu hücreyi, daha önce gelişme sürecine başlamış bir embriyona aşılıyorlar. Sonuçta, üreme organları da dahil, dokularının çoğunda değiştirilmiş kök hücreden türemiş hücreler bulunan melez fareler ortaya çıkıyor. Bu melezler, normal farelerle çiftleştiklerinde, yavrulardan bazıları, tüm hücrelerinde istenen mütasyonu taşıyorlar. Bunlar da kendi aralarında çiftleştirilerek, istenen özellikleri taşıyan ısmarlama fareler elde ediliyor. Araştırmacılar, genetik yapısını değiştirdikleri hücrelerle klonlamayı başarabilirlerse, ısmarlama fareleri üç kuşak sonrası yerine tek kuşakta elde etmiş olacaklar.

Anlaşılıyor ki kestirme yol, sanıldığı kadar kolay değil. Wakayama ve ekibinden başka şimdiye değin başarılı sonuç alan yok. Ancak mükemmelleştirilebilmesi durumunda, klonlamada karşılaşılan önemli güçlükleri de ortadan kaldıracağı kesin. Bugüne kadar kullanılan klonlama yöntemlerinde, başarının, kök hücreleri bölünme sürecinin başlamadığı uyku durumunda yakalamaya bağlı olduğu sanılıyordu. Bölünmeyi geciktirmek içinse, hücre genellikle aç bırakılıyordu. Ancak kök hücreler aç bırakıldıklarında uzun süre dayanamıyorlar. Üstelik bunların bölünmeleri de hızlı. Dolayısıyla bunları uyku durumunda yakalamak da kolay değil. Ancak Honolulu ekibinin gerçekleştirdiği deneyde, kök hücrelerin uykuda olup olmamalarının klonlama üzerinde fazla etkili olmadığı görülmüş. Hatta DNA'larını kopyalayıp bölünmeye başlamak üzere olan bazı hücrelerle yapılan klonlama işlemi sonunda bile canlı fareler üretilebilmiş.

Science, 24 Aralık 1999



Küresel Isınma

ABD Bilimler Akademisi'nce yapılan bir açıklamaya göre Dünya'nın ısınma hızında bir artış söz konusu. Dünya'nın bir ısınma sürecinde olduğu uzun süredir biliniyor. Ne var ki son yirmi yıldaki ısınmanın önceki on yıllık dönemlere göre çok daha fazla olduğu ortaya çıktı.

Bilimler Akademisi için çalışan bağımsız bilim adamlarının bulduğu son kanıtlar, Dünya'nın yüzey sıcaklığının son yüz yıl içinde 0,4-0,8° C arttığını gösteriyor. Bu değer, daha önceden hesaplanan değerden yaklaşık % 30 daha yüksek. Bununla birlikte yüzey sıcaklığında yalnızca son yirmi yıldaki artış 0,25-0,4° C arasında.

Eğer ısınma bu hızla sürerse, bir başka deyişle insanlar Dünya'yı bu hızla ısıtmayı sürdürürlerse, çok ciddi sorunlarla yüz yüze gelmek zorunda kalınacak. Kutuplardaki buzulların erimesi, deniz suyu düzeylerinin yükselmesi, türlerin yok olma hızının artması, salgınların daha sık görülmesi, El Nino/La Nina çevrimlerinin daha uzun sürmesi ve daha şiddetli geçmesi, kuraklık ve taşkınların daha sık ve şiddetli olması bunlardan yalnızca birkaçı.

Ozon tabakasındaki deliğin büyümesini durdurmak için dünya çapında alınan önlemlerin etkili olmuştu. Bu nedenle bilim adamları küresel ısınmanın da önüne geçilebileceğini düşünüyorlar. Bunun için herşeyden önce, ülkeler fosil yakıt tüketimlerini azaltmalı. Bunun yanında üretilen enerjinin en verimli biçimde tüketilmesi gerekiyor. Bu noktada herkese düşen bazı sorumluluklar var. Bunlar arasında daha az elektrik tüketen ampullerden daha az yakıt harcayan arabalara kadar enerjiyi verimli kullanan araçlar kullanılması, ev ve işyerlerindeki ısı yalıtımı iyi yapılması ve ağaç dikilmesi ilk başta gelenler.

http://more.abcnews.go.com



Yıldızların Parlaklık Sistemi

Gökyüzündeki yıldızlar, hem gerçek parlaklıklarına hem de bize yakınlıklarına bağlı olarak parlak ya da sönük görünürler. Yıldızların parlaklığını ifade edebilmek için "kadir" birimi kullanılır.

Sayma ve ölçme değerleri, mantıksal olarak, genellikle sayılan ya da ölçülen değer arttıkça artar; azaldıkça da azalır. Kadirse, bunun tam tersi olarak, ölçülen değer attıkça azalır; ölçülen değer azaldıkça artar. Bu sistemin temeli, çok eskilere, M.Ö. 120'li yıllara dayanır. Bu yıllarda, Yunan gökbilimci Hipparcus, oluşturduğu yıldız kataloğundaki yıldızları basit bir sistemle sınıflandırdı. Bu sınıflandırmaya göre, en parlak yıldızlar 1 kadir, en sönük olanlarsa 6 kadirdi.

M.S. 140'lı yıllarda, Claudius Ptolemy, bu sistemi biraz daha genişletti. Aynı sınıfa giren fakat birbirinden biraz daha farklı parlaklıklardaki yıldızları da birbirinden ayırabilmek için, örneğin, 2 kadir ile 3 kadir arasındaki bir yıldızı tanımlarken, "2 kadirden daha sönük" ya da "3 kadirden daha parlak" gibi ifadeler kullandı. Yıldızların 1 kadirden 6 kadire kadar sınıflandırıldığı bu sistem, Ptolemy'den sonra 1400 yıl daha sorunsuz olarak kullanıldı.

Teleskopu gökyüzüne çeviren ilk insan olan Galileo, Ptolemy'nin 6 kadir sınırını aşan yıldızlar olduğunu keşfetti. Böylece, o zamana değin 6 kadirle sınırlı olan yıldız parlaklıkları, artık bu sınırı aşmış bulunmaktaydı. Teleskoplar geliştikçe, gökbilimciler bu sınırı daha da öteye götürdüler.

Günümüzde, 5 cm çaplı ortalama bir dürbünle yaklaşık 9 kadir parlaklıktaki yıldızları, amatörlerin çokça kullandığı 15 cm çaplı bir teleskoptan 13 kadir parlaklıktaki yıldızları görebiliyoruz. İnsanoğlunun ulaşabildiği sınırsa, Hubble Uzay Teleskopu'nun görebildiği yalaşık 30 kadir parlaklıktır.

19. yüzyılın ortalarında, gökbilimciler artık bu sistemi bir ölçeğe yerleştirmenin gereğini duymaya başladılar. Oxford'lu gökbilimci Norman Pogson, bir kadir olan bir yıldızın parlaklığının altı kadir olan bir yıldızın parlaklığının yaklaşık 100 katı olduğunu belirledi. Bu basit oran 1'e 100 öteki gökbilimcilerce de benimsendi. Buna göre, $\sqrt[5]{100}$'lük artış, (yaklaşık 2,512) iki kadir arasındaki parlaklık farkına eşittir.

Sonuç olarak, ortaya çıkan, logaritmik bir ölçektir. Tam olarak öyle olmasa da duyularımız yaklaşık olarak, algılamada logaritmik olarak işler. Bu da otomatik olarak neden ortaya logaritmik bir ölçeğin çıktığını açıklıyor.

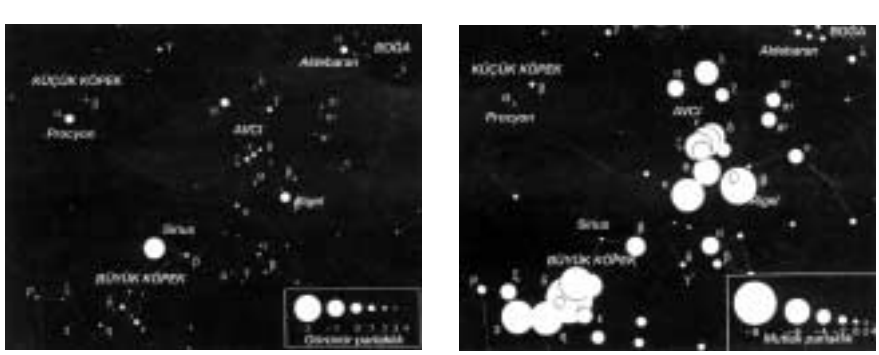
Yıldız parlaklıkları bir ölçeğe oturtulduklarında, yeni bir problem ortaya çıktı. Bazı bir kadirlik yıldızlar gerçekte ötekilerden oldukça parlaktı. Buna da bir çözüm bulundu. Gökbilimciler, çıplak gözün göremediği sönük yıldızlar için ölçeği nasıl genişlettilerse, parlak yıldızlar için de onlara birden küçük değerler vererek ters yönde genişlettiler.

Vega, Arcturus, Capella ve Rigel gibi yıldızlar 0 kadir parlaklığa yerleştirildiler. Daha da parlak gökcisimleri için, ölçek daha da genişletilerek, (–) değerler aldı. Örneğin gökyüzünün en parlak yıldızı Akyıldız –1,5, Venüs en parlak durumundayken –4,4, dolunay –12,5, Güneş –26,7 kadir parlaklıktadır.

19. yüzyılda, yıldızların parlaklılarını fotoğraf çekerek ölçmek isteyen gökbilimciler, bir sürprizle karşılaştılar. Göze aynı parlaklıkta görünen yıldızlar, filmin üzerinde farklı parlaklıklarda görünüyorlardı. Bunun nedeni, fotoğraf filminin göze oranla mavi ışığa daha duyarlı olmasıydı. Bunun üzerine ortaya yeni bir ölçek çıktı: Fotoğrafik parlaklık (m_p). Daha önceki parlaklıksa "görünür parlaklık (m_V)" olarak değiştirildi.

Bu aslında çok önemli bir keşif oldu. Çünkü, görünür ve mavi renklerdeki parlaklıkların farkı, yıldızın renginin, dolayısıyla da sıcaklığının belirlenmesine olanak tanıyordu. Günümüzde, bu ölçümler, değişik renklerde filtreler kullanılarak yapılıyor. En çok kullanılan filtreler morötesi (U), mavi (B) ve görünür (V) dalgaboylarını geçiren filtrelerdir. B-V, bir yıldızın sıcaklık endeksini verir. Eğer bu değer küçükse yıldız sıcak, büyükse soğuktur. Sarı bir yıldız olan Güneş'in renk endeksi 0,63, turuncu bir yıldız olan Betelgeuse'un renk endeksiyse 1,85'tir.

Bir cismin tüm dalgaboylarındaki parlaklığınaysa bolometrik parlaklık denir. Bolometrik terimi, bolometre olarak adlandırılan ve bir cismin yaydığı toplam ışımayı ölçen bir aygıttan kaynaklanmıştır.



Avcı ve Büyük Köpek takımyıldızları bölgelerini gösteren yıldız haritaları. Soldaki harita görünür parlaklıklara; sağdaki harita mutlak parlaklıklara göre hazırlanmış.

Görünen ve Gerçek

Yukarıda anlattıklarımızın tümü, doğal olarak yerdeki bir gözlemcinin gözlemlerine dayanıyor. Yazının başında da değindiğimiz gibi, her yıldız bize farklı uzaklıktadır. Bu nedenle, onların görünür parlaklıları, aslında gerçek parlaklılarını pek yansıtmıyor.

Yıldızların birbirlerine göre gerçek parlaklıklarını ifade edebilmek için gökbilimciler yeni bir ölçek oluşturdular: "Mutlak parlaklık, M" ölçeği. Bir yıldızın mutlak parlaklığı, onun gözlemciye 10 parsek (1 parsek = 3,26 ışık yıl) uzaklıkta olduğu varsayılarak hesaplanır.

Eğer 10 parsek uzaktan baksaydık Güneş bize 4,45 kadir parlaklıkta görünecekti. Avcı Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı olan Rigel'e aynı uzaklıktan baksaydık onu –8. kadir parlaklıkta görecektik.



15 Şubat 2000 Saat 21[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

Kuyrukluyıldızlar ve asteroidler için mutlak parlaklık tanımlaması daha farklıdır. Bir kuyrukluyıldızın ya da asteroidin mutlak parlaklığı, Güneş'teki bir gözlemcinin, cismi bir astronomi birimi (Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık, 150 milyon km) uzaktan baktığında gördüğü parlaklıktır.

Ayın Gök Olayları

Merkür, ayın ortalarında Güneş battıktan yaklaşık bir saat sonrasına kadar gözlenebiliyor. Gezegen, 6 Şubat'ta bir günlük Ay'la yakınlaşacak. Ancak hava tam kararmamış olacağından, her iki gökcismini görebilmek için bir dürbün yararlı olacaktır.

İki gün sonra, 8 Şubat'ta Ay, bu sefer Mars'la yakınlaşacak. Mars'ı gözlemek için batı ufku üzerine bakmak gerekiyor.

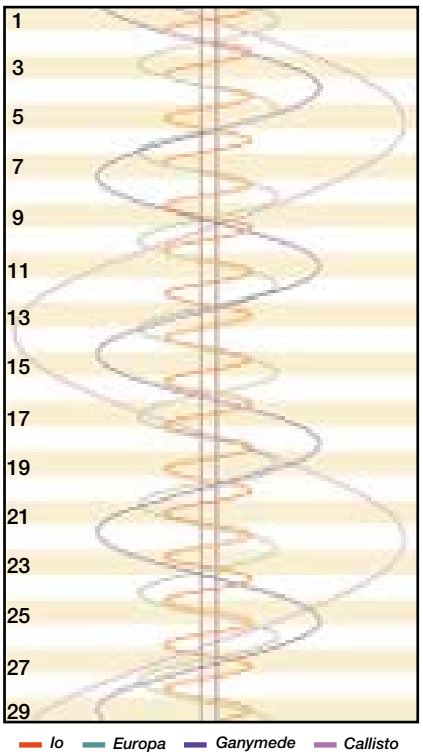
Jüpiter, -2,2 kadirlik parlaklığıyla Balıklar ve Koç takımyıldızları arasında yer alıyor. Ay ve Jüpiter, 10 Ocak'ta birbirlerine 4° kadar yakınlaşacaklar.

Satürn, Jüpiter'in yaklaşık 10° yukarısında yer alıyor. Gezegenin parlaklığı, 0,5 kadir. Satürn, bu haliyle, Jüpiter'in yanında oldukça sönük kalıyor. Her iki gezegen de hava kardıktan sonra güneybatı ufku üzerinde yüksekte yer alıyor.

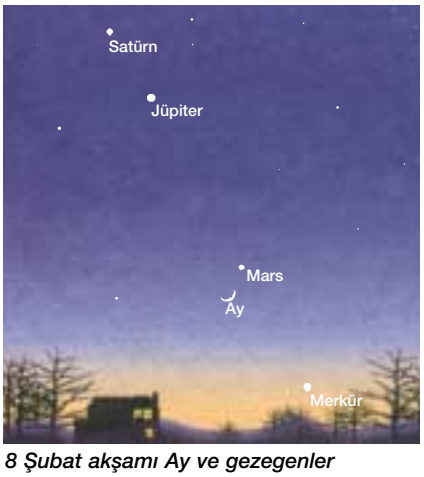
Gökyüzünün en parlak gezegeni Venüs, sabah gökyüzünde hızla alçalıyor. Gezegenin parlaklığı ay boyunca 3,8 kadir civarında.

Ay, 5 Şubat'ta yeniay, 12 Şubat'ta ilkdördün, 19 Şubat'ta dolunay, 27 Şubat'ta sondördün evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu



***Şubat ayında Jüpiter'in uyduları:** Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak adlandırılan dört büyük uydusu, bir dürbün yardımıyla bile gözlenebilmektedir. Yandaki çizim, ay boyunca, bu uyduların konumlarını göstermektedir. Bu çizelgenin üzerine, (gözleminizi yapacağınız günün ve yaklaşık olarak saatin üzerine) boydan boya bir çizgi çizerek, uyduların o andaki konumlarını bulabilirsiniz.*



8 Şubat akşamı Ay ve gezegenler

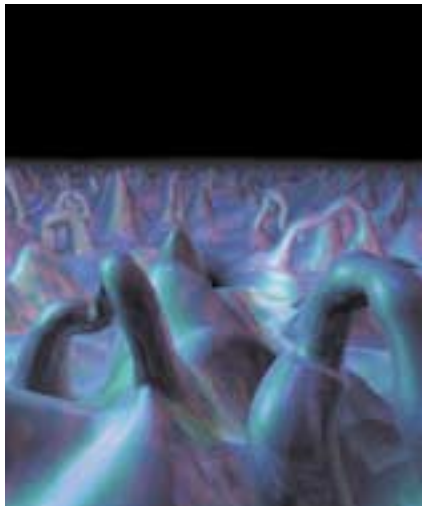
Gökbilim tartışma listemize üye olmak için:
majordomo@biltek.tubitak.gov.tr adresine,
"subscribe gokbilim" yazan bir ileti gönderebilirsiniz.



Yeni Binyılda Bilim ve Teknoloji

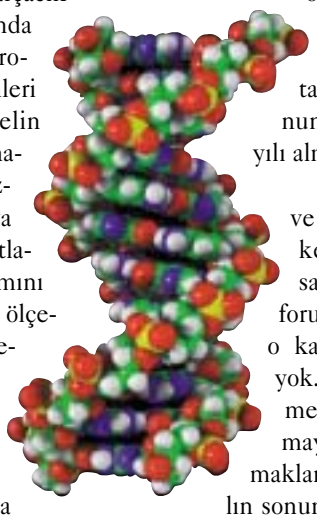
Pekçoğumuzun günlük yaşamı için bu yılın, geçtiğimiz yıldan pek farkı yok. Hatta gelecek yılın, bir sonraki yılın da fazla bir değişiklik getireceği kuşkulu. Gene de bu yılı geçmiştekilerden farklı tutuyoruz kafamızda. Nedeni açık: 2000 sayısı, yaşadığımız ve ileride yaşayacağımız hiçbir yılın veremeyeceği bir başlangıç duygusu yaratıyor. Artık "yüzyıl" kavramı yeterince doyurucu gelmiyor. Bir "binyıl"a erişmenin heyecanını taşıyoruz. Böyle olunca, beklentilerimiz de herhangi bir yılda olduğundan farklı. İstiyoruz ki, açılan yepyeni sayfaya uygun bir bilim olsun. Bunun olağanüstü uygulamalarını görelim; yaşamımızı kolaylaştıracak yeni aygıtlar çıksın ortaya. Bizim bunları alabilecek gücümüzün olup olmayacağı önemli değil. Yeter ki gelecek için umutlarımız canlı kalsın; düşlerimiz daha renkli olsun.

BU İYİMSER beklentiler, bir politikacı için bulunmaz nimet olabilir. Bilimin sınır noktalarındaki araştırmacılar içinse aynı şeyi söylemek güç. Evrenin biçimi, boyutları, içindeki maddenin yapısı konusundaki kuramlar, geçtiğimiz yüzyılın sonlarında olgunluk evresine girdi. Evrenin yaşı konusundaki tartışmaların eşiği, yaratıcı araştırma yöntemleri ve gözlemler sayesinde daraldı. Geçtiğimiz yıllarda uzaya yerleştirilen ve gökyüzünü görünür ışığın yanı sıra X-ışını ve gama ışını dalga boylarında tarayan teleskoplar, evrenin daha zengin bir resmini oluşturuyor. Artık gökadaların merkezlerindeki dev kütleli kara delikler daha kolay belirlenebiliyor. Gökbilimcilerin yaratıcı teknikler kullanarak yalnızca Güneşimize yakın yıldızların çevrelerinde dönen gezegenlerin sayısı 30'a yaklaştı. Ancak görüşümüz keskinleştikçe büyüyen, maddeden çok boşluk; ışıktan çok karanlık. Sayıları 150-200 milyar arasında tahmin edilen ve her biri milyarlarca yıldızdan oluşan gökadaların, Evrendeki maddenin en çok %10'unu oluşturduğu artık biliniyor. Gökadaların, tanımadığımız, ışıma yapmadığı için karanlık madde diye adlandırılan bir maddeden oluşan çok büyük halelerle çevrili olduğu da artık biliniyor. Henüz bilinmeyense, bu maddenin niteliği. Evrenbilimcileri ve kuramcıları rahatsız eden daha büyük bir bilinmeyense, evrenin boşluğu. Çok büyük ölçeklerde gözlendiğinde, binlerce gökadadan oluşan dev kümeler, büyük boşluklar arasına sıkışmış ipliksi yapılar gibi duruyor. Üstelik bu bomboş gibi görünen evrenin giderek hızlanan biçimde genişlediğini gösteren işaretler var. Bu nedenle, evrenin, kütleçekimine ters bir etkiye sahip, itici bir boşluk enerjisi, tanıdığımız doğa kuvvetlerinin dışında bir beşinci kuvvetin etkisiyle genişlediğine inanan kuramcıların sayısı artıyor.



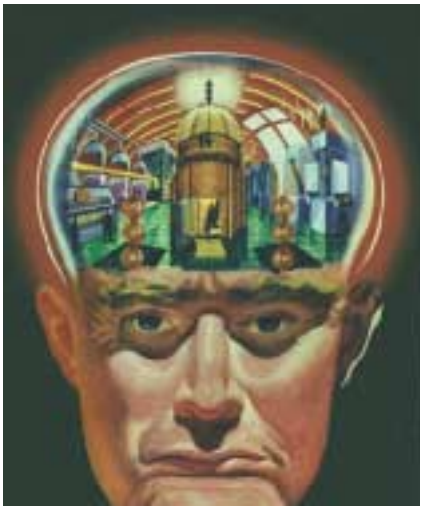
Evrenin büyük ölçekli yapısının hakimi kütle çekimi. Bu kuvvetin etkileşimini betimleyen büyük kuramın, genel göreliliğin yaratıcısı, geçtiğimiz yüzyılın en büyük bilim adamı seçilen Albert Einstein. Ama evren, yani Einstein'ın tanımlamasıyla uzay-zaman, her noktasında Planck ölçeği denen, cm'nin katrilyon kere katrilyonda bi-

rinden daha küçük (10^{-33} cm) mikroskopik evrenlerden de oluşuyor. Bu mikrodünya içinde etkileşen elektromanyetizmayla, şiddetli ve zayıf çekirdek kuvvetlerini betimleyense, kulaklarımıza, mantığımıza yabancı gelen, ancak son derece başarılı bir kuram; kuantum mekaniği. İşte evren konusunda tam bir resme, bu iki kuram birleştiğinde, yani kozmolojik ve mikroskopik ölçeklerde etkileşen kuvvetlerin tümü için geçerli, yani evrenin her ölçeğindeki olayları açıklayabilecek tek bir kuram elde edince kavuşabileceğiz. On yıllar süren araştırmalara, milyarlarca dolara mal olan büyük parçacık hızlandırıcılarında yapılan deneylere karşın gerçekleşemeyen bu hedef için sürdürülen yarışta son turlara gelindi. Bir çok fizikçi, çok güçlü bir parçacık hızlandırıcısının 2005 yılında devreye girmesiyle, mikrodünya ölçeğinde etkileşimleri açıklayan standart modelin boşluklarının dolacağına inanıyor. Öte yandan önümüzdeki on yıl içinde uzaya gönderilecek ve Büyük Patlama'dan arta kalan fon ışınımını çok daha duyarlı biçimde ölçecek iki uydu sayesinde evrenin ilk anlarında geçerli koşulları, oluşan parçacıkları daha iyi anlayabileceğiz. Ancak fizikçiler, bütün bir resim konusunda yükselen beklentilerden de endişe duymuyorlar değil. Çünkü uzayda ve yeryüzünde yürütülen araştırmaların sonuçları bekleneni vermezse, fizikçilerin yeni kuramlar peşine düşmesi gerekecek. Nobel Ödülü sahibi Amerikalı fizikçi Steven Weinberg ise, büyük resim için yeni kuramların zaten gerekli olduğu görüşünde. Ona göre hedef böyle bir kuramla yarın da gerçekleşebilir, 2050 yılını, hatta 2150 yılını da bulabilir.



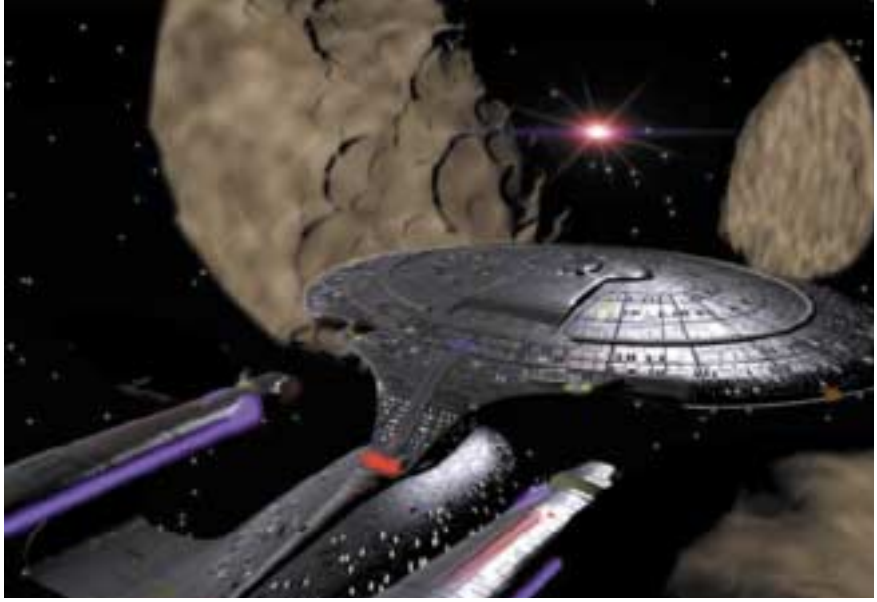
Bırakın büyük ve küçük ölçekteki fiziğin birleşmesi için gereken matematiği, keşfi neredeyse tamamlanmış mikrodünyanın daha net bir tablosu için gerekli hesaplar bile son derece karmaşık. Süper bilgisayarların bile milyarlarca yılını alabilecek hesaplar, ancak yanlışlık payı yüksek, büyük genelleştirmeler, basitleştirmelerle yapılabiliyor. Birleşik fizik için yeni bir hesap aracı gerektiği açık. Bunun için bilim adamlarının ilkel tasarımlarıyla uğraştıkları "kuantum bilgisayarlar"da, hedefe uygun olarak, atomaltı dünyasının gariplikiklerinden, büyük ölçekli günlük dünyamızda yararlanmayı amaçlıyor. Büyük ölçekli dünyamızda alıştığımız mantık, bir şeyin ya var, ya da yok olması. En gelişkin bilgisayarlarımız da bu mantık üzerine kurulu işlemleri bizden çok daha hızlı yuapabilmek için tasarlanmışlar. Kuantum bilgisayarlarsa, atomaltı dünyayı yöneten belirsizlikten yararlanmayı amaçlıyor. Bu dünyada bir şey aynı anda "hem var, hem de yok". Bu mantıkla çalışabilecek bilgisayarların, günümüzün süperbilgisayarlarının milyarlarca yılını alacak hesapları birkaç saniye içinde yapacakları düşünülüyor. İş, ancak mikrodünyada geçerli olan bu çoklu kuantum durumlarını, bozulmadan kendi dünyamıza taşıyıp koruyabilmek. Bunun da en azından birkaç on yılı alması kaçınılmaz.

Gözlerimizi, kozmostan ve atomaltı dünyadan ayırıp kendi dünyamıza, kendi sağlımıza, rahatımıza, konforumuza çevirdiğimizdeyse, o kadar beklememize gerek yok. Büyük buluşlar, ilerlemeler, önündeki barajı yıkmaya hazırlanan kabarmış ırmakları çağrıştırıyor. 20. yüzyılın sonunda genetik mühendisliği alanındaki atılımlar, doruğuna erişmek üzere. Hücrelerimizde, tüm kişisel özelliklerimizi belirleyen yaklaşık 100 000 genin haritası tamamlanmak üzere. Araştırmacılar, bu genleri oluşturan yaklaşık 3 milyar baz çiftinin dizilimini bir ön kopyasının bu yıl içinde açıklanacağını duyurdular. Bazı bakterilerin, basit canlıların gen şifreleri çözüldü bile. Hatta araştırmacılar, geçtiğimiz yıl sonunda yaşam için gerekli minimum sayıdaki genleri de saptamayı başardılar. Bu, sentetik olarak yaşam yaratılmasını kuramsal olarak olanaklı kılıyor. İnsanların, kendilerinin ve başka organizmaların genleri üzerinde sağladıkları denetim, yeni binyıl için yepyeni ufuklar açıyor. Umutsuz hastalıkları tedavi edecek "akıllı" ilaçları, genleri değiştirilmiş bakterilerde ya da hayvanlarda üretebileceğiz. Kendi yedek organlarımızı kendi bedenlerimizde üretebilecek, genetik aşılarla, eskiyen dokularımızı gençleştirebileceğiz. Daha besleyici gıdaları, daha az masrafla, çok daha olumsuz ortamlarda bile üretebileceğiz.





Geleceğin bilimini düşündüğümüzde günümüzdeki gelişmeler bize ışık tutacak kuşkusuz. 20. yüzyılın bilimi bize geleceği müjdeliyor. Sözgelimi tıp ve genetik alanındaki gelişmeler sanki geleceğin kapılarını insana açıyor. Yüzyılın başında Gregor Mendel'in kalıtım yasalarını ortaya atmasıyla temellenen genetikbilimi, yüzyılın sonunda Dolly adlı koyunun kopyalanmasıyla doruk noktasına ulaştı. Kopyalama, beraberinde bilimsel olduğu kadar birçok ahlaki tartışmayı da getirdi. Bitkilerin ya da hayvanların kopyalanmasındaki başarıların ardından, insanın da kopyalanıp kopyalanamayacağını tartışmaya başladı bilim adamları. Geleceğin genetiğe birçok yeni bulgular getireceği muhakkak.



Genetikbiliminde gerçekleştirilen ilerlemeler bilimin son yıllarda yakaladığı en büyük başarılar arasında. Modern tıbbın ve genetiğin başarıları akla hemen şu soruyu getiriyor: İnsanlık yüzyıllardır düşlediği ölümsüzlüğü nihayet yakalıyor mu? Bu soruya evet demek elbette hayalperestlik olur. Yine de bu bilim dallarında elde edilen başarılarla insan ömrünün uzatıldığı yadsınamaz bir gerçek. Bin yıllarca önce ortalama yaşam süresi 30-40 yıl olan insan, günümüzde ortalama 60-70 yaşına dek yaşıyor. 1997 yılında genetik kopyalama gerçekleştirildiğinden beri bu yaşam süresinin daha da artması olası. Dolly adlı bir koyunun kopyasının yapılmasından sonra insanın da kopyalanıp kopyalanamayacağı sorusu akıllarda dolaşmıştı. Bu sırada ortaya çıkan tartışmalar insan kopyalanmasının ahlaki yönünü de öne çıkardı ve bu uygulamanın gerçekleştirilmemesi fikri ağırlık kazandı. Artık bilim adamları insan kopyalamak yerine doku ve organ üreterek gerektiğinde "kopya" organlarla yapılabilecek bir organ nakli düşüncesini benimsediler. İnsanların "yedek parçalarını" sağlayacak bu projenin gerçekleştirilmesi çok yakın bir gelecekte olacak gibi görünüyor. Yapay olarak kas dokusu, kemik gibi organların üretilmesi bugün bile mümkün. Bilim adamlarıysa artık doku uyuşmazlığı sorununu çözmeye çalışıyor. Gelecekte insanın doğal yollardan ölmesi, geçmişe oranla daha az olacak gibi görünüyor.

İnsan ömrünün uzaması müjdeli bir haber. Böyleyken beraberinde getireceği sorunlar da yok değil. Bu sorunların başında doğum ve ölüm oranlarında yaşanan dengesizlikten kaynaklanan aşırı nüfus artışı ve buna bağlı olarak ortaya çıkacak beslenme sorunu geliyor. Malthus'un ünlü kuramını ortaya atmasından bu yana yıllar geçmesine karşın bu sorun insanlığın geleceğinde bir gün yaşanabilecek bir felaketi haber verir gibi. Bununla birlikte bilim adamları bu sorunun çözümü için de uğraşıyorlar ebette. Genetik mühendisliği alanında yaşanan gelişmeler tarımsal ürünlerin artmasını da sağlıyor. Kullanılan yeni gübrelerle toprakların verimliliklerinin arttırılması da bu soruna bulunan çözümlerden bir diğeri. Bunların yanı sıra, aşırı nüfus ya da Dünya'nın sınırlı kaynaklarını kullanma sorunlarına çözümler Dünya dışında da aranmaya başladı. Hubble uzay teleskopu yardımıyla, yörüngelerinde gezegenlerin bulunduğu güneş sistemlerinin varlığının ortaya çıkması, sonrasındaysa Jüpiter'in uydularından Europa'da buz bulunması Dünya dışında yaşanabilir gezegenler fikrini güçlendirdi.

Geleceğin dünyasını düşündüğümüzde, 2000'li yıllar dediğimizde bir



zamanlar hepimizin aklına ilk gelen şey gezegenlerarası yolculuklar yapacağımız, dünyadışı gezegenlerde yaşayacağımız günler olurdu. Bugün böyle bir gelecek için biraz daha beklememiz gerektiğini görüyoruz. Daha önümüzde çok yol var aşmamız gereken, çözüm bekleyen sorunlarla uğraşıyor bilim adamları. Yine de uzay çalışmalarının geçmişinin yalnızca yarım yüzyıl olduğunu düşünerek teselli bulabiliriz. Kısa sürede sağlanan gelişmeler önemli boyutlarda. Bir uzay aracının yolculuğunu bölümlere ayıracak olursak en önemli bölümün kalkma ve yörüngeye oturma aşaması olduğunu görürüz. Bu hem çok hassas hem de çok pahalı bir aşama. Bugün Dünya'nın etrafında bir yörüngeye yerleştirilen her kg 10 milyar TL'ye mal oluyor. Bu harcamaların azaltılması için yapılması gereken ilk şey uzay aracına konan yakıtın ağırlığını azaltmak olacak. Böyle bir durumda yörüngeye yerleştirilecek uydunun ağırlığı artırılabilir. NASA 2007 yılında devreye sokabileceğini hesapladığı manyetik ivmelenme sistemi üzerinde çalışıyor. Şimdikine göre oldukça ucuz bir fırlatma sağlayacak olan bu düşünce gerçekleşirse, uzay mekikleri her 90 dakikada bir fırlatılabilecek. Diğer bir çözümse yeniden kullanılabilir uzay araçları. Bu çözüm uzaya yollanan her kg'nin maliyetini % 30 azaltabilir. Günümüzdeyse her yeni fırlatma için yeni bir füze gerekiyor.

Uzay, askeri ve stratejik olarak oldukça büyük bir öneme sahip gibi görünüyor. Bunun yanında ekonomik değeriyse çok daha fazla. 1996 yılında uzaya yapılan yatırımlar ilk kez kâr etmeye başladığında anlaşıldı. 1999 yılında elde edilen kâr trilyonlarca liraydı. Günümüzde kâr beklentisi daha da artmış durumda. Uzayda uluslararası uzay istasyonları kuruluyor, Dünya yörüngelerinde dönen uydu sayısı hızla artıyor. Bunların yanı sıra uzayda çalışacak robotların yapılması için hazırlıklar da var. Bütün bunlar insanı aklına hemen şu soruyu getiriyor: Gelecekte gezegenler arasında yolculuklar yapabilecek miyiz? Bu soruya hemen evet deme şimdilik aşırı iyimserlik olur. Sözgelimi uzay gemileri için yakıt sorununu ha-

len çözebilmiş değiliz. Öncelikli sorun hâlâ karşımızda duruyor: Önce Dünya'dan uzaya kolayca çıkmalıyız, sonra gezegenlerarası yolculuğa hazırlanmalıyız.

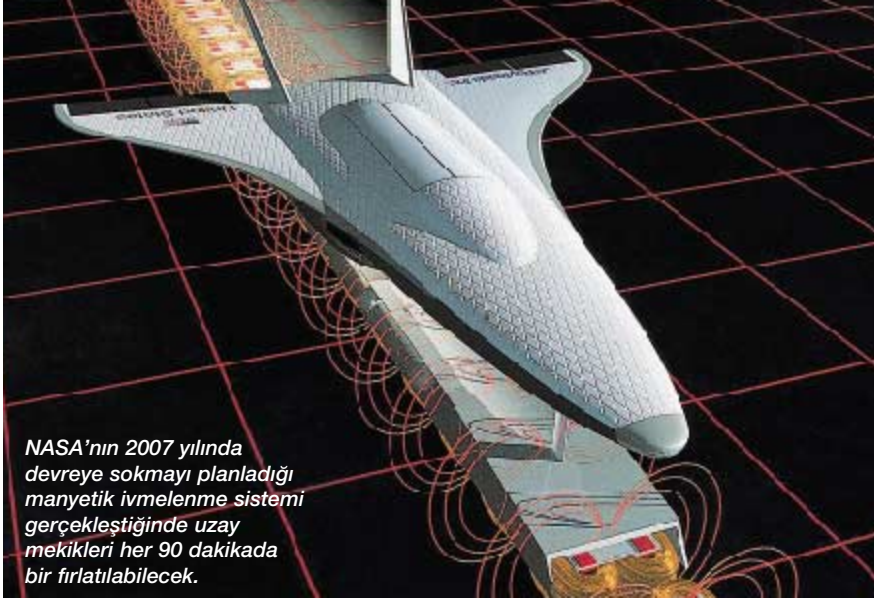
Uzaya gönderilecek araç için geliştirilmiş birçok düşünce var aslında. Bunlardan biri de STATO reaktörler denen bir sistemle çalışacak uzay araçları. Bu sistemde uzay aracı dünya atmosferinden kurtuluncaya kadar yapacağı uçuş sırasında ihtiyaı olan oksijeni atmosferden emecek ve bunu kullanacak. Bu sistemde uzay aracına yüklenen yakıttan daha fazlasının atmosferden emilmesi planlanmış.

Bütün bu projeler gelişmeyi ve ilerlemeyi de beraberinde getirecek kuşkusuz. Bu bağlamda 10 yıl içinde kalkış ve yörüngeye oturtma gibi konularda büyük bir ilerleme bekleniyor.

Yolculuğun ikinci aşamasıysa uzayda yolculuk etmeyi içeriyor. Burada sorunlar daha büyük. Mekiklerin ışık hızına asla yaklaşamayacağı bilinen bir gerçek. Aracın taşıması gereken yakıt her zaman düşündürücü olacak. Bugün uzay araçlarında kimyasal kökenli yakıt kullanılıyor. Hidrojen ve oksijenin yanmasıyla sağlanan itme uzay aracına hareket verir. Fakat böylesi bir itme yöntemi çok ağır yakıt yükü getirir beraberinde. Bu da uzayda uzak mesafelere yolculuğu olanaksız kılıyor.

Uzay uçuşları sırasında gerek duyulan enerjiyi sağlamada bir diğer seçenek olarak da antimadde yakıtlar çıkar karşımıza. 1996'da ilk kez Cenevre'deki CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) laboratuvarlarında antimadde atomu elde edildi. Antimadde, maddeye çok benziyor. Yalnızca elektrik yüklerde (+) ve (-) yükler ters durumda. Böylelikle antidünyada (+) yüklü antielektronlar, (-) yüklü antiçekirdek çevresinde dönüyorlar. Maddeyse bu durumun tam tersi özellikler gösteriyor. Bu da bize iki dünyanın birleşmesinde müthiş bir patlama yaşanacağını anlatıyor. Yarım gramlık bir maddeyle, aynı miktardaki antimaddenin birbirini yok etmesi bize 1 kg plütonyumun parçalanmasından meydana gelen ya da 30 ton oksijen-hidrojen bileşiminin yanmasından ortaya çıkacak enerji kadar enerji sağlıyor.

"Eğer bir gün yeterince yakıt taşıyarak ışık hızına yakın bir hızda yolculuk etmek istersek antimadde en iyi çözüm

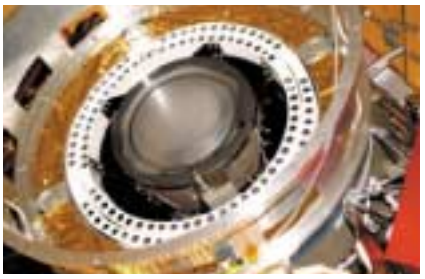


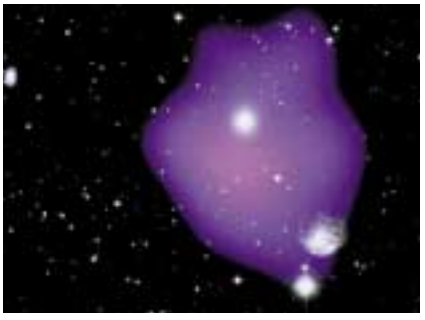
NASA'nın 2007 yılında devreye sokmayı planladığı manyetik ivmelenme sistemi gerçekleştiğinde uzay mekikleri her 90 dakikada bir fırlatılabilecek.

yolu olacaktır..." diyor ABD'li fizikçi Lawrence Krauss. Ancak yeterli sayıda antimaddeyi üretmeyi henüz bilmiyoruz. Üstelik şu an için bunu yapmak da son derece pahalı. Bu durumda şimdilik yakın gelecekte farklı bir itiş yöntemiyle yetinmek zorundayız. Kısa süre içerisinde kendi Güneş sistemimizin kapıları önümüzde açılacak ama tüm evrenin kapılarının aralanması için henüz beklememiz gerekiyor.

Yakıt sorunu aşıldığında karşımıza çıkacak en büyük sorunlardan biri de evrenin genişliğiyle ilgili olacaktır. Bize en yakın yıldız olan Proxima Centauri'ye saatte 30 000 km hızla ve çok hızlı bir ivmeden kaçınarak (Daha fazlası astronotların ölümüne neden olacaktır) yapılacak bir yolculuğun süresi insan ömrünün çok çok üzerinde olacaktır. Yalnızca kendi gökadamızda en az 100 milyar yıldız olduğunu anımsarsak, önümüzdeki zorlukların derecesi anlaşılabilir.

Bunların yanı sıra, uzay hakkında bilinmeyen pek çok şey var hâlâ. Astrofizikçilerin anlamaya çalıştığı şeylerden





biri de "karanlık madde". 1930'lu yıllarda Samanyolu Gökadası'nın teleskopla görülenden çok daha fazla madde içerdiğinin anlaşılması büyük şaşkınlık yaratmıştı. Bu bilinmeyen ve yıldızlar gibi ışık saçmayan madde, karanlık madde olarak adlandırıldı. Bu maddenin evrenin %90'ından fazlasını oluşturduğu ileri sürülüyor. Karanlık maddenin varlığının kanıtları için günümüzde Samanyolu benzeri sarmal gökadaların incelenmesi sürdürülüyor. Araştırmalar sırasında gündeme gelen soru şu: Bu madenin yapısı ne? Evrende bu madenin yapısını anlamak için bakılan nesneler kahverengi cüceler, karadelikler, sönmüş yıldızlar olan beyaz cüceler gibi gökcisimleri. Genel olarak "ağır kompakt hale cisimleri"(MACHO-Massive Astrophysical Compact Halo Objects) olarak adlandırılan bu cisimler Dünya'yla bir yıldız arasına girdiğinde çekim alanları ışığın yolundan sapmasına yol açıyor. Bu sapma çok küçük olduğundan anlamlı bir veri elde etmek için bu gibi milyonlarca yıldızın gözlenmesi gerekiyor. Bazı kuramcılarsa karanlık maddenin, bizim tanıdıklarımızdan farklı egzotik parçacıklardan oluştuğunu düşünüyorlar. Bunlara zayıf etkileşimli kütleli parçacıklar (WIMP-Weakly Inreracting Massive Particles) deniyor. Bunların araştırılmasında günümüzde sodyum iyodür (NaI) ışınım dedektörleri kullanılıyor. Bu dedektörler henüz geçerli bir kanıt elde edemese de bu konuda oldukça büyük ilerlemeler sağladı. Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi, California Üniversitesi, Moskova Teorik ve Deneysel Fizik Enstitüsü ve Torino Üniversitesi'nin yürüttüğü bir çalışma sonucu ZEPLIN adı verilen xenon dedektörleri

Üretilmeye başlandı. İlki geçtiğimiz yılın sonunda çalışmaya başlayan bu dedektörler yardımıyla karanlık



maddenin varlığına ilişkin kanıt elde etme ümitleri güçlendi.

Geleceğin bilimi ve teknolojisi dendiğinde akla gelen şeylerden biri de lazer silahlarıydı. Bilimkurgu filmlerinde gördüğümüz bu silahların yavaş yavaş gerçekleştirildiğini görüyoruz günümüzde. Ya da geliştirilebileceklerine ilişkin ipuçlarına sahibiz. Sözgelimi bugün bilimimiz artık lazer silahları yapabilme aşamasındadır. ABD'nin "Space Based Laser program" adını verdiği projesinde bunun gerçekleşme aşamasında olduğunu görüyoruz. Bu proje ABD hava kuvvetlerinin 1999 yılında resmi olarak başlattığı bir program. Proje kapsamında Dünya'nın yörüngesinde bulunan ve yerden 1200 kilometre yüksekte sabit yörüngelere yerleştirilmiş ve lazer silahları taşıyan 20 uydu bulunuyor. Her biri yaklaşık 1 MW güce sahip olan bu lazerler 4000 km uzaklıktaki bir füzeyi bile yok edebilmek amacıyla tasarlanmış. Bu görevleri sırasında hareket hızlarının da önemli olduğu düşünülerek bu füzeyi 10 saniyeden daha az bir sürede yok etmeleri düşünülmüş. Savunma sistemi olarak düşünülen SBL projesi sayesinde ABD'nin füze saldırılarına karşı daha güvenli olacağını söylüyor uzmanlar. Bu sistem her türlü balistik füze saldırılarını engelliyor. Projeyi yürütme kapsamında üç firma çalışıyor. Bunlar: Boeing, Lockheed-Martin ve TRW firmaları.

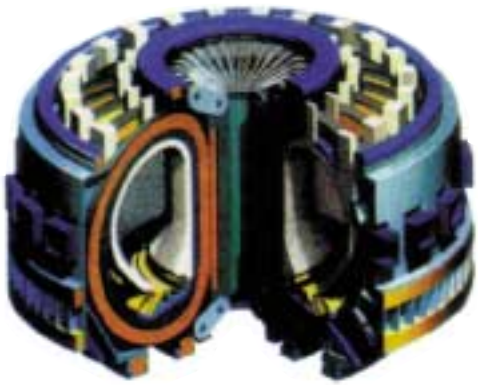
Bu sistemin tamamlanıp devreye sokulmasının gerçekleşmesi ancak 2000 yılının bahar aylarında mümkün olacak. Bunun en önemli nedeni SBL projesinin oldukça pahalı bir proje olması. 1999 yılında ABD bütçesini altüst eden bu projeye bu yıl bütçeden daha fazla pay ayrılması



Evrenin büyük bölümünü oluşturan karanlık maddenin varlığını tespit edebilmek için sodyum iyodür ışınım dedekörleri kullanılıyor. ZEPLIN adı verilen xenon dedektörleriyse ortak bir proje.

düşünülüyor. Bu kapsamda hükümetin bütçeden uzay teknolojilerine ayırdığı payın 6 yıl içinde % 13'ten % 30'a çıkarılması hedefleniyor.

Silah olarak kullanılması bir yana, lazer teknolojisi günümüzde pek çok alanda kullanılıyor zaten. Kompakt disklerin okunmasından göz cerrahisine, mesafelerin ölçülmesinden haberleşmeye değin birçok alanda lazer kullanılıyor zaten. Bilimkurgu düşkünleri lazer silahlarını bekleyedursun, lazer teknolojisi gelecekte enerji sorununa çözüm olabilir gibi görünüyor. Yüksek enerjili lazer demetleri kullanarak bazı maddeleri uyarmak tekniği çok tepkin olan ara maddelerin ortaya çıkmasını sağlamıştı. Kullanılan deneysel düzenekse oldukça karmaşıktı çünkü ilk lazer darbesiyle uyarılan maddeleri üretmek, ardından 200 femtosaniye ($1fs=10^{-15}$ saniye) sonra elde edilen maddenin özelliklerini gözlemek mümkündür. Aynı amaç için kullanılan bir diğer yöntem de tokamaktır. Tokamak yüksek enerjili plazmanın muhafaza edilmesi için kullanılan bir tekniktir. Süperiletken kablolar kullanılarak üretilen manyetik alanlarda yıldızların merkezindekine benzer ortamlar yaratılmıştır. Bugün için hafif çekirdeklerden oluşan bir plazmanın hiçbir yere



dokunmadan tutulmasını ve milyonlarca dereceye kadar ısıtılmasını sağlayan tokamak gibi manyetik hapsetme teknikleri olsun, bir döteryum tabletinin birçok lazer ışını demetine tutulmasıyla sağlanan eylemsizlikle hapsetme olsun henüz deneysel aşamadadır ve laboratuvar dışına çıkamamıştır. Yine de bu tekniklerin geliştirilmesiyle elde edilebilecek sistemler gelecekte yeni enerji kaynakları olarak değer kazanabilirler.

Günümüzde geleceğe yönelik bir başka gelişme de, gezegen yüzeylerinde rahatça yol almayı sağlayan ve havada ilerleyen araçlar. Bunlardan birine yakın tarihlerde binerseniz sakın şaşırmayın. Henüz bir prototip olsa da havada ilerleyebilen otomobil üretildi. Bu otomobilin üreticisi olan Paul Moller, küçüklüğünde uçan arabaların düşünü kuran bir çocuktu. Birçok çocuk gibi o da otomobiliyle gökyüzünde dolaştığını, dünyaya tepeden baktığını düşlerdi. Diğer çocuklardan farklı olarak Moller bu düşünü gerçekleştirmeyi başardı. 36 yıldır sürdürdüğü bir projenin sonucu olarak prototipini ürettiği otomobili "Sky Car" yerden dikine havalanabiliyor ve gökyüzünde süzülüyor. Formula 1 araçlarını andıran bu otomobilin yanlarında uçuş türbinleri bulunuyor. Saatte 600 kilometreye çıkabilmesi düşünülen bu otomobilde yaklaşık 80 kW'lık gücünde 8 vankel motoru kullanılmış. Arka motorların içinde bulunan jaluzi benzeri bir düzenek sayesinde araca yön verilebiliyor. Bu düzenek motorların sağladığı itmenin ve hava akışının yönünü kontrol ederek bir çeşit direksiyon görevi görüyor. Jaluziye benzer düzeneğin kanatçıkları 45 derecelik bir hareketle eğildiğinde hava çıkışı geriye ya da aşağıya doğru verilebilir. Bu sayede otomobil yolda ilerlerken birden havalanabilir, havada ilerleyebilir ya da havada sabit kalabilir. Otomobilin güçlü sekiz motorundan birinin arızalanması durumunda diğer motorlar aracın havada kalmasını ya da güvenle yere inmesini sağlayacak şekilde tasarlanmışlar. Bununla birlikte daha da acil durumlar olabileceği düşünülerek araca iki de paraşüt yerleştirilmiş. Moller

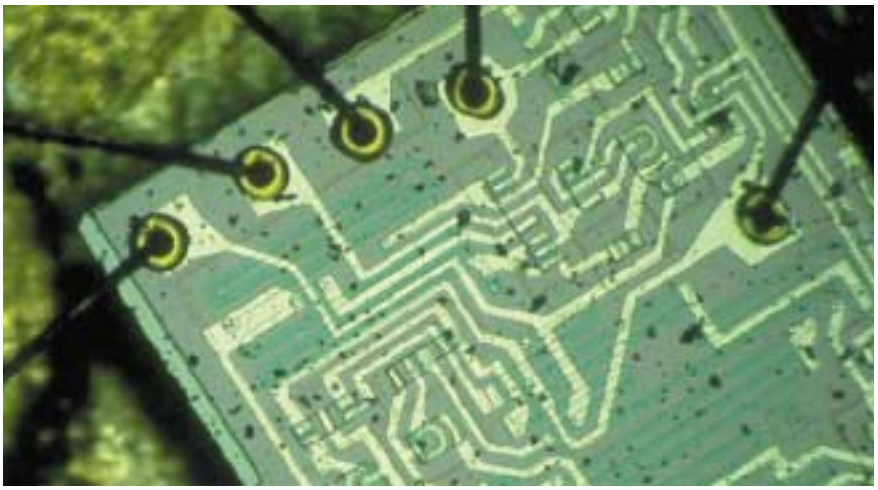
Tokamak, yüksek enerjili plazmanın muhafaza edilmesi için kullanılır. Süperiletken kablolar kullanılarak üretilen manyetik alanlarda, yıldızların merkezindekine benzer bir ortam yaratılmış olur.

bu buluşunun özellikle trafik yoğunluğunun azaltılması için oldukça yararlı olacağını düşünüyor. Bunun yanı sıra polis teşkilatı da bu aracın işlerini oldukça kolaylaştıracağını ve kamu güvenliği açısından yararlı olacağını belirtiyorlar.

Tıpkı uzay yolculukları örneğinde olduğu gibi, 20. yüzyılda bilimin ve teknolojinin birçok alanında devrimsel nitelikte yenilikler yaşandı. Bunlar çok kısa sürede yaşamımızı köklü değişikliklere uğrattı. Gelecekte bunların çok daha ileri düzeyde olacağını söylemek çok da yanlış olmaz. Sözgelimi bilgisayarların ortaya çıkması ve yaşamın birçok alanında kısa sürede belirleyici olması bu niteliktedir. 2000'e girerken yaşanan dijital kıyamet korkusu bu bağımlılığın en iyi örneği değil midir?

Intel firmasının kurucularından biri olan Gordon Moore, 1965 yılında bilgisayar çiplerinin hızlarının her 18 ayda iki katına çıktığını söylemişti. Bu elbette oldukça hızlı bir ilerlemeydi. Bilgisayar çiplerinin hızlanmasının temel nedeni daha küçük alana daha fazlasının sığdırılabiliyor olmasındandır. İşin sırrı minyatürleştirmede yatar. Peki gelecekteki makinelerden beklentilerimiz nelerdir? Daha hızlı olmaları mı, daha kullanışlı olmaları mı gerekiyor? Bilim adamlarına sorarsanız bilgisayarların daha hızlı olmaları gerekiyor. Fizikte, özellikle atomaltı dünyada olup bitenler konusundaki resmi netleştirmek için olağanüstü hesap gücü gerekiyor. Atom çekirdeklerinin içindeki proton ve nötronları, hatta bunları oluşturan temel parçacıkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvvetiyle ilgili hesaplar günümüzde bile en hızlı bilgisayarların milyonlarca yıl hesap yapmasını gerektiriyor. Oysa fizikçilerin şimdilik ilkel denebilecek tasarımlar üzerinde çalıştıkları kuantum bilgisayarlar, kuramsal olarak aynı hesaplamayı göz açıp kapayıncaya kadar yapabilecekler.

Sıradan kullanıcılarsa daha alçakgönüllü beklentilere sahip. Bilgiye serbestçe ulaşma onlar için daha fazla önem taşıyor. Bu anlamda internet teknolojisinin geleceğini oldukça parlak görebiliriz. 1999 yılının başında internet kullanıcıları 100 milyon kişinin üzerindeydi. İnternetin hızla yayılmasına rağmen hâlâ çok yeni bir bilimsel gelişme olduğunu söyleyebiliriz. Dünya'nın en kalabalık nüfuslu ülkesi



Çin'in de internete girmeye hazırlandığı bu yıl, sanal ağ, insanları birbirine yaklaştıran bir köprü olma görevini sürdürecek. İnternet sayesinde toplumun bilgiye ulaşımı, bilginin üretilip dağıtılması ve paylaşılması kolaylaşıyor. İnternet teknolojisinde gelecekte daha hızlı bilgi alış-verişinden söz etmek mümkün. Geleneksel bakır telefon kablolarının yerini fiberoptik kablolar aldıkça bu hızlanma artıyor. Fiberoptik kabloların taşıma kapasitelerinin artmasıyla birlikte gelecekte dünya üzerinde çok daha hızlı internet erişimine sahip olunması bekleniyor.

Bu da gelecek yüzyıldan olağanüstü gelişmeler beklememiz için haklı bir neden olarak görülebilir.

Bilimde gelecek yüzyılda olacağı tahmin edilen ya da asla olamayacağı söylenen birçok şey var. Yine de bu sözlerin yalnızca geleceğe yönelik tahminler olduğunu aklımızdan çıkarmamalıyız. Geçmiş yüzyılın başlarında ya da 20. yüzyılda yaşanan birçok bilimsel yenilik hakkında içlerinde bilim adamlarının da bulunduğu birçok kişi değişik yorumlarda bulunmuştu. Sözgelimi en büyük mucitlerden biri olan Thomas Edison'un radyo hakkında "Radyo çılgınlığı yakında yok olacaktır." demesi ya da IBM bilgisayar firmasının başkanı Thomas Watson'un dünyada kullanılması gereken bilgisayar sayısının en fazla 5 olduğunu söylemesi akla gelen ilk örneklerdir. Bunun yanında bugün önemli saygınlıkları ve güvenilirlikleri olan New Tork Times gazetesinin 1911 yılında Marslıların iki yılda bir kanal inşa ettiğini ileri sürmesi, Science dergisinin 1984 yılında memeli hayvanların kopyalanmasının biyolojik açıdan olanaksız olduğu fikrine sayfalarında yer vermesi de benzer nitelikte şaşan tahminlerdir.



Bugün sahip olduğumuz bilime bakarak gelecekte olabilecekleri bu şekilde görüyoruz. Saydığımız örnekler çoğaltılabilir kolayca. Öte yandan şu da bir gerçek ki bilim her zaman insanlığın ve onun gereksinimlerinin hizmetinde oldu. Gelecek yüzyılın ortaya çıkaracağı sorunları çözmede, meydana getireceği gereksinimleri karşılamada bilimden başka sahip olduğumuz bir şey yok. Sözgelimi, ileride yaşanabilecek enerji krizini, açlık sorununu, aşırı nüfus artışını karşılamak için bilimsel çarelere daha bugünden gereksinim duyulmaktadır. Sorunlara çare bulmak, insanlığı çok daha ileri yaşam standartlarına taşımak bilim adamlarının görevidir. Geleceğin bilimini yaratacak bilim adamları yeni yetişen genç nesiller olacak. Gelecekte bilim ve teknolojinin ne boyutta olacağını anlamak için genç nesillere bakmak yeterli.

Gökhan Tok

Kaynaklar:
Ball, P., 'The Speed of Computers, Nature, December 1999
Butler, D., Computing 2010, Nature, December, 1999
Goede, W., Keine Utopie Mehr: Das Fliegende Auto, PM Magazine, September, 1999
Lissauer, J., How common are habitable planets?, Nature, December, 1999
Smith, N., Spooner, N., The search for dark matter, PhysicsWorld, January, 2000
Guerre des ètoiles, Science&Vie, Octobre, 1999
http://www.boeing.com/defence-space/space/delta/delta2/ds1succes.htm
http://science.nasa.gov/newhome/headlines/prop06apr99_2.htm

Sicimlerle Yeni Evrenler

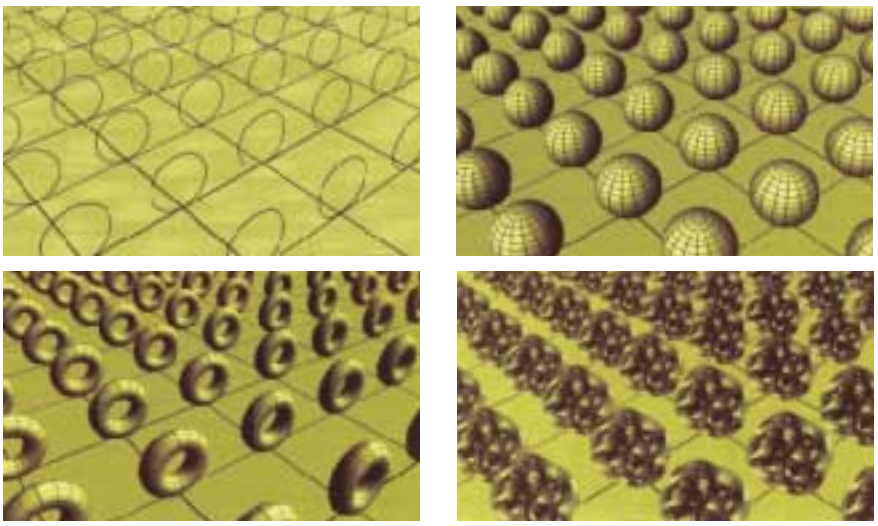


Karanlık bir gecede başımızı gökyüzüne kaldırdığımızda görebildiğimiz, karanlık bir fon üzerinde ışıltılı binlerce küçük noktacık, bunların değişmeyen konumları arasında hayal gücümüzü zorlayarak oluşturduğumuz örüntüler, yani takımyıldızlar ve yazın hayal meyal görebildiğimiz ışıklı bir bulut. Milyarlarca yıldızdan oluşan bir gökadayı, keşke tam tepemizde, tüm sarmal kollarıyla, tüm görkemiyle izleyebilseydik. Ama evrenimiz gene de güzel, gene de engin. Fizikçilerin gördüğü, daha doğrusu görmeye çalıştıkları evrenlerse biraz farklı. Güzellik anlayışları da öyle. Her noktasında, sonsuz küçüklüklerde ayrı ayrı evrenler, birbirine dolanmış, karmaşık, biteviye titreşen sicimler, zarlar, düzgün ya da yamulmuş kürecikler. Birbiri üzerine kıvrılmış yepyeni boyutlar. Tanıdığımız boyutlarla karşılaştırılamayacak, hatta belki hiçbir zaman göremeyeceğimiz kadar küçük , ama bir yıldızı göstermek için kaldırdığımız kolumuzun gene de içinde yol aldığı boyutlar…Bu evrenler biraz hırçın, çalkantılı. Ama bunlar bizim duyularımızla algılayabildiğimiz dört boyutlu evrenimizden daha gerçek. Çünkü bu manzara her yerde aynı. Sonsuz büyüklük ve küçüklüklerde aynı zamanda geçerli, kozmik ve mikroskobik ölçeklerdeki her olayı açıklayan tek bir yasa var. Bu yeni evrenleri gözlerimizle görebilmemiz olanaksız. Ama fizikçiler, gökada boyutunda hızlandırıcılar olmadan da, bu yeni evrenlerin sırlarını heyecan verici bir kuram aracılığıyla çözmenin eşiğinde olduklarını düşünüyorlar.

EVRENİMİZ konusundaki düşüncelerimiz, neredeyse evrenin genişleme hızına koşut bir hızla gelişiyor. Durağan bir evren düşüncesinden, son derece dinamik, çalkantılı, hızla genişleyen bir evren düşüncesine geldik. Kavrayışımızla ilgili değişiklik, yalnızca boyutla ya da uzay-zamanın dinamiğiyle ilgili değil. Evrenbilimcilerin çoğunu günümüzde uğraştıran tartışma, evrenin içeriği. Görebildiğimiz, yıldızlar, gökadalar gibi ışıldayan maddenin, artık evrendeki maddenin çok küçük bir bölümünü oluşturduğunu biliyoruz. Maddenin belki de yüzde doksanı, göremediğimiz, karanlık cisimlerden ya da egzotik parçacıklardan oluşuyor. Işıyan ve ışımayan türleriyle bir arada bile madde, evrenin büyüklüğünü ve genişlemesini açıklayamıyor. Kuramcılar, Einstein'ın başta terk ettiği kozmolojik sabit düşüncesini yeniden canlandırarak, evreni dolduran ve kütleçekimin tersi, itici bir etki yapan bir boşluk enerjisi üzerinde duruyorlar. Evrenin yapısı ve geleceği kadar, onu oluşturan madde de fizikçilerin gündeminden çıkmıyor. Kamplardan biri, Standart Model'in boşluklarını doldurmak için umutlarını, maddeye kütle kazandıran Higgs parçacığına bağlamış. Gene bu parçacık aracılığıyla doğadaki temel kuvvetlerin özdeşleştirilebileceğinden umutlu. Kimiyse, bu parçacıkların, çok daha küçük, uzay zamanı dolduran sicimlerin titreşimlerinin bir biçimi olduğunu savunuyor. Evrenle ilgili daha radikal bir önermeyse, evrenin, bizim algıladığımız üç uzay boyutu ve bir zaman boyutuyla varolamayacağı. Çok boyutlu bir evren, fizik dünyasının kapalı son kapılarını da açacak bir anahtar olarak benimsenmiş görünüyor.

Aslında son yıllar, evrenbilimcilerin ve parçacık fizikçilerinin, kütleçekimi araştırmalarında en cüretli önermelerine ve bunlar üzerinde yoğun çalışmalara tanık oldu. Özetle, düşünce, tanıdığımız 3 boyutlu genişleyen evrenimizi, çok daha büyük ölçülerde olabilecek daha fazla boyuttan oluşan bir uzay-zaman içinde gezinen üç boyutlu bir zar olarak tanımlamak. Bu zarlar, beş farklı sicim kuramını birleştiren ve 10 yerine 11 boyutlu bir evren resmi ortaya koyan M-kuramının öngördüğü, üç boyutlu topakçıklar. Düşüncenin tutarlı olup olmadığı konusu henüz havada. Ancak sicim kuramındaki göz alıcı ilerlemeler, bir zamanlar deli saçması sayılabilecek düşünceleri son derece doğallaştırıyor.

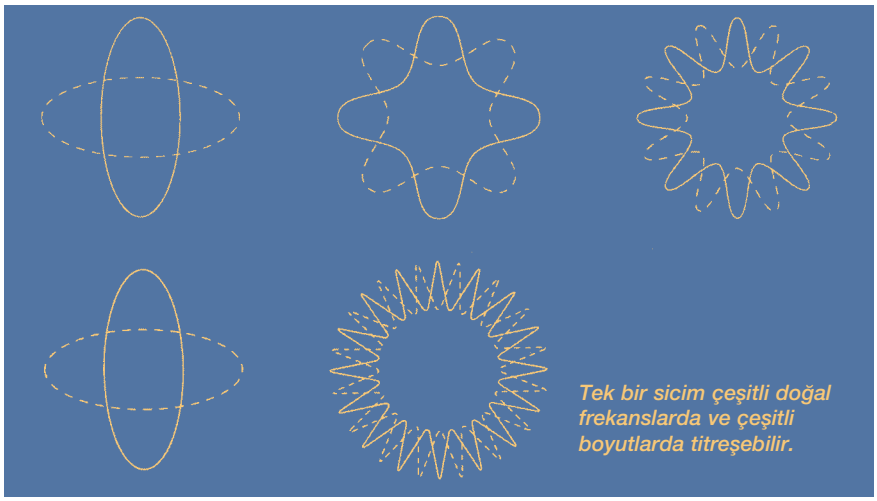
Uzay-zamanın fazladan uzay boyutları olduğu düşüncesi, neredeyse Einstein'ın görelilik kuramı kadar eski. İlk olarak, Königsberg Üniversitesi'nde Polonya asıllı bir Alman matematikçi, Thomas Kaluza, evrenimizin, Einstein'ın önerdiği 3 uzay ve bir zaman boyutundan daha fazla boyuttan oluşabileceğini düşündü. Kaluza'ya göre, bildiğimiz uzay boyutlarının farkındayız, çünkü bunlar büyük ölçekli. Ancak, nasıl çok uzaktan izlediğimiz bir çamaşır ipi yalnızca bir çizgi (tek boyutlu) görünüp, silindir biçimini,



Süpersimetri ve sicim kuramları, tanıdığımız büyük ölçekli üç uzay boyutunun dışında, küçük, kıvrılmış boyutlar öngörüyor. Bunlara örnek, tek fazladan boyut (sol üst) ile iki fazladan boyut (sağ üst ve sağ alt) ve 6 fazladan boyut (sağ alt).



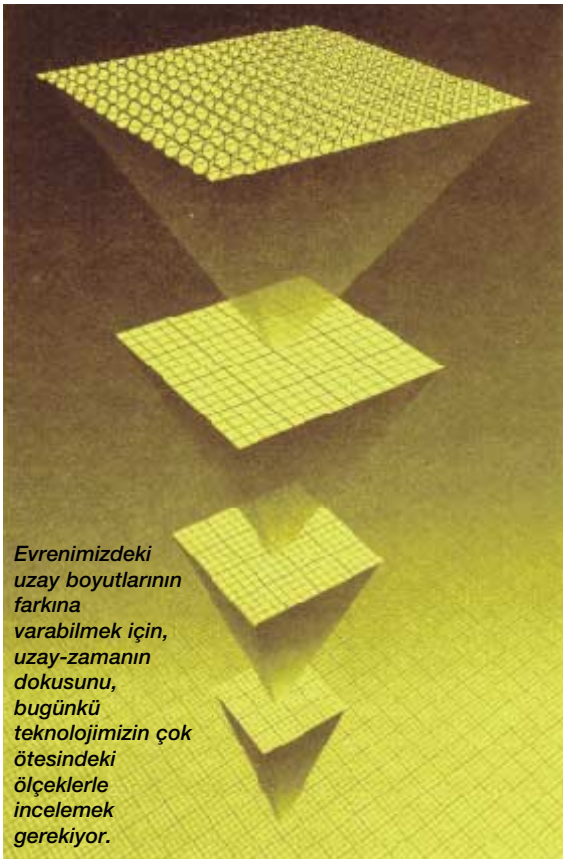
(bükülmüş ikinci boyutunu) bizden saklıyorsa, Thomas Kaluza, bu ek boyutların da uzay-zamanın her noktasında bükülmüş biçimde, bizim algılayamayacağımız küçüklüklerde bulunabileceğini önerdi. Einstein, genel göreliliği, üç uzay ve bir zaman boyutunun oluşturduğu bir evreni betimlemek için geliştirmişti. Ancak geliştirdiği denklemlerin matematiksel biçimselliği genişletilerek daha çok boyutlu evrenler için de benzer denklemler yazılabiliyordu. Thomas Kaluza, 1919 yılında bu denklemleri beş boyutlu (fazladan bir uzay boyutlu) evrene uyguladığında, ek boyut nedeniyle yeni bir dizi denklem ortaya çıktı. Kaluza bu denklemleri incelediğinde, bunların James Clerck Maxwell'in 1880'lerde elektromanyetik kuvveti betimlemek için yazdığı denklemlerden başka bir şey olmadığını gördü. Yalnızca bir boyut eklemekle Kaluza, Einstein'ın kütleçekim kuramını, Maxwell'in ışık kuramıyla birleştirmiş oluyordu. Kaluza, bu düşüncesini hemen Einstein'a bir mektupla bildirdi. Einstein, 21 Nisan'da yolladığı yanıtında, önermenin kendisini çok heyecanlandırdığını belirtti. Ancak bir hafta sonra, "çürütülecek bir yan göremekle birlikte, ileri sürülen argümanların yeterince doyurucu olmadığını" söyledi. Büyük usta, iki yıl sonra düşüncesini değiştirerek, Kaluza'ya yazdığı yeni bir mektupta, makaleyi akademiye sunmaya hazır olduğunu bildirdi. 1926 yılındaysa İsveçli matematikçi Oskar Klein, Kaluza'nın modeline o sıralarda yeni yeni gelişmekte



Tek bir sicim çeşitli doğal frekanslarda ve çeşitli boyutlarda titreşebilir.

olan kuantum mekaniğinden öğeler kattı ve böylece model Kaluza-Klein kuramı adıyla anılmaya başlandı.

Ancak fizik dünyasındaki heyecan, ilk deneylerle birlikte söndü. Denklemlere elektron katıldığında, kuramın bu temel parçacığın kütlesi ve elektrik yüküyle ilgili önermeleri, deney verileriyle büyük ölçüde çelişiyordu. Bu kuramla fazla yol alamayacaklarını düşünen fizikçiler, kütleçekimini bir yana bırakarak, elektromanyetik kuvvetle, daha sonra keşfedilen şiddetli ve zayıf çekirdek kuvvetlerinin mikrodünyasını araştırmaya başladılar. Bu dünyadaki etkileşimlerin kuramsal temelini oluşturan kuantum mekaniğinin başarılı öngörüleri, her seferinde deneylerle doğrulandıkça, mikrodünyanın sırları büyük ölçüde çözüldü ve parçacıkların etkileşimlerini betimleyen Standart Model 1980'li yılların başlarına kadar olgunlaştı. Bu arada kuramcılar, elektromanyetik kuvvetle, zayıf çekirdek kuvvetinin özdeş olduğunu kanıtladılar. Modeldeki boşlukların doldurulmasının ancak bir zaman ve yeterli enerjide yeni parçacık hızlandırıcılarının devreye girmesi sorunu olduğu sonucuna varan kuramsal fizikçiler, yeniden gözlerini kütleçekimine ve Kaluza-Klein kuramına çevirdiler. Çünkü baştaki deneysel uyumsuzluğa karşın modelin temel düşüncesi, kütleçekimsel etkileşimi, elektromanyetik ve zayıf çekirdek kuvvetlerinin özdeşleşmiş biçimi olan "elektrozayıf"etkileşim ve atom çekirdeği içindeki parçacıkları birbirine bağlayan şiddetli etkileşmeyle özdeştirmek için günümüzde yürütülen tüm çabalara damgasını vuruyor. Bunlara örnek, elektrozayıf ve şiddetli etkileşimleri betimleyen Yang-Mills kuramları. Bunlara ek olarak süpersimetri denen ve bozon ve fermiyon sınıfından parçacıklar arasında bir simetriyle de birleşince bu modeller, kuantum mekaniğiyle de tutarlı olan bir kütleçekim kuramı oluşturuyorlar. Evrendeki tüm olaylar için geçerli olacağı varsayıldığı için "Her Şeyin Kuramı" (Theory of Everything – TOE) diye adlandırılan modeller içinde en popüler olan süpersicim kuramı da bunlar arasında. ABD'nin Columbia Üniversitesi fizikçilerinden Brian Greene, "Zarif Evren" (The Elegant Universe) adlı kitabında, kuramın ayrıntılı bir betimlemesini yapıyor.



Evrenimizdeki uzay boyutlarının farkına varabilmek için, uzay-zamanın dokusunu, bugünkü teknolojimizin çok ötesindeki ölçeklerle incelemek gerekiyor.

Adının da çağrıştırdığı gibi süpersicim kuramı, parçacık fiziğinde alışageldiğimiz nokta gibi ya da "sıfır boyutlu" varlıkların yerine tek uzay boyutlu uzamış cisimleri betimliyor. Ancak sicimlerin çok kısa olacağı varsayımından hareketle sicim kuramları, yüksek enerji fiziğinin alışılmış nokta parçacık modellerini yeniden üretiyorlar.

Kuram, temel etkileşimler ve bunların aracı parçacıkları için alıştığımızdan çok farklı, radikal bir resim çiziyor. Standart Model'de temel parçacıklar ve kuvvet taşıyıcı bozonlar, çeşitli kütlelerde "nokta-parçacıklar" olarak betimleniyor. Bu model içindeki TOE yaklaşımları da fazla boyutlar öngörüyor; ama parçacıklar arasındaki büyük kütle farkları, temel doğa kuvvetlerini özdeşleştirmek için gerekli simetriyi zorluyor.

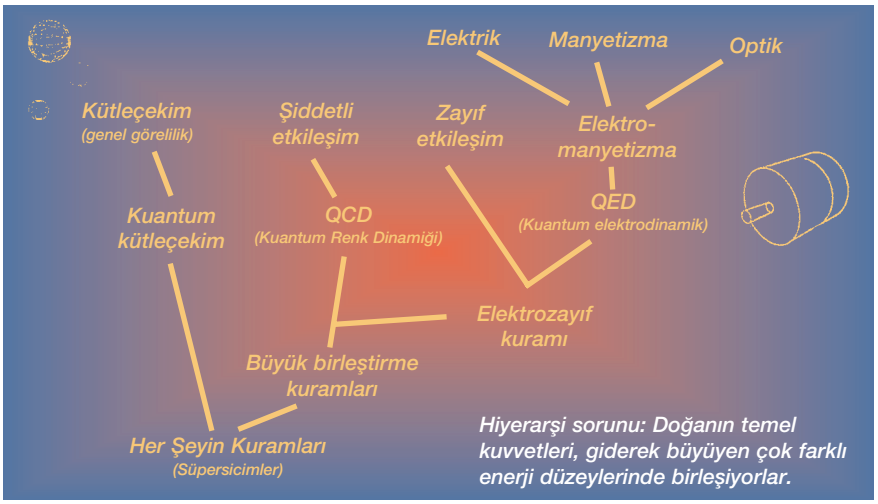
Süpersicim kuramına göreyse, evrenimiz uzay-zamanda sürekli titreşen çok küçük uzamış cisimlerden oluşuyor. Bu titreşimler, tıpkı bir gitar telinin belirli bir düzende (doğal frekanslarında) titreşmesinin değişik notalar üretmesi gibi, değişik "parçacıklara", bunların kütlelerine, elektrik yükleri vb. gibi özelliklerine karşılık geliyor.

Ancak, sicimin üzerindeki gerilim, bir gitar telinin üzerindeki gerilimle karşılaştırılamayacak kadar büyük. Peki ne kadar büyük? Bir sicimin enerjisi, bir gitar ya da piyano telinde olduğu gibi titreşiminin şiddetine bağlı. Sicim kuramcıları Joel Scherk ve John Schwarz, bunu ilginç bir yolla hesaplamışlar. Bir sicimin, "sıfır kütleli" olarak tanımlanan ve kütleçekim kuvvetini ilettiği varsayılan graviton modu için titreşimiyle taşıdığı kuvvetin, sicimin gerilimiyle ters orantılı olduğunu buldular. Graviton'un taşıdığı kütleçekimi, uzak erimli olmasına karşın son derece zayıf bir kuvvet. Bu durumda, gerilim çok büyük olmalı. Gerçekten de yapılan hesaplara göre bir sicimin graviton modunda titreşme-

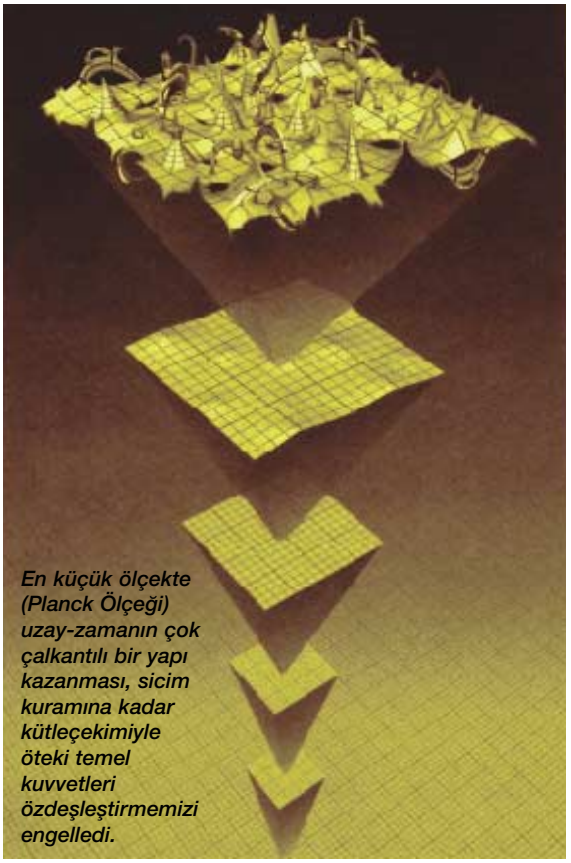
si için gereken gerginlik, 10^{39} ton. Kuramcılar bunu "Planck gerilimi" olarak adlandırıyorlar.Bu muazzam gerilimin de önemli üç sonucu oluyor: Birincisi, sicimlerin biçimiyle ilgili. Sicimler, gitar teli gibi iki ucundan sabit bir yere bağlanarak gerilmiş değiller. Uzay-zamanda serbest biçimde bulunduklarından bu muazzam gerilim, onların kendi üstlerine doğru bükülerek son derece küçük halkalar haline gelmelerine yol açıyor.

İkinci sonuç, sicimlerin enerjisiyle ilgili. Olağanüstü gerilim nedeniyle bir sicimin enerjisi de olağanüstü büyük. Einstein'ın ünlü denklemine göre aslında enerjiyle kütle özdeş olduğundan, bu durumda farklı frekanslara karşılık gelen "parçacık kütleleri" de çok büyük olmalı. Bu durumda, minimum sicim enerjisi olan Planck enerjisini, minimum kütleye çevirdiğinizde, protonun 10^{19} katı bir kütle elde ediyorsunuz ki, bu, havada uçuşan bir toz zerreciği, ya da bir araya gelmiş bir milyon bakteri kadar bir şey. Üstelik evrendeki tüm parçacıklar, bu "minimum kütle"nin tam sayı katlarından oluşuyor. Peki bu durumda sicim kuramı, Standart Model'de bulunan ve kütleleri deneylerle doğrulanmış olan temel parçacık kütleleriyle nasıl bağdaşıyor? Şöyle: Kuantum mekaniğinin ünlü belirsizlik ilkesi uyarınca, uzay-zamanda hiçbir cisim tam olarak hareketsiz bulunamaz. Bu "kuantum titreşimler", sicimler için de geçerli. İşte bu titreşimlerdeki farklı büyüklükler, birbirlerini yok edebiliyor. Üstelik kuantum mekaniği, sicimlerin kuantum titreşimlerinin enerjisinin negatif olmasını gerekli kılıyor. Bu negatif enerji de, sicimlerin toplam enerjisinin, aşağı yukarı Planck enerjisi kadar bir bölümünü yok ediyor ve artakalan enerji de Standart Model'deki parçacıkların özelliklerini oluşturuyor.

Sicimlerin geriliminin yarattığı üçüncü sonuç, sonsuz çeşitlilikte titreşim biçimi olabileceği. Bunun da ussal sonucu, sonsuz çeşitlilikte "parçacık" olması gerektiği. Oysa Standart Model'deki parçacık envanteri oldukça sınırlı. Sicim kuramı bu durumu şöyle açıklıyor: Sicimin olağanüstü gerilimi, yalnızca birkaçı dışında, titreşimlere karşılık gelen parçacıkların son derece ağır olmasını gerektiriyor. Geriye kalan birkaç hafif parçaysa en zayıf titreşimlere karşılık gelen ve enerjilerinin çoğu az önce gördüğümüz nedenle yok olmuş parçalar. Çoğunluğu oluşturan ağır parçacıklardan söz ederkense, Planck kütlesinden daha ağır parçacıklar kastediliyor. Ancak bunların saptanabilmesi için günümüzdeki parçacık hızlandırıcılarının erişebildiğinden 1 katrilyon kat daha yüksek enerji düzeyleri gerekli. Kuramcılar, bu düzeylerin evreni oluşturan Büyük Patlama'dan hemen sonra, saniyenin çok küçük kesirlerinde varolmuş muazzam sıcaklıklarda oluştuğuna ve bu parçacıklardan çok sayıda ortaya çıktığına inanıyorlar. Ancak evren hızla genişleyip soğudukça, bu ağır ve kararsız parçacıkların gittikçe bozunarak en sonunda bizim tanıdığımız, görece hafif parçacıkları oluşturduğu düşünülüyor.

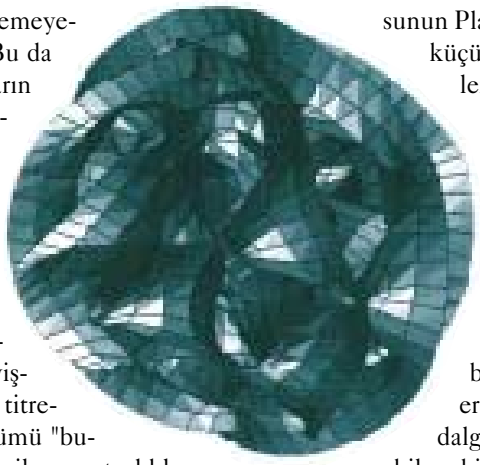


Hiyerarşi sorunu: Doğanın temel kuvvetleri, giderek büyüyen çok farklı enerji düzeylerinde birleşiyorlar.


En küçük ölçekte (Planck Ölçeği) uzay-zamanın çok çalkantılı bir yapı kazanması, sicim kuramına kadar kütleçekimiyle öteki temel kuvvetleri özdeşleştirmemizi engelledi.

Sicim kuramının önemli bir savı da, elektrozayıf ve şiddetli etkileşimlerle, kütleçekimini, nokta parçacık modellerinin yapamayacağı bir biçimde birleştirerek, Her Şeyin Kuramı'nı gerçekleştirmek. Nokta parçacıklarla bu hedefin gerçekleştirilememesinin nedeni şu: Kütleçekimini açıklayan genel görelilik, düzenli bir biçimde bükülmüş bir evren geometrisini temel alıyor. Oysa mikrodünyadaki etkileşimleri betimleyen kuantum mekaniği, uzay-zamanda, gözlem ölçeği küçüldükçe şiddeti giderek artan kuantum dalgalanmalarıyla dolu bir evren öngörüyor. Planck ölçeğinin altına inildiğinde bu dalgalanmaların, çalkantıların şiddeti öylesine artıyor ki, uzay-zaman düzgünlüğünü yitiriyor ve genel görelilik kuramı geçerli olmaktan çıkıyor. Sicimlerin noktacık yerine uzay boyutlu olmaları, bu engelin aşılmasını sağlıyor. Nedeni, sicimin uzunluğunun, bu çalkantılı görüntüyü "bulandırması." Atomaltı dünyada bir parçacığın niteliklerini öğrenmenin yolu, başka bir parçacığı bir sonda gibi ona çarptırarak özelliklerini incelemek. Ancak kuantum mekaniği bir parçacığın aynı anda hem momentumunun hem de konu-

munun belirlenemeyeceğini öngörür. Bu da sonda parçacıkların yapacağı ölçümlerde bir hata payı oluşturur. Bu hata payının sınırını belirleyense, bir parçacığın kuantum dalga boyu. Bir başka deyişle bir parçacığın titreşimi, yaptığı ölçümü "bulandırıyor". Fizikçiler, araştırdıkları parçacıklarla ilgili olarak daha duyarlı bilgiler almak için sonda olarak kullandıkları parçacıkların enerjisini arttırıyorlar. Böylece kuantum dalga boyu kısalıyor, ölçümdeki belirsizlik eşiği de daralmış oluyor. Ancak bu, kuantum mekaniğinin nokta parçacık yorumu için geçerli. Sicimlerinse boyutlu olması, burada önemli bir fark ortaya çıkarıyor. Mantığa da uygun olarak sicimler, kendi boylarından daha küçük bölgeleri tarayamıyorlar. 1988 yılında fizikçiler, sicimlerle ilgili olarak yaptıkları hesaplarda, enerjileri arttıkça bunların, nokta parçacıklar gibi daha duyarlı taramalar yapamadığını fark ettiler. Enerjisi artan bir sicim, gerçekten de önce daha küçük yapıları da incelemeye başlıyor. Ancak bir sicimin enerjisini, Planck uzunluğunun incelenmesi için gereken düzeyin üstüne çıkardığınızda, inceleme duyarlılığı artık artmıyor. Tersine, sicim "büyümeye" başlıyor. Kuramcılarına göre, sicimleri nokta parçacıklara göre farklı ve üstün kılan şey, iki ayrı bulanıklık özelliklerinin olması. Birinin kaynağı, nokta parçacıklarda olduğu gibi kuantum titreşimler, yani kuantum dalga boyu. Bunun üstüne sicimin bir de kendi boyutunun sağladığı ek bir bulandırması var. Sicimlerin normal boyutu, Planck uzunluğu kadar. Planck uzunluğunun altındaki ölçeklerdeki evrende neler olduğunu aramak için sicimin enerjisini yükselttiğinizde, dalga boyunu ve bunun sağladığı bulanıklığı azaltabiliyorsunuz. Ama enerji arttıkça, bir yandan da sicim büyümeye başlıyor. Dolayısıyla ne yaparsanız yapın, bir sicimle Planck uzunluğunun altındaki ölçekteki evreni araştırmanız olanaksız. Oysa, genel görelilikle, kuantum mekaniği arasındaki uyumsuzluk, uzayın dokusunun Planck uzunluğundan küçük ölçekteki özelliklerinden kaynaklanıyor. Ama eğer evreni oluşturan temel madde, Planck ölçeği altındaki uzunlukları göremiyorsa, ne o, ne de ondan yapılmış herhangi bir şey, çok kısa erimli yıkıcı kuantum dalgalanmalarından etkilenebilir.



Gelelim yine boyutlara. Doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirmek için fazladan boyutlara gereksinim olduğunu ve bu boyutların, bizim tüm algılama teknolojimizin ötesindeki küçüklüklerde kıvrılmış olarak bulunduğunu gördük. Nasıl bizim tanıdığımız üç uzay boyutu (ileri-geri, sağ-sol, üst-alt) uzayın her noktasında varsa ve zaman boyutuyla birleşerek bizim referans çerçevimizi oluşturuyorsa, bu fazladan boyutlar da gene uzayın her noktasında bulunuyor. Kaluza'nın modeli, bir fazla boyuttan yola çıkarak, kütleçekimiyle elektromanyetizmayı özdeşleştirmeye yönelik bir çabaydı. Gene gördük ki, modelin matematiği, deneylerle örtüşmedi. Bunun üzerine kuramsal çalışmalar, birden daha fazla ek boyutlar üzerinde yoğunlaştı. Fazladan her boyutun oluşturabildiği değişik geometriler ortaya çıktı. Ancak ortaya bir de sorun çıktı: Kuantum mekaniğine göre bir olayın gerçekleşme olasılığının "0" ile "1" arasında bir yerde bulunması gerekirken, ek boyutlu bazı modellerde olasılık hesapları negatif çıkıyordu. Sonunda fizikçiler dokuz uzay boyutlu bir evrende bu olumsuz sonuçların ortadan kalktığını fark ettiler. Bu nedenle ötedenberi, süpersicim kuramlarının ancak 10 boyutlu uzay zamanlarda geçerli olabileceği düşünülüyordu. Bu boyutlardan dokuzu uzaysal boyutlar, biriyse zaman boyutu. Gene süpersicim kuramına göre, tanıdığımız büyük ölçekli üç boyutun dışındaki altı küçük uzay boyutu, birbirlerinin üzerine bükülmüş biçimde tanıdığımız boyutlara yapışık olarak her noktada bulunuyorlar. Uzay-zamanda titreşip duran sicimler, tanıdığımız üç boyutun yanı sıra, bu altı ek boyut içinde de titreştiğinden, nasıl bir müzik aletinin içinden geçen hava, aletin iç yapısındaki kanallardan geçip engellere çarparak sonuçta bir ses oluşturuyorsa, boyutların birbiri üzerine bükülü yapısı da titreşimlerin biçimini ve dolayısıyla da bunlara karşılık gelen nokta parçacıkların özelliklerini belirliyor. Ek boyutlar çok çeşitli yapılar alabiliyor. Kimi tek delikli çörek biçimli, kimi ikili ya da üç delikli çörekler, ya da çok daha fazla delikli yapılar biçiminde oluşabiliyor. Delik sayısı, 480'e kadar çıkabiliyor. Sicim kuramı, bu geometrilerin, daha doğrusu şekillerdeki delik sayısının, Standart Model'de, birbirlerine çok yakın özellikler taşıyan parçacıkların oluşturduğu "aile"leri ya da "nesilleri" belirlediği iddiasında.



Calabi-Yau şekillerindeki deliklerin sayısı, "parçacık"ların özelliklerini belirliyor.

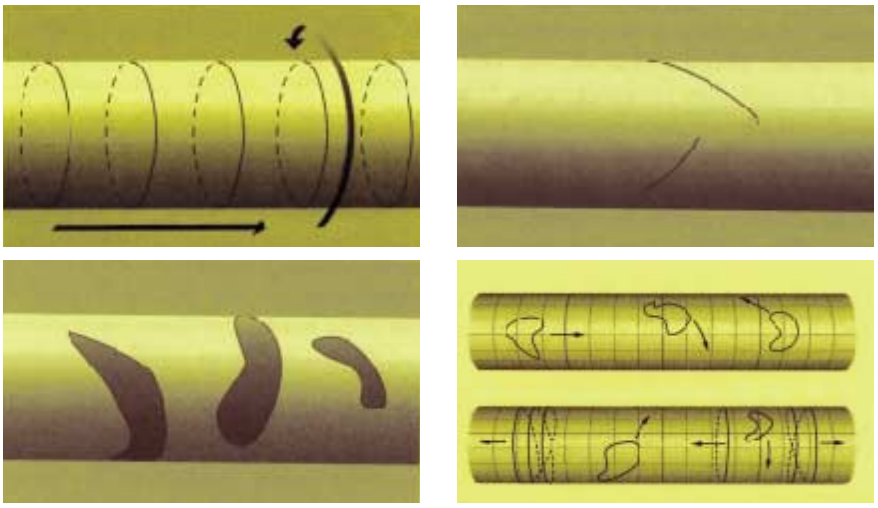
Bu sarılmış altı boyutun çok çeşitli geometrilerine, bu karmaşık biçimleri hesaplayan matematikçiler olan Pennsylvania Üniversitesi'nden Eugenio Calabi ile, Harvard Üniversitesi'nden Shing-Tung Yau'nun onuruna Calabi-Yau Uzayları, Calabi-Yau Şekilleri, ya da Calabi-Yau manifoldları deniyor. Uzay zaman içinde hareket eden her şey, bizim tanıdığımız üç boyutun içinden geçtiği gibi, aynı anda bu ek altı boyutun oluşturduğu kapalı yüzeyin içinden de geçiyor. Örneğin en basit biçimlerinden biri, "8" biçimli bir çöreğin daha yüksek boyutlu bir benzeri sayılabilecek bu manifoldun, $R_{Calabi\text{-}Yau}$ denen bir ölçeği var. Fazladan boyutları deneysel olarak izleme yeteneğimizle çelişmesin diye bu ölçeğin son derece küçük olduğu varsayılmış. 10^{-33} cm olarak kabul edilmiş bu ölçek, kütleçekimin kuantum kuramındaki Planck uzunluğuna eşit. Bu da, elektrozayıf parçacık fiziği deneylerinde incelenmiş en küçük uzunluk olan 10^{-17} cm'den (santimetrenin yüz katrilyonda biri) çok daha küçük bir ölçek.

Şimdiye değin, evrende Hubble Yarıçapı (10^{28} cm ya da yaklaşık 10 milyar ışıkyıl) içindeki gözlemleri, evren daha

yalnızca birkaç Planck uzunluğundayken geçerli olan özellikleriyle açıklamak isteyen evrenbilimciler, sicim kuramını ya tümüyle dikkate almadılar, ya da kuramla gözlemleri bağdaştıramadılar. Böyle olunca da Calabi-Yau modeli, olgusal parçacık fizikçileriyle Büyük Patlama evrinbilimcilerin dünya görüşlerinin çerçevesi dışında kaldı.

Ancak son zamanlarda işler biraz değişmeye başladı. Parçacık fiziğinin "hiyerarşi sorunu" ile ilgili yeni yeni düşünceler ortaya çıktı. Bu sorun, elektrozayıf etkileşimlerin ölçeği (10^{-17} cm) ile, Büyük Birleşme (Grand Unified Theory – GUT) ölçeği (10^{-28} cm) arasındaki uyumsuzluk. Kuantum mekaniğindeki belirsizlik ilkesine göre incelemek istediğiniz ölçek ne kadar küçükse, kullanmanız gereken enerji de o ölçüde büyük. Bu durumda küçücük Planck ölçeğini inceleyebilmek için gerekli enerji, 10^{19} GeV. Yani 10 milyar kere milyar kere milyar elektronvolt!..Bu, günümüzdeki hızlandırıcılarda elde edilebilen enerji düzeylerinden 100 trilyon kat fazla. Böylesine muazzam enerjileri oluşturacak parçacık hızlandırıcıları da elbette o ölçüde görkemli olacak. Bazı fizikçiler, böyle bir hızlandırıcının, gökadamız boyutlarında olması gerektiğini hesaplıyorlar. Kimilerine göreyse, bu iş için evren genişliğinde bir parçacık hızlandırıcısı gerekli. Açık ki, ne Büyük Patlama'nın ilk anlarında varolabilmiş böylesine enerji düzeylerine, ne de gökada büyüklüğünde hızlandırıcılara sahip olabileceğiz. Bu durumda mikrodünyanın sırları, sır olarak kalmaya mahkum mu? Sicim kuramı, kanıttan yoksun mu kalacak? Doğa kuvvetlerinin özdeştirilmesi, Her Şeyin Kuramı, birer fantezi olarak mı kalacak?

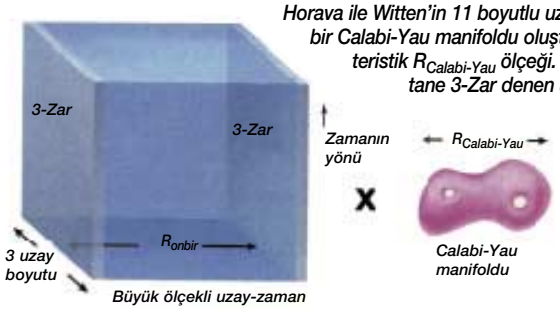
Galiba değil… Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de görevli fizikçiler, yürüttükleri kuramsal çalışmalarda, elektrozayıf ve şiddetli kuvvetlerin, 10^{16} GeV enerji düzeyinde de



Sicimler, boyutlar üzerindeki konumlarına göre farklı biçimler alabiliyorlar: Tek boyutlu, iki ya da daha çok boyutlu, açık ya da halka biçimli olabiliyor.

birleşebileceğini gösterdiler. Hatta aynı kuramcılara göre biraz daha zorlanınca, büyük birleştirme 1TeV (trilyon elektronvolt) gibi, günümüz parçacık hızlandırıcılarının erişmek üzere oldukları bir enerji düzeyinde de gerçekleşebilir. O halde bu kuvvetlerin özdeştirilmesini sağlayacak süper parçacık eşleri de tünelin ucunda. Bunun için de, CERN fizikçilerine göre tanıdıklarımızın dışında bir beşinci boyut bile yeterli. Ancak bunun için süpersicim kuramını da biraz zorlamak gerekiyor. Hatırlanacağı gibi kuram, fazladan boyutları Planck ölçeği büyüklüklerinde betimliyor. Oysa beşinci boyut 10^{33} (Planck) ölçeğinde değil de, çok daha büyük, örneğin 10^{17} cm ölçeğinde olursa, mikrodünyadaki kuvvetlerin büyük birleşmesi gerçekleşiyor.

Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Nima Arkani-Hamed ve Savas Dimopoulos ile, İtalya'nın Trieste kentindeki Abdus Salam Uluslararası Kuramsal Fizik Merkezi'nden Gia Dvali, daha da radikal bir düşünce ortaya attılar. Bu kuramcılara göre beşinci boyutun ölçeği, bir milimetre bile olabilirdi. Bu, bırakın hızlandırıcılardaki dedektörlerin, çıplak gözün bile görebileceği bir ölçek!.. Üç kuramcıyı bu iddialı önermeye ulaştıran hedef, "hiyerarşi sorunu"nu çözmekti. Yani elektrozayıf birleşmenin düşük enerjisi (100 GeV) ile, öteki birleştirme düzeyleri arasındaki uçurumu kaldırmayı hedefliyorlardı. Araştırmacılar, zayıf kütleçekimin öteki kuvvetleri kadar güçlendiği (özdeşleştiği) Planck ölçeğinin, elektrozayıf ölçeğine (100 GeV) indirilmesiyle sorunun çözüleceğini düşündüler. Ancak bunun için iki ya da daha fazla ek boyut gerekiyordu. Bu boyutların ölçekleriyse bir milimetrenin biraz altında olmalıydı. Böylesine büyük boyutları algılayamıyor olmamızıysa, aynı kuramcılar, bunların yalnızca kütleçekimince algılanmasıyla açıklıyorlardı. Arkani-Hamed ve arkadaşlarının önerdiği mekanizma şöyle işliyor: Kuantum mekaniğine göre temel parçacıklar, aynı zamanda birer dalga gibi davranabiliyor. Bu parçacıklar, uzay zamandaki ek boyutların içinden geçerken de, sicimler, birbirleri üzerine kıvrılmış küçük ek uzay boyutları içinden geçerken, bu parçacıklara karşılık gelen dalgalar, boyutların kıvrımları içinden geçerken bir takım yankılara yol açıyorlar. Kaluza-Klein ya da kısaca KK durumları denen bu yankılar da bize yeni parçacıklar gibi görünüyor. Arkani-Hamed ve arkadaşları, düşüncelerini işte bu Kaluza-Klein yankılarına bağlıyorlar. Kuramcılara göre kütleçekiminin taşıyıcı parçacığı olan gravitonun KK yankıları, normal olarak "0" kütleli bu parçacığı 100 mikrometrenin (1 mikrometre=metrenin milyonda biri) milyonlarca kat kuvvetlendiriyor ve hatta itici hale getiriyor. Stanford üniversitesinde bu öner-



Horava ile Witten'in 11 boyutlu uzay-zamanı. Altı boyut kıvrılarak bir Calabi-Yau manifoldu oluşturuyor. Bu topağın ölçeği, karakteristik $R_{Calabi-Yau}$ ölçeği. Geri kalan 4 uzay boyutuysa, iki tane 3-Zar denen üç boyutlu ayna yüzeyi içeriyor. Soldaki 3-Zarın her noktasıyla ilintili olacak bir Calabi-Yau manifoldu (sağda) bulunuyor. Yeni gelişmeler, R_{onbir} uzaklığının 1 mm kadar büyük olabileceğini gösteriyor. Alternatif bir kurama göreyse evren, sonsuz büyüklükte bir uzayda gezinen tek bir 3-Zar içerebilir.



meyi sınayacak deneyler için çalışmalar yürütülüyor.

1996 yılında Edward Witten, bazı açık sicim kuramlarında, ek (11.) bir boyutun, sicim ölçeğini 10^{16}GeV (yalnızca elektrozayıf ve şiddetli kuvvetler için olan) enerji düzeyine indirebileceğini söyledi. Fermilab'dan Joseph Lykken ise, sicim (Her Şetin Kuramı) enerji ölçeğinin, 1 TeV düzeyine indirilebileceğini önerdi. Evreni her ölçekte açıklayabilecek tek bir kural elde etme dürtüsü öylesine güçlü ki, henüz bırakın yeterli deney araçlarını, yeterli bir matematiği bile bulunmayan kuramlarda biraz düşünce cambazlığı kaçınılmaz oluyor. CERN'den Keith Dienes'e göre ek boyutlardan bir-ikisi, büyük birleştirme enerji düzeyini, geriye kalanlar da (1 mm'ye kadar olan ve yalnızca kütleçekiminin gördüğü boyutlar) Planck ölçeğini düşürmek için kullanılabilir!..

Özetle, bu yeni düşüncelere göre boyutların küçülmüş ölçekleri çok daha büyük olabilir. Ayrıca bu yeni öneriler, geçerli kozmolojik düşüncelerimizin de radikal biçimde gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koyuyorlar.

Bu arada sicim kuramında şiddetli-zayıf birleşme dualiteleriyle ilgili başka kuramsal ilerlemeler de kuantum Yang-Mills kuramıyla ilgili anlayışta da büyük ilerlemeler sağladı. Dualitelerin gerisindeki temel düşünce, görünürde tümüyle farklı iki kuramın (örneğin farklı boyut sayıları üzerinde geliştirilmiş), aslında aynı olmasa bile birbirleriyle yakından ilintili olabilmesi.

California Üniversitesi (Santa Barbara) kuramsal fizikçilerinden Joe Polchinski, bu dualitelerden yararlanarak, 1995 yılına kadar yalnızca zayıf etkileşimler için önerilen sicim modelini, şiddetli etkileşimler için de kullanılabilecek yararlı bir araç haline getirdi. Bunun aracı da, gene kendisi tarafından 1989 yılında betimlenen D-zarları. Bunlar, değişken özellikli nesneler. Bazı D-zarları tek boyutlu, sicim biçimli olurken, ötekiler, iki, üç ya da daha çok boyutlu olabiliyor. Polchinski, D-zarlarının genel tanımını, "bir yüzey üzerinde sona eren sicimler" olarak veriyor ve daha iyi anlaşılması için bir masa ve ona bitişen ayaklarını örnek gösteriyor. D-zarların özelliği, ikisinin yan yana geldiklerinde aralarındaki elektromanyetik itimle, kütleçekiminin birbirlerini götürmesi. Böylece bu zarlar, kuramsal olarak birbirleri üzerine eklene eklene istenen boyutta yapılar elde edilebiliyor. Yani çok-boyutlu D-zarlarını, çok boyutlu küçülmüş uzayların (Calabi-Yau şekilleri) üzerine dolayabiliyorsunuz. Ve bunları yeterli sayıda ve doğru biçimde üst üste koyarak muazzam yapılar elde edebiliyorsunuz. Bu (lego) yapılar, büyük ölçeklerde, bir kara deliğin muazzam çekim gücüne de sahip olabiliyor. Yani salt sicimlerle yapıldığı halde genel görelilikçe betimlenen kütleçekiminin özeliklerini sergileyen yapılar…

Petr Horava ve Edward Witten de, dualiteler yardımıyla 10-boyutlu Calabi-Yau modeliyle, yukarıda sözedilen 11 boyutlu uzay-zaman arasındaki ilintiyi ortaya koymayı başardılar. Yaptıkları, 11. bir yön eklemek. Bu doğrultu üzerinde ayna yüzeyler (R_{onbir} eşit uzaklığında diziliyor. R_{onbir}, $R_{Calabi\text{-}Yau}$ en az bin kat ve belki de çok daha büyük. Eğer 6 boyutlu küçük Calabi-Yau manifoldunu dikkate almazsak, artakalan beş boyutlu uzay-zaman iki tane düz ayna yüzey içeriyor ve Kaluza ile Klein'ın düşüncelerini büyük ölçüde yansıtıyor. Aslında her ayna yüzey statik, üç boyutlu bir zar. Bunlardan birisi bizim evrenimiz, ötekiyse bazı fenomenologların "gizli sektör" diye adlandırdıkları, gene maddeden oluşan ama bizim evrenimizle yalnızca zayıf biçimde, o da genel olarak kütleçekimsel kuvvetlerle etkileşen bir evren.

Son sıralarda ortaya atılan daha da radikal bir önermeyse, küçülmüş boyutlar varsayımının tümüyle terk edilebileceği düşünü yeniden canlandıran Randall ve Sundrum'dan geliyor. İki fizikçi, evrenimizin, sonsuz büyüklükte bir uzay zaman içinde gezinen yalıtılmış bir 3-zar olarak tasarlanması gerektiğini söylüyorlar. Gerçi Randall ve Sundrum'un beş boyutlu evreninin gene de karakteristik yarıçaplı küçük bir eğriliği var, ama bu evren dört uzay boyutunda da sonsuz. Bizim yapılı olduğumuz maddeyse, bir tele dizilmiş boncuklar gibi 3-zar üzerinde bulunuyor. Kütleçekimi, tüm boyutlarda etkili. Ancak Randall ve Sundrum'un başarılarından biri, kütleçekiminin bizim üç boyutlu evrenimizde doğru biçimde davranabildiğini göstermiş olmak. Bu iki fizikçinin çalışmalarından önce hiç kimse, böyle bir modelin, Newton'un kütleçekim için geliştirdiği ters kare yasasıyla tutarlılık göstereceğine inanmıyordu. Ancak Randall ve Sundrum artık bu konudaki kuşkuları büyük ölçüde gidermiş görünüyorlar.

Tümüyle doyurucu bir evrenbilim için daha yapılması gereken çok şey var. Ancak gerek Randall ve Sundrum, gerekse de halen bu alanda çalışmakta olan başkaları, küçük ek boyutlara dayalı zar evren senaryolarının, hem Büyük Patlama sırasındaki çekirdek sentezi, hem de yeni parçacıkların varlığı konusunda evrenbilimcilerce doğrulanacak ya da çürütülecek sınanabilir önermeler yapabildiğini açıkça göstermiş bulunuyorlar.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Chown, M., "Five and Counting", New Scientist, 24 Ekim 1998
Gibbons, G., "Brane Worlds", Sceince, 7 Ocak 2000
Greene, B., "The Elegant Universe", W. W. Norton Company, Londra, 1999
Taubes, G., "String Theorists Find a Rosetta Stone", Science, 23 Temmuz 1999
http://www.sciam.com/1999/1299issue/1299weinberg.html

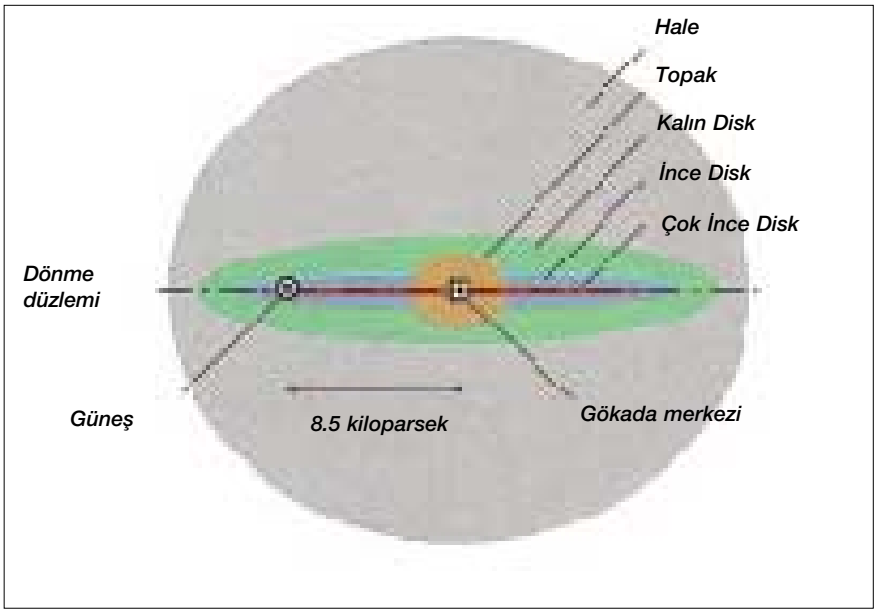


Bir Gökada Portresi

Samanyolu

Geniş bir evde oturuyoruz. Dünyamızın içinde yer aldığı Samanyolu, en az 100 milyar yıldızıyla, evrende görebildiğimiz en büyük sarmal gökadalardan. Belki en güzeli değil. 12 milyar küsur yıllık yaşına karşın hâlâ oluşumunu sürdürüyor. Bu da gördüğümüz öteki sarmalların, gökada merkezi üzerine sarılmış ve genç mavi yıldızlarla ışıl ışıl kollarının sergilediği güzelliği ortadan kaldırıyor. Kütleçekimiyle birer birer avladığı cüce uydu gökadalar, simetrisini bozuyor. Güneş sistemimizin Orion kolu üzerindeki konumu nedeniyle gökadamızı ancak yatay olarak görebiliyoruz. Eğer Samanyolu'nu dev bir küre gibi çevrelemiş halesi üzerindeki bir yıldız çevresinde dönseydik, gökadamızın büyük bir olasılıkla Eridanus takımyıldızındaki üç kollu NGC 1232 gökadasına benzediğini görecektik. Samanyolu'nu ancak kendi düzleminde görebiliyoruz. Bu durumda kollarını doğrudan gözleyip sayılarını belirleyemiyoruz. Ancak, gökbilimciler, genellikle sarmal kollarda toplanan büyük hidrojen bulutlarının 21 cm dalgaboyundaki ışınımlarını izleyip gökadanın gerçeğe yakın bir haritasını çıkarabiliyorlar. Samanyolu Gökadası, kendi sınıfı içindekilerin en güzeli olmayabilir. Ama en özeli olduğu kesin. En azından şimdilik. Gökadamız, içinde yaşam yaratmış, bilinen tek gökada.

SAMANYOLU, "Yerel Grup" diye adlandırılan küçük bir gökada kümesinin üyesi. Küme, Virgo (Başak) süperkümesinin dış sınırına yakın bir bölgede bulunan pek çok başka grup ya da kümeden yalnızca biri. Yerel Küme'nin merkezinden 450 000 parsek (1 parsek= 3.26 ışıkyıl) uzaklıkta, kümenin bugün bilinen yaklaşık 40 üyesinin yarısını oluşturan grup, iki büyük sarmal gökadanın, Samanyolu ile Andromeda'nın çevresinde toplanmış bulunuyor. Samanyolu'nun bilinen 11 uydusu arasında en parlak olanları, sırasıyla 50 ve 60 kiloparsek uzaklıkta bulunan Büyük ve Küçük Magellan Bulutları. Güney yarımküreden çıplak gözle izlenebilen bu gökadalardan Büyük Magellan Bulutu, yaklaşık 10 milyar yıldızdan oluşmuş büyük bir gökada. Samanyolu'nun kendisininse, en az 100 milyar yıldızdan oluştuğu sanılıyor. Bu sayıyı 300 milyara kadar çıkaran gökbilimciler de var. Samanyolu'nun, muazzam kütleçekimiyle yönettiği öteki uydularıysa, düşük kütleli ve sönük, cüce gökadalar. Bunlar, içinde gözlendikleri, takımyıldızlar olarak bölünmüş gökyüzü bölümlerinin adlarını alıyorlar. Örneğin Samanyolu'ndan yalnızca 25 kiloparsek (25 000 parsek) uzaklıktaki Sagittarius (Yay) uydu gökadası. Kısa süre önce keşfedilen bu uydu gökada, halen gökadamız tarafından yutulmakta.



Gökadamızın ışıklı bölümü, birbiri içinde yer alan dört temel parçadan oluşuyor. Yıldızlardan oluşmuş seyrek ve hareketsiz, küresel bir hale, 100 kiloparsek (326 000 ışıkyıl) yarı çaplı bir kabuk oluşturuyor. Gökada diskine göre çok ağır bir hızla, hatta ters yönde dönüyor olabilecek bir yapı. Bildiğimiz sıradan maddeden oluştuğu için baryon halesi olarak da adlandırılan bu bölüm, son derece seyrek ve sönük. Güneş yakınlarındaki yüzey parlaklığı, "karanlık" gökyüzünden yüzlerce kat daha soluk ve bu nedenle özel aygıtlar olmadan saptanması güç. Baryon halesi, gökadanın toplam parlaklığının yalnızca yüzde 2'sini sağlıyor. Gökadanın toplam kütlesine katkısıysa daha da küçük. Yalnızca binde 2. Halede 170 küresel küme de bulunuyor. Bunlar, bazılarında sayıları yüz binleri bulan sık yıldız kümeleri. Hale, ayrıca çok daha sık biçimde bir araya gelmiş yıldızlar ve açık yıldız kümelerinden oluşmuş, çeşitli kalınlıklarda, eş merkezli üç diski de çevreliyor. Haleye göre çok daha yoğun gaz ve toz bulutlarına sahip bu diskler, merkezde, hale çapının yalnızca dörtte biri uzunluğunda bir yer kaplıyorlar. Kalın diskin ortasında ince disk yer alıyor. En ortada da bir zar gibi "çok ince disk" bulunuyor. Samanyolu'nun görünen ışığının %95'ini bu ince ve çok ince diskteki yıldızlar sağlıyor. Diskin gökada kütlesi içindeki payıysa yalnızca yüzde beş. Çünkü geri kalan kütle, göremediğimiz bir maddeden oluşuyor.


Samanyolu'nun mikrodalga fon ışınımı üzerindeki konumu

Bu diskler, iç bölgelerinde yıldız sayısı bakımından yoğunlaşarak gökadanın merkezindeki topakla (bulge) birleşiyorlar. Çubuk biçimli olan topak, "yeni tip" gökadalarda olduğu gibi görece küçük ve kutu yapılı. Bu yapıdaki topaklarla ilgili bilgisayar modelleri, bunların disk içindeki kararsızlıklar sonucu oluştuğunu ortaya koyuyor. Topakta çok çeşitli yaşta yıldızlar bulunmakla birlikte, Hubble Uzay Teleskopu'nca sağlanan görüntüler, merkez bölgenin genel olarak yaşlı, 8-12 milyar yaşında olduğunu ortaya koydu. Metal oranı, genel olarak diskteki metalce zengin, yaşlı yıldızlardaki oranlara yakın.

Gökadanın nasıl oluştuğu konusunda modeller çok kesin değil. Nedeni, çok değişken öğeler içeren iç ve dış dinamiklere bağlı olmaları. Bu oluşum sürecini belirleyebilmek için, yukarıda sayılan gökada parçalarının özelliklerinden yola çıkmak da fazla bir şey kazandırmıyor. Çünkü bunun için çeşitli disk katmanlarının dağılımını incelemek gerekiyor ki, salt bu bile son derece güç bir iş. Nedeni, bu katmanların birbirlerinden çok belir-



Yeni modellere göre büyük gökadalar, küçük parçacıkların birleşmesinden oluşuyor.

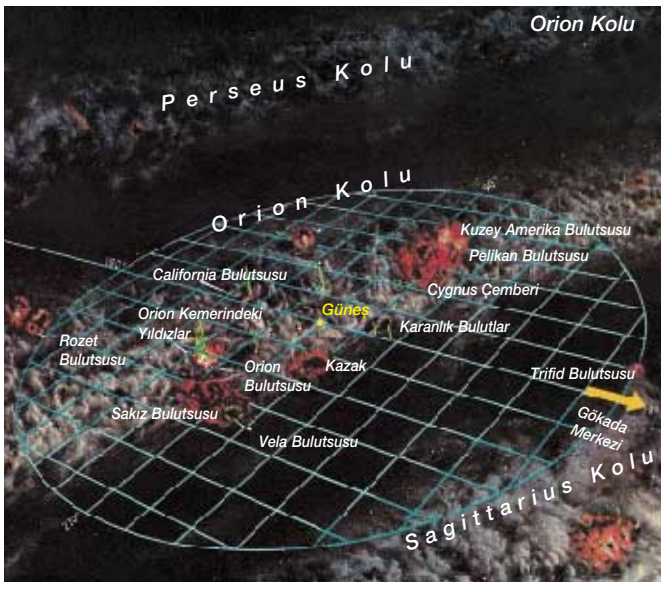
gin sınırlarla ayrılmamış olmaları. Diskler birbirlerinin içine geçmiş durumda. Örneğin Güneşimizin yakınlarındaki bölgede hem disk yıldızları, hem de hale yıldızları bulunuyor. Bu durumda yıldızların hareket biçimlerine ve hızlarına bakmak, hangi katmanlara ait olduklarını belirlemek için daha akılcı bir yol. Bunun için yıldızların, daha garantili bir yol olarak da örnekleme gruplarının, hız dağılımlarını belirlemek gerekiyor. Bu verilerle çeşitli gruplardaki yıldızların gökada çevresindeki yörüngelerinin, farklı açı, büyüklük ve eliptik özellikleri belirlenebiliyor. Bütün bunlar, yıldızların gökada içinde uzun süre "oturdukları" yerleri ortaya çıkarıyor. Böylece de Samanyolu'nu oluşturan parçaların biçimleri ve büyüklükleri elde edilebiliyor.

Güneş'in yakınlarındaki ince disk yıldızlarını bu gruba sokan, saniyede ortalama 220 kilometre gibi yüksek yörünge hızları. Bu hız onları gökada merkezi çevresinde neredeyse dairesel bir yörüngede ve aşağı yukarı aynı düzlem üzerinde tutuyor. Buna karşılık bu yıldızların Gökada düzlemine dik olan hızlarıysa son derece düşük; saniyede yaklaşık 20 kilometre. Bu nedenle zaman zaman bulundukları diskin üstüne ya da altına yaptıkları gezintinin maksimum uzaklığı yaklaşık 300 parseği (1000 ışıkyıl) geçmiyor. Bu nedenle ince disk, son derece basık. Kalınlık/yarıçap oranı yaklaşık 1/10 düzeyinde.

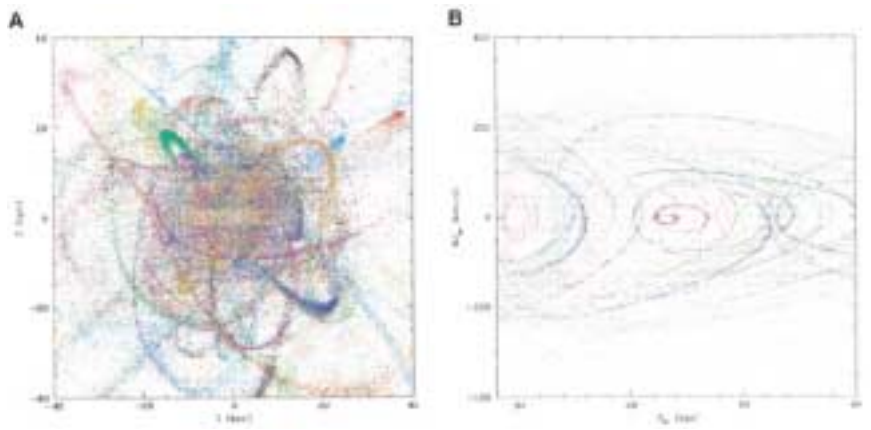
Buna karşılık kalın diskte yer alan yıldızların karakteristik özellikleri, gökadamızın merkezi çevresindeki dönüş hızlarının görece düşük, buna karşılık dik hareketlerinin oldukça hızlı olması. Bu nedenle gökadanın merkez düzleminden yaklaşık 1 kiloparsek kadar uzaklaşabiliyorlar. Bu nedenle kalın diskin yarıçapı, aşağı yukarı ince disk kadar olsa da, eksen yönündeki kalınlığı, ince diskin yaklaşık üç katı.

Şimdilik Güneş yakınlarında bulunan hale yıldızlarının tümü, düşük yörünge hızlarına, buna karşılık çok yüksek dikey hızlara sahip. Bunlar, disklerin merkez çevresindeki dönüş hareketlerine katılmak yerine, çok eğik ve son derece eliptik yörüngelerle, gökada disklerini yarıp geçiyorlar, daha sonra gökada düzleminin çok uzaklarında yeniden yükselerek, içinde doğmuş oldukları haledeki yerlerine geri dönüyorlar.

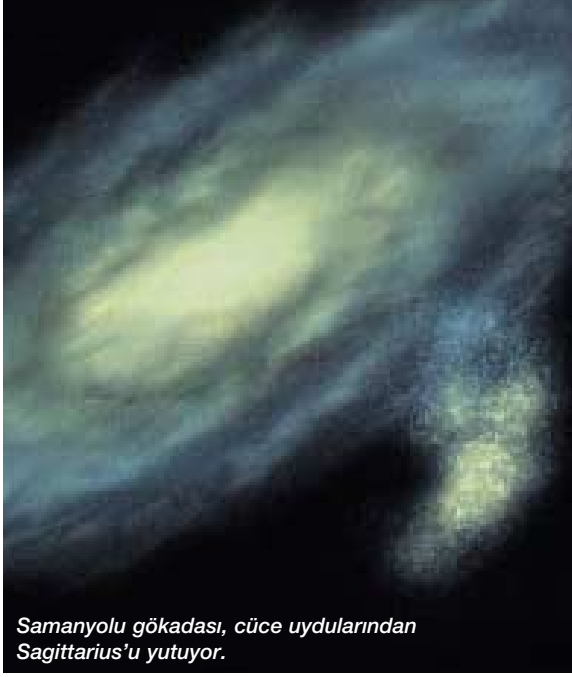
Aslında gökadamızın parçalarının özelliklerini daha iyi kavrayabilmek için, yıldızlarının ne zaman ve nasıl ortaya çıktıklarını da bilmek gerekiyor. Samanyolu, çok daha geniş bir kütleçekim potansiyeli olan bir karanlık madde bulutu içindeki normal maddenin bir araya toplanması sonucu ortaya çıkmış olmalı. Dolayısıyla Gökadanın parçaları da, ya evrenle birlikte ortaya çıkmış, işlenmemiş gazdan, ya önce bulut içinde birer birer oluşup sonra bir araya toplanmış olan yıldızlardan, ya da her ikisinden birden oluşmuş olabilir. Bugün disk düzleminin ortasındaki en ince disk diye adlandırılan katmanda yıldız oluşumu sürüyor. Gökbilimciler arasında tartışma konusu olan sorunsa, gökadamız daha oluşmadan ya da oluştuktan sonra, dışarılarda bir yerde doğup da sonradan Samanyolu'na katılmış yıldızların olup olmadığı. Çünkü, bu "kökü dışarıda" yıldızların da daha küçük kümelerde ortaya çıkmış olmaları gerekiyor. Aslında her yıldız, içinde doğduğu kümenin ortak imzasına katkıda bulunuyor. Gözlenen tayfları, yıldızın ana bulutundan doğduğu sıralarda yıldızlararası ortamın kimyasal bileşimini gösteriyor. Yıldızlar, içinde oluştukları buluttan aldıkları hidrojen gazını daha ağır çekirdeklere dönüştürerek yaşamlarını sürdürebiliyorlar. Büyük kütleli yıldızlar merkezlerindeki hidrojen yakıtını çok daha hızlı bir sürede (birkaç yüz bin yıl) daha ağır elementlere, ya da gökbilimdeki kullanımıyla "metallere" dönüştürüp, sonunda bunları şiddetli süpernova patlamalarıyla uzaya saçıyorlar. Böylelikle yıldızları oluşturacak gaz bulutları, bir nesilden ötekine giderek metal bakımından zenginleşiyor. Yıldızlar, teker teker oluşmak yerine genellikle kümeler



Güneşimizin Samanyolu'nun Orion Kolu üzerindeki yeri. Gazca zengin sarmal kollar, büyük ölçüde yıldız oluşumunun gerçekleştiği bölgeler. Güneş yakınlarında bulunan Orion Bulutsusu, çok sayıda yıldızın bir arada ortaya çıktığı, hareketli bir bölge. İleri yaşına karşın, gökadamızda her yıl ortalama 1 yıldız doğuyor...



Bilgisayar modellerine göre Samanyolu'nun, yuttuğu uydu gökadalardan sonra aldığı biçim.



Samanyolu gökadası, cüce uydularından Sagittarius'u yutuyor.

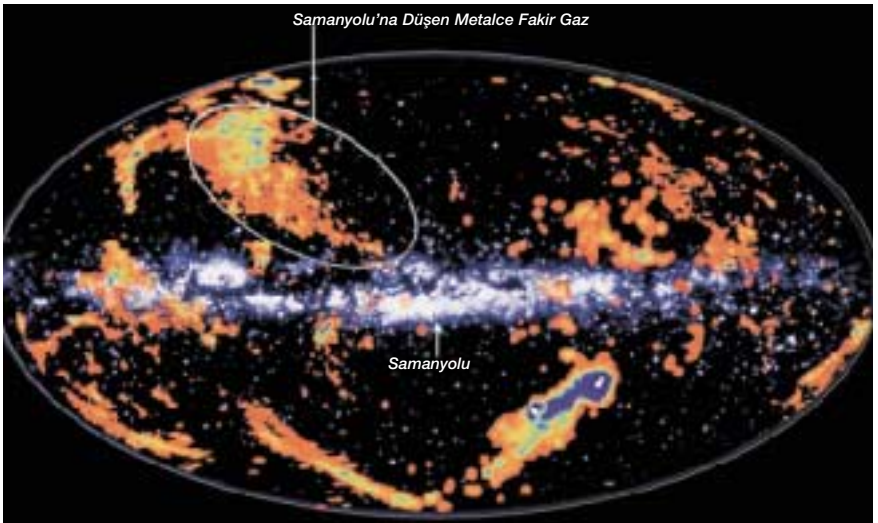
halinde oluşuyorlar. Böylece bu yıldızların, daha doğrusu içinde bulundukları kümeciklerin tayfları, bize bu yıldızların oluşum tarihlerini oldukça doğru bir biçimde veren bir takvim sağlıyor. Bu takvime göre metal bakımından fakir bir yıldız, metalce zengin bir yıldızdan daha önce doğmuş oluyor. Yani metalce fakir yıldızlar daha yaşlı. Küresel kümeler ve açık yıldız kümeleri, gökada sakinlerinin yaşlarını belirlemede iyi birer ölçek görevi yapıyorlar. Bu sayede, Güneş çevresinden çok uzaklardaki hale ve disk yıldız kümelerinin özelliklerini ve nüfuslarını daha kolaylıkla belirliyebiliyoruz. Ayrıca bu kümeler sayesinde gökadamızın metal takvimini giderek daha güvenilir hale getirebiliyoruz. Her küme, aynı dev buluttan, ya da onun bir parçasından, hemen hemen aynı süre içinde doğuyorlar. Bu nedenle, bir küme içindeki yıldızların hepsi aynı metal oranına sahip oluyorlar. Ayrıca, bir küme, yalnızca içindeki yıldızların yaşını belli etmekle kalmıyor. Bize aşağı yukarı eşit uzaklıkta bulunan binlerce yıldızın ortalamasının alınmasına olanak sağladığından, bunların renk ölçek diyagramları, tek bir yıldıza oranla uzaklıklarının çok daha kolay ve güvenilir biçimde saptanmalarını sağlıyor. Bu araçların yardımıyla gökbilimciler, 1950'li yıllarda gökada yapısının parçalarının uzaysal ve kinematik özelliklerinin, metal zenginlikleriyle ve yaşlarıyla yakından ilintili olduğunu gördüler.

Gökadamız Nasıl Oluştu?

Aslında Samanyolu için yarım yüzyıl öncesinde oluşturulan resim, bugün de büyük ölçüde geçerliğini koruyor: Haledeki yıldızlar ve küresel kümeler, metalce zengin ve çok yaşlı. Yaşlarının yaklaşık 12 milyar yıl olduğu hesaplanıyor. Kalın diskteki yıldızlar ve küresel kümelerin yaşları, aşağı yukarı haledekiler kadar. Ancak bunlardaki metal oranı orta düzeylerde. İnce diskteki yıldızlar ve açık kümelere gelince, bunlar metal bakımından oldukça zengin. Yaşlarıysa, 10-1 milyar yıl arasında değişiyor. Daha genç yıldızlarsa, bugün bile gaz ve toz bulutlarının içinde oluşumunun yaşandığı çok ince disk üzerindeki doğum yerlerinden fazla uzaklaşamamışlar.

Merkezdeki yoğun topaksa, gökadamızın değişken yapıda bir parçası. Ortalamaya vurulacak olursa, yoğun yıldız nüfusu, metalce zengin ve yaşlı. Ama gerek metal oranı, gerekse yaşlar kendi kategorileri içinde büyük değişiklikler de gösterebiliyor.

Samanyolu'nun bu genel krokisi içinde yıldız ve kümelerdeki metal oranı, gözlenebilir ve ölçülebilir bir büyüklük . Farklı gökada parçalarındaki yıldız ve küme yaşları küçüldükçe, metal oranının düzenli bir artış göstermesi, Samanyolu'nun düzenli bir süreç içinde ortaya çıkıp geliştiğinin işareti. Bu modelin savunucuları, ABD'li ünlü gökbilimci Alan Sandage'ın, 1963 yılında Olin Eggen ve Donald Lynden Bell ile birlikte geliştirdiği ve kısaca LSE denen modele göre, Samanyolumuzu oluşturacak süreç, metalce fakir, küresel bir gaz bulutunun, kütleçekim merkezine doğru çökmeye başlamasıyla açılıyor. Bulutun yarıçapı giderek küçüldükçe, enerjinin dağılımı ve dönüş hızının giderek artması nedeniyle küresel biçim bozuluyor ve dönüş ekseninin çevresinde gitgide daha basık hale gelen bir yapı oluşuyor. Süreç, sonunda merkezde bir topak ve çevresinde hızla dönen ince bir diskin ortaya çık-



Gökadamız, gençken oluşturduğu yıldızlarla tükenen gaz stoklarını, derin uzaydan gelip gökada diskine düşen "hızlı bulutlar" ve yuttuğu cüce gökadalardan sağladığı maddeyle yeniliyor.

masıyla noktalanıyor. Gene modele göre, gökadamızın en eski yıldızları ve yıldız kümeleri, bulutun çöküşü sırasında ortaya çıktılar ve 200 milyon yıl alan "hızlı çöküş" süresince oluşup patlayan dev yıldızlar, diski oluşturan gazı metalce zenginleştirdiler. Bu nedenle haledeki yıldız ve küresel kümeler, metal bakımından daha fakir kalırken, diskteki yıldızlarda bu oran giderek artış gösterdi. LSE kuramcılarının modellerine destek olarak gösterdikleri bir başka kanıt da, en yüksek hızlara ve en eliptik yörüngelere hale yıldızlarının sahip olmasıydı. Sandage ve arkadaşları, bunu, hale yıldızlarının bulut içinde çöküş sırasında oluşmalarına bağlıyorlardı. Yıldız, yörüngesinin hız ve biçimini, buluttan miras aldığından, çöküş, dairesel yörüngeleri bozarak uzamış elipsler haline getiriyordu.

Ancak zamanında şık bir kuram olarak alkışlanan LSE'nin basitliği, yeni gözlemlerin oluşturduğu karmaşık Samanyolu tablosuyla çelişmeye başladı. Görüldü ki, gökadamız, yalıtılmış bir sistem değil. Yerel Grup içinde hâlâ çevresiyle etkileşim içinde. Daha önce gördüğümüz gibi Sagittarius cüce uydusu Samanyolu'nca yutulmakta. Gökadamız, bu uydusundan dört küresel kümeyi çalıp kendi envanterine katmış bile. Uzun süredir Samanyolu'nun sanılan bu kümelerin, yutulan gökadaya ait olduğu daha yeni anlaşıldı. Görülüyor ki dev gökadamız, farklı zamanlarda, farklı yerlerde doğmuş ve yaşamlarının çoğunu farklı gökadaların farklı ortamlarında geçirmiş metalce fakir yıldızları toplamayı sürdürüyor. Bu kümeler de gökadanın daha derinlerinden geçmeye başlayınca, kütleçekimsel etkiler bunları dağıtacak ve sonunda bunlar da daha önce yutulmuş cücelerin kaderini paylaşacak. Gökadamız çevresindeki küre biçimli bazı cüce gökadalarla genç küresel kümelerin, daha önce aynı etmenlerle dağılıp Samanyolu'nca yutulmuş uydu gökadaların artıkları olabileceği düşünülüyor. Gökbilimciler ayrıca Güneş sistemi yakınlarında ama gökada diskinin çok üstünde birlikte hareket eden bazı yıldızların, hale yıldızlarından çok daha genç, orta yaşta, ve metalce fakir mavi yıldızlar olduğunu belirlediler. Yaklaşık üç milyar yıllık yaşlarına karşın yıldızların kısa ömürlü dev mavi yıldızların renginde (dolayısıyla sıcaklığında) olmalarını, gökbilimciler, bunlarda çok düşük metal oranları nedeniyle bir morötesi ışınım fazlalılığı ortaya çıkmasına bağlıyorlar. Bu yıldızların da Samanyolu'na yakın uydu gökadalardan Karina'ya benzeyen, metalce fakir, başka bir gökadanın artıkları olduğu sanılıyor.

İki modelin de güçlü yanları bulunduğundan, kaçınılmaz olarak günümüzde her iki düşünceyi bağdaştıran modeller benimsenmiş görünüyor.



Karanlık Hale

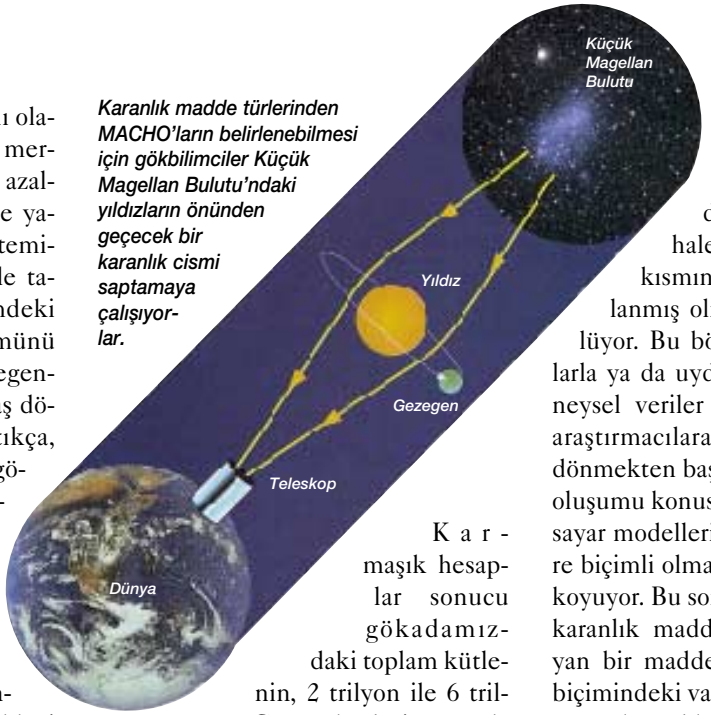
Samanyolu'nun yaz geceleri hayal meyal görebildiğimiz sarmal kollarından küçük bir parça bile, güzelliğiyle, görkemiyle seyredenleri büyülüyor. Güney yarımküredekiler daha da şanslı. Çünkü Sagittarius (Yay) takımyıldızı yönünde uzanan kol bizim güney yönündeki ufkumuzda kaybolurken, güney yazlarında gökadamızın koca merkez topağı rahatlıkla görülebiliyor. Biz kendi gökadamızı, Yerel Grup içindeki kardeşi Andromeda gibi, biraz açılı da olsa, tepeden göremediğimiz için, biçimini tam olarak bilmiyoruz. Ama içindeki yıldız sayısı, sarmal kollarının yapısı, kaç tane olduğu, merkezinin uzamış çubuksu yapısı gibi ayrıntıları, ya doğrudan gözlemleyerek, ya benzer özelliklere sahip öteki gökadaları izleyerek, ya da salt hesap yoluyla biliyoruz. Oysa, eğer yakınlarımızda varsa, duyuları bizimkinden farklı akıllı canlılar için samanyolu ve tüm öteki gökadalar çok daha farklı görünebilir: Bizim görebildiğimizden çok daha büyük boyutlarda, koca ışık topları biçiminde… Ne yazık ki, bu koskoca küreler bizim için tümüyle karanlık. Bunlar ışıma yapmayan, büyük olasılıkla tanımadığımız, evrenimizin ilk ortaya çıkış anlarında oluşmuş ağır ve farklı yapılarda madde biçimleri olabilir. Ya da çok daha basit bir yapıyla karşı karşıya kalabiliriz. Bu durumda deminki uzaylılar için ortalık biraz kararacak ama, bu karanlık madde, bizim tanıdığımız, sıradan maddeden oluşmuş, ancak ya yeterince kütlesi olmadığı için ışımayan cisimler (çok uzun süre önce sönmüş yıldızların artıkları beyaz cüceler, yıldız olabilecek kadar kütleyi toplayamadıkları için merkezlerinde nükleer tepkimeler başlamamış kahverengi cüceler, dev gezegenler vb.) ya da çok büyük kütleli oldukları için çöküp sıkışan nötron yıldızları gibi ağır cisimler olabilir. Gökbilimciler bu arada sık sık yapılan bir yanlışa dikkat çekiyorlar. O da, kara delikleri bu kategoriye sokmak. Oysa kara delikler, teknik anlamda maddeden yapılı sayılmıyorlar. Hangisidir bilmiyoruz, ama bildiğimiz, bu karanlık maddenin yalnız gökadaların çevresini değil, evrenin tümünü doldurduğu. Evrenbilimcilerce yapılan hesaplar, tanıdığımız ışıyan maddenin, evrendeki tüm maddenin yalnızca %10'unu oluşturduğunu gösteriyor.

Gökadamızı tam olarak göremediğimiz için, Samanyolu'nu çevreleyen karanlık halenin varlık kanıtlarını, yaklaşık boyutlarını ve biçimini dolaylı yoldan, ya öteki gökadaları inceleyerek, ya da kuramsal modeller oluşturarak belirleyebiliyoruz.

Karanlık maddenin varlığı için temel gösterge, sarmal gökadalardaki yıldızların hareketi. Yaklaşık 1100 gökada üzerinde radyoteleskoplarla yapılan gözlemler sonunda, disk üzerindeki yıldızların dönme hızlarının, merkezden uzaklaştıkça, beklendiği gibi değişmediği ortaya çıktı. Oysa

ışık, gökadadaki maddeye orantılı olarak dağılmış durumda olsaydı, merkezden uzaklarda dönme hızının azalması gerekti. Gökadalar üzerinde yapılan bu gözlemler, Güneş sistemimizdeki gezegenlerin hareketiyle taban tabana zıt. Güneş, sistemdeki kütlenin çok büyük bir bölümünü kendi taşıdığı için uzaktaki gezegenler, yakındakilere göre daha yavaş dönüyorlar. Gezegenler uzaklaştıkça, hızları da azalıyor. Gökadalarda görünen maddenin dağılımı ile beklenen dönüş hızları arasındaki tutarsızlık, göremediğimiz, karanlık bir maddenin varlığını açıkça ortaya koyuyor.

Kendi gökadamızdaki karanlık haleye gelince, yaptığımız incelemeler, bir kere karanlık maddeyi göremediğimiz, ayrıca da bu madde topağının ve oluşturduğu kütleçekimsel potansiyel kuyunun içinde olduğumuz için karmaşıklaşıyor. Gene de araştırmacılar, gaz bulutlarının, tek yıldızların, küresel yıldız kümelerinin ve karanlık hale içinde Samanyolu'nun görünür diski çevresinde dönen sekiz küçük uydu gökadanın hareketlerini inceleyerek, bazı sonuçlara varabiliyorlar.



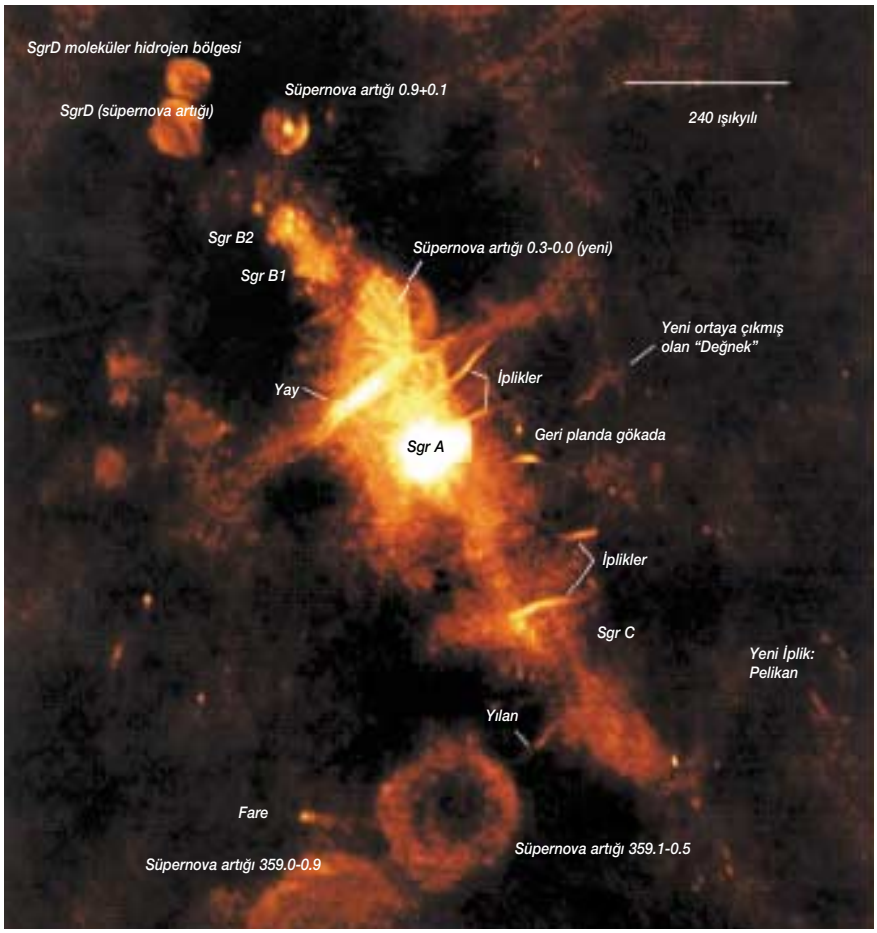
Karanlık madde türlerinden MACHO'ların belirlenebilmesi için gökbilimciler Küçük Magellan Bulutu'ndaki yıldızların önünden geçecek bir karanlık cismi saptamaya çalışıyorlar.

Karmaşık hesaplar sonucu gökadamızdaki toplam kütlenin, 2 trilyon ile 6 trilyon Güneş kütlesi arasında olduğunu belirleyen gökbilimciler, karanlık halenin, gökada merkezinden 200 kiloparsek, yani 650 bin ışıkyıldan daha ötelere uzandığını söylüyorlar. Bunun anlamı, karanlık maddenin, ışıyan maddeden en az 20 kat daha fazla kütleye sahip olduğu.

Gökbilimciler, karanlık halenin biçimi konusunda daha az güvenli konuşuyorlar. Nedeni, yeterli gözlemsel veri olmaması. Halenin iç kesimlerinden sağlanan veriler, genel olarak Gökada diskinden derlenmiş durumda. Oysa karanlık halenin kütlesinin büyük kısmının dış bölümünde toplanmış olması gerektiği düşünülüyor. Bu bölgelerdeyse tek yıldızlarla ya da uydu gökadalarla ilgili deneysel veriler yetersiz. Bu durumda araştırmacılara, kuramsal modellere dönmekten başka yol almıyor. Gökada oluşumu konusunda geliştirilmiş bilgisayar modelleri, karanlık halelerin küre biçimli olmalararı gerektiğini ortaya koyuyor. Bu sonucu sağlayan etmense, karanlık maddenin, kolayca saçılmayan bir madde türü olması gerektiği biçimindeki varsayım. Bu özelliğinden ötürü karanlık madde, kütleçekimsel çöküş sırasında sıradan maddenin yaptığı gibi iç enerjisini dışarı saçmıyor. Kanıtsal verilerin eksikliğine karşın araştırmacılar, Samanyolu'nu bir küre biçiminde saran karanlık halenin hacminin, yıldız diskinin hacminden 1000 kat fazla olduğunu düşünüyorlar.

Karanlık haledeki maddenin bileşiminin ne olduğuna az önce değinilmişti. Hatırlatalım, bunlar Güneş benzeri yıldızların sönmüş artıkları, yıldızlaşacak büyüklüğe erişememiş gaz küreleri, nötron yıldızları vb. gibi, ışımayan ama tanıdığımız (baryonik) maddeden yapılmış cisimler olabiliyor. Bunlara " Ağır ve Küçük Hale Cisimleri" (MACHO) deniyor. Gerçi bunlar biraz ışık yayabiliyorlar; ama ölçek, bizim bugünkü teknolojimizle algılayabileceğimiz eşiğin altında. Gene hatırlayalım: Bir başka karanlık madde türüyse, evrenin ilk oluşum anlarında ortaya çıkmış, bizim duyularımızla algılayabileceğimiz bir ışıma yapmayan egzotik ve ağır temel parçacıklar. Bunlara da Zayıf Etkileşimli Ağır Parçacıklar (WIMP) deniyor. Peki bunların gerçekten var olup olmadıklarını nasıl anlayacağız? MACHOlar için iş biraz zahmetli ve sabır gerektiriyor; ama sonuçta daha kolay. Yapılacak iş teleskopu uzak bir yıldıza çevirip, önünden bir MACHO geçmesini beklemek. Yıldızın, bizim gökadamız dışında olması daha iyi; çünkü karanlık halenin dışında olacağından, önünden bir MACHO geçmesi olasılığı daha fazla. Ancak bu zorunlu değil. Teleskoplarını tam ters yöne, Samanyolu'nun mer-


Samanyolu'nun en büyük uydusu olan Büyük Magellan Bulutu'nda milyarlarca yıldız bulunuyor.



Samanyolu'nun merkezi, birbirleriyle etkileşim halinde değişik türden cisimlerin bulunduğu çok hareketli bir bölge. Radyo dalgalarıyla oluşturulan yukarıdaki görüntü 1500 ışıkyıl genişliğinde bir alanı kapsıyor. Merkezdeki karadelik adayı Sgr A ile çevresindeki yıldızlar kalın toz bulutlarıyla maskelenmiş. Parlak cisimler, yıldız kümeleri ya da süpernova şok dalgalarınca ısıtılıp iyonize edilen gazdan oluşuyor. SgrA* karadelik adayının, 2.6 milyon Güneş kütlesinde olup, Güneş Sistemi'nden daha küçük bir alana sıkışmış bir madde topağı olduğu sanılıyor.*

kezine doğrultup MACHO arayanlar da var. Arayanların bulmayı umdukları şey, bir kütleçekimsel mikro-merceklenme olayı. Bu olay için gereken malzemeyse, bir nokta ışık kaynağı, tercihen bir yıldız, gene noktasal ve kütleli bir ışık bükücü (MACHO) ve bir de gözlemci. Bu düzenekte, MACHO, fondaki yıldızın önünden geçtiğinde, onun gözlenen ışığında gözlenebilen bir artışa yol açıyor. Şimdiye değin dört araştırma grubu bu konuda çalışmalar yapmış. Gerçi bazı mikro-merceklenme olaylarına rastlanmış, ama sonuçlar yoruma açık. Bazılarındaysa, fon yıldızının ışığındaki artışın, araya giren küçük bir gökadanın etkisiyle ya da açıklanabilir başka nedenlerle ortaya çıkmış olabileceği de düşünülmüyor. Bu durumda yapılacak şey, gözlem sayısını arttırmak. Gökbilimciler bunun için Samanyolu'nun büyük uyduları olan Magellan Bulutları'ndaki yıldızlardan milyonlarcasını aynı anda gözleyecek düzenekler tasarıyorlar. Ancak mikro-merceklenme olayı konusunda heyecan verici yeni bir yöntem bulundu. Bazı gökbilimciler, Güneş benzeri yıldızlardan arta kalan beyaz cüce yıldızların soğurken, sanılanın tersine, mavi ışık yayacağını gösterdiler. Ekip daha sonra bu tür ışıma yapan noktalardan bazılarını, Hubble Uzay teleskopunca yapılan Derin Uzay Gözlemi'nde oluşturulan görüntülerde saptadı. İki yıl sonra aynı uzay bölgesinden alınan görüntülerde, bu ışık noktalarından ikisinin yer değiştirdiği gözlendi. Bu noktalar, Hubble'ın gözlediği ve evrenin çok genç olduğu zamanlardaki gökadalar arasında bulunamayacağına göre, açık ki, bunlar bizim karanlık halemizdeki beyaz cüceler. O halde, sayısı, oranı fazla olmasa bile, MACHO'ların en azından karanlık maddenin bir bölümünü oluşturduğu kanıtlanmış oluyor.

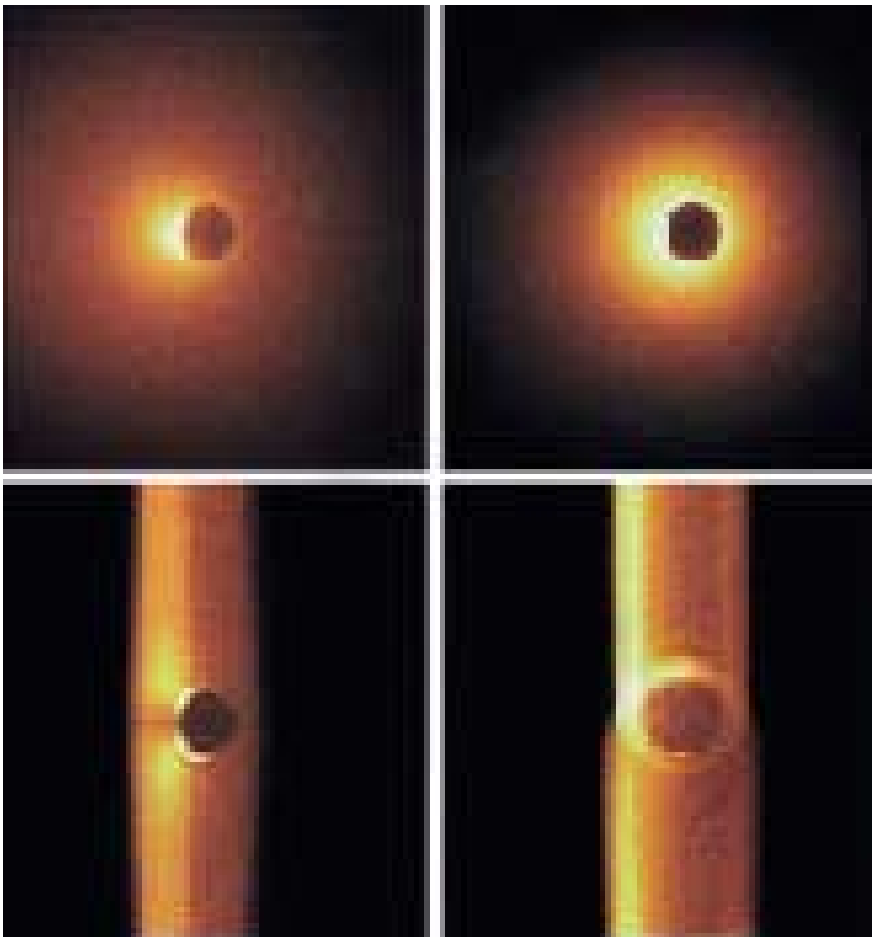
WIMP, ya da öteki adıyla "soğuk karanlık maddeyi" bulmaksa, çok daha zor ve masraf gerektiren bir çaba. Nedeni, bu maddelerin varsayımsal bir gerçeklik taşımaları. Özellikleri, yoğunlukları bilinmiyor. Ancak kuram bazı ipuçları vermiyor değil. Deneyler de iki olası aday, *nötralino* ve *axion* üzerinde yoğunlaşmış durumda. Bunlardan *nötralino*, fizikte temel kuvvetleri özdeşleştirmeyi amaçlayan ve bunun için fermiyonlarla kuvvet taşıyıcı temel parçacıklar olan bozonlar için farklı kütlelerde eş parçacıklar öneren süpersimetri kuramında yer alıyor. Kısa süre öncesine değin kütlesiz olduğu sanıldıktan sonra şimdilerde çok küçük kütleleri olabileceği söylenen nötrinoların eş parçacığı. *Nötralino*nun kuramsal ağırlığı iri bir atom ya da küçük bir molekül kadar. Kütlesi, proton kütlesinin 30 ile 10 000 katı arasında, ancak bildiğimiz maddeyle ancak zayıf çekirdek kuvveti aracılığıyla etkileşebiliyor. *Nötralino*, soğuk karanlık madde için ideal bir aday. Büyük Patlama



Samanyolu'nun merkez bölgesinde yıldız kümeleri. Beklenenin tersine bu kümelerde çok sayıda dev kütleli mavi yıldız saptandı.

sırasında çok miktarda oluştuğu ve evrendeki karanlık maddenin büyük bölümünü oluşturduğu düşünülüyor. Bunun için yaratıcı deneyler hazırlanıyor. Ancak *nötralino*nun tanıdığımız bir madde parçacığıyla etkileşme oranı çok düşük. Bu oran, günde, bir kilogram madde parçacığı için bir kez olarak betimleniyor. Bir kg madde parçacığı ise katrilyonlarca parçacık demek. Ancak daha gelişkin deneyler hazırlayan fizikçiler, önümüzdeki on yıl içinde *nötralino*nun ya ortaya çıkacağını, ya da bir karanlık madde adayı olarak defterden silineceğini söylüyorlar.

Karanlık madde için çok farklı bir aday da, *axion*. *Nötralino* ne kadar büyükse, bu da tersine, alabildiğine küçük. Atom çekirdekleri içindeki temel parçacıkları bir arada tutan şiddetli etkileşimi betimleyen Kuantum Renk Kuramı'ndaki bazı hesapların üstesinden gelebilmek için önerilmiş. Ama sonradan bunların da Büyük Patlama sırasında yoğun olarak üretilmiş olabilecekleri anlaşılmış. *Axion* çok hafif bir parçacık. Kütlesi , yalnızca bir elektronvoltun binde ya da milyonda biri kadar. Bu kütlesiyle bir elektronun 20 milyarda, *nötralino*nun ise 300 trilyonda biri!.. *Axion*'un bir özelliği, ışık birimi olan fotonlarla etkileşmesi. Bu son derece zayıf etkileşmeyi belirlemek için deneyler sürdürülüyor; ilk sonuçların, kozmik *axion*ların özellikleri ve bolluğu konusunda önermelere izin verecek nitelikte olmasına karşın, fizikçiler daha alınacak çok yol olduğu konusunda uyarıda bulunuyorlar. Ancak genel kanı, WIMP olsun, MACHO olsun, karanlık maddenin av menzili içine girdiği yeni deney araçları, yeni uydular ve yeni teleskoplar sayesinde, karanlık maddenin sırlarının en az bir kısmının önümüzdeki 20 yıl içinde ortaya çıkacağı biçiminde.

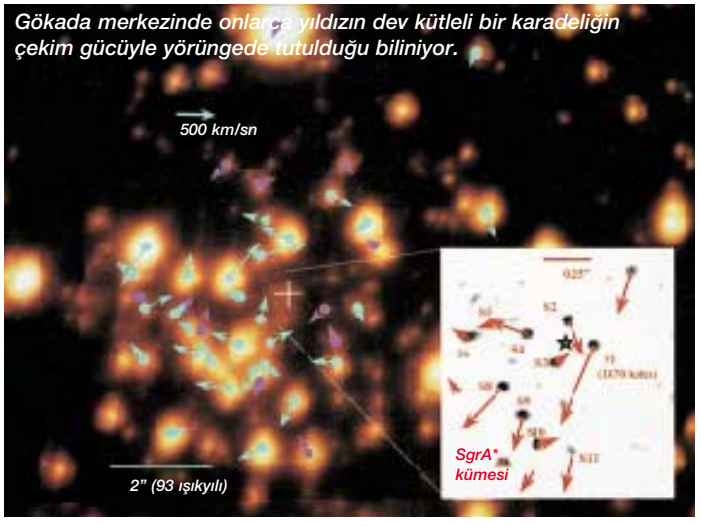


Bilgisayar modellerinde Sagittarius A'nın olay ufku görüntüleri.*

Merkezdeki Dev

Gökadanın uzaklarından, tam ortasına dönecek olursak, bir başka karanlıkla karşılaşacağız: Dev kütleli bir karadelik. Karadelik diyoruz, ama aslında kara delik adayı demek daha doğru. Çünkü tam ve net bir kanıt henüz elde edilebilmiş değil. Karadelik adaylığıysa, böylesine küçük bir alana sıkışmış böylesine büyük bir kütlenin karadelikten başka bir şey olamayacağı varsayımından kaynaklanıyor. Kütlesi 2,6 – 2,8 milyon Güneş kütlesi kadar. Aslında karanlık, belki de içine düşen her şeyi yutup yok eden bu doymak bilmez canavarın olası olay ufkunun boyutlarında. Yoksa, en az 100 000 ışıkyıl çapındaki gökadamızın merkezindeki 30-40 ışıkyıl genişliğindeki alan, alışık olmadığımız enerji kaynaklarının karşılıklı etkileşimiyle sıcak ve hareketli bir kazan görünümünde. Bunların başında, Sagittarius A* adlı karadelik adayı geliyor. Bunun çevresinde ömürlerini tamamlamak üzere kırmızı dev aşamasında bir yıldız kümesi, genç yıldızlardan oluşan bir yapı, moleküler ve iyonize gaz bulutları ve bir süpernova artığına benzeyen güçlü bir ışınım kaynağı yer alıyor.Yoğun gaz ve toz bulutları, gökada merkezini optik teleskoplara kapatıyor. Ama, son yıllarda hızlı bir gelişme gösteren kızılötesi gökbilim araçları sayesinde, bu hareketli bölgenin net bir görüntüsünü elde edebiliyoruz.

İlk kez 25 yıl önce güçlü bir radyo dalgaları kaynağı olarak keşfedilen Sagittarius A*. Yaşamlarının



Gökada merkezinde onlarca yıldızın dev kütleli bir karadeliğin çekim gücüyle yörüngede tutulduğu biliniyor.



son aşamasında iki dev yıldız grubunun arasına sıkışmış. Bu yıldızların ve gazın, karadelik adayına yaklaştıkça artan hız dağılımları, 2,6-2,8 milyon Güneş kütlesine denk bir kütlenin, yaklaşık Güneş Sistemi kadar bir alana sıkışmış durumda bulunduğunu ortaya koymuş. Ancak, kısa süre önce yeryüzünün değişik noktalarındaki radyoteleskoplarla elde edilen verileri birleştiren Çok Geniş Tabanlı Dizge (VLBA) tekniğiyle yapılan görüntüleme, karadelik adayı için ilk belirlenen bölgenin derinliklerinde, 1000 Güneş kütlesinde ve yaklaşık 600 milyon kilometre yarıçapında bir yapı saptamış. Bazı gökbilimciler, bu son verilerin merkezdeki karanlık maddenin, beyaz cüceler, nötron yıldızları ve küçük (10 Güneş kütleli) karadelikler arasında paylaşılmış olabileceğini düşünüyorlar. Bazı kuramcılarsa, gökadamızın merkezindeki karanlık maddenin yoğunluğunun, bir ışıkyıl çapındaki bir bölge için 1 trilyon Güneş kütlesi olduğuna işaret ederek, böyle bir yoğunlukta ayrı karadeliklerin birleşip tek bir karadelik oluşturmadan geçirebilecekleri sürenin 100 milyon yılı aşamayacağını, bunun da gökadanın yaşından çok daha kısa olduğunu vurguluyorlar.

Merkezde, Sgr A* karadelik adayı üzerine yığılmış karanlık madde, Samanyolu'nu da Aktif Çekirdekli Gökadalar (Active Galactic Nuclei - AGN) sınıfına sokuyor. Samanyolu ile AGN'ler arasındaki başka bir ortak özellik de, merkezi yalnızca beş-on yıl uzaklıkta, bir halka gibi çevreleyen ve nötr gazdan oluşmuş bir kuşak. 10 000 Güneş kütlesinden oluşan bu kuşak, (Kızılötesi Işınım Kaynakları) IRS 16 adlı bir sıcak yıldız kümesinin çevresinde, saniyede 110 km hızla dönüyor. Yaklaşık iki düzine mavi yıldızın oluşturduğu bu küme, saniyede 700 km hızda bir güneş rüzgârının kaynağı. Küme, bu rüzgârla her yıl binde dört Güneş kütlesi kadar kütle yitiriyor. Bu mavi yıldız kümesi de, ana kol evresinden çıkıp (merkezdeki hidrojen yakıtını tüketip) kırmızı dev haline gelmiş daha soğuk bir yaşlı yıldızlar kümesinin içinde yer alıyor. Bu yaşlı yıldızlar, merkezdeki topak içinde yaklaşık 1600 ışıkyıl genişliğinde bir bölgeyi kapsıyor. Mavi yıldızlardan oluşan IRS 16 kümesiyse gökadanın merkezden yalnızca beş-on ışıkyıl yarıçap uzaklığında bir bölgede yer alıyor.

Moleküler gaz kuşağının oluşturduğu boşluğun içinde bir de iyonlaşmış gazdan oluşmuş üç kollu bir yapı yer alıyor. Sagittarius A Batı (Sgr A West) adı verilen bu yapı, karadelik adayı Sgr A* çevresinde dönüyor.

Sgr A*nın son derece küçük alanı, bu karadelik adayının bir nokta cisim kabul edilebileceğinin göstergesi. Böyle cisimlerin muazzam kütleçekimleri, kaynağa doğru her adımda hızla yükseldiğinden, içine düşen gazın sıcaklığını bir milyar dereceye kadar yükseltecek bir enerji sağlıyor. Bu enerji düzeyleri de Sgr A* noktasından çıkan emisyonla örtüşüyor.

Merkezde tek bir nokta karadelik modelini savunan Samanyolu uzmanları, öteki modellerin öne sürdüğü türden 10 Güneş kütleli küçük karadelikler dizgesinin, Sgr A* noktasından çıkan ışınımı açıklayamadığına dikkat çekiyorlar. Karadelikçe yakalanan yıldız rüzgârlarındaki plazma (iyonlaşmış gaz) olay ufkuna yaklaştıkça daha güçlü bir biçimde çekilir. Öteki gökadalardaki daha büyük kütleli karadeliklerin merkezinden yükselen güçlü ışınım, çekilen gazın bir bölümünü uzaya geri püskürtür. Oysa gökadamızın merkezinde Sgr A*, düşen gazın bir kısmını geri püskürtecek kadar şiddetli ışınım yayamıyor. Dolayısıyla merkezde, bir ışıkyılın onda biri çaplı bir bölgeye giren gazın tümü, nokta biçimli "tekillik" tarafından tümüyle çekiliyor. Gözlemcileri şaşırtan bir nokta, Sgr A*'dan yayılan ışınımın oldukça zayıf olması. Gökbilimciler bunu, tekilliğin potansiyel kuyusunun derinliğine ve karadeliğin, IRS 16 kaynağından gelen plazma rüzgârının ancak çok küçük bir bölümünü yakalamasına bağlıyorlar.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar

Buser, R., "The Formation and Early Evolution of the Milky Way Galaxy", *Science*, 7 Ocak 2000

Croswell, K., The *Alchemy of the Heavens, Searching for the Meaning in the Milky Way*, First Anchor Books Trade, ABD, Mart 1996

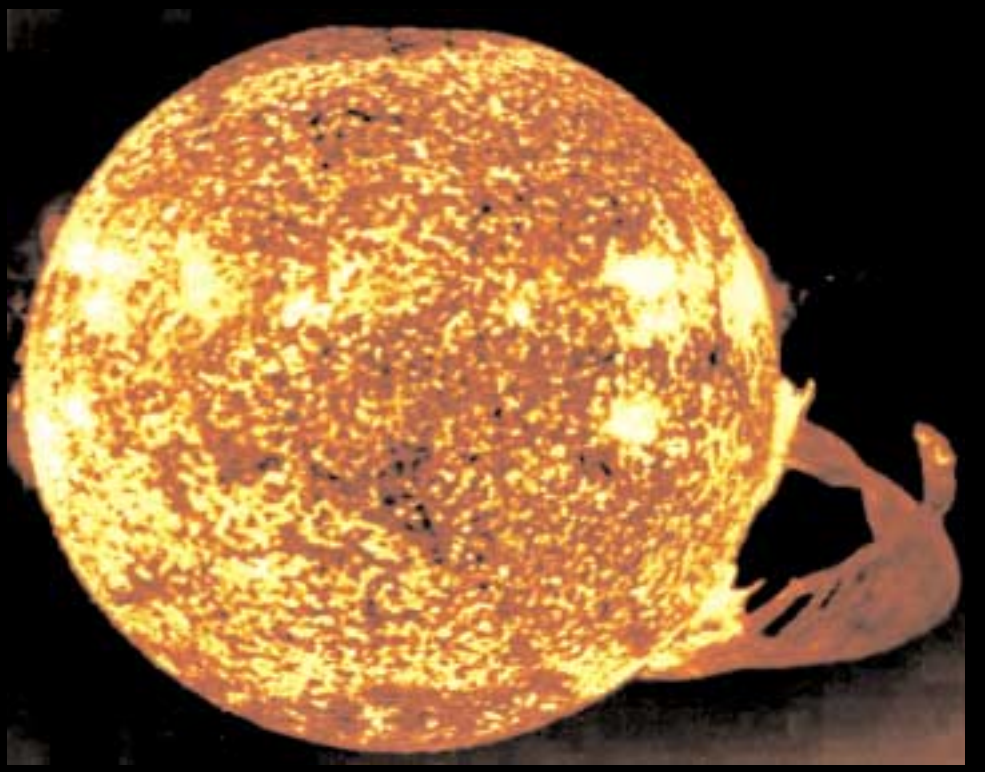
Freeman, K., Hawthorn, B., J., "The Baryon Halo of the Milky Way: A Record of its Formation, *Science*, 7 Ocak 2000

Irion, R., "A Crushing End for Our Galaxy", *Science*, 7 Ocak 2000

Smith, N., Spooner, N., The search for dark matter, *PhysicsWorld*, January, 2000

Stokstad, E., "Into the Lair of The Beast", *Science*, 7 Ocak 2000

Wardle, M., Melia, F., Zadeh, F., Y., "The Galactic Center: An Interacting System of Unusal Sources", *Science*, 7 Ocak 2000



Uzay Meteorolojisi Gelişiyor Ama...

Güneş'in Öfkesine Hazır mıyız?

Güneş fırtınası korkunç bir şey olabilir. Milyonlarca kilometre genişliğinde dev bir plazma ve manyetik alan dalgası, Güneş'ten üstümüze doğru geliyor. Uzayın derinliklerinde, Dünya'nın manyetik alanına hapsolmuş elektrik yüklü parçacıkların oluşturduğu kalkan çatırdıyor. Dünya'ya yaklaştıkça, uzaydan yağan parçacıklar, astronotları ve uçak yolcularını hem yüksek radyasyon yağmuruna tutuyor hem de radyo haberleşmesini etkiliyor. Atmosferden ve yerküreden geçen akımlar, teknolojik bir kaos yaratıyor; uydular, hatta tüm elektrik dağıtım şebekeleri işlemez hale geliyor. 1989 Mart'ında olağanüstü şiddetli bir Güneş fırtınasının, Kanada'nın Quebec eyaletinde tüm elektrik sistemini 9 saat süreyle felç ettiği gibi…

Bu fırtına Güneş'in 11 yıllık döngüsünün son doruk noktasında meydana gelmişti. Bu yıl, döngü yeni bir doruğa ulaşacak. Anlamı, Güneş fırtınalarının sıklığının ayda birkaçtan, haftada birkaç taneye çıkması. Bunlardan çoğunun fazla etkili olması beklenmiyor. Ancak içlerinden en güçlülerinin, 1989 fırtınasının şiddetine erişebileceği, hatta bunu geçebileceği düşünülüyor. O zamandan bu yana elektrik dağıtım şebekelerindeki genişleme, yörüngedeki uyduların sayısındaki artış (bu yıl sonuna kadar 800'e ulaşması bekleniyor), astronotların Uluslararası Uzay İstasyonu'nu inşa etme takvimi göz önünde tutulursa, insanlığın uzaydaki "kötü hava"nın etkilerine her zamankinden daha açık olduğu ortaya çıkıyor. ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF) Üst Atmosfer Araştırma Bölümü Başkanı ve Ulusal Uzay Meteoroloji Programı Eşbaşkanı Richard Behnke bu konuda karamsar. Şöyle diyor: "Uzaydaki meteorolojik olayların kötü birtakım şeylere yol açacağı kesin gibi; uydular bozulacak, elektrik dağıtım şebekeleri çökecek".

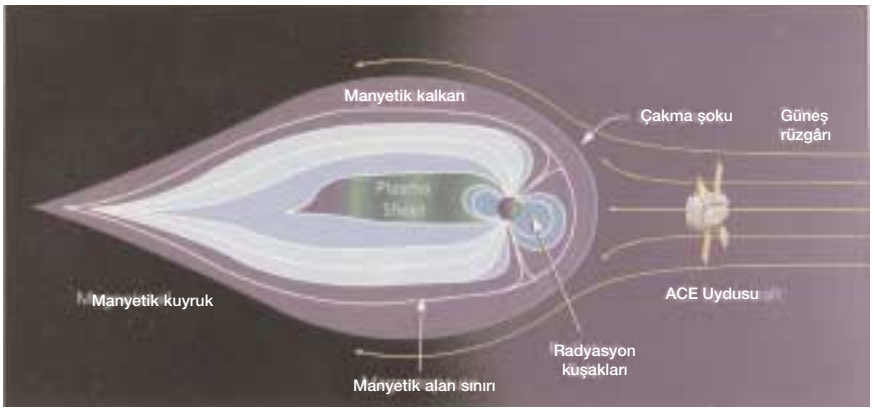
Ancak, bir fırtına uyarısı, limandaki teknelerin güvenceye alınması ve pencerelerin kapıların sıkıca örtülmesi için nasıl yeterli zaman sağlıyorsa, uzayla ilgili meteorolojik uyarılar da , teknisyenlere zararın bir kısmını önleyebilmelerinde yardımcı olabilir. Örneğin, elektrik şebekeleri tam kapasitenin altında çalıştırılarak Güneş fırtınalarının yol açacağı ani güç artışlarının vereceği zararlar önlenebilir. İletişim uyduları işleten şirketler, uydulardaki kalıcı ya da geçici bozukluklar için zamanında önlem alabilirler. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları Dairesi (NOAA) Uzay Çevre Merkezi (SEC) Başkan Yardımcısı Ron Zwickl, "çok kısa önceden yapılacak bir uyarı bile büyük yararlar sağlayabilir" diyor.

Uzmanlara göre, uzay meteoroloji uzmanlarının Güneş fırtınalarını önceden tahmin etme becerileri, 1960'lı yıllardaki meteoroloji yetkililerinin Dünya'daki fırtınaları tahmin yeteneklerinden daha ileri değil. Son 35 yıldır SEC, uzay meteorolojisinde önemli bir olgu olan Güneş parlamaları konusunda güvenilirliği giderek artan günlük tahminlerde bulunuyor. Bunlar, Güneş'in üst atmosferinde oluşan ve sıkışmış manyetik enerjinin serbest kalmasıyla tetiklendiği sanılan patlamalar. Ancak zarar potansiyeli en yüksek fırtınalar konusunda güvenilir uyarılar, ancak bir saat önceden yapılabiliyor. Bunun için bir plazma bulutunun Dünya'dan Güneş'e doğru 1.5 milyon kilometre uzaklıktaki "Advanced Composition Explorer" (ACE)'e ulaştığında yapılabiliyor. Bu uydunun görevi, plazma bulutunun bileşimini belirlemek. SEC yöneticisi Ernie Hildner'e göre, Güneş parlamalarıyla ilgili olarak bir gün öncesinden tutarlı tahminler yapabiliyoruz; hatta dalganın yolu üzerindeki ölçümlere

dayanarak dalga dünyaya erişmeden bir saat önce bile %90 isabetli tahminlerde de bulunabiliyoruz. "Ancak Güneş fırtınalarını birkaç gün öncesinden tahminde zorlanıyoruz".

Erken uyarı yeteneğinde "muazzam ilerlemeler" yolda. Ama gene Hildner'e göre, gelişmelerin bu yılki maksimumu yakalaması olanaksız. NASA, Dünya'yı etkileyebilecek Güneş fırtınalarını izlemek üzere yeni araştırma uyduları fırlatmayı planlıyor. NOAA ve ABD Hava Kuvvetleri de meteoroloji uydularına, erken uyarı için gerekli bilgileri toplayacak yeni aygıtlar yerleştirecekler. Elde edilen bilgiler, 1995 yılında NASA, NSF, NOAA ile Savunma, Enerji ve İçişleri Bakanlıklarının, on yıl içinde güvenilir "uzay meteorolojisi" tahminleri yapabilmek için ortaklaşa başlattıkları Ulusal Uzay Meteorolojisi Programı'na yükleniyor. 1997 yılında ilgili kuruluşlar, Güneş'te fırtına oluşumlarını önceden haber verecek ve bunların uydularla, elektrik dağıtım şebekeleri üzerindeki etkileri konusunda tahminlerde bulunmak üzere tek ve kapsamlı bir bilgisayar modeli geliştirmek için Kurumlararası Eşgüdümlü Modelleme Merkezi oluşturmaya başladılar. Merkez, NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nce yönetiliyor. Yetkililer, model tamamlandığında Ulusal Meteoroloji Servisinin, Dünya'daki hava koşullarıyla ilgili tahminlerine benzer tahminlerin uzay için de yapılabileceğini umuyorlar.

Uzaydaki meteorolojik koşulları, temel olarak Güneş'te meydana gelen üç olay belirliyor. İçlerinde etkileri en hafif olanı, taç lekeleri. Bunlar, Güneş'in üst atmosferinde, ya da alıştığımız adıyla "korona" (taç) katmanında, şiddetli morötesi ya da X-ışınlarıyla gözlendiğinde çevrelerine göre daha karanlık görünen bölgeler. Bunlar, Güneş'in yerel manyetik alanının, yüzeyi doğrudan uzay boşluğuna bağladığı bölgeler. Bu delikler sayesinde Güneş rüzgârını oluşturan yüklü parçacıklar, başka bölgelerdeki gibi bükülmüş manyetik alan çizgilerince yavaşlatılmadan, bir itfaiye hortumundan çıkar gibi uzaya fışkırabiliyor. Güneş döndükçe, bu delikler de kendisiyle birlikte döndüğünden, arada sırada bunlardan fışkıran plazma (iyonlaşmış gaz) gezegenimizin yörüngesini tarıyor.



Dünya'nın manyetosferi, yani manyetik alanı içinde hapsolmuş elektrik yüklü parçacıklarla dolu bölge, plazma fışkırmasının darbesiyle önce büzülüyor, plazma geçip gidince yeniden genişliyor. Bu büzülme ve genişlemelerse yeryüzünde elektromanyetik karmaşıklıklara yol açıyor.

Gezegenimizi etkileyen ikinci olgu, Güneş parlamaları. Bunlar, Dünya'nın üst atmosferini, Güneş'in sakin dönemlerinde yayımladığından 1000 kat daha şiddetli olabilen enerjik parçacıklar, X-ışınları ve şiddetli morötesi ışınım bombardımanına tutuyorlar. X-ışınları ve morötesi ışık Dünya atmosferinin üst kesimlerinde elektronları atom çekirdekleri çevresindeki yörüngelerinden koparıyor. Serbest kalan düşük enerjili elektronlar da uzay araçlarının dış kaplamaları üzerinde birikerek, "tıpkı halı üzerinde çorapla yürünmesine benzeyen" bir etki yapıyor. Biriken statik elektrik boşalınca uydunun elektronik devrelerine zarar verebiliyor.



Ara çözüm: NASA'nın 10 Ocak'ta Antarktika üzerinde bir balonla üst atmosfere gönderdiği Flare Genesis teleskopu Güneş yüzeyini, yer teleskoplarının 50 katı çözünürlükle izleyecek.

Yüksek enerjili protonlar ya da daha ağır çekirdeklerse, atmosfere X-ışınlarından 20 dakika ya da birkaç saat daha geç ulaşıyor ve yanlarında daha büyük sorunlar getiriyorlar. Bunların enerjileri, Güneş rüzgârının olağan iyonlarından bir milyon kat yüksek olabiliyor. Gerçi Dünya'nın manyetik alanı bunların çok büyük bir bölümünü yollarından saptırarak gezegenimize ulaşmasını engelliyor; ama gene de küçük bir bölüm, bu manyetik kalkanı delip manyetosfere girebiliyor. Bu da uydular ve yeterli radyasyon kalkanlarıyla korunmamış astronotlar için ciddi bir tehlike demek. Zwickl'a göre "en büyük parlamalarda, enerjik parçacıkların sayısı, normal düzeyinin 10 milyon katına kadar çıkabiliyor; bu da insan olsun, ya da makine, o sırada uzayda bulunan her şey için bir radyasyon tehdidi anlamına geliyor."

Uzay meteorolojisindeki en olumsuz koşullarıysa, Taçtan Kütle Atımı (Coronal Mass Ejection–CME) denen üçüncü olgu yaratıyor. CME'lerin çoğu Güneş parlamalarıyla ilgiliyse de, bu her zaman böyle değil. Bir CME'yi, Güneş'ten fırlayan ve on milyonlarca ton gazın yanı sıra Güneş'in manyetik alanının bir bölümünü taşıyan bir balon olarak düşünebilirsiniz. Bunlar uzaya fırladıklarında hızla genişliyor. Hildner, "elimizdeki bilgiler, bunların manyetik olaylardan kaynaklandığını gösteriyor diyor." Aynı uzmana göre "Güneş, manyetik alanla dolmuş atmosferinin bir bölümünü uzaya fırlatarak fazla enerjisinden kurtulmak istiyor."

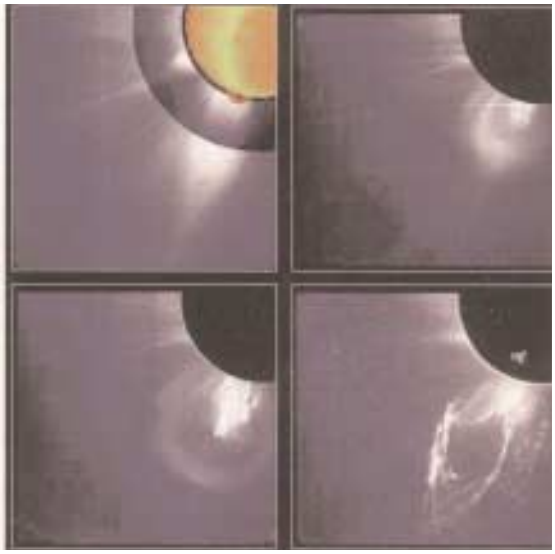
Genişleyen, manyetize olmuş bir CME balonu, Güneş'ten fırladıktan birkaç gün sonra Dünya'nın manyetosferine çarptığında, Zwickl'a göre "kızılca kıyamet kopuyor". Araştırmacılar, uydularda bulunan manyetometre ve ışınımölçerler sayesinde olup bitenle-

rin bir resmini oluşturabilmişler. Balonun manyetik alanının, Dünya'nınkine göre aldığı yöne bağlı olarak çarpışma, Dünya'nın manyetik alanını büyük ölçüde çarpıtabiliyor. Hareketli bir manyetik alan da bir elektrik akımına yol açtığından, kırbaç gibi inip kalkan alan çizgileri, iyonosfer denen, Dünya üst atmosferinin iyonlaşmış bölgesinde bir akım oluşturuyor. Bunun sonucunda iyonosfer ısınıp genişliyor ve alçak yörüngelerdeki uydular üzerindeki sürtünmeyi arttırıyor. Balonun çarpmasıyla geriye itilen manyetik alan, ayrıca iyonosferdeki elektronları da hızlandırarak bunları, uydulara derinlemesine girip onları kalıcı olarak felce uğratan "katil" elektronlara dönüştürebiliyor.

Geriye itilen manyetik alanın Dünya yüzeyindeki etkisi, enerji iletim hatlarındaki akım yükselmeleri biçiminde ortaya çıkıyor. Fırtınadaki manyetik alan ne kadar büyükse, iletim hatlarındaki dalgalanmaların hızı da o ölçüde artıyor. Ve iletim hatlarının uzunluğu arttıkça da endüksiyon akımının (manyetik alandaki değişimlerin yarattığı akım) şiddeti de artıyor. Bu akım, elektrik dağıtım şebekesindeki alternatif akımın dengesini bozabiliyor ve sonuçta voltaj düzenleyicileri kapanıyor, devre kesiciler etkisiz kalıyor ve tüm sistem, 11 yıl önce Quebec'te olduğu gibi çöküyor.

NOAA, Apollo Ay seferlerinin sürdüğü yıllarda ilk kez uzay meteorolojisiyle ilgilenmeye başladığında araştırmacılar, "Güneş lifleri"ni izleyerek bu üç olguyu önceden kestirebilmeye çalışıyorlardı. Güneş lifleri, yıldızın diskinden yükselen iplik görünümünde parlak gaz sütunları. Bu lifler zaman zaman Güneş yüzeyinden koparak atmosferinin üst katmanlarında kayboluyor. Bunun, Güneş'in manyetik alanının yapısında bir değişikliğe işaret ettiği sanılıyor. Bu olay, bazen bir CME ile çakışıyor. SEC'in baş uzmanı Joe Kunches, eski günleri anlatırken, "ne zaman bir lif ortadan kaybolsa, NOAA uzay hava tahmincileri Güneş'in bir CME yayımladığı sonucuna varırlardı" diyor. Aynı uzmana göre yapılan iş "boş atıp dolu tutmaya çalışmak"tan başka bir şey değildi.

Bugünse SEC, özel Web sitesi (www.sec.noaa.gov) aracılığıyla, uzay meteorojisiyle ilgili olası gelişmeleri bir hafta öncesinden bildiriyor. Ayrıca bir gün önceden somut tahminlerde bulunuyor. Dahası, başlamış ya da başlamak üzere olan Güneş fırtınaları konusunda anında uyarılarda bulunuyor. Bu bültenlere temel oluşturan bilgilerse, meteoroloji uydularından, yeryüzünde bulunan aygıtlardan ve özellikle de çok önemli iki uzay aracından, 1995 sonlarında fırlatılan Güneş ve Heliosfer Gözlemevi (SOHO) ile, iki yıl sonra fırlatılan ACE uydusundan sağlanıyor. Gerçi bunlar uzay meteorolojisi için tasarlanmış değiller; ama her ikisinde de şimdi bu iş için kullanılan aygıtlar var. Gene Dünya'dan Güneş yönünde 1.5 milyon km uzaklıkta bulunan SOHO'nun tahmin gücü, büyük ölçüde "Geniş Açılı Spektrometrik Koronagraf" (LASCO) adlı bir teleskoptan geliyor. Teleskop, küçük bir opak diskle yapay bir güneş tutulması oluşturuyor ve bu sayede Güneş'in çok daha sönük olan taç tabakasını inceleyebiliyor. Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı Güneş fizikçisi Simon Plunkett, LASCO'yla bakıldığında CME'lerin, taç tabakasından ayrılan parlak balonlar biçiminde görüldüğünü söylüyor. Eğer bir CME doğrudan Dünya yönünde ya da tam ters yönde yayımlanmışsa , genişleyen beyaz bir halka biçiminde görünüyor. Buna "haleli CME" deniyor. Ancak sorun, LASCO'nun tek başına CME'nin Dünya yönünde mi, yoksa ters yönde mi hareket ettiğini belirleyememesi.



1980'de gözlemlenen bir CME

İlerleme yönünü saptayabilmek için SOHO araştırmacıları Şiddetli Morötesi Görüntüleme Teleskopu adlı ikinci bir araçtan yararlanıyorlar. Bu araç, Güneş'i morötesi dalga boylarında izleyerek bizim yönümüzde ilerleyen bir CME'nin "ayak izlerini" saptamaya çalışıyor. Örneğin, morötesi ışınımın yoğunluğundaki bir azalma, taç tabakasından sıcak bir kütlenin koparak dışarıya doğru harekete geçtiği anlamına geliyor. Eğer sönükleşme, Güneş'in merkezi yakınlarında görülüyorsa, bu kütlenin Dünya yönünde ilerlediğine işaret. Plunkett, "Bu yolla, Dünya'ya çarpması olası bir CME konusunda oldukça güvenilir bir saptama yapabiliyoruz; uydunun Güneş diskini ve dış atmosferini görüntüleme yeteneklerini birleştirerek CME'nin nereden geldiğini ve dışa doğru yönelirken izlediği yolu belirleyebiliyoruz" diyor.

Hildner, hale CME'si biçimindeki kütle atımının, gezegenimize ulaştığında Dünya'nın manyetik alanını bir biçimde etkilediğini belirtiyor. Ancak şiddetli bir uzay fırtınasını önceden haber verebilmek için, yaklaşan bulutun manyetik alanının, Dünya'nın manyetik alanıyla ters yönde olup olmadığını belirlemek gerekiyor. Çünkü manyetik alanlar ancak ters yönde oldukları zaman birleşebiliyorlar. SOHO uydusuysa, manyetik alanın doğrultusunu saptayamıyor. Bu iş, Dünya'ya SOHO'dan bir saat daha yakın olan ACE uydusuna düşüyor. Bu uydu, CME'nin Dünya'ya çarpıp çarpmayacağı ve çarpmanın şiddeti hakkında uyarıda bulunuyor. ACE ayrıca, geçen bulutun yoğunluğunu, içeriğini ve hızını da belirliyor. NASA'nın Jet İtki Laboratuvarı Direktörü ve ACE Proje Yönetici Ed Stone, "Sanki Dünya'nın 1,5 milyon km ötesinde oturuyor gibiyiz; buradan da muazzam bir basınç dalgasının gezegenimize yaklaştığı konusunda gerekli uyarıyı zamanında yapabiliriz" diyor.

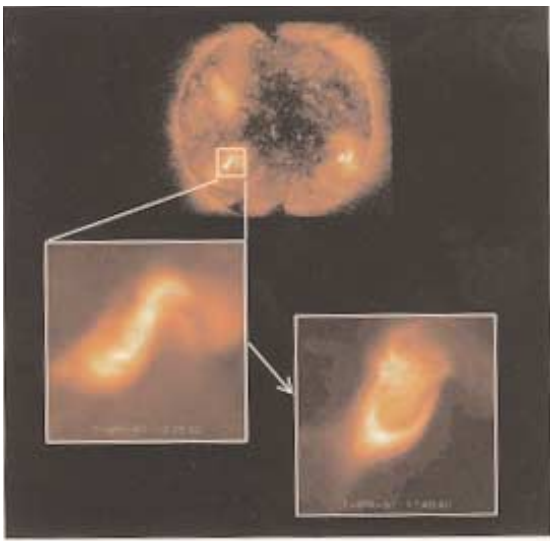
Uzay meteorolojisi tahminlerinin güvenilirliğini arttırmak için araştırmacılar Güneş'i daha yakından inceliyorlar. Bu yolla, CME'lerin yayımlanmak üzere olduğu konusunda tahminler yapabilmeyi, ayrıca bunların büyük ve hızlı mı, yoksa fazlaca etkisi olmayan küçük ve yavaş oluşumlar mı oldukları-

nı kestirebilmeyi umuyorlar. Bunu anlayabilmenin bir yolu, Güneş yüzeyindeki güçlü manyetik alanları incelemek. Hildner, "eğer çok güçlü ve birbirlerine çok yakın ters yönlü manyetik alanlar varsa, bunların birbirlerini yok etmesi ve büyük yıkıcılıkta bir enerji boşalımı için potansiyel var demektir" diyor. Araştırmaclar, manyetograf denen bir aygıt yardımıyla alanların güç ve konumlarını izleyebiliyorlar. Bu aygıt, Güneş ışığının manyetik alan nedeniyle polarizasyonunu ölçüyor. Eğer alan yeterince güçlüyse ve yeterince bükülmüşse, çok geçmeden çözüleceğini ve bu süreç sırasında da bir CME yayımlayacağını bilebilirsiniz.

1998 yılında biri Montana Devlet Üniversitesi Güneş fizikçilerinden Dick Canfield, öteki de NASA'ın Marshall Uzay Uçuş Merkezi'nden Ron Moore yönetimindeki iki ayrı grup, daha güvenli CME uyarıları için Güneş manyetik alanını incelemenin yeni yöntemlerini açıkladılar. Canfield'in ekibi, Japonların 1991 yılında fırlattığı Yohkoh uydusundan sağlanan X-ışını verilerinden yararlandı. Taç katmanında yoğun manyetik alanlara sahip bölgeler çevrelerine oranla daha sıcak plazmayla dolu olduklarından, daha çok X-ışını yayıyorlar. Bu etki de hem manyetik alanın şiddetini, hem de doğrultusunu ortaya koyuyor. Canfield ve ekip arkadaşları, kıvrık yapılarıyla sarılmış durumda ve patlamaya hazır görünen "S" biçimli manyetik alanlar üzerinde duruyorlar. Araştırmacılar, bunların CME'ye dönüşme olasılıklarının, belirgin bir biçimi olmayan sıcak noktalara oranla iki, üç kat daha fazla olduğunu saptamışlar. Moore ise bu sürecin zorunlu olarak böyle işleyeceği konusunda bir garanti olmadığı vurguluyor. Moore ve ekibi, Güneş manyetik alanının hem şiddetini hem de üç boyutlu olarak yönünü ölçebilen bir manyetograf kullandıklarında benzer bir etki saptamışlar.

Daha doyurucu veriler sağlamak için NOAA, ileride fırlatılacak bir meteoroloji uydusuna bir X-ışını kamerası yerleştirmeyi planlıyor. Zwickl, "şimdilik Yohkoh uydusundan günde birkaç X-ışını görüntüsü alabiliyoruz; oysa yeni X-ışını aygıtlarıyla günde 24 saat, her birkaç dakikada, bir görüntü alabileceğiz" diyor. "Böylelikle ilk kez taç katmanını sürekli olarak X-ışını dalga boyunda gözleyebileceğiz; bu da 'hava' tahmincilerine bir parlamanın yerini tam olarak görme, aktif bölgelerde bir hareketlenmenin başladığını izleme ve taç katmanında ortaya çıkan değişimleri görme olanağı sağlayacak".

Bir CME yayımlanır yayınlanmaz "Stereo" adıyla tasarlanan bir çift yeni uydu tarafından izlenmeye alınacak. Bunlardan biri, Güneş çevresinde dönüşü sırasında Dünya'nın önünden, ötekiyse ardından gidecek. Aynı aygıtlarla donatılmış iki araç bir arada, Dünya-Güneş ortamını stereoskopik olarak inceleyecek. Boston Üniversitesi uzay fizikçisi George Siscoe, "ideal olarak gaz bulutlarının Dünya'ya doğru gelişlerini izleyebilecek, hızlarını ölçebilecek ve gerek duyduğumuz her türlü bilgiyi elde edebileceğiz" diyor.



Güneşin manyetik alanındaki "S" biçimli yapılar CME oluşumunu haber verebilir. Yohkoh uydusunun sağladığı görüntüler, manyetik bir "S"yi CME yayımından önce ve sonra gösteriyor.

Bir CME'nin Dünya'ya doğru yola çıktığını ve bulutun büyüklüğünü belirledikten sonra meteoroloji tahmincilerinin yapacağı şey, bu bilgileri gezegenimizin manyetosferi ve iyonosferiyle ilgili bilgisayar modellerine aktarmak ve yeryüzü ile yakınlarında ortaya çıkacak etkiler konusunda somut tahminler oluşturmak. Ancak bu, olağanüstü karmaşık ve zorlu bir iş. Nedeni de gerek manyetosferin, gerekse de iyonosferin aynı derecede karmaşık bir yapıda olmaları. Colorado Üniversitesi atmosfer ve uzay araştırmacılarından Dan Baker, durumu şöyle betimliyor: "çok soğuk ve manyetik alanların yoğun olarak bulunduğu iyonosferden, Güneş rüzgârını karşılayan manyetosferin üst katlarına kadar ulaşan bu bölgede son derece değişik koşullar var; örneğin büyük bir uzay parçasının farklı bölgelerini dolduran gazlar ve bu bölgelerdeki manyetik alanlar için son derece değişik nitelikler".

Bazı modeller, bu karmaşık öğeleri dikkate almaksızın, yalnızca geçmişte aynı koşullarda neler olduğuna bakarak bir Güneş fırtınasının Dünya'daki etkileri konusunda uyarılarda bulunmak üzere tasarlanmış. Bazılarıysa uzaydaki meteorolojik gelişmeleri, başlangıç koşullarından yola çıkarak modelliyor. Bunlar, Güneş rüzgârı ve manyetosferi, birbirleriyle karşılıklı etkileşim içinde bulunan, manyetize olmuş akışkanlar biçiminde değerlendiriyorlar. Her iki yaklaşımın da sakıncaları yok değil. Şöyle ki; bazı fırtınalar için, tahminlere yardımcı olacak geçmiş örnekler bulunmuyor. Öte yandan uzay meteorolojisinin karmaşık fiziği de, başlangıç koşullarıyla model oluşturma çabalarına sekte vuruyor. Kurumlararası Eşgüdümlü Modelleme Merkezi'nin amacı, halen geliştirilmekte olan türlü modelleri birleştirerek, yeryüzündeki hava tahmin modellerinin tutarlılığında tek bir model oluşturmak. Merkezin yöneticisi Michael Hesse, birleştirmenin başarılabileceği konusunda güvenli. Ancak aynı yetkiliye göre, etkilenecek bölgeleri kesin olarak belirleyen ve şiddet konusunda kesin öngörülerde bulunabilecek tahminler "şimdilik çok, çok, çok uzak".

Baker'a göre, böyle bir model geliştirilip uygulanmaya konsa bile, tahminlerinin tutarlılığıyla ilgili önemli bir boşluk olacak. Yeryüzü meteorolojisinde olduğu gibi, önceden tahmini en zor olanlar, az sayıda meydana gelen en şiddetli olaylar. Oysa en ağır sonuçları doğuranlar da bunlar. Demek oluyor ki, geçen ekim ayında büyük sel baskınlarına yol açan Floyd kasırgasının uzaydaki benzeri bizi apansız yakalayacak.

Taubes, G., "Forecasting the Storms and Showers of Space", *Science*, 24 Aralık 1999

Çeviri: Raşit Gürdilek

Ozon Tabakasının Dünü, Bugünü, Yarını...

Atmosferdeki Delik

Ozon tabakasındaki delinmenin sonuclarını kabaca artık herkes biliyor: Küresel ısınma ve Güneş'ten gelen zararlı ışınların engellenememesi. Bir ara herkesin gündeminde olan ozon tabakası, neredeyse unutulmaya yüz tuttu. Ancak bu durum tehlikenin geçtiğini değil önemsenmediği gösteriyor. Ozon tabakasındaki deliğin büyümesinden kaynaklanan tehlike gerçekliğini koruyor. Hâlâ çevre örgütleri ve akademisyenler, geleceğimizi karartabilecek bu tehlike üzerine çalışmalar yapıyorlar. Peki bu çalışmalar sonucunda dünden bugüne ne değişti ve ne gibi gelişmeler oldu?

Ozon tabakası, kloroflorokarbonların (CFC) yol açtığı bozulmaya çok uzun süredir maruz kalıyor. CFC'ler soğutuculardaki kullanılan gazın ana maddesi. Ayrıca, özellikle batı toplumlarında yaygın olarak kullanılan deodorant spreyler de bunları yoğun olarak içeriyor. 1928'de keşfedilen CFC'lerin kullanım alanları çok geniş ve yaşam süreleri çok uzun. Kullanıldıktan sonra atmosferde yükselerek stratosfere kadar çıkan CFC'lar ozon kabakasının oluşturan üçlü oksijen moleküllerinin yapısını bozuyor.

Ozon tabakasında Antarktika'nın üzerinde oluşan delik, 1977'den beri söyleniyor olmasına rağmen ancak 1985'te gündeme geldi. Viyana'da yapılan toplantıda ozon tabakasının koruma altına almak ve araştırmaları sürdürmek için bazı kararlar alındı. 1987'de klor ve bromidin stratosferdeki ozonu bozduğu kabul edildiğinde, zarar veren maddelerin azaltılması Montreal Protokolü ile kabul edildi. Daha sonraki yıllarda da süren bu uluslararası çalışmaların sonuncusu Montreal'de 1 Ocak 1999'da yapıldı. Tüm bu toplantılar sonucu CFC'lerin kullanımında sınırlamalara gidildi ve araştırmalara hız verildi.

Geçtiğimiz yıla kadar bilim adamları, küresel ısınma ve dolayısıyla sera etkisiyle ilgili çalışmalarını daha çok atmosferin alt katmanları, yani troposfer üzerinde yoğunlaştırmışlardı. Bu çok anlaşılabilir bir şey. Troposfer 12-15 kilometre genişliğinde olsa bile atmosferin % 75'lik kütlesini içinde barındırıyor. Troposferde hava olayları meydana geliyor, uçakların büyük çoğunluğu burada uçuyor ve en önemlisi, burada biriken gazların sera etkisi yarattığını gösteren kanıtlar artıyor.

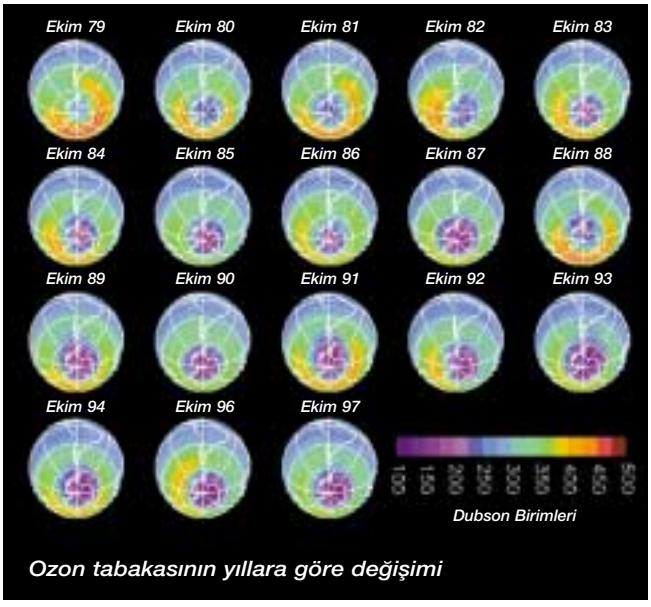
Ama uzamsal açıdan bakacak olursak, troposfer atmosferin yalnızca bir parçasını oluşturuyor. Böyle olunca, troposferdeki olaylar dışında, daha yukarılardaki stratosfer, mezosfer ve termosfer katmanlarında olanların da sera etkisini arttırdığını düşünebiliriz. Aslında 1999'da bilim adamları, atmosferin üst katmanlarında olan değişikliklerin, aşağıdakilerden daha önemli olduğunu buldular. Ve çok daha sıcak olması gereken üst katların tersine soğuduğunu keşfettiler.

Örneğin stratosferi ele alalım. Bu katman troposferin hemen üzerinde yeryüzünden 15 ile 50 kilometre yukarıda bulunuyor ve bizi Güneş'in zararlı morötesi ışınlarından koruyan ozon tabakasını da içeriyor. Bilim adamları sürekli olarak bize bu konuda uyarıda bulunuyorlardı. Ancak son bir kaç yılda uyarının biçimi değişti: Eğer sera etkisi yaratan gazlar atmosferde birikmeye devam ederse, stratosferdeki soğuma ozon tabakasındaki yıkımı hızlandıracak ve Arktik ozon deliği Antarktik ozon deliği kadar genişlemiş olacak.

Bu arada mezosferde olanlar da bize birşeyler anlatmaya çalışıyor. Herkesin tahmin ettiğinden çok daha hızlı (her yıl 1 derece) soğuyan mezosfer, küresel iklimin değiştiğini gösteren en son ve büyük işaret.

Bu nasıl oluyor? Güneş ışınları atmosferi yukarıdan başlayarak ısıtmıyor mu? Burada önemli olan, yerkürenin yansıttığı ısının ilk katmanda yani troposferde hapsediliyor olması. Üst katmanların ısınamayıp soğuyor olması gerçek bir sera etkisinin başlamış olduğunu gösteriyor. Seranın üst camı (ki bu camı troposferde biriken metan ve karbondioksit gazlar oluşturuyor) troposferin üstünde mezosfere ve daha yukarıya ısının aktarılamamasına neden oluyor.

Sıcak havanın her zaman yükseldiği öngörüsü de burada işe yaramıyor. Çünkü sıcak hava, yukarı çıkamıyor. Troposferde yükselmeye başlayan sıcak hava ozon tabakasına yaklaştığında bakıyoruz ki artık kendisi çevresindeki havadan daha sıcak değil hatta serin; çünkü Güneş'ten gelen ısıyı soğuran ozon tabaka-



Ozon tabakasının yıllara göre değişimi

sı, etrafı iyice ısıtmış. Böylece yine atmosferin üst katmanları ısınamamış oluyor. Bilim adamları küresel ısınma dışında bir terim daha kullanmaya başlıyorlar: Radyoaktif soğuma.

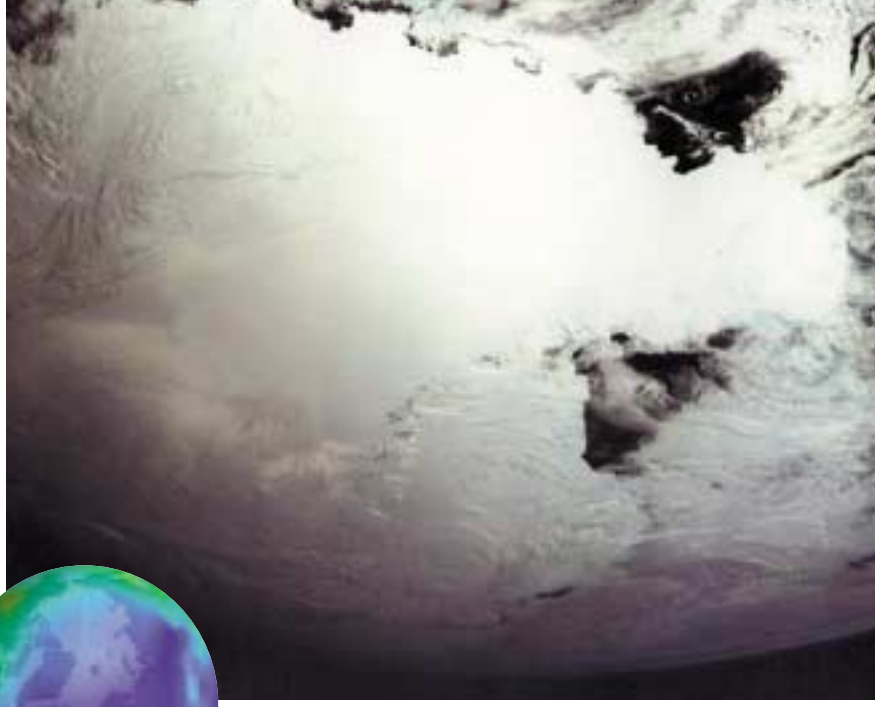
Radyoaktif soğumayla birlikte daha önceden düşünülmemiş olasılıklar gündeme gelmeğe başladı. İngiliz Antarktik Araştırmaları grubundan bilim adamlarının geçen yıl Journal of Geophysical Research'de yayınladıkları bir rapora göre, bu soğumayla atmosferin üst katmanlarındaki gazlar yoğunlaşmaya başladı. Bu da gazların daha az yer kaplaması nedeniyle atmosferin küçülmesi anlamına geliyor. Ölçümlere ve araştırmalara göre, mezosferin Antarktika'nın üstüne denk gelen kısmında son 40 yılda 8 kilometrelik bir incelme olduğu gözlendi. Benzer veriler, Avrupa üzerindeki bölgede de elde edildi.

Sıcaklıktaki ani değişimler, atmosferin bazı bölgelerinde günden güne dramatik genişlemelere ya da daralmalara yol açıyor. Ayrıca ölçümlere dayalı başka bir öngörüye göre yeni yüzyılda karbondioksit oranındaki yüzde yüzlük bir artış, yerküre uzay boşluğuna 20 km daha yaklaştıracak. Atmosferdeki bu daralma ve seyrelmeyle havanın aerodinamik direnci de yarıya düşeceği için yörüngedeki bazı uyduların önümüzdeki bir kaç on yıl içinde orada duramayacaklarını ve bu uyduların yeni tip tasarımlara gereksinimleri olacağı düşünülüyor. Bu tür senaryolar dışında iyileştirme sonucunda ozon tabakasının yeniden düzeleceğini öngören senaryolar da var.

Ozon Tabakasını İyileştirmek

CFC'ler içinde bulunan klor hem doğa hem insan üretiyor. Ama doğanın ürettiği klor suda çözünebilen kısmı, stratosfere kadar ulaşamıyor.

İnsan yapımı klor ve bromid düzeyi düşmediği sürece, ozon tabakasının zarar göreceği açık. Ancak bilim adamları, sınırlamalara uyulduğu takdirde ozon tabakasının bu yüzyılın ortalarında kendini yenileyerek normal seviyesine ulaşaçağı görüşündeler. Tamir sürecinin bu kadar uzun olmasının nedeni de CFC ve diğer zararlı bileşiklerin ömürlerinin uzun olması.



1999 yılı Kasım ayında NASA uydularından alınan Antarktika üzerindeki ozon tabakası görüntüsü (solda). Antarktika (üstte).

CFC'ler dışında tarım zararlılarına karşı kullanılan bazı pestisitler de ozon tabakasını etkiliyor. Hatta 1997 Ağustos'unda bilim adamlarının Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na gönderdiği mektupta bu tehlikeli pestisitlerde kullanılan metil bromid adlı kimyasal maddeyle ilgili bir rapor bulunuyor. Bu rapora göre, madde toprağa zarar verdiği gibi, ozon tabakasının yıkımınında da onda bir oranında sorumlu. Fakat bu konuyla ilgili önlemler ancak 2001 yılında yürürlüğe girebilecek ve kısıtlama şimdilik dörtte üç oranında olacak. 2001'den sonraki yıllarda metil bromidin kullanımının tamamen kaldırılması ve daha katı kurallar getirilmesi bekleniyor.

Ozon tabakasını etkileyen kimyasalların başında temizlik malzemelerinin içinde bulunan trikloroetan (CH_3CCl_3) geliyor. Bu maddenin kullanımının günümüzde sınırlandırılmış olması ozon tabakasında belli bir iyileştirmeye yol açacak. Ancak diğer halokarbonların da azaltılmasına ivedi gereksinim var. Diğer halokarbonların başında da $CBrClF_2$ (halon-1211) geliyor. Ozon tabakasını en çok etkileyen bu gazın kullanımında herhangi bir azalma olmamış.

Kimyasallar	Endüstriyel ya da çok bilinen isimleri	Ömürleri (yıl)
CCl_2F_2	CFC-12	100
CCl_3F	CFC-11	45
CCl_2FCClF_2	CFC-113	85
CH_2CCl_3	Metil kloroform	4,8
CCl_4	Karbon tetraklorit	35
$CBrF_3$	H-1301	65
$CBrClF_2$	H-1211	16
$CHCl_2F$	HCFC-22	12
CH_3CClF_2	HCFC-142b	19
HC3CCl2F	HCFC-141b	9

Atmosferik halokarbonların kaç yıl etkin kalabildiklerine ilişkin tablo.

Yine de bazı iyileşmeler olmuyor değil. Bilim adamlarının yaptığı hesaplamalara göre ozon tabakasına zarar veren maddeler, 1997 yılıyla 80'lerin sonlarını karşılaştırdığımızda epey azalmış durumda. Bilim adamları bu azalmanın yine de daha dikkatle gözlenmesi görüşündeler. Çünkü aeresollerde, yangın söndürücülerde ve temizlik malzemelerinde kullanılan çözücülerin atmosfere salınımı, kullanım biçimleri açısından çabuk olurken, buzdolapları ya da havalandırmalarda kullanılanların (geçmişte CFC-11 ve CFC-12 kullanımının yaygın olduğu alanlar) atmosfere salımını yıllar sonra oluyor.

Kullanımı en çok azalan maddeler temizlik malzemelerinde kullanılan çözücüler (CFC-13 ve CH_3CCl_3). Burada önemli olan, piyasaya sürülmüş ve henüz hiç kullanılmamış ozona zarar verebilecek maddelerin oluşu. Ayrıca göz önünde tutulması gereken başka bir önemli nokta da, bu maddelerin ne kadar süre atmosferde etkilerini korudukları. Tüm bunlar birleşince, üretimi durdurulan ya da azaltılan zararlı maddelerin tehlikesi daha iyi anlaşılıyor.

Özgür Ergin

Kaynaklar:
Montzka, S., Butler, J., Elkins, J., Thompson, T., Clarke, A., Lock, T., "Present and Future Trends in Athmosferic Burden of Ozone-Depleting Halogens", *Nature*, 22 Nisan 1999,
Pearce, F., "Promising The Earth", *New Scientist*, 30 Ağustos 1997
Pearce, F., "Chill in the Air", *New Scientist*, 1 Mayıs 1999
http://www.unep.org/ozone/
http://www.ec.gc.ca/ozone/protect/sect5_e.html

Elektrozayıf Etkileşmelerin Kuantumlu Yapısı

Geçtiğimiz yüzyılın son Nobel Fizik Ödülünü Hollandalı iki teorik fizikçi, Gerardus 't Hooft ile Martinus J. G. Veltman kazandılar. Ödülü veren İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi, ödül için, iki kuramcının fizikte elektrozayıf etkileşmelerin kuantumlu yapısını açıklığa kavuşturmalarını neden gösterdi. Nobel ödülü kazanan bu çalışma, aslında 1971 yılında Utrecht Üniversitesi'nde Veltman'ın yanında doktora yapmakta olan 't Hooft'un hazırladığı tez çalışmasıydı. O sıralar 24 yaşında bir öğrenci olan 't Hooft'un, bu zor problemi orijinal matematik yöntemler geliştirerek çözebilmesi fizik toplumunda Türkiye'ye dek uzanan büyük yankılar bulmuştu. Bu yazının tanıtmaya çalışacağı G. 't Hooft, sona eren yüzyılın sezgileri en güçlü teorik fizikçilerinden birisidir. Bu yönüyle belki ancak ünlü Dirac'la karşılaştırılabilir. Fakat daha önce 't Hooft ve Veltman'ın kazandıkları ödülün biraz gecikmiş olduğu, zaten yıllardır beklendiği belirtilmeli. Kendiliğinden simetri bozulması yoluyla kütle kazanımı sağlayan elektrozayıf etkileşme modelleri, 1960'ların başından beri gündemdeydi. Bu modeller arasından birisi, 1967'de Amerikalı Steven Weinberg ve İngiltere'de bulunan Pakistan'lı Abdus Salam tarafından önerilen ve bugün standard model adını alan bir tanesi, zamanla öne çıktı. Ancak başlangıçta, henüz kuantumlu ayar alan teorileri olarak bu tür modellerin kesin hesaplamalara imkan verip vermedikleri bilinmemekteydi. Yani bir elekrozayıf bozunma için yarı-süre veya bir parçacık saçılımı için tesir kesiti, kuantum elektrodinamiğinden bilinen yöntemlerle hesaplanırsa, bu hesaplardan belli sayılar bulunacağı, yani bir öngülerinin olup olmadığı henüz kuşkuluydu. Utrecht Üniversitesi'nde teorik fizik profesörü olan Martinus Veltman bu zor ve uzun bu hesapları yapabilmek için ilk bilgisayarla sembolik hesap program paketi olan SCHOONSHIP'i geliştirmişti. Onun yanında bu programı kullanan öğrencileri G. 't Hooft ve P. van Nieuwenhuizen, şimdilerde tanınmış fizikçiler. 't Hooft, sonsuz çıkan Feynman integrallerinin boyutsal regülarizasyonunu yaparak, standart model türü kuantumlu ayar alan teorilerinin renormalizasyonunu gösterdi. Dolayısıyla bu modellerin belirli ve kesin öngörülerinin hesaplanabileceğini kanıtlamış oldu. Standart modelin öngördüğü elektrik yüksüz zayıf akım etkilerinin, 1973 yılında İsviçre'nin Cenevre kentindeki CERN laboratuvarlarında gözlenmesi önemli bir dönüm noktasıydı. Nitekim Sheldon Glashow, Steven Weinberg ve Abdus Salam, bu deneysel kanıtın bulunması sonrasında 1979 yılı Nobel fizik ödülünü kazandılar. Standard modelin doğrulanması için, yaklaşık proton kütlesinin 100 katı kütleleri olması beklenen ve W^+, W^-, Z^0 ile gösterilen zayıf ara bozonlarının varlığı gerekliydi. Bunlar, tam beklenen kütle değerlerine sahip olarak 1983 yılında, yine CERN laboratuvarlarında gözlendiler. Bu büyük deney de bir Nobel fizik ödülünü getirdi. Deney grubunun liderleri Carlo Rubbia ile Simon van der Meer, 1984 ödülünü aldılar. Bütün bu gelişmelere temel düzeyde katkıda bulunan G. 't Hooft ve M.



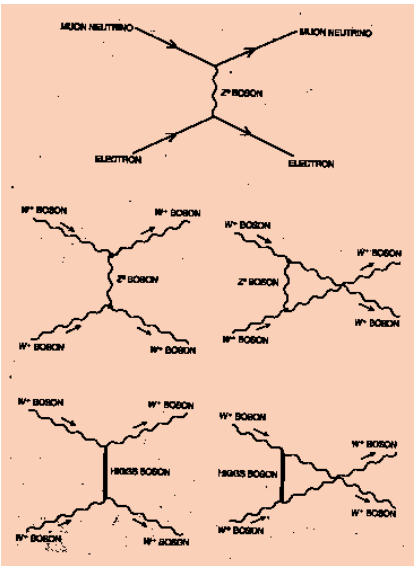
1999 Nobel Fizik Ödülünü kazanan Hollandalı iki teorik fizikçi, Gerardus 't Hooft (solda) ve Martinus J. G. Veltman (sağda).

Veltman'ın Nobel fizik ödülünü kazanmaları doğaldı. Aslında, elektrozayıf etkileşmeler konusunda 2-3 Nobel Fizik ödülü daha sahiplerini aramakta. Varlığı öngülen τ- (tau) nötrinosunu keşfedecek olanlarla, Higgs mekanizmasının sonunda (fotonun kütlesinin sıfır kalması nedeniyle) geride fiziksel bir parçacık olarak kalması beklenen Higgs bozonunu keşfedecek olanlar, kesin bu ödülü hak edeceklerdir.

Bir Kuantumlu Alanlar Teorisinin Renormalizasyonu Ne Demek?

Bu soruya yanıt vermeden evvel kuantumlu alanlar teorisi nedir? Nasıl bulundu? Nasıl gelişti? Bunları kısaca bir gözden geçirelim. Bunu üç dönemde incelemek gerek. Kabaca II. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla biten birinci dönem, kuantum mekaniğinin keşfini izleyen senelerde, elektrik ve manyetik alanların da kuantumlanması gayretleriyle geçti. Biliyoruz ki kuantum mekaniği dalga-parçacık ikiliği üstüne kurulmuştur. Elektromanyetik dalgaların parçacık nitelikleri, kendini foton adı verilen enerji kuantumlarıyla gösterir. Klasik bir parçacık olan elektronun dalga nitelikleriyse, kuantum mekaniğinin temel denklemi olan Schrödinger denklemini sağlayan elektron dalga fonksiyonuyla gösterilir. Şimdi bir elektromanyetik alan içinde bulunan hidrojen atomuna ne olur diye düşünelim. Bunu elektron-foton etkileşmeleri ile tam olarak tarif edebilmek için nasıl elektronu kuantumluyorsak, elektromanyetik alanlar da kuantumlanmalıdır. Yani, kuantum dünyasında hem klasik parçacıkları, hem klasik kuvvet alanlarını beraber kuantumlamak gerekir. Bu teoriye kuantumlu elektromanyetik alanlar teorisi, ya da kısaca kuantumun elektrodinamiği (QED) adı verilir. Kuantumlu alan teorilerinin kuantum mekaniğinden farkı, bir kuantumun yok olmasını veya var olmasını tarif edebiliyor olmasındadır. Schrödinger mekaniği kapsamında bir elektron dalga fonsiyonu varsa hep vardır. Yoksa var edilemez. Oysa, kuantumlu alanlar teorisinde, örneğin bir foton gelip, elektronu taban düzeyinde bulunan bir hidrojen atomuna çarptı diyelim. Çarpışma sonrasında foton ile taban düzeyindeki elektron yok olur. Yerlerine uyarılmış düzeylerden birisinde bir elektron ortaya çıkar. Bu süreçte enerji, momentum ve açısal momentum korunmuştur. Kuantum mekaniğini bulanlar arasında öne çıkan isimlerden İngiliz Paul A. M. Dirac, İtalyan Enrico Fermi ve Alman Pascual Jordan'ın 1928'den başlayan, fakat 1939'da II. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla kesintiye uğrayan çabalarıyla kuantum elektrodinamiği ve sonsuzlukları, daha o zamandan kabaca ortaya çıkarılmış oldu.

Kuantum elektrodinamiğinin ikinci dönemi, savaşın sona ermesinin ardından fizikçilerin tekrar bu konulara geri dönmesiyle başladı. Artık bilimin eksenini Amerika Birleşik Devletlerine kaymıştı. Teorik fizikte söz sahibi olanlar, Los Alamos'taki atom bombası projesini yönetmiş olan Julius Oppenheimer'la oradaki teori bölümünün başı Hans Bethe'ydi. Bethe, savaş öncesinde Almanya'da kuantum elektrodinamiğinin sonsuzluklarını ilk hesaplayan fizikçiler arasındaydı. Julius Oppenheimer ise, 1920'lerde Almanya'da yetişmiş ve 1943 yılında atom bombası projesine girmeden önce, Berkeley'de çevre yapmış, Amerika'nın kuantum mekaniğini bilen ilk teorik fizikçisiydi. Olaylı bir şekilde atom bombası projesinden ayrılması sonrasında, 1933'de kurulmuş ve o tarihten beri ünlü Albert Einstein'a ev sahipliği yapmakta bulunan Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nün başına geçmişti. Yine Alman kökenli Isadora Isaac Rabi'nin başını çektiği deneycilerse, New York'taki Columbia Üniversitesi'nde toplanmışlardı. Buradaki öğrencilerden Julian Schwinger'ın geliştirdiği relativistik hesap yöntemleriyle, kuantumlu alanlar teorisinde yeni atılımlar başladı. Schwinger, elektronun manyetik momentine kuantum elektrodinamiğinden gelen küçük katkıyı, pertürbasyon hesabıyla ilk yaklaşıklıkta belirledi. Deneysel fizikçi Norman Kroll ve diğerleri ise, bunun ölçümünü yaparak kuantum elektrodinamiğinin ilk ve en çarpıcı başarısını gerçekleştirdiler. Çünkü hesaplanan ve ölçülen değerler, virgülden sonraki 10. haneye dek uyuşmaktaydılar. Öte yandan, o sırada Cornell Üniversitesi'nde, Bethe'nin yanında bulunan Richard Feynman, iz integralleriyle kuantumlama yöntemlerini geliştirmekteydi. Bu çalışmaları sırasında, pertürbasyon açılımındaki her bir terimin fiziksel yorumuna olanak veren Feynman diyagramlarını buldu. Adıyla anılan hesap kurallarını çıkardı. 1947'de toplanan Shelter Island konferansı Schwinger ve Feynman'ın buldukları kuantum elektrodinamiğini tüm dünyaya tanıttı. Bu arada bir sürpriz de yaşandı. Savaş biter bitmez Japonya'dan Princeton'a yollanan bir koli fizik dergisi arasından Shinishiro Tomonaga'nın kuantum elektrodinamiğinin relativistik formülasyonu üstüne 1943'de yayınladığı makaleler çıktı. 1920'lerde Almanya'da çalışmış olan Y. Nishina'nın çevresinde Japonya'da oluşmuş bir teorik fizikçi grubu kuantum mekaniğini biliyordu. Nitekim bunlardan birisi olan Hideki Yukawa, 1937'de mezonların varlığını ilk kez öne süren fizikçi olarak Nobel ödülünü kazanmıştı. Tomonaga da, Kyoto'da savaş koşulları altında dünyadan kopuk çalışmış ve kuantum elektrodinamiğinin relativistik formülasyonuna herkesten önce ulaşmıştı. J. Schwinger, R. Feynman ve S. Tomonaga, kuantum elektrodinamiğini bulmuş olmaları nedeniyle 1962 yılı Nobel Fizik ödülünü kazandılar.



Feynman diyagramlarıyla, elektrozayıf kuramın renormalizasyonu, Higgs bozonunun varlığını gerektiriyor.

Bu çalışmalarla kuantum elektrodinamiğindeki sonsuzlukların, esas olarak pertürbasyon açılımındaki 3 diyagramdan kaynaklandığı açığa çıktı: Elektron özenerjisi diyagramı, foton

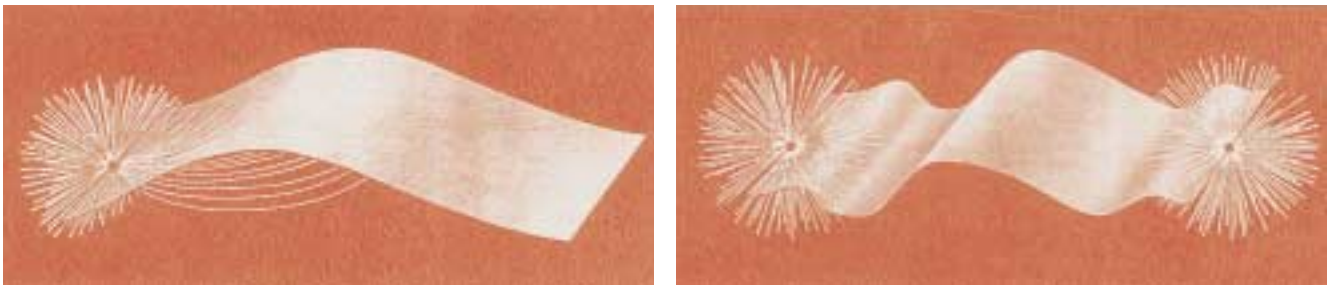
özenerjisi diyagramı ve elektron-foton köşesi düzeltimi diyagramı, sonsuz kuantum geçiş genlikleri vermekteydiler. Ancak Schwinger ve diğerleri, bu sonsuzlukları formel olarak elektronun kütle, elektrik yükü ve kuantum dalga vektörü tanımları içine atarak sonlu terimler hesaplayabilmekteydiler. İlk bakışta sonsuzu sonsuzdan çıkarmak gibi gelen ve fizikçilere bile rahatsızlık veren bu yönteme renormalizasyon demekteydiler. Savaş sırasında İngiltere'de matematik doktorası yapıp, hemen ardından Amerika'ya gelmiş olan Freeman Dyson, 1949'da Feynman diyagramlarının sonsuzluk mertebelerini sınıfladı. Eğer yukarıdaki üç terimin renormalizasyonu yapılırsa, geriye başka sonsuzluk kalmayacağını kanıtladı. Renormalizasyonu yapılabilen kuantum elektrodinamiği, o günden bu güne diğer tüm kuantumlu alanlar teorileri için bir örnek oluşturuyor. Çünkü herhangi bir nedenle renormalizasyonu yapılamayan teorilerde, fiziksel olasılık genlikleri hesaplamak olası değildir. Yani, bu teorilerle laboratuvarlarda ölçülebilecek sayılar hesaplanamaz.

Renormalizasyon teorisi daha sonra Amerika dışında, Orta Avrupa ve Rusya'da gelişti. Zürih'te savaş sonrası sonrası kurulan iki teorik fizik kürsünün başlarına geçen Wolfgang Pauli ve Gregor Wentzel'in çevresinde toplanan genç fizikçilerle başlayan gelenek, günümüze kadar uzanmıştır. Bir kuantumlu alanlar teorisinin renormalizasyonu için, sonsuz integralleri hasaplamaya yarayan bir regülarizasyon kuralı bulmak ilk şarttır. Kalkülüs derslerinde de gösterilen en basit yol, integralleri üst/alt sınırlarında keserek hasaplamak, sonra limit almaktır. Kuantum elektrodinamiğinin 4 boyutlu momentum uzayında alınan Feynman integralleri için, üst sınırda patlayan integrallere morötesi (UV) kesintisi, alt sınırda patlayanlarına ise kızılötesi (IR) kesintisi gerekir. Hem UV, hem IR kesintisi gerektiren kuantum elektrodinamiği, sonsuzluklar konusunda özellikle sorunludur. UV kesintisi, Pauli-Villars denen bir regülarizasyon yöntemiyle halledilirken renormalizasyon kütlesi adı verilen ve fiziksel olmayan bir kütle ölçeği teoriye getirilmiş olur. Diğer taraftan, hem fotonun kütlesiz olması nedeniyle bir IR kesintisi şarttır; hem de yine aynı nedenle teorinin sahip olduğu ayar değişmezliğinin regülarizasyon sırasında korunması gerekir. IR kesintisi için, fotona kütle verilmesi demek, elektromanyetik dalgaların fiziksel olan iki adet enine salınım kipinin yanısıra, fiziksel olmayan bir boyuna salınım kipinin daha getirilmesi demektir. Gupta-Bleuler adı verilen yöntemle, bu teknik sorun da aşılır. Bu aşamada, 1950'lerin başlarında kuantum elektrodinamiğinin sonlu renormalizasyonlarının bir grup yapısına, ancak bilinenlerden farklı olan ve renormalizasyon grubu denen bir grup yapısına sahip oldukları fark edilmişti. Bunu ilk fark eden, Feynman diyagramlarını da bağımsız olarak bulmuş ve kullanmakta olan çok ilginç bir fizikçi, E.C.G Stueckelberg'di. Zürih'te renormalizasyon sürecini formel bir temele oturtabilmişti. Fakat bu çalışmalarının etkisi o sıralar duyulmadı. Kendini duyurabilenler Moskova'daki Nikolay N. Bogolyubov ve çevresindeki fizikçilerin çalışmaları oldu. Bu formel gelişmeleri izleyenler ise daha çok Almanya'daki Kurt Symanzik gibi matematiksel fizikçilerdi.



Kuantumlu Ayar Alan Teorileri

Kuantumlu alanlar teorisinin üçüncü dönemi, 1954-1973 arasındaki dönemdir. Klasik ayar alanlarının Yang ve Mills tarafından bulunmasıyla başlayan bu dönemdeki gelişmeler, kendiliğinden simetri bozulması gösteren, kuantumlu ayar alanları teorilerinin renormalizasyonunun 't Hooft ve Veltman tarafından yapılmasıyla doruk noktasına ulaşmıştır. Günümüzde Yang-Mills teorileri dediğimiz teorileri, 1954'de Amerika'ya yerleşmiş bir Çinli teorik fizikçi olan C.N. Yang, Stony Brook'taki New York Devlet Üniversitesi'nde R. L. Mills'le beraber çalışırlarken buldu. Ancak aynı fikirler pek çok yerde aynı sıralarda düşünülmekteydi. Hatta 1938'de savaşın eşiğinde Varşova'da toplanmış olan, fakat o günün karışıklıkları arasında gözden kaçmış bir bilimsel toplantının notlarından, Oscar Klein'in daha o yıllarda SU (2) ayar teorilerini düşündüğü görülüyor. Araya giren savaş nedeniyle bu konuya ancak 1950'lerde tekrar dönülebilmişti. Japonya'da R. Utiyama, düşüncelerini yazmak için 1954 sonbaharında gideceği Princeton'a ulaşmayı beklemiş ve geç kalmış. İngiltere'de R. Shaw, bulgularını Cambridge Üniversitesi'ne verdiği doktora tezine yazmış, ama makale haline getirmemiş. Rusya'da F. Berezin, düşüncesini hocası ünlü matematikçi I. M. Gelfand'a açmış. O da ünlü fizikçi Lev Landau'nun görüşünü almak istemiş. Landau, ayar değişmezliğinin, ancak ayar bozonlarının kütlesiz kalmaları halinde olası olduğunu fark edince, "doğada kütlesiz bozon yoktur" diye kestirip atmış. Aynı eleştiriyle C. N. Yang'da karşılaşmış. Princeton'da verdiği seminer sırasında, Pauli sözünü bir kaç kez keserek, ayar bozonlarına nasıl kütle vereceğini sormuş; Yang'dan, "henüz düşünmedim" yanıtını alınca, "böyle bahane olmaz" diye kızmış. Ancak Oppenheimer, Yang'a destek çıkarak devam etmesini söylemiş. İyi de etmiş. Çünkü kuantumlu ayar alanlarının matematiği ve fiziği çok önemli olup, 20. yüzyılın kuantum mekaniğinden sonraki ikinci büyük paradigması, ayar teorileri olmuştur. Paradigmanın oluşması aşağı yukarı 20 yıl almış, 1974-1975 yılındaki dönüm noktasının, fizikçilerin çoğunluğu tarafından fark edilmesi için de, neredeyse bir o kadar süre gerekmiştir. Başlangıçta ayar alanları teorilerini bekleyen iki büyük sorun şunlar olmuştu: Teorinin kuantumlanması ve renormalizasyonu nasıl sağlanır? Teorinin yukarıdaki niteliklerine zarar vermeden ayar bozonlarına nasıl kütle kazandırılabilir? Her iki sorunun da bir sonuca bağlanması yıllar aldı. Yang-Mills alanlarının kuantumlanması, iz integralleri yöntemiyle ancak 1967'de iki Rus matematiksel fizikçisi L. Faddeev ve V. Popov tarafından sağlandı. Böylece, Feynman kuralları tutarlı olarak elde edildi. Ayar teorilerinin renor-



Eğer Higgs bozonu varsa, kuramsal manyetik monopoller (tek kutuplu mıknatıslı) gerçeklik kazanır. Tanıdığımız, klasik evrenimizdeyse manyetik monopoller bulunmaz; çünkü, bir mıknatısı ortadan böldüğünüzde gene kuzey ve güney kutupları oluşur.

malizasyonunda ilk adım olan sonsuz integrallerin regülarizasyonu ise, 't Hooft'un bir buluşuyla halledildi. 't Hooft, momentum uzayında Feynman integrallerini 4 boyutta değil, $4 - n$ boyutta hesaplayarak, sonsuzlukların $\frac{1}{4-n}$ ve bunun katları halinde $n \to 4$ limitinde yakalandıklarını fark etti. Bu yönteme boyutsal regülarizasyon adı verildi. Ayar değişmezliğine dokunmayan boyutsal regülarizasyon yardımıyla, 't Hooft ve Veltman, Yang-Mills teorilerinin renormalizasyonunu gösterebildiler.

Asimptotik Özgürlük Nedir?

Kuantumları kütlesiz olan alan teorilerinde, ölçekleme serbestisi vardır. Bunu anlatmak için kütlesiz parçacıkların yörüngelerinin boşlukta ışık hızıyla hareket ettiklerinden, hep uzay-zamanda çizilen ışık konisi üstünde bulunduklarını hatırlayalım... Uzay - zaman koordinatlarının, ışık konisini değiştirmeyen en genel dönüşümleri ise, 15 parametreli konformal ölçekleme dönüşümlerdir. Bunlar arasında en ilginç olanı tek parametreli ölçekleme dönüşümleridir. Bunun fiziksel anlamı nedir? Örneğin bir elektronun, sabit manyetik alan içinden geçerken, doğrusal yörüngesinden sapmasını düşünelim. Deney aygıtlarının boyutlarını 10 kez büyültsek, elektronun ilk hızını ve manyetik alan şiddetini, yine 10 ile uygun biçimde ölçeklesek, aynı sapma 10 kez büyütülmüş olarak görünür müydü? Yani elektron yörüngesini görüntüler ve 10 kez küçülterek fotokopisini çekersek, ilk yörüngenin aynısını bulur muyuz? Bulursak, bunu incelediğimiz fiziksel olgunun ölçek değişmezliği vardır diye ifade edeceğiz. Evrendeki tüm parçacıklar kütlesiz olsaydı ve bunlar arasındaki kütleçekimi ihmal edilebilseydi ölçek belirleyecek hiç bir fiziksel nicelik olmayacağı için, ölçek değişmezliği ve daha genelde konformal invaryans beklerdik. Ancak evrende kütleli tanecikler var. Örneğimizdeki elektronun kütlesi bellidir ve bu ölçek belirler. Gerçek dünyanın konformal invaryansı yoktur; çünkü, örneğin bildiğimiz elektronun kütlesini 10 gibi herhangi bir çarpanla değiştiremeyiz.

Parçacık çarpışma ve saçılmaları deneylerinde çok yüksek enerjilere çıkıldığındaysa, durum değişmeye başlar. Toplam enerjiyle karşılaştırıldığında kütle (yani mc^2) ihmal edilebildiği oranda, evren konformal gözükür. Oysa, bir kuantumlu alanlar teorisinin renormalizasyonu sırasında yapılan UV kesintisi, ölçek belirler. μ ile göstereceğimiz ve renormalizasyon kütlesi diyeceğimiz bu ölçek parametresi, sadece sonsuzlukları çıkarmak için başvurulan bir referans parametresidir. Gözlenebilecek bir etkisi olmamalıdır. Kuantum elektrodinamiğinde renormalizasyon sonrasında konformal ölçek değişmezliğini koruyabilmek için, teorinin fiziksel parametrelerinin, Callan-Symanzik denklemi (renormalizasyon grubu denkleminin bir özel halidir) adı verilen aşağıdaki birinci dereceden diferansiyel denklemi sağlamaları istenir:

$$\mu \frac{dg(\mu)}{d\mu} = \beta(g(\mu)).$$

$\beta(g(\mu))$ tanımı burada gerekmeyen Callan-Symanzik β-fonksiyonudur. Yeni bir kavram olarak $g(\mu)$, kayan bağlanma sabiti adını alır. Korunumlu elektrik yükü, bağlanma sabitinin işlevsel tanımıyla ilgilidir. Örneğin, bir atom çekirdeğinin toplam elektrik yükü nasıl ölçülür? Bu amaçla, artı işareti q birim elektrik yükü taşıyan bir test taneciğini, sonda (prob) olarak kullanabiliriz. Yani E enerjisi ile atomun üstüne yollayıp, enerji korunumuyla minimum yaklaşma mesafesini belirleriz. Prob enerjisi düşükse, çekirdeğin elektrik yükü, çıplak yükünden küçük çıkacaktır. Çünkü atomun elektronları, perdeleme yaparak probun geçmesine engel olacaklardır. Prob enerjisi arttıkça ölçülen çekirdek yükü Q, o oranda artar. Dolayısıyla bir prob yardımıyla ölçülen çekirdeğin elektrik yükü, prob enerjisinin fonksiyonu haline gelir ve $Q(E)$ diye yazılabilir. Verilen örnekte, prob ile çekirdek arasındaki etkileşme elektromanyetik ters kare Coulumb kuvvet yasası ile belirlenmektedir. Kayan elektrik yükünün limit değeri olarak Q_∞ çekirdeğin çıplak elektrik yükü adını alır. Çünkü bu limitte elektronların perdelemesi kalkmıştır.

Kuantum elektrodinamiğinin renormalizasyonu için, elektronun çıplak elektrik yükünün bir sanal foton bulutuyla perdelendiği kabul edilir. Elektronun çıplak elektrik yükü,

$$lim_{\mu \to \infty} = -\infty$$

alınırsa, μ_0 ile gösterilen sonlu bir referans parametresindeki renormalize edilmiş yükü fiziksel (giydirilmiş) elektrik yüküdür:

$$lim_{\mu \to \mu o} = e_0.$$

Callan-Symanzik denkleminin çözümleri, kayan bağlanma sabitini renormalizasyon kütlesinin fonksiyonu olarak belirler. Bu denklemdeki esas girdi, pertürbasyon açılımında mertebe mertebe hesaplanabilen β-fonksiyonudur. Bir sonuç alabilmek için birinci ve ikinci mertebeden hesaplar yeterli olur. Kuantum elektrodinamiğinde $\beta(e)$ fonksiyonunun bir seri açılımdaki ilk terimin işareti, yukarıdaki Coulomb karakterli davranışı öngörür.

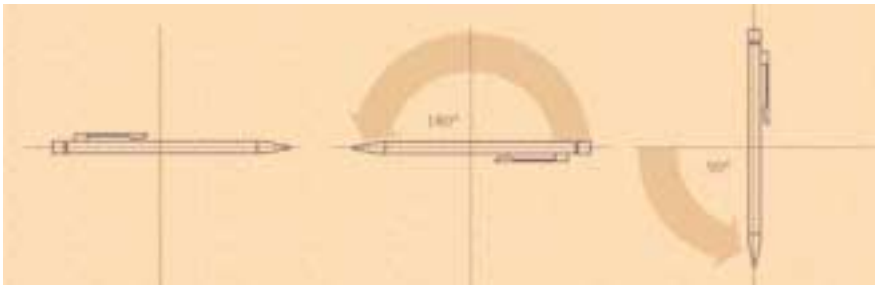
1972 yılında Marsilya'da toplanan büyük bir kuantumlu alanlar teorisi konferansında, Kurt Symanzik'in yaptığı bir konuşma sonrasında, dinleyiciler arasında bulunan 't Hooft, Yang - Mills β-fonksiyonunun işaretinin, pertürbasyon açılımında kuantum elektrodinamiğinde bulunana göre ters işaretli çıktığını söyledi. Bunun anlamı, statik

Yang-Mills ayar kuvvetlerinin, ters kare Coulomb kuvvet yasasından tamamen farklı bir nitelikte olması demekti. Sanal bozonlar, aralarındaki etkileşmeler nedeniyle çıplak yüke perdeleme değil, tersine anti-perdeleme yapıyorlar demekti. Daha açık ifade etmek gerekirse, bu kuvvetler duran iki yük arasındaki mesafe azalırken sıfıra gider; tersine mesafe artarken sonsuza gitme eğilimi gösterirler. Konferans sonrasında, çalışmalarına hız veren Harvard'dan David Politzer ve Princeton'dan Franck Wilczek, kuantumlu Yang-Mills ayar alanlarının asimptotik özgürlüğü denen bu niteliğini kanıtlamış oldular. Bu buluş, hadronların yapıtaşları olarak kuarkları 1961'de önermiş olan Murray Gell-Mann tarafından 1973'de öne sürülen hadronların üç renkli kuark modeliyle beraber ele alınınca, önemli gelişmelere neden oldu. Şimdilerde kuantum renk dinamiği (QCD) adıyla bilinen, hadronları oluşturan kuarkları bir arada tutan kuvvetler, gluonlar adı verilen ve renk yüküne sahip Yang-Mills ayar bozonlarının alınıp verilmesinden kaynaklanırlar. Bu kuvvetlerin asimptotik özgürlüğü vardır. Dolayısıyla hadronlar içinde serbest gibi düşünülebilen oluşturucu kuarklardan (ki büyük bir önsezi ile Feynman bunlara parton denmesini önermişti) birisini ayırarak, hadrondan dışarı çekmek isteseydik, hemen şiddetlenen kuvvetler buna engel olurdu. Çok daha basit bir deyişle, duran iki parton arasındaki etkileşme potansiyel enerjisi, r kuarklar arasındaki mesafe olmak üzere, kr gibidir. Kuark etkileşmelerinin asimptotik özgürlüğü Amerika'da bulunan Japon teorik fizikçisi Yoichiro Nambu'nun "sürekli kuark hapsi" varsayımına yol açtı. Böylece yalıtılmış olarak tek kuarkların gözlenememesi bir açıklamaya kavuştu. Gelinen bu noktadan itibaren kuantumlu ayar alanlarına dayalı modeller, daha bir güvenle ele alınır oldular. G. 't Hooft'un hesapları gerçek bir atılımı başlatan kıvılcım olmuştu.

Kütle Kazandırımı için Higgs Mekanizması

Ayar bozonlarına ayar değişmezliğini bozmadan kütle kazandırabilmek, elektromanyetik ve zayıf etkileşmelerin birliğini gösterebilmek için en temel adımdır. Kuantum teorisi kapsamında elektromanyetik kuvvetler, elektrik yüklü parçacıklar arasında fotonların alınıp verilmesinden kaynaklanır. Bu kuvvetlerin eriminin sonsuz olması, fotonun kütlesinin tam sıfır olmasıyla açıklanır. Radyoaktif bozunmaya neden olan zayıf kuvvetler ise, kısa erimlidirler. Eğer bu kuvvetlerin kaynağı bir takım ara bozonların alınıp verilmesidir dersek, o zaman bunların kütleleri, erimleriyle ters orantılı olarak çok büyük olmalıdırlar. Fotonun kütlesizliğine karşı ara bozonlarının kütlelerinin çok büyük olması, ilk bakışta elektromanyetik ve zayıf etkileşmeler arasında bir simetri bulunmadığı izlenimi verir. Üstelik elektromanyetik ve zayıf etkileşmeler arasında sağ-sol simetrisine ilişkin başka bir farklılaşma daha vardır. Elektromanyetik kuvvetler için taneciklerin kutuplanmaları, yani sol-elli mi veya sağ-elli mi oldukları farketmez. Oysa, zayıf etkileşmelerde sol-elli tanecikler tercih edilmektedir. Nötrinolar sadece zayıf etkileşmelere girerler ve daima sol-ellidirler. Doğada sağ-elli nötrino yoktur. Bütün bu ciddi farklarına karşın, elektromanyetik ve zayıf etkileşmeler arasında bir gizli simetri bulunabilmesi gerçekten hayret vericidir.

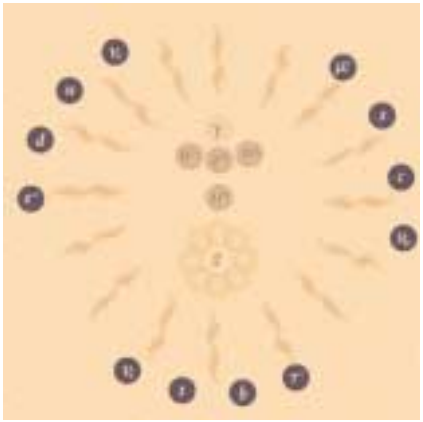
Önce şunu soralım: Fotonun kütleli gibi davrandığı, yani eriminin sonlu kaldığı olaylar var mıdır? Gerçekten böyle olaylara raslanır. Düzgün bir manyetik alan ortasına yerleştirilmiş süperiletken bölge içine manyetik alan giremez. Buna süperiletkenlikte Meissner etkisi denir. Sınırdan içeriye doğru manyetik alan şiddeti üstel olarak azalarak sıfıra düşer. Sızma derinliğini fotonun erimi gibi yorumlarsak, bunun tersine, fotonun kütlesi denebilir. Süperiletkenlik benzeştirmesinin ayar bozonlarına kütle kazandırmak için kullanabileceği fikri, ilk kez 1961'de Japon teorik fizikçi Y. Nambu'dan geldi. Nambu, İtalyan G. Jona-Lasinio ile birlikte elektron çiftlerinin oluşması ve yoğunlaşması üstüne dayalı bir dinamik model kurmak istedi. Fakat temel parçacıklar fiziğinde uygulama bulan relativistik bir modeli, İngiliz fizikçi Jeffery Goldstone inşa etti. Bu modelde dinamik değişken, bir kompleks değerli skalar bozon alanıdır. Skalar alanın fazını değiştirmek, sistemin enerjisini değiştirmez. Dolayısıyla faz simetrisi vardır. Ancak potansiyel enerji fonksiyonuna bakıp, bunu minimum yapan sabit skalar alan değerleri nedir diye sorarsak, sonsuz sayıda birbirine eşdeğer seçenek arasından birisini tercih etmek zorunda kalırız. Sistemin enerjisinin faz simetrisi vardır ama belli bir taban durumunun seçimi faz simetrisini koruyarak yapılamaz. Bu ve buna benzer problemlerde kendiliğinden simetri bozulmasından söz edilir. Aslında bu olguya günlük yaşamımızda bile pek sık rastlarız. Örneğin bir kale-



mi masa üzerinde dik olarak dengeye getirip durdurun. Kalemin düşey eksen etrafında dönel simetrisi vardır. Ancak bir kararsız denge konumundadır. Ufacık bir üflemeyle kalem yıkılarak masa üstünde yatay konuma, yani kararlı denge konumuna kendiliğinden düşer. Artık yatay düzlemde bir yön seçilmiş, sistemin önceden var olan dönel simetrisi kendiliğinden bozulmuştur. Bu basit problemde bile, olay neredeyse bütün ayrıntılarıyla gözükmektedir. Kalemin simetrik ve simetrik olmayan iki halini, sistemin enerjisi bakımından karşılaştırırsak, simetrik halde enerjinin minimum olmadığını, bu nedenle kalemin kararsız dengede kaldığını anlarız. Simetrik olmayan halinde ise, enerji minimuma gelmiştir. Kalem kararlı dengededir. Fiziksel olarak bir hal değişimi gerçekleşmiştir. Tıpkı suyun donması veya tersine buzun erimesi gibi bir hal değişimidir bu. Başka bir örnek, küçük bir demir parçasının mıkna-

tıslanması olacaktır. Demiri oluşturan atomların elektrik dipol momentlerinin yönelimleri, genelde düzensizdir. Bir bütün olarak külçenin dışarısında net manyetik alan oluşmaz. Eğer bu külçe yeteri şiddetle bir dış manyetik alan içine konulursa, atomlarının dipol momentleri hep aynı yöne dizilir. Düzensiz halden farklı, bir düzenli hale geçiş olmuştur. Artık dış manyetik alan kaldırılsa bile, atomlar düzenli halde kalabilir. Çünkü, demir kütlesi mıknatıslanmıştır. Burada hal geçişi bir önceki örnektekinin ters yönündedir. Başlangıçtaki düşük enerjili ve simetrisi olmayan (yani düzensiz) halden, sondaki simetrik (yani düzenli), fakat enerji açısından bir kararsız denge haline geçilmiştir. Bu hal değişimi kendiliğinden olmamış, sistemin dışında bir manyetik alanı oluşturmak ve bir süre sonra yoketmek gerekmiştir. Simetrik hal düzenlidir. Entropisi düşüktür. Simetrik olmayan hal ise düzensizdir. Entropisi büyüktür. Termodinamiğin ikinci yasası uyarınca, entropisi büyük olan fazdan, entropisi küçük olan faza geçişi sağlamak için, dışarıdan sisteme enerji verilmelidir. Oysa, tersine bir faz değişiminde simetrik fazdan simetrik olmayan faza geçişler kendiliğinden olabilir. İşte bu nedenle, Goldstone modelinde faz simetrisinin kendiliğinden bozulması söz konusudur. Şimdi sorunu bir de serbestlik dereceleri açısından ele alalım. Bir kompleks skalar alan, aslında iki gerçel salınım kipi (serbestlik derecesi) demektir. Bunlara ϕ_1 ve ϕ_2 diyelim. Kompleks toplamlarını kutupsal gösterime geçirirsek $\phi_1 + i\phi_2 \equiv \rho e^{i\theta}$ yazarak ρ ve θ diye iki skalar serbestlik derecesi tanımlarız. Kutupsal serbestlik derecelerinden ρ tek serbestlik dereceli (reel) fiziksel bir skalar alana karşı gelirken, θ kütlesiz bir skalar alan olup, fiziksel olamaz. Buna Goldstone skaları denir. Genelde Goldstone türü bir skalar model tarafından indüklenen her kendiliğinden simetri bozulması süreci, bir kütlesiz Goldstone skalarının varlığını gerektirir. Dolayısıyla kendiliğinden simetri bozulması fikri tek başına pek gerçekçi değildir.

Ara bozonlarına kütle kazandıracak bir yöntem, ilk kez 1964 yılı yaz aylarında değişik yerlerde öne sürüldü. Brüksel Üniversitesi'nden Francois Englert ve Robert Brout, relativistik kuantum alanları kapsamında kütle kazandırımı göstermeye çalışırlarken, Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs, sorunu klasik alanlar düzeyinde ele aldı. Bugün Higgs mekanizması adı verilen bu yöntem, aslında elektrodinamik teorisi kapsamında bir serbestlik dereceleri aktarımı olayıdır. Yukarıda bir kompleks skalar alan için verilmiş serbestlik dereceleri analizinin benzerini, bu kez elektromanyetik alanlar için yapalım: Elektromanyetik dalgaların fiziksel salınım kiplerinin sayısı ikidir. Fotonun kütlesiz olması nedeniyle, sadece iki kutuplanması vardır. Bunların her ikisi de dalganın yayılma yönüne dik olan düzlem içerisinde tanımlıdırlar ve enine serbestlik derecelerini temsil ederler. Kütleli bir vektör alanının ise, üç serbestlik derecesi bulunur. İki enine salınım kipine ek olarak, bir de dalganın hareket yönüne paralel salınımlarını temsil eden, bir boyuna serbestlik derecesi daha vardır. Higgs'in önerisi, elektromanyetik alanlara minimal bağlanmış bir kompleks skalar alanla işe başlamaktır. Modelin yerel ayar dönüşümleri altında değişmezliği bulunur. Bu haline modelin *R-fazı* diyelim; kuantumlu alanlar teorisi olarak renormalizasyonunun yapılabilmesi bakımından. Bu fazda 2 serbestlik derecesi elektromanyetik potansiyellerden, 2 serbestlik derecesi de kompleks skalar bozondan gelmek üzere, toplam 4 fiziksel serbestlik derecesi vardır. Şimdi skalar alanın kutupsal gösterimine geçelim ve elektromanyetik potansiyelleri yeniden tanımlayarak, θ skalarını bir vektör bozonu alanının boyuna bileşeni gibi yorumlayalım. Harvard Üniversitesi'nin ünlü hocası Sidney Coleman, bunu "kütlesiz vektör alanı Goldstone skalarını yiyerek şişmanlar!" diye anlatıyor.

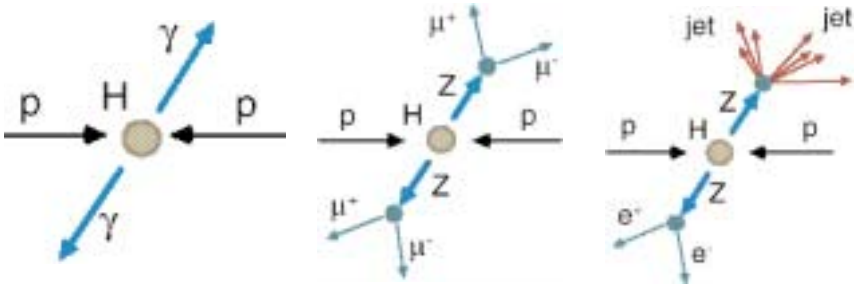


Maddenin temel parçacıkları altı lepton ve altı kuarktan oluşur. Standart modelde bunların aralarındaki kuvvetler, kuantum alan teorileriyle betimlenir. Elektrozayıf kuvvet, dört kütlesiz parçacıktan, foton ile, W^+, W^- ve Z^0 oluşur. Şiddetli kuvvet 8 ayrı gluon (g) tarafından taşınır. Teori bu 12 taşıyıcı parçacığın yanısıra, ağır bir Higgs (H^0) parçacığı öngörür. Bu parçacığın alanı tüm parçacıklara kütlelerini kazandırır.

Modelin bu fazına da fiziksel serbestlik derecelerini açık olarak gösterdiği için, U-fazı adını verelim; üniter anlamına. Toplam serbestlik derecesi yine dört, fakat bu sefer bunlar değişik bölünüyorlar. Kütleli vektör alanının 3 serbestlik derecesinin yanısıra, fiziksel 1 serbestlik derecesi taşıyan (gerçel) skalar bozon alanı kalıyor ki, buna da Higgs bozonu adı verilmekte. Higgs, 1966 yılında son halini verdiği bu makalesinden sonra aktif olarak araştırma yapmakla birlikte, başka hiç bir şey yayınlamadı. O kadar ünlü olmuştu ki, her halde adını daha fazla duyurması gerekmiyordu!

Elektrozayıf Kuvvetlerin Standard Modeli

Kendiliğinden simetri bozulması fikrini kullanarak elektrozayıf etkileşmelerin modellenebileceği fikrini, daha Higgs mekanizması anlaşılmadan önce ilk ortaya atan, Amerikalı yüksek enerji fizikçisi Sheldon Glashow olmuştur. 1973 yılına dek pek çok model öne sürülmüştür. Abdus Salam'ın ve Steven Weinberg'in birbirlerinden bağımsız olarak 1967'de inşa ettikleri model bunlar arasında sadece birisiydi. Salam ve Weinberg'in modelinde, R-fazında 4 adet kütlesiz ayar bozonu bulunur. Bunlardan izospin simetrisi ile ilgili olanlarını A^1, A^2, A^3 ve hiperyük ile ilgili olanını B diye gösterirsek, her birisinin 2 adet enine serbestlik derecesinden toplam 8 serbestlik derecesi eder. Kendiliğinden simetri bozulmasını indüklemek için, bir kompleks Higgs skaları çifti alınır ki, buradan da 4 reel serbestlik derecesi gelir. Böylece bozon serbestlik derecelerinin R-fazındaki toplamı 12 olur. Higgs mekanizmasını çalıştırıp, ara bozonlarına kütle kazandırdıktan sonra U-fazında serbestlik dereceleri şöyle dağılır: Kütleli $W\pm \equiv A^1 \pm iA^2$ ve Z^0 ara vektör bozonlarının üçer-



Higgs parçacığı (H^0) 80-140 GeV arasında bulunması halinde büyük olasılıkla iki fotona bozunacaktır (solda). Kütle 130-700 GeV arasındaysa (M_H), önce iki Z^0 bozonuna sonra da, iki μ^+ ve iki de μ^- müonuna bozunması bekleniyor (ortada). CERN'de yapımı süren Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda Higgs'in en ağır kütlesinin (M^H) 0,5-1 TeV arasında ortaya çıkarak iki elektrona ve iki parçacık jetine bozunması bekleniyor.

den toplam 9 serbestlik derecesine, kütlesiz kalan fotonun 2 enine serbestlik derecesini ekleyince, bir reel serbestlik derecesi daha kalır ki, bunu geriye kalan tek bir Higgs skalar bozonu taşır. Ara bozonlarının kütlesi modelden bellidir. Ancak Higgs bozonunun kütlesi hakkında modelin bir öngörüsü yoktur. Bu ara bozonlarının alınıp verilmesinden kaynaklanan elektrozayıf etkileşmelere giren leptonların kendileri, 3 nesil halinde bulunurlar. Birinci nesil elektron ve elektron nötrinosundan, ikinci nesil muon ve muon nötrinosundan, üçüncü nesil ise τ-leptonu ve varlığı öne sürülen τ-nötrinosundan oluşur. Bu nesiller arasında, nesilden nesile giderek artan kütlelerinden başka bir fark bulunmaz. Kütlesiz kabul edilen nötrinolar sadece sol ellidir. Elektronlar ise kütle kazanacakları için hem sol-elli hem sağ elli olabilirler. Salam-Weinberg modelinde elektron alanının sol elli bileşeniyle, elektron nötrino alanı, bir izospin çifti gibi, elektronun sağ-elli bileşeniyse, bir izospin teklisi olarak alınır. Higgs mekanizmasıyla leptonların da kütle kazanımını sağlamak için, Higgs alanlarıyla leptonların özel bir biçimde etkileşmeleri gerekir. Buna Yukawa bağlanması adı verilmektedir. Ancak sonuçta Yukawa bağlanmasının ne olacağını belirleyen bir kural olmadığından, lepton kütleleri modele yine elle konmuş olmaktadırlar. Gözlemlere uydurularak değerleri belirlenecek 26 tane serbest parametresinin bulunması, Salam-Weinberg modelinin bugün bile bütünüyle tatmin edici bulunmamasının esas nedenidir.

Ancak ilk yıllarında elektrozayıf modellerin çok daha temel bir ortak eksikliği belirgindi. Hepsi aynen Higgs'in yaptığı gibi klasik alanlar düzeyinde ele alınmış oldukları için, birer tutarlı, yani renormalizasyonu yapılabilen, kuantumlu alanlar teorisi verip vermedikleri henüz bilinmiyordu. Bu bilinmeden güvenilir hesap yapılamadığı için, modellerin hangisinin parçacık içeriğinin ve bunların birbirleriyle etkileşimlerinin gözlemlerle uyuşup uyuşmadığına karar verilemiyordu. Böylece aralarında bir tercih yapılamadan pek çok model öne sürüldü. Bu modellerin bir yararı olacak mıydı? Tam bu noktada gelen önemli bir katkı, 1971 yılında Veltman ve öğrencisi 't Hooft'un çalışmalarıyla kuantumlu Yang-Mills alanları teorisinin renormalizasyonunu göstermeleri olmuştur. Bunun hemen ardından, bu sefer 't Hoofdt tek başına Higgs mekanizmasıyla kütle kazandırımının, teorinin renormalizasyonunu etkilemeyeceğini de gösterince, artık elektrozayıf etkileşmeler modelleriyle çeşitli öngörülerin hesaplanmasında bir belirsizlik kalmadı. Nitekim, aradan çok süre geçmeden 1973'te CERN laboratuvarlarında gözlenen nötral akım etkilerinin analizi sonunda en gerçekçi modelin Salam-Weinberg modeli olduğu anlaşıldı. Bu modele bugün standard elektrozayıf etkileşmeler teorisi adı adı verilmektedir. 20. yüzyılın en önemli bir bilimsel ürünü olan standard modelin keşfi nedeniyle Glashow, Weinberg ve Salam 1979 yılı Nobel Fizik Ödülünü kazandılar. Bunun 20 yıl ardından 't Hooft ile Veltman'ın da elektrozayıf etkileşmeler teorisine katkıları nedeniyle onurlandırılmaları, konuyu bilen fizikçilerin yıllardır beklediği bir olaydı.

Higgs bozonunun varlığı nasıl kanıtlanır? Bunun için bilinmesi gereken en önemli şey, kütlesinin ne olduğudur. Bunu standard modelin öngörememesi, en büyük sıkıntıyı yaratmaktadır. Eğer Higgs bozonunun kütlesi bir kaç GeV olsaydı şimdiye dek gözlenemez miydi? Bu hala bir olasılık, çünkü Higgs bozonunun lepton ve kuarklarla etkileşimlerinin gücü, kütlesinin küçüklüğü oranında zayıftır. Eğer etkileşimleri daha güçlü olacak şekilde daha ağır, fakat örneğin Z^0 bozonundan hafifse, $Z^0 \rightarrow H^0 + e^+ + e^-$ gibi bozunumlar da görülebilir. Higgs bozonu bundan da ağırsa, bugünkü parçacık hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarının kapasitelerinin üst sınırı civarına gelmiş oluyoruz. İlke olarak Higgs bozonunun kütlesi arttıkça, etkileşmeleri güçlenir. Ama burada da bir başka limit var. Bu sefer de giderek yaşam süresi küçük çıkmaya başlar. Örneğin Higgs bozonunun yaşam süresi 10^{-28} saniyeden daha küçükse, kütlesi tam belirlenemez.

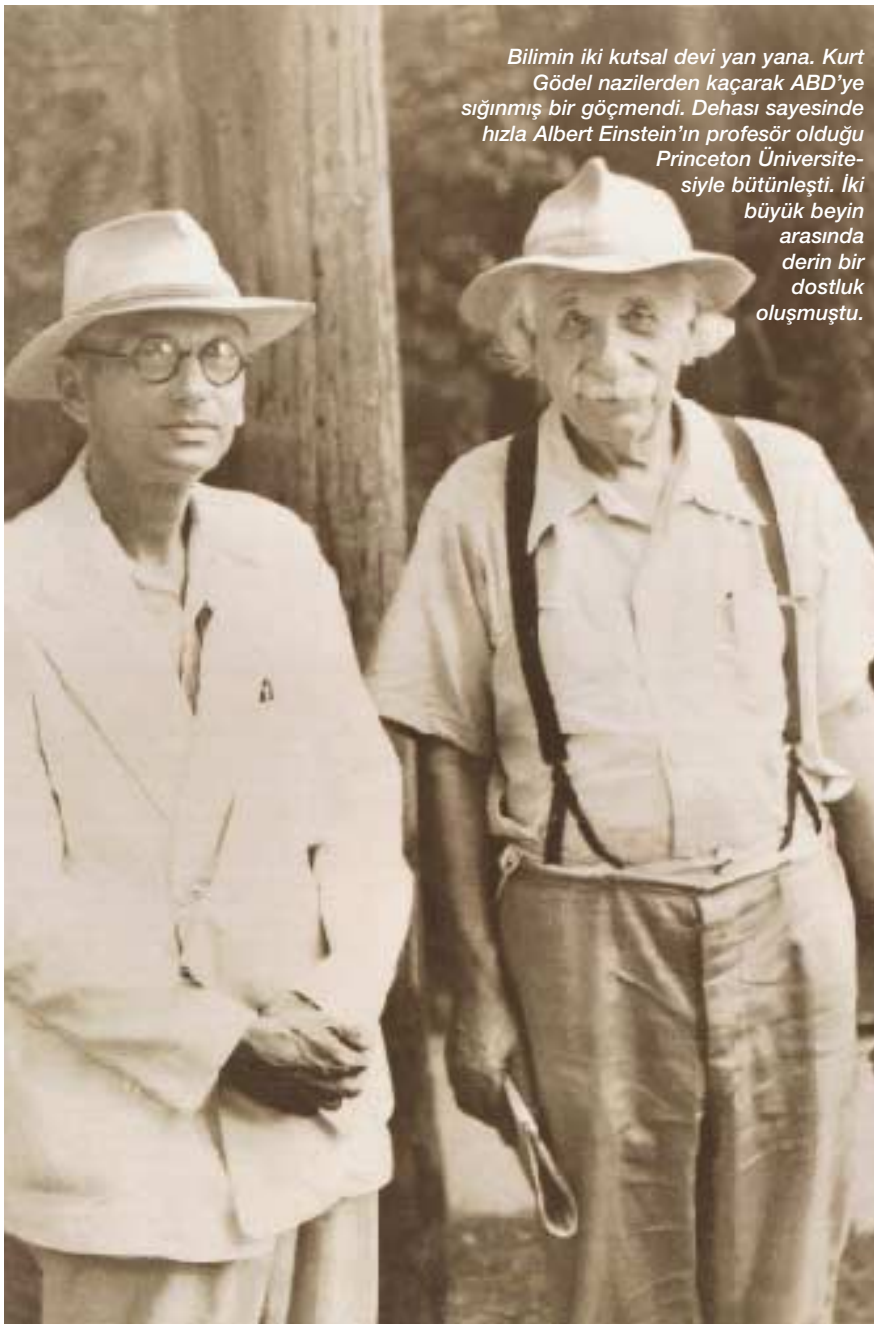
Higgs bozonunun varlığının kanıtlanması önemli. Eğer şu anda beklenen nitelikleriyle keşfedilirse, Goldstone'un ve Higgs'in varsayımları doğrulanmış olacak ve bundan öteye daha güvenle benzer varsayımları yaparak ilerleyeceğiz. Sorun, eğer Higgs bozonları bulunamazsa bu olumsuz sonucun nasıl yorumlanacağı konusunda düğümleniyor. Aslında Goldstone ve Higgs'in yorumlarına başından beri katılmayan, Higgs modelini sadece bir matematiksel araç gibi gören pek çok fizikçi var. Bir temel parçacık olarak Higgs bozonuna gerek olmadığını savunan bu bilim adamlarının en önemlisi Nobel Fizik ödülünü 't Hooft'la paylaşan ve onun hocası olan Veltman'ın ta kendisi. Tekrar süperiletkenlik benzeştirmesini hatırlarsak, Higgs bozonu aslında tüm uzayı dolduran ve kuantumlu ayar alan teorilerinin boşluğunu tanımlayan bir skalar alan. Yani kuantum teorisinde boşluk dediğimiz, belki de klasik fizikteki basit anlamında anladığımız gibi hiç de boş değil. Bu bakış açısından 20. yüzyıl kapandığında hal ve gidiş 19. yüzyıl sonundaki "eter" teorilerini çağrıştırıyor. İki seçenek var. Higgs bozonu yakın zamanda bulunursa zaten sorun kalmayacak. Ama ya bulunamazsa? O zaman 21. yüzyıl fiziğinde ilginç gelişmeler olacağını tahmin edebiliriz. Tıpkı olumsuz sonuç veren ünlü Michelson-Morley deneyinin, Einstein tarafından özel görelilik teorisinin inşası için gerekçe gösterilmesi gibi devrimsel fikirler üstüne kurulacak yepyeni teoriler bizleri bekliyor olabilir.

Tekin Dereli
Prof. Dr., ODTÜ Fizik Bölümü

Matematikte Gösterilemeyen Gerçekler
Gödel Paradoksu

Her şey, 1900 yılında matematikçiler arasında akademik bir tartışmayla başladı. İngiliz mantıkçısı ve 1950 Nobel edebiyat ödülü sahibi Bertrand Russell (1872-1970), barutu ilk ateşleyen oldu. Russell paradoksu şundan ibarettir: Bir editör, kendi adını içermeyen bütün katalogların kataloğunu yapmak istiyor.

Kendi adını içermeyen kataloglara bir örnek verelim. Örneğin elimizde bir "Fransız Şarapları Kataloğu" olsun. Bu kitap, şarap olmadığından kendi adını içermeyecektir. Buna karşı bir "Kitaplar Kataloğu" kendi adını da içermelidir; çünkü kendisi de bir kitaptır. Yukarda sözünü ettiğimiz editör, bir "Kitaplar Kataloğu" oluşturmak peşinde değil. O, Kendi Adını İçermeyen Katalogların Kataloğunu yapmak istiyor. Russell Paradoksu şundan ibaret: Kendi Adını İçermeyen Katalogların Kataloğu, kendi adını içermeli midir?



Bilimin iki kutsal devi yan yana. Kurt Gödel nazilerden kaçarak ABD'ye sığınmış bir göçmendi. Dehası sayesinde hızla Albert Einstein'ın profesör olduğu Princeton Üniversitesiyle bütünleşti. İki büyük beyin arasında derin bir dostluk oluşmuştu.

Bu katalog, kendi adını içerirse, kendi adını içeren kataloglar grubuna girer; oysa bu, Kendi Adını İçermeyen Katalogların Kataloğudur; demek ki bu katalog kendi adını içeremez. Fakat bu katalog kendi adını içermezse, kendi adını içermeyen kataloglar grubuna ait olur ki o zaman da kendi adını içermesi gerekir. Bu, açıkca bir paradokstur; çünkü mantık "Kendi Adını İçermeyen Katalogların Kataloğu'nun hem kendi adını içermesini, hem de içermemesini emretmektedir. İki doğru olamayacağına göre burada paradoks vardır.

Russell Paradoksu ünlü Giritli paradoksuna benzemektedir. Bir Giritli "ben hep yalan söylerim" diyor. Giritli gerçekten yalancıysa, bu söylediği de yalandır; yani aslında hiç yalan söylememektedir; bir başka deyişle doğrucudur. Fakat Giritli doğrucuysa bu son söylediği de doğrudur; yani aslında o bir yalancıdır. Mantık bize Giritliyi doğrucu kabul edersek onun yalancı, yalancı kabul edersek doğrucu olması gerektiğini emrediyor. Demek ki Giritlinin yalancı mı, doğrucu mu olduğuna karar veremiyoruz. Bu tam bir paradokstur; çünkü birbirine karşıt iki yanıt da doğru sonuç veriyor, oysa gerçek tektir; Giritli hem yalancı, hem de doğrucu olamaz.

Russell paradoksu neden matematik tarihindeki en büyük bunalımlardan birini başlattı? Çünkü bu paradoks, kümeler kuramına dayanmaktadır. Bir katalog, elemanlar içeren bir küme olarak düşünülebilir. "Kendi Adını İçermeyen Katalogların Kataloğu", küme kuramında şöyle ifade edilir: "Eleman olarak kendini içermeyen bütün kümelerin kümesi" (Russell bu paradoksu böyle ifade etmişti).

Kümeler kuramını İtalyan mate-

matikçisi Guisseppe Peano (1858-1932) öne sürmüştü. Bu kuram Antikite'den bu yana elde edilmiş bir çok matematiksel sonucu birleştiriyor ve düzene koyuyordu. "Kuram"a el konmuş olduğu düşünülüyordu. Ama işe bakın ki bu düzenleyicinin (küme kuramının) kendisi, düzen yerine paradoks yaratabiliyordu. Paradoks bir matematikçi için karabasandır. Matematik tek doğru yanıt ister.

Ortaya iki seçenek çıkıyordu: Ya matematik binasının tamamı çökecekti, ya da bir yerde bir yanlış saklanıyordu; onu ortaya çıkarmak ve düzeltmek gerekecekti. Bu yüzyıl başlarının en büyük matematikçilerinden biri olan Alman David Hilbert (1862-1943), Fransız matematikçisi Henri Poincaré ile birlikte "matematiğin temellerine" doğru bir yarış başlattılar.

Bu basit bir iş değildi. Hilbert "Program"ında bu araştırmanın planını çizmişti: "Anlamlarından soyutlanmış matematik sembolleri birbirine bağlayan bağların tutarlı ve çelişkisiz olduğunu göstermek". Böylece Hilbert "meta-matematik"i başlattı. Meta-matematik, matematik konularının değil, matematiğin kendisinin incelenmesi olacaktı.

Hilbert'in Program'ı bir tartışma başlattı. Hilbert, ilk ve son defa, matematiği "mekanik" bir şekilde ifade etmek için gerekli mantık kurallarını bulmak istiyordu. Bu başarılabilirse, matematiğin bütün sonuçları bu kurallar "körü-körüne" uygulanarak elde edilebilecekti. Modern terimlerle ifade edersek Hilbert'in programı bütün matematik teoremlerini bir bilgisayar tuşuna basarak elde etmek anlamına geliyordu. Bu mutlaka matematiği daha sağlıklı kılacaktı; fakat onu sonsuza dek kısırlaştırmak pahasına!

Ne var ki Programı'ının başarısına bir mantık kuralı engeldi. Örneğin dil uzmanları, gramer kurallarının temellerini oluşturmak isterken, sözcüklerin anlamını dışlasalardı kendilerini bir paradoks içinde bulurlardı. Gramerin temelini oluşturmak için hem sözcüklerin anlamına (anlambilim),



Paradoksun resmi: Ünlü Hollandalı matematikçi ressam Maurits Cornelis Escher tarafından çizilen ünlü Çizen El gravürü. Bu gravür "kendini kaynak gösterme" (otoreferans) çelişkisini ifade ediyor. B eli, A elini çiziyorsa, A eli B elini çizemez. "Gödel teoremi" benzer bir kavrama dayanmaktadır.

hem de gramer kurallarına (sözdizimi) gerek vardır. Kısacası burada bir kısır döngü söz konusudur. Bundan kurtulmak için önce birkaç sözcüğün anlamını ve "çok açıkça bel-



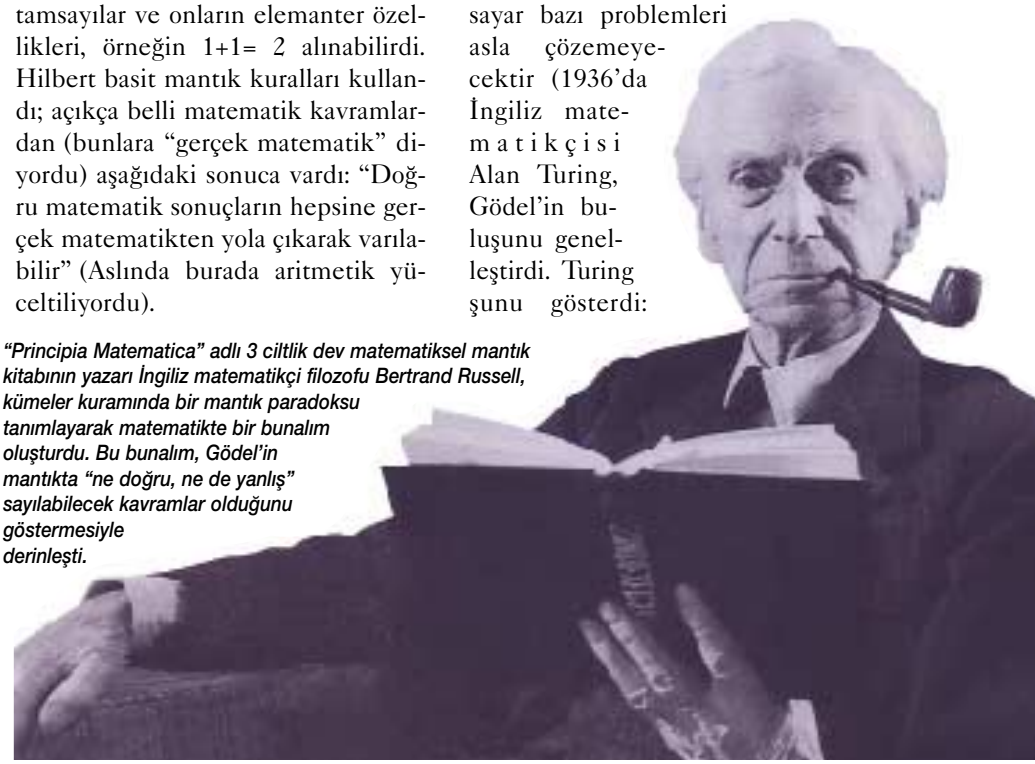
Gödel teoremi, mantık tarihinin en önemli kilometre taşlarından biri oldu. Resimde Gödel, 1972'de kendisine Rockefeller Üniversitesince verilen onursal (honoris causa) doktorluk kıyafeti içinde görülüyor.

li" bazı gramer kurallarını önceden kabul etmek gerekir.

Hilbert oyunun kurallarını koydu: Sağlam bir mantığın temelleri olarak tamsayılar ve onların elemanter özellikleri, örneğin 1+1= 2 alınabilirdi. Hilbert basit mantık kuralları kullandı; açıkça belli matematik kavramlardan (bunlara "gerçek matematik" diyordu) aşağıdaki sonuca vardı: "Doğru matematik sonuçların hepsine gerçek matematikten yola çıkarak varılabilir" (Aslında burada aritmetik yüceltiliyordu).

Hilbert mantık kurallarını gerçek matematiğe uygulamak istiyordu. Örneğin "İnsanlar ölümlüdür. Sokrat da insandır. O halde Sokrat da ölümlüdür" önermesi Hilbert'e göre 2x3= 6 tipinden basit bir işleme eşdeğerdir. Böyle bir sistemin kurulmasındaki zorluk, mantık önermeleriyle sayısal işlemler arasında bir yakınlık gerektirmesiydi. Örneğin m ve n gibi iki mantık önermesinin sonucu mxn=p olmalıydı. Bunun olabileceğini, o zaman 25 yaşında olan matematikçi Kurt Gödel gösterdi: Her türlü mantık önermeleri, Gödel sayıları denen (bunlar asal sayılar ve onların kuvvetleriydi) sayıların basit işlemleriyle gösterilebilirdi.

Mantıkta her önerme ya yanlış ya da doğrudur. Örneğin A önermesi "insan bir ağaçtır" yanlıştır; bunun karşıtı anti-A ise doğrudur: "İnsan bir ağaç değildir". Bu özelliğe dayanarak Gödel, G önermesini yaptı: "Öyle bir A önermesi bulunabilir ki ne A, ne de A'nın karşıtı (anti-A) doğrudur". (Russell ve Giritli paradoksları gibi). Sonra G önermesine karşılık olan sayıyı hesapladı; bu sayının iki tam sayının çarpımı olduğunu gösterdi. Böylece bomba patlamış oldu: Matematikte daima gösterilemeyen gerçekler olacaktı. Modern terimlerle söylersek bir bilgisayara hayal edilebilecek bütün matematik kuralları verilse bile, bilgisayar bazı problemleri asla çözemeyecektir (1936'da İngiliz matematikçisi Alan Turing, Gödel'in buluşunu genelleştirdi. Turing şunu gösterdi:

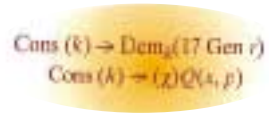


"Principia Matematica" adlı 3 ciltlik dev matematiksel mantık kitabının yazarı İngiliz matematikçi filozofu Bertrand Russell, kümeler kuramında bir mantık paradoksu tanımlayarak matematikte bir bunalım oluşturdu. Bu bunalım, Gödel'in mantıkta "ne doğru, ne de yanlış" sayılabilecek kavramlar olduğunu göstermesiyle derinleşti.

bir bilgisayar, kanıtlanamayacak bir matematiksel gerçekle karşılaşırsa, sonsuza dek çalışır, durmaz). David Hilbert, Gödel'in 1931'de yayımlanan çalışmalarıyla o kadar yıpranmıştı ki hayatının kalan bölümünü Gödel'in yanıldığını kanıtlamaya çalışmakla geçirdi. Hilbert, Gödel'in sarstığı tek kişi değildi. Gödel, görüşlerini 1930 Eylül'ünde, Turing'le birlikte ileride bilgisayarı bulan John von Neumann'a anlatmıştı. O gün von Neumann mantığı terk etmeye karar verdi.

"Gödel teoremi" yavaş yavaş kendini kabul ettirdi ve matematiğin sınırlarını aştı. Gödel şunu kanıtladı: "Bir dilin tam tanımı, aynı dilde yapılamaz; çünkü bu yolla bir cümlenin doğruluğu tanımlanamaz". Matematik, filoloji ve felsefeye açılıyordu.

Bazı yorumcular bu teoremi metafiziğe uygulamak istediler; hiçbir sistem gerçeği yakalamıyor; akıl, bilinç ve ruh, insan tarafından algılanamıyordu. Yalnız dünya dışı güçler gerçeğe erişebilirdi. Aynı kural psikolojide de uygulandı: İnsan çözümsüz bir problemle (ya da bir paradoksla) karşılaştığı zaman şizofrenik bir davranış gösterir ve bu durumdan ancak tedavi edilerek çıkabilir. Bu kuram ABD'de "Palo Alto ekolü"nce bazı akıl hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. (Şizofrenlerde karşıt değerlilik-ambivalens-





Gödel teoremi (yukarıda formülleri görülüyor) Alman matematikçisi David Hilbert'in (1862-1943) (üstte sağda) matematiğin "temellerini" bulma çabalarını sıfıra indirgedi. Gödel teoreminin kurbanlarından biri de bilgisayarı bulan Macar asıllı Amerikan matematikçisi John von Neumann oldu; von Neumann, Gödel teoreminden o kadar etkilendi ki mantık çalışmalarını terketti.



Viyana valsi:Kurt Gödel Avusturya'dan ABD'e kaçmadan az önce Adèle Porkert ile evlendi. Eşi de onunla birlikte Amerika'ya kaçtı ve Kurt'un ölümünden üç yıl sonra hayata veda etti.



denen bir belirti vardır; bu, bir şizofrenin birbirinin karşıtı olan durumların ikisini de doğru kabul edebilmesidir. Bir şizofren bir şeyi hem var, hem yok, bir canlıyı hem yaşar, hem ölü; bir insanı hem dost, hem düşman vb. kabul edebilir. Görüşlerinde hem modern, hem de tutucu olabilir. Şizofreni mantığına göre Russell ve Giritli problemleri bir paradoks oluşturmaz).

Aslında Gödel teoremi böyle bir genellemeye elverişli değildir; o, yalnız klasik gerekirci mekanik kurallarına göre çalışan makinelere uygulanabilir. Bu teoremin insan ruhunun problemlerini yanıtlamaktan uzak olduğu kesinse de içeriği o kadar zengindir ki uygulamaları giderek daha yaygınlaşmaya başlamıştır.

Başlangıçta matematikçilerin çoğu, bu kadar garip ve soyut bir sonucu küçümsediler. Fakat yavaş yavaş orada burada çözümsüz problemler ortaya çıkmaya başladı. İşte çözümsüz problemlerden biri daha: "bir düzlemin döşenmesi". Elinizde değişik geometrik şekillerde (kare, eşkenar dörtgen...) bir yığın kağıt parçası olsun; ardarda rastgele şekiller alarak, delik ve örtüşme oluşturmadan düzlemi tamamen döşeyebilir misiniz?

Bu problem matematikle çözülemez. Gerçek şudur ki parçaların şekillerini içeren bir algoritma (bir enformatik programı), size "bunlarla bir düzlem deliksiz ve örtüşmesiz döşenebilir veya döşenemez" diyemez. Fizik gibi matematik de özel olgulardan çok, genel kurallarla ilgilendiğinden, "karar verilemez" durumlarla ilgilenmeye başladı.

Bir diğer "karar verilemez" durum enformatiğe aittir; fakat insanlara da uygulanabilir. Bu, diğerlerinden de zordur: "bir enformatik (bilgisayar) programının asla hiçbir şeye yaramayan ve bir sonuca varamayacak komutlardan oluşup oluşmadığını önceden (a priori) belirleyebilecek hiçbir yöntem yoktur". İnsan genomundaki baz sırasını belirleme çalışmaları- bu yüzyıl sonlarının en önemli projelerinden biri- bu matematiksel olanaksızlık duvarına çarpmaktadır. Bir gün genlerin şifresi çözülse bile, genetikçiler, görünüşte bir işe yaramayan genom baz sırasını bulmak için bilgisayarların gücünü kullanamayacaklardır; çünkü hiçbir bilgisayar programı asla bütün genlere uygulanamaz.

Daha da karmaşık olan bir problem "hayat oyunu"dur. 1960'lı yıllarda Amerikan matematikçisi John Conway'in bulduğu bu oyunda bir satranç tahtası üzerinde rasgele bir sayıda piyonlar vardır. Oyun iki kurala göre oynanır: Birinci kural: Eğer boş bir kare, üç piyonla çevriliyse gelecek hamle oraya bir piyon konulabilir. İkinci kural: Bir piyonun komşusu olan piyonların sayısı ikiden azsa ya da üçten fazlaysa o piyon tahtadan çıkartılır.

İlginçtir ki 1970'lerde bu oyunun sonucunun "karar verilemez" cinsten olduğu kanıtlandı. Bir başka deyişle, başlangıçtaki piyon dağılımı ne olursa olsun, bütün piyonların tahtadan kaldırılacağı mı (sonuçta boş tahta), yoksa oyunun sonsuza kadar devam edeceği mi (tahta üzerinde her zaman piyonlar bulunması) önceden söylenemez. (Hayat oyununun ayrıntıları için bkz. Matematiğin Gizli Dünyası, David Wells, çev. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınevi 1996).

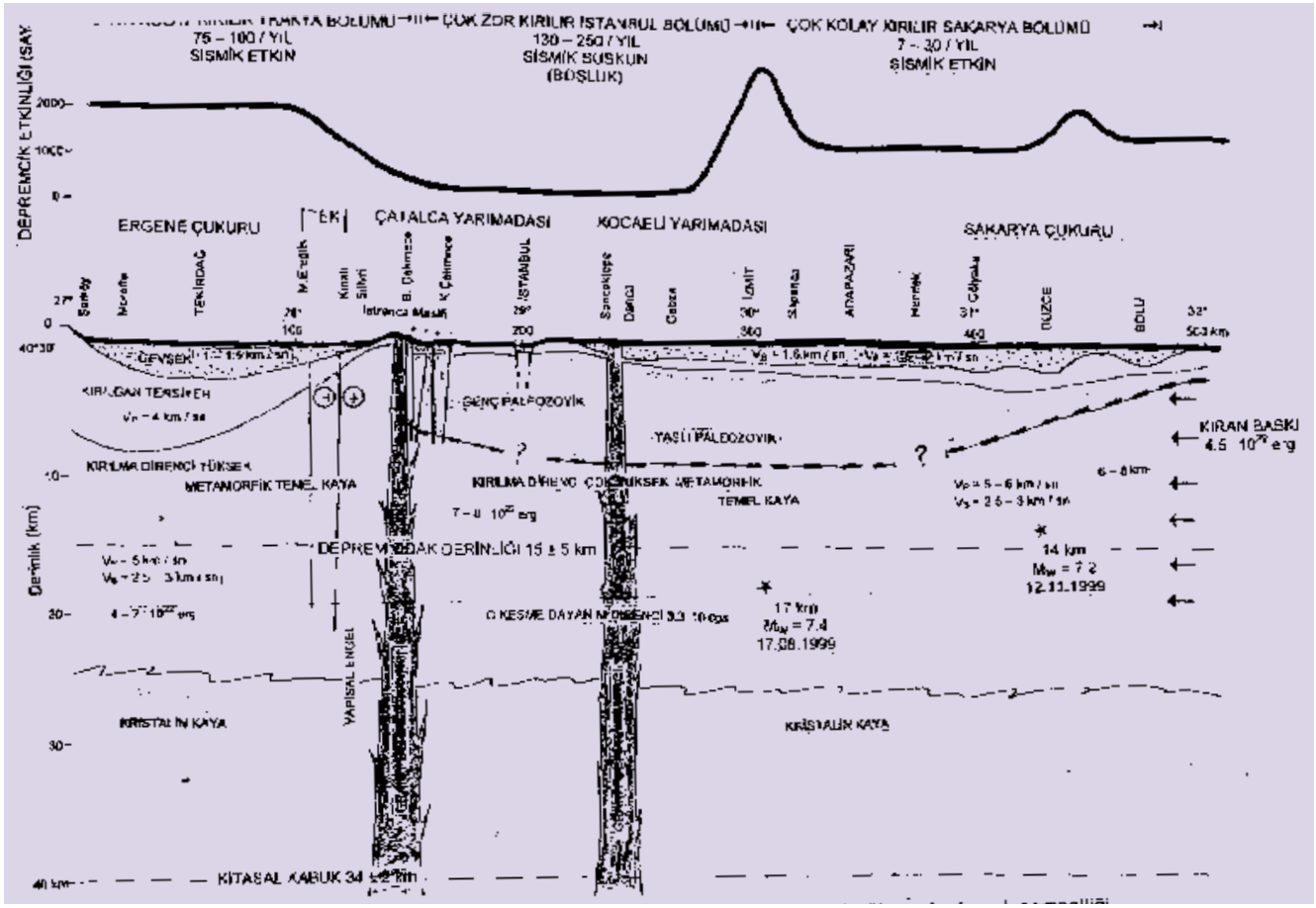
Bu oyun piyon içeren birimlerin biçimlerini (daire, kare, üçgen vb) ya da piyonlar arasındaki rekabet kurallarını değiştirerek daha karmaşık hale getirilebilir. Bunlarla "karar verilemezlik" daha da artar. Bu oyuna bakarak hayvan türlerinin (insan dahil) evrimi belirlenmek istenirse bu simülasyon (taklit) söz konusu türlerin yok mu olacağı, devam mı edeceği konusunda bizi aydınlatamaz. Bu problem bilgisayara verilirse sonsuza dek beklemek gerekir.

Science et Vie, Nisan 1997
Çeviri: Selçuk Alsan

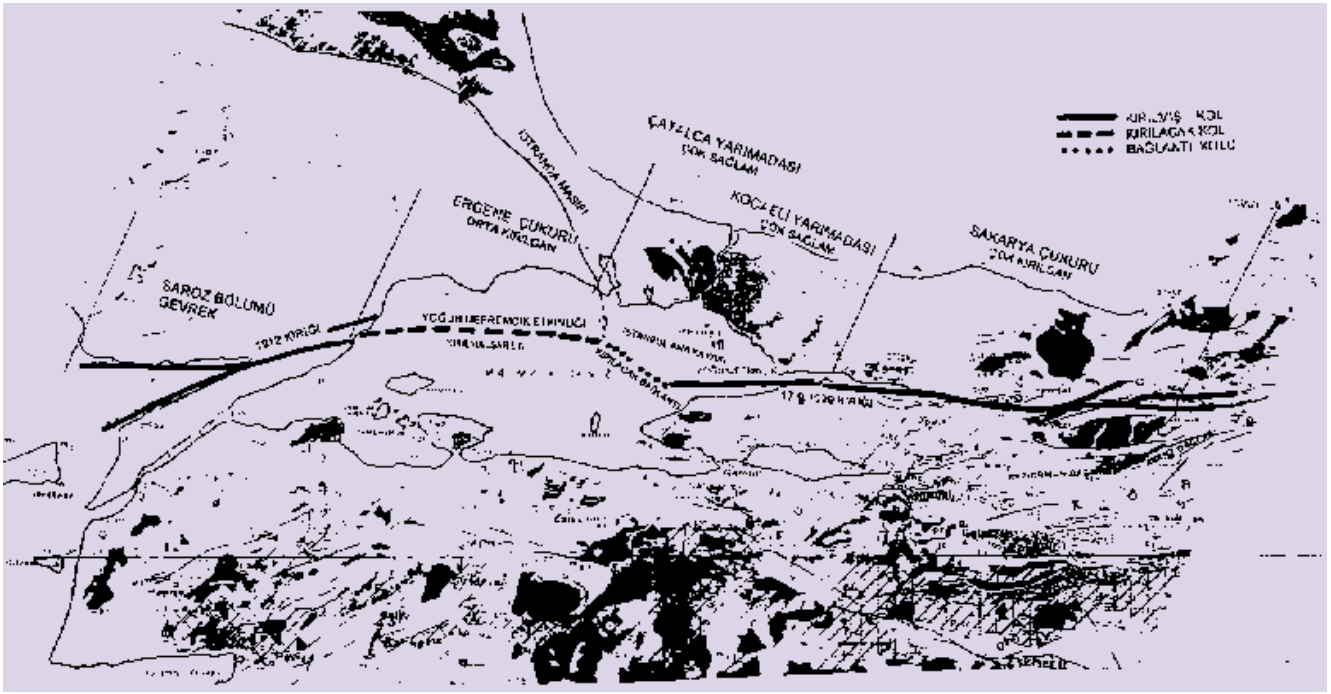
Bütün mü Kırılacak, Yoksa Parçalı mı?

Marmara Fayı

Kuzey Anadolu Kırığı (KAK), Marmara'da sanki bir sağ elin parmakları gibidir. Bingöl'den Sakarya çukuruna dek, tek bir kolla gelen kırık, buradan dört kola ayrılarak Marmara'ya girmektedir. 3.5 milyon yıldır, yaklaşık her yüzyılda 1500 km'lik yolu boyunca yaklaşık 35000 kez, kıra kıra ovaları, çukurları, yamaçları yapan kırık, Sapanca, İznik, Ulubat ve Manyas göllerini de oluşturmuştur. Bunlardan en büyüğü iç deniz olan Marmara denizidir. Ana gerilme kollarının geçtiği yerlerde kırık; İzmit, Gemlik ve Saroz körfezlerini doğu-batı uzanımlı olarak oluşturmuştur. Marmara içinde 1000-2000 metre derinlikli çukurların, doğuya uzanımı, İzmit-Sapanca-Akyazı genç tortullarının altında sürmektedir. Uzaysal yer belirleme (UYB-GPS) dizgesiyle belirlenen Marmara'nın, sanki Çanakkale Boğazından güneye doğru bükülerek dönmesi, Marma içinde düz atımlı kırık görüntülerine neden olmaktadır. Bunun üzerine, KAK'ın doğu-batı doğrultuda sağ atımlı kırılma devinimi binmektedir. 3.5 milyon yıldır, binlerce kez Marmara'nın içini çenten KAK, TPAO ve MTA-Sismik-1'in haritalarında görülen bol kırıklı, 70-80 km genişliğinde, 150-160 km boyunda Marmara denizi ve içinde irili ufaklı ada ve yarım adaları yaratmıştır. Her 100-250 yılda bir, doğudan dalga dalga gelen yergerilmeleri, Marmara içindeki ana kırılma kolları boyuna, ya da onu çevreleyen kuşak içinde yeni bir yerde boşalarak süregitmektedir. Son yüzyılda KAK, kırıla kırıla körfezi Çınarcık'a dek yırtmıştır. Kırılmayı bekleyen son parça Çınarcık-Mürefte arasıdır. yeni depremin ille de eski kırık boyunca olması beklenemez. Eğer böyle olsaydı, Marmara denizi olmazdı, ya da içinde tek bir kırık görülürdü. Deniz içindeki eski kırıkların belirlenmesi, eski depremlerin büyüklüğü ve davranışı üzerine bigi verebilir. Ancak olacak bir depremin önceden belirlenmesini sağlamaz. Yeni kırılmanın nerede olacağını belirlemek için, aynı Marmara denizi çevresindeki MARNET sarsıntı dinleme



Batıda Saroz'dan, doğuda Bolu'ya dek, yeraltı taslak yapısı altta) ve deprem etkinliği ve kırılma dönemselliği



ağı gibi, deniz altı sarsıntı dinleme ağı oluşturulabilir. 17 Ağustos 1999 Gölcük deprem kırığının deniz içinde uzanımını jeofizik yöntemlerle araştırmak, çok daha önemli olup, yırtılmanın nereden başlayarak süreceğini aydınlatması bakımından çok önemlidir.

Jeofizik ve jeoloji bilim adamlarınca en çok merak edilen konu da, İstanbul ve Tekirdağ önlerinde (Marmara'da) deprem olup olmayacağı değil, nerede ve kıyıdan ne kadar uzakta olacağı ve Marmara'nın kaç depremle boydan boya yırtılacağıdır.

Bu konuda dört olasılık vardır:

1. Kuzey kırığı boyunca: (İzmit-Hereke-Darıca-Yassı Ada-Mürefte-B. Çekmece kolu)

2. Marmara Ortası: İmralı Kuzeyi, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Çınarcık'a dek kırdığı parça, Çınarcık önünden, Mürefte-B. Çekmece kolu ile birleşecektir.

3. İznik-Gemlik Kolu: Akyazı-İznik-Gemlik-Bandırma-Biga-Ezine

4. Ulubat-Manyas Kolu: Akyazı-Osmandı-Bursa-Ulubat Gölü-Manyas Gölü-Gönen.

Hangisinin yırtılacağını bulmak için önceki kırıklara bakmak ve bu kırıklar dolayında öncü depremcik etkinliğini izlemek gerekir. Öncü depremler, o kırığın diri olduğunu ve yeniden hareket edebileceğini gösteren en güçlü işarettir.

Bu dört kol içinde üzerinde en çok öncü depremcik bulunan kol parçası, Ergene koludur. Bu kol Mürefte ile Büyük Çekmece önü (kıyıdan 20 km) arasında uzanır. Boyu 97 km'dir ve üzerinde yılda 1500-2000 küçük deprem (M= 2-4 Richter) olmaktadır. Bu olgu, Ergene kolunun deniz içinde kırılacağını gösterir. En çok Tekirdağ'ı etkileyecek bu kırılmanın M=7.2 büyüklüğünde deprem üretmesi beklenir. Kolun doğusu, ister Yassı Ada, isterse İmralı'dan gelsin, büyük bir olasılıkla Ergene koluna birleşecektir.

Yassı Ada kolu: İzmit-Darıca-İstanbul Adaları-Büyük Çekmece önüne uzanır. Boyu 115 km'dir. Bu kol 7.3-7.4 büyüklüğünde deprem üretebilir. 1984, 1766, 1509 yılı depremlerinin bu kol üzerinde patladığı sanılmaktadır. Ancak, Yassı Ada kolu, kırılma işareti olan yoğun depremcik üretiminden yoksundur. Kaldı ki, bu kolun geçtiği yol boyu, Kocaeli ve Çatalca yarımadaları olup, kırılması en zor yaşlı ve temel kayalardan oluşmuştur. Kuzey Anadolu kırığı, yırtılırken her seferinde aynı yolu izlemeyebilmektedir. Yassı Ada kolu çalışmazsa, deprem İstanbul'a 20-35'km'den uzak olacak demektir.

İmralı kolu: Gölcük-Yalova-Çınarcık üzerinden gelen kol, 1999 öncesi kırılmıştır ve karada izlenmiştir. Yeni kırık, Gölcük-Hersek-Çınarcık kuzeyinden 17 Ağustos 1999'da geçip İmralı kuzeyine dek deniz içinde MTA-Sismik-1 jeofizik gemisiyle belirlenmiştir. Demek ki Gölcük depremi, eski Çınarcık kolu üzerinden değil, körfez içinden yürümeyi yeğlemiştir. Çünkü, baskı altında yer, nereden kolaysa oradan kırılır. Körfez içinde doğu-batı boyu 90 km'ye varan bu kırık, en yüksek olasılığı olan, İstanbul deprem beklentisini yansıtan, tek görsel ve algısal belirti olan koldur. Diğer bir deyimle, Gölcük depremi, Marmara'yı kırmaya başlamış ve şimdiye kadar 90 km'-lik yolu da kat etmiştir. Bunun sarsıntılarını ve yıkımını, İstanbul 17 Ağustos'ta duymuştur. Kırılmayı boydan boya tamamlamak için, İmralı kuzeyine gelen bu kol, Ergene kolu ile birleşecektir. İkisi arasındaki bağlantı boyu sadece 30 km'dir. Ergene koluna, Büyük Çekmece önünden bağlanacak bu kırığın üretebileceği deprem M=6.3'tür. İstanbul'a uzaklığı ise 35-40 km'dir. Bir kısmı halihazırda yarılarak, Marmara yırtılma yolunu göstermiş olan körfez kırığı, diri olduğunu üzerindeki artçı ve öncü depremlerle göstermektedir. İmralı'dan Mürefte'ye tek parça kırılırsa (127 km), üreteceği deprem M=7.4, İmralı-B.Çekmece ve Ergene kolları olarak iki parçalı kırılırsa, üreteceği depremler M= 6.3 ve M=7.2 dolayında olacaktır. "İstanbul depremi" diye beklenen deprem de bu kırık üzerinde olacaktır.



Marmara bölgesi büyük ölçekli deprem bölgelendirme haritası. Kırmızı çizgiler diri kırıklardır.

Bandırma kolu: 17 Ağustos 1999'da deniz içinden gelerek Çınarcık önlerine ulaşmış kırığın, Arar jeofizik gemisiyle incelenmesi sonucu, kırığın Armutlu önünden-İmralı doğusundan Bandırma'ya doğru yöneldiğinin de işareti elde edilmiştir. Kuzey Anadolu Kırığı, kırılmayı bu kol üzerinden geçerek de tamamlayabilir. Bu durumda deprem odağı, İstanbul'a 70-80 km, Bursa'ya 40-50 km uzaklıkta olacaktır. Bu aralıktaki yırtılma M= 7 büyüklüğünde bir deprem üretecektir. Bandırma'dan karaya girecek kol, Sarıköy, Etili kırığı dolayından Ezine'den Ege'ye ulaşacaktır.

İznik kolu: Günümüzde bu kol üzerinde öncü depremcik etkinliği oldukça yüksektir. Geçmişte de bir çok büyük depreme tanıklık etmiş bu kol boyunca oluşacak kırık, batıda Gemlik üzerinden Bandırma koluna birleşecektir. Bu kol 7 ile 7.3 büyüklüğünde depremlere gebedir.

Bursa kolu: Kuzey Batı Anadolu'da belki de en etkin olan koldur. Geçmişte 7-7.4 büyüklüğünde depremleri ile Ulubat ve Manyas göllerini, Bursa ve M. Kemalpaşa ovalarını oluşturan KAK'ın en güneyindeki bu kolu, bütünüyle karadan geçmektedir. Güncel deprem etkinliği oldukça yüksek olan bu kol, önümüzdeki dönemde deprem yuvalanmaları için adaydır.

Sonuç

Son 100 yılda kağıt gibi Bingöl'den yırtıla yırtıla körfezden Marmara denizine giren KAK'nın kırılmayan son parçası, Çınarcık-İmralı-Mürefte parçasıdır. 17.8.1999 Gölcük depremi körfez içinde 90 km'lik kırıkla yürüyerek, beklenen Marmara depreminin etkisini azaltmıştır. Marmara içinde kırılma, İstanbul ana kayasının kırılma direncinin büyüklüğü nedeniyle adalar güneyinden değil, Çınarcık'ta kaldığı yerden sürecektir. Eğer böyle olursa, kırılma boyu Mürefte'den İzmit'e 200 km ile M>7.7 büyüklüğünde bir deprem üreteceğine, yeni Çınarcık kolu batısından Mürefteye birleşerek, 127 km boylu bir kırıkla 7.4 büyüklüğünde bir deprem üretebilecektir.

Marmarada geçmişteki depremlerde olduğu gibi, kırılma bir defada tek parça değil de, az zaman farkı ile iki depremle olursa, bugünlerde yoğun deprem etkinliği ile diriliğini tanıtan Ergene kolu (Tekirdağ önü), 97 km ile M=7.2 büyüklüğünde bir deprem üreterek önce Büyükçekmece'ye dek kırılacaktır. Hemen ardından 30 km'lik Büyükçekmece-Çınarcık ara bağlantısı, M=6.3 büyüklükte bir depremle tamamlanacaktır. Böyle bir kırığın, B.Çekmece-Kartal arasında İstanbul kıyılarına uzaklığı 18 ile 35 km arasında olacaktır. Yüzyıllık KAK yırtılmasının son parçasını oluşturan, yırtılma 21. yüzyıla sarkmıştır. Oluşumun 25-30 yıl içinde bitirilmesi beklenmektedir.

Bunun için yapılması gereken, MARNET-İZNET karasal deprem izleme ağının yanısıra, deniz içi deprem dinleme ağının kurulması ve Marmara çevresindeki kentlerdeki insanları kurtarmak için erken uyarı dizgesi kurulmasıdır.

Ahmet ERCAN
Prof. Dr. , İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl.

Kaynaklar

Alpar, B., Akkargan, Ş., Gündoğdu, O., 1999, Arar Gemisinin Marmara Bulguları, *Cumhuriyet Bil. Teknik*. 25 Aralık 1999, s. 666, 18-19.

Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1988. The Saros-Marmara Earthquake of 9 Ağust 1912. Earthquake Eng. Struc. Dyn. 15, 189-211.

Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1990. The Marmara Sea Earthquake of 1509. Terra Nova 2, 167-174.

Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonics 7, 663-684.

Emre, Ö., Taymaz, T., Duman, T.Y., Doğan, A., 2000, Gölcük ve Düzce Depremleri Yüzey Kırıkları ve Sismolojik Özellikler, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, s. 386, s. 38-42.

Ercan A., 1999, En Az Büyüklük: 7.3 Azami Süre: 30 yıl, Kuzey Anadolu Fayının Batıdaki (Bitinya) İlginç Davranış Kimliği, *Cumhuriyet Bilim Teknik*, 4 Aralık s. 663

Le Pichon, X., Taymaz, T., ve Şengör, C., 1999, Büyük Marmara Fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir. 20 Kasım 1999, *Cumhuriyet Bil. Tek.*, s. 661, s.8-11.

Okay, A., Görür, N., Demirbağ, N., Güney A., Kaşlılar, A., Okay, N., Kuşçu, İ., 1999, Otuz yıl içinde üç faydan birinde. *İ.T.Ü. Vakıf Dergisi*, Aralık, s. 30, 50-53

Okay, A.T., Demirbağ, E., Kurt, H., Okay, N. ve Kuşçu, T., 1999a. An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian Fault in Turkey. Tectonics 18, 129-148.

Saroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992. Türkiye aktif fay haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2 pafta, 1.200.000 ölçekte.

İzmit ve Düzce Depremlerinde
Jeotermal Değişimler



Yurdumuzda fay zonlarında yoğunlaşmış durumda çok sayıda sıcak ve mineralli su kaynağı bulunuyor. Bunların ortaya çıkış ve akış düzenleri, içlerindeki mineral ve yanıcı gazların miktarı, deprem öncesi ve sonrasında değişiklikler gösteriyor. Depremlerin oluştuğu derinliklerin yakınlarından kaynaklanan bu suların düzenli biçimde gözlenmesi, bir erken uyarı sistemi oluşturulmasını sağlayabilir.

ALP-HİMALAYA tektonik kuşağı üzerinde yer alan Türkiye'de, son 100 yıl içinde meydana gelen 80 büyük depremde yaklaşık 80 000 kişi hayatını kaybetmiştir. En son olarak 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 tarihlerinde 7.4 ve 7.2 büyüklüğünde oluşan depremler 1200 km uzunluğundaki Kuzey Anadolu Fayının Doğu Marmara bölümünde yer almıştır (Şekil 1).Odak derinliği 9-14 km olan depremlerle oluşan kırıklarda maksimum 5.30 m'ye varan doğrultu atım ve 3.00 m'ye varan düşey atım ölçülmüştür (MTA, 1999). Her iki depremdeki yüzey kırıklarının toplam uzunluğu 220 km dir. 17 Ağustos depremi İzmit-Gölcük-Yalova -Adapazarı ve Düzce'de 17 387 can kaybı, 12 Kasım 1999 depremi ise Düzce ve Bolu'da 839 can kaybı ve ağır hasara neden olmuştur (Şekil 2).

Afrika plakasının kuzeye hareketi ile sıkışan Anadolu plakası, sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı boyunca batıya doğru hareket etmektedir. Yapılan ölçümlere göre, Anadolu plakası yılda 22 mm hızla batıya doğru hareket etmektedir (Straub and Kahle, 1997). Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Anadolu plakasının batıdaki yükselmesi ve genişlemesi ile oluşan graben bölgeleri Türkiye'de 1. Derece Deprem kuşaklarıdır.

Türkiye'de deprem kuşakları üzerinde sıcaklıkları 20-101°C arasında 1500 dolayında kaynak ve sıcaklıkları 30-242°C arasında değişen 400 kuyudan sıcak ve mineralli su çıkışı mevcuttur. Türkiye'deki bu jeotermal kaynaklar başlıca Kuzey Anadolu Fay hattında, Batı Anadolu grabenler sistemi üzerinde, Orta ve Doğu Anadolu'daki volkanik bölgelerde ve yoğun tektonik zonlarda yer almaktadır (Şimşek 1997, Pfister vd. 1998).



Yalova Termal'de, yeni sıcaksu çıkışı olan Ilıca Deresi'nin görünümü.

17 Ağustos 1999 depreminin oluştuğu Adapazarı, İzmit ve Yalova hattında Yalova termal ve Sakarya-Akyazı Kuzuluk'ta ve 12 Kasım 1999 Düzce depremi ile Efteni ve Bolu Küçükkaplıca jeotermal alanlarındaki kaynak ve kuyularında bazı değişiklikler gözlenmiştir (Şekil 2). Benzer değişikliklerin 13 Mart 1992 Erzincan depreminde bölgede yeralan sıcak ve mineralli su kaynaklarında da olduğu bilinmektedir (Yıldırım, 1992).

Dünyada depremlerin önceden tahmin edilmesi amacıyla yer kabuğunun derinliklerinden gelen termal sular ve gaz çıkışları özellikle Çin ve Japonya'da gözlem altında tutulmaktadır. Ayrıca, aktif volkanların yer aldığı İtalya, Japonya ve Hawaii'de volkanlardaki gaz çıkışlarından volkanların püskürme zamanları belirlenebilmektedir.

Depremlerle İlgili Jeotermal Kaynaklarda Yapılan Gözlem ve Ölçümler

17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinde bazı jeotermal kaynak ve kuyu sularında fiziksel ve kimyasal değişimler izlenmiştir. Bu değişiklikler; bulanıklık, koku, tat, renk, sıcaklık, basınç, debi, yeni kaynak oluşumu ve kimyasal değişimlerdir (Tablo 1).



Şekil 1: Türkiye'de genç tektonik hatlar, sıcak ve mineralli su (maden suyu) kaynaklarının dağılımı

17 Ağustos 1999 Depremi İle İlgili Değişimler

Yalova Termal Su Kaynakları: Yalovanın 10 km güney batısında yer alan termal su kaynakları Atatürk'ün emriyle koruma altında olup bugüne kadar burada herhangi bir kuyu açılmamıştır. Dere içinde kaptaj altına alınan kaynakların sıcaklığı 64.5 °C ve debisi 13 lt/sn' dir. Ayrıca dere içinde sızıntı ve küçük debili kaynaklar da mevcuttur. Termal kaynaklar tarihsel çağlardan beri kaplıcalarda kullanılmaktadır. 18 Eylül 1963 yılında 6.2 büyüklükte oluşan Çınarcık depreminde kaynak debileri önemli ölçüde azalmıştır. 17 Ağustos 1999 depreminden 15 gün önce 2 Ağustos 1999'da termal su kaynaklarının yeraldığı fay zonunda mevcut bir kırıktan, sıcaklığı aynı olan 1lt/sn debili ilave bir kaynak çıkmıştır. Dolayısıyla sahadaki toplam debi artmıştır. Halen bu yeni kaynaktaki çıkış devam etmektedir.

Sakarya-Akyazı Kuzuluk Sahası : Kuzuluk sahası Dokurcun segmenti üzerinde olup sahada 79 °C sıcaklıklı (kuyu çıkış sıcaklığı) kaynaklar mevcuttur. Sahada kurulan termal tesislere su sağlanması ve ısıtılması için 180-320 m derinliğindeki 5 kuyudan üretim yapılmaktadır. Önceleri sahada mevcut kaynakların, kuyulardan akışkan üretimi yapılması sonucu bugün debileri azalmış ve bir bölümü ise kaybolmuştur. 17 Ağustos depremi ile birlikte kuyulardan gelen suda bulanma olmuştur. Ayrıca, sıcaklık önce 79 °C'den 80 °C'ye yükselmiş, 2 hafta sonra 77 °C'ye düşmüş daha sonra yeniden 79 °C'ye gelmiştir. Kuyularda 0.8 bar olan basınçta 1 barlık artış ölçülmüş ve kuyu başı basınçları 1.8 bara yükselmiştir (A. Gülgör sözlü görüşme).

12 Kasım 1999 Depremi İle İlgili Değişimler

Düzce-Efteni Kaynakları: Efteni kaplıcası, Düzce ilçesinin 10 km güney batısında Düzce fayı üzerinde yer almaktadır. Kaynağın sıcaklığı 42.3 °C ve debisi 3.5 lt/sn'dir. Depremden 1 gün önce, kaplıcada doğrudan kullanılmakta olan kaynak suyunda bulanıklık ve debi artışı gözlenmiştir. Depremden sonra ise, doğuda kaynaklarla aynı fay üzerinde yeralan Eften gölünün güney kenarında sıcaklığı 25 °C olan yeni bir ılık kaynak çıkışı saptanmıştır. Kaynakta yoğun karbondioksit (CO_2) ve göl tabanındaki genç çökeller ve bataklık içinde birikmiş olan organik kökenli metan (CH_4) gazı çıkışı görülmüş ve kaynak suyunun üzeri metan gazı çıkışı nedeniyle 1 hafta süre ile yanmıştır. Efteni kaynağında depremden 1 hafta sonra bulanıklık kaybolmuş ve debi eski düzeyine gelmiştir.

Bolu Küçük Kaplıca: Bolu'nun 10 km güney batısında yer alan kaplıca yöresinde açılmış üç adet kuyudan 43.7 °C sıcaklığında ve 30 lt/sn debide üretim yapılmaktadır. Termal sular mevcut tesislerde sağlık amacıyla kullanılmaktadır. Depremle birlikte önce debi azalması daha sonra artışı olmuştur. Daha önce artezyen yapmayan bir kuyuda artezyen akışı başlamıştır.



Yalova Termal'de, Ilıca Deresi'ndeki yeni kaynak çıkışının görünümü.

Diğer Sahalardaki Değişimler

Deprem oluşturan kırıklar üzerinde ve yakınında yer alan ve yukarıda değişiklik gösterdiği belirtilen kaynaklar dışında, Bolu-Mudurnu'daki kaplıca sularında (40°C) 17 Ağustos 1999 daki depremle birlikte iki gün süreyle bulanıklık ve debi artışı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca,Bursa- Armutlu kaplıcalarındaki 75oC termal su üretilen ve





Düzce-Efteni kaplıca kaynağının üzerinde yer aldığı fay hattında gelişen deprem kırığı (Düşey atım yaklaşık 65 cm.) ve yeni oluşan sıcaksu çıkışları (Sarımsı kahverenkli)

12 Kasım 1999 dan önce su seviyesinin kuyu ağzından aşağıda olduğu A-2 nolu kuyuda su seviyesinin yükselerek artezyen akışına geçtiği öğrenilmiştir.

Kuzey Anadolu Fayının doğu bölümünde 13 Mart 1992'de Erzincan'da meydana gelen deprem 6.8 büyüklüğünde olup 600 can kaybına neden olmuştur. Kaynaklar ve kuyulardan 31°C sıcaklığında 6 lt/sn debide akışkan üretilmektedir. Erzincan'daki sıcak ve mineralli su kaynakları, hem termal amaçlı hem de şişelenerek maden suyu olarak kullanılmaktadır.

Depremden 1 hafta önce jeotermal sularda bulanıklık, koku ve tatta farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Su kimyasında ise, deprem öncesi ve sonrası arasında önemli farklılıklar oluşmuştur (Yıldırım, 1992). Deprem sonrası EC, Ca, Mg, Na, HCO3 ve SO4 değerlerinde önemli artışlar belirlenmiştir (Tablo1).

Sonuçlar ve Öneriler

Türkiye'de 17 Ağustos-12 Kasım 1999 ve 13 Mart 1992'de meydana gelen depremlerde jeotermal kaynak ve kuyulardaki gözlemlere göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1. Sıcak ve mineralli su kaynakları genellikle derin dolaşımları nedeniyle oluşabilecek bir depremin önceden belirlenmesi için diğer verilerle birlikte dikkate alınması gerekli önemli parametrelerden biridir. Deprem kuşağındaki Çin ve Japonya gibi birçok ülkede bu kaynaklardaki değişimler yakından takip edilmektedir.

2. Sıcak ve mineralli su kaynakları ve kuyularda çıkan sularda deprem öncesi, sırasında ve sonrasında değişiklikler oluşabilmektedir. Bu değişiklikler bulanıklık, koku, renk, tat, sıcaklık, debi değişimleri, yeni kaynak oluşumları ve kimyasal olarak iyon ve gaz değişimleri şeklinde görülebilmektedir.

3. Yeraltısuyu bileşimlerindeki fiziksel ve kimyasal değişimlerin deprem öncesinde oluşan ilk sarsıntılarla başladığı ve enerji boşalımı ile maksimum değerine ulaştığı, sonra zamanla normale döndükleri görülmektedir. Deprem öncesi, depremle birlikte ve deprem sonrası yeni kaynak oluşumları veya mevcut kaynakların kaybolması da olağandır.

4. Sıcak ve mineralli su kaynaklarındaki değişimlerden depremin önceden belirlenebilmesi amacıyla sağlıklı olarak kullanılabilmesi için, bu kaynak bölgelerinin ayrıntılı jeolojisi ve hidrojeolojisinin bilinmesi gereklidir.

5. Jeotermal suların kimyasal analizlerine göre yapılan jeotermometre hesaplamaları sonucu Yalova ve Kuzuluk jeotermal sahasında yaklaşık 100°C rezervuar sıcaklığı olduğu tahmin edilmektedir. Buna göre; bu bölgede yer alan jeotermal suların dolaşım derinliği en az 3 km dir. Türkiyedeki bazı jeotermal alanlarda 242 °C ye varan rezervuar sıcaklıkları belirlenmiştir. Bu alanlardaki jeotermal suların dolaşım derinliklerinin yaklaşık 8 km'ye ulaşabileceği hesaplanmıştır. Deprem öncesi, öncü hareketlenme

Tablo 1. Deprem bölgelerindeki jeotermal sahalarda yapılan gözlem ve ölçümler

TARİH	GÖZLEMLER / SAHALAR		BULANIKLIK KOKU RENK TAT	SICAKLIK °C	YENİ KAYNAK ÇIKIŞI	DEBİ ARTIŞI	AÇIKLAMA
17 AĞUSTOS 1999	* TERMAL YALOVA	1	+	64,5	+	≈ 1 lt/sn	2 Ağustos 1999 da yeni bir sıcaksu kaynağı çıkmıştır. Toplam debi artmıştır.
		2	+	64,5	+	≈ 1 lt/sn	
		3	-	64,5	+	≈ 1 lt/sn	
	** KUZULUK AKYAZI SAKARYA	1		79			Kuyularda debi ve sıcaklık değişimi gözlenmiştir.
		2	+	77-78		+ 1 bar basınç artışı	
		3	-	79			
12 KASIM 1999	*EFTENİ DÜZCE	1	+ bir gün önce	42,3		3,5 lt/sn	Gözlenmiştir. Metan gazı ve CO_2 çıkışı görülmüştür. Bir hafta süreyle yanma görülmüştür.
		2	+	42,3	+ 25 °C ılık kaynak	≈ 4,0 lt/sn	
		3	-	42,3	+ 25 °C ılık kaynak.	3,5 lt/sn	
	** K. KAPLICA BOLU	1	-	43,7			Depremle birlikte önce debi azalması daha sonra artış olmuştur (Kuyuda artezyen beşlamıştır).
		2	-	44,0		-	
		3	-	44,0		+	
13 MART 1992	* ERZİNCAN	1	+	31		+	
		2	+	31		+	
		3	-	31		-	

EC µs/cm	Ca	Mg	Na	HCO_3	SO_4
1360	84	82	33	378	92
1650	128	167	69	1220	182

mg/l

*: Kaynak **: Kuyu + değişiklik var - normal ~~~~ Deprem

Yıldırım 1992, Yıldırım 1999, Şimşek 1999

1- Deprem Öncesi 2- Deprem Sonrası 3- Bir hafta sonrası



Şekil 2: Doğu Marmara Bölgesinin aktif fayları ve sıcaksu kaynaklarının dağılımı haritası. Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve 17 Ağustos 1999 ile 12 Kasım 1999 depremlerinin yüzey kırıkları. MTA-Emre ve diğerleri (1999)'nden değiştirilerek alınmıştır. Açıklamalar. Kuzey Anadolu Fay Zonu: 1. Abant Segmenti, 2. Dokurcan Segmenti, 3. İzmit-Adapazarı Segmenti, 4. Çınarcık Segmenti, 5. Geyve-İznik Segmenti, 6. Gemlik Segmenti, 7. Zeytinbağı Segmenti, 8. Düzce Fayı, 9. Hendek Fayı, 10. Ulubat Fayı, 11. Bursa Fayı, 12. Eskişehir-Bursa Fay Zonu

ile daha derinlerden gaz ve akışkan katılımı olabilmektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki deprem odak derinlikleri ortalama 9-14 km arasında olmuştur. Dolayısıyla, jeotermal kaynaklardaki (sıcaksu, buhar ve gazlar) kimyasal değişimler izlenebildiği takdirde deprem öncesi erken uyarı amacıyla önemli bilgiler edinilmiş olacaktır. Bu nedenle, sıcak ve mineralli su kaynakları ile soğuk yeraltısularının seviye ve kalite değişimleri gözlenmeli ve özellikle toprak ve sularda Rn, Hg, He, H_2S, CO_2 vd. gazların değişimleri izlenmelidir.

6. Jeotermal sularda köken ve karışımının belirlenmesi amacıyla izotop ölçümleri yapılmalıdır. Bu konuda,Doğu Marmara Deprem Bölgesi ile ilgili olarak Hacettepe Üniversitesi-UKAM ve IAEA (Uluslararası Atom Enerji Ajansı) ortak projesi başlatılmıştır.

7. Fay hatları boyunca derin dolaşımlı sıcak ve mineralli suların izlenmesi de dahil olmak üzere Deprem Erken Uyarı Sistemleri kurulmalıdır. Deprem uyarı sistemleri ile ilgili yeni gelişmeler izlenerek fınans , cihaz ve eğitim açısından uluslararası işbirliği olanakları araştırılmalıdır.

8. Jeotermal suların izlenmesi ile ilgili ölçüm cihazlarının hassas ve gözlem personelinin eğitimli olması gereklidir. Değişimlerin yanlış yorumlara ve paniğe neden olmaması için ölçülerin sağlıklı alınıp alınmadığının ve diğer etkilerle (saha yakınında yol ve taş ocaklarındaki patlatmalar, yoğun yağış, sellenme, baraj yapımı gibi) ilgisi olup olmadığının araştırılması ve değerlendirmelerin buna göre yapılması gereklidir.

9. Türkiye'de bilinen bütün sıcak ve mineralli sularla ilgili kayıtlar, analizler ve envanterler Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA) bulunmaktadır. Bu nedenle sıcak ve mineralli sulardaki değişimlerle ilgili olabilecek ihbarların kısa sürede karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmesi için MTA'nın yurt çapındaki Bölge Müdürlükleri aracılığıyla veya doğrudan MTA Genel Müdürlüğü'ne yapılması sağlanmalıdır.

Şakir Şimşek
Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM)

Nazım Yıldırım
MTA Genel Müdürlüğü,Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi

Kaynaklar

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası. Ankara.

Eısenlohr, T., 1997. The thermal springs of the Armutlu peninsula (NW Turkey) and their relationship to geology and tectonic. Active Tectonics of Northwestern Anatolia, The Marmara Poly-Project, Vdf Hochschulverlug AG an der ETH Zurich. ISBN 3-7281-24525-7 pp 197-229. Switzerland.

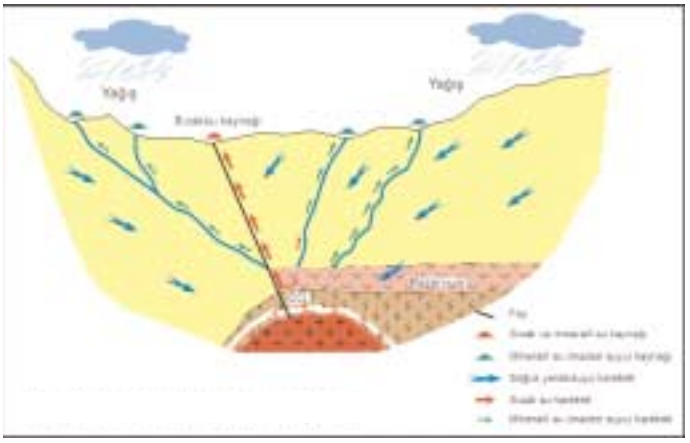
MTA, 1999, 12 Kasım Düzce Depremi Saha Gözlemleri ve Ön Değerlendirme Raporu, Ankara.

Pfister, M.,Rybach,L. and Şimşek, Ş., 1998, Geothermal Reconnaissance of the Marmara Sea Region (NW-Turkey); Surface Heat Flow Density in an Area of Active Continental Extension, Tectonophysics, 291, 1998, p. 77-89, The Netherlands.

Straub, C. and Kahle, N.G., 1997, Recent crustal deformation and strain accumulation in the Marmara Sea region, NW Anatolia, inferred from repeated GPS measurements. Active Tectonics of Northwestern Anatolia - The Marmara Poly-Project, Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich. ISBN 3-7281-2425-7, p 417- 47, Switzerland.

Şimşek, Ş., 1997, Geothermal Potential of Northwestern Turkey, Active Tectonics of Northwestern Anatolia, The Marmara Poly-Project, Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich. ISBN 3-7281-2425-7, p 111-124, Switzerland.

Yıldırım, N., 1992, 13 Mart 1992, Erzincan depreminde lokal yeraltısularında meydana gelen değişiklikler. Doğu Anadolu Ulusal Deprem Sempozyumu, 21-25 Ekim 1992, Erzincan.





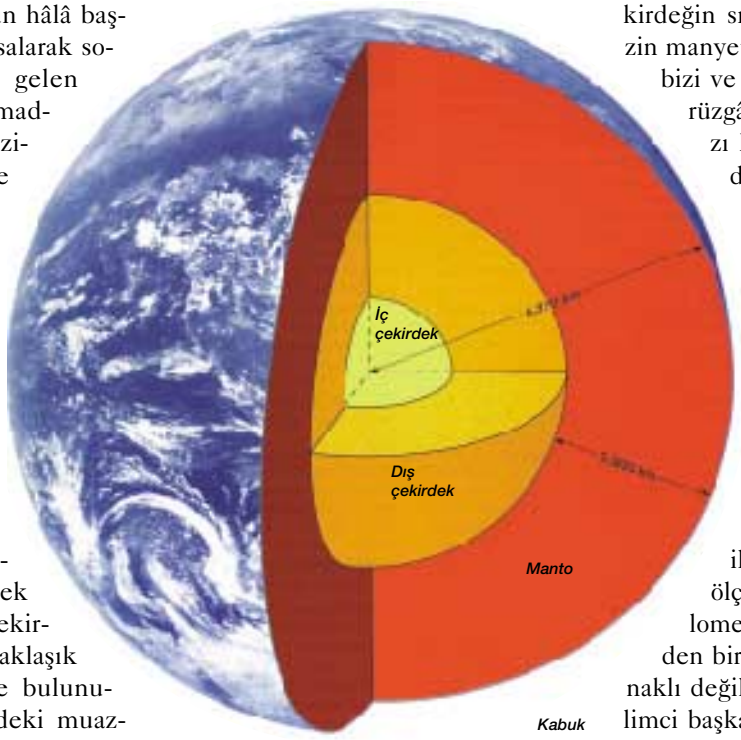
Şekil 3. Sıcak ve mineralli su kaynaklarının oluşumu (üstte) 12 Kasım 1999 depremi sonucu Eften Gölü kıyısında oluşan ılık kaynaktaki (25°C) bol karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) gazı çıkışı (sağda).

Dünyamızın Ateşi Nasıl Ölçüldü?

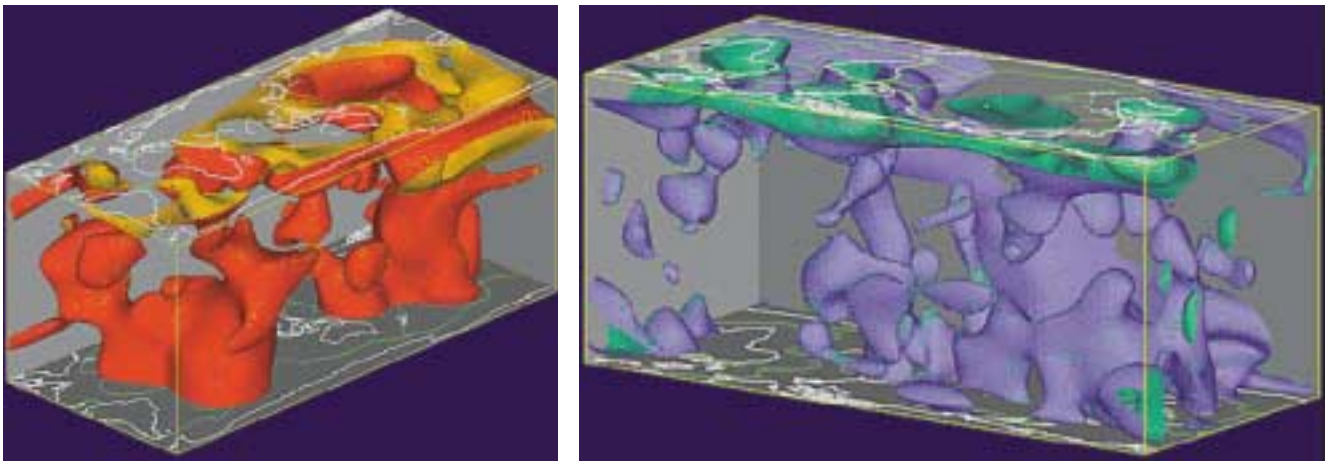
Dünyamızın yaklaşık 5 milyar yıl önce, Güneş'i oluşturan gaz ve toz diski içinde çarpışıp giderek büyüyen kayaların birleşmesinden, ayrıca bu son derece şiddetli süreç sırasında diskin dışından gelen asteroid ve kuyrukluyıldızların çarparak bıraktıkları maddeden oluştuğunu biliyoruz. Bu hızlı çarpışmaların serbest bıraktığı ısı enerjisi, tüm gezegeni eritti. Gezegenimiz bugün hâlâ başta kazandığı bu enerjiyi salarak soğuyor. Meteoritlerden gelen demir gibisinden yoğun maddeler Dünya'nın merkezine gömülürken, görece hafif silikatlar, oksijen bileşimleri ve kuyrukluyıldızların getirdiği su yüzeye doğru yükseldi.

Dünya, başlıca dört katmandan oluşmuş durumda: Bunlar, iç çekirdek, dış çekirdek, manto ve kabuk. İç çekirdek esas olarak demirden oluşuyor ve öylesine sıcak ki, dış çekirdek erimiş durumda. Dış çekirdekte demirin yanı ıra, yaklaşık %10 oranında kükürt de bulunuyor. İç çekirdek, üzerindeki muazzam basınç nedeniyle sıcaklığına karşın katı durumda. Dünya'nın kütlesinin çok büyük bir bölümü, manto tabakasında bulunuyor. Bu katman başlıca demir, magnezyum, alüminyum, ve oksijen ve silikat bileşimlerinden oluşmuş. Sıcaklığı 1000 °C'nin üstünde. Manto aslında katı, ama deforme olabiliyor. Kabuksa, öteki katmanlardan çok daha ince. Kalsiyum ve sodyum gibi hafif elementlerle, alüminyum-silikat bileşimlerinden yapılı. Görece soğuk olan kabuk, kayalık ve kırılgan. Bu nedenle depremlerle kırılabiliyor.

Dünyanın merkezini, daha doğrusu çekirdeğini nasıl keşfettik? İşte bu yüzeyde kırıklara yol açan ama daha derinlerden kaynaklanan depremlerden yararlanarak. Daha doğrusu depremlerin yol açtığı sismik dalgalarla ilgili kayıtları inceleyerek. Bir prizmanın ışığı kırıp saçtığı gibi, sismik dalgalarda değişik maddelerden oluşan katmanların temas yüzeylerinde bükülüp yansıyor. Ayrıca depremdeki farklı dalgaların, Dünyamızın katmanları içinde aldıkları yol farklı. Basınç (P) dalgaları, hem sıvı, hem de katı maddeler içinden geçip kırılıyorlar. S dalgalarıysa, hava ve su gibi akışkanların içinde yol alamıyor. Dünyanın öte yüzünde meydana gelen bir depremin yol açtığı dalgaları inceleyen uzmanlar, P dalgalarının ulaşabildiği bir ölçüm aracına, S dalgalarının gelmediğini fark etmişler. Bundan da dalganın izlediği yol üzerinde sıvı bir katman bulunduğu sonucunu çıkarmışlar.



Üzerinde yaşadığımız gezegenin katı ve eriyik demir çekirdeği, merkezden gezegen yarıçapının yüzde 55'ine kadar uzanıyor. Başka bir deyişle çekirdeğin dış kenarı, ayaklarımızın altından 2900 km derinde. Buna karşın, bu demir çekirdeğin insanlık üzerindeki etkileri muazzam. Çekirdeğin sıvı dış kısmı, gezegenimizin manyetik alanını yaratıyor. Bu da bizi ve öteki tüm canlıları Güneş rüzgârından koruyor. Ayrıca bazı kuramlara göre de üzerindeki mantonun alt kenarına yeterli sıcaklık aktarıyor. Buysa, tektonik hareketler, yanardağ oluşumu ve depremleri düzenleyen manto ısı dolanımını (konveksiyon) etkiliyor. Ancak bütün bu etkilerin büyüklüğü, çekirdeğin, üzerindeki mantodan ne kadar daha sıcak olduğuyla yakından ilintili. Ancak bu sıcaklığı ölçmek kolay değil. 2900 kilometrelik bir çukur kazıp içinden bir termometre sallamak olanaklı değil. Ancak bir Fransız yerbilimci başkanlığındaki bir uluslararası ekip, kuramsal verilerden hareket ederek "sanal bir termometre" aracılığıyla çekirdeğin sıcaklığını ölçtü. D. Alfé ve arkadaşlarının yerbilime yaptıkları katkının önemini anlamak için, önce Dünya'nın mantosunun sıcaklığını bir düşünmek gerekli. Derin bir maden kuyusundan aşağı bir kilometre kadar inebilecek olsaydınız, sıcaklığın, Dünya yüzeyindeki sıcaklıktan 20-30 °C daha yüksek olduğunu fark edecektiniz. Bu dikey ısı iletimi, Dünya'nın her saniye 42 trilyon joule değerinde ısı yitirmesini sağlayan mekanizmalardan biri. An-



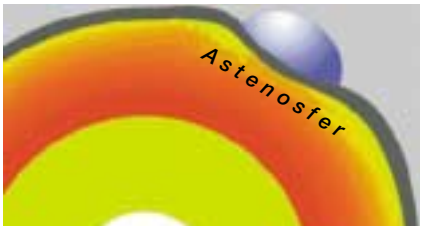
Gezegenimizin katmanları sürekli ve dinamik bir süreç içinde bulunuyorlar. Soldaki şekilde kırmızı topaklar yoğunluğu görece az maddeden oluşan ve yüzeye doğru yükselen daha sıcak "sorguçlar". Şekilde doğrudan çekirdekten çıkan bir sorgucun Doğu Pasifik yükseltisi altında yayıldığı görülüyor. Dünya çekirdeğinin ısısının en büyük bölümü, hızla yayılan Doğu Pasifik yükseltisi aracılığıyla bırakılıyor. Sağdaki şekilde mavi topaklar mantoya gömülen görece yoğun maddeyi gösteriyor. Okyanus altındaki tektonik levhalar bu yolla mantoya daldıktan sonra, Okyanus sırtlarından yüzeye yükselen erimiş kaya yeni kabuk oluşturuyor.

cak, bugüne değin yanıtları çok iyi bilinmeyen sorular, bu ısınma eğiliminin derinliğe bağlı olarak ne kadar sürdüğü ve yüzeye ulaşan sıcaklığın ne kadarının çekirdekten kaynaklandığıydı. Derine inildikçe sıcaklık her kilometrede 20-30 derece artsaydı, birkaç yüz kilometre derinliğe inildiğinde kayaların buharlaşmaya başlaması gerekirdi. Oysa mantonun büyük bölümünde sıcaklık, termal konveksiyon yoluyla etkili bir biçimde dolanıyor. Bu mekanizma da derinliğe bağlı ısı artışını 2000 kat azaltıyor. Ancak dikey konveksiyon hızlarının fiziki sınırlarla yavaşlatıldığı durumlarda derinliğe bağlı doğrusal bir artış olabiliyor. Silikatlardan oluşan mantoyu, demir ve alaşımlardan oluşan çekirdekten ayıran sınırın yoğunluk farkı, atmosferle yer kabuğu arasındaki yoğunluk farkının iki katı. Bu durumda çekirdekten gelebilecek olan ısı mantonun tabanında termal bir sınır katmanı oluşturacaktır. Bu sınır boyunca ortaya çıkacak sıcaklık artışına tahmini bir değer vererek, yerbilimciler çekirdekten gelen toplam ısı akışıyla, çekirdeğin fiziki ve kimyasal özellikleri konusunda bilgiler edinebilirler.

Jeofizik, petrolojik, ve jeokimyasal verilerden yola çıkan bilim adamları, yüksek basınç deneyleri ve jeodinamik modellemelerden de yararlanarak, mantonun tabanındaki sıcaklığın 2500-3000 K arasında olması gerektiğini düşünüyorlar.

Çekirdeğin sıcaklığına gelince, bu konudaki öngörüler, katı iç çekirdekle sıvı dış çekirdek arasındaki sınır, çekirdekteki malzemenin erime sıcaklığı olacağı varsayımına dayanıyor. Çekirdeğin %90 demir, %10 da daha hafif maddelerden oluştuğu ve (her ne kadar çekirdekteki oksijenin erime sıcaklığını yükselttiğini gösteren bazı kanıtlar olsa da) karışık maddelerin erime sıcaklığını düşürdüğü göz önünde tutulunca, demirin, iç çekirdek sınırındaki basınçta ya da yaklaşık değerlerde ölçülecek erime sıcaklığı, çekirdeğin sıcaklığı için bir üst sınır belirleyebilir. Bu gibi ölçümler, şok eritme, ya da elmas örs yüksek basınç hücrelerinde mikroskobik demir örneklerinin ısıtılması yoluyla yapılmışsa da deneylerin vardığı sonuçlar hayli tartışmalı. Sonuçlar arasında 2000 K'e kadar ulaşan farklar ortaya çıkıyor.

Alfe ve ekibiyse, gözlemsel değerler yerine ab initio diye adlandırılan bir molekül dinamiği yöntemi kullanarak daha kesin bir değere varıyor. Bu yöntem, bir atomdaki tüm parçacıkların etkilerinin hesaplanması güçlüğü karşısında kuantum kuramında basit parçacık modelleri (ör: hidrojen) için kullanılan Schrödinger Denklemi'nin yerine, Yoğunluk Fonksiyonu Kuramıyla yapılan hesaplamalara dayanıyor. Pek çok basitleştirmeye dayanan bu kuram, materyaldeki değişik parçacıklar yerine tek bir parçacığın, elektronun yoğunluğunu temel alıyor. Bu başarılı hesap yöntemiyle, molekülleri meydana getiren parçaların atom numaraları ve bilinen temel sabitler (Planck sabiti, elektron yükü vb.) esas alınarak denge yapıları, toplam enerjiler, durum denklemleri, titreşim enerjileri gibi hesaplanması güç değerler, gözlemlere uyan bir biçimde ortaya çıkarılabiliyor. Yöntemin başarısı, gezegenimizin sıcak içindeki uç koşullar altında çeşitli maddelerin sergilediği özellikleri inceleyen bilim adamlarınca giderek daha çok benimsenmesine yol açıyor.



Mantonun, kabuk yakınındaki 50-100 km kalınlığındaki üst bölgesi özellikle yumuşak ve esnek. Kabuk üstündeki bir buzul kütlesi ya da sıradağ gibi ağır bir yük, litosferin, astenosfer içine batmasına yol açar. Buzul eridiğinde ya da dağlar aşındığında litosfer binlerce yıl süren bir süreç içinde yeniden yükselir.

Alfe ve ekibi, hem bu yöntemi hem de yeni geliştirilen bir "termodinamik entegrasyon" yöntemini birlikte kullanarak,katı ve sıvı demirin serbest enerjilerini, basınç ve sıcaklığın fonksiyonu olarak hesaplamışlar. Bu enerjileri karşılaştırarak da, varolan deney verilerine koşut kesinlikte bir erime eğrisi bulmuşlar. İç çekirdek sınırında 6670 ± 600 K sıcaklık gösteren bu eğrinin, şok dalgası ve elmas örs hücresi deney ölçümleriyle uyum içinde bulunduğu, Alfe ve arkadaşlarınca vurgulanıyor.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Nature, 30 Eylül 1999
http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/interior.html



Jeotermal Enerji Kullanımına Tipik Bir Örnek...

Diyadin

Dünya'daki enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Buna karşılık yeni enerji kaynakları arama ve bulma, bunu kullanma yolları araştırılmaktadır. Dünya ülkelerinin ekonomik açıdan giderek gelişmeleri, enerji gereksinimlerini hızla artırmaktadır. Dolayısıyla ülkeler, bir yandan alışılmış enerji kaynaklarından daha ekonomik yararlanma yollarını ararken, öte yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarından çok kapsamlı biçimde faydalanması yollarını araştırmaktadırlar. Gerçekten de bilim adamları, son yıllarda yenilenebilir enerji (jeotermal, güneş, rüzgâr, gelgit gibi) kaynaklarından yararlanma yollarını bulmuş ve bu kaynaklardan bazılarını ekonomik olarak kullanmayı başarmışlardır. Söz konusu kaynaklardan daha ekonomik olarak yararlanmak için de, araştırmalar hızla sürdürülmektedir.

Ekonomik gelişme ve hızlı kentleşmeye bağlı olarak Türkiye'de enerji gereksinimi giderek artmaktadır. Özellikle de, kentlerin ısıtılması konusunda önemli güçlükler söz konusudur. Bunlardan petrol, kömür ve odun gibi ısınmada yararlanılan alışılmış enerji kaynakları hem hızla tükeniyor hem de fiyatları artıyor. Ayrıca hava kirlenmesine yol açması bakımından da, önemli bir sorun yaşatıyor. Her ne kadar bazı kentlerde doğal gaz ve kaliteli kömür kullanılarak hava kirliliği sorunu çözümlenmeye çalışılmaktaysa da, henüz yeterli başarı sağlanamamıştır. Böylece jeotermal enerjinin önemi daha iyi bir biçimde anlaşılmaktadır. Gerçekten de bu enerji kaynağı, hava kirlenmesine yol açmadığı gibi, maliyeti açısından da öteki enerji kaynaklarından daha ucuzdur.

Türkiye jeotermal enerji kaynakları açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu özelliği dikkate alınırsa, bazı kentlerin jeotermal enerji kaynağından yararlanılarak ısıtılabileceği düşünülebilir. Oysa bu tip uygulamalar, ülkemizde pek yaygın değildir. Diyadin örneği, bu nedenle büyük önem taşımaktadır. Çünkü, Türkiye'de jeotermal enerjiden yararlanılarakkentlerin ısıtılabileceği konusunda en kapsamlı uygulamalardan biri Diyadin kasabasında gerçekleştirilmiş ve bugüne değin başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Jeotermal enerji kaynağından ısıtmada yararlanıldığı gibi; elektrik enerjisi üretiminde, sanayide ve turizm alanında da kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Jeotermal enerjinin Diyadin'de konutlarının ısıtılmasında ve yeni sanayi kuruluşlarında başarı yla kullanılması, bu enerji kaynağına sahip yörelerdeki yerleşimler için güzel bir örnek oluşturmaktadır.

Jeotermal Enerjinin Genel Özellikleri

Günümüzde yaygın olarak kullanılan petrol ve kömür gibi enerji kaynaklarının rezervlerinin hızla azalacağı ve yakın bir gelecekte tükeneceği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, yeni enerji kaynaklarının bulunması ya da alternatif enerji kaynaklarından daha geniş ölçüde yararlanılması yollarının araştırılması gerekmektedir. Böyle bir durumda jeotermal enerji, seçeneksel enerji kaynağı olarak dikkati çekmektedir.

Yeryüzündeki bütün volkanik bölgelerde ve hatta volkanik faaliyeti binlerce yıl önce sona ermiş bulunan yerlerde bile, sayısız sıcak su kaynaklarının, fumarollerin bulunması, o yörede yüzeye yakın kayaçların altında ve daha derin yerlerde yüksek sıcaklığın var olduğunu gösteren delillerdir. Mağma hazinesi içinde serbest kalan gazların basıncının zayıfladığı ve dolayısıyla volkanik faaliyet sona erdiği zaman, mağma yavaş yavaş soğumaya devam eder. Bu soğuma sırasında, büyük ölçüde su buharı olmak üzere, hidroklorik asit, karbondioksit, hidrojen, amonyum klorür v.b. gibi gazlar çıkar. Bütün bu gazlar yeraltı suyu zonu içindeki yarıklardan geçerek yeryüzüne ulaşır. İşte bu volkanik etkinlik sırasında çıkan gazlar tarafından ısıtılan yeraltı suyu ve diğer karışımlar, yeryüzüne sıcak kaynaklar, gayzerler, fumaroller olarak ulaşırlar.

Yeryuvarlağının derinliklerindeki yüksek sıcaklık ile ilgili olan ve bu güçle ısınarak oluşan enerjiye, jeotermal enerji adı verilmektedir. Yerin de-

rinliklerine doğru inildikçe sıcaklığın yükselmesi, jeotermal enerji oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Bilindiği gibi, yerkabuğundan aşağıya doğru her 33 m derinliğe inildikçe, sıcaklık ortalama 1 °C yükselmektedir. Öyle ki, zeminin tektonik ve litolojik özelliklerine bağlı olarak, belirtilen derinlik miktarında bölgelere göre farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, yerkabuğunun deforme olduğu sahalarda 1°C sıcaklık artışı her 2-3 m derinlikte olmaktadır. Söz konusu alanlar, jeotermal enerji oluşumu için oldukça uygun koşullara sahiptir. Gerçekten de yeryüzünde jeotermal enerji kaynaklarının dağılışı ile tektonik kuşaklar, kırık sistemleri ve volkanik alanar arasında yakın bir ilişki söz konusudur.



Araştırma Sahasının Lokasyon Haritası

Jeotermal enerjinin klasik enerji kaynaklarına göre en önemli üstünlüğü, güneş, rüzgâr ve gelgit enerjisi gibi tükenmez bir enerji kaynağı olmasıdır. Diğer enerji kaynaklarında sıkça rastlanan çevreyi kirletme sorunu, bu enerji kaynağında söz konusu değildir. Bir başka üstünlüğüyse, jeotermal enerjinin üretim maliyetinin, diğer enerji kaynaklarından oldukça düşük olmasıdır.

Son yıllarda kullanım alanları giderek çeşitlenen jeotermal enerjinin önemi daha da artmaktadır . Nitekim, günümüzde seraların, konutların, havaalanı pistlerinin, hayvan çiftliklerinin ve yüzme havuzlarının ısıtılması, balık başta olmak üzere çeşitli yiyeceklerin kurutulması, deniz suyundan tuz elde edilmesi ve elektrik enerjisi üretilmesi gibi çeşitli faaliyet alanlarında jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Bununla birlikte, jeotermal enerjinin kullanım alanını ve potansiyelini belirleyen en önemli etken sıcaklık değeridir. Örneğin, 60°C' nin altındaki jeotermal sulardan elektrik enerjisi üretiminde yararlanmak mümkün değildir.

Dünyada tüketilen enerji miktarı içerisinde, jeotermal enerjinin payı henüz azdır. Ancak, son yıllarda kullanımda hızlı bir gelişme gösteren bu enerji kaynağının, yakın bir gelecekte, oldukça önemli oranda yaygınlaşması beklenmektedir. Teknik ve teknolojik gelişmelerle jeotermal enerjinin maliyeti düşmekte ve kullanım alanları da genişlemektedir. Özellikle yıllık elektrik enerjisi üretiminde, jeotermal enerjinin payı giderek artmaktadır. Dünyada jeotermal enerjiden en fazla yararlanan ülkelerin başında İtalya, İzlanda, Yeni Zelanda ve ABD gelmektedir.

Dünya ülkeleri arasında jeotermal enerjiden yararlanmayı ilk başlatan ülke İtalya'dır, ve bu hususta diğer dünya ülkelerine de öncülük etmiştir. Ülkenin özellikle Toskana ve Larderello bölgelerinde açılan kuyulardan yüksek sıcaklıkta buhar elde edilmiş ve ülke enerji ihtiyacının bir bölümü bu yolla karşılanmaya başlanmıştır. İzlanda'da da benzer uygulamalar görülür. Bu ülkede de gereksinim duyulan enerjinin yaklaşık %20'si jeotermal enerjiden karşılanmaktadır. Ülke nüfusunun yaklaşık yarısı, jeotermal enerji ile ısıtılan konutlarda oturmaktadır.

Dünya standartlarına göre jeotermal kaynaklar, 150°C nin üstünde yüksek sıcaklık, 150-70°C arasında orta sıcaklık, ve 70°C nin altında düşük sıcaklık kaynakları olarak sınıflandırılır.


Diyadin Jeotermal enerji sahasında MT-1 sondaj kuyusu

Ülkemizde 1200 sıcak su kaynağı mevcut olup, bunlardan 40°C'nin üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 jeotermal alan bulunmaktadır. Türkiye jeotermal enerji potansiyeli yüksek olan ülkeler arasında yer almaktadır. Özellikle Ege ve İç Anadolu Bölgeleri, jeotermal enerji yataklarının bulunabileceği alanların başında gelmektedir. Yapılan son araştırmalar Doğu Anadolu bölgesinin de jeotermal enerji yatakları bakımından oldukça zengin olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, bu potansiyelden henüz yeterince yararlanılamamaktadır.

Bir Örnek: Diyadin

Diyadin ilçesi Doğu Anadolu bölgesinin Yukarı Murat-Van bölümünde yer alır. Yönetim açısından ise, Ağrı iline bağlıdır. İlin güneydoğusunda yer alan Diyadin ilçesi, yaklaşık 1274 km^2 lik yüzölçümüne sahiptir. İlçenin kuzeydoğusunda Doğubayazıt; güneydoğuda Çaldıran, Muradiye; güneybatıda Erciş; batıda ise Taşlıçay ilçeleri bulunmaktadır.

İlçe, Doğu Anadolu bölgesinin dağlık, engebeli ve yüksek bir kesimindedir. Diyadin kasabası ise, tektonik kökenli bir çöküntü alanı olan depresyonun doğu kesimindedir. Diyadin ilçesinde Murat Nehri'nin aktığı vadiler, lav platolarındaki düzlükler, yer yer görülen tepeler ve yüksek dağlar başlıca yeryüzü şekillerini oluşturur. İlçe toprakları genel olarak kuzeyden güneye doğru yükselmektedir.

Yaklaşık 1800 m civarında yükseltiye sahip olan depresyon sahası ile, kenardaki dağlık sahalar arasında yükselti farkı yer yer 1000-1100 m'ye kadar ulaşmaktadır. Diyadin depresyonu, tektonik kökenli olması nedeniyle, jeotermal enerji potansiyeli açısından oldukça uygun koşullara sahiptir.

Ağrı il merkezine 67 km uzaklıkta olan Diyadin kasabası, 1825 m yükseltide kurulmuştur. Alanın tarihi geçmişi yaklaşık M.Ö. 4000 yıl ve daha eskilere kadar uzanmaktadır. Bunu Diyadin kalesinin varlığı ve çevre köylerdeki kalıntılardan anlamak mümkündür.

İlçede 1999 yılında tek kasaba yerleşimi (Diyadin) ve 59 köy yerleşimi

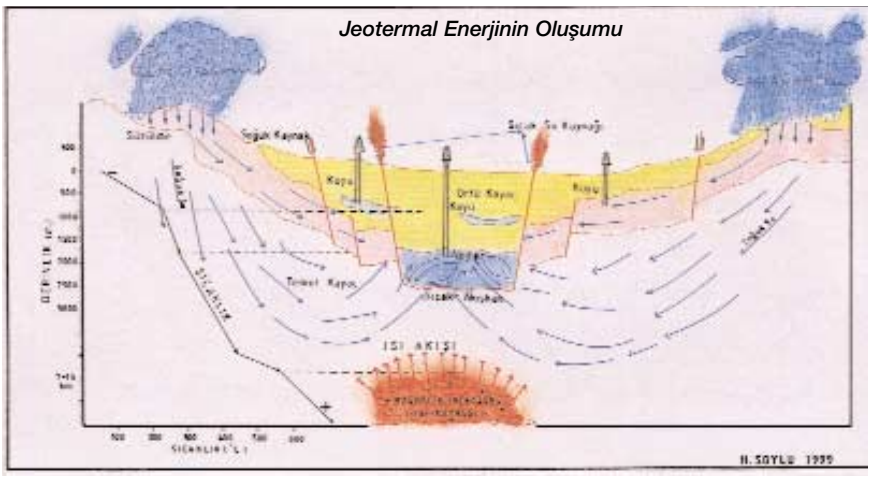
bulunuyordu. İlçenin toplam nüfusu, 1997 yılı genel nüfus sayımı sonuçlarına göre, 37 410 olup, bu nüfusun % 28,5 (10 670) Diyadin kasabasında, %71,5'i (26 740) ise kırsal yerleşmelerde yaşamaktadır.

Tektonik bir çöküntü alanı olan Diyadin depresyonu jeotermal enerji yatakları açısından oldukça zengindir. Köprü Çermiği (50°C), Yılanlı Çermiği 40°C), Tazekent Çermiği (42°C), Davut Çermiği (42-44°C), Gelereş kaynakları (33-63°C), Kireçtepe Çermiği (66,5°C), Hıdır Çayırı (35-45°C), Mollakasım (44-68°C), Dibekli (40-45°C) kaynaklarının varlığı alanın jeotermal potansiyeli hakkında bir fikir vermektedir.

Alanda jeotermal kaynak oluşumu, büyük ölçüde yörenin tektonik özellikleri ile ilgilidir. Bu nedenle sahanın tektonik gelişimine, genel olarak değinmek gerekir. Doğu Anadolu'nun genel tektonik karakterlerine bakıldığında, bölgenin Üst Miyosen'den itibaren kuzey-güney yönünde sıkıştığı bilinmektedir. - Araştırma alanında gözlenen NNW-SSE açılma çatlakları bu N-S yönlü sıkışmanın sonucu yapılar olarak değerlendirilebilir. Ancak, E-W yönlü açılma yapıları alanın tektonik rejimiyle açıklanamayan bir karaktere bağlıdır. Alanda yer alan yaklaşık N-S yönlü olarak değerlendirilebilecek NNW-SSE yapılar, doğrultu boyunca izlendiğinde bugünkü kaynak çıkışlarının bu hatlar üzerinde gelişmiş olduğu görülür. Yarığın iki tarafında simetrik yapıda sırtlar oluşturan traverten çökellerinin geliştirdiği, aktif olarak traverten sırtı boyunca uzanan ve genişliği 0.5-1 m arasında olan yarık boyunca sıcaklığı 40-55°C arasında değişen kaynakların çıktığı tespit edilmiştir. Bu yapının doğrultusu boyunca yapılan incelemede, Diyadin'in 3 km güneyine kadar yer yer kesintili olarak yaklaşık 7-8 km devam ettiği görülür. Alanda Davut Çermiği güneyinde başlayan N-S doğrultulu açılmalar Yılanlı ve Köprü çermikleri üzerinden kuzeye doğru uzanır ve bazaltlar içinde yaklaşık 750 m kadar devam eder. Söz konusu zon içindeki devamı bu yapının karakterini yansıtan en önemli veriyi oluşturmaktadır.

Diyadin depresyonu içerisinde açılan sondaj kuyularının yakınlarında, kaplıca olarak da yararlanılan çok sayıda sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Yöredeki kaplıcalar içerisinde en modern olanı Diyadin Belediye Kaplıcası'dır . Bu kaplıcanın suları ekzema, mide ülseri, nevrit, cilt ve deri, romatizma hastalıkları ile çeşitli rahatsızlıklara karşı iyileştirici etkileri vardır. Diyadin kentin güney kesiminde bulunan bazalt kültesinin güneybatı ve kuzeydoğusundan, çok sayıda fay ve olası fay hattı geçmektedir. Alandaki fay hatları çoğunlukla formasyonlar içerisinde ve bilhassa sınır kesimlerinde yer almaktadır. Buna karşılık bazalt ve bazaltik levhalar içerisinde ise daha az fay hattına rastlanmaktadır. Yöredeki sıcak su kaynaklarının, genellikle fay hatlarının yakınlarında ya da fay hatları üzerinde yer aldıkları dikkati çekmektedir. Bu kaynakların, çeşitli tarihlerde meydana gelen depremlerden değişik şekillerde etkilendikleri de dikkate alınırsa, sıcak su kaynaklarının çoğunlukla fay kaynağı olduğu söylenebilir.

Yapılmış olan jeolojik, hidrolojik ve jeofizik araştırmalardan ve sondaj çalışmalarından, Davut, Tazekent ve Köprü Çermikleri arasında kalan alanın, jeotermal enerji üretimi için uygun koşullara sahip olduğu anlaşılmıştır. Nitekim, Diyadin'in güneyinde Davut Çermiği yakınındaki Gelereş tepe doğusundaki MTA 98-2 kuyusunda 68 °C sıcaklığa ve saniyede 7 litre debiye sahip bir kaynak ile bu kuyuya yakın bir konumda yer alan MT 98-1 nolu kuyuda 65 °C sıcaklığa ve saniyede 150 litrelik jeotermal akışkan elde edilmiştir. Kuyuların derinliği MTA 98-1'de 77 m, MT 98-1'de 130 m'dir. Sıcak su ve buhar karışımı akışkan 70 m yüksekliğe kadar fışkırmıştır. Yörenin jeotermal enerji potansiyelini belirlemek amacıyla, sahada daha başka kuyular da açılmıştır. Genel olarak fay hatları üzerinde açılan kuyulardan, daha olumlu sonuçlar alınmıştır.



Jeotermal Enerjinin Oluşumu

Diyain'de Jeotermal Enerjiden Yararlanma

Konutların Isıtılması: Türkiye'de konutların ısıtılmasında jeotermal enerjiden henüz tam olarak yararlanılamamaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere, ülkede halen az sayıda yerleşim merkezinde jeotermal enerjiden yararlanılarak konut ısıtılmakta, bazı yerlerde ise konutların bu yolla ısıtılması için çalışmalar yapılmaktadır. Jeotermal su sıcaklığının 40°C'nin üzerinde olması halinde konutların ısıtılabildiği ve bunun dünyada bir çok örneğinin bulunduğu dikkate alınarak, Türkiye'de yaklaşık 5 milyon evin jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılabileceği ileri sürülmektedir. Bu tahmin gerçekleşirse, başta İzmir, Bursa, Aydın, Erzurum, Sakarya, Denizli ve Ağrı gibi kentlerin de yer aldığı 51 kent yerleşmesinin ısıtılmasında jeotermal enerji kullanılabilecektir. Gerçekten de Türkiye'de 40°C üzerinde sıcaklığa sahip jeotermal kaynakların bulunduğu 140 saha olup, ülkemiz jeotermal kaynak zenginliği açısından 7. sırada yer almaktadır

Diyadin, Türkiye'de jeotermal enerjiden yararlanılarak kentlerin ısıtılabileceği konusunda tipik bir örnektir. Kasabada, jeotermal enerjiden yararlanılarak konutların ısıtılması çalışmalarına 1998 yılında başlanmış olup, sistemin büyük bir kısmı 1999 yılında tamamlanarak hizmete açılmıştır. Ancak, daha çok konut ve seranın ısıtılabilmesi için sondaj çalışmaları devam

etmektedir. Diyadin jeotermal sahası 65°C sıcaklıkta, yüksek debide jeotermal akışkan üretimiyle Türkiye'nin ilk 15 sahası arasında yer almaktadır. Bu yönüyle de Türkiye'nin en kapsamlı jeotermal merkezi ısıtma projelerinden biri olan Diyadin jeotermal ısıtma sistemi, Diyadin Belediyesi ve Doğan Şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Diyadin kasabasının ısıtılmasında, Yılanlı Çermiği yakınlarındaki MT 98-1 kuyusundan yararlanılmaktadır. Kuyudan alınan buhar ve sıcak su karışımı jeotermal akışkan, fazla ısı kaybına neden olmayan özel borularla, yaklaşık 5 km uzaklıktaki dağıtım merkezine getirilmektedir. Bu merkezde akışkanın enerjisi tatlı suya aktarılmakta ve yaklaşık 60 °C'ye kadar ısınan su, yalıtılmış özel borularla kasaba içerisine gönderilmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Kuyu ile konutlar arasındaki mesafede sıcaklık kaybı, ortalama 3°C kadardır. Kasaba içerisinde, içme suyu ağına benzer bir sıcak su dağıtım ağı da oluşturulmuştur. Diğer yandan enerjisi alınan jeotermal su, yer altına döşenen borulara termal otel kompleksine götürülmekte, burada açılan sondaj kuyularına, sistemde çökelti oluşumunu ve muhtemel arızaları önlemek için, çeşitli kimyasal maddelerle birlikte enjekte edilmekte, ve daha sonra jeotermal akışkandan yararlanma yoluna gidilmektedir.

Jeotermal sulardan ısınmanın yanı sıra, kullanım amacıyla da faydalanılmaktadır. Bu nedenle, evlere kalorifer tesisatı ile birlikte sıcak su tesisatının da döşenmesi gerekmektedir. Her iki tesisatı da tamamlayan kişiler, merkezi ısıtma sisteminden yararlanmak için belediyeye müracaat etmektedirler. 1999 yılı Eylül ayı itibariyle şehirde, jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılan konut sayısı 1000'i buluyordu. Bu konutların 20'sini resmî binalar, 180'ini iş yerleri ve geri kalan 800'ünü ise konutlar oluşturuyordu. Halen şehirdeki diğer konutların da merkezi sistemle ısıtılması için çalışmalar sürmekte olup, birkaç yıl içerisinde ilçe merkezinde bulunan yaklaşık 3000 konutun tamamının jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılması planlanmaktadır.

Daha önce kömür ya da sıvı yakıtla ısıtılan kaloriferli konutlar, basit birkaç değişiklik yapılarak jeotermal enerji ile ısıtılmış sıcak su verilebilmektedir. Sobayla ısıtılan evlerse, öncelikle kalorifer ve sıcak su sistemi döşenmesi gerekmektedir. Gelir düzeyi yetersiz olan ailelerin söz konusu sistemi döşetmekte gecikmesi, kasabadaki konutların tamamının merkezi sistemle ısıtılmasını önlemektedir. Kasabada kalorifer tesisatı yeni döşenen evlerde, daha çok tabandan ısıtma sistemi tercih edilmektedir. Söz konusu sistem, kalorifer peteği kullanılarak yapılan ısıtmaya göre, daha ekonomik ve daha kullanışlıdır.



Diyadin jeotermal ısı dağıtım merkezi.

Seraların Isıtılması: Jeotermal enerjiden yararlanılarak seraların ısıtılması konusunda, öncü olan ülkeler yine bu enerji kaynağını diğer alanlarda iyi kullanan ülkelerdir. Rusya, ABD, Japonya, Yeni Zelanda, İtalya, Macaristan ve İzlanda da seracılık faaliyetleri oldukça önem kazanmıştır. Bu enerjiden yararlanarak üretim yapılan turfanda sebzecilik sahası Rusya'da 25 000 dönüm olup, bu alanlarda kış sezonunda bile bir milyon ton kadar sebze üretimi yapılmaktadır. Ancak Türkiye'de, yüksek jeotermal enerji potansiyeline rağmen, bu yönde yapılan uygulamalar sınırlı alanlara mahsus kalmıştır.

Diyadin'de jeotermal kaynakların seracılığa uygulanabilirliği konusunda da araştırma başlatılmıştır. Araştırma alanında öncelikle deneme amacıyla kurulmuş küçük çaplı 8 sera bulunmaktadır. Genişliği 10 metre uzunluğu ise 30 metreyi bulan bu seralarda domates, salatalık, biber gibi ürünler yetiştirilmektedir. Üzerleri polietilen muşamba ile örtülen seralarda çeşitli ürünlerin yetiştirilmesi planlanmaktadır. Üretime 1998 yılından itibaren deneme amaçlı başlayan seralarda nisan ayından itibaren başlanan üretim kasım ayına kadar sürmektedir.

Seralarda yıllık üretilen ürün miktarı yaklaşık 160 ton kadar olup, üretilen ürünler başta Diyadin ilçesi ve yakın çevresi olmak üzere Ağrı şehrinde satışa sunulmaktadır. Jeotermal enerji ile ısıtılmış su seralar içerisine döşenmiş borulara pompalanmakta ve seraların ısıtılması sağlanmaktadır. Çevrenin sıcaklık koşullarına bağlı olarak sıcak su girişi hızlandırılmakta veya yavaşlatılmaktadır.

Bölgenin seracılık açısından uygun koşullara sahip olması ve mevcut seralarda oldukça verimli üretim yapılması, çiftçileri harekete geçirmiştir. Bu amaçla 2000 yılında, Ağrı Valiliği'nin öncülüğünde geniş kapsamlı seracılık projeleri geliştirilmektedir. Ağrı Özel İdare Müdürlüğü tarafından ilk etapta 100 000 m^2 alan üzerine sera yapılması planlanmaktadır. Yapımına 2000 yılı yazında başlanacak seralarda, en son teknoloji kullanılacaktır. Seralarda nem ve sıcaklık kontrolü bilgisayarlarla gerçekleştirilecek, tabandan ısıtma sistemi uygulanacak ve sulama borularla damla metoduyla yapılacaktır. Seralarda domates, salatalık, patlıcan, biberin yanı sıra çeşitli çiçek türlerinin de yetiştirilmesi düşünülmektedir. Isıtma için önemli bir masraf yapılmayacağından seralarda üretilen ürünlerin maliyetinin, Akdeniz Bölgesi'ndeki seralarda yetiştirilen ürünlere oranla daha az olacağı tahmin edilmektedir.

Kurutma İşleri: Diyadin'de jeotermal enerjinin bir diğer önemli uygulama alanını kurutma işleri oluşturur.Meyvelerin kurutulması ve konserve sterilizasyonu, deri kurutulması, mobilya ahşabı ve inşaat kerestelerinin kurutulması, selüloz ve kâğıt endüstrisinde ağartma işlemi; şeker, ilaç,





2000 yılında Ağrı Valiliğinin öncülüğünde Diyadin'de geniş kapsamlı seracılık projeleri geliştirilecektir.

pastörize süt ve bira endüstrisi gibi birçok uygulama imkânı vardır Halen Diyadin'de AG-KAR sıvılaştırılmış karbondioksit ve kurubuz üretim tesisi ile presipite kalsiyum karbonat üretim tesisi yapım çalışmalarına başlanmıştır. Türk-Alman ve Türk-Amerikan işbirliği sayesinde Almanya tarafından finanse edilen bu yatırım projesi önümüzdeki yıllarda hizmete girecektir.

Sıvılaştırılmış karbondioksit ve kurubuzun, dünyada 200'ün üzerinde alanda kullanıldığı bilinmektedir. Bu kullanım alanlarından bazıları şunlardır: Gıda sanayiinde; seralarda bitki gelişimini hızlandırıcı olarak; gübre ve tekstil ve plastik sanayinde; ilaç üretiminde, tıpta ve cerrahide.

Presipite kalsiyum karbonat üretim tesisinin yapımına ise 1999 Haziran ayı içerisinde başlanmış olup 2000 yılı içerisinde hizmete geçirileceği planlanmıştır. Burada üretilecek maddelerin kullanım alanları ise şunlardır: Tıbbi kimya ve gıda sanayi; çiçek imalatı; efervesan tablet yapımı; kaliteli kâğıt yapımı; yağlı boya, matbaa mürekkebi üretimi; kozmetik, meşrubat sanayii; hayvan yemlerinin üretimi; kaucuk sanayii; PVC üretimi; elektrik kablosu üretimi ve şarap sanayii.

Jeotermal Enerji Kullanımının Yöreye Olan Etkileri

Diyadin ilçe merkezinde jeotermal enerji kullanımına başlanmasıyla birlikte, olumlu yönde değişmeler meydana gelmiştir. Öncelikle ısınma giderleri büyük oranda azalmıştır. Nitekim Diyadin'deki konutlar, kömür ve sıvı yakıtla ısıtılan konutlara oranla ortalama 8 kat daha ucuza ısıtılmaya başlanmıştır. Öte yandan sıcak su kullanımı için de harcama yapmaya gerek kalmamıştır.

Jeotermal enerji kullanımının yöreye yapmış olduğu bir diğer olumlu katkıysa hava kirliliğinin önemli ölçüde azalmış olmasıdır. Geçmiş yıllarda konutların ısıtılmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar, havayı belirgin bir biçimde kirletiyordu. Jeotermal enerji kullanımıyla birlikte evlerin içindeki kirlenme de büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Hava kirliliğinin azalması, toplum sağlığını da olumlu yönde etkilemiş ve insanlar kendilerini geçmiş yıllara oranla daha zinde hissetmeye başlamışlardır.

Diyadin kasabasındaki konutların jeotermal enerjiyle çok ucuza ısıtılması, ilçe merkezine olan göçleri hızlandırılmıştır. Özellikle çevredeki kırsal yerleşimlerden göçlerin artması, ev fiyatlarının hızla yükselmesine neden olmuştur. Yurt dışında çalışan işçilerin de Diyadin'de ev almaya yönelmeleri, bu yükselmeyi daha da hızlandırmıştır. Diğer yandan, daha önce Diyadin'den büyük şehirlere göç etmiş bazı aileler de Diyadin'e geri dönmeye başlamıştır. Gerçekten de soğuk bir bölgede yer alan Diyadin'de evlerde devamlı sıcak suyun bulunması, ısınma harcamalarının düşük olması ve hava kirliliğinin azalması, kasabada yaşayan insanlara rahat bir yaşama ortamı sunmaktadır.

Jeotermal enerjinin seraların ısıtılmasında da başarı ile kullanılması yöre ekonomisini olumlu yönde etkileyecektir. Halen deneme üretimi yapılan seralardan başarılı sonuçların alınması, yöre halkını umutlandırmıştır; seracılığın gelecekte yöre için iyi bir gelir kaynağı olacağı anlaşılmıştır. Bu amaçla Ağrı Valiliği önümüzdeki yıllarda bu faaliyeti yöre genelinde yaygınlaştırmayı planlamaktadır. Diyadin Belediyesi de özel sera kurmak isteyen girişimcilere, her türlü kolaylığı sağlamaktadır.

Diyadin'de yapılmakta olan AG-KAR 100 ton/gün kapasiteli CO_2 sıvılaştırma ve kurubuz tesisiyle presipite kalsiyum karbonat üretim tesisinin gerçekleşmesiyle yeni yeni sanayi alanları doğacaktır. Bu sayede hem Diyadin kasabası süratle büyüyecek ve kentleşme süreci hızlanacak, ve hem de halkın yeni iş kollarında istihdamı ile işsizlik azalıp, halkın gelir düzeyi yükselecektir.

Diyadin, Türkiye'de jeotermal enerji ile şehirlerin ısıtılabilmesinin mümkün olduğunu göstermesi açısından da tipik bir örnektir. Özellikle şehirlerde hava kirliliğinin önemli bir sorun oluşturduğu günümüzde, Diyadin örneğinin önemi daha da artmaktadır. Ülkemizin jeotermal enerjiye sahip olan yerlerinde bu kaynaklara yakın olan yerleşim yerlerinin ısıtılması çalışmaları devam etmektedir. Yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin kullanımının yaygınlaşması, ülkenin enerji gereksinimi açısından dışarıya olan bağımlılığının azaltılmasına katkıda bulunacaktır.

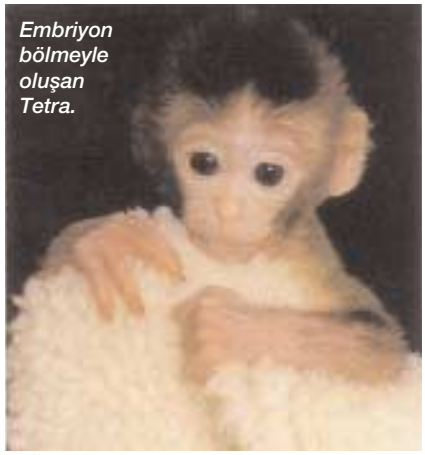
Hasbi Soylu
Araştırma Görevlisi, Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi

Kaynaklar
Ağrı-Diyadin jeotermal Alanı jeolojik Etüt Raporu ve Jeotermal Potansiyeli, Doğan Jeotermal, Ankara.
Şenger, A.M.C. *Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları*, Department of Geologica Sciencçes University of N.Y. at Albany, N. York 12222, USA, 1980.
Burçak, M., -Yıldırım, T., -Yücel, M. *Ağrı-Diyadin Çermik Sahası Jeotermal-Jeofizik Etüt Raporu* M.T.A. ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 1997.
Doğanay, H. *Enerji Kaynakları* (Ekonomik Coğrafya 2)Genişletilmiş 2.Baskı Şafak Yayınevi, Erzurum, 1998.
Facca,G. "Jeotermik Enerji Araştırmalar". *M.T.A. Enst. Dergisi*, Sayı:62,s.142-150, Ankara, 1964.
Göksu, E. *Enerji Kaynakları 1.*İstanbul Teknik Üniv. Maden Fak. Yay. No:21, Maden Fak. Ofset Matbaası, İstanbul, 1986.
Günaltay, M. Ş. "Yakın Şark II." *T.T.K.*, Ankara, 1987.
Hatunoğlu,Y.B.,-Gül.A. *Ağrı İli ve Havalisi Tarihi.* Ağrı Valiliği Kültür Yayınları 1,Ağrı, 1999.
Sür, Ö. "Jeotermal Enerji." *Ankara Üniv. D.T.C.F. Dergisi*, Cilt: XXVIII. Sayı : 3-4, s.1-37, Ankara, 1997.
Şaroğlu, F., Yılmaz,Y. "Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ile ilgili Mağmatizması". *Ketin Sempozyumu* s. 149-162, Ankara, 1984.
Uysallı, H. "İzlanda Jeotermik Enerji kaynakları ve Bundan Yararlanma Şekilleri" *M.T.A. Enst. Dergisi*. Sayı :76, s. 192-196, Ankara, 1971.

Çekirdek Nakli ve Embriyon Bölme

Kalıtsal hastalıklardan bazıları, örneğin mukoviskidoz ve orak hücreli kansızlık, belli genlerin eksikliğine bağlı. Bu gibi hastalara, eksik olan geni naklederek iyileştirebileceğiz. Fakat gen nakliyle tedavi yeni yeni başlıyor. Gen nakli araştırmalarında en büyük engellerden biri, genetik olarak özdeş, yani DNA'ları birbirinin tıpkısı olan, deney hayvanlarının bulunamayışı. Bilindiği gibi her bireyin DNA'sı, parmak izi gibi, kendine özgü. Her bireyin bir "genetik kartvizit"i var. Bir bireyin bütün hücreleri aynı genetik kartvizite (aynı DNA'ya) sahip. Genetik kartvizit, adli tıpta çok işe yararken (babalık saptanması, bir kıldan ya da çok az kandan, spermden vb suçlunun bulunması), deneysel tıpta bir engel oluşturuyor. Bunun nedeni şu: Deney hayvanlarında yapılan her deney bir kontrol grubuyla, yani deney yapılmamış hayvanlarla karşılaştırılır ve bu karşılaştırmaya dayanılarak istatistiksel analiz yapılır. Deneyle varılan sonuçların rastlantıya bağlı olup olmadığı, ancak bu istatistik analizle anlaşılabilir. İşte bu noktada genetik kartvizit, bilimin işini zorlaştırmakta. Şöyle ki, her bireyin farklı DNA'sı olduğundan, kontrol grubunda genetik özdeşlik sağlanamamakta; bu ise deneyin doğruluk derecesini azaltmakta. Son birkaç yıla kadar deneysel tıbbın elinde genetik olarak özdeş (DNA'ları aynı) iki grup canlı vardı: Tek yumurta ikizleri, üçüzleri vb. ve binlerce nesil sonra genetik yapıları birbirine çok benzer bir hal almış fareler. Son yıllarda bunlara genleri özdeş makak maymunları eklendi; bunlara kısaca GÖMM. diyeceğiz. GÖMM yaratılmasına yeni yeni başlanıyor. GÖMM. deneysel tıpta genetik özdeşlik sağlama sorununu çözecek. Böylece hem daha az sayıda deney hayvanına gerek olacak, hem de deney sonuçları daha doğru olacak.

Doğada GÖMM yok (ikizler vb hariç). Bu nedenle deneysel tıbbın kendi

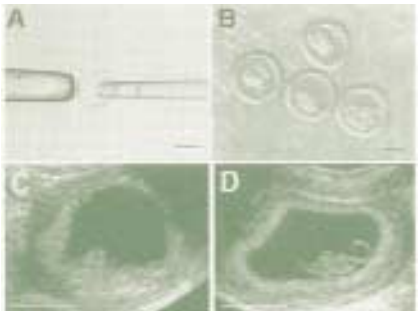


Embriyon bölmeyle oluşan Tetra.

GÖMM'lerini yaratmak için araştırmalara başlamasına şaşmamak gerekir. GÖMM araştırmaları iki yönde gelişiyor: Çekirdek nakli (nükleer transfer) ve embriyon bölme.

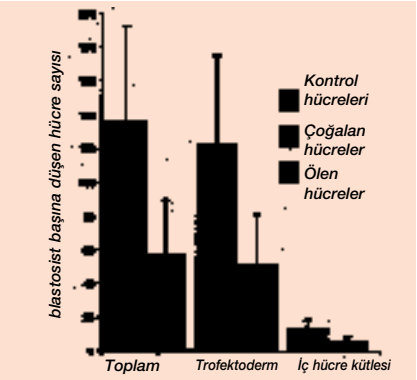
Embriyon bölmeyle GÖMM elde edilişi ilk kez A.W.S. Chan ve arkadaşlarınca Science dergisinin 14 Ocak 2000 sayısında yayımlandı. Çekirdek nakliyse 1997'de başladığından, önce onu anlatacağız. Nasıl bir insandan diğerine böbrek, kemik iliği vb nakli yapılıyorsa, bir hücreden diğerine de çekirdek nakli yapılabiliyor.

İlk çekirdek nakli, 40 yıl önce kurbağalarda yapılmıştı; fakat bunun arkası gelmedi. 1997'de ABD'de Oregon Sağlık Bilimleri Üniversitesi ve Oregon Maymun (Primat) Araştırma Merkezi'nden Dr. Don Wolff yönetiminde Dr.

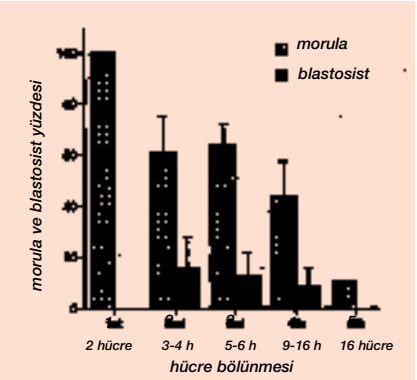


Şekil 1- Embriyon bölme. A- İki blostomerin içi boş zona pellucida içine sokuluşu. B- Herbiri 2 blastomer taşıyan 4 embriyon, C- Plasentası normal, fetüsü gelişmemiş gebelik (ultrasonografi), D- Tetra döl yatağı içinde (ultrasonografi)

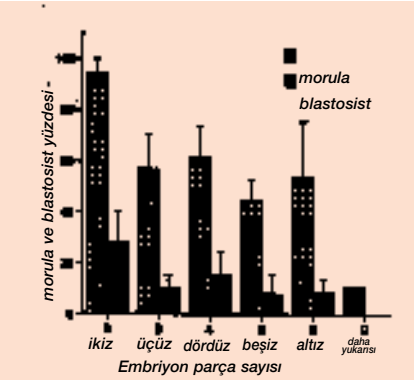
Richard Stouffer ve Dr John Ely, makak (rhesus) maymunlarında ilk çekirdek naklini gerçekleştirdi. Bunun için şöyle bir yöntem kullanıldı: Dişi maymunlara gonadotropin hormonu verilerek, ovülasyon (yumurtlama) uyarıldıktan sonra, bunların yumurtalıklarından ovum (yumurta) alındı. Ovumun çekirdeği mikropipetlerle çıkarıldı, geriye ovumun zona pellucida denilen saydam zarı ve sitoplazması kaldı. Bunu bir zeytinin çekirdeğinin çıkartılması gibi düşünebilirsiniz. Bu çekirdeği çıkartılmış ovuma "çekirdek alıcı" diyelim. Şimdi bir de "çekirden verici" gerekecek. Çekirdek verici olarak, bir başka dişi maymunun tüpte döllenmiş ovumundan elde edilen embriyonun sıvı azotta dondurulmuş ya da taze hücreleri kullanıldı. Embriyonun erken dönem hücrelerine "blastomer" denir. [Embriyon, döllenmiş ovumun 2'ye, 4'e, 8'e … bölünmesiyle, başlıca 3 evreden geçiyor: dut biçimi hücre yığını (morula), embriyon kesesi (blastosist) ve gastrula (bir kutbu eldiven parmağı gibi içeri çökmüş blastosist)] Tüp içinde döllenmiş ovumun oluşturduğu 8 hücrelik embriyo alındı ve 8 blastomere ayrıldı. Her blastomer, çekirdeği çıkartılmış bir ovumun zona pellucidası, altına verildi. Sonra zayıf bir elektrik akımı verilerek kaynaşma sağlandı. Böylece 8 blastomerle 8 çekirdeksiz ovumdan, 8 genetik olarak özdeş embriyon elde edildi. (Hatırlatalım ki bu 8 blastomerin hepsi aynı DNA'yı içerir). Genetik olarak özdeş embriyonlar sıvı azot içinde aylarca canlı olarak saklanabilir. Buzu çözülmüş embriyonlar 9 dişi maymunun döl yatağına, âdet devrinin uygun bir zamanında nakledildi. 9 maymundan 3'ünde gebelik oluştu; bir gebelik 30 gün sonra düşükle sonuçlandı. Diğer 2 gebelikten birer yavru maymun doğdu; bu yavruların dişisine Neti ve erkeğine Ditto adı verildi. Neti ve Dito'nun DNA'sı tıpatıp aynı; yani bu iki yavru maymun genetik olarak özdeş.



Şekil 3- Bölünmüş ebriyonda TE ve ICM sayısı kontrollere göre azalmıştır



Şekil 4- 2, 4, 8, 16 hücrelir embriyonlarda morula ve blastosist oranı



Şekil 5- İkizlerden altızlara morula ve blastosist oranı

Onları taşıyıcı anneleri emziriyor. Bu yavruların 20 yıl yaşayacakları tahmin ediliyor.

Oregon deneyleri tıpta yeni bir ufuk açtı. Bu deneylerin devamı gelecek. Amaç embriyonal kök hücreleri kullanarak (bunlar sonsuz bölünebilir), çok sayıda GÖMM elde etmek. Diğer hedefse, nakilden önce çekirdekte gen operasyonu yapmak; yani gen eklemek ya da gen çıkartmak; böylece transgenik (genleri değiştirilmiş) canlılar elde edilebilecek.

Çekirdek nakliyle 12'ye kadar GÖMM elde edilebilir; fakat deneyler için ikiz ya da üçüzlerin yeterli olduğu düşünülüyor.

Çekirdek nakli deneylerini, 1997'de İskoçya'da İan Wilmut ve arkadaşlarınca gerçekleştirilen klonlama deneyiyle karıştırmamak gerek. Dr. Wilmut, kuzu Dolly'yi klonlama yoluyla elde etmişti. Çekirdek nakliyle, klonlama arasındaki fark şu: Klonlamada, bir erişkinin vücudundan alınan bir hücrenin çekirdeği, bir başka erişkinden alınan çekirdeği çıkartılmış ovuma nakledildiyor ve döllenmiş ovum, taşıyıcı annenin döl yatağına konularak yavru doğurtuluyor. Bu yavru, çekirdek verici annenin kopyası. Çekirdek nakli yönteminde, çekirdek verici bir erişkinin vücut hücresi değil, embriyon hücreleri (blastomer) kullanılıyor. Ayrıca çekirdek naklinde amaç bir canlıyı kopyalamak değil, genetik olarak özdeş ikizler, üçüzler vb. yaratmak. Bu genleri aynı ikizler, üçüzler vb. hastalık modelleri oluşturmada, yaşlılığı geciktirme, kanser, AIDS, depresyon ve alkolizm araştırmalarında, kalıtsal hastalıkların anlaşılması ve tedavisinde kullanılacak. Nesli tükenmekte olan hayvanlar bu yöntemle çoğaltılabilir. İnsan embriyon hücreleriyle deney yapmak etik açıdan yasak olduğundan maymun seçilmiştir. Ancak doğal olarak bu gibi deneylerin insanlarda da yapılması mümkün ve belki bir gün, insanlığın yararı için olmak şartıyla, insanda da çekirdek nakli kullanılabilecek. Kuzu Dolly'nin doğumundan sonra sığır, fare ve keçilerde de klonlama yoluyla kopyalama başarıldı. Fakat klonlamanın can sıkıcı yönleri de var: Bir kere klonlamada fetüs ve yeni doğmuş ölümü çok sık. Sonra kopyalama yoluyla yaşlıların genç bir kopyasını oluşturma umudu söndü. 6 yaşında bir anneden kopyalanan kuzu Dolly 1 yaşında değil, 6+1= 7 yaşında. Dolly'nin yaşlı doğduğu, hücre çekirdeklerindeki telomerlerin kısalmış olmasından anlaşıldı (kromozom uçlarındaki telomerler, yaş ilerledikçe kısalır).

Gerek klonlamada, gerekse çekirdek naklinde çekirdek, bir bireyden, sitoplazma ise başka bir bireyden geliyor, bu birleşme sonucu oluşan hücrenin çekirdeğindeki DNA ile sitoplazma mitokondrilerindeki DNA farklı bireylere ait. Bu iki yöntem ancak çekirdek DNA'sı bakımından özdeşlik sağlayabiliyor. Bu nedenle deneysel tıp hem çekirdek, hem de mitokondri DNA'sı bakımından özdeş bireyler yaratma gereği duydu. Bu da embriyon bölmeyle sağlandı.

Embriyon bölme de, ABD'de Oregon Bölgesel Maymun Araştırma Merkezi'nde başarıldı. Embriyon bölme şöyle yapıldı: Tüp içinde döllenmiş bir makak maymunu ovumu, 8 blastomerlik embriyon evresine kadar büyütüldü. Sonra mekanik yolla 8 blastomere bölündü. İçi boşaltılmış dört zona pellucida'nın (ovumun saydam zarı) herbiri içine 2 blastomer sokularak (şekil 1A), dördüz bir embriyon (şekil 1B) elde edildi. İki taşıyıcı anne maymunun herbirinin döl yatağına dördüz embriyon nakledildi. Her iki maymunda gebelik başladı. Bir gebelikte (şekil 1C) yalnız plasenta oluştu; fetüs gelişmedi. Diğer gebelikten Tetra adı verilen yavru doğdu (şekil 1D ve şekil 2). PCR yöntemiyle, gelişmeyen fetüsle Tetra'nın genetik olarak özdeş olduğu gösterildi.

Bu deneyde 107 makak maymunu embriyonundan 368 embriyon parçası oluşturuldu; 13 embriyon nakli sonucu 4 gebelik oluştu (gebelik oranı %31, tüp bebekteyse %53). 4 gebeliğin ikisi düşükle sonlandı; birinde yalnız plasenta büyüdü; birinden de Tetra doğdu.

Düşüklerin nedeni zona pellucida patlaması, mikro yöntemlerle hücrelerin rahatsız edilmesi ve küçük embriyondu. Embriyon hücreleri iki yönde gelişir: trofoektoderm (TE) ve iç hücre kitlesi (ICM). Konfokal mikroskop ve 3 boyutlu incelemeyle blastosisttde ortalama 6 ICM ve 51 TE bulundu (tüp bebekte bu sayılar 13 ve 122'dir). ICM ve TE sayısının azlığı ve apoptoz (programlı hücre ölümü) düşüğe yol açar (şekil 3). Apoptoz parçalanmış embriyonda ve özellikle ICM'de daha sık görülür. Deneyde kullanılan embriyonların morula ve blastosist oluşturması, 2 hücreli evreden 16 hücreli evreye kadar giderek azalır (şekil 4). Blastosist oluşması da ikizlerden altızlara doğru giderek azalır ve yedizlerde ve sonrasında sıfır olur (şekil 5). İkizlerde morula oluşturma oranı % 94 ve blastosist oluşturma oranı % 28'dir.

Embriyon bölme yöntemiyle, çekirdek ve sitoplazma DNA'sı bakımından özdeş ikizler, üçüzler vb. oluşturma yolu açılmış bulunuyor.

Selçuk Alsan

Kaynaklar:
Biol reprod 57: 454-9, 1997
Science, 14 Ocak 2000
http://www.cnn.com/TECH/9703/02/monkey.monkey
http://augustachronicle.com/stories/011998/tec_124-6881. Shtml
http://www.accessexcellence.org/WN/SUA09 monkey397.html
http: www.ohsu.edu/orprc/curret/neti.htm
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post Entrez/guery? Nb=m_d
http://www.house.gov/science/smith_3-5 html

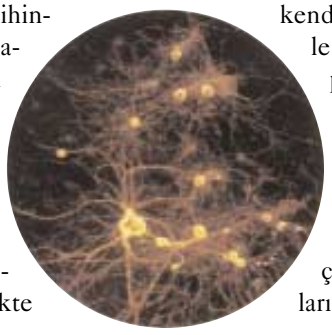


Bilişsellik ve Beyin

Öğrenme, bellek, dikkat, algı gibi bilişsel süreçlerin, beyinde hangi yapıların etkinlikleriyle örtüştüğü, yüzyılımızın en ilginç araştırma alanlarından biri. Bizler için beyin artık bir "kara kutu" olmaktan çok uzak. Bilişsel süreçlerin beyindeki "yerleri", bu işlevlerin nasıl "gösterildiği" ve buralardaki sinir hücrelerinin nasıl çalıştığı konularında pek çok şey biliniyor. Bilinç ve beynin işlevi arasındaki ilişkiyse hâlâ gizemini koruyor. Kimi uzmanlar, bu alanda kullanılan teknolojik araçlar geliştirildiği taktirde, bilinç ve karar verme gibi üst düzey işlevlerin de beyindeki hangi yapıların hangi etkinliklerine bağlı olduğunun anlaşılacağı kanısındalar.

Beynimiz, bilinç, zihin, akıl gibi bizi biz yapan her şeye ev sahipliği yapar. Beynin bu özellikleriyle birlikte zihinsel işlevlerin ve bilincin biyolojik temellerinin araştırılması, yüzyıllardır insanların ilgisini çeken bir konu olmuştur. Bilişsellik ve duyguların beyindeki büyük nöron sistemlerinin elektriksel etkinliklerinden doğduğunu biliyoruz. Bu oluşların bilimsel olarak incelenmesi, disiplinlerarası çalışma yöntemlerini gerektiriyor. Beyin bilimi olarak tanımlanan bu araştırma alanında, nörofizyoloji, bilişsel psikoloji ve bilgisayar teorisi gibi, birbirinden çok farklı alanlardan araştırmacılar bir araya gelerek, zihnimizin ve onun bilişsel süreçlerinin biyolojik temellerini araştırıyorlar.

Geçtiğimiz on-yirmi yılda, algı, öğrenme, bellek, dikkat, karar verme, dil gibi bilişsel fonksiyonların nörolojik temelleriyle ilgili pek çok yeni bulgu ortaya çıktı. Buna, duyguların ve güdülenmenin bilişsellik üzerindeki etkisinin anlaşılmaya başlanmasını da ekleyebiliriz. Örneğin, beyindeki belli bölgelerdeki nöronların etkinliklerinin, belli iç ya da dış uyaranlara göre düzenlendiğini biliyoruz. Günümüzde araştırmacılar, bazı durumlarda belli bir beyin yapısındaki nöronların etkinliğini elektrik ya da farmakolojik tekniklerle yapay olarak yönlendirip, davranışta beklenen bazı değişiklikleri yaratabiliyorlar. Ancak, birkaç ayrıcalıklı durumun dışında, zihindeki bu olaylar konusundaki bilgilerimiz yüzeysel kalıyor.



Bilim adamları, sinir sisteminin herhangi bir noktasındaki nöronların etkinliğinin nöron sistemleri arasındaki sinaptik etkileşimlerle gerçekte nasıl üretildiğini anlama konusunda güçlüklerle karşılaşıyorlar. Nature dergisinin 2 Aralık 1999 tarihli özel sayısında Nichols ve Newsome, bu konularda sahip olunan bilgiyi, geceleyin bir uçağın penceresinden aşağıya bakmaya benzetiyor: "Yeryüzüne dağılmış olarak kentlerden ve kasabalardan yayılan ışık demetlerini görüyoruz. Bu şehirlerin birbirine karayolları, demiryolları ve telefon şebekeleriyle bağlı olduğunu biliyoruz. Ancak, toplumu tanımlayan öğeler olan, kentlerin kendi içindeki ve birbirleriyle aralarındaki toplumsal, politik ve ekonomik ilişkiler hakkında çok az bilgiye sahibiz".

Peki, hangi bilişsel olayların beyindeki karşılıkları açıklanmaya çalışılıyor? Bu açıklamaların aldığı biçim ne, hangi

yöntemler kullanılarak bu açıklamalara varılıyor? Öncelikle, bu alanda çalışan uzmanların, hangi zihinsel olayların beyindeki temellerini bulmaya çalıştıklarına bir göz atalım. Aşağıdaki, görselliğe dayanan bilişsellik örneği, beyin konusunda çalışan bilim adamlarının anlamaya çalıştığı zihinsel olaylardan biri. Bir kızın bir piknik sepetinin önünde durduğunu hayal edelim. Sepetin içindeki elmaların arasından en büyük ve en parlak elmayı seçmek istiyor. Elmalara bakıyor, bir tanesini seçiyor ve uzanıp elmayı alıyor. Bize çok basit gelse de, aslında bu basit tanımlama, beynin bir sahneyi algılarken, hareketin nasıl gerçekleşeceğine karar verirken ve daha sonra da onu gerçekleştirirken içine düştüğü karmaşık durumları da anlatıyor.

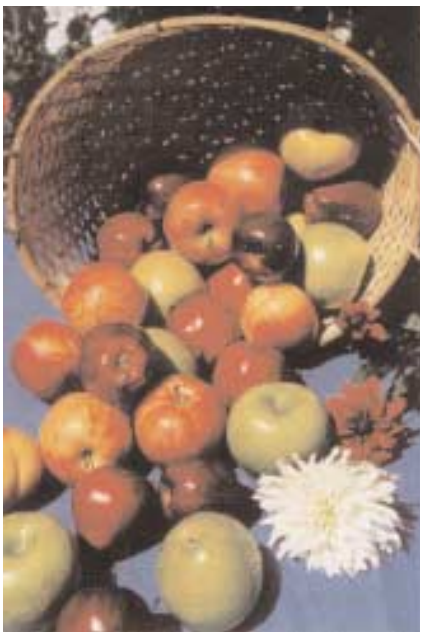
Verilerin Yapılandırılması

Öncelikle beynimiz, görsel çevremizdeki nesneleri doğrudan üç boyutlu olarak "görmez"; elma sepeti sahnesini, iki gözümüzün retina tabakalarına düşen iki boyutlu, karmaşık görüntülerle yeniden yapılandırmak zorundadır: Elmaların boylarının ve renklerinin belirlenebilmesi ve istenilen elmaya elin uzatılabilmesi için derinlik algısının gerçekleşmesi gerekir. Beyin de, retinaya düşen görüntülerdeki ipuçlarını kullanarak üçüncü boyutu yeniden kurar. (Örneğin, bu ipuçlarından biri, iki gözümüzün arasındaki mesafenin hesaba katılması ve iki retinaya düşen görüntülerin birbirinden biraz farklı olmasıdır.)

İkinci olarak, en büyük elmayı seçebilmek için kızın, elmaların büyüklüklerini tam olarak bilmesi gerekir. Retinaya düşen görüntülerinin büyüklükleri, elmaların her birinin kıza olan uzaklığına göre değişir. Görsel sistem, uzaklığı hesaba katar ve farklı uzaklıktaki nesnelerin gerçek büyüklüklerini otomatik olarak hesaplar. Üçüncü olarak, elmaların retinadaki görüntüsü, aslında bir çizgiler karmaşasıdır: Arka plan ögeleri, renk sınırları, gölgeler, yansımalar, elmaların üzerindeki kirler, vb. Elmaların sınırlarını belirleyebilmek için beynin tüm bunları da bir düzene sokması gerekir. Kızın görsel sistemi bu sahnenin bir benzerini



oluşturduktan sonra, daha üst düzey bir karar mekanizması bu bilgileri değerlendirerek tek bir elmayı seçmek zorundadır. Bunun için bilişsel sistem, elmaları sınıflandırır (ekşi elma, kırmızı elma, vb.) ve bunları, onlara karşılık gelen duygusal anlamlarla eşler. Bunun gerçekleşmesi için, elmaların renkleri, boyları ve biçimleri arasındaki farklılıklara dikkat etmek gerekir. Yani, kızın kararı, o anda edinilen "duyusal" veriler, görsel bellekten çağrılan, daha önceden öğrenilmiş elma sınıfları, ve deneyimlere bağlı olarak yapılmış sevilen-sevilmeyen sınıflandırmalarınca biçimlendirilir. Buna ek olarak, alınacak kararla ilgisi olmayan başka ögeler ise gözardı edilmelidir. Son



Elma sepeti sahnesi. Sepete uzanıp parlak, kırmızı renkte bir elma seçebilmek için, görsel sistemden gelen verilerin yapılandırılması, öğrenilmiş elma kategorilerine başvurulması gibi bir dizi karmaşık hesaplama yapılır.

olarak da, beyin bu sahneyi bir kez yeniden yapılandırdıktan ve bir karara vardıktan sonra, elmaya ulaşmak için, istemli hareket sistemleri, uygun olan davranışı planlayıp gerçekleştirilmesini sağlar; kız elini elmaya uzatarak onu alır.

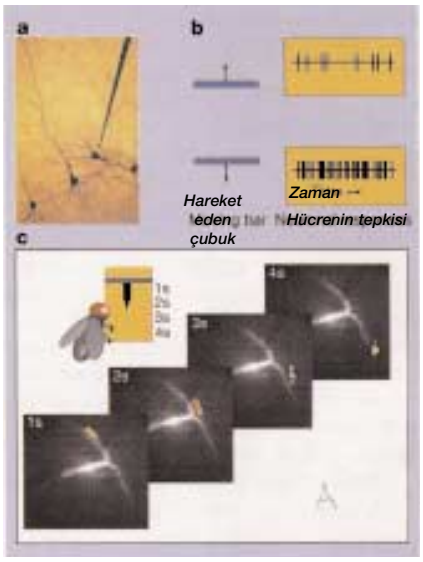
Bu küçük olayda bile beynimiz, istenilen sonuca ulaşabilmek için görsel sistemden gelen verileri, görsel bellekte bulunan, önceden öğrenilmiş elma kategorileri ve deneyimlerle kazanılmış "sevilenler-sevilmeyenler" bilgilerini bir araya getiriyor. Böyle karmaşık "hesaplamalar" yaparak hangi elmaya uzanılacağını belirliyor. İşte bilim adamları, bu türden bilişsel işlevlerin altında yatan beyindeki mekanizmaları anlamaya çalışıyorlar. Herhangi bir bilişsel işlevin beyindeki temellerinin anlaşılması, davranış gözlemleriyle, algı ve bilişsel psikoloji alanlarında çalışan psikologların bunlarla ilgili olarak geliştirdiği varsayımlarla başlar. Bu kavramsal çerçeveye uygun olarak nörofizyologlar, beynin çeşitli düzeylerde rolü üzerine çalışmaya başlarlar. Bu düzeylerin üç önemli aşaması vardır: İşlevin beyindeki yerinin belirlenmesi, işlevin nasıl ifade edildiğinin belirlenmesi ve bir mikrodevre olarak düşünülen sinir hücrelerinin nasıl çalıştığının belirlenmesi.

İşlevlerin "Yerleri"

Genelden özele doğru gidecek olursak, ilk sırada bu işlevlerin beyindeki "yerleri"nin belirlenmesi bulunur. Sözgelimi, görsel uyarıcılara tepki verilmesi sırasında (örneğin bir resme

bakarken) beyindeki hangi yapılar etkin duruma geliyor, dikkatimizi resmin türlü bölgelerine yönelttiğimizde özellikle nereler etken oluyor? Beyin araştırmalarında hangi işlevlerin beynin hangi bölgelerince yönetildiği, üzerinde en çok durulan araştırma konularındandır. Bunu, beynin haritasının çıkarılması olarak da düşünebiliriz. Bu çalışmalar, günümüzden 150 yıl kadar önce, Paul Broca ve Carl Wernicke'nin, beyin hasarına bağlı olarak konuşma güçlüğü çeken hastalarla çalışırken, beynin farklı bölgelerinin, konuşulan dilin farklı yönleriyle ilgili olduğunu bulmalarıyla başladı.

20. yüzyılın başlarında sinirbilimcilerin (nörologların), beynin belli bölgeleri hasar gördüğü zaman ortaya çıkan zihinsel bozuklukları tanımlamaya başlamasıyla bu yöntem önem kazandı. Günümüzde "yer" belirleme çalışmalarında en çok kullanılan yöntemlerse, PET (Positron Emission Tomography) ve fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) taramalarıyla yapılan ölçümler. Bu yöntemlerin her ikisinde de, kişi türlü bilişsel etkinliklerle uğraşırken, (sözgelimi kitap okurken), beynin farklı bölgelerindeki kan basıncında oluşan değişimler ölçülüyor. Kan basıncının değişmesi, beyinde, söz konusu işlevle ilgili olan bölgedeki sinir hücrelerinin etkinliğinin artmasına bağlı olarak, metabolizmada oluşan değişimlere işaret ettiği düşünülüyor. Araştırmacılar, PET ve fMRI taramalarını kullanarak, insan beyninin küçük bir bölgesindeki (birkaç milimetre) sinir hücrelerinin birkaç saniyelik etkinliklerini görebiliyorlar. PET ve fMRI ile yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, beyin hasarlı hastalardan elde edilen verilerden çok daha fazla bilgi taşıyor. Bu yöntemlerdeki son gelişmeler sayesinde, beyinde hangi bölgelerin hangi zihinsel işlevlerimize karşılık geldiği konusunda geniş bir bilgi tabanımız var. Ancak, sorun şu ki, beyindeki her bir bölgenin ya da yapının hangi zihinsel/ bilişsel işlevlere karşılık geldiğini tek tek bulursak beynimizin nasıl çalıştığını anlamış olacak mıyız? Çünkü, bu veriler, bu yapılarda kodlanan sinyallerin doğası, yapılan hesaplamalar ve farklı yapılar arasındaki etkileşimler konusunda çok az görüş kazandırıyor.



a: Maymun beynindeki görsellikle ilgili nöronlar. Resimde, hücre dışındaki olayları gözlemek için kullanılan mikroelektrot da görülüyor. b: Aşağı doğru harekete karşı seçici olan bir sinir hücresinin aşağı- yukarı doğru hareket eden bir çubuğa (mavi çubuk) verdiği farklı tepkiler görülüyor. Çubuk aşağı doğru hareket ettiğinde hücre daha çabuk deşarj oluyor. c: Bir sineğin görsel bölgesinde aşağı doğru harekete karşı seçici bir hücre, böyle hareket eden bir çubuğa tepki veriyor. Bu dört görüntü, çubuk kayarken hücrenin farklı bölgelerindeki elektriksel değişimleri gösteriyor. Hücre, öteki sinir hücrelerinden gelen elektrik akımının yol açtığı kalsiyum akışına tepki olarak parlayan kalsiyum yeşiliyle doldurulmuştur.

İşlevlerin "Gösterilmesi"

Beynimizin bilgileri nasıl işlediği ve "gösterdiği", buradaki belli yapılarda minyatür elektrotlarla yapılan ölçümlerle elde edilebiliyor. Bu teknikler sayesinde araştırmacılar, bir tek sinir hücresinin, ya da etkinlikleri birbirlerininkilerle ilişkili olan sinir hücrelerinden oluşan kümelerin elektriksel etkinliklerini doğrudan ölçebiliyorlar. Bu ölçümler sonucu, tek bir sinir hücresinin ya da sinir hücresi kümelerinin etkinlikleri kaydedilerek, bu etkinliklerin, sözgelimi, kırmızı rengin algılanmasıyla mı yoksa yay biçimli çizgilerin algılanmasıyla mı ilgili olduğunu bulabiliyorlar. (Örneğin, böyle bir kümede kimi hücreler aşağı doğru hareket eden görsel uyarıcılara karşı "seçici"yken, kimileri de başka yönlere doğru hareket edenlere ya da belli renklere karşı seçici olabiliyor.) Sinir hücrelerinin bu seçicilikleri, görsel çevrede, belli özelliklerin , belli nesnelerin varlığına ya da yokluğuna işaret ediyor.

Bu bulgular, araştırmacılara herhangi bir bilişsel fonksiyonun altında yatan beyin sistemlerinin incelenmesi için anahtar görevi görüyor. Örneğin, denek kendisine verilen işi yaparken, belli bir bölgede birbirinin ardı sıra alınan ölçümler, tek bir sinir hücresinin taşıdığı bilginin geçirdiği değişimlerin anlaşılmasına yarıyor. Bu tür ölçümleri temel alarak araştırmacılar, bu değişimlerin nasıl gerçekleştiği konusunda sayısal modeller geliştirebiliyorlar. Bunun yanı sıra, beyindeki herhangi bir yapıdaki farklı sinir hücresi kümelerini elektriksel ya da farmakolojik yöntemlerle etkinleştirerek, ya da etkinliğini engelleyerek, buraların işlevleri konusundaki varsayımlarını sınayabiliyorlar. Bu düzeydeki araştırmalar, belli sinir hücresi türlerinin etkinlikleriyle belli zihinsel süreçler arasında neden-sonuç ilişkilerinin kurulmasına yarıyor.

Beyindeki Mikrodevreler

Ancak, bu yolla, hücreler arasındaki sinyallerin nasıl oluşturulduğunu, nasıl kodlandığını, ve tek bir sinir hücresi ya da hücreler topluluğunca nasıl taşındığını açıklamak olanaksız. Örneğin, beynimizin korteks tabakasındaki sinir hücreleri, 3-10 bin başka sinir hücresinden sinyal alırlar. Deney ortamındaysa, nörofizyologlar, elektrotlarla yalnızca birkaç sinir hücresinin davranışını taklit edebilmektedirler. Bu kadar kısıtlı bir veri setiyle, bir sinir hücresinin aldığı binlerce verinin, nasıl "çıktı"ya dönüştürülerek öteki sinir hücrelerine iletildiğini belirlemek güçtür. Beyin araştırmalarında kullanılan üçüncü bir araştırma düzeyiyse, daha özele inerek, hücrelerin mikrodevrelerini ve tek bir sinir hücresinin etkinliklerini düzenleyen dinamik etkileşimlerin incelenmesine yönelik. Bu araştırmalarda, hücreler arasındaki etkileşimlerin gözlenmesine yarayan gelişmiş görüntüleme yöntemleri kullanılıyor. Böylelikle, sinir hücrelerinin başka sinir hücrelerinden gelen sinyal-

leri nasıl dönüştürdüğünü ve öteki hücrelere nasıl ilettiğini anlayabiliyoruz. Bunların yanı sıra araştırmacılar, sinir hücresi akımlarının zihinsel olaylarda nasıl rol oynadığını gözlemenin yanı sıra, bu moleküllerin üretiminden ve dağıtımından sorumlu genleri de tanımlayabiliyorlar.

Birçok araştırmacıya göre, kullanılan teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin, memelilerdeki karar verme mekanizması gibi üst düzeyde bir bilişsel işlevin altında yatan mikrodevrelerin anlaşılması çok uzak bir umut. Gerçekten de, örneğin, fMRI taramasıyla elde edilen verilerin zamansal çözünürlüğü gibi sorunlar var: Bu görüntüler, saniyelerle ölçülen kanın akış dinamiklerini gösterir. Fakat beyindeki işlemlerin tümü millisaniyeler içerisinde gerçekleşmektedir.

Yine de uzmanlar, ne olursa olsun, bu süreçlerin anlaşılması konusundaki çabaların, önümüzdeki yüzyılda toplum yapısına önemli etkilerinin olacağını düşünüyorlar. Bu yeni bulgular, özellikle nörolojik bozukluklar ve şizofreni gibi bazı psikolojik rahatsızlıkların sağaltımında etkili olabilir. Öğrenme, iletişim ve akıllı makinelerin tasarımıysa bu bilgilerin kullanılacağı başka alanlar. İnsan zihninin ve insan davranışlarının beyindeki biyolojik temellerinin bilimsel olarak anlaşılması, hem kendimizi, hem de içinde yaşadığımız toplumu anlayışımızı da etkileyecektir.

"Bilinç"

Araştırmacıların ilgi odağı olan başka zihinsel olaylarsa bilinç ve karar verme mekanizmaları. Bilinçli, yani yaptığımız şeyin farkında olmakla beynin işlevleriyle arasındaki ilişki, doğanın en büyük gizemlerinden biri olarak kabul edilegelmiştir. Bilim adamlarının mikroelektrotlar, mikroskoplar ve manyetik rezonans makineleriyle inceledikleri 1,5 kilogram ağırlığında bir doku, nasıl oluyor da bilincimize ev sahipliği yapıyor? Ayrıca, "bilinç" derken bununla neyi kastediyoruz?

Klasik bir düşünce deneyi, bu konuya bir bakış açısı getiriyor: Gelecekte bir zaman, beyin biliminin, sinir sistemimizin ışığa nasıl tepki verdiğinden, görsellikle ilgili davranışların nasıl ortaya konduğuna kadar, renk algısının altında yatan tüm biyolojik mekanizmaların bilim adamlarınca artık biliniyor olduğunu düşünelim. Bu dönemde yaşayan, renk körü bir beyin bilimcisi var. Bu kişi, normal bir insanın renkleri birbirinden nasıl ayırt ettiği ve renkleri nasıl tanıdığı konusunda her şeyi biliyor. Şimdi de, bilim adamının renk körlüğünün mucizevi bir biçimde geçtiğini düşünelim. Sorumuz şu: Adam, yeşil rengi ilk kez gördüğünde renk algısı konusunda yeni bir şey öğrenecek midir? Çoğumuz bu soruya "evet" yanıtını veririz. Adamın öğrendiği şey, yeşil rengin nasıl bir şey olduğunu bilinçli olarak denemiş olmaktır.



Bilinç, zihinsel yaşantımızın öznel, birinci tekil kişi deneyimleridir. Peki, nasıl oluyor da, beynimizin etkinliklerinden "bilinç" adını verdiğimiz durum ortaya çıkıyor? Aslında bu, insanların çok uzun bir zamandır kafasını kurcalayan eski bir soru. Peki, bilinç üzerine bilimsel çalışma yapılabilir mi? 1990'lı yıllarda, beyin ve zihin konusunda psikolojinin ve beyin biliminde o zamana kadar edinilen bilgilerin toplamından çok daha fazla şey öğrenilmiş. Bu durum gözönüne alındığında, kimilerine göre, doğru bir kuram ve yeterli teknoloji sağlanırsa, bilinçlilik durumunun nörofizyolojik temellerinin anlaşılmasının önünde hiçbir engel kalmayacak. Fakat, bu konudaki ilk sorun, herkesin kişisel deneyimlerinin yalnızca kendisince gözlenebilir olması. Aynı bedene ve aynı beyne sahip iki birey olduğunu varsayalım. Bu iki kişi, bedenleri ya da beyin konusunda birbirleriyle aynı gözlemleri yapıyor olabilirler. Ancak, üçüncü bir kişinin bu kişilerin zihinlerini gözlemesi olanaksızdır. Bedenimiz ve beynimiz başkalarınca gözlenebilir; ancak, zihnimiz özel ve öznel bir durumdur.

Beyin araştırmalarında kullanılan yöntemlerin, gelişmiş beyin taramaları ve sinir hücrelerinin etkinlik desenlerinin ölçülmesine dayandığından söz ettik. Kimilerine göre, beynin işleyişinin ayrıntılı bir biçimde analiz edilmesi, zihnin karar verme, bilinçli olma durumunun, "ben" duygusu gibi durumların biyolojik açıklamasının değil, yalnızca beynin işleyişinin ayrıntılarını ortaya çıkarmaya yarıyor. Çünkü, algı başta olmak üzere birçok bilişsel işlevde ortaya çıkan ürün, çoğu zaman beynin, birbirinin devamı olmayan bölgeleri arasındaki etkileşimlerden ortaya çıkıyor ve ortaya çıkan bu sonuç, parçaların toplamından daha farklı oluyor. Buna karşın nörofizyologlar, nörobiyolojik olayların açıklamalarının henüz tam olmadığını hatırlatıyorlar. Gerçekten de bugün, sinir hücrelerinin işlevleriyle ilgili sayısız ayrıntı, ve moleküler düzeyde gerçekleşen elektrik akımları konusunda keşfedilmeyi bekleyen pek çok bilinmeyen bulunuyor. Onlara göre, zihinsel işlevlerle beyindeki biyolojik olaylar arasındaki bu uçurum, zihnin, üzerinde çok tartışılmış ve tartışılan bir konusu olmasına karşın, beyin biliminin sinirsel olayların açıklamalarını henüz tanımlayamamış olmasından kaynaklanıyor. Bu düşünceye göre, zihin ne kadar kişisel ve de öznel olursa olsun, o da biyolojik bir temele sahip olduğu için, eninde sonunda nörobiyoloji aradaki bu açığı kapatacaktır.

Karar Verme

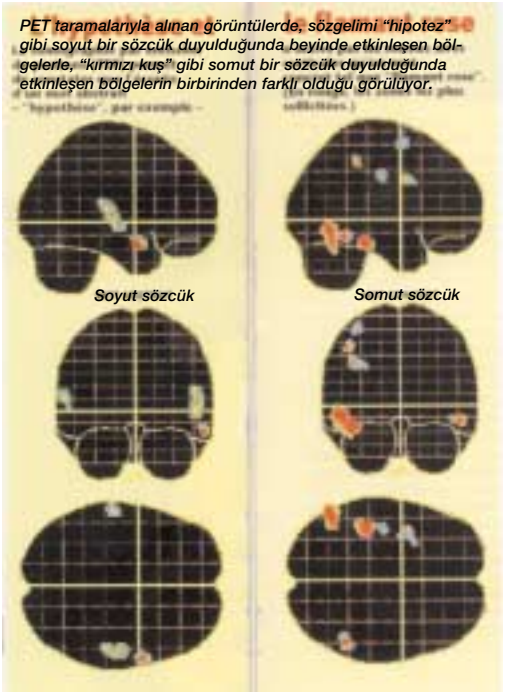
Zihinsel işlevlerin biyolojik temelleri konusundaki araştırmalarda bilim adamlarının ilgilendiği bir başka konuysa beynin, bilişsel sistemimizin karar verme işlevindeki görevleri. Maymunların denek olarak kullanıldığı araştırmalarda bilim adamları, karar vermeyle ilgili olduğu bilinen bölgelerde kaydedilen sinirsel etkinliklere bakarak, maymunun basit bir nesneleri birbirinden ayırt etme işinde hayvanın vereceği kararı, o bunu davranışıyla ifade etmeden birkaç saniye önce tahmin edebiliyorlar. Peki, zihinsel yaşantılarımızın en gelişmiş yanları, bir elma seçmek için verilen karardan tutun, eş seçimine kadar, bilinçli deneyimlerimiz, sinir sistemimizdeki elektriksel etkinlikleri oluşturan moleküler ve hücresel etkinliklerden oluşuyorsa, kişisel özgürlük duygumuza ne olacak?

Günümüzden 300 yıl önce yaşamış olan Alman filozof G. Wilhelm Leibnitz, akılcı düşüncelerin tümünün birer formülle gösterilebileceğini düşünüyordu. Buna göre, insan düşüncesinin, en küçük birimlerinden bir "abece" oluşturulduktan sonra, matematikçiler bu karakterleri uslamlama hesabına vurarak tüm bilimsel ve ahlaki sorunları çözebileceklerdi. Ona göre, bir kaç seçilmiş kişi, bütün bunları beş yıl içinde çözebilirdi. Bunlar bize gülünç gelebilir. Ancak pek çok kişiye göre, akılcı düşünce nesneldir ve matematiksel olarak analiz edilmeye de açıktır.

Akıl Nesnel midir?

Zamanımızda birçok araştırmacı da, aklın nesnel bir olgu olduğunu ve matematiksel olarak analiz edilebileceğini düşünüyor. Bu düşünceye göre, eğer yeterince düşünüp karar vermemizi engelleyen ya da sınırlayan etkenler olmasa, her zaman alınabilecek en iyi kararları alırdık. Ancak, ortada olan şu ki, bizler gündelik yaşantımızda tüm seçenekleri tek tek değerlendiren, en iyi fırsatı yakalamak için bekleyen "ideal" karar alıcılar olmaktan hayli uzağız. Max Planck Enstitüsü'nden Gerd Gigerenzer ve arkadaşları, evrimin bizleri hızlı karar verme araçları olarak bir dizi zihinsel kestirme yollarla donatmış olduğu tezi üzerine çalışıyorlar. Uzun matematiksel işlemler yapabildiğimiz, kimi insanların bellek konusunda şaşırtıcı biçimde iyi oldukları doğru. Ancak, onlara göre, gündelik durumlarda, evrimin bizlere sağlamış olduğu "adaptif alet çantamız"da bulunan kestirme yolları kullanıyoruz. Gigerenzer ve arkadaşları, hem bu kestirmelerin bazılarının neler olduğunu bulmuşlar, hem de bunları sınamışlar.

Peki, bizler için en doğru kararı en doğru karar yapan şey nedir? Bilim adamlarına göre, gerçek yaşamda iyi bir karar çoğu zaman "en iyi" seçeneği bulmak değil, en iyi "işleyen" seçeneği bulmayı gerektiriyor. Bedenlerimiz gibi zihnimiz de evrimle şekillendirildiği için, zihinsel "araçları" yaşamlarını sürdürmek ve üremek için çevresine uyum sağlamış olan atalarımızdan miras aldığımız düşünme yollarımız var. Herhangi bir karar verilmesi gerektiğinde tüm seçeneklerin hakkını vermek için durup inceden inceye düşünen bir ata, ya yemeğini ya da olası bir eşi, ve hatta yaşamını kaybedebileceği için, zihinsel süreçlerimiz hızlı ve sadedir. Bu sayede çok az bilgiyle ve basit kuralara baş vurarak hızlı karar verebiliriz. Bu araçların her biri belirli durumlarda belli tür bir ikilemi çözmek için tasarlanmıştır, yani sorun-odaklıdır.



PET taramalarıyla alınan görüntülerde, sözgelimi "hipotez" gibi soyut bir sözcük duyulduğunda beyinde etkinleşen bölgelerle, "kırmızı kuş" gibi somut bir sözcük duyulduğunda etkinleşen bölgelerin birbirinden farklı olduğu görülüyor.

Bu araçların en hızlı ve en sade olanı, "önceden tanışık olma" aracı olsa gerek. Örneğin, yemeklerinin güzelliğiyle ünlü bir restorana gittiniz. Menüde, şefin spesiyali olduğu belirtilen "yeşil yumurta" ve hamburger var. Siparişinizi nasıl verirdiniz? Yapılan araştırmada pek çok kişinin hamburgeri seçtiği görülmüş. Tek ipucu olarak "tanışık olmayı" kullanıp yeşil yumurtaların gerçekten yenilebilir olup olmadığını denemeden ihtiyacınız olan kaloriyi hamburger yiyerek almak, en iyisi olmasa da, en iyi işleyen karardır.

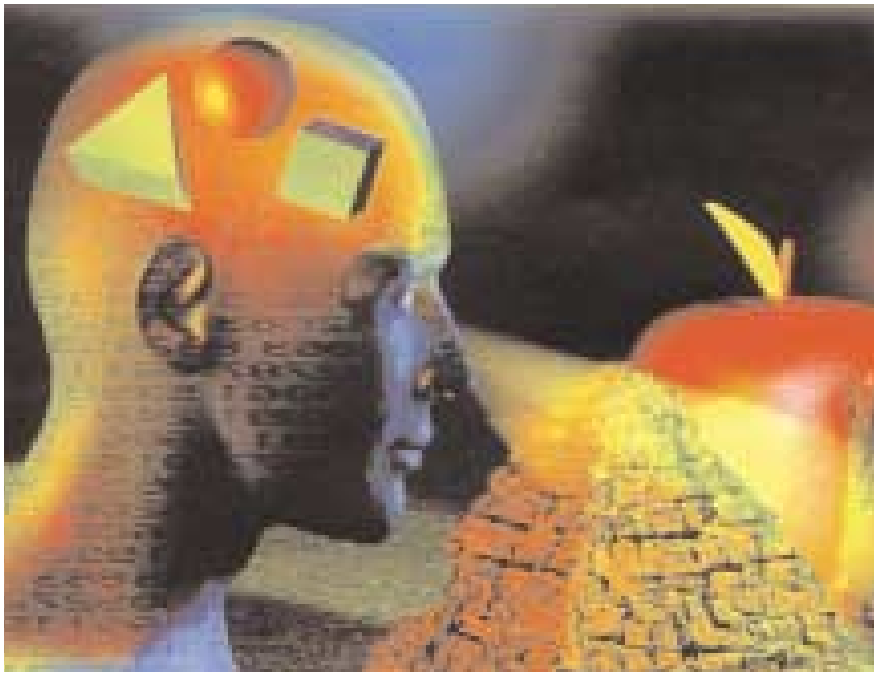
Bu araçların başka bir türü de "tek bir neden" adını taşıyor. Uzmanlara göre doğada kuşların yavrularını besleme biçimleri, yiyeceğin kıt olduğu bölgelerle, rahatlıkla bulunduğu bölgelere göre değişkenlik gösteriyor. Yiyeceğin kıt olduğu yerlerde kuşların, soylarının devam etmesini garanti altına almak için yuvadaki en iri yavruyu besledikleri gözlenmiş. Yiyeceğin bol bulunduğu yerlerdeyse, en aç olan yavruyu beslemek ya da yavruları rastgele beslemenin daha başarılı bir yöntem olduğu gözlenmiş. İnsanlarda da, örneğin toprak paylaşımı konusunda buna benzer bir yaklaşıma rastlanıyor: Kaynakların sınırlı olduğu kültürlerde, genellikle toprak, ailenin en büyük oğluna kalıyor. Kaynakların bol olduğu durumlardaysa, toprağın çocuklar arasında paylaştırıldığı görülmüş.

Zaten, nörofizyologlar da, psikologlar ve ekonomistler tarafından uzun süredir bilinen bir gerçeğin artık farkındalar: Var olan duyusal bilgilerin yanı sıra, deneyimlerimiz ve beklentilerimiz de aldığımız kararlarda önemli rol oynuyor. Eğer bu alet çantasını açacak olursanız, akıl denen şeyin ne kadar duygu yüklü, esnek ve tutarsız olduğunu görürsünüz, diyor, New Scientist'in 4 Eylül 1999 tarihli yazısında Kate Douglas .

Aslı Zülâl
Konu Danışmanı: Belgin Ayvaışık
Doç.Dr., Ortadoğu Teknik Üniversitesi Psikoloji Bölümü

Kaynaklar:
Best, John B. Cognitive Psychology, 4. Basım, West Publihing Company, 1995.
Chalmers, D. J., "The puzzle of conscious experience" http://www.u.arizona.edu/chalmers/papers/puzzle.html
Damasio, Antonio, R., "How the brain creates the mind" Scientific American, Aralık 1999.
Douglas, Kate "Basic instinct" New Scientist, 4 Eylül 1999.
Nichols, M. J., Newsome, W. T., "The neurobiology of cognition" Nature Supp., 2 Aralık 1999.

Kalıtım ve Bilişsellik

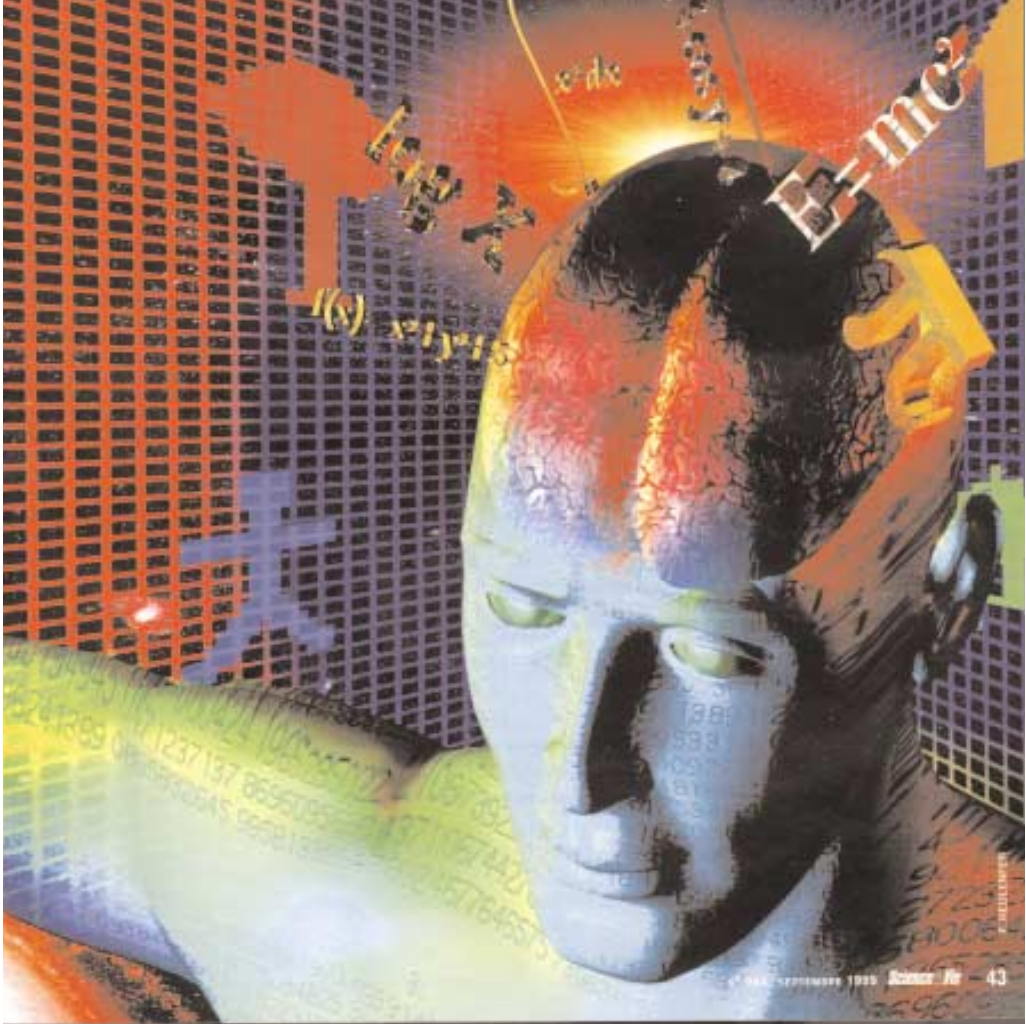


Son yılların en önemli bilimsel olaylarından biri, insanı insan yapan kalıtımsal özelliklerin ayrıntılarının birer birer ortaya çıkarılmaya başlanması oldu. İnsan Genom Projesi olarak bilinen bu çaba, insan genomundaki genlerin bir haritasını çıkarmak üzere bir araya gelmiş bilim adamlarının ortak ürünü. Son otuz yılın bir başka özelliğiyse, davranış bilimlerinde daha önceden baskın olan, insan davranışlarını çevresel etmenlere bağlama eğiliminin yavaş yavaş terk edilerek, bunun yerini, kalıtımın da insan davranışlarını belirlemede çevre kadar etkili olduğunun kabul edilmesi aldı. Bu değişim, önce davranış bozuklukları alanında görüldü. Bir toplulukta rastlanma sıklığı binde bir olan otizmden, yüzde bir görülme sıklığına sahip şizofreni ve okuma güçlüğü gibi daha sık rastlanan (ellide bir) bozukluklara yatkınlığın, çevre ve kalıtımsal etmenlerin etkileşimiyle oluştuğu kabul ediliyor. Yakın zamanda da, kalıtımsal çeşitliliğin, normal dışı kabul edilen davranışlar için olduğu kadar, normallik sınırları içinde yer alan bireyler arasındaki farklılıklara da etki ettiği kabul edilmeye başlandı. Buna ek olarak, aynı kalıtımsal ve çevresel etkenlerin, hem normal davranışlardaki, hem de bunun dışında kalan davranış örüntülerindeki çeşitlilikten sorumlu oldukları anlaşıldı. Örneğin, okuma güçlüğü, herhangi bir gendeki bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkan bir rahatsızlık değil: Okuma bozukluğunda, aynı genlerin etkileşimleri, hem "normal" davranıştan, hem de bunun dışında kalan durumlardan sorumlu. Bunlar, davranışlarımızdan sorumlu genlerin bulunması için yapılan araştırmalar açısından önem taşıyor; çünkü bu genler tek başına önemli olmadıklarından, tek başına büyük etkisi olan genlerden daha zor bulunuyorlar. Bir çok kalıtımsal özelliğin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan bu tür davranış örüntülerinden en önemlisi, üzerinde çok tartışılan genel bilişsel yetenek olsa gerek.

Genel bilişsel yetenek (g), topluluklarda normal dağılım gösteren bir özellik. Uzaysal yetenekler, sözel yetenek, bilgiyi işleme hızı ve bellek gibi farklı bilişsel işlevlerin ölçümleri, birbiriyle bağıntılı durumda. Genel bilişsel yetenek, davranışlarımız arasında en tutarlı ve geçerli olarak ölçüleni. Çocukluktan sonra tüm öteki özelliklerden daha az değişiyor. Günümüzde genetik üzerinde çalışmayan bilim adamlarının da çoğu, genel bilişsel yeteneğin kalıtımsal yönünün olduğu görüşünü paylaşıyorlar. Bu kalıtımsal etkinin büyüklüğü konusundaysa rüşünce birliği yok: Tahminler % 40'la % 80 arasında değişiyor. Şu anda üzerinde anlaşılmış olan yüzdeyse, % 50. Yani kalıtımsal özelliklerimiz, genel bilişsel yeteneğimizin yarısının belirlenmesinden sorumlu. Bu yüzdelerle ilgili veriler yaşa göre sıralandığındaysa, kalıtımın bu etkisinin yaşa göre değişkenlik gösterdiği ortaya çıkıyor. Bebeklik döneminde bu etki % 20'yken, çocuklukta % 40'a çıkıyor. Yetişkinlerdeyse, 80 yaşın üzerindekilerde bile, % 60 oluyor. Kalıtımın etkisinin yaşa bağlı olarak artmasının nedeni, bireylerin kalıtımsal yatkınlıklarına uygun olan ortamlar aradıkları, ya da bu ortamları yarattıkları biçiminde yorumlanıyor.

Psikologların çoğu, genel bilişsel yeteneği, zekanın en temel ölçütü olarak görüyor. Kimileriyse, her bireyin performansında, güçlü ve zayıf olan yönlerin profilinin alınması gerektiğini düşünüyor. 1993 yılında yapılan bir taramaya göre, bugün kullanılan testler, 70'den fazla farklı yeteneği belirliyor. Aslında bu özellikleri hiyerarşik bir biçimde, genel bilişsel yetenek en üstte, altında da bu kümeye giren yetenekler olarak göstermek, zekâyı ifade etmenin yollarından yalnızca biri. Böyle bir "özet", bütün bağıntıların altında "g" gibi bir etmenin yattığı varsayımıyla tutarlı. Ancak, bu varsayımı kanıtlamıyor. Aslında, genel bilişsel yeteneğe dayanan bir "etkenler hiyerarşisi", yeteneklerimizin yapısı konusunda en çok kabul gören görüş olsa da, kimileri bunun doğru olmadığı fikrinde. Çünkü, bu farklı yetenekler, örneğin eğitimin etkileri gibi başka bir genel etken altında da toplanabilir.

Genel bilişsel yeteneğin ölçülmesinde kullanılan IQ testleri, örneğin en çok kullanılan testlerden biri olan, Wechsler Zekâ Ölçeği'nde uzaysal yetenek (renkli küplerle iki boyutlu desenler oluşturmak), sözel yetenek (sözcük dağarcığı), işlem hızı (sembollerle rakamları eşlemek), bellek (rakam dizilerini anımsamak), akıl yürütme (bir resmin eksik olan yönünü bulmak) gibi farklı becerileri belirler. Ön-



ceden söylediğimiz gibi, genetik bilişsel yetenek, zekânın tanımlamalarından yalnızca biri.

Kalıtımın genel bilişsel yetenek üzerindeki etkisini gösteren veriler, kalıtımla ilgisi olmayan çevresel etkenlerin önemini de gösteriyor. Örneğin son birkaç nesildir insanların IQ puanlarındaki artışlar, kalıtımla açıklanamayacak kadar kısa bir sürede gerçekleşti. Başka bir örnekse, sorunlu ailelerde yaşayan çocukların, bu ailelerden alınıp başka ailelere evlatlık olarak verildiklerinde, zekâ puanlarında artışlar olduğunun gözlenmesi.

Aslında, genetik araştırmalarında, kalıtımın insanların bilişsel yetenekleri arasında fark yaratıp yaratmadığı, ya da ne kadar farklılıktan sorumlu olduğu gibi konularla uğraşılmıyor. Artık araştırmaların odağını, genel bilişsel yeteneğin doğası oluşturuyor. Farklı gen setleri, uzaysal beceriler, sözel yetenek, bellek ve işlem hızı gibi bilişsel süreçleri nasıl etkiliyor?

"Çok değişkenli kalıtımsal analiz" olarak adlandırılan yöntemle, belli bilişsel yetenekler arasındaki ilişki incelenerek, herhangi bir bilişsel süreç üzerindeki kalıtımsal etkiyle, ötekilere üzerindeki kalıtımsal etki arasında bağıntı olup olmadığına bakılıyor. Bilim adamları bu yolla, farklı bilişsel süreçleri, birbirinden farklı gen setlerinin mi, yoksa aynı genlerin mi etkilediğini bulmaya çalışıyorlar.

Aslında genlerimizin ve çevrenin bireysel farklılıklarımızın ortaya çıkmasındaki rollerinden söz ederken, yanlış anlamalardan kaçınmak için ,genlerin etkilerinin de her zaman bir "çevre"yi içerdiğini belirtmek gerekiyor. Bu en azından biyokimyasal, genellikle de ekolojik bir çevre. İnsanlar için bu çevde, kişilerarası ya da kültürel ekoloji. Yani, gözleyebildiğimiz özelliklerin tüm kalıtımsal etkileri, çevrenin etkisiyle düzenlenip değişebiliyor. Aynı biçimde, bu özelliklerin gelişimini yönlendiren tüm çevre etkileri de, genlerin katkıda bulunduğu yapıları içeriyor. Çevre etkilerinin her zaman kalıtımsal bir yönü de var.

Bireysel farklılıklara yol açan bu etkilerin oranları konusundaki tahminler, genotiplerle çevreyi birleştiren doğal ya da toplumsal durumların gözlenmesiyle ortaya çıkarılıyor. Tek yumurta ikizleriyle, çift yumurta ikizlerini doğanın deneyleri olarak düşünebiliriz. Tek yumurta ikizleri, genleri ortak olan ve aynı ailelerde yetişen yaşıtlar. Çift yumurta ikizleriyse, genlerinin yarısı ortak olan, yine aynı koşullarda büyüyen yaşıtlar. İkizlerin ayrı ayrı ailelere evlatlık olarak verildiği durumlar, davranışsal genetik alanında çalışan araştırmacıların ilgi alanına giriyor. Araştırmacılar, kalıtımsal olarak farklı, fakat aynı ailelerde yetişmiş bireyleri, ya da kalıtımsal olarak özdeş fakat farklı ailelerin büyüttüğü ikizleri birbirleriyle karşılaştırıyorlar. Başka bir araştırma konusuysa, ikisi de farklı aileler tarafından yetiştirilen tek yumurta ikizleri.

Üzerinde durulması gereken başka bir konuysa, eğer herhangi bir özelliğin gelişmesinde kalıtımın payı yüksekse, bunun, çevrenin (ya da öğrenmenin) bu gelişimde rolü olmadığı anlamına gelmediği. Örneğin, kişinin sözcük dağarcığındaki her bir sözcük öğrenme sonucu kazanıldığı halde, sözcük dağarcığının büyüklüğünün, önemli ölçüde kalıtımla belirlendiği bulunmuş. Herkesin "çevresi"nde bir çok sözcük olduğu bir toplumda bile, gerçekte bireylerin öğrendiği sözcük sayısının, daha çok, bu konudaki kalıtımsal yatkınlıklarına bağlı olduğu biliniyor. Davranışsal genetik olarak bilinen araştırma alanı, bireylerin, kendi çevrelerini seçmede ve yaratmada etkin rol oynayabileceğini vurgular. Kimileri, bunu etkin bir biçimde ya da tepkisel olarak oluşan "genotip-çevre" bağıntısı olarak tanımlıyor. Buna göre, bireyin kendi çevresini seçmesiyle, başkalarının onun kalıtımsal özelliklerine verdiği tepkiler de önemli rol oynuyor.

Bireyler, boy, zekâ, kişilik gibi birçok özellikleriyle birbirlerinden farklılık gösterir. Bu farklılıklar toplumsal açıdan önemli. Birçoklarına göre asıl önemli olansa, genlerin ya da çevrenin herhangi bir özelliğin oluşumu için gerekli olup olmadığı. Başka bir deyişle önemli olan, herhangi bir bireyin genleri ya da çevresi değil, bu özelliğin, topluluktaki bireyler arasında gözlenen çeşitliliği.

Genom araştırmaları, yalnızca hangi genlerin ya da gen setlerinin genel bilişsel yetenek üzerinde etkisi olduğunun değil, bunların nasıl işlediğinin bulunmasını da kapsıyor. Bu araştırmaların sonuçlarının, toplumsal ve bilimsel açıdan önemli etkilerinin olacağı kesin.

Aslı Zülâl

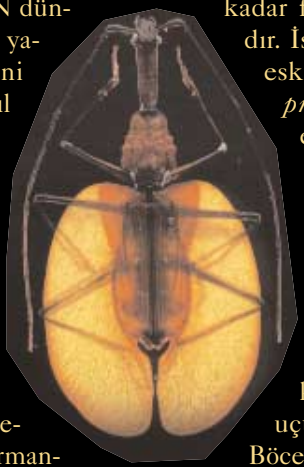
Kaynaklar
Neisser, U., "Ihtelligence: Knows and Unknowns", *American Psychologist*, Şubat 1996
Plomin, R., "Genetics and General Cognitive Ability", *Nature, Supp*, 2 Aralık 1999



Kelebekler, yusufçuklar, güveler, bitler, tahtakuruları, sinekler, çekirgeler, karıncalar… Başkalaşım, denge, uyum, üretkenlik, çalışkanlık, zekâ, yaşama gücü… Böcekler, tüm bu özellikleri kendinde birleştiren özel bir canlı grubudur. İlk ortaya çıktıkları dönemden beri varlıklarını sürdüren böcekler, olağanüstü uyum yetenekleri sayesinde dünyanın her yerine yayılmışlardır. Geo dergisi, Ocak 2000 sayısında Paris Doğa Tarihi Müzesi'ndeki böcek koleksiyonundan görüntülere yer vermiş.

Böcekler

BÖCEKLERİN dünya üzerindeki yaşam serüveni 400 milyon yıl önce başladı. Bu küçük, becerikli canlılar ilk ortaya çıktıklarından başlayarak yaşama dört elle sarıldılar ve bugüne değin var olmayı başardılar. Hatta 65 milyon yıl önce dinozorların yok oluşunu bile gördüler. Dünyanın her yerine yayıldılar. Yağmur ormanları, çöller, sıcak su kaynakları, kutup bölgeleri, buzullar, büyük hayvanların topraktaki ayak izlerinde birikmiş sular, kozalaklar ve tohumlar böceklerin yaşayabildikleri yerlerin yalnızca bir bölümü. Çoğunlukla karasal olan bu hayvanların, az sayıda olmakla birlikte suda yaşayan türleri de vardır. Böceklerin yaşayamadığı tek alan derin denizlerdir.



Yaklaşık 1 000 000 böcek türü, 32 takım altında incelenir. Ayrıca, 15 000 kadar fosil böcek türü de vardır. İskoçya'da bulunmuş en eski böcek fosili *Rhyniella praecursor*'a ait. Bilinen en eski kanatlı böcek fosiliyse *Delitzchala bitterfeldensis*. Ancak, bilim adamları, 320 milyon yaşındaki bu böceğin en eski kanatlı böcek türü olmadığını düşünüyorlar; çünkü çok gelişmiş bir uçuş sistemi var. Böcekler, başlangıçta uçmuyorlardı. İlk hareketleri zıplamaya beziyordu. Uçma daha sonra gelişti. Uçabildikleri için düşmanlarından daha kolay kaçmaya ve avlarını daha kolay yakalamaya başladılar. Uçma özellikleri sayesinde yaşam alanları da çok genişledi. İlk böcekler bugünkü yusufçuklara benziyorlardı. Daha sonra kanatlarının biçimi değişik yeni bir böcek grubu gelişti. Bu yeni gruba Neoptera adı veriliyor. Günümüzde de var olan uçan böceklerin yaklaşık % 97'sinin o dönemden kaldığı düşünülüyor.



Günümüzde var olduğu bilinen hayvan türlerinin dörtte üçünü böcekler oluşturuyor. Böceklerin toplam sayısının 1 trilyon, toplam ağırlığınınsa 2,7 milyar ton kadar olduğu düşünülüyor. Bu ağırlık, 45 milyar insanın toplam ağırlığına eşit. Başka bir deyişle, bugün yaşayan her insana karşılık yaklaşık 170 milyon böcek var. Böceklerin birey sayısı öyle büyük boyutlara ulaşmış ki bir domates bitkisinin üzerinde 25 000 yaprakbitine ya da bir arı kovanında 60 000 kadar arıya rastlanabilir. Bir çekirge sürüsü 2 milyar bireyden oluşabilir. Böceklerin sayıca yüksek olmasının temel nedeni çoğalma özellikleridir; bir

defada yaklaşık 1000 yumurta bırakanları bile vardır.

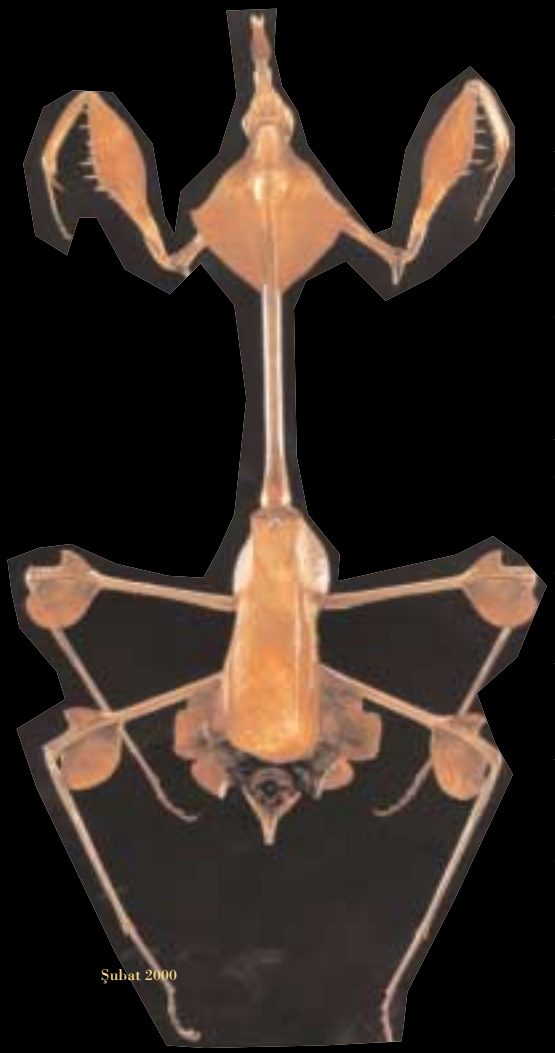
İnsanlar, pek çok canlıdan olduğu gibi böceklerden de yararlanmanın yollarını bulmuştur. Balarılarının balı, ipekböceklerinin ipeği, bazı kabuklu bitlerin boyası bunlardan yalnızca bir bölümüdür. Dünyanın pek çok yerinde böcekler besin sorununa çare olarak görülür. Çok miktarda protein ve yağ içerdiklerinden bazı böcekler iyi bir besin kaynağıdır. Hatta kimi bilim adamları besin değeri olan böcekleri açlık sorununa bir çözüm olarak da önerirler. Böceklerin bir başka özelliği de ekonomik olarak verdikleri zararlarla ilgilidir. Hamamböcekleri, güveler, karıncalar, bitler, pireler, tahtakuruları, çekirgeler gibi çok sayıda böcek insanlar açısından birçok soruna yol açar. Özellikle bazı böceklerin bitkilere verdiği zarar zaman zaman büyük ekonomik kayıplara yol açar. Bundan başka, böcekler özel yapıları ve yaşam biçimleriyle insanlar için bir esin kaynağı da olmuş. Bunun bir örneği, yüz yıl önce Londra metrosunun yapımı sırasında görülmüş. Metronun kazısında



Culex pipiens adlı sivrisineğin hortumunun çalışma biçimi örnek alınmış.

Altı Bacaklılar

Bir yerde karşılaştığınız bol bacaklı küçük bir hayvanın böcekler sınıfından olup olmadığını anlamak belki başlangıçta zor gelir. Ancak, işin sırrı bacak sayısındadır. Bir böceğin yalnızca 6 bacağı vardır. Bu nedenle *İnsecta* adı verilen böcekler sınıfına *Hexapoda* da (Yunanca *hexa*: altı, *pod*:ayak anlamına gelir.) denir. Altıdan fazla bacağı olan bir hayvan böcek değildir. Bacak sayısı 8 olan örümcekler de kimileri tarafından böcek olarak düşünülür. Bu düşünce yanlıştır; bilim adamları örümcekleri böcek olarak kabul etmeyip onları farklı bir grup olarak ele alırlar. Böceklerin bacakları farklı işlevleri yerine getirmek üzere farklı biçimler almıştır. Örneğin, çölde yaşayanların bacakları, bedenlerini yere değmeyi önleyecek kadar yüksekte tutabilen bir yapıdadır. Böylece, sıcak kumların yakıcı etkisinden kendilerini korurlar. Böcekler, çoğunlukla çok hızlı ilerlerler. Güney Afrika'da yaşayan *Onymarcis* gerçek bir hız rekortmenidir. Bu böcek, yürüyerek saniyede 1 metre hızla ilerler. Ayrıca, böceklerin çok güçlü kasları vardır. Bu kasları sayesinde özellikle arka bacaklarını kullanarak çok yükseklere sıçrayabilirler. Sıçrayabilenlerin arka bacakları daha gelişkindir. Yüzen bazı böceklerse bacaklarını palet gibi kullanırlar.





Böceklerin boyları 0,21 mm'den 30 cm'ye kadar değişebilir. Genellikle baş, gövde ve karın adı verilen bölümlerden oluşan vücutlarının oldukça basit bir yapısı vardır. Dış yüzeylerini çoğunlukla kitinden oluşan bir dış iskelet kaplar. Sert bir madde olan kitin bu dış iskelete sağlamlık verir ve onları dış etkilerden korur. Kitin, demirden yapılmış bir zırh kadar koruyucudur. Antenler, kanatlar, soluk boruları ya da tüyler kitin içerebilir. Kanatların kenarları kitin sayesinde keskin bir bıçak gibidir. Böcekler büyürken kitin kabukları aynı oranda gelişemediğinden, özellikle gelişme dönemlerinde bazıları deri değiştirmek zorunda kalır. Bu, birçok böcek türünde aşamalı olarak gerçekleşir. Vü-



cutlarının büyüklüğü değiştikçe kabuklarını da değiştirirler. Yaşamı boyunca 30 kez kabuk değiştiren bile vardır.

Böcekler, değişimin ve başkalaşımın simgesidir. Yaşamları birkaç farklı evreden oluşur. Pek çok böcek yaşamının ilk dönemlerini larva olarak geçirir. Böcekler, larva halindeyken vücut yapıları çok farklı bir biçim gösterir. Bu dönemde sanki birer yeme makinesi gibidirler. Sürekli besin tüketerek olabildiğince çok enerji depolarlar. Bu dönemden sonra organları özelleşmeye başlar. Üreme organları, ağız, kanatlar iyice belirginleşir. Bu organların her biri bir amaca yönelik olarak işlevini gerçekleştirir. Artık tam bir ergindirler. Bazı böcekler larva evresiyle ergin evresi arasında pupa evresi denen sakin bir dönemde başkalaşım geçirirler. Yaşama davranışları tümüyle farklı yeni bireylere dönüşebilirler. Larva dönemindeyken yedikleri besinlerle erginleştikten sonra yedikleri birbirinden çok farklı olabilir. Örneğin, sivrisinek larvaları sulardaki bakterileri ve bitki parçacıklarını yerler. Gelişimini tamamlayıp erginleştikten sonra, kan ya da bitki özsuyu emmeye başlarlar. Bütün bunlar en fazla birkaç ay sürer. Ancak, zaman zaman bu sürenin uzadığı da görülmektedir. İngiltere'de bir merdiven aralığında *Buprestis aurulenta* türünün larvası bulunmuş.

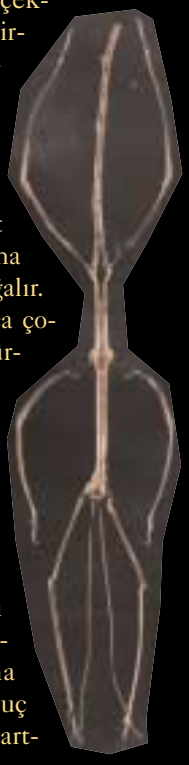




Merdivenin yapıldığı ağacın 47 yıl önce tropikal bir bölgeden getirildiği bilindiğinden, bu larvanın merdivende en az 47 yıl geçirmiş olduğu düşünülmüş.

Birlikte Evrim

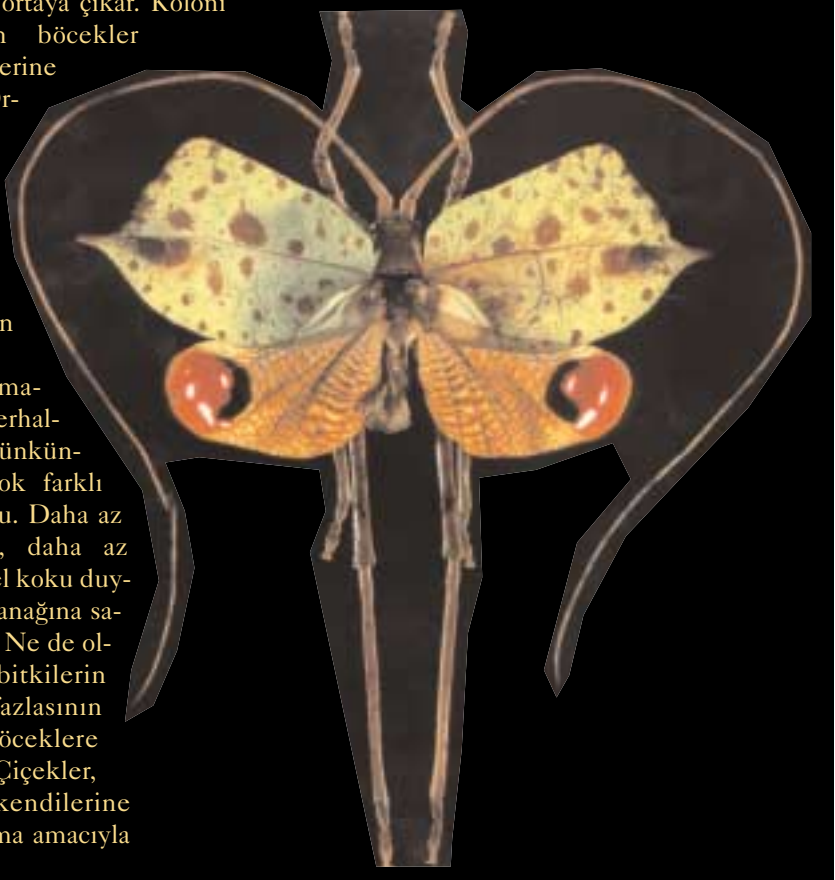
Böceklerin en büyük takımı kınkanatlılar denen gruptur. Kınkanatlılar, böcekler sınıfının yaklaşık üçte birini oluşturur. Kınkanatlıların iki çift kanadı vardır. Ön kanatları, sert olmaları ve kitin içermeleri nedeniyle daha çok koruyucu özelliğe sahipken, arka kanatlar uçmayı sağlarlar. Ayrıca, ön kanatlar uçuşta dengeyi sağlarlar. Kınkanatlı bir böcek uçuşunu tamamladıktan sonra kanatlarını kapalı tutar. Kanatların kapalı olduğu sırada arka kanatlar ön kanatların altına girer. Kınkanatlıların ilk olarak 250 milyon yıl önce ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ancak, tür sayısındaki artışın 140 milyon yıl önce çiçekli bitkilerin gelişimiyle birlikte olduğu düşünülüyor. Evrimsel açıdan bu her zaman böyle olmuştur. Canlı, beslenmek için yeni bir besin kaynağı bulduğunda, rahat yaşama olasılığı artar. Buna bağlı olarak da sayıca çoğalır. Çiçekli bitki türleri sayıca çoğalıp geliştikçe böcek türleri de artıyor. Böceklerin çiçekli bitkilerle fazlaca ilgilenmesi, bitkilere daha çok zarar vermelerine yol açar. Bu nedenle tohumlarının çevresi kalın bir koruyucu tabakayla kaplı olan, yani meyveleri olan çiçekli bitkiler daha fazla yaşama şansına sahip olurlar. Sonuç olarak , böcek sayısının art-











masası, bir yandan da bitkilerde yeni yapıların gelişimini hızlandırıyor. Yapraklarının üzeri daha çok tüylü olanlar ya da zehirli maddeler içerenler böceklere karşı kendilerini koruyabildiklerinden, bunların da yaşama şansı yüksek oluyor. Bunun sonucunda, böceklerin yeme biçimlerinde yeni özellikler ön plana çıkıyor. Örneğin, fındıkkurdu fındığın içine girebilmek için o sert kabuğu delmek zorundadır. Bu nedenle ağız yapısı kabuğu delebilecek bir yapıdadır.

Böcekler, bitkilerin tozlaşmasını sağlayan ilk hayvanlardır. Çiçekli bitkiler eşeyli olarak ürerler. Bu, dişi ve erkek organların farklılaşmasının bir sonucudur. Ancak, bu sonuç, erkek organdaki çiçektozlarının dişi organa taşınmasını gerektirir. Bazı bitkilerde bu görevi rüzgâr, bazı bitkilerdeyse böcekler gerçekleştirir. Çiçekten çiçeğe konarak çiçektozu taşırlar. *Xanthopan morgani praedicta* adlı kelebek türü, 28 cm uzunluğundaki hortumunu Madagaskar orkidesinin çiçeğinin içine doğru uzatır. Amacı, bitkinin onun için çok lezzetli olan özsuyunu emmektir. Ancak, bu arada çiçeğin çiçektozları da hortumuna bulaşır ve bir başka çiçeğe geçtiğinde çiçektozlarını ona getirerek döllenmeye yardımcı olur.

Çiçektozu taşıyıcılarının en önemlilerinden biri de bazı arı türleridir. Toplam 30 000-40 000 kadar arı türü vardır. Arıların yaşamı bireysel değil, toplumsaldır. Arılar ve eşekarıları, 90 milyon yıl önce ortaya çıkmışlardır; termit ve karıncalarsa 130 milyon yıl önce. Toplumsal olarak yaşayan arı türlerinde sıkı sıkıya tanımlanmış bir işbölümü söz konusudur. Toplumsal yapılanmaları bir devlet kadar karmaşıktır. Koloniler halinde yaşayan bu böcekler, sanki tek bir organizma gibidir. İşbölümünde rol alan her birey koloniye hizmet eder. Böylece dev topluluklar ortaya çıkar. Koloni olarak yaşayan böcekler dünyanın her yerine yayılmışlardır. Örneğin, Afrika savanlarında yaşayan termitlerin toplam ağırlığı otçul hayvanların toplam ağırlığından daha fazladır.

Böcekler olmasaydı, dünya herhalde bugünkünden çok farklı olurdu. Daha az renk, daha az güzel koku duyma olanağına sahip olurduk. Ne de olsa, çiçekli bitkilerin %80'inden fazlasının varlığını böceklere borçluyuz. Çiçekler, böcekleri kendilerine çekip çoğalma amacıyla onlardan yararlanabilmek için daha renkli ve daha kokulu olma yönünde gelişmişlerdir. Böcekler olmasaydı, hoş kokulu, lezzetli meyveler de olmazdı. Böcekler olmasaydı, dünya kendi üzerindeki artıklarla da baş edemezdi. Çünkü, hayvan ve bitki ölülerinin parçalanarak doğanın dengesinin korunmasında da böceklerin önemli bir işlevi vardır. Bunun dışında da çok özel işlevleri olan böcekler de vardır. Asya'da yaşayan *Lobocraspis griseifusca* gibi. Bu böcek ötekiler gibi bitki özsuyuna meraklı değildir. O, sığırların gözyaşlarını sever ve onunla beslenir.

Zuhal Özer
Konu Danışmanı: Neşet Kılınçer
Prof. Dr., TÜBİTAK, TOGTAG

Kaynaklar:
Demirsoy, A., *Yaşamın Temel Kuralları-Entomoloji*, 1997.
Mermet, G., "Klasse: Insecten", *Geo*, Ocak 2000.



Bir Hak mı?..
Ötanazi

Tedavisi olmayan umarsız bir hastalığa yakalanan kadının birkaç haftalık ömrü kalmıştı; ama kadın çektiği acılardan bir an önce kurtulmayı düşünüyordu. Çünkü artık dayanacak gücü kalmamıştı. Kadın, ölümünü çabuklaştıracak bir ilacın kendisine verilmesini istedi. Ötanaziye karşı çıkan doktoru, hakkında yasal bir işlem yapılmayacağı garantisini istedi. Bunun üzerine kadın, mahkemeye başvurarak doktoru hakkında dava açılmaması isteğinde bulundu. Doktor, kararı beklemeden, herhangi yasal bir güvence olmadan ilacı vermeyi kabul etti. Kadının yakınları, bu gelişmenin ülkelerinde ötanazinin yasallaşması yolunda atılan çok önemli bir adım olduğunu düşünüyorlar.

İNSANLAR, farklı nedenleri olsa da, birbirlerinden hep bir şeyler isterler. Örneğin, arkadaşınız kendisi için, bir geceliğine gece nöbetini tutmanızı isteyebilir. Oğlunuz ya da kızınız, arkadaşıyla buluşacağını, bu nedenle köpeğini akşam turuna sizin çıkarmanızı isteyebilir. Doğaldır ki, anne ve baba olarak sizler de çocuklarınızdan isteklerde bulunursunuz.

Bunlar yaşam içinde, hepimizin her an karşılaşabileceği durumlar. Tıpkı bir tüketici olarak üretenlerden kaliteli ürünler istememiz, ya da başımız sıkıştığında avukatımıza koşuşumuz gibi.

Yaşamın içinde her an karşılaşabileceğimiz; ama beklemediğimiz durumlar da söz konusu olabilir. O durumlarla karşı karşıya kalındığında, istenmesi de, kabul edilmesi de çok zor bir istek gündeme gelebilir; elbette bazılarımız için.

Üzerinde duracağımız istek de hasta bir kişiyle doktoru ilgilendirir: Hastanın doktorundan kolay ya da rahat bir ölüm istemesi. Bu isteğin adını tıp dilinde ötanazi koymuşlar. Ötanazi tüm dünyada yıllardır tartışılıyor; özellikle de son otuz yıldır.

Acılar içinde kıvranan bir hastanın doktoruna "öldür beni" diye yalvarması ya da umudu kalmamış bu hastanın tedaviyi kesmek istemesi durumunda, kendi haline bırakılıp ölümüne göz yumulması... Bu istek gerçekte, bir insanın kendi bedeni ve yaşamı üzerinde ne kadar özerk olabileceği sorusunu tartışma gündemine getiriyor: Ölümün kendiliğinden gerçekleşmesini beklemeden ölmeyi istemek, ya da hasta bilincini de kaybetmişse, yaşamının sona erdirilmesi konusunda kararı bir başkasının vermesi. Bu konuyla ilgili tüm tartışmalara karşın ötanazi genel anlamda yasadışı bir uygulama; ancak konuyu farklı yorumlayan ülkeler de var. Ama ne olursa olsun, isteyenin de, isteği gerçekleştirecek olanın da en zorlandığı durum bu olsa gerek.

Bu istek öyle bir şey ki, yaşam öykünüzde her şey yolunda giderken geçirebileceğiniz, örneğin bir trafik kazasıyla her şey altüst olabilir.



Kaza sonunda beyniniz çalışır; ama vücudunuz artık sizin olmayabilir. Bu durum ne büyüdür ne de geçici bir şey. Siz artık ellerinizi, bacaklarınızı bırakın kullanmayı, kıpırdatamıyorsunuz.

Peki varoluşun anlamı nedir? Yalnızca nefes alıp vermek midir insanın yaşamda var olmasını anlamlı ve gerekli kılan şey?

"Bu kimin hayatı?" filmini izleyenler, bu örneği filmden de anımsayacaklar. Kaza geçiren bir heykeltraşın öyküsünü anlatan bu film, yaşamını sanat üzerine kuran bir adamın, salt biyolojik bir yaşam sürmek istemeyerek, ötanazi hakkı isteyişini konu ediyordu.

O halde yanıt aranması gereken soru şu: Kişi özgür iradesiyle ölmeyi isteme hakkına sahip midir, ya da sahip olmalı mı? Elbette bu sorunun yanıtını verebilmek için de, öncelikle ötanazi konusunda bilmemiz gereken kavramları incelememiz gerekiyor.

Neden Hayır, Neden Evet?

Ölme hakkı ya da ötanazi öteden beri çeşitli boyutlarda tartışılmış. Kimi grup yaşamın kutsallığı tezini öne sürerek ötanaziye kesinlikle



Kaliforniya'da yapılan bir anket, bu eyalettekilerin onda dokuzunun ötanaziden yana olduğunu ortaya çıkardı. Kaliforniya'da yaşayanlar, iyileşme ümidi olmayan hastaların, kendilerinin ve ailelerinin rızalarıyla bir doktor eşliğinde ötanazi yapılarak hayatlarına son verilmesinin doğal bir hak olduğunu savunuyorlar. ABD'de 45 eyalette ötanazi yapılıyor.

karşı çıkmış, hayır demiş. Hayır diyenler "kutsal" kavramını farklı farklı yorumlamışlar. Kimisi dinsel, kimisi de hukuksal boyutlarıyla konuyu yorumlamışlar. Dinsel bir bakışla yorumlayanlara göre, insan yaşamı diğer canlıların yaşamlarından üstündür; çünkü kutsaldır. Allah'ın buyruklarını değiştirmek, uymamak gibi bir durum söz konusu olamayacağından, ötanazi de kabul edilemez.

Yine aynı tezi hukuksal boyutuyla savunan grup, çıkış noktasını insan yaşamının dokunulmazlığından başlatmış. Bu gruba göre, dokunulmazlık elbette devlete ve ikinci kişilere karşı savunulacaktır. Ama ayrıca kişi, kendisini kendine karşı da savunmalıdır. Zaten laik bir ülkede, ülkenin hukuki düzenlemesi yaşamın dokunulmazlığından söz eder ve böyle bir hukuk düzenini korur. O halde ötanazi söz konusu olamaz.

Ötanaziye evet diyenler de, tıpkı hayır diyenlerde olduğu gibi, evet'i farklı yorumluyorlar. Yaşamın istenmeyen niteliği, yaşamı yaşamaya değmez hale getirebilir. Bu durumda yaşamla ölüm arasında bir seçim yapmak söz konusudur ki, insan bu seçimi yapabilme özgürlüğüne sahip olmalıdır.

Buraya kadar bir uzlaşı içinde olan evet'çileri birbirlerinden ayıran yaklaşım şu noktada başlar: Bir grup, "kötü yaşamı uzatmamak gerekir" der. Diğer grupsa, bu konuda kişisel bir seçim yapılabileceğini söyler. Sonuçta yine birleşirler: Ötanazi, hukuka uygun olmalıdır.

Etkin ya da Edilgen; İstemli-İstemdışı

Ötanazi Yunanca bir sözcük. "Euthanatos" sözcüğünün başındaki *eu* kolay ya da iyi anlamına geliyor. *Thanatos* ise ölüm demek. Yani iyi ölüm. Ölümün iyisi biraz tuhaf geliyor; ama iyi ölüm de farklı farklı yaşanıyor. Bunlara adlar da verilmiş. Edilgen iyi ölüm ya da etkin iyi ölüm diye. Buna istemli ya da istemdışı ya da istemsiz iyi ölümler de deniliyor.

Bütün bu kavramlar ötanazi olaylarını ayrıştırma yolları olarak tanımlanıyor. Örneğin, kişinin ölümüne izin mi verildi yoksa kişi öldürüldü mü? Eğer hasta tarafından izin verildiyse, edilgen ötanazi söz konusu. Ama hasta öldürüldüyse etkin ötanazi deniyor. İstemli ötanazi de aynı anlamı taşıyor. İstemli ötanazide hasta kendisi ölmeyi istiyor. Bunu da açıkça belli ediyor. İstemsizde, ölmeyi istemiyor ve bunu da açıkça belirtiyor. İstemdışı ötanazideyse kişinin ölmeyi isteyip istemediği bilinmiyor. Özetlersek, edilgen ötanazide, hastanın bir süre daha yaşamasını sağlayacak tıbbi yardım ve tedavi, hastanın isteğiyle kesiliyor ve ölüm hızlandırılıyor. Etkin ötanazideyse, ani ölüme yol açacak bir ilaç, öldürücü dozda hastaya veriliyor ve ölüme neden olunuyor.

Dünyanın Ötanaziye Tavrı

Dünya ülkelerinin ötanazi konusuna bakışları, bazı ayırımlar olsa da şimdilik pek farklı değil. Ötanazi pek çok ülke tarafından suç kabul edilmekte. Ama suç kabul etmenin pek çok farklı yolu var. Suçun niteliği ve cezası ülkeden ülkeye değişiyor.

Türkiye, ötanazi ile ilgili herhangi bir özel hükmü ceza yasalarına koymamış. Ama pratikte ötanazi uygulayan kişinin yaptığı da kasten adam öldürme olarak kabul ediliyor. Ayrıca, Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi'nde de ötanazi uygulaması yasaklanmış. Bir de Sağlık Bakanlığı'nın Hasta Hakları Yönetmeliği var. Bu yönetmeliğe göre de ötanazi yasak. Yönetmelikte bu konu şöyle geçiyor: "Tıbbi gereklerden bahisle, veya her ne suretle olursa olsun, hayat hakkından vazgeçilemez. Kendi-

sinin veya bir başkasının talebi dahi olsa, kimsenin hayatına son verilemez."

Ülkemizdeki çoğu ceza hukukçularına göre de ötanazi suç olarak kalmalı. Bunu savunuyorlar, ama bir farkla savunuyorlar. Bu suç kasten adam öldürmeyle bir tutulmamalı. Böyle düşünenlerin yanı sıra bir de, hakimin takdir yetkisinin genişletilerek, ya da bu konuyla ilgili ayrı bir suç tanımı yapılarak, ötanazi uygulayanlara daha hafif cezalar verilmesini savunanlar da vardır.

Ülkemizde konuyla ilgili kamuoyu araştırmaları da yapılmış. Örneğin, Ceza Hukuku, Kriminoloji ve İnsan Hakları Derneği'nin yaptığı bir kamuoyu araştırmasında katılımcılara "İyileşmez bir hastalığa yakalanan bir hastanın insan haysiyetine uygun bir şekilde ölmek istemesi (ötanazi istemesi) temel bir hak sayılmalı mıdır?" sorusu yöneltilmiş. Araştırma, Türkiye genelinde 8386 kişi arasında yapılmış ve yüz yüze görüşme yöntemi uygulanmış.

Araştırmanın sonucu şöyle: a) Evet insan yaşamak isteyip istemediğine kendisi karar verebilmelidir; yaşamak bir hak ise, sürünerek değil



insanca ölmek de bir haktır (%40,26). b) Hayır, ölmek istemek bir hak olamaz; belki tıp bilimi yeni bir buluş yapar ve iyileşmez hastalık iyileştirilebilir (%49,85). c)Fikrim yok (%9,89).

Araştırmanın sonucuyla ilgili yorumsa şöyle yapılmış: "Bu sonuçlar halkımızın ötanaziye sıcak bakmadığını açıkça ortaya koymaktadır. Fikrim yok diyen kararsızların oranının yüksekliği ise dikkatte değer bir hususdur."

Halkımız bu araştırma sonucuna göre ötanaziye sıcak bakmıyor. Peki hekimlerimiz bu konuda ne düşünüyor? Bu soruya da yanıt aranmış ve 300 hekim arasında bir araştırma yapılmış. Mayıs 1992'de, III. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi'nde sunulan bu araştırmaya göre, hekimlerimizin %48'i istemli edilgen ötanaziye evet yanıtını vermişler. İstemdışı edilgen ötanaziye ise %37'si evet demiş. Hekimlerimizin %89'u, etkin ötanaziye hayır yanıtını vermişler.

Bir başka araştırma, Ankara'da 1007 hekim arasında yapılmış. "Yaşam kalitesini artıramadığımız bir hastayı canlı tutmak, ona acı çektirmektir." biçimindeki, hem edilgen hem de etkin ötanaziyi içine alan bu maddeye hekimlerimiz %44,8 oranında katılmışlar. Hekimlerimizin önemli bir kısmı, bu

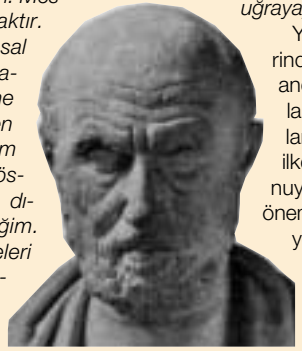
Doktorlar mesleklerini yaparken ne gibi suçlar işler? Ülkemizdeki yasalara göre, bu suçlar kasten adam öldürme, adam yaralama, ötanazi, tıbbi gereklilikler dışında müdahalede bulunma. Kevorkian ise ötanaziyi uyguluyor. Ülkesindeki ötanazi uygulaması bizdeki gibi değil. Edilgen ötanazi suç sayılmıyor. Ama Kevorkian etkin ötanazi uyguluyor. Ancak kendisi işin içine pek girmiyor; makinelerini kullanıyor. Nasıl mı? Kevorkian'ın geliştirdiği makinelerle, damara sokulan iğne aracılığıyla hastaya zehir enjekte ediliyor. Hastanın kendisi enjeksiyon için bir düğmeye basıyor. Böylece doğrudan etkin ötanazi uygulanmıyor. Yalnızca onun makineyi kullanmasına yardımcı oluyor.

Hipokrat Andı ve Ötanazi

Eskiçağın en ünlü hekimlerinden biri o. Hatta tıbbın babası sayılıyor. Yaşamı hep ders vermekle geçmiş; yetiştirdiği öğrencileri de onun öğretilerini yaygınlaştırmışlar. Adı Hipokrat; İÖ 460 yıllarında doğmuş. Tıbbın babası olmasının yanı sıra, günümüze kadar gelen ve onun adıyla anılan bir de andı (yemini) var. Bu hekimler için kutsal bir ant.

En kutsal inançlarım önünde öğretmenlerim, meslektaşlarım ve burada bulunanların önünde, kendimi ve onları tanık tutarak, söz verip, and içerim ki: Bu yüce sanatı bana öğreten öğretmenlerimi annem ve babam gibi tanıyacağım. Elimde olan iyiliği onlardan ve çocuklarından esirgemeyeceğim. Meslektaşlarım kardeşlerim olacaktır. Hekimlik mesleği bilgilerimi yasal hakkı olmayanlara öğretip, onların yasadışı hekimlik etmelerine destek olmayacağım. Benden zehir isteyene onu vermeyeceğim gibi, kimseye ölümün yolunu göstermeyeceğim. Yasal gerekler dışında çocuk düşürtmeyeceğim. Yetkili olmadığım müdahaleleri yapmayacağım. Onları ehline bırakacağım. Kimsenin bedenini ve kişiliğini kötüye kullanmayacağım. Hastalarımla cinsel ilişkide bulunmayacağım. Nereye girersem gireyim hastaya yardım için gireceğim. Kasıtlı bütün kötülüklerden kaçınacağım. Gerek mesleğimi uygularken , gerekse onun dışında görüp işittiklerimi bir sır gibi saklayacağım; hiç kimseye açmayacağım. Bütün ömrümü dürüst ve temiz bir insan olarak geçireceğim. Eğer bu andımı tutar ve verdiğim sözden dönmezsem bütün insanlar arasında şerefle anılayım; verdiğim sözden dönersem, bunun tersine uğrayayım.





Yukarıdaki alıntı tıp fakültelerinden mezun olan hekimlerin andı. Bu andın değişik aktarımları da var. Binlerce yıldır uygulanan metinlerin hepsi Hipokrat ilkelerini yansıtıyor. Ancak konuyla ilgili olarak bu metinde önemli olan, "Benden zehir isteyene onu vermeyeceğim gibi, kimseye ölümün yolunu göstermeyeceğim" cümlesi. Yani Hipokrat andında da ötanazi yasak. Ama etkin ötanazi yasak.

Ancak bu andla ilgili tartışmalar da var. Örneğin, antta bulunan etkin ötanazi yasağının, Eski Yunan tıp pratiğiyle, o dönemde yazılan yazılarla, uygulamalarla ve halkın görüşleriyle uyuşmadığı düşünülüyor. Anttaki yasağın Pitagorasçıların, yaşamın kutsallığı anlayışını yansıttığı, o düşüncenin ölüme karşı tutumunun anlatımı olarak görülüyor. Yani bu andın Hipokrat tarafından mı, yoksa Pitogorasçı bir başka hekim tarafından mı yazıldığının belli olmadığı öne sürülüyor.

Bu düşüncede olanlar ya da bu düşüncede olanların bir kısmı, ant hakkında düşüncelerini değiştirmişler. Onlara göre, artık hasta hakları da, hekim hakları da belirginleşti ve bu durumda mesleğin kuralları yeniden değerlendirilmeli. Hekim karar verirken, hastanın yaşama ve ölüme bakışını, hastanın yaşamaktan ne anladığını öğrenmek isteyebilmeli. Dolayısıyla hastanın istekleri onun için önemli olmalı. Eğer hekimin tüm yardımlarına karşın hasta tedaviyi reddediyorsa, hekimin müdahale etmeme yükümlülüğü kaçınılmaz bir görevdir ve bu bir çelişki değildir.

araştırmada, yaşam desteklerinin çekilmesi anlamında pasif ötanaziyi kabuledilebilir bulmuş; edilgen ve etkin ötanaziye ise yarıdan fazlası hayır demiştir.

Ötanazi diğer pek çok ülkede yasaklanmış. Örneğin, Fransa, Belçika, İtalya, Yugoslavya, bu ülkelerden birkaçı.

İngiltere'de ise ötanazinin yasallaşması yolunda önemli gelişmeler yaşanıyor. Ama yine de genelde hakim olan düşünce yaşamı uzatmak için her türlü olanağı kullanmadan yana; buna modern teknoloji de dahil.

Avustralya'nın Kuzey Bölgesi'nde çıkarılan bir yasayla önce ötanazi uygulamasına izin verilmiş; ama sonra bu yasa yürürlükten kaldırılmış.

İstisna dediğimiz durumlarsa, örneğin Amerika'daki bazı eyaletlerde yaşanıyor. Bu eyaletlerden biri Oregon. Bir gazete haberine göre, Oregon Anayasa Mahkemesi, 16 Ekim 1997'de aldığı bir kararla, alt mahkemenin itirazını reddedip, doktorların hastanın durumunun kötüye gitmesi halinde, kişinin isteği de söz konusuysa, ölüm hakkının kullanılabileceğini kabul etmiş. Yine, Amerika'da ilk olarak California eyaleti, 1976 yılında Doğal Ölüm Yasası'yla, hastanın, hastalığın belli aşamalarına girmesi halinde ölmek istediğini belgeleyen, önceden vermiş olduğu direktifi göz önüne alarak, edilgen ötanazi uygulamasını kabul etmiş. Bu kabulleniş yıllar içinde de yaygınlık kazanmış. Hatta hasta, kendisiyle ilgili tıbbi kararlar konusunda birini vekil bile bırakabiliyor. Bu vekil gerektiğinde hastanın yaşamıyla ilgili kararları da alabiliyor. Şikago'da 250'den fazla hekimin katıldığı bir ankette, hekimlere yöneltilen bir soru ve alınan yanıtlar çok ilginç. Soru şu: Hekimler, şu anda tedavisi olanaksız bir hastalığa tutulmuş yetişkinlere ötanazi uyguluyorlar mı? Yanıtlara göre uyguluyorlar. Çünkü soruyu yanıtlayanların % 61'i evet demiş. Kısaca, bugün Amerika Birleşik Devletleri'nde edilgen ötanazi kabul görüyor. Ama etkin ötanazi yasal değil. Fedaral Yüksek Mahkeme, bu ikisi arasında fark olduğu hakkında kararları pek çok kez vermiş. Örneğin, bu kararlardan biri şöyle: Yaşam destekleyici tedaviyi kesen hekim, yalnızca hastanın isteklerini yerine getirmiştir. Ama ölümcül hastanın intiharına yardım eden hekim, öncelikle hastanın ölmesini amaçlamıştır.

Bu noktada hemen çoğumuzun adını bildiği bir Amerikalı hekime sözü getirelim. Çünkü istemli ötanazide kötüye kullanılabilecek ya da kötü sonuçlara yol açabilecek durumların söz konusu olabileceği hep belirtilir ve bu hekim de, bu sakıncanın tipik bir örneği. Adı John Kevorkian. O, ABD'de isteyen hastaların ölümlerine yardımcı oluyor. Kendi başına hasta ile görüşüyor ve birlikte ötanaziye karar veriyorlar. Ona



"Doktor Ölüm" ya da "intihar danışmanı" diyenler var. Emekli bir patoloji profesörü olan Kevorkian, yürüttüğü "ötanazi hakkı" kampanyalarıyla da adını duyurmuş. Hatta bu konuda kitaplar bile yazmış. 50'ye yakın hastanın ölümünde yol gösterici olan bu doktor ve onun gibileri, bilim adamlarınca tehlikeli ve yanlış yola sapmış kabul edilmekte. Çünkü hekimle hastası arasındaki ilişkide bir güç dengesizliği söz konusu olabilir. Bu durumda hekim hastasını objektif olarak aydınlatır. Ama ötanazi gibi hassas bir konuda hastaya sunulacak psikiyatrik yardımın yanı sıra, bir başka hekimin de kontrolü olmalıdır. Oysa Kevorkian ne bir psikiyatristtir, ne de ikinci bir doktorla beraber çalışır. Ülkede etkin ötanazi yasak olmasına karşın, Kevorkian'ın icat ettiği intihar makineleriyle ölümcül hastalar yaşamlarını sona erdirmiş bulunuyorlar. Bu örnekte olduğu gibi daha birçok sakınca söz konusu.

Hollanda'da durum farklı. Bu ülkede etkin ötanazi de edilgen ötanazi de uygulanıyor. Ama biraz farkla. Etkin ötanaziyi uygulayan hekim, hastanın ölümünü bir ötanazi uygulaması olarak, özel bir bildirim prosedürüne uygun olarak savcılığa bildirmek zorunda. Edilgen ötanazi ise, bu ülkede doğal ölüm olarak kabul ediliyor ve kayda geçiyor. Hollanda'da ötanazi isteyen hastaların büyük bir çoğunluğu, bunu manevi acı çekme, onurlarını kaybetme durumunda kaldıkları için istediklerini belirtmişler. Fiziksel acı nedeniyle ötanazi isteyenlerse oldukça azmış. Bir de, ister evde, ister hastahanede uygulansın, ötanazi yapılan hastadan ücret alınmıyor!

O Halde...

Etkin ya da edilgen ayrımı yaparak, sonucu farklı olmayan bir gerçeği farklıymış gibi göstermek ne derece doğru? Ya da, yaşam dinsel ve toplumsal bir değer mi, yoksa kişinin özerk biçimde karar vermesi gereken bir konu mu?

Ülkemizde bu tartışmaların geçmişi çok yeni. Yaşam söz konusu olduğunda ölümle sonuçlanacak bir karara nasıl bakılmalı? Çok zor bir soru. Etik açıdan bakıldığında daha da zor yanıt vermek. Üstelik istismara da açık. Ama bir gerçek var: Ülkemizde ötanazi yasak. Etkiniyle, edilgeniyle! Siz en iyisi bu tartışmaların hangi yanında olacağınıza karar vermeden önce, kişisel seçiminizde sizi aydınlatacak kaynaklara başvurun. Örneğin Sibel İnceoğlu'nun kitabı "Ölme Hakkı" bu kaynaklardan biri. Sonra ya yaşamı kutsal sayın, ya da kaliteli yaşamı savunun. Size kalmış.

Gülgûn Akbaba

Kaynaklar
İnceoğlu S. *Ölme Hakkı*, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 1999.
Nuttall J. *Ahlak Üzerine Tartışmalar*, Ayrıntı Yayınları, Ocak 1997, İstanbul
http://www.thetribunenews.com/stories/0399/kevorkian27.htm
http://www.deu.edu.tr/Duyuru/insan/9.htm
http://www.hipokrat.org/hnet/menu/tip/tipdal/deontoloji/hekand2.html
http://www.superonline.com/nethaber/19980727/articles/yasam_09.html



Corus Turnuvası

Bu ay sayfalarımızda Wijk aan Zee'de yapılan Corus Turnuvası'ndan oyunlar bulacaksınız. Ocak ayının 14'ünde başlayan turnuva dergi elinize ulaştığı günlerde son bulmuş olacak. Linares öncesi önemli bir turnuva olan Corus'a birçok güçlü oyuncu katılıyor. Şimdiden dört tur oynandı. İlk sırayı, bu dört turdan 3 puan çıkarmasını bilen Kramnik, Kasparov ve Piket paylaşıyor. 14 oyuncunun katıldığı turnuvada diğer oyunculardan bazıları Anand, Morozevich, Leko, Polgar J., Short, Korchnio. Bu ay yer darlığı nedeniyle Ödüllü Sorularımıza ara veriyoruz ancak Açılış Ansiklopedisi yan sayfada. Ayrıca FİDE'nin olaylı Ocak listesini de bulabilirsiniz.

Lputian, S-Piket, J
ECO "E97"

1. Af3 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 Fg7 4. e4 d6 5. d4 O-O 6. Fe2 e5 7. O-O Ac6 8. d5 Ae7 9. Ad2 a5 10. Kb1 Ad7 11. a3 f5 12. b4 Şh8 13. Vc2 Af6 14. f3 axb4 15. axb4 c6 16. Ab3 fxe4 17. fxe4 cxd5 18. cxd5 Vb6+ 19. Şh1 Fd7 20. Aa5 Ag4 21. h3 Kxf1+ 22. Fxf1 Kf8 23. Fg5 Af2+ 24. Şh2 Axh3 25. Fb5 Axg5 26. Fxd7 Kf4 27. Ac4 Vc7 28. Fb5 Ag8 29. Şg1 Af6 30. Kf1 Kg4 31. Va2 Agxe4 32. Axe4 Kxe4 33. Va5 Kxc4 34. Fxc4 Vxc4 35. Vd8+ Ag8 36. Vxd6 e4 37. Ke1 Vd4+ 38. Şh1 Fe5 39. Vc5 e3 40. Vxd4 Fxd4 41. d6 Af6 42. g4 Axg4 43. d7 Fb6 44. Şg2 Şg7 45. Kd1 Fd8 46. Kd4 Af6 0-1

Timman, J-Anand, V
ECO "E42"

1. d4 Af6 2. c4 e6 3. Ac3 Fb4 4. e3 c5 5. Age2 cxd4 6. exd4 O-O 7. a3 Fe7 8. Af4 d5 9. cxd5 Axd5 10. Acxd5 exd5 11. Fd3 Ac6 12. O-O Ff6 13. Fe3 g6 14. Kc1 Fg7 15. Fb1 Ae7 16. Ke1 Ke8 17. Vf3 Vb6 18. b4 Fe6 19. h4 Fd7 20. Fa2 Fc6 21. Axd5 Axd5 22. Fxd5 Fxd5 23. Vxd5 Kad8 24. Vc5 Va6 25. Fg5 Kxe1+ 26. Kxe1 Fxd4 27. Vc7 Kf8 28. Fe3 Fxe3 29. Kxe3 h5 30. g3 b5 31. Kf3 Şg7 32. Şg2 Şg8 33. Şh2 Şg7 34. Şg1 Şg8 35. Şg2 Şg7 36. Kc3 Ke8 37. Kf3 Kf8 38. Şh2 Şg8 39. Kc3 Ke8 40. Vc6 Vxc6 41. Kxc6 Ke6 42. Kxe6 1/2-1/2

Leko, P-Morozevich, A
ECO "B33"

1. e4 c5 2. Af3 Ac6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Vb6 5. Ab3 Af6 6. Ac3 e6 7. Fd3 d6 8. f4 Fe7 9. Vf3 Ab4 10. Fe3 Axd3+ 11. cxd3 Va6 12. O-O O-O 13. e5 Ad7 14. d4 Ab6 15. exd6 Fxd6 16. Ac5 Va5 17. Kfc1 Ac4 18. A3e4 Axe3 19. Axd6 Ad5 20. f5 b6 21. Ab3 Vb4 22. Axc8 Kaxc8 23. Kxc8 Kxc8 24. fxe6 fxe6 25. Ve4 Ke8 26. Kc1 h6 27. h3 Vd6 28. Kf1 a5 29. a3 Vg3 30. Ad2 Ve3+ 31. Vxe3 Axe3 1/2-1/2

Kramnik, V-Adams, Mi
ECO "E11"

1. d4 Af6 2. Af3 e6 3. c4 b6 4. g3 Fa6 5. b3 Fb4+ 6. Fd2 Fe7 7. Fg2 c6 8. O-O d5 9. Vc2 O-O 10. Kd1 Abd7 11. Ff4 Kc8 12. Ac3 c5 13. cxd5 Axd5 14. Axd5 exd5 15. dxc5 Kxc5 16. Vd2 Af6 17. Fe5 Vd7 18. Fd4 Kc7 19. Kac1 Kxc1 20. Kxc1 Kc8 21. Ae5 Ve6 22. Kxc8+ Vxc8 23. Ad3 Ae4 24. Vb2 Fxd3 25. exd3 Af6 26. h3 h6 27. b4 Ve6 28. Vc3 Ae8 29. a4 Ff6 30. Şh2 Vd7 31. a5 Şh7 32. Fxf6 Axf6 33. Ve5 Vd8 34. a6 Şg8 35. d4 b5 36. Ff3 Şf8 37. Şg2 Şg8 38. h4 Vb6 39. Fxd5 Axd5 40. Vxd5 Vxa6 41. Vd7 Vg6 42. Ve8+ Şh7 43. d5 a5 44. bxa5 b4 45. d6 b3 46. d7 Vc6+ 47. Şh2 Vf3 48. Ve1 Vd3 49. a6 1-0

Piket, Je-Kasparov, G
ECO "D97"

1. d4 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 d5 4. Af3 Fg7 5. Vb3 dxc4 6. Vxc4 O-O 7. e4 Aa6 8. Ff4 c5 9. d5 e6 10. d6 e5 11. Fxe5 Ab4 12. Kd1 Fe6 13. Vxc5 Ac2+ 14. Şd2 Ad7 15. Vc7 Axe5 16. Vxd8 Kaxd8 17. Şxc2 Ag4 18. Kd2 Fh6 19. Ke2 Kxd6 20. h3 Af6 21. g4 Ad7 22. e5 Kb6 23. Ad4 Ac5 24. b3 Kd8 25. Axe6 Axe6 26. Ke4 Kc6 27. Fc4 a6 28. Kd1 Kdc8 29. Kd6 Ac5 30. Kxc6 Kxc6 31. Kd4 b5 32. b4 bxc4 33. bxc5 Kxc5 34. f4 Ff8 35. Kd7 Ka5 36. g5 h6 37. h4 hxg5 38. hxg5 Fb4 39. Ad5 Kxa2+ 40. Şb1 Kd2 41. e6 fxe6 1/2-1/2

Polgar, Ju-Van Wely, L
ECO "B92"

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Af6 5. Ac3 a6 6. Fe2 e5 7. Ab3 Fe7 8. f4 b5 9. Ff3 Fb7 10. fxe5 dxe5 11. Vxd8+ Fxd8 12. Ac5 Fc6 13. a4 Fa5 14. Fd2 Abd7 15. Axd7 Şxd7 16. O-O-O Şe6 17. Khe1 h5 18. h4 Khc8 19. axb5 axb5 20. Ab1 Fxd2+ 21. Kxd2 b4 22. Ke3 g6 23. b3 Ad7 24. c3 Kab8 25. Kc2 Fa8 26. Ad2 bxc3 27. Kexc3 Kxc3 28. Kxc3 Kb4 29. Şc2 Af6 30. Ke3 Ae8 31. Ac4 Ac7 32. g4 Ab5 33. gxh5 Ad4+ 34. Şb2 Axf3 35. Kxf3 gxh5 36. Kf5 f6 37. Kxh5 Fxe4 38. Kh8 Kb7 39. Ke8+ Şd7 40. Kg8 Şe6 41. Ke8+ Şd7 42. Kg8 Şe6 1/2-1/2

Korchnoi, V-Kasparov, G
ECO "D85"

1. d4 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 d5 4. cxd5 Axd5 5. Fd2 Fg7 6. e4 Ab6 7. Fe3 O-O 8. Fe2 Ac6 9. Af3 Fg4 10. d5 Fxf3 11. gxf3 Aa5 12. Fd4 Vd6 13. Fxg7 Şxg7 14. f4 Vf6 15. Vd2 c6 16. dxc6 Kfd8 17. Ve3 Aac4 18. Vc5 Kac8 19. c7 Kd7 20. Fxc4 Kcxc7 21. Vg5 Kxc4 22. Vxf6+ Şxf6 23. Kc1 Kcd4 24. b3 Kd3 25. Şe2 Kd2+ 26. Şf3 K7d3+ 27. Şg2 e6 28. Khe1 Şe7 29. f5 Ad7 30. fxe6 fxe6 31. Şf1 Ae5 32. Ke2 g5 33. Aa4 Kd1+ 34. Ke1 Kxe1+ 35. Şxe1 Kd7 36. Şe2 Ad3 37. Kc3 Af4+ 38. Şf3 Şf6 39. Ac5 Kc7 40. h4 e5 41. hxg5+ Şxg5 42. Kc4 b5 43. Kc1 b4 44. Kc4 a5 45. Aa4 Kf7 46. Şe3 Ag2+ 47. Şe2 Af4+ 48. Şe3 h5 49. Kc5 Ag2+ 50. Şe2 h4 51. Kxe5+ Şg4 52. Ke8 Af4+ 53. Şe3 h3 54. f3+ Şh4 0-1

Lputian, S-Timman, J
ECO "A34"

1. Af3 Af6 2. c4 c5 3. Ac3 d5 4. cxd5 Axd5 5. g3 Ac6 6. Fg2 g6 7. Va4 Fg7 8. Ag5 e6 9. Age4 Ab6 10. Vb5 O-O 11. Axc5 Ad4 12. Vd3 Ve7 13. Ab3 e5 14. O-O Fe6 15. Vb1 Kfc8 16. d3 Kxc3 17. bxc3 Axe2+ 18. Şh1 Axc3 19. Vc2 Kc8 20. Vd2 e4 21. d4 Ab5 22. Vg5 Ve8 23. Fe3 f5 24. Vh4 Fd5 25. g4 Ad6 26. Vg3 Abc4 27. Ff4 Ve7 28. Kac1 Kf8 29. Kfe1 g5 30. Fxd6 Axd6 31. gxf5 Kxf5 32. Kc2 Kf4 33. Kec1 h6 34. Vc3 Ac4 35. Ad2 b5 36. Axc4 Fxc4 37. a4 a6 38. axb5 axb5 39. Ve3 Vd6 40. Kd2 Ff6 41. Ka1 Fd8 42. Ka7 Fc7 43. Vh3 Kf7 44. Kd1 Şg7 45. d5 Fd3 46. Vg3 Vb6 47. Ve3 b4 48. Vxb6 Fxb6 49. Kxf7+ Şxf7 50. Ff1 Fc2 51. Kd2 b3 52. Fc4 e3 53. d6+ Şf6 54. fxe3 Fe4+ 55. Kg2 b2 56. Fa2 Fxe3 57. h4 g4 58. d7 Şe7 59. Şh2 Ff4+ 60. Şg1 Fxg2 61. Şxg2 h5 0-1

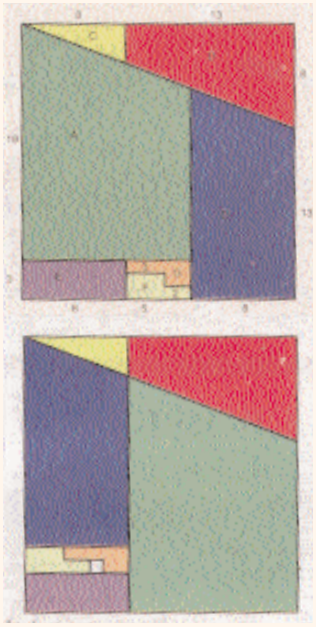
Van Wely, L-Korchnoi, V
ECO "D20"

1. d4 d5 2. c4 dxc4 3. e4 Af6 4. e5 Ad5 5. Fxc4 Ab6 6. Fb3 Ac6 7. Ae2 Ff5 8. Abc3 e6 9. a3 Vd7 10. O-O O-O-O 11. Fe3 h5 12. Vc1 f6 13. Kd1 Vf7 14. exf6 gxf6 15. d5 exd5 16. Af4 Şb8 17. Acxd5 Fd6 18. Fa2 Vg7 19. Axb6 axb6 20. Ae6 Fxe6 21. Fxe6 Ve7 22. Fd5 Ae5 23. h3 c6 24. Fe4 Fc5 25. Vc3 Şa7 26. b3 h4 27. a4 Fxe3 28. Vxe3 Vc5 29. Vxc5 bxc5 30. f4 Af7 31. Fg6 Ad6 32. Kac1 Khg8 33. Fh5 Ae4 34. Ff7 Kxd1+ 35. Kxd1 Kg7 36. Fe6 Ke7 37. Fc4 Şb6 38. f5 Şa5 39. Ke1 Ke8 40. Fd3 Ad6 41. Ke6 Kd8 42. Kxf6 Şb4 43. Ke6 Şxb3 44. f6 c4 45. Fg6 c3 46. a5 c5 47. g4 hxg3 48. h4 c4 49. Ke2 Kf8 50. Ke6 Ab5 51. Kb6 Şb4 52. h5 Şxa5 53. Kxb7 Ad4 54. h6 Af3+ 55. Şf1 g2+ 0-1

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Fibonacci'nin Şaşırtıcı Karesi

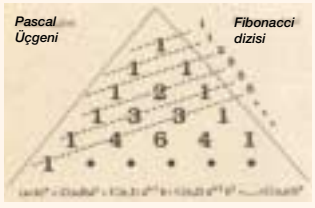


Fibonacci sayı dizisi şöyledir: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34,... Her sayı kendinden önceki iki sayının toplamıdır. Üstte kenarı 21 olan bir kare görüyorsunuz. Kare 7 parçadan oluşmuş: A, B, C, D, E, F ve G. Parçaların kenarlarına uzunlukları yazılmış. Görüldüğü gibi uzunlukların herbiri bir Fibonacci sayısıdır. Alt şekilde A, D, F ve G parçaları, aynı ölçülerde kalmakla beraber, yer değiştirmiş... Şaşılacak şey: Üst şekilde olmayan küçük beyaz bir kare belirmiş. Söylendiğine göre Matematik İlahları ve İlaheleri, pencereden bakıp şaşıran insanlara gülerlermiş. Nasıl oluyor bu iş?

İki Yerine Üç Ceset

O gece Lord Hastings Kimberley'in şatosunda cinayet işlenmişti. Villaya ustalıkla giren caniler, Lord'un iki konuğunu boğarak öldürmüşlerdi. Öldürülen bir babaoğuldu. Caniler, cesetleri sessizce daha önce getirdikleri tabutlara koymuşlar ,onları beraberlerinde getirdikleri cenaze arabasına yüklemişler ve son hızla uzaklaşmışlardı oradan. Olayın tek bir görgü tanığı vardı: şatonun en üst kulelerinden birinden cesetlerin tabutlara konuluşunu gören, fakat korkudan dili tutulduğu için bağıramayan ve yerinde donup kalan yarım akıllı uşak Chester Lincoln. Olaya Sherlock Holmes el koydu. Uşak durmadan şu ifadeyi tekrarlıyordu: "Tabutların birinin içinde 1, diğerinin içinde 2 ölü vardı". Bu, 3 ölü yapıyordu; oysa ortadan kaybolan 2 kişiydi. Kimse buna bir çözüm bulamıyordu. Görgü tanığına inanmak zorundaydılar. Biraz geri zekâlı olsa da olayı yalnız o görmüştü ve ifadesini yeminlerle tekrarlıyordu. Acaba şatoya gece meçhul biri mi girmişti? Yoksa caniler üç kişi gelip de tartışma çıkınca içlerinden birini mi vurmuşlardı? Dr. Watson'un kafası altüst olmuştu; bir yatıştırıcı hapı yuttu. Holmes ise irili ufaklı pipolarını dizdiği sedef kutuyla oynuyordu. Birden ayağa kalktı ve "buldum" dedi. Holmes neyi bulmuştu?

Pascal Üçgeni Fibonacci Dizisi ve Binom Katsayıları



Pascal üçgeni şöyle elde edilir: Her sayı kuzeydoğu ve kuzeybatısındaki terimlerin toplamıdır; örneğin 3=1+2, 4=1+3, 6=3+3 vb. Pascal üçgeninin yatay sıraları, binom (ikiterimli) parantezlerin n. kuvvetinin açılımlarındaki katsayılardır:

$(a+b)^0=1$

$(a+b)^1=1a+1b$

$(a+b)^2=1a^2+2ab+1b^2$

$(a+b)^3=1a^3+3a^2b+3ab^2+1b^3$

1

1 1

1 2 1

1 3 3 1

Binom katsayıları şöyle de bulunur: Her katsayı a'nın üssüyle çarpılıp terim sırasına bölünerek bir sonraki terimin katsayısı elde edilir: $(a+b)^3=1a^3+((1.3)/1)a^2b+((3.2)/2)ab^2+((3.1)/3)b^3$. (Yani $a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$; a'nın üsleri 3, 2, 1, 0 ve b'nin üsleri 0, 1, 2, 3 olarak gider). Binom katsayılarının toplamı 2^0, 2^1, 2^2, 2^3,... diye gider: $1=2^0$, $1+1=2^1$, $1+2+1=2^2$, $1+3+3+1=2^3$ vb. Pascal üçgenindeki sayıları çapraz olarak toplarsak Fibonacci dizisini elde ederiz. 1, 1, 2, 3, 5, 8,... Her terim kendisinden önceki iki terimin toplamıdır. (Yaşayan Matematik, T. Pappas, s. 29, 1993).

Bu Formül Neye Yarıyor?

$[(p-1)! +1]$ sayısı p ile kalansız bölünürse p nasıl bir sayıdır?

Pisagor Üçlüleri

Kenarlarının uzunluğu tam sayı olan dik üçgenlerin kenarlarına Pisagor üçlüleri denir. Örneğin 3, 4, 5 bir Pisagor üçlüsüdür. 3 bir üçgen sayı, 4 bir kare sayıdır ve ikisi için de $n=2$ dir. Üçgen sayı formülü: $n(n+1)/2$. Kare formülü: n^2. $n=2$ için üçgen sayı 2.3/2=3 ve kare sayı $2^2=4$. (Üçgen sayıların tanımı: 1'den n'e kadar olan sayıların toplamı olan sayı n. üçgen sayıdır. 1, 1+2=3, 1+2+3= 6, 1+2+3+4= 10, 1+2+3+4+5=15,... gibi. Üçgen sayı denmesinin nedeni şudur: Her kenarı tam n dairenin yanyana getirilmesiyle oluşturulan bir eşkenar üçgen düşünelim. Bu eşkenar üçgen içindeki dairelerin sayısı n. üçgen sayıyı verir. Örneğin her kenarında 4 daire olan bir eşkenar üçgende 4. üçgen sayı kadar, yani 1+2+3+4=10 daire vardır; en alt sırada 4, bir üstündeki sırada 3, bir sonraki sırada 2 ve tepede 1 daire bulunur). Sorumuz şu: 3, 4, 5'e benzer öyle bir Pisagor üçlüsü bulunuz ki kenarlardan biri yine bir üçgen sayı ve biri de aynı dereceden bir kare olsun; yani hem üçgen sayı, hem de kare sayı için n aynı olsun.

Eşit Alanlı Diküçgenler

Alanları eşit 3 Pisagor üçgeninin (her kenarı tam sayı olan diküçgenler) kenarlarını bulunuz.

Sherlock Holmes ve Kasa

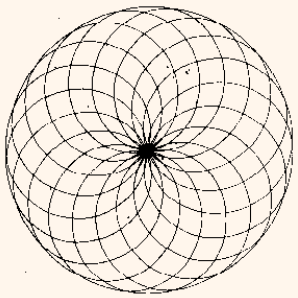
İş adamı Steiner Hard birinci kasasının şifresini $x^3+y^3+z^3=81$ olarak saptamıştı (x, y ve z pozitif sayılar). İkinci kasasının şifresi ise bu koşullarda $(x+y+z)$ ifadesinin alabileceği en büyük değerdi. Bir gün iş adamı evde yokken ikinci kasa açılıp soyuldu. Yakalanan sarhoş bir şüpheli suçunu itiraf etti; ikinci kasayı şifre olarak 19 rakamını vererek açmıştı. Holmes, ünlü piposundan halkalar savurarak ve Baker Street'de yanan havagazı lambalarının ışığında devleşen insan gölgelerine bakarak dostu Dr. Watson'a sordu: "Watson, bir hastalığın belirtileri diğerine çok benzerse ne olur?". Dr. Watson "Olan hastaya olur dostum. Teşhisin yanlış olma olasılığı artar". Holmes "Peki, ya doktor işinin kompetanı ise?". Dr. Watson "O zaman da olan hastalığa olur." Bundan sonra Holmes, Paris'te tatil yapmakta olan iş adamını bir sabıkalıyla suç ortağı olarak kendi kasasını soydurup sigortadan para aldığı için tutuklattı. Bunu nasıl anlamıştı?

Bir Buluşma

Cin Ruhi ile Sonsuz Solen sonbaharın güzelliğini birlikte seyretmek için bir ormanda buluşmaya karar verdiler. Ormanın karşıt kenarlarından girip düz bir yol üzerinde birbirlerine doğru yürüyeceklerdi. Ruhi saatte 3 km, Solen ise saatte 2 km hızla yürüyorlardı. Buluşmalarına 2 dakika kala dehşet verici bir fırtına başla-

dı. Acaba bu sırada Ruhi ile Solen'in arasındaki uzaklık neydi? Koşarak birbirlerine kavuşabilirler miydi?

İlginç Eğriler



Bu Amerikalı matematikçi M.R.E. Moritz tarafından bulunmuş 38. dereceden bir süs eğrisidir.
Polar denklemi:

$$\rho = \cos\frac{9}{10}\theta$$

Kartezyen denklemi:

$R^9 (512R^5-1280R^4+1120R^3-40R^2+50R-1)^2-X^2=0$

$R=x^2+y^2$

$X=x^9-36x^7y^2+126x^5y^4-84x^3y^6+9xy^8$.

Diküçgen ve Kare

Öyle bir diküçgen bulunuz ki alanı hesaplandığında elde edilen sayı bir kare olsun.

Kaç Tane Diküçgen

a) Verilen bir A doğal sayısı, kaç primitif Pisagor diküçgeninin kenarı olabilir? (Primitif diküçgenden kenarları aralarında asal olan, yani kenarlarının ortak böleni bulunmayan diküçgeni anlıyoruz). b)Kaç primitif ya da primitif olmayan Pisagor üçgeninin kenarı olabilir?

Hipotenüs'ün Esrarı

Her sayı bir Pisagor dik üçgeninin hipotenüsü olabilir mi, olamazsa hangi sayılar hipotenüs olabilir? Bir hipotenüs üzerine kaç Pisagor üçgeni (x, y ve z doğal sayılar olmak üzere $x^2+y^2=z^2$) çizilebilir?

Torbadaki Yılanlar

Bir torbada zehirli ya da zehirsiz bir yılan vardır. Torbaya zehirsiz bir yılan atıyorum. Şimdi torbada iki yılan var. Torbadan zehirsiz bir yılan kaçıyor. Torbada kalan yılanın zehirli olması olasılığı nedir?

Paralelkenar

Aynı düzlem üzerinde n paralel çizgi m paralel çizgiyi kesiyor. Toplam kaç paralelkenar oluşur?

Borel Paradoksu

1899'da ünlü Fransız matematikçi, filozof ve siyaset bilimcisi Emile Borel (1871-1956) kendi adıyla anılan şu ünlü paradoksu buldu. "Bir çember içine rastgele bir kiriş çizilsin. Bu kirişin uzunluğunun bu daire içine çizilen bir eşkenar üçgenin kenarından daha uzun olma olasılığı nedir?"

Mısır Piramidinin Esrarı



Mısır piramitlerinden biri özel bir hesapla yapılmış. Piramidin üçgen biçimi yanal yüzleri şu ölçülere uymaktadır: En üst sırada 1 taş, ikinci sırada 2+3 taş, üçüncü sırada 4+5+6 taş, dördüncü sırada 7+8+9+10 taş... var. 100. sıradaki taş sayısı kadar yıl sonra, Firavun Tutankamon'un dirilip Mısır'a döneceğine inanılıyormuş. Tutankamon kaç yıl sonra dirilebilir?

Zarif Eşitsizlikler

1) Negatif olmayan x_1, x_2, x_3 sayılarının toplamı 1 ise, kanıtlayınız ki:

$x_1x_2+x_2x_3+x_3x_1 \le 1/3$.

2) Negatif olmayan x_1, x_2, x_3 ve x_4 sayılarının toplamı 1 ise, kanıtlayınız ki

$x_1x_2+x_2x_3+x_3x_4+x_4x_1 \le 1/4$

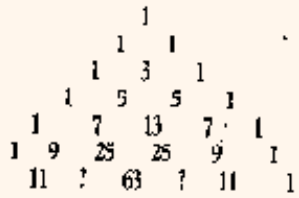
Şah ve At

Bir satranç tahtasında iki at var. Bu atlardan birinin olduğu kareden diğerinin olduğu kareye tam 4 sıçrayışta varılıyor. Bir şah, bu atlardan birinin olduğu kareden diğerinin olduğu kareye en az kaç hamlede gider? (İyi düşünün!).

Hangi Sayı Gelmeli?

Buradaki soru işareti yerine hangi sayı gelmelidir:

a)



b)1 ; 2 ; 6 ; 12 ; 60 ; 60 ; 420; 840 ; ?

c)1 ; 2 ; 4 ; 8 ; 16 ; 31 ; ?

d)1 ; 11 ; 21 ; 1211 ; 111221 ; 312211 ; 13112221 ; 1113213211 ; ?

e)0 ; 01 ; 0110 ; 01101001 ; 0110100110010110 ; ?

Keşiş Suçlu Mu?

Ortaçağda bir manastırda bir keşiş canı sıkılınca sık sık şarap mahzenine iniyor ve şarap içiyordu. Başkeşiş olayı öğrenince keşişe ne kadar şarap içtiğini sordu. Keşiş şöyle cevap verdi: "Mahzende 100 litrelik bir şarap fıçısı vardı ve tarih 1 Haziran 1250 idi. Ben 1 Haziran'dan 30 Haziran 1250 akşamına kadar her gün 1 litre şarap içtim. Ama ne kadar şarap içtiğimi bilmiyorum. Siz bana söyler misiniz?" Başkeşiş fena halde kızdı : "Vay küstah! Beni imtihan mı ediyorsun? Tabii ki 30 litre." Keşiş "Hayır, hayır" dedi; "ben içtiğim her litre şarap yerine fıçıya 1 litre su koyuyordum". Başkeşiş sıkıntıdan kafasını kaşıdı; iş çatallanmıştı. Bu hesabı dünyada yapamazdı. Buna rağmen kuralı açıkladı: "1 ayda 25 litre şarap içmeye hakkın var. Eğer 25 litreden fazla şarap içmişsen suçlu sayılacak ve yargılanacaksın". Keşiş kaç litre şarap içmişti?

Bavula Sığmayan Olta

Cin Ruhi tatilde balık tutmak için Fransa'nın Atlantik kıyısındaki güzel balıkçı köyü Marienbad'a gitti. Ancak dönüşte bir sorunla karşılaştı. Fransa Demiryolları, 3 metreden uzun hiçbir eşyayı kabul etmiyordu. Ruhi'nin oltası ise 4 metre boyundaydı. Cin Ruhi aldırmadı; çarşıya gidip bir dükkâncıyla biraz bir şeyler konuştu. Sonra oltasını kırmadan ve bükmeden bagaja verip kompartmana kuruldu. Bunu nasıl başarmıştı?

Yer Değiştirme

Sınıfta 28 öğrenci var. Öğrenciler 14 sırada ikişer ikişer oturuyorlar. Öğretmen her ayın ilk günü öğrencilerin yerini değiştiriyor; öyle ki hiçbir öğrenci daha önce oturduğu eşle birlikte oturmuyor. Böyle bir yer değiştirme en çok kaç ay sürebilir?

Şeytanın Küpü

Şeytan özel bir küp yaptı. Bu küpün on iki kenarından herbirine farklı bir tamsayı yazdı. Bu küpün şu iki özelliği vardı: a) Sekiz köşenin herbirinde, o köşeye gelen üç kenarın toplamı aynıydı. b) Altı kare yüzün herbirinde dört kenarın toplamı aynıydı. Kenarlara yazılmış en küçük sayıları bulunuz.

Evin Numarası



Cin Ruhi ve Deli Ruhiye nasılsa aynı binada farklı dairelerde yaşıyorlar. Ruhi, daire numarasını soran Ruhiye'ye şu yanıtı verdi: "İki haneli ab gibi bir sayı. a ile b'nin toplamına a ile b'nin farkının karesini eklersen yine ab'yi elde ediyorsun. Bil bakalım ben kaç numaradayım?" Cevabı Deli Ruhiye'den önce Kafaboş verince Ruhiye ağlamaya başladı. Cin Ruhi ona Bilim ve Teknik'in son sayısını hediye edince ağlamayı kesti.

Dört Nokta

Bir düzlemde A, B, C ve D noktaları verilmiş. Kenarları bu noktalardan geçen dikdörtgenlerin merkezlerinin geometrik yerlerini bulunuz.

Geçen Ayın Çözümleri

Diküçgenlerde 10 Kuralı

$N=p^3q$ (p ve q tek asal sayılar) ve $N=16p$ (p tek asal sayı) şeklindeki doğal sayılar, tam 10 Pisagor üçgeninin kenarı olabilir. Örneğin 48=16.3, 135=3^3.5, 80=16.5 doğal sayılarının herbiri 10 Pisagor üçgeninin kenarı olabilir. 48 ve 135, asal çarpan olarak 3 içerdiklerinden ($4x$-1 şeklinde asal çarpan) hipotenüs olamazlar. 80=16.5'de ise 5, $4x$+1 şeklinde olduğundan, 80 sayısı tek bir Pisagor üçgeninin (48,64,80 tripleti) hipotenüsü olabilir. İspatı uzun olduğundan burada yer veremiyoruz.

Bir Başka Dünyadan

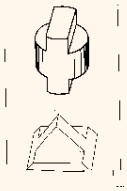
Bu şekillerin hiçbiri gerçek dünyada varolamaz. Ressamın hayalinden doğmuşlar. Üçlü çatalda kahverengi ve sarı parça arasında boşluk yok; yeşil madde devam ediyor. Tek yarık yeşil ve kahverengi parçalar arasında; o zaman iki uç olması gerekir; oysa üç uç var. Sağdaki şekilde soldan üçüncü düşey tahta, en üst ve arka yataya böyle çakılamaz. Nasıl sürrealist şiir, resim ve heykel varsa, bunlar nasıl tamamen anlamsızsa, bu şekiller de sürrealist. Gerçek varken ve son derece önemliyken insanlar neden gerçeküstüyle uğraşıyorlar dersiniz? Olsa olsa gerçeklerin yüzeye çıkmasını engellemek için.



Hangi Renk Daha Fazla?

Dokuzgene birbirine paralel üç yeni köşegen çizdik. 13 üçgen oluştu. Alanları eşit, renkleri farklı üçgenlere aynı numaraları verdik: 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. 13 tek kaldı. O halde kırmızı>beyaz.

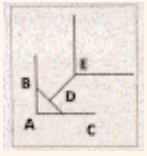
Tıpa



Ejderin Bir Haftası



Köprü



Kalaslar BC ve ED olsun.

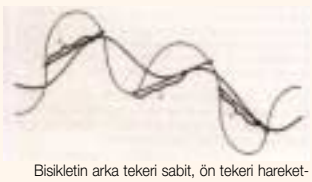
$AE \geq 3\sqrt{2}$.

$ED=2AE/3$ ve

$ED = 2.3\sqrt{2}/3$. $=2.83$.

Herbiri en az 2,83 m olan iki kalas gerekir.

Bisiklet İzi



Bisikletin arka tekeri sabit, ön tekeri hareketlidir. Bu nedenle daha kıvrımlı yol (ince yol) ön tekerin, daha az kıvrımlı yol (kalın yol) arka tekerindir. Arka teker daima ön tekerin toprakla temas ettiği noktaya yöneliktir. Arka teker izinin her noktasının teğeti ön teker eğrisine doğrudur ve bisikletin uzunluğu sabit olduğundan bu teğetin ön teker eğrisini kestiği noktalar arasındaki uzaklık (x) sabittir. Bisikletin soldan sağa gittiğini düşünürsek, bu söylediklerimiz gerçekleşemez. Bisiklet sağdan sola gitmektedir. Bisiklet düz bir çizgi, bir çember veya bir yay üzerinde hareket etseydi, onun yönünü belirleyemezdik.

Pudingleri Tatmak Bunlar Nedir?

Bunlar dünyadan göründüğü şekliyle sırasıyla Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün yörüngeleridir. Oysa genellikle gezegenlerin yörüngelerinin eliptik olduğunu düşünürüz.



Yok Olan Bıyık

Resimde görünen bıyık değil, bir sandalın uçlarıdır. Sandal sağa doğru gidince "bıyık" kayboldu.

Bir Kartopu Savaşı

Her i çocuğunun ($1 \leq i \leq 15$) kendisine en yakın çocuğa uzaklığı d_i olsun. $d_{15} > d_{14}$ ise 15 No'lu çocuk isabet almaz. 14 No'lu çocuk kendine 15 No'lu çocuktan daha yakın olan bir çocuğa kartopu atar. $d_{15}<d_{14}$ ise 15 Nolu çocuk kartopu yer. Kalan 13 çocuğa 15 numaranın mantığı ikişer ikişer uygulanırsa, 15 tek sayı olduğundan yalnız 1 çocuğun kartopu yemeden kalacağı anlaşılır.

16 çocuğunsa her biri kartopu yer. Bunu şöyle düşünün: 16 çocuk 8 adet çift haline getirilsin ve çiftler birbirlerinden çok uzak olsun. Her çiftteki çocuk birbirini vurur; çünkü kendine en yakın olan çocuk karşısındakidir.

Cin Satrancı

Yazılan sayıların en küçüğü f olsun. f yazılı kareye ve komşu olan karelere de a, b, c ve d yazılsın.

$f=1/4(a+b+c+d)$ veya $a+b+c+d=4f$. f en küçük sayı olduğundan $a \geq f$, $b \geq f$, $c \geq f$ ve $d \geq f$. Bu eşitsizlikten birisi bile doğruysa $a+b+c+d>4f$ olur ki çelişkidir. Ancak $a=f$, $b=f$, $c=f$ ve $d=f$ ise $a+b+c+d=4f$ gerçekleşir.

Kesişen Paraboller

Kesişen iki dairede $ZX^2 = ZP.\ ZQ$ (ZPX ve ZXQ üçgenleri benzer). Aynı şekilde $ZY^2=ZP.\ ZQ$. O halde $ZX=ZY$.

Tangram

Düşenin Dostu Olmaz.



Perili Satranç

Toplamı diğer sıra ve sütunlara göre minimal olan bir yatay sıra alıp buna L diyelim. L'deki 1'lerin sayısı k olsun. İki olasılık vardır:

1) $k \geq 4$'dür. Her yatay sırada en az 4 tane 1 vardır. Tahtanın toplamı, 8 yatay sıra olduğundan 4x8=32'dir.

2) $k<4$'dür. O zaman L yatay sırasında k tane 1 ve 8-k tane sıfır vardır. L'nin sıfırından geçen bir düşey sütunu düşünelim. L'nin toplamı k olduğundan (k tane 1 var) ve O'dan geçen yatay sıra aynı O'dan geçen düşey sütunun toplamı en az 8 olacağından düşey sütunda 8-k tane 1 olmalıdır. [(8-k)+k=8]. Yatay sırada 8-k tane sıfır var ve her sıfırdan geçen düşey sütunda 8-k tane 1 var. Yatay sıranın sıfırlarından geçen düşey sütunların toplamı $(8-k)(8-k)=(8-k)^2$'dir. Yatay sıranın sıfırlarından geçmeyen k düşey sütun vardır; bu sütunların herbirinde en az k tane 1 olmalıdır (çünkü L'yi minimal aldık; hiçbir sütun veya sıra k'dan az 1 içeremez). k düşey sütunun herbirinde k tane 1 var; toplam $k.k=k^2$ eder.

Genel toplam $(8-k)^2+k^2=2(32-8k+k^2)=2[(k-4)^2+16]$. $k<4$ olduğundan bu ifade daima 32'den büyük çıkar; yani toplam en az 32'dir.

Ruhi'nin Şakası

İki çözüm vardır: 1) $x=y=2$. 2) $x=2^5=32$ ve $y=2^4=16$. Denklemde hemen y^4'ün çift olduğu görülüyor (sol taraf 2 ile çarpıldığından çift). $y=2m$ yazalım. $2x^3=16m^4$. Buradan x'in de çift olduğu görülür. $x=2n$ koyalım. Denklem $n^3=m^4$ halini alır. Bir sayı hem 3., hem 4. kuvvette görülürse 12. kuvveti de olmalıdır: k^{12}. $n=k^4$ ve $m=k^3$. Bütün çözümler şunlardır:

$(x,y) = (2k^4,\ 2k^3)$; yani $x=2k^4$ iken $y=2k^3$. Kafaboş 1. çözümü geçerli saydı ve "mantıklarımız eşit senle Ruhi" dedi. 16 ve 32 sayıları hoşuna gitmemişti; Ruhi'nin yarısı kadar mantıklı olmak onun kabul edilebileceği bir şey değildi. "Biz senle âdeta zar attık; zarda tek sonuç olur" diyordu.

Işık Hızıyla Uzaya Gitmek

Newton zamanın hep aynı hızda aktığını düşünmüştü. Einstein'dan önceki fizikçiler, ışık dalgalarının uzayda "eter" (esîr) denilen ışıklı bir madde tarafından iletildiğini sanıyorlardı; su veya havanın ses dalgalarını iletmesi gibi. Bu teoriye göre ışığın yönü değişince ışık hızının da değişmesi gerekiyordu. Fakat deneyler ışık hızının her yönde aynı olduğunu gösterdi. Einstein daha İsviçre Patent Bürosunda küçük bir memurken Sürelilik Teorisi'nin temellerini atmaya başlamıştı. Sürelilik'iin getirdiği en büyük yeniliklerden biri şuydu: Hareket halindeki bir cismin o cismin dışındaki bir gözlemciye göre uzunluğu, kütlesi ve zaman akış hızı, cismin hızıyla orantılı olarak değişir. Şimdi sorularımıza geçelim: 1) Yakın bir gelecekte hızları ışık hızına çok yakın füzeler yapılabilecektir. Bugünkü füzelerin ışık hızına erişemelerinin nedeni, bu hıza erişebilmek için gereken yakıtın çok, çok fazla oluşudur.

2) Güneş Sistemimize en yakın yıldız 4 ışık yılı ve Samanyolu Galaksimizin çapı 100 000 ışık yılı olduğundan, gelecekte bu büyük mesafeleri aşmak ancak ışık hızına yakın bir hızla giden uzay araçlarıyla mümkün olacaktır. 3) Bir uzay cisminin hızı arttıkça onun içindeki zaman dışındaki zamana göre yavaşlar. Işık hızına yakın bir hızla giden bir uzay gemisinin içindeki bütün saatler son derece yavaşlayacaktır. Bu nedenle Samanyolu'nun öteki ucuna ışık hızıyla gidip gelmemiz, Dünya zamanı ile 100 000x2= 200 000 yıl, yani 2000 yüzyıl alacaktır. Işık hızıyla giden uzay gemisi içinde zaman yavaşlayacağından bu 2000 yüzyılda uzay gemisi içinde birkaç neslin ömrü kadar zaman geçmiş olacaktır. Uzayda çocuk yapma devam ederse, insanlar 3-4 nesil sonra Dünya'ya dönebilir; fakat bu sırada Dünya'da 2000 yüzyıl geçmiştir. Dönenler bıraktıklarından çok farklı bir uygarlıkla karşılaşacaktır. Bu 2000 yüzyıl sırasında bir felaket sonucu insanlık yok olmuş olabilir. Bilim kurgu yazarları böyle bir olasılığı işleyip duruyor. 4) Etik (ahlâk) açısından böyle bir yolculuğa karşı çıkanlar, şunu düşünüyorlar: Uzaydan dönen insanların hâli ne olacaktır? Bu insanlar delirebilir, öldürülebilir veya intihar edebilirler. Ayrıca geçen 2000 yüzyılda Dünya'da uzay hakkında, galaksi yolculuğundan dönenlerin anlatacağından çok daha fazla bilgi birikmiş olabilir. O zaman bu yolculuk boşuna yapılmış olmayacak mıdır?

5) $L' = L\sqrt{1-v^2/c^2}$ formülüne göre hızlanan bir cismin rölatif (göreceli) boyu kısalır (L'=göreceli boy, L=gerçek boy, v=hız, c=ışık hızı). $v=c$ olduğunda cismin rölatif boyu (cismin, kendi dışındaki hareketsiz bir noktadan görülen boyu) sıfır olur. Hareket halindeki bir cismin rölatif boyu kısaldıkça kütlesi artar; $v=c$ olmasına iki büyük engel vardır: 1) $v=c$ olmasını sağlamak için gereken enerji sonsuzdur (bu, bir eğrinin altındaki alanı entegralle hesaplamakla kanıtlanabilir). 2) Rölatif boy kısaldıkça kütle artacak ve bu muazzam kütleyi daha fazla hızlandırmak olanaksızlaşacaktır. 6) Böyle ışık hızıyla giden bir geminin içinde nesillerin birbirini izlediğini düşünelim. Uzay gemisi, içinde insan barındıran minyatür bir gök cismi halini almış gibidir. Fakat bu gemi böyle sonsuza kadar gidemez. Eninde sonunda evren, ya sonsuza kadar genişleme veya büyük çökme ile karşılaşacaktır. Her iki hâlde de uzayda canlılar kalamayacaktır (ilkinde soğuma, ikincisinde ısınma sonucu). Kısacası insan nesli ne Dünya üzerinde ne de uzayda sonsuza kadar devam edebilir. 7) Teorik olarak ışık hızıyla çıkılan bir yolculuktan dönüş olası değildir. Uzay gemisi içinde sıfıra yakın bir zaman geçerken, dıştaki Evren'de sonsuze yakın zaman geçmiş olacaktır. Bu ise insanın uzay-zamanı terketmesi demektir. Teoriye göre uzay-zaman "tek yönlü bir zar" gibidir; onu bir kere geçtik mi bir daha kendi Evren'imize dönemeyiz (ama başka Evrenler olabilir).

Kaosu Yakalamak

Videokamera imgeyi tekrar tekrar oluşturur. Biz bir hata oluşturduk: kamerayı eğik tutarak büyütmeyi 1/1'den farklı hale getirdik. Birkaç saniye içinde kamera imgeyi yüzlerce kere oluşturur; böylece hata hızla büyür. Biriken hata son derece güzel bir görüntü verir (parmağınızı imgeye batırmaya çalışın, ne oldu?) Kameranın bir objedeki değişmeyi görmesiyle ekrana vermesi arasında bir an geçer. Bu zaman, imgenin imgesinde 2, imgenin imgesinin imgesinde 3 katına, vb. çıkar. Bu imgelerin üstüste binmesi güzel bir dönme hareketi oluşturur. Mikrofon ve amplifikatör sistemlerindeki ani gıcırtıların nedeni de budur; küçük sesler giderek büyür.

İrrasyonele İniş

Bunun için Fermat'nın çok sevdiği ve isim babalığını yaptığı sonsuz iniş (infinite descent) yöntemini kullanacağız. Bu bir tümevarım yöntemidir. Problemin pozitif tam sayılarla çözümü olduğu gösterilir ve sonra bu çözümden, daha küçük sayılarla yeni bir çözüme gidilir; bu sonuncu daha küçük pozitif tam sayılarla çözüme izin verir vb. Pozitif tamsayılar sürekli azaltılamayacağından, başlangıç varsayımının yanlış olduğu anlaşılır; problem çözümsüzdür. Şimdi bunu $\sqrt{7}$'ye uygulayalım. $\sqrt{7} = m/n$ gibi rasyonel (kesir olarak ifade edilebilen) bir sayı olsun. $m, n \in$ N. Şimdi şunu kanıtlayalım: $\frac{7n-2m}{m-2n} = \sqrt{7}$. $m = n\sqrt{2}$.'dir.

Böylece

$$\frac{7n-2m}{m-2n} = \frac{7n-2n\sqrt{7}}{n\sqrt{7}-2n} = \frac{7-2\sqrt{7}}{\sqrt{7}-2} = \sqrt{7}$$

$\sqrt{7} = m/n$.'den $2 < \sqrt{7} < 3$ (çünkü $4<7<9$ ve $2 < m/n < 3 \Rightarrow 2n < m < 3n$. Şimdi $m<3n$ olduğundan $2(3n-m)>0$ olur. O halde $7n-2m \in$ N. Fakat $m-2n<3n-2n=n$. Demek ki $\sqrt{7} = m/n$ kesrini akla uygun olarak $\frac{7n-2m}{m-2n}$'ye çevirdik. $m-2n<n$ bulduğumuzdan ilk kesrin paydası (m/n'deki n) diğer kesrin paydasından ($m-2n$) büyüktür. Yani $\sqrt{7} = m/n$ ve $\frac{7n-2m}{m-2n} = \sqrt{7}$'dir ve ikinci kesir birinciden küçüktür. Bu yöntemle kesri küçültmeye devam edebiliriz, fakat bu küçültme bir süre sonra durur. Küçültme sınırlıdır. O halde $\sqrt{7}$ rasyonel olamaz.

İki Dişli Çark

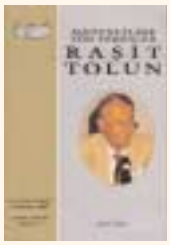
2 kere. Çünkü yaptığı hareket bileşik bir harekettir: hem dişli çarkın etrafında, hem de kendi merkezi etrafında dönmektedir. Aynı çaplı iki madeni paranın birini sabit tutup diğerine onun etrafında tam bir devir yaptırın. Para, sandığınız gibi kendi etrafında 1 kere değil, 2 kere döner. Benzer olarak iki dişli çarkın yarıçaplarının oranı n ise, büyük çark kendi etrafında 1 kere döndüğünde küçük çark kendi etrafında n+1 kere döner. Örneğin A dişli çarkının yarıçapı R=100 cm B dişli çarkının yarıçapı r=10 cm olsun. A bir kere dönerken, B 11 kere döner.

Kağıt Dantel

4 numara.

Yayın Dünyası

Murat Dirican



Madenciliğe Yön Verenler: Raşit Tolun
Ayşe Oğuz
Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Yayınları
İstanbul, 1999

Ülkemizin batılılaşma sürecinde kullanılan en önemli yollardan biri, yetenekli öğrencileri yurtdışında eğiterek Türkiye'de bilim, teknoloji, sanat ve diğer alanlardaki mayalanmayı sağlamak olmuştu. Tanzimattan bu yana sürdürülen bu uygulamanın belki de en başarılı örneklerinden biriyse Prof. Dr. Raşit Tolun'dur. Öğrendiklerini, bilimsel, teknolojik ve sosyal anlamda ulusal politikalarımız doğrultusunda geliştirerek topluma geri vermiş, uluslararası boyutlarda kabul gören flotasyon teorisini geliştirerek bu konudaki ders kitaplarına geçmesini sağlamıştı. TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi'de göreve başladığında çok gerçekçi bir yaklaşımla coğrafyamızın en önemli yeraltı zenginliği olan bor minerali konusunda araştırma ve geliştirmeyi, kurduğu Kimya Mühendisliği Araştırma Bölümü için hedef haline getiren Tolun'un her ne kadar bu konudaki çabaları yanlış değerlendirilmiş olsa da, onun yaşamı her yönüyle genç bilim adamlarına örnek oluşturuyor.



Rant Demokrasisi Çöktü
Deprem Yazıları
Oktay Ekinci
Anahtar Kitaplar Yayınevi / Kent ve Çevre Dizisi
İstanbul, Kasım 1999

Ekinci'nin bu kitabı da daha önce aynı yayınevince yayımlanan *Çevremiz de Demokrasi Bekliyor*, *İnsan Hakları ve Çevre*, *İstanbul'u Sarsan On Yıl*, *İstanbul Dosyaları* adlı kitapları gibi, kent ve çevre kültürü konularını irdeliyor. Prof. Dr. Emre Kongar, Ekinci'nin bu yeni kitabı için yazdığı önsözde şunları söylüyor:

"...

Onun kitapta topladığı yazıları, bir yandan toplumsal vurdumduymazlığımızın, öte yandan tüm toplumu saran yozlaşmanın ve rüşvetin tarihsel belgeleri olarak kamuoyuna mal olacaktır. Oktay Ekinci, yalnız sorunlara işaret etmekle yetinmeyen, onların çözümü için de hem kurumsal hem de uygulamalı çalışmalar yapan bir düşünürdür. Bu nedenle bu kitap sadece sorunları belirlemekle kalmayan, bu sorunların çözümü için neler yapılması gerektiğini de anlatan bir yapıt olarak, ülkemize çok yararlı olacaktır. Bütün sorun Ekinci'nin işaret ettiği çözümleri yaşama geçirebilecek bir toplumsal gücün ve siyasal iradenin seferber edilebilmesinde yatmaktadır. Bunu da ancak siz okurlar gerçekleştirebilirsiniz!"



Bir Dinozorun Gezileri
Mina Urgan
Yapı Kredi Yay.
Edebiyat Dizisi
İstanbul
Ekim 1999

Mina Urgan *Bir Dinozorun Anıları*'nı yazarken kitabının bu kadar çok okunacağını hiç beklememişti. "Benim gibi bir kocakarının hayatını kim merak eder ki..." demişti.

Oysa öyle olmadı. Yüzbinlerce kişi bu ufak tefek, aksaçlı, sigara içen, yürekli, komünist ve ateist olduğunu televizyon ekranlarında söyleyen İngiliz Edebiyatı profesörünün anılarını okudu. Okumakla da kalmadı, kendisiyle alay etmeyi bilen bu zeki kadını çok sevdi. Çünkü o, Türkiye aydınının sıcak ve zeki dilidir. İçtenlikli bir düşünce sahibinin, aykırı da olsa, tüm kesimlerce kucaklanacağının somut bir kanıtıdır.

Türkiye şimdi de onun yeni kitabı, *Bir Dinozorun Gezileri* ile yeryüzünde keyifli ve uygar bir yolculuk yapacak. "Dinozorca", yani az parayla, tadını çıkarmayı ve insanları tanımayı amaçlayarak yapılmış bu gezileri gülümseyerek okuyacak, okurken düşünecek, böylece hem yeryüzünü hem de kendini tanıyıp öğrenecek, sevecek.



Bilgi Sosyolojisi ve Hermeneutik
Mannheim, Gadamer, Foucault ve Derrida
Susan Hekman
Çeviri: Hüsamettin Arslan, Bekir Balkız
Paradigma Yayınları
İstanbul Kasım 1999

Bilgi problemi, "düşünenlerin" problemidir ve bu yüzden elinizdeki kitap hiç şüphesiz "bilgi"yi kendisi için entellektüel problem görenlerin kitabıdır. Adının ima ettiği gibi, bu kitap yalnızca bilgi sosyolojisi ve sosyolojinin ve bilgi sosyolojisinin felsefe ile derin iç bağlantılarını tartışan bir kitaptır da. Artık ne bilgi felsefesi olmaksızın bilgi sosyolojisi, ne de bilgi sosyolojisi olmaksızın bilgi felsefesi var olabilir. Susan Hekman, sosyolojik ortodoksinin felsefeye soğuk tavır alışından uzak, Mannheim ile Gadamer arasında başka bir söyleşiyle Mannheim'la "felsefi hermeneutik" mümkün olduğunu öne sürüyor.

Kitapta ayrıca Gadamer'le Habermas, Gadamer'le Foucault, Gadamer'le Derrida arasındaki benzerlik ve farklılıkların açık ve kolay anlaşılır bir sunumu yapılıyor.



Binyılı Sorgulamak
Popüler Bilim
Stephen Jay Gould
Çeviri: Tuncay Birkan
İletişim Yayınevi
İstanbul 1999



Kâğıttan Kediler
Karikatür
Selçuk Demirel
Pablo Neruda
Çeviri: Samih Rifat
YKY
İstanbul
Temmuz 1999



Deprem ve Toplum
İnceleme
Veysel Bozkurt
Alfa Basım Yayım Dağıtım
İstanbul Aralık 1999



Büyücüler Kraliçesi Belgariad
Bilim Kurgu
David Eddings
Çeviri: Bülent Somay
Metis Yayınları
İstanbul Aralık 1999

Bir Bakışta Microsoft Access 2000
Bilgisayar
Microsoft Press
Arkadaş Yayınları / Lisanslı Microsoft Çevirileri Dizisi
Ankara 1999





Füreya
Roman
Ayşe Kulin
Remzi Kitabevi / Günümüz Türk Yazarları Dizisi
İstanbul Aralık 1999

Marquis de Sade'ın Uşağı
Roman
Nikolaj Frobenius
Çeviri: Mükerrem Akdeniz
Güncel Yayıncılık / Edebiyat Dizisi
İstanbul, Aralık 1999



AutoCAD 2000
Bilgisayar
Gökalp Baykal
Pusula Yayıncılık ve İletişim Ltd.
Kim Korkar Dizisi
İstanbul
Aralık 1999





Alp Akoğlu - Çağlar Sunay

Hubble Yeniden İşbaşında

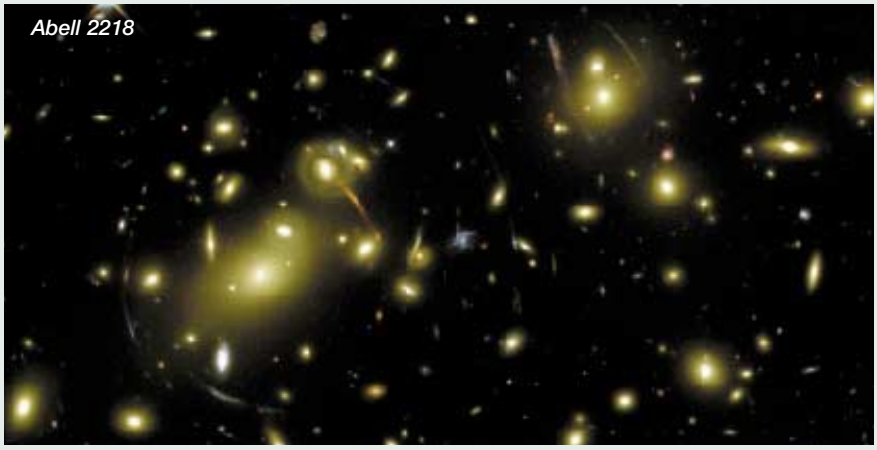
Hubble Uzay Teleskopu, Aralık 1999'daki başarılı tamir operasyonunun ardından, gözünü yeniden evrenin derinliklerine açtı. Hubble'ın yönünü belirlemesini sağlayan jiroskoplarında ve bazı elektronik donanımında yapılan yenilikler sayesinde, eskisine göre daha iyi bir görüntü kalitesi elde edildi.

"Yeni" Hubble'ın ilk hedefi, Eskimo Bulutsusu olarak da bilinen (NGC 2392) gezegenimsi bulutsuydu. İkizler Takımyıldızı'nda yer alan bulutsunun uzaklığı yaklaşık 5000 ışıkyıl. Bulutsu, yerdeki teleskoplardan bakıldığında, bir Eskimo'nun parkasının başlığına benziyor. Bu nedenle Eskimo adını almış. Bulutsunun ilginç yanı, yaklaşık 10 000 yıl önce dış katmanlarını uzaya savuran ortadaki yıldızın artıklarının bulutsunun çevresinde çok sayıda kuyruklu-yıldız benzeri yapılar oluşturmuş olması. Yıldızın "rüzgârından" dolayı dışarı itilen madde bu biçimi almış.

Hubble'ın ikinci hedefi, Abell 2218 olarak adlandırılan büyük, kütleli bir gökada kümesiydi. Yaklaşık 2 milyar ışıkyıl ötedeki küme, uzayda dev bir büyüteç gibi davranıyor. Önde yer alan gökadalar, güçlü kütleçekimleri sayesinde, daha uzaktaki gökadaların ışığını büküyorlar. Hubble, daha önce de bu bölgenin görüntülerini çekmişti. Ancak, ilk defa bir kütleçekimsel merceğe ait renkli görüntüler elde edildi.


Eskimo Bulutsusu

Görüntüdeki yay biçimli ışıklar, bu kümeden çok daha uzak (bu kümenin 5 ile 10 katı arası uzaklıkta) gökadaların bozulmuş görüntüleri. Bu gökadalar, neredeyse evrenin "kenarında" yer alıyor. Yaşlarıysa evrenin yaşına yakın. Kütleçekimsel mercek etkisi sayesinde, bu gökadalardan bize ulaşan ışığın miktarı önemli ölçüde artmış oluyor. Bu da bilim adamlarının onlar üzerinde daha rahat çalışabilmelerini sağlıyor. En azından, görüntünün renki oluşu, bu gökadalardaki yıldızların yaşları, uzaklıkları ve sıcaklıkları hakkında bilgiler sağlıyor.


Abell 2218

Gökbilimciler, Abell 2218'in görüntüsünde, ilginç bir cisme rastladılar. Bilim adamlarına göre, bu cisim ya gökadamızın içinde bulunan çok soğuk bir cüce yıldız ya da, çok uzakta, kümenin kütlecekimsel mercek etkisiyle büyütülmüş bir cisim. Bu cismin ne olduğunun anlaşılması için daha fazla gözlem yapılması gerekiyor.

http://www.stsci.edu

X-ışını Penceresinden Evren



Avrupa Uzay Ajansı'nın yaklaşık 10 yıllık emeğinin ürünü olan XMM-Newton uydusu, ilk ürünlerini vermeye başladı. Yeryüzünden 110 000 km yukarıdaki yörüngesinde dolanan dört tonluk uydu, Aralık 1999'da fırlatılmıştı.

XMM'nin ana görevi, gökcisimlerinden kaynaklanan X-ışınlarını incelemek. X-ışınları da, görünen ışık ve radyo dalgaları gibi elektromanyetik dalgalardır; ancak enerjisi onlara oranla çok daha yüksektir. Yüksek enerjili pek çok göksicmi, X-ışını yayar. Ancak, atmosfer X-ışınlarına geçirgen olmadığından, bu tür gökcisimlerinin yerden gözlenmesi pek mümkün olmuyor.

Bu yeni teleskop, çok uzaktaki gökcisimlerini görüntüleyebildiği gibi, bu gökcisimlerinden gelen ışınım tayfını çok ayrıntılı olarak belirleyebiliyor. Yani, birbirine çok yakın renkleri ayırt eder gibi, çok yakın frekansları ayırt edebiliyor. XMM, X-ışınlarıyla birlikte, görünür ışık ve morötesi ışıkta da gözlem yapabiliyor. Bu değişik dalgaboylarındaki gözlemler sonucu elde edilen görüntülerin bir araya getirilmesiyle gözlenen gökcisimlerinin geniş tayflı görüntüleri elde edilebilecek.

XMM, ilk gözlemlerinden birinde, Samanyolu'nun uydu gökadalarından biri olan 160 000 ışıkyıl ötedeki Büyük Magellan Bulutu'ndaki Tarantula Bulutsusu'nun görüntülerini çekti. Tarantula Bulutsusu, gökbilimcilerin ilgisini çeken bir bulutsu. Burada, bir yandan kırmızı dev yıldızlar patlayarak yaşamlarını sona erdirirken, bir yandan da yeni yıldızlar oluşuyor. Buradaki patlamalar, tüm gökadaya yeni yıldız oluşumu için madde sağlıyor. Bu madde, gezegenlerin oluşabilmesi için gerekli ağır elementleri içeriyor. XMM, ayrıca, bu bulutsuda sıcaklığı milyonlarca dereceyi bulan bölgeler keşfetti. Bu, büyük olasılıkla çok büyük bir süpernova patlaması geçirmiş bir yıldızın artakalanı.

Uydunun bir başka gözlemiyse, ateşli bir dans yapan iki yıldızla ilgili. HR1099 olarak adlandırılan bu ikili, birbirinin çevresinde hızlıca dönüyor. Birbirlerine çok yakın olmaları nedeniyle, yıldızların manyetik alanları, yıldızların yüzeyinde büyük parlamalara yol açıyor. Bilim adamları, bu türden pek de alışılmış olmayan aktif yıldız sistemlerinin ayrıntılı incelenmesiyle, yıldız parlamalarının mekanizmasının daha iyi anlaşılacağını düşünüyorlar.

XMM-Newton'un gönderdiği görüntülerde, tüm gökyüzüne dağılmış bazı küçük X-ışını kaynaklarının olduğu görünüyor. Bu gizemli cisimlere, ilk kez geçen Ocak ayında NASA'nın Chandra uydusu rastlamıştı. Uzmanlar, teleskopun ince ayarlarının bitirilmesinden sonra bu cisimlere yönelmeyi düşünüyorlar. Ancak, gözlemler şimdiden, evrendeki X-ışını kaynağı sayısının sanılandan daha fazla olduğunu gösteriyor.

Nature, Science Update, 11 Şubat 2000

Güneş Sisteminin Sonu

Birçok bilim adamı Güneş sisteminin nasıl oluştuğuyla ilgilenirken, Fred Adams, daha çok onu nasıl bir sonun beklediğini bulmaya çalışıyor.

Önümüzdeki 5 milyar yıl içinde, yaşlanmakta olan yıldızımız, nükleer yakıtını tüketerek bir beyaz cüce haline gelecek. Michigan Üniversitesi'nde çalışmalarını sürdüren Adams, Güneş'in çökerek bir beyaz cüce olmasından daha önce, çok genişleyerek Dünya'yı ve öteki iç gezegenleri yutacağını söylüyor. Ancak, bundan 3,5 milyar yıl sonra, Dünya'nın zaten sıcaklıktaki değişimlere çok duyarlı olan biyoküresi Güneş'in genişleyip daha fazla ısıtması nedeniyle yok olup gidecek. Bunlar, zaten bilinen gerçekler. Adams'ın asıl ilgilendiği, bu kötü sondan bir kurtuluş yolunun olup olmadığı. Adams ve NASA'nın Ames Araştırma Laboratuvarı'ndan Gregory Laughlin, Dünya'nın bu durumdan kurtulma olasılığını hesapladılar. İki bilim adamı, Dünya'nın ve öteki gezegenlerin, bir gün yörüngelerinin yakınına gelebilecek ve onları yörüngelerinden çıkartabilecek bir yıldız olup olmadığını bulmaya çalıştılar. Adams ve Laughlin'in hesaplarına göre, 3,5 milyar yıl içinde, böyle bir yakınlaşmanın meydana gelme olasılığı yüz binde bir.

Bir biçimde, Dünya Güneş'ten kurtulsa bile, okyanusların derinliklerindeki canlılar, yaşamlarını yaklaşık bir milyar yıl sürdürebilirler. Dünya'nın çekirdeği, okyanusların derinliklerinin donmadan uzunca bir süre sıvı halde kalmalarını sağlayabilecek ısıya sahip. Yine bu senaryoya göre, Dünya, eğer Güneş'in öfkesirden kurtulursa ve bir yıldız onu yakalamazsa, Güneş'siz geçen bir milyar yıldan sonra yüzeyindeki kalın buz katmanının altında sıvı bir okyanus bulunduğu düşünülen Jüpiter'in uydusu Europa'ya benzeyecek.

http://www.eurekalert.com



NEAR, Aşk Tanrısıyla Buluştu

Güneş çevresindeki yörüngesi, Güneş'e 195 milyon kilometreden yakın olan asteroidlere Dünya'ya Yakın Asteroidler deniyor. Asteroidlerin büyük bir bölümü Mars ile Jüpiter arasındaki *asteroid kuşağı*nda yer alırlar. Bilim adamları Dünya'ya Yakın Asteroidler'in bu ana kuşaktan koparak yeni yörüngelerine oturduğunu düşünüyorlar. Bu asteroidler, Ay'dan sonra bize en yakın gök cisimleri. Bunlardan büyükçe ve bize yakın olanlardan birinin adı "Asteroid 433". Yörüngesi hesaplanan asteroidlerin 433'üncüsü olduğu için bu adı almış; ama Eros olarak da biliniyor.

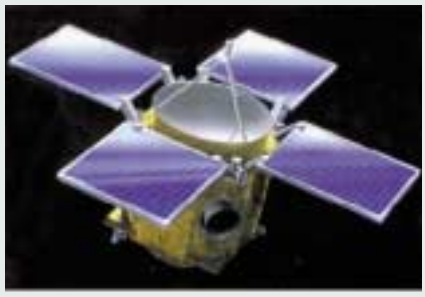
Dünya'ya Yakın Asteroidler'in çoğunun çapı 1 km dolayında. Eros, 33 km x 13 km x 13 km boyutlarında dönel elipsoidi (yer fıstığını) andıran görünümde bir asteroid.

NASA, 17 Şubat 1996'da Eros'un yörüngesine girmek üzere bir uzay aracı fırlattı. Bu uzay aracının adı NEAR (Near Earth Asteroid Rendezvous, Dünya'ya Yakın Asteroid Buluşması). Johns Hopkins Üniversitesi'nin Uygulamalı Fizik Laboratuvarları'nda, tasarlanıp üretilmesi 27 ay sürmüş. Yaklaşık dört yıllık bir yolculuktan sonra NEAR, 14 Şubat 2000'de –sevgililer gününde– Eros'la (Yunan mitolojisinde aşk tanrısı) Dünya'dan 258 milyon kilometre ötede buluştu.

Güçlü ve pahalı bir roket kullanılsaydı gerçekte bu yolculuk yalnızca bir yıl sürebilirdi. Ama bilim adamları, yolculuk sırasında NEAR'ın Dünya'nın kütleçekim etkisinden yararlanarak hız kazanmasını planladılar. Böylece NEAR'ın uzaya fırlatılması çok daha küçük ve ucuz bir roketle gerçekleştirildi. Gerçekten de projede kullanılan roket, Delta-2, gezegenlerarası bir yolculuk için kullanılan en küçük rokettir. NEAR'ın, fırlatıldıktan iki yıl 327 gün sonra Eros'la buluşması planlanıyordu. Ne var ki 20 Aralık 1998'de NEAR'ı Eros'un yörüngesine sokma girişimi başarısızlıkla sonuçlandı. İkinci girişim, 14 Şubat'ta başarılı oldu ve bir uzay aracı ilk kez bir asteroidin yörüngesine girerek, onun uydusu oldu. Böylece bugüne değin asteroidlere yönelik yapılan en uzun erimli ve en yakın bilimsel araştırma da başlamış oldu. NEAR, bir yıl boyunca Eros'un çevresinde dönecek. İlk yörüngesi Eros'a 300 km uzak olan NEAR yörünge ayarlarını birkaç ayda tamamlayarak 50 km uzaktaki yeni yörüngesine geçecek. Bu yörüngede 125 gün kaldıktan sonra, 500 km uzaklığa varan değişik yörüngelerde dönecek. Uzay aracı Aralık 2000'de 35 km uzaktaki son yörüngesine inecek ve görevinin sonuna değin o yörüngede kalacak.

NEAR, NASA'nın "daha hızlı, daha iyi, daha ucuz" yaklaşımıyla başlattığı Güneş sistemine yönelik Keşif Programı'nın ilk projesi. Bu programın öteki iki projesi Mars Pathfinder ve Lunar Prospector'dı.





Bu projeler daha sonra başlamalarına karşın daha önce sona erdiler ve Mars ile Ay hakkında çok değerli bilgiler sağladılar. Bu program çerçevesindeki bir başka proje de Stardust. Şubat 1999'da fırlatılan uzay aracı ilk kez bir kuyrukluyıldızdan örnekler getirecek. NEAR projesinin ana amacı da Güneş çevresindeki yörüngeleri Dünya'nınkine yakın asteroid ve kuyrukluyıldızların yapısını ve kökenini ortaya çıkarmak. Çünkü bu gökcisimlerinden elde edilecek bilgiler Dünya'nın, Güneş sisteminin ve belki de evrenin oluşumuna ışık tutacak. NEAR'daki bilimsel aygıtlar, Eros'un kütlesini, jeolojik yapısını, içerdiği elementleri ve bunların oranlarını, kütleçekimini ve manyetik alanını inceleyecek. Böylece asteroidler, kuyrukluyıldızlar ve meteoroidler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılacak. Bu araştırmalarda kullanılmak üzere NEAR'da bir manyetometre, bir X-ışını/gama-ışını tayfölçer, bir yakın-kızılötesi tayfölçer, bir elektronik kamera ve bir lazer uzaklıkölçer bulunuyor. NEAR'ın görevi, Eros'un çevresinde bir yıl döndükten sonra, Şubat 2001'de sona erecek.

Keşif Programı'nın öteki projeleri arasında Genesis, CONTOUR, Deep Impact ve MESSENGER var. Ocak 2001'de fırlatılacak Genesis, Güneş rüzgârını inceleyecek. Haziran 2002'de fırlatılacak CONTOUR Dünya'ya yakın kuyrukluyıldızlardan örnekler getirecek. Ocak 2004'te fırlatılacak Deep Impact, Temmuz 2004'te *P/Tempel 1* kuyrukluyıldızına küçük bir sonda gönderecek. 2004 baharında fırlatılması düşünülen MESSENGER da Merkür'ü inceleyecek.

http://www.nasa.gov

Uzay Oteli



RKK Energiya, özelleştirilmiş Rus şirketlerinden biri. Şirketin özelliği, Mir uzay istasyonunu kuran ve on dört yıldır işleten şirket olması. Çok önemli bilimsel teknolojik araştırmaların yapıldığı Mir, artık sık sık sorunların yaşandığı yaşlı bir uzay istasyonu oldu. İstasyona gidiş ve deneyler yapmak çok pahalı. RKK Energiya uzun zamandır bu pahalı işin altından kalkamıyor. Hatta istasyonu, bulunduğu yörüngede tutmak için gereken parayı bile temin edemiyor. Bu nedenle RKK Energiya, geçen ayın sonlarında, Amsterdam'daki MirCorp adlı şirkete Mir uzay istasyonunun ticari kullanım haklarını sattı. Aslında uzay istasyonu hâlâ Rusya'nın malı, işletmeden de yine RKK Energiya sorumlu. MirCorp ise istasyonun ticari işletmesini gerçekleştirecek.

Bu konuda akla ilk gelen, Mir'in zengin ve sağlıklı turistlerin gideceği bir uzay oteli haline dönüştürülmesi. Ancak Energiya'nın baştasarımcısı ve MirCorp'un genel sekreteri Yuri Semenov "Uzay ciddi bir konudur. Uzayda yolculuk etmek de bahçede yürüyüş yapmaya benzemez. Çok dikkatlice uyulması gereken kimi kurallar vardır. Uzay turistlerinin herşeyden önce hem fiziksel hem de psikolojik olarak sağlıklı olmaları gerekir." diyor. Böyle bir yolculuk için zengin turistlerin ciddi ve uzun bir eğitimden geçmesi gerekiyor. İlk uzay otelinde kalmanın bedelinin ne olacağı daha saptanmış değil. Ancak 20-25 milyon dolar olacağı tahmin ediliyor. Bu, çok yüksek bir bedel olarak görünse de bu parayı verecek yüzlerce zengin olduğu da biliniyor.

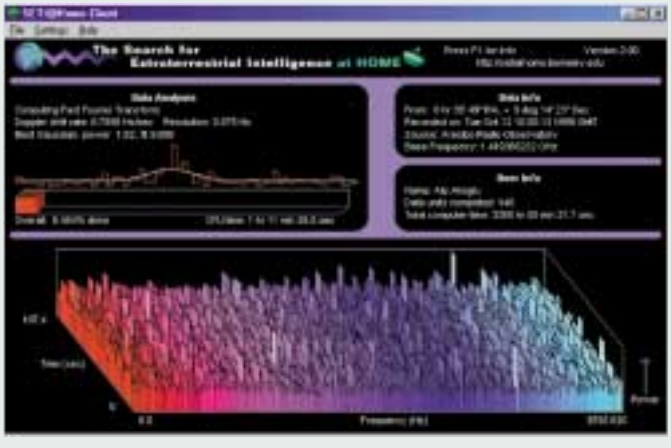
MirCorp yöneticilerinin Mir için başka planları da var. Bu planların başında, Mir'in ilaç ve metal endüstrisinin önde gelen şirketlerine, Ar-Ge çalışmaları için, kiralanması geliyor. Bu alanlarda, mikroçekimde deney yapmak büyük önem taşıyor. Buna ek olarak, uzay istasyonu, uyduların bakım ve onarımlarının yapılacağı bir üs de olabilir.

Bu projeler yürütülürken Energiya da kendi bilimsel çalışmalarını yürütebilecek.

http://news.bbc.co.uk
http://abcnews.go.com

SETI@home 2,0 Sürümü

Dünya-dışı akıllı varlıkları "evden" arama projesi, Mayıs 1999'da bilgisayar kullanıcılarına sunulmuştu. O zamandan bu yana, inanılmaz işlemci gücü sağlandı. 1,7 milyonu aşan kullanıcı, bilgisayarlarını bu projeye biraz olsun katkıda bulunabilmek için kullanıyor. 22 Şubat'ın istatistiklerine göre, SETI@home programını çalıştıran bilgisayarların toplam analiz süresi 193 919 yıl. Yani, bu program, tek bir ortalama islemci hızına sahip bir bilgisayarda çalıştırılsaydı, bugüne kadar analiz edilmiş veriyi 193 919 yılda analiz edebilecekti. Ortalama bir işlemci hızına sahip bilgisayarın bir veri paketini analiz edip göndermesi yaklaşık 22 saat sürüyor. Ancak, hızla gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde bu ortalama değer giderek düşüyor. 22 Şubat'a kadar analiz edilen veri paketi sayısı, 77 445 367.

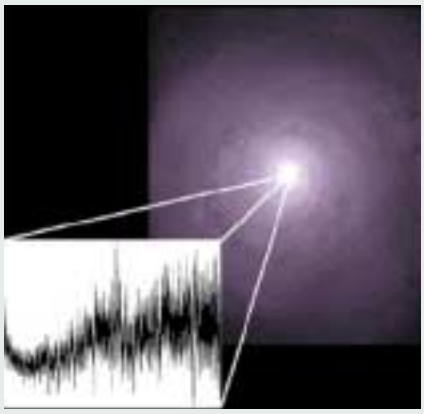


Veri analizinde, 843 069 kullanıcının gönderdiği toplam 44 359 274 paketle Amerika Birleşik Devletleri birinci sırada. ABD'yi, 124 529 kullanıcının gönderdiği 4 943 953 veri paketiyle Almanya izliyor. SETI@home'un Türkiye'de 5004 kullanıcısı var ve analiz edilen paket sayısı 63975. Türkiye, 224 ülke arasında 43. sırada.

Programın yeni sürümü, SETI@home 2.0, geçtiğimiz ay çıktı. Yeni sürüm, görünüşte bir önceki sürümden pek farklı olmasa da, güvenlik bakımından biraz daha gelişmiş. Bu, yazılımı değiştirerek daha hızlı veri analizi yapmaya çalışan "hacker"lere karşı alınmış bir önlem daha çok.

Programı, http://setiathome.ssl.berkeley.edu adresinden getirerek bilgisayarınıza kurabilirsiniz. Yine bu adreste program hakkında ayrıntılı bilgi yer alıyor.

Kozmik Barkod



Yukarıdaki görüntü, NGC 5548 adlı bir gökadaya ait. Grafikse, gökadanın merkezinde bulunan bir karadeliğin çevresindeki gazın X-ışını tayfı. Bu tayfölçümünün en önemli özelliği, şimdiye kadar bir X-ışınını teleskopuyla yapılmış en duyarlı ölçüm olması. bilim adamları bu görüntüyü, NASA'nın Chandra uydusuyla çektiler.

Tayftaki soğurma çizgileri, yani grafikteki düşmeler, belli dalgaboyundaki ışınımın soğurulduğunu gösteriyor. Soğurulan ışınımın kaynağı, karadeliğin çok yakınında çok yüksek hızlarla dönen, karadeliğe düşmeden önce son çırpınışlarını yapan madde. Bu ışınımı soğuransa, yine karadeliğin çevresinde dönen ancak merkeze biraz daha uzak gaz. Bu gazın bileşiminin ne olduğu, soğurma çizgilerine bakılarak söylenebiliyor. Çünkü, her element belli dalgaboyundaki ışımayı soğuruyor.

Karadeliğin çevresindeki gazın tayfına bakıldığında, soğurma çizgilerinin başta karbon, azot, oksijen, neon, magnezyum ve daha az miktarlarda bulunan silisyum, sodyum ve demir elementlerinden kaynaklandığı görülüyor. Tayf ayrıca, bu elementlerin ne derece iyonlaşmış olduğunu da gösteriyor.

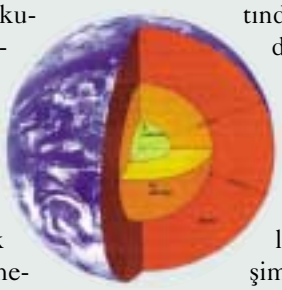
Gökcisminden elde edilen tayfın, bu elementlerin elementlerin laboratuvar tayflarıyla karşılaştırılması sonucu, karadeliğin çevresindeki gazın saatte yaklaşık bir milyon km hızla ondan uzaklaştığı saptandı. Bu uzaklaşmanın nedeni, büyük olasışıkla karadeliğin yakınındaki gazdan kaynaklanan güçlü ışımanın yarattığı basınç.

NASA Haber Bülteni, 19 Şubat 2000

Jeodinamo

Dünya'nın ve öteki gezegenlerin manyetik alanlarının nasıl oluştuğu henüz pek açığa kavuşmuş değil. Bu konuda çeşitli varsayımlar var. Bunlardan en yaygını, gezegenlerin dev birer dinamo gibi davranarak kendi manyetik alanlarını oluşturdukları yönünde. Öteki gezegenlerdeki durum Dünya'dakiyle benzerlik gösterse de, biraz daha gizemli. Çünkü, eldeki veriler, onların yakınından geçen uzay araçlarının gönderdikleriyle sınırlı. Nasıl çalıştıkları tam olarak anlaşılmamış olsa da dev gezegenlerin manyetik alanları ve bu alanın gezegenlerarası maddeyle etkileşime girerek oluşturduğu manyetosferleriyle ilgili bilgiler bu uzay araçları sayesinde elde edildi.

Dünya'nın manyetik alanının nasıl oluştuğu sorusunun yanıtı, onun derinliklerinde gizli. Dinamo kuramına göre her şey, gezegenin merkezindeki demir çekirdeğin hareketiyle oluyor. Dinamonun gerçekten çalışıp çalışmadığı bir tartışma konusu. Ancak, bunu gözlemek de zor. Doğrudan gözlenememese de bilim adamları, bu "jeodinamo"yu sanal ortamda yaratmayı başardılar.



Jeodinamonun ilk bilgisayar simulasyonunu, 1995'te Gary Glatzmaier yarattı. California Üniversitesi'nde yerbiliimci olan Glatzmaier ve çalışma arkadaşları, simulasyonu o günden bu yana geliştirerek, Dünya'nın içinde neler olup bittiğini anlamada epeyce ilerlediler. Glatzmeier, son gelişmeleri, ABD Bilim Geliştirme Derneği'nin (American Association for Advancement of Science) yıllık toplantısında sundu.

Dünya'nın çok büyük oranda demir içeren çekirdeği iki ana katmandan oluşur. İçteki çekirdek, Ay büyüklüğünde; sıcaklığıysa Güneş'in yüzey sıcaklığı (6000°C) kadar. Bu çekirdeği saran katmansa sıvı. Galtzmaier'in modeline göre, dinamoyu çalıştıran şey Dünya'nın giderek soğuması. Bu, sıvı katmanlarda çevrinti hareketine (konveksiyon) yol açıyor. Bu da, iletken katmanın elektrik akımı üretmesini sağlıyor. Elektrik akımı, manyetik alan oluşturmak için yeterli.

Bu modelin bir amacı da Dünya'nın geçmişinde manyetik alanının yönünü neden sık sık değiştirdiğini açığa çıkarmak. Bilim adamları, Dünya'nın jeolojik tarihinde, manyetik alanın yönü ve şiddeti hakkındaki bilgiyi, kayaları tarihlendirerek bulabiliyorlar. Örneğin, bir milyon yıl önce katılaşmış bir kayanın içindeki manyetik özelliğe sahip minerallerin doğrultusu, bize o zamanki manyetik alanın yönünü söylüyor.

Model, ayrıca, Dünya'nın katı çekirdeğinin, gezegenin yüzeyinden daha hızlı döndüğünü de gösteriyor. Dönen sıvıların böyle bir özelliğinin olduğu zaten biliniyordu. Ancak bunun, simülasyon da olsa, Dünya'nın sıvı katmanı içinde geçerli olması, dinamo kuramını destekliyor. Kabuğun altında bu türden bir hareket olduğu, sismik incelemeler yapan yerbilimcilerce de doğrulanıyor.

Beş yıldan uzunca bir süredir bu model üzerinde çalışan araştırmacılar, yaklaşık 300 000 yıllık değişimleri gösteren simülasyonlar yaptılar. Elde edilen sonuç, Dünya'nın jeolojik geçmişiyle karşılaştırıldığında, gayet tutarlı görülüyor. Bu simülasyonun da gösterdiği gibi, yaklaşık 200 000 yıl süresince manyetik alanın yönü değişmiyor; sonra bunu izleyen 1000 yıl içerisinde yön değiştiriyor; sonra yine 200 000 yıl böyle kalıyor.

Glatzmaier'e göre, manyetik alanın yön değiştirmesine, herhangi bir dış etken yol açmıyor. Yerin içindeki karmaşık yapı bunun tek nedeni. Araştırmacılar, bundan sonraki çalışmalarında, daha çok bu yön değiştirmenin mekanizmasını bulmaya çalışacaklar.

Oluşturulan bu model, manyetik alanlarla ilgili varolan pek çok soru işaretinin tümünü ortadan kaldırmasa da, gerçeğe çok yakın bir senaryo yaratılmasında çok yardımcı oluyor. Glatzmaier, programın geliştirilmesiyle ve gelişen bilgisayar teknolojisinin de yardımıyla, yakın gelecekte jeodinamonun gizeminin ortadan kalkacağına inanıyor.

http://www.eurekalert.com

Süper Yanardağlar


Hawaii'de 1800'lerde oluşmuş, Halema'uma'u kalderasının içindeki 1 km çapında ve 85 m derinliğindeki krater.

Küresel ısınma bu yüzyılda insanlığın karşı karşıya geleceği en büyük sorunlar arasında sayılıyor. Ne var ki hakkında çok az şey bilinen bir başka doğal felaket, belki de küresel ısınmadan daha ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkacak. Bu da bir süper yanardağın eninde sonunda faaliyete geçmesi olasılığı. Yerbilimciler böyle bir olasılıktak söz ediyorlar. Kuşkusuz böyle bir durumda Dünya'nın o bölgesindeki sıcaklıkta ve belki de küresel sıcaklıkta da önemli bir yükselme olabilir.

ABD'deki Yellowstone Ulusal Parkı'nda yapılan bir söyleşide Yellowstone'un böyle bir patlama için geç bile kalmış olduğu bildirildi. Tarihsel kayıtlar Yellowstone'un, her 600 000 yılda bir etkin duruma geçmiş olduğunu ortaya koyuyor; en son olarak da 640 000 yıl önce patlamış. Londra'daki Berfield Greig Afet Araştırma Merkezi'nden Prof. Bill McGuire "Uydularla ölçülen yüzey deformasyonları ve başka işaretler bölgenin hâlâ etkin olduğunu ortaya koyuyor. Yeni bir patlama için hazırlık yapıyoruz" diyor.

Süper yanardağlar gerçekte dağ biçiminde değiller; büyük çöküntüler biçiminde oluyorlar. Bunlar, *kaldera* denen çökmüş dev kraterler. Saptanmaları da zor.

Yellowstone kalderası 10 km boyunda ve 30 km eninde. Yüzeyinin sekiz kilometre altında da dev bir mağma odası bulunuyor. Mağma odasındaki basınç arttıkça, yüzey yükseliyor ve ölçülebilir bir sıcaklık artışı oluyor. Ancak yanardağbilimciler Yellowstone'un ne zaman patlayacağını tam olarak bilemiyorlar.

Kıyamet! Küresel Afetlerin Doğa Tarihi adlı kitabın yazarı McGuire, Yellowstone'da olası bir patlamanın 2074'te olabileceğini ileri sürüyor. Son iki milyon yıl içerisinde her 100 000 yılda böyle iki olay olmuş.

Süper yanardağların bulunması olası bölgeler genellikle güneydoğu Asya gibi, kıta plakalarından birinin bir başkasının altına girdiği bölgeler. Ancak ilginçtir ki güney İtalya'da Napoli dolaylarında da bir kaldera bulunuyor. Londra Yerbilim Derneği'nden Dr. Ted Nield "Yellowstone'un bir benzeri daha küçük ölçekte orada da olabilir" diyor.

"Bir süper yanardağın patlaması, sıradan bir yanardağ patlamasından 10-100 kez daha etkili oluyor. Dünya'ya çarpan bir göktaşınınkine eşdeğer bir enerji ortaya çıkıyor. Dünya'ya gelmekte olan bir göktaşının rotasını değiştirebilirsiniz; ancak bir süper yanardağ için yapabileceğiniz hiçbir şey yok. Patlama sırasında binlerce kilometreküp kaya, kül, toz, kükürt dioksit ve başka birçok gaz atmosferin üst tabakalarına fırlatılır. Orada, Dünya'ya gelen güneş ışınlarını yansıtan bir tabaka oluşur. Böylece Dünya'nın yüzey sıcaklığı da düşer; tıpkı nükleer kışta olduğu gibi. Bu etkiler 4-5 yıl sürebilir; tarım ürünleri ölür ve tüm ekosistem çökebilir." diyor McGuire.

Buz kayıtları, Sumatra'daki Toba yanardağının 74 000 yıl önceki patlamasının 3-5°C'lik bir küresel soğumaya yol açtığını gösteriyor.

Sıradan yanardağ etkinliklerinin bile iklim üzerinde etkileri olabiliyor. Endonezya'daki Toba yanardağı 1815'te patladığında birkaç yıl boyunca Dünya'da yüzey sıcaklığı bir derece kadar düşmüştü.

http://news.bbc.co.uk

Mayın Temizlemede Yeni Yöntem

Dünyanın değişik bölgelerinde 120 milyon dolayında kara mayını gömülü. Yalnızca 1997'de bir milyon yeni mayın gömüldü. Aynı yıl temizlenen mayın sayısıysa 100 000. Bugünkü temizleme hızıyla gidilirse Hırvatistan'ın mayınlardan arındırılması 690 yıl alacak. Mayınlardan kurtulmak için öncelikle güvenli ve hızlı bir tarama yöntemi geliştirmek gerekiyor.



ABD Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarları'nda yeni bir mayın tarama aygıtı geliştirildi. Metal detektörlerine göre çok daha hızlı bir tarama yapan aygıtın verimi % 100. Yeni aygıtla yapılan ilk denemelerde, küçük bir alandaki mayınlar metal detektörlerine göre 30 kat daha hızlı temizlendi.

Günümüz mayınları çok az metal içerdikleri için metal detektörlerinin çok duyarlı olması gerekiyor. Ancak o zaman da tarama yapılan alandaki metal parçaları yanlış alarmlara yol açıyor. Alarmın yanlış olduğunun anlaşılması için de en az on dakika geçiyor. Geliştirilen yeni yöntemde mayınların yerinin saptanmasında radyo dalgalarından yararlanılıyor. Bu yöntem gerçekte manyetik görüntüleme yöntemine benziyor. Sinyalleri algılamak için bir mıknaıs yerine radyo dalgaları kullanılıyor. Bu yöntemle, tarama sırasında yanlış alarmların ortaya çıkması önlenmiş oluyor.

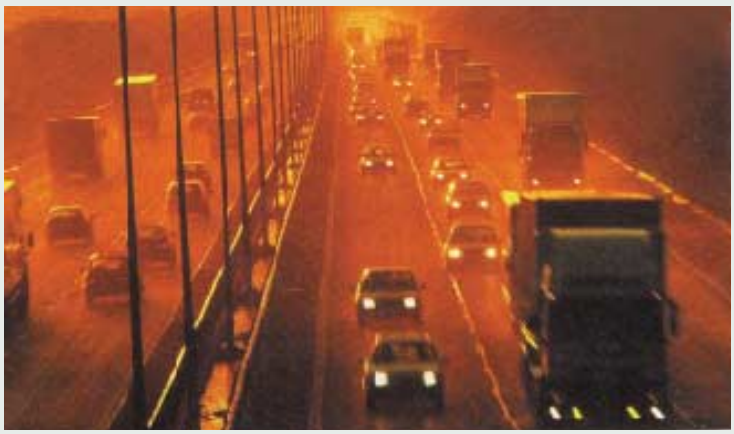
Araştırmaya 10 milyon dolar ayıran ABD Gelişmiş Savunma Araştırma Projeleri Ajansı'ndan bir yetkili, yeni aygıtın elde taşınabilir modelinin yanı sıra, araçlara takılabilen bir modelinin de geliştirildiğini açıkladı. Böylesine güvenli ve verimli bir mayın temizleme aygıtının fiyatı daha belli değil; ama 10-20 bin dolar olacağı tahmin ediliyor.

http://news.bbc.co.uk

Hafif, Çevre Dostu ve Akıllı Otomobiller

Yakın bir gelecekte otomobiller, bugünkülere göre hem daha hafif, daha verimli, hem de çevre dostu ve "akıllı" olacaklar. Otomobil üreticileri ömrü tükendiğinde, yeniden kullanılabilir parçalardan oluşan doğa dostu otomobiller üretmeyi planlıyorlar. Bunun için hem alüminyum gibi, bilinen ve kullanılan, malzemeler, hem de pek bilinmeyen doğal fiberler gibi malzemeler üzerinde araştırma geliştirme çalışmaları yapılıyor. Dünyanın önde gelen otomobil şirketleri 1993'te Yeni Kuşak Araçlar İçin İşbirliği adlı bir birlik oluşturdular. Bu birliğin amacı günümüz otomobillerinden daha hafif, daha sağlam ve yakıt tüketimi açısından da üç kat daha verimli araçlar üretmek. Daimler Chrysler, Ford ve General Motors şirketleri üniversitelerle, laboratuvarlarla ve yan sanayi kuruluşlarıyla birlikte çalışarak günümüz otomobillerinin ağırlıklarını % 40 oranında azaltmaya çalışıyorlar. Eğer bunu başarabilirlerse yakıt tüketimini de üçte birine düşürebilirler. Böylece bir litre benzinle 30 km'den fazla gidilebilecek.





Üç büyük üretici, yakıt tüketimini bu düzeye indirebilmek için gaz ve benzinle çalışan melez araçlardan, yakıt pili kullanan elektrikli araçlara kadar birçok yeni model üzerinde denemeler yapıyorlar. Bu çalışmaların ilk ürünlerinden biri Audi A12. Audi A12, verimliliği yüksek ve hafif bir otomobil; geçen yaz New York Modern Sanatlar Müzesi'nde sergilendi. Bu yeni tasarımda, çelik iskelet yerine alüminyum iskelet kullanılmış, otomobilin tavanı da saydam plastikten yapılmıştı. Böylece çok hafif bir otomobil çıkmıştı ortaya. Normalde 1060 kg gelen araç, 250 kg hafifleyerek 810 kg'ye düşmüştü. Güç ve çarpışma testlerinin sonuçları da çelik kasalı otomobillerinkilerden hiç de aşağı kalmıyordu.

Otomobil üreticileri, hafif ve yüksek yakıt verimliliğine sahip otomobillerin yanı sıra, kontrolü sürücüyle paylaşan ve kaza oranlarını çok düşürecek, "akıllı" otomobiller de üretmeyi amaçlıyorlar. Bu da otomobil üreticileriyle yonga üreticilerini birbirine yaklaştırıyor. Çünkü otomobil kullanımında köklü değişiklikler ancak yonga teknolojisindeki hızlı ve büyük ilerlemeler sayesinde gerçekleşebilir.

Geçen ay düzenlenen Uluslararası Katı-Hal Devreleri Konferansı'nın açılışını, Toyota'nın üst düzey yöneticilerinden Naoki Noda yaptı. Konferansa, yongalar üzerine çalışan 2500 dolayında mühendis katılmıştı. Noda konuşmasında, mühendislere "On yıl içinde otomobiller yalnız yeni yakıtlar kullanmakla kalmayacak aynı zamanda bilgisayar sistemleriyle de donatılmış olacak. Otomobillerdeki bilgisayar sistemleri sayesinde kaza durumlarında sürücüler uyarılacak, hatta otoyolda giderken sürücüler kısa bir şekerleme bile yapabilecekler. Bütün bunlar, abartılı sözler gibi gelebilir; ama değil. Çünkü birkaç yıl içinde, otomobilin evrimindeki en büyük teknolojik reformlar gerçekleştirilecek" dedi.

Noda, günümüzün ABS fren sistemleriyle donatılmış otomobillerinin aşamalı olarak tam otomatik araçlara dönüşeceğini söyledi. Ona göre bu yeni araçlar, can güvenliği açısından şaşırtıcı teknolojik yeniliklerle dolu, çok az yakıt tüketen ve düşük oranda çevre kirliliğine yol açan otomobiller olacak. Önümüzdeki on yıl içinde günümüz motorları, hem gaz hem de elektrikle çalışan melez motorlara dönüşecek; sonunda da otomobiller yalnızca yakıt pilleriyle çalışacak. Ama tüm bu köklü değişiklikler için, otomobillerde, sıradan bir bilgisayarda kullanılanın yaklaşık on katı yonga kullanılacak. Bu yüzden de otomobillerin elektrik tüketimi üç kat artacak. Tüm bunların gerçekleşebilmesi için de yonga üreticileriyle otomobil üreticilerin daha sıkı bir işbirliğine gitmesi gerekiyor kuşkusuz.

Noda konuşmasında sürücüyü, daha iyi bir sürücü yapan akıllı bir "sürücü yardımcısı" sistemin ana hatlarını da çizdi. Örneğin, akıllı bir sürme sistemi, virajı almakta olan bir sürücüye o anki hızın savrulmaya yol açabileceği uyarısını yapacak. Eğer sürücü otomobilin kontrolünü kaybederse, sistem otomatik olarak gazı kesecek ve tekerleklerden birini durdurarak savrulmayı önleyecek. "Uyumlu seyir kontrol" sistemi de otomobilin hızını ve önündeki araçtan olan uzaklığını sürekli izliyor.

Otomobiller artık kontrolu (tıpkı uçaklarda olduğu gibi) sürücüyle paylaşan otomatik kontrollü bir araç olmaya doğru gidiyor. Park etmeye çalışan otomobillerde eğer araç yandaki otomobile ya da duvara çarpacak gibi olursa gaz otomatik olarak kesilecek ve frenler devreye girip otomobili durduracak. Böylece, sürücü dikkatsizliğinden kaynaklanan bu tür pek çok küçük kazanın önüne geçilecek.

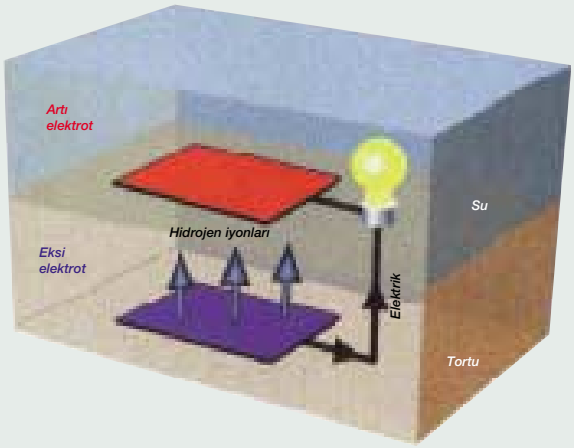
Noda bunların yanı sıra trafik kontrol altyapısında da köklü değişimler olacağını öngörüyor; akıllı trafik ışıkları, yol kenarlarındaki FM vericiler, otomobillerle haberleşen GPS uydu sistemleri vb. Japonya ve Hong Kong'da akıllı trafik sistemlerinin prototiplerinin denenmekte olduğunu da ekliyor, Noda.

http://wired.com/news/technology

Mikroorganizmalar Elektrik Üretiyor

Yakın bir gelecekte deniz tabanlarında yaşayan mikroorganizmalar belki de sınırsız bir elektrik enerjisi kaynağı olarak kullanılabilecek.

Deniz suyunda ya da tabanında yaşayan küçük canlılar organik maddeleri parçalamak için oksijeni kullanıyorlar. Bu işlem sırasında da enerji açığa çıkıyor. Tabanın hemen altındaki tortu tabakasında oksijen bulunmuyor. Buralarda yaşayan küçük deniz canlıları da aynı işlem için oksijen yerine nitratları ya da sülfatları kullanıyorlar. Deniz dibindeki bu iki farklı tabaka da canlıların yiyeceklerini farklı tepkimelerle parçalaması, bu iki bölge arasında elektriksel olarak bir potansiyel farkı yaratıyor. Bu durum tıpkı bir pilin iki elektrodu arasında gerilim oluşmasına benzetilebilir.



Corvallis'teki Oregon Eyalet University'den Clare Reimers ve Washington'daki Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı'ndan Leonard Tender, bu durumdan yararlanıp hemen hemen sınırsız bir elektrik enerjisi kaynağı elde etmeyi düşünüyorlar. Bunun için laboratuvarda basit bir düzenek kurmuşlar. Bu düzeneğin eksi yüklü elektrodu, 10 cm derinliğe gömülmüş. Artı yüklü elektrod da hemen tortunun yüzeyine konmuş. Elektrodlardan çıkan kablolar bağlandığında, metrekare başına 0,03 watt'lık bir elektriksel güç elde edilmiş. Bu, küçük bir LED'in (Light Emitting Diode-ışık saçan diyot) çalışması için yeterli bir güç.



Araştırmacılar, elde edilen bu elektriği attırmaya çalışıyor. Bahar aylarında, dalgıçlar laboratuvardaki basit aygıtın daha büyük boyutlardaki bir benzerini okyanus tabanına yerleştirecekler.

New Scientist, 5 Şubat 2000

Minik Makineler

Ünlü bilimkurgu yazarı Isaac Asimov'un yazdığı romanlardan biri, 1966'da "Şaşırtıcı Yolculuk" adıyla filme çekilmişti. Roman, ölmek üzere olan bir adamın yaşamını kurtarmak için, bir denizaltının küçültülerek adamın damarlarına şırınga edilmesini konu almıştı. ABD'nin Massachusetts eyaletinin Worcester kentinde bir grup bilim adamı, tıpkı Şaşırtıcı Yolculuk'taki kadar küçük makineler geliştirmeye çalışıyorlar. Üzerinde çalıştıkları bu küçük makinelerin yapacakları işler çok önemli ve büyük işler. Ekibin geliştirmeyi planladığı makinelerden biri, Şaşırtıcı Yolculuk'taki denizaltının bir benzeri; insanın kan damarları boyunca ilerleyerek tıkanık olan damarı bulacak ve o damarı açacak bir makine. Açma işlemini tamamlayan minik makine kendini kapatacak ve öteki atıklarla birlikte vücuttan atılacak.



Bu tür çok küçük makineler üzerinde çalışılan alana nanoteknoloji deniyor. Nanoteknoloji ürünü onlarca farklı makine, bu yüzyılda hava yastıklarından, su arıtmaya, cerrahiden bilgisayar güvenliğine değin birçok alanda insanların yaşamını kolaylaştıracak.

http://www.wpi.edu/News/Releases/

Değişim Rüzgârları



1999 yılı içinde Avrupa'da rüzgâr türbinleriyle üretilen elektriğin miktarı, önceki yıla göre % 30 arttı. Bu artış rüzgâr enerjisi endüstrisinin bile tahmin ettiği hedeflerin üzerindeydi. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği, rüzgâr gücüyle elde edilen elektriksel gücün 8900 MW'ı aştığını söylüyor. Bu sayı beklenenden 900 MW daha fazla. Bu artışın temel nedeni Almanya, İspanya, Danimarka, Hollanda ve İtalya'da rüzgâr gücünden yararlanarak elektrik üretiminin yaygınlaşması. Birlik, 2020 yılı hedeflerinin 100 000 MW olduğunu söylüyor. Bu miktar da 2020'de Avrupa'da elektriğin % 10'unun rüzgârdan elde edilmesi anlamına geliyor.

New Scientist, 5 Şubat 2000

Yaşlılar Soğuklara Dikkat



Kış gelip de havalar soğuduğunda, soğuk rüzgârlar esmeye başladığında yaşlıların kendilerine biraz daha dikkat etmeleri gerekiyor. Doktorlar yaşlıları hipodermi konusunda uyarıyor. "Yaşları ilerleyen kişilerde hipotermi riski de artıyor. Bunun nedeni yaşlanmaya bağlı fizyolojik değişimlerin yaşlıları soğuğa karşı daha duyarlı yapması" diyor. ABD Uluslararası Yaşlanma Enstitüsü başkan vekili Terrie Wetle.

Hipotermi, vücut sıcaklığının normalin altına düşmesi olarak tanımlanıyor. Her ne kadar yeterli tıp istatistikleri olmasa da doktorlar, soğuğun etkisinde kalan yaşlıların öldüğünü ileri sürüyorlar.

Yaş ilerledikçe görülmeye başlayan fizyolojik değişimler, bedenin soğuğa karşı gösterdiği, titreme gibi, kan dolaşımının düzenlenmesi gibi önemli tepkileri zayıflatıyor. Yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan parkinson hastalığı, kalp krizi ve dolaşım sistemi bozuklukları, bedenin termostadını olumsuz etkiler.

Tutumlu yaşlılar evlerini genellikle pek fazla ısıtmazlar. Ne var ki bu durum onları ciddi bir risk altına sokar. Çoğu kişinin bilmediği şey, kimi yaşlıların evin içindeyken bile (18°C'de) hipotermi olabileceğidir. "Hipoterminin insanların başına genellikle açık havada geldiğini düşünürüz. Ama bazı yaşlıların bedenlerinde, evlerinin içindeyken bile ciddi sıcaklık düşüşleri görülebilir" diyor Wetle.

Aslında hipotermi kolaylıkla anlaşılır ve önlenebilir. Uyku hali, kafa karışıklığı, sakarlık, konuşmada bozukluk ve sığ (derin olmayan) soluma gibi göstergeleri vardır. Ama hipotermiyi saptamanın en iyi yolu kişinin ateşini ölçmektir.

Doktorlar hipotermiye karşı yaşlıların alacağı kimi önlemleri de sıralıyorlar. Yatmadan önce alkol alınmaması, soğuk havalarda sıcak yiyecek ve içeceklerin alınması, yatarken sıcak tutacak şeyler giyilmesi, alınan ilaçlara dikkat edilmesi bunlardan bazıları. Doktorlar eğer beden sıcaklığı 35,5°nin altına düştüyse ciddi bir durumun söz konusu olduğunu ve hastaneye gidilmesi gerektiğini de söylüyorlar.

http://www.enn.com/news

Müzik Ruhun Gıdasıdır

Eğer bu deyiş doğruysa, ötücü kuşlar bunu çoktan keşfetmiş olmalılar. Erkek kuşlar, güzel renkli tüylerinin yanı sıra, dişilerini güzel şarkılarıyla kandırmaya çalışırlar. Nitekim, dişi kuşlar da genellikle en geniş repertuvara sahip erkekleri kendilerine eş olarak seçerler.



Paris'teki Marie Curie Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, müzik sevgisi yanında, bunun geçerli bir nedeninin de olduğunu ortaya çıkardılar. 38 tür ötücü kuş üzerinde yapılan deneylerde, geniş repertuvara sahip babaların yavrularının yaşama olasılığının daha yüksek olduğu görüldü. Araştırma, kuşun repertuvarı ile bağışıklık sistemi arasında da ilişki olduğunu gösteriyor.

New Scientist, 5 Ocak 2000

Uyku ve Beynimiz

Kimse neden bu kadar uykuya ihtiyacımız olduğunu tam olarak bilmiyor. Bir kurama göre, düşünmemizi sağlayan beynimizin korteks adlı dış katmanı, dinlenmeye gereksinim duyuyor. California Üniversitesi'nde yapılan bir araştırma, bunun aslında bu kadar basit olmayabileceğinin ipuçlarını veriyor. Araştırmanın sonucuna göre, beynimizin uyanıkken en çok çalışan bölgelerinin mutlaka en çok uykuya gereksinim duydukları düşüncesi doğru değil.

Herkesin bildiği gerçek, uykusuz bir gecenin ardından, çalışma veriminin ne kadar düştüğüdür. Uykusuz kaldığımızda, olaylara karşı tepkimiz yavaşlar, kısa süreli hafızamız sağlıklı çalışmaz.

Uykusuz bir kişinin beyniyle, uykusunu almış bir kişinin beyninin çalışması arasındaki farkı bulabilmek için, manyetik rezonans görüntüleme tekniği kullanılarak deneklerin beyin aktiviteleri ölçüldü. Bu ölçümler sırasında, deneklerden, kısa süre önce verilen kelimeleri hatırlamaya çalışmaları istendi. Normal koşullarda, iyi bir uykunun ardından, korteksteki prefrontal ve temporal bölgelerin hatırlamaya çalışma sırasında aktif olduğu gözlendi.

Son 35 saatini uyumadan geçiren denekler üzerinde yapılan incelemede, bu kişilerin verilen kelimeleri hatırlamakta zorluk çektikleri gözlendi. Uykusuzluk, prefrontal bölgedeki aktivitenin önemli ölçüde azalmasına neden oluyordu. Ancak, işin ilginç yanı, kelimeleri hatırlamada iyi performans gösteren kişilerin korteksinin başka bir bölgesinin, parietal bölgenin aktif olduğu gözlendi. Normal, dinlenmiş bir kişide ezberleme, karar verme, yeni bir şeyle karşılaşıldığında nasıl davranılacağını belirleme gibi rollere sahip prefrontal korteksin uykusuzluktan belirgin biçimde etkilendiği ortada. Ancak, parietal bölge bu durumda onun yerini doldurmaya çalışıyor.

Nature, Science Update, 10 Şubat 2000

Mongoloid Fare

Johns Hopkins Tıp Enstitüleri'nden bilim adamları, Down sendromunun hayvan modelinin oluşturulduğunu açıkladılar. Bar Harbor'daki Jackson Laboratuvarı'nda kimi genetik değişkelerden (modifikasyondan) geçirilen fareler, sendromun özelliği olan yüz ve kafatasındaki biçim bozukluklarına sahip.

Hastalıkların hayvan modelleri, biyomedikal araştırmalarda önemli yer tutuyor: Bilim adamları, mutasyonlar ya da belli bir genin söndürülmesiyle kimi hastalıklara sahip hayvanlar üretiyorlar.

Down sendromu gibi kromozom bozukluklarına bağlı hastalıklardaysa, daha karmaşık modellere gereksinim duyuluyor. Araştırmacılara göre, Down sendromlu farelerin hücreleri, insanlardaki 21. kromozom bölgesine banzeyen kromozom bölgesi üçer kopyadan oluşuyor. Her 700 doğumdan birinde rastlanan Down sendromu, insanlarda 21. kromozomun iki yerine üç kopyadan oluşması sonucu ortaya çıkıyor. Down sendromlu kişilerin, yüz ve kafataslarında biçim bozukluklarına ve beyinde kimi bozukluklara sahip oluyorlar. Bu kişilerde genelikle bağışıklık sistemi, kalp, hazım ve kas bozuklukları da görülüyor.

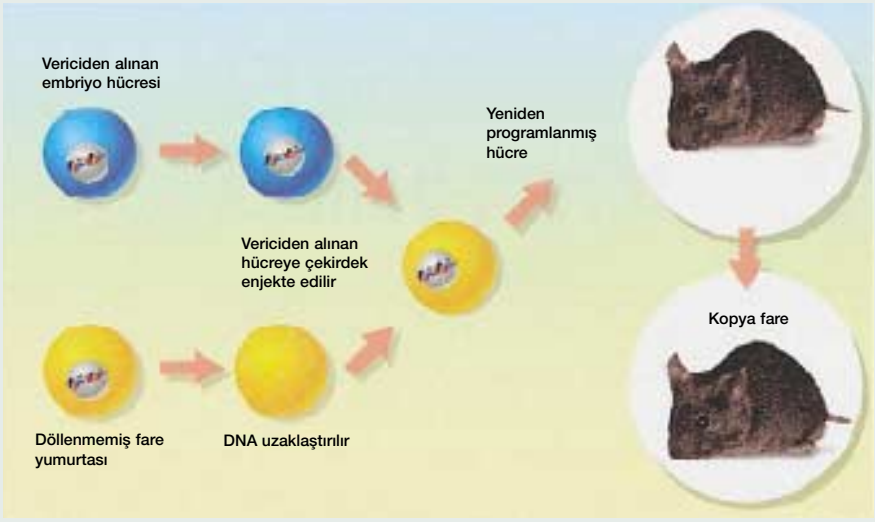
Çalaşmada, üretilen down sendromlu 12 farenin kafatasları üzerinde incelemeler yapıldı. Lazer destekli mikroskopla, farelerin kafatasındaki deformasyonlar ölçüldü. Bu değerler normal farelerinkiyle karşılaştırıldı.

Araştırmada kullanılan farelerin de kafataslarında ve yüzlerinde Down sendromlu insanlarda görülen özellikler bulunuyor. Bu farelerdeki normal dışı kafatası ve yüz gelişimi, Down sendromlu insanlardakilerle aynı kemiklerin, aynı desene göre kısalıp uzanmasına bağlı. Araştırmacılar bu modelle, bir kromozomun fazla sayıda bulunmasının gelişim bozukluklarına nasıl yol açtığının anlaşılabileceği düşüncesinde. İki-üç yıl içinde de, yüz ve kafatasının gelişimini etkileyen anahtar gen ya da genlerin bulunabileceğini düşünüyorlar.

Aslı Zülal

http://www.eurekalert.com/

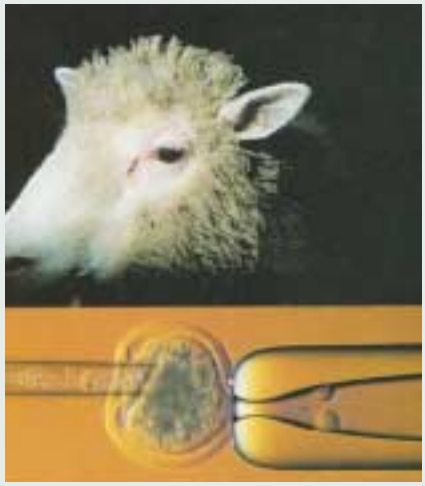
Yürüyen Her Şeyi Kopyalayamazsınız



Süperstar koyun Dolly, genetikte çığır açan bir keşfin, kopyalamanın (klonlama) ilk örneklerinden biriydi. Günümüze değin, pek çok hayvanı kopyalamayı başaran bilim adamları, geçtiğimiz günlerde süpriz bir açıklama yaptılar: "Bazı hayvanlar, genetik olarak kopyalanamama özelliğine sahip olabilir." Bu, özellikle yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bulunan bazı türlerin kopyalanarak çoğaltılmasını düşünen bilim adamlarını kaygılandırdı.

Bu güne kadar, koyun, fare, inek ve keçi gibi hayanlar, kopyalanacak hayvanın hücre çekirdeğinin kendi genetik materyeli uzaklaştırılmış bir yumurtaya yerleştirilmesi yöntemiyle başarıyla kopyalanabildi. Bu, tam anlamıyla, kendi genetik programı olan bir yumurtanın yeniden programlanmasıdır. Kopyalamada, doğal bir embriyodan alınan kök hücreler, genetik verici olarak ideal birer adaydır. Çünkü, çok az programlama gerektirirler.

Boston'daki Whitehead Araştırma Enstitüsü'nden William Rideout ve çalışma arkadaşları, fare kopyalayan ilk ekip. Yaptıkları son araştırmada, bu ekip, farklı farelerden alınan embriyo hücrelerinden kopyalar yapmaya çalıştılar. Farklı soydan gelen iki farenin çiftleşmesiyle elde edilen embriyodan alınan kök hücrelerle 227 denemeden 7'sinde başarılı oldular. Bu %3'lük başarı oranı her ne kadar çok küçük görünse de kopyalama için gayet büyük sayılabilecek bir oran. Ancak, embriyonun ebeveynlerinden birinden alınan kök hücrelerle yapılan 418 denemenin hiçbirinde canlı doğum elde edemediler.



Rideout ve ekibi, bunun için iki açıklama yapıyor. Birincisi, ebeveynden alınan hücre çekirdeklerinin yeniden programlama için yeterince etkin olmaması. Çiftleşme, genlerin daha sağlıklı kopyalarını ortaya çıkaracağından, bu sorunun iyi bir çözümü olabilir.

İkinci olasılıksa, ebeveyn farenin soyunun klonlama bariyerine takılmış olması. Kopyalama bariyeri, anneden ve babadan alınan kromozomların, bu farede çok benzer olmasından kaynaklanıyor olabilir. Benzer biçimde, Georgia Üniversitesi'nde inekler üzerinde kopyalama çaışmaları yapan Steve Stice, bazı ineklerin kopyalanmasındaki zorluğa dikkat çekiyor. Steve, farelerle çalışan genetikçilerin bunu kanıtlayacağına güveniyor. Çünkü, pek çok konuda olduğu gibi, genetikte de fareler üzerine yapılmış araştırmalar fazlaca bilgi birikimi yaratmış durumda.

New Scientist, 5 Ocak 2000



Ay'da Gezinti

Ay, yaklaşık 400 000 km'lik uzaklığıyla bize en yakın gökcismi. Bu sayede, tüm Güneş sistemindeki ve öteki gökcisimlerinden çok daha fazla ayrıntı sunar bize. Ay yüzeyindeki dağlar, deniz olarak adlandırılan geniş düzlükler, kraterler, derin vadiler basit bir dürbünle bile kolaylıkla gözlenebilir. Başka hiçbir gökcismi bize bu kadar cömert değildir.

Ay, alışık olduğumuz görüntüsünü, birtakım evrelere girmesi dışında değiştirmez. Bize hep aynı yüzünü gösterir. Bunun nedeni, Ay'ın ekseninde dönme süresiyle Dünya çevresindeki dolanma süresinin eşit olmasıdır. Ay, Dünya'dakilere öteki yüzünü hiç göstermez. Bu yüzden, Ay'ın arka yüzü yakın geleceğe, 1959 yılına kadar bir bilmece olarak kalmış. Bu nedenle, Ay'ın arka yüzüne "Ay'ın karanlık yüzü" de denmiş. O zamana değin, karanlık yüz pek çok bilimkurgu ve UFO meraklısına malzeme olmuş. Bugün biliyoruz ki, Dünya'nın korumasından uzak olduğu için bu yüz biraz daha kraterli yapıda; burada gizemli bir şey yok.

Ay'daki yüzey şekilleri, genellikle iki gruba ayrılır: Denizler ve karalar. Denizler, öteki bölgelere oranla daha koyu tonlu, daha az engebeli düzlüklerdir. Bu bölgeler, milyarlarca yıl önce akan lavların doldurduğu yerlerdir. Denizlere verilen adlar Latince'dir.

Karaları ele alırsak, kraterler en belirgin şekillerdir. Bunlar, çarpışma izleridir. Bazılarının çevresinde, şiddeli çarpışmaların fışkırttığı toprağın yüzeye düşmesiyle ışın benzeri şekiller oluşmuştur. Kraterlere verilen adlar, genelikle ünlü bilim adamlarının adlarıdır.

Ay, hep aynı yüzünü gösterse de, evrelere girdiğinden, her gün farklı bir manzara sunar bize. Yüzey şekilleri, geceyle gündüzü ayıran çizgiye yakın olduklarında en iyi gözlenirler. Çünkü, bu sırada güneş ışınları buralara yatay gelir ve gölgeler oluşturur. Dolunayda, güneş ışınları doğruca karşıdan geldiği için gölgeler yok olur. Bu da yüzey şekillerinin seçilmesini zorlaştırır. İlkdördün ve sondördün evrelerinde, yüzey şekilleri yeterince belirgindir. Bu nedenle, Ay'daki gezintimizi ilkdördün ve sondördün evrelerinde yapacağız. Bu ay, ilkdördün evresinde gözlenebilecek denizleri ele aldık. Önümüzdeki aylarda, Ay'daki gezimizi sürdüreceğiz.



Her gün Ay'ın farklı bölgeleri gece-gündüz sınırına yakın olacağı için her gün farklı bir manzarayla karşılaşırız. Yani burada ilk ve sondördün evrelerinde tanıdığınız kraterleri farklı evrelerde de, üstelik değişik açılarla gelen ışık altında gözleyebilirsiniz.

Yeniay- İlkdördün Evrelerinde Gözlenebilecek Denizler:

Mare Crisium (Bunalımlar Denizi): Boyutları 435 km'ye 560 km olan oval biçimli bu düzlük, birbirine bağlıymış gibi görünen öteki denizlerden farklı olarak, ayrı durur. Bu bölge, üç insansız Sovyet uzay aracının indiği bölge.

Mare Fecunditatis (Bolluk Denizi): Bunalımlar Denizi'nin güneyinde yer alıyor. Bu kraterin koyu tonlu düzgün yüzeyini iki küçük krater Messier ve Messier A bozar. Bu bölgeye pek uzay aracı indirilmedi. Ancak, Sovyetler'in Dünya'ya getirdiği ilk toprak örnekleri Luna 16 tarafından, buradan alındı.

Mare Frigoris (Soğuk Deniz): Bu deniz, ötekilerden biraz farklı görünür. Yapısı, pek düzgün değildir. Ayrıca, pek büyük olmamakla birlikte, içinde Endymion, Atlas, Herkül, Aristoteles ve Plato gibi kraterler yer alır.

Mare Marginis (Kenar Denizi): Ay'ın "kenarında" yer alan bu denizin ancak bir bölümünü görebiliriz. Bu denizi çıplak gözle görmek de zor olabilir.

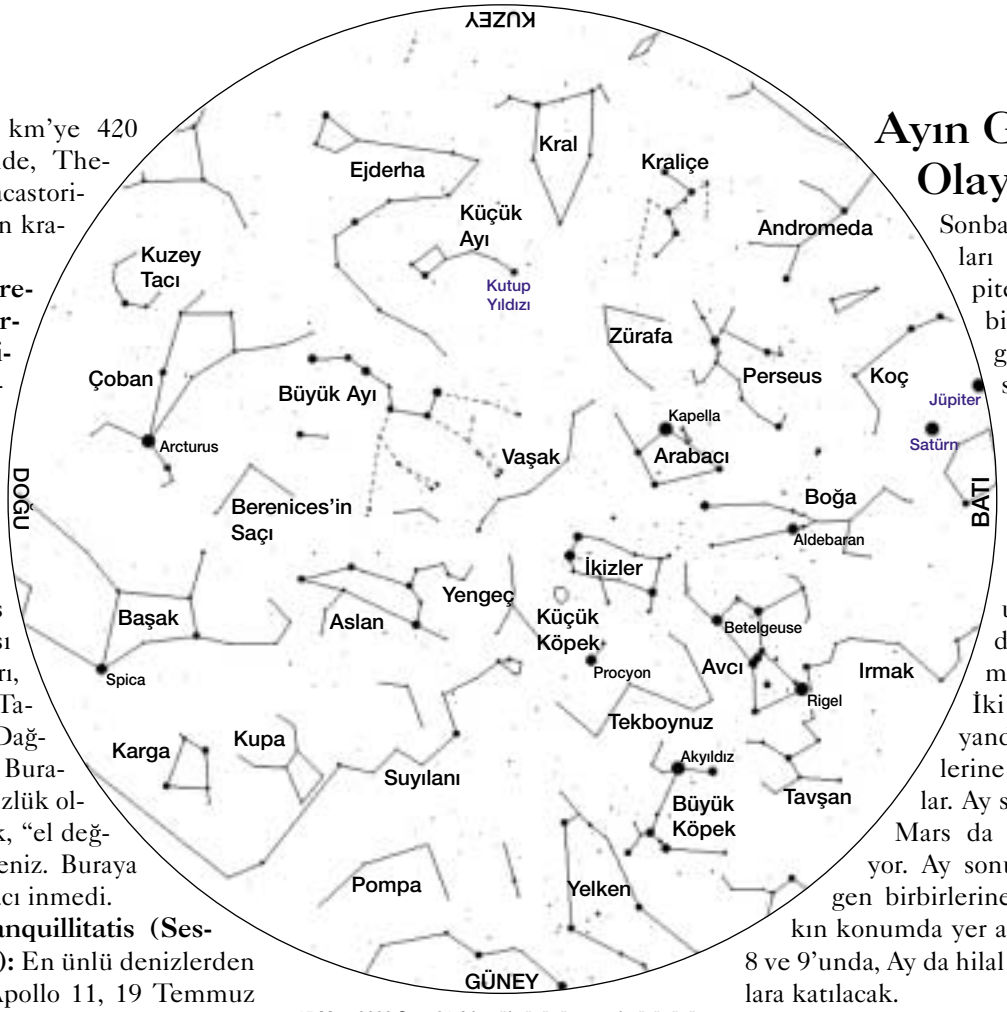
Mare Nectaris (Nektar Denizi): Ay yüzeyinde deniz adı verilen düzlüklerin en küçüğü. Boyutları

yaklaşık 350 km'ye 420 km. Çevresinde, Theophilus ve Fracastorius gibi belirgin kraterler var.

Mare Serenitatis (Durgunluk Denizi): Bu denizin, ötekiler arasında en eski oluşumlu olduğu düşünülüyor. Bu denizin güneyi Haemus Dağları, batısı Apenin Dağları, kuzeyiyse Taurus (Toros) Dağları'yla çevrili. Burası, geniş bir düzlük olmasına karşılık, "el değmemiş" bir deniz. Buraya hiçbir uzay aracı inmedi.

Mare Tranquillitatis (Sessizlik Denizi): En ünlü denizlerden biri; çünkü, Apollo 11, 19 Temmuz 1969'da buraya indi. İnsanoğlu Ay'a ilk kez burada ayak bastı. Apollo 11'in indiği yer, bu düzlüğün güneybatısında.

Mare Vaporum (Buhar Denizi): Hem ilkdördün hem de sondördün evrelerinde, gece-gündüz sınırında görünür. Kuzeydoğusundaki Manillus krateri bir dürbünle kolaylıkla gözlenebilir.



15 Mart 2000 Saat 21^{00}'de gökyüzünün genel görünüşü

Ayın Gök Olayları:

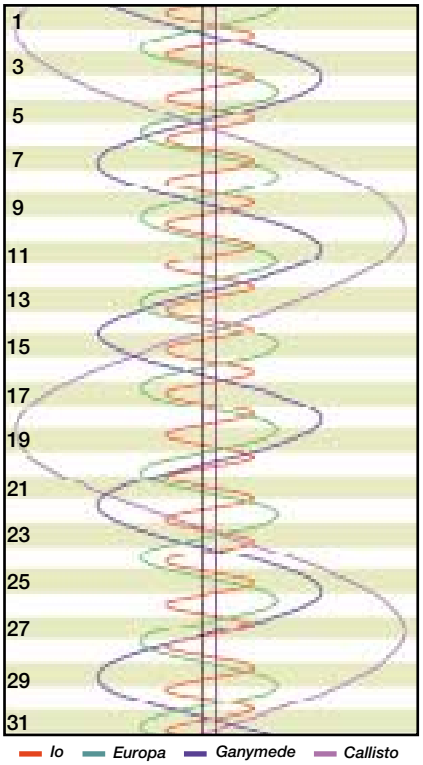
Sonbahar ve kış ayları süresince Jüpiter ve Satürn, bize çok güzel görüntüler sundular. İlkbaharı karşılamaya hazırlandığımız bu günlerde, her iki gezegen de batı ufku üzerinde iyice alçalmış durumda. İki gezegen, bir yandan ba birbirlerine yakınlaşıyorlar. Ay sonuna doğru, Mars da onlara katılıyor. Ay sonunda üç gezegen birbirlerine oldukça yakın konumda yer alacaklar. Ayın 8 ve 9'unda, Ay da hilal biçimiyle onlara katılacak.

Venüs, sabah gökyüzünde yer alıyor ve ay süresince doğu ufkunda giderek alçalıyor. Bu nedenle ayın ortalarından sonra gezegeni gözlemek için Güneş doğmadan biraz önce doğu ufku üzerine bakmak gerekiyor.

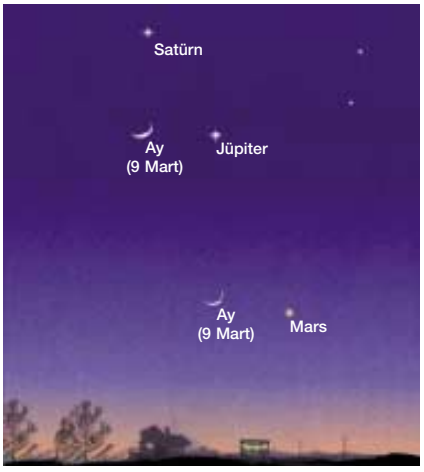
Merkür de Venüs gibi sabah gökyüzünde. Ayın başlarında Merkür, Güneş'e çok yakın. Bu nedenle, gezegeni gözleyebilmek için ayın ortalarını beklemek gerekecek.

Ay, 6 Mart'ta yeniay, 13 Mart'ta ilkdördün, 19 Mart'ta dolunay, 26 Mart'ta sondördün evrelerinde olacak.

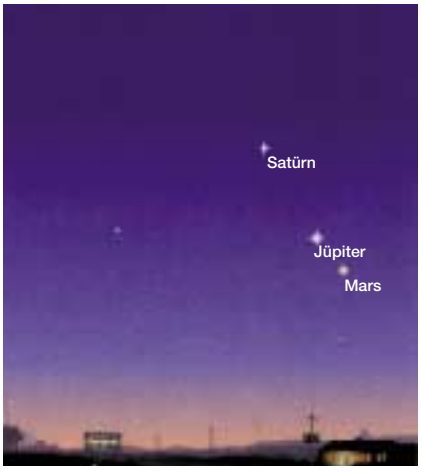
Alp Akoğlu



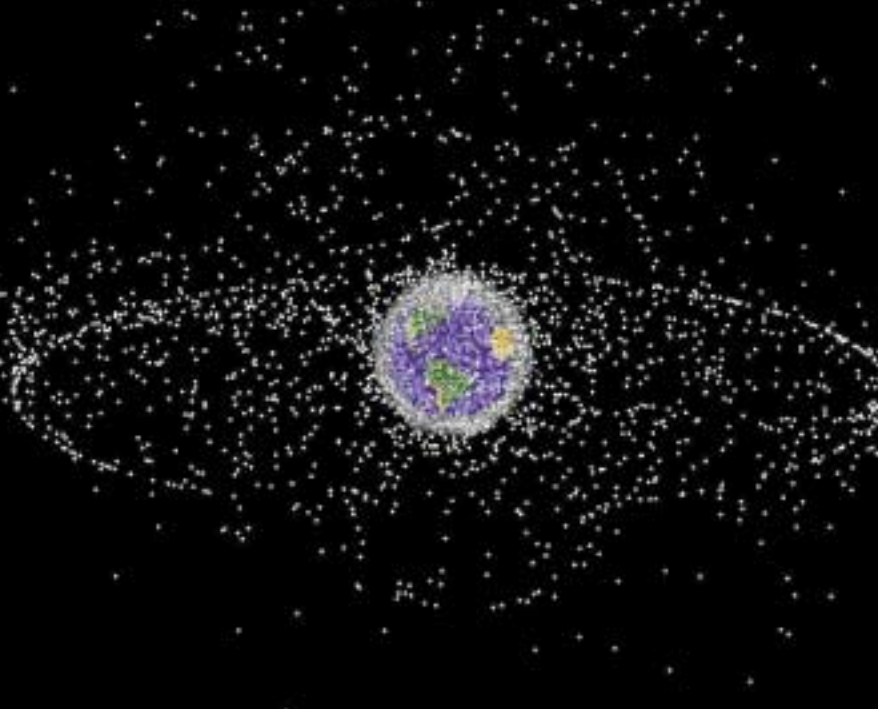
Mart ayında Jüpiter'in uyduları: Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak adlandırılan dört büyük uydusu, bir dürbün yardımıyla bile gözlenebilmektedir. Yandaki çizim, ay boyunca, bu uyduların konumlarını göstermektedir. Bu çizelgenin üzerine, (gözleminizi yapacağınız günün ve yaklaşık olarak saatin üzerine) boydan boya bir çizgi çizerek, uyduların o andaki konumlarını bulabilirsiniz.



8-9 Mart akşamı Ay ve gezegenler



31 Mart akşamı gezegenler



Uzaya Açılan Pencerenin Kapanışı!

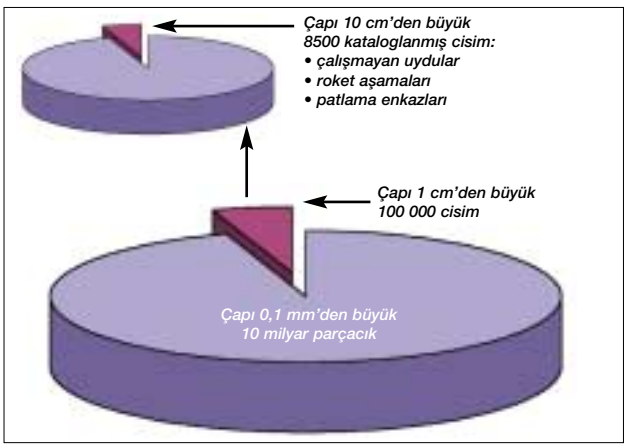
Uzay Kirliliği

DÜNYANIN önde gelen gazetelerinin, 8 Şubat 2000 tarihli sayılarında, 20 yıl sonra olacak bir felaketin haberi yayımlandı. Ama bu alışılmış bir felaket haberi değildi. Ne bir kasırgadan, ne bir depremden ne de bir taşkından söz ediyordu. Başka bir açıdan bakıldığında aslında bir gökbilim haberiydi bu. Haberde 2000 BF19 adlı 800 m çapında bir asteroidden söz ediliyordu. Bu asteroidi Arizona'da Steward Gözlemevi'ndeki gökbilimciler 28 Ocak'ta keşfetmişlerdi. 2000 BF19'u keşfedenler, onu 3 Şubat'a değin izlediler ve o gün bir açıklama yaptılar. Açıklamada, asteroidin gelecekte izleyeceği rota nedeniyle Dünya için ciddi bir tehlike taşıyabileceği ve sürekli gözlenmesi gerektiği bildirildi. Bu sırada İtalya'daki Pisa Üniversitesi gökbilimcileri de Avustralya'daki gözlemevlerinden gelen verileri de değerlendirerek asteroidin yörüngesini hesapladılar. Üç gün sonra yaptıkları açıklamayla 2000 BF19'un 2022'de milyonda bir olasılıkla Dünya'ya çarpabileceğini duyurdular.

Bu büyüklükte bir göktaşının, Dünya'ya çarptığında, yeryüzündeki yaşamı tehdit edecek, küresel bir etki yaratmayacağı biliniyor. Çarpma sonucunda küresel iklim değişikliklerine yol açacak ve biyolojik çevrimleri kökten değiştirebilecek bir gök cisminin çapının en az 1 km olması gerekiyor. Ancak çapı 800 m olan 2000 BF19'un Dünya'ya çarptığında çok büyük bölgesel etkileri olacağı da açık. 1908'de Sibirya'nın Tunguska bölgesine düşen ve yalnızca 100 m çapında olduğu düşünülen kuyrukluyıldız parçası, 2000 km²lik ormanlık bir alanı yerle bir etmişti.

İlk hesaplamalardan sonra daha ayrıntılı yörünge hesapları yapan gökbilimciler, asteroidin 2022'de Dünya'nın 9 milyon kilometre (Dünya-Ay arası uzaklığın 20 katından fazla) uzağından geçeceğini buldular. Böylece Dünya bir kez daha derin bir soluk aldı. 2000 BF19, son iki yıl içinde keşfedilen ve Dünya'ya çarpacağı sanılan beşinci asteroid. Bilim adamları Güneş çevresinde Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan ve çapı 1 km'den büyük 1000 dolayında asteroid olduğunu tahmin ediyorlar. Daha küçük çaplardaysa binlerce göktaşı var. Bunların bir bölümü önümüzdeki yüzyıllarda Dünya'ya çarpacak. Çarptıkları zaman birer felaket oluşturacak bu göktaşları için önlemler şimdiden alınıyor. Öncelikle bu göktaşlarına ilişkin bir veri tabanı (büyüklükleri, yörüngeleri, hızları, yapıları vb bilgileri içeren) oluşturuyorlar.

Büyük göktaşlarının yanı sıra bir de Dünya'nın çevresinde dolanan çok küçük göktaşları var. Her gün bunlardan binlercesi atmosferimize girerek yanıyor, buharlaşıyor. Bilim adamları birkaç santimetre çapındaki bu göktaşlarına *meteoroid* diyorlar. Atmosfere giren meteoroidler çok parlak bir ışık çıkarıyor. Halk arasında "yıldız kayması" ya da "kayan yıldız" olarak bilinen bu ışık olayına bilim adamları *meteor* der. Yeryüzüne ulaşmadan buharlaşan, çok hızlı hareket eden bu göktaşlarının insanlar için bir zararı yok. Ne var ki aynı şeyi yörüngede dönen uydular için söyleyemeyiz. Çünkü saniyedeki hızları 70-80 km'yi bulabilen bu minik göktaşları, birkaç santimetre çapında da olsalar uydular için ciddi bir tehdit oluşturuyor. 1993'te ESA'nın (Avrupa Uzay Ajansı) Olympus adlı uydusuna böyle küçük bir göktaşı çarpmıştı. Yön denetim birimi parçalanan uydu kullanılmaz duruma gelmişti. Günümüzde Dünya'nın çevresinde çalışır durumda 500'ün üzerinde uydu dolanıyor. Minik göktaşları da milyonlarca dolarlık bu uydular için ciddi bir tehdit oluşturuyorlar. Ancak uydular için tehdit oluşturanlar yalnızca meteoroidler değil.



Yörüngedeki Hurdalar

Dünya'ya yakın yörüngelerde dönen, insan yapımı kataloglanmış iki cisim, ilk kez 24 Temmuz 1996'da çarpıştı. Bu cisimlerden biri Fransızların, 7 Temmuz 1995'te bir Ariane 4 roketiyle fırlattığı, Alca-

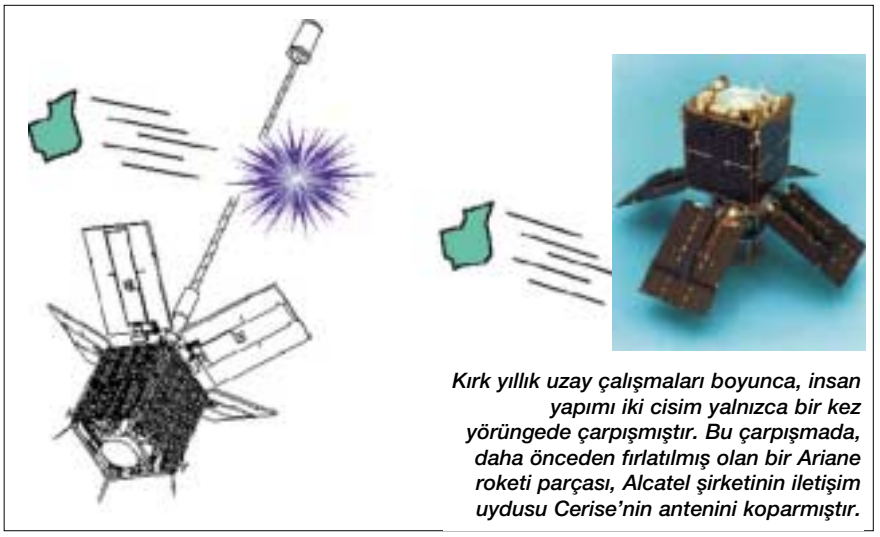
tel şirketine ait 50 kg'lık iletişim uydusu Cerise'di. Öteki cisimse daha önce fırlatılmış bir Ariane 4 roketinin, uzaya bırakılmış üst aşamalarından birinin bir parçasıydı. Küçük roket parçasının hızı saniyede 15 km'yi buluyordu. Şiddetli çarpışmanın sonunda mikrouydunun 6 m'lik anteni koptu (ve o da artık kendi başına Dünya'nın çevresinde dolanıyor). Cerise, 700 km yüksekteki yörüngesinde kendi çevresinde dönmeye başladı. Uydu otomatik kontrolunu yitirmişti. Hemen yeni bir yazılım geliştirildi ve radyo dalgalarıyla uydudaki bilgisayara yüklendi. Sonra da Cerise Dünya'dan kontrol edilmeye başlandı.

Cerise örneğinde de görüldüğü gibi, büyük bir bölümü Dünya'ya yakın yörüngelerde dönen uydular için bir başka tehdit de uzay kirliliğidir. Peki nedir uzay kirliliği?

Uzay kirliliği son 40 yılda ortaya çıkan bir sorundur. Dünya'nın çevresinde, değişik yörüngelerde dönen ve artık herhangi bir işlevi olmayan, insan yapımı cisimlerin tümü, uzay kirliliği olarak adlandırılır. Bunların arasında ömrünü tüketmiş uyduların yanı sıra roketlerin uzaya bırakılan üst aşamaları ve yörüngede oluşan patlamaların artıkları vardır.

Uzay kirliliğinin şimdilik insanların günlük yaşamlarına doğrudan bir etkisi yoktur. Bu nedenle de genellikle göz ardı edilen ya da unutulan bir sorun olmuştur. Hatta insanların büyük bir bölümü böyle bir sorunun varlığından bile habersizdir. Ancak eğer önlem alınmazsa, uzay kirliliği önümüzdeki 25-30 yıl içinde uzay araştırmaları açısından çok ciddi bir sorun olacaktır.

Denebilir ki uzay kirliliği sorunu, insan yapımı ilk uydu Sputnik I'in, 4 Ekim 1957'de fırlatılmasıyla ortaya çıkmıştır. Sputnik I yörüngede üç ay kalmıştır, ama çalışma süresi daha kısadır; yalnızca üç hafta. Bu yüzden de uzay çağını açan Sputnik I, gerçekte uzay kirliliğine güzel ve somut bir örnektir. Ömrü tükenen uydu Dünya'nın çevresinde, yüksek bir hızla boş yere iki aydan fazla dönüp durmuştur. Sonra da Dünya'ya düşmüştür.



Kırk yıllık uzay çalışmaları boyunca, insan yapımı iki cisim yalnızca bir kez yörüngede çarpışmıştır. Bu çarpışmada, daha önceden fırlatılmış olan bir Ariane roketi parçası, Alcatel şirketinin iletişim uydusu Cerise'nin antenini koparmıştır.

Sputnik I'den günümüze değin geçen 40 yıl içinde uzay araştırmaları alanında çok sayıda ve çok önemli gelişmeler yaşandı: Ay'a, Mars'a ve Venüs'e sondalar, uzay araçları gönderildi, Ay'a inildi, Mars'ın çevresine uydular yerleştirildi, Jüpiter'e, Satürn'e, asteroidlere, kuyrukluyıldızlara hatta Güneş sisteminin dışına uzay araçları yollandı, değişik amaçlı binlerce uydu Dünya'nın çevresine yerleştirildi, uzay istasyonları kuruldu, farklı dalgaboylarında uzayı inceleyen uzay teleskopları yörüngeye yerleştirildi.

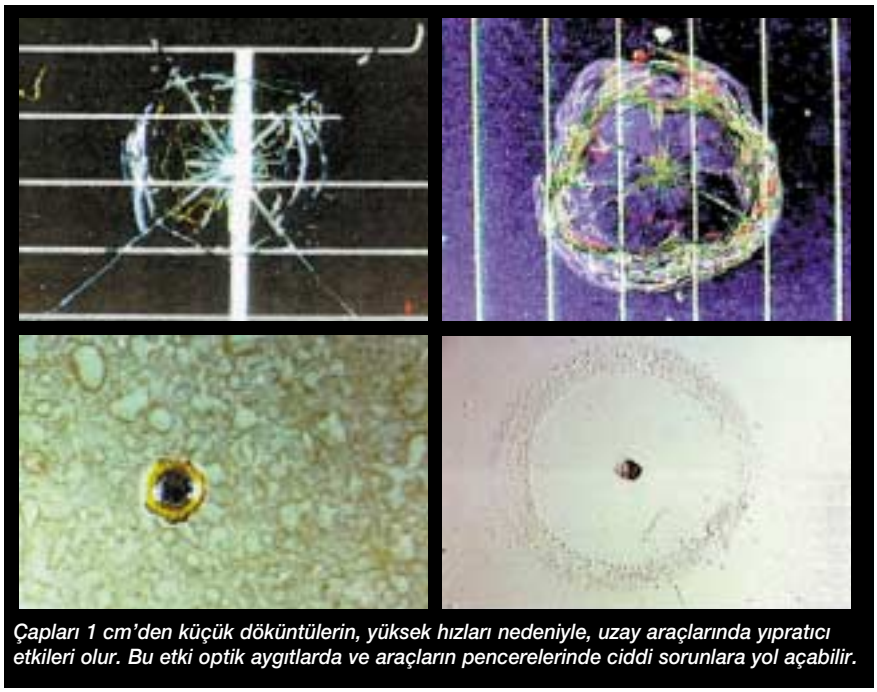
Tüm bunları gerçekleştirmek için dört binden fazla, çok aşamalı roket uzaya gönderildi. Bunların üst aşamaları hep uzaya bırakıldı. Bu yolculuklar sırasında kimi zaman roketlerde, kimi zaman da taşıdıkları yüklerde patlamalar oldu; patlamaların enkazı uzaya yayıldı. Yörüngedeki uyduların büyük bir bölümünün ömrü tükendi; şu anda başıboş dolanıyorlar. Tüm bu işe yaramayan cisimler, roket parçaları, ölü uydular, yakıt tankları ve uzay aracı artıkları, günümüzde Dünya çevresinde dolanan bir çeşit hurda yığını oluşturdular. Bugün uzay araştırmaları tüm hızıyla sürüyor. Yörüngedeki bu hurda yığını da ne yazık ki giderek büyüyor.



Uzay kirliliğinin iki temel nedeni var: Ömrü tükenen uydular ve fırlatılan roketlerin yörüngede terk ettikleri üst aşamaları.

Bilim adamları bu konunun, ciddi bir soruna dönüşeceğini 20 yıl kadar önce öngörmüşlerdi. Bu öngörüden yola çıkarak, Dünya'nın çevresinde başıboş dönen bu parçaları izlemek amacıyla sistemler kurdular. Örneğin ABD'de yirmiden fazla radar ve optik algılayıcıdan oluşan bir Uzay İzleme Ağı var. Rusya'daki Uzay İzleme Ağı'ndaysa on radar ve on iki optik algılayıcı bulunuyor. Bu sistemlerle, Dünya çevresinde dönen 10 cm'den büyük bütün cisimler sürekli izleniyor. Yerden gönderilen radar sinyalleri yörüngedeki cisimlere çarpıp yansıyor ve yerdeki aygıtlarca algılanıyor. Böylece cisimlerin konumları, hızları ve yörüngeleri saptanıyor. Her cisme bir katalog numarası veriliyor.

Dünya yörüngesinde kataloglanmış olarak dönmekte olan 9000 dolayındaki cisimden, çalışır durumdaki uydular çıkartıldığında geriye 8500 kadar 10 cm'den büyük uzay döküntüsü kalıyor. Yerdeki radarlar, bu döküntüdeki çapları 3 mm-10 cm arasında değişen parçaları saptayabiliyor (ama sürekli izleyemiyor). Yapılan araştırmalar yörüngedeki, çapı 1-10 cm arasındaki cisim sayısının 100 000'in üzerinde olduğunu ortaya koyuyor. On milyar do-



Çapları 1 cm'den küçük döküntülerin, yüksek hızları nedeniyle, uzay araçlarında yıpratıcı etkileri olur. Bu etki optik aygıtlarda ve araçların pencerelerinde ciddi sorunlara yol açabilir.

layında da çapı 0,1 mm ile 1 cm arasında değişen parçacık olduğu tahmin ediliyor. Kuşkusuz bu denli küçük parçacıkların büyük bir bölümünü yerden gözlemek olanaksız. Onlara ilişkin veriler görevi bitip dünyaya dönen uzay araçlarından elde ediliyor. LDEF ve EuReCa adlı uzay araçları bu yönde araştırmalar yapmak amacıyla uzaya gönderildi. LDEF, 1990'da Dünya'ya döndüğünde aracın yüzeyinde en büyüğü 5 mm çapında, otuz bini aşkın çarpma izi bulunuyordu.

Uzayda kirlilik yaratan parçacık sayısı her geçen gün biraz daha artıyor. Her ne kadar bu döküntülerin bir bölümü zamanla Dünya'ya düşse de uzay kirliliğinin oluşum hızı, yok olma hızından daha büyük. Döküntüler Dünya'nın çevresinde iki bölgede yoğunlaşıyor. Birinci bölge Dünya'dan 36 000 km uzaktaki bölgedir. Bu bölgenin özelliği, buradaki uyduların periyotlarının 24 saat olmasıdır. Bir başka deyişle, bu yörüngedeki bir uydu, batıdan doğuya hareket ettiği için, sürekli Dünya'nın aynı bölgesi üzerinde yer alır (tıpkı Türksat 1B ve Türksat 1C gibi). Bu yörüngede 150'si roket üst aşaması olmak üzere 700 büyük cisim saptanmış ve kataloglanmıştır. Bu bölgedeki döküntülerin hızları Alçak Dünya Yörüngesi'ndekilere göre daha düşüktür; saatte 7000 km kadar. Bu döküntülerin uzay çalışmaları açısından yarattığı tehlike de çok azdır.

Uzay kirliliğinin yoğunlaştığı ikinci bölge Alçak Dünya Yörüngesi'dir (Dünya'dan uzaklığı 2000 km'ye kadar olan bölge). Şu anda Alçak Dünya Yörüngesi'nde 2000 ton döküntü bulunuyor. Bunların çok büyük bir bölümü 1000-1500 km yüksekte yer alır. Gökbilimcileri tedirgin edenler işte bunlardır. Milyarlarca parçadan oluşan bu döküntüler, ne oldukları yerde dururlar ne de kendi hallerinde Dünya çevresinde ağır ağır dönerler. Tersine çok yüksek hızlarda devinirler. Bunların ortalama hızı saniyede 10 km'dir; bazılarınınki saniyede 15 km'yi aşar. Bu yüzden bu döküntüler yalnızca uydular için değil uzay istasyonu Mir için, 4-5 yıla kadar bitirilecek ve yaklaşık 100 milyar dolar değerindeki Uluslararası Uzay İstasyonu için, uzay mekikleri için ve uzayda yürüyüş yapan astronotlar için de ciddi bir tehlike oluşturuyor.

Tehlikeler

İlk modülü 1986'da fırlatılan Rus uzay istasyonu Mir, 14 yıldır yörüngede dolanıyor. Bu sürede Mir'e birkaç milimetre ya da daha küçük çaplarda binlerce meteoroid ve uzay döküntüsü çarpmış. Çarpmaların oluşturduğu izler, Mir'in dış yüzeylerini gösteren fotoğraflarda açıkça görülüyor. Bu çarpmalar özellikle istasyona enerji sağlayan güneş panellerinde önemli hasarlara yol açmış. Ancak çarpmaların hiçbiri de Mir'deki bilimsel çalışmaları aksatacak denli büyük olmamış.

Yalnızca Mir değil, yörüngedeki uydular ve zaman zaman göreve çıkan uzay mekikleri de böyle küçük artıklarla sürekli çarpışıyor. Örneğin 1983'te, tırnak büyüklüğündeki bir boya parçası uzay mekiği Challenger'ın camına çarparak ciddi ve tehlikeli bir hasara yol açmıştı. Uzay mekiklerinin camları bugüne değin 50 kezden fazla değiştirildi. Genelde bu tür küçük çarpmaların etkileri de küçük olduğundan, uzay araçlarının işlevlerini engellemiyor. Çok önemli ve pahalı uzay araçları da zaten özel zırhlarla kaplanıyorlar. Buna en güzel örnek Uluslararası Uzay İstasyonu. İstasyon gelmiş geçmiş en iyi korunma önlemleri taşıyan uzay aracı olacak. Kritik önem taşıyan bölmeler, başta astronotların yaşayacağı modüller, 1 cm çapındaki cisimlerin çarpmalarına dayanabilecek kalınlıkta duvarlara sahip olacak. Ayrıca istasyonun bu tür çarpmaları önleyebilecek bir manevra yeteneği de bulunacak. Uluslararası Uzay İstasyonu'na 1-10 cm büyüklüğünde bir cismin çarpma olasılığı düşük. Ama bilim adamları böylesi düşük bir olasılıkta bile istasyonun zarar görmemesi için alınacak kimi önlemler üzerinde çalışıyorlar.

Uzay mekiklerinin zırhları Uluslararası Uzay İstasyonu'nunkiler denli dayanıklı değil. Bu nedenle onları korumak için de başka bir yöntem geliştirilmiş. Mekiklerden biri göreve çıkacağı zaman ABD Uzay Komutanlığı uzay kirliliğinin durumuna bakıyor. Mekiğin görevi sırasında bulunacağı bölgelerde ve rotalarında herhangi büyük bir enkaz parçasıyla yakınlaşıp yakınlaşmayacağı inceleniyor. Mekiğin fırlatılacağı zaman ve izleyeceği rota böyle belirleniyor. Mekik uzaydayken eğer büyükçe bir parçanın rotası mekiğinkine birkaç kilometre yaklaşacak gibi olursa, mekiktekiler uyarılıyor; mekik manevra yaparak yeni ve daha güvenli bir rotaya geçiyor. Bu, çok sık karşılaşılan bir durum değil; her yıl ancak 1-2 kez oluyor.

Yüksek hızlarda başıboş dolaşan enkaz parçaları yalnız uzay araçları için değil, aynı zamanda uzay yürüyüşü yapan astronotlar için de tehlikeli. Araçları, kimi çarpışmalara karşı koruyacak zırhlar yapılabilir ama benzer önlemleri astronot giysileri için almak olanaksız. Gerçi onların giysileri de birkaç milimetrelik parçacıkların çarpmasına da-

yanacak yapıda. Ne var ki saniyede 10 km hızla çarpacak 1 cm çapında bir enkaz parçası bir astronotu ağır biçimde yaralayabilir; hatta öldürebilir.

Uzay kirliliğinin oluşturduğu tehlike yörüngedeki araç ve insanlarla da sınırlı değildir. Çok küçük de olsa yeryüzündekiler için de bir tehlike söz konusu. Bu döküntülerin bir bölümü zamanla yerçekimi ya da güneş ışıması basıncıyla Dünya'ya düşer. 600 km'nin altındaki yörüngelerde dolanan enkaz parçalarının yerçekiminin etkisiyle Dünya'ya düşmesi (ve kirlilik olmaktan çıkması) birkaç yıl alıyor. 800 km dolayındakiler 10-15 yıl kalabiliyorlar. 1000 km'nin üzerindekilerse yüz yılı aşkın bir süre dönmeyi sürdürecekler. Bir başka deyişle uzay kirliliğini oluşturan parçalar eninde sonunda Dünya'ya düşüyorlar. Atmosfere giren parçaların çok büyük bölümünün, sürtünmenin yarattığı ısınmadan kurtulması olası değil. Ancak büyük parçalar, bir bölümü yanmış, buharlaşmış ve sonunda küçülmüş olarak yeryüzüne ulaşabilirler. Dünya'ya ulaşan bu parçalar da büyük olasılıkla okyanuslara düşüyorlar. Kentler, karaların çok küçük bir bölümünde yer alıyor. Karaların büyük bir bölümünü çöller, ormanlık alanlar, çayırlar, dağlık bölgeler ya da tarım alanları oluşturuyor. Bu nedenle, Dünya'ya ulaşabilen parçaların, eğer denize düşmezlerse, seyrek nüfuslu bölgelere düşme olasılıkları çok yüksek (Sovyetler Birliği'nin Kozmos 954 adlı uzay aracı, 1978'de Kanada'nın karla kaplı kuzey bölgelerine düşmüştü).

Ama yörüngedeki döküntülerin gökbilimcilerde yarattığı asıl kaygı gelecekteki uzay araştırmalarına yönelik. Döküntü sayısındaki artış zamanla bir eşik değerini aşacak ve bir dizi zincirleme çarpışma başlayacak. Bilim adamları buna *çığ etkisi* diyorlar ve onları korkutan da bu. Çünkü bu çarpışmalar sonucunda büyük parçalar binlerce küçük parçaya dönüşecek ve döküntü sayısı da çok artacak. Bu artış, bir gün uzay çalışmalarına onlarca yıllık bir ara verilmesine yol açabilir.



On dört yıldır yörüngede olan Mir'e 1 cm'den küçük çaplı, on binlerce uzay döküntüsü çarpmıştır. Aynı şey 4-5 yıla kadar bitirilecek olan Uluslararası Uzay İstasyonu'nun da başına gelecektir. Bu yüzden istasyonda özel güvenlik önlemleri alınıyor.

Çözüm

Dünya çevresindeki döküntülerin büyükçe olanları sürekli izleniyor. Daha küçük parçaların da izlenebilmesi için çalışmalar sürdürülüyor. Döküntülere ilişkin eldeki verilere ve yapılan gözlemlere dayanarak Rusya, İngiltere, İtalya, Almanya ve Amerika'da bilgisayar modelleri geliştiriliyor. Bilim adamları bu modelleri kullanarak, Dünya çevresinde farklı yörüngelerde dönen küçük büyük bütün döküntülerin hareketlerini ortaya koymaya çalışıyor. Bu hareketler incelenerek de ileriye yönelik tahminler ve risk hesapları yapılıyor.

Bugünkü çalışmalar şimdilik uzay kirliliği sorununu anlamaya yönelik. Her geçen gün büyüyen bu sorunun çözümüne yönelik yapılan bir şey yok. Yörüngedeki kirlilik konusunda, uluslararası bir anlaşma daha yapılmış değil. Ama uzay ajansları, kendi aralarında Uzay Ajanslararası Uzay Kirliliği Eşgüdüm Komitesi adında bir yapı oluşturmuş bulunuyor. Bunun yanı sıra, uzay kirliliği konusu 1994 yılından bu yana, Birleşmiş Milletler'in Uzayın Barışçıl Amaçlarla Kullanımı Komitesi'nin, Bilimsel ve Teknik Altkomitesi'nce bir tartışma ve değerlendirme başlığı olarak ele alınıyor. Bu tür uluslararası girişimlerin yanında uzay ajanslarının önayak olduğu çalışmalar da var. Örneğin, NASA ve NASDA'nın (Japon Uzay Ajansı) uzay kirliliğine yönelik yayımladığı ve uygulamaya koyduğu kılavuzlar bulunuyor. Rusya, Fransa ve ESA da benzer kılavuzlar hazırlama ve geliştirme çalışmalarını sürdürüyor.

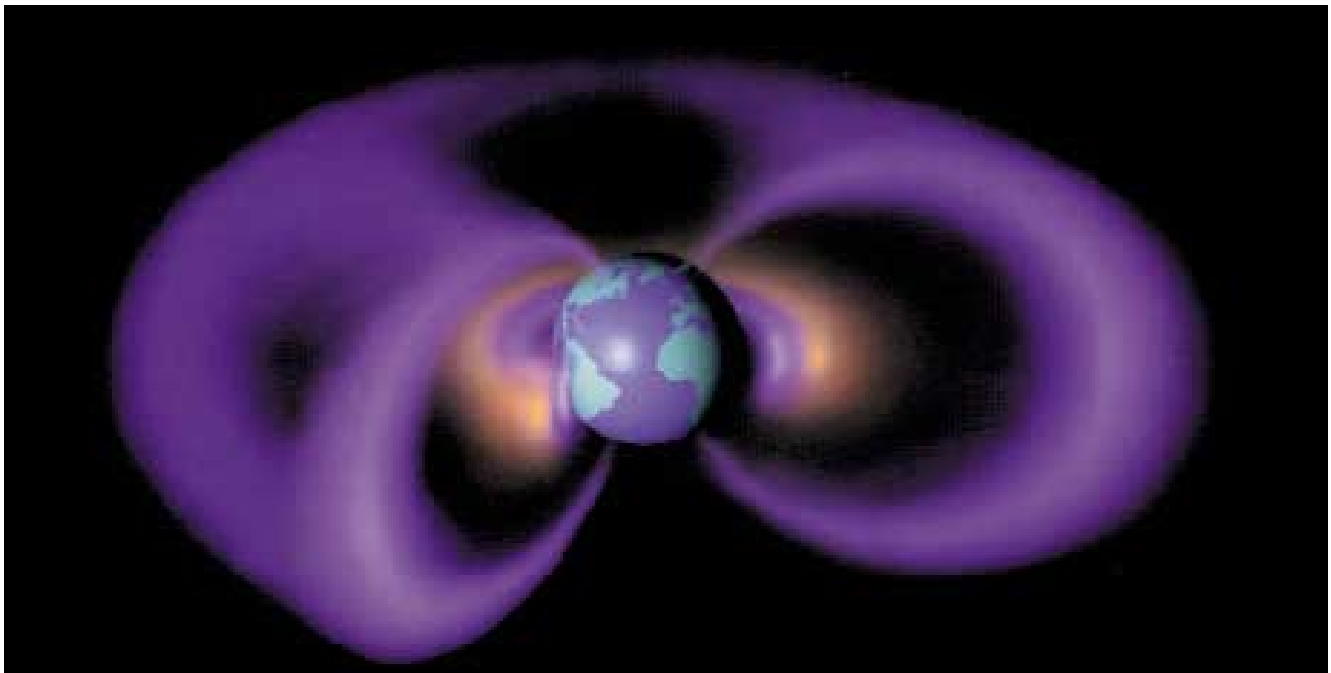


Kirlilik konusunda ortaya atılan değişik öneriler var, ama üzerinde anlaşılan ve uygulamaya konulan ciddi bir plan yok. Tüm uzay ajanslarının anlaştıkları nokta ilk aşamada, uzay kirliliğinin artış hızının önünü kesmek. Uzay ajansları, bundan böyle uzaya çıkacak araçların, fırlatılışları ve yörüngeye yerleştirilmeleri sırasında uzayı en düşük düzeyde kirletmelerini sağlayacak. Ayrıca bundan böyle ömrü tükenen uyduların ve uzay araçlarının Dünya'ya düşmeleri sağlanacak.

İkincil olarak yapılması gereken, bugünkü kirliliğin ortadan kaldırılması. Ancak bu "temizlik" teknolojik ve daha çok da ekonomik bir konu. Bu iş için değişik öneriler var. Bunlardan birine göre, temizlik iki koldan yapılmalı. Birinci kolda, uzay mekikleriyle ya da geliştirilecek benzer bir araçla, yörüngedeki büyük parçalar toplanıp Dünya'ya getirilecek. Geriye kalan milyonlarca küçük cisim de geliştirilecek bir "uzay süpürgesi"yle toplanacak. Bir başka öneri de tüm hurdaları Dünya yörüngesinde belirli bir bölgede, bir "uzay aracı mezarlığı"nda toplamak. Ama tüm bunlar şimdilik düşünce aşamasında olan projeler.

Çağlar Sunay
Konu Danışmanı: Zeki Aslan
Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak., Fizik Böl.

Kaynaklar
Unispace III-UN/IAU Symposium 196, Viyana, 14 Temmuz 1999
http://www.etamax.de/debrisweb/foto97/sld002.htm
http://sn-callisto.jsc.nasa.gov/faq/faq.html
http://www.msnbc.com/news/319598.asp



Manyetik Kalkanlar

Yıldızımız Güneş, Dünya'daki yaşamın kaynağı. Ancak, ona karşı yeterli koruması olmayanlara pek de konuksever davrandığı söylenemez. Çünkü, Güneş, herhangi bir canlıyı çok kısa sürede öldürebilecek dozda ışıma yapıyor. Ayrıca, saniyede 450 km hızla ilerleyen güneş rüzgârıyla, çok sayıda yüklü parçacık her yöne saçılıyor. Neyse ki bizi bu parçacıklardan koruyan doğal bir kalkanımız var: Dünya'nın manyetosferi.

YILDIZLARARASI ya da gezegenlerarası ortam denince genellikle aklımıza boşluk gelir. Bu bir bakıma doğru; çünkü, bu ortamdaki maddenin yoğunluğu, laboratuvar ortamında yaratabileceğimiz vakumdan bile daha az. Ancak, burası, özellikle de yakın çevremiz, başlıca kaynağı Güneş olan yüksek enerjili birtakım parçacıkların etkisi altındadır. Yaşam açısından bakacak olursak, yeryüzünde yaşayan canlıların böyle bir ortamda (diğer tüm koşullar sağlansa bile) hayatta kalması olanaksız.

Güneş, elektromanyetik ışıma olarak tanımlanan radyo dalgaları, gördüğümüz ışık ve x ışını gibi ışınımın yanında, plazma olarak adlandırılan, elektronların ve iyonların (protonlar ve bazı daha ağır atom çekirdekleri) karışımından oluşan başka bir ışıma daha yapar. Sıcaklığı 100 000 Kelvin'i bulan plazmanın kaynağı, Güneş'in atmosferi, yani taç katmanıdır. Plazmayı içeren güneş rüzgârı, saniyede yaklaşık 450 km hızla gezegenlerarası ortamda ilerler ve Güneş'ten en azından 70 astronomi birimi (1 astronomi birimi 150 milyon km olan Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığa eşittir) uzaklara kadar ulaşabilir.

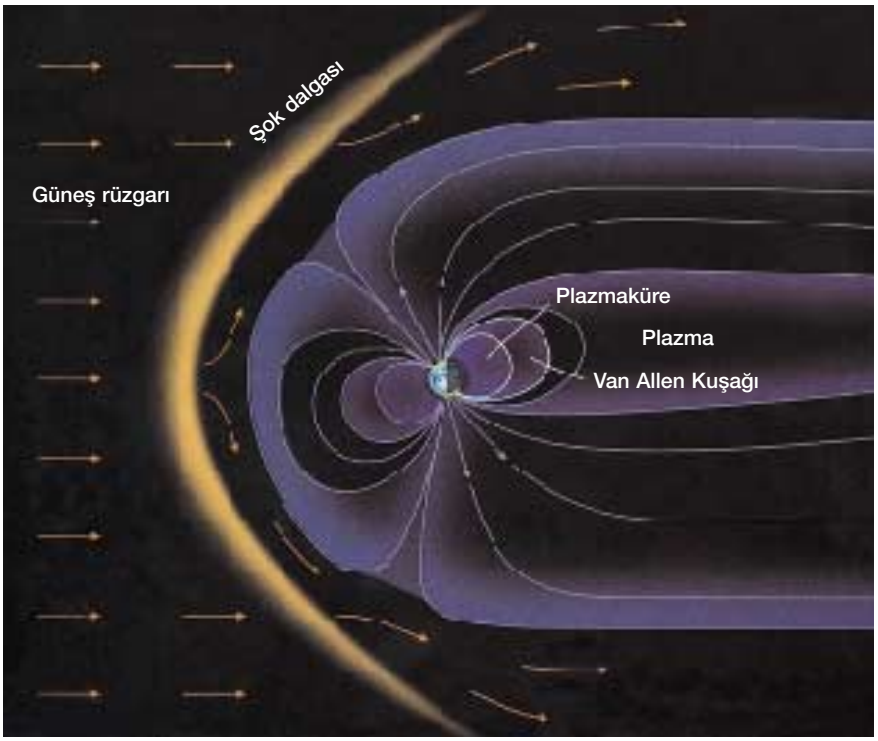
Güneş rüzgârı, Dünya'nın yörüngesine ulaştığında, sakin koşullarda, iyon ve elektron yoğunluğu, cm3'e beş parçacık düşecek kadardır. Bu yoğunluk, Güneş'e olan uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Güneş'in etkinliğine bağlı olarak, bu yoğunluk belli dönemlerde artar ya da azalır. Bu sıralar Güneş, her 11 yılda bir olduğu gibi, daha fazla gündemde. Uyarılar her zaman geçerli olsa da uzmanlar bu yıl Güneş'e daha fazla dikkat etmemiz gerektiğini söylüyorlar. Dünya'daki yaşamın kaynağı olsa da sanki belli dönemlerde, ne kadar zararlı da olabileceğini bize hissettirmeye çalışıyor.

Koruyucu kalkanlara sahip olsak bile, Güneş'ten gelen yüklü parçacıkların yaşantımıza olumsuz etkileri var. Bu, özellikle elektronik aygıtların yaşantımızın ayrılmaz birer parçası olduğu; uzay uçuşlarının gerçekleştirildiği son birkaç onyılda belirginleşti. Güneş'in etkinliği, radyo ve televizyon yayınlarında parazitlere, bazı elektronik aygıtların bozulmasına; elektrik şebekelerinin aşırı yüklenerek işlemez hale gelmesine yol açabiliyor. Doğal olarak, güneş rüzgârının etkisi yörüngede dolanan uydular üzerinde daha fazla. Onların atmosfer gibi bir kalkanları da yok.

Dünya'ya ulaşan ışımanın büyük bölümü, ötekilere oranla bize çok daha yakında yer alan yıldızımız Güneş'ten kaynaklanıyor. Bunun yanında, evrendeki başka kaynaklardan, örneğin süpernovalar gibi kısa sürede çok yüksek enerjinin ortaya çıktığı patlamalar sırasında çok yüksek ener-

jili parçacıklar evrenin her yanına savrulur. Bu parçacıklar da Güneş'ten gelen parçacıklar gibi, canlılar için ciddi birer tehdit oluşturur. Ancak, bu parçacıklar yeryüzüne ulaştığında, atmosferdeki gazla etkileşime girerek enerjilerinin büyük bölümünü yitirir.

1950'li yıllarda, Güneş'ten yeryüzüne ulaşan parçacıkların sayısında dönemsel bir değişim olduğu anlaşıldı. Yaklaşık 11 yıllık bir döngüyle Güneş'in etkinliği değişiyor. Bu değişim, yükseklere çıkıldıkça daha da belirgin oluyor. Atmosferin dışına çıkıldığındaysa çok belirgin oluyor. Atmosferin hemen üzerinde, etkinliğin en yüksek olduğu dönemdeki kozmik ışıma yoğunluğu, en düşük olduğu dönemdeki yoğunluğunun iki katını aşıyor. Hatta, bu ışımanın yoğunluğu, güneş parlaması denen, Güneş'in gezegenlerarası ortama yoğun madde püskürttüğü zamanlar, birkaçyüz katına çıkabiliyor.



Manyetosfer, bir gezegenin manyetik alanıyla, büyük oranda güneş rüzgarıyla gelen parçacıkların etkileşime girmesiyle oluşur. Manyetik alanın, saniyede 450 km hızla ilerleyen güneş rüzgarıyla karşılaştığı yerde yay biçiminde bir şok oluşur.

Gezegenler ve Manyetik Alanları

Güneş, enerjisini çekirdeğindeki nükleer tepkimelerden sağlar. Bu enerjinin Güneş'in iletken gaz yapısında oluşturduğu çalkantılar yıldızın güçlü bir manyetik alana sahip olmasına yol açar. Güneş'in yanı sıra, gezegenler, nükleer enerji kaynaklarına sahip olmadıkları halde, manyetik alana sahipler. Bunun bir açıklaması, Güneş sisteminin oluşum aşamasına dayanıyor. Buna göre, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce, gezegenler soğuyup katılaşmadan önce, Güneş'in güçlü manyetik alanı onları etkileyip, birer manyetik alana sahip olmalarına yol açmış olabilir. Demir gibi bazı mineraller ya da onları içeren moleküller, manyetik özellikler kazanabilir. Eğer, bir cismin içindeki bu mineraller ya da moleküllerin manyetik kutupları aynı doğrultuda yerleşmişse, cisim bir mıknatıs olur. Dışarıdan kaynaklanan manyetik etki altında bulunan böyle bir cisim, yeterli sıcaklıktaysa bu özelliği kazanabilir. Bunun için, demir içeren manyetik maddenin "Curie noktası" denen yeterli sıcaklığa ulaşması gerekir. Gezegenlerin, oluşumları sırasında, Curie noktasının çok üzerinde sıcaklıklara sahip oldukları biliniyor.

Bir başka açıklamaysa, gezegenlerin bir "dinamo" gibi davranarak kendi manyetik alanlarını oluşturdukları yönünde. Bu kuram biraz karmaşık. Bir dinamo için gerekenler, bir manyetik alan ve bunun içinde elektriği iletebilen, dönen bir gövde. Nitekim, Güneş sistemindeki tüm gezegenler (belki Venüs hariç) ve pek çok büyük uydu bunu sağlayabilecek, yeterli dönme hızına sahip. Ayrıca, bu gökcisimlerinin çeşitli katmanları elektriği iletiyor. Bu, Dünya gibi karasal gezegenlerde ve uydularda kaya-demir karışımı ergimiş çekirdekle; Jüpiter ve Satürn'de, basınç ve sıcaklık altında metal özelliği kazanan hidrojenle; ya da Uranüs ve Neptün'de olduğu gibi, su, amonyak ve metan karışımı katmanlarla sağlanıyor.

Dinamonun çalışmasını sağlayabilecek bir başka etken, katmanlar arasındaki sıcaklık farkı. Bu sıcaklık farkının da elektriği iletebilen katmanların çalkantılı hareketini sağlayabilecek kadar olması gerekli. Manyetik alana sahip karasal gezegenlerin (Merkür, Venüs, Jüpiter'in uydusu Ganymede) dinamoları güçlerini kütleçekimi, radyoaktif elementlerin bozunması ve bazı kimyasal tepkimelerden alıyor olabilir. Dev gezegenlerse, zaten içlerindeki sıcaklığı çok iyi korumuş olduklarından, içerideki çalkantı yeterli gücü sağlıyor olabilir.

"Dinamoların nasıl çalıştığına" dair oluşturulan kuramlar genelde karmaşık. Bununla birlikte, 1955'te, Eugene Parker'ın ortaya attığı senaryo, daha anlaşılır nitelikte. Dönen bir sıvıda olduğu gibi, bir gezegenin içinde ergimiş halde bulunan madde de differansiyel dönme yapar. Yani, merkezi dış katmanlara göre daha hızlı döner. Bu şekilde hareket eden iletken madde, çekirdekteki manyetik alanı güçlendirir. Eğer bu iletken katmanlar yeterince sıcaksa ve çalkantılıysa, bu da varolan manyetik alanı güçlendirir. Böylece, bir gezegen kendi kendine dinamoyu çalıştıracak kuvveti yaratmış olur.

Bir gezegenin manyetik alanı, biraz daha karmaşık olabilmekle birlikte, basit bir çubuk mıknatısınkine benzer. Kuzey ve güney olarak adlandırılan iki kutbu vardır. Gezegenlerin manyetik kutupları, genellikle dönüş eksenine yakındır. Dünya'nın manyetik kutbuyla kuzey kutbu arsında 11°, Jüpiter'inkilerde 10°, açı vardır. Satürn'ünkilerse hemen hemen çakışıktır. Uranüs ve Neptün, burada ötekilerden ayrılır. Eksenler arasındaki açı Uranüs'te 58,6°, Neptünde 46°'dir. Bu, iki gezegendeki dinamo-

nun biraz daha farklı çalıştığını gösteriyor.

Manyetik alanların yönlerinin neden dönüş eksenleriyle çakışmadığı pek anlaşılmış değil. Üstelik, Merkür ve Dünya'nın manyetik alanları öteki gezegenlerinkiyle ters yönde. Yani, Dünya'nın kuzey kutbu, güney manyetik kutbuna yakın. Ayrıca, Dünya'nın manyetik alanının pek çok defa yön değiştirdiğini gösteren bazı yerbilimsel ipuçları var.



Kutup ışıkları denen etkileyici doğa olayları manyetosferdeki yüklü parçacıkların atmosferin üst katmanlarındaki gazla etkileşime girmesi sonucu, meydana gelir.

Manyetik Kalkanlar

Öteki gezegenlerin manyetik özellikleriyle ilgili kuramlar, temelde Dünya'nın manyetik alanı hakkında edindiğimiz bilgilere dayandırılıyor. Ancak, gözlemlere göre her gezegen farklı özelliklere sahip. Yine de tüm gezegenler için, basit bir "manyetosfer" tanımı yapabiliriz: "Bir gezegenin kendi manyetik alanının oluşturduğu, elektrik yüklü parçacıkları içeren katman." Manyetosferler, manyetik alanın yapısına bağlı olarak yaklaşık küresel biçimdedir.

Manyetosferlerin güneş rüzgârıyla karşılaştığı yerlerde, yay biçiminde bir şok dalgası meydana gelir. Şok dalgalarının oluşabilmesi için, bir cismin, ona doğru gelen rüzgâr içinde yayılan dalgalardan daha hızlı ilerlemesi gerekir. Böylece, güneş rüzgârı, karşısındaki manyetik kalkanı "fark edemez"; fark edemeyeceği için, çevresinden akıp gidemediği için de onunla çarpışır.

Şok dalgasını geçen plazma, manyetik alanın etkisiyle ve güneş rüzgârının yarattığı basınçla, gezegenin arkasında bir kuyruk oluşturur. Dünya'nın manyetik kuyruğunun uzunluğu birkaç milyon kilometreyi bulabilmektedir. Ayrıca, plazmanın gezegene en çok yaklaştığı yer, manyetosferin Güneş'e bakan yönüdür. Çünkü burada güneş rüzgârı manyetosfer üzerinde basınç yaratır ve onu iter. Dünya için bu nokta yaklaşık 64 000 km uzaklıktadır. Bu, kalınlığı ortalama 300 km olan atmosferle karşılaştırıldığında çok yukarıda kalır.

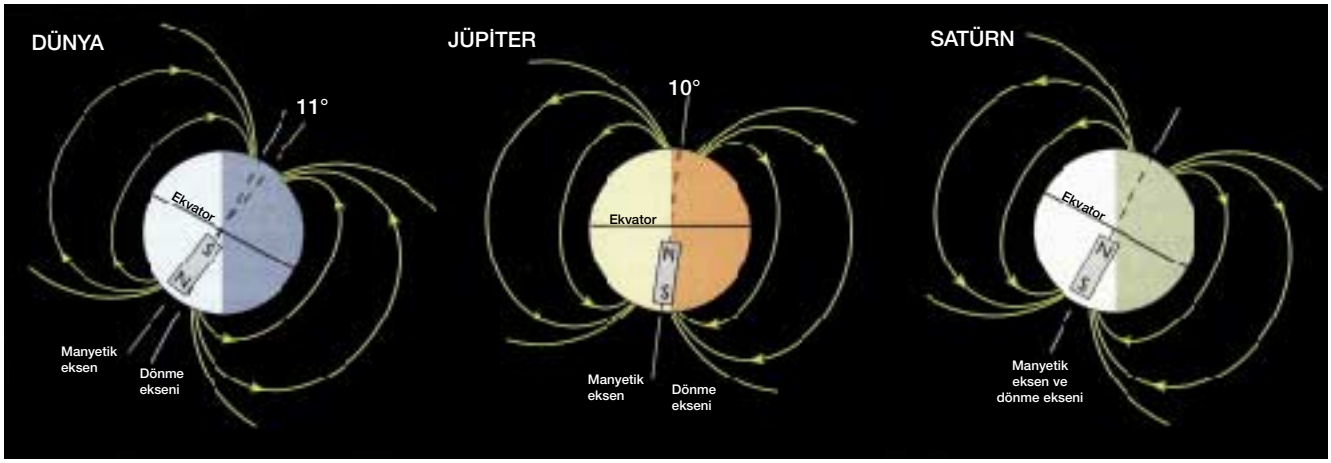
Bir gezegenin manyetik alanı ne kadar güçlüyse, manyetosfer de o denli büyük olur. Doğal olarak, güneş rüzgârının basıncının da bunda doğrudan payı var. Örneğin, Merkür'ün manyetosferi o kadar küçük ki Dünya'nın kapladığı hacimden daha az yer kaplar. Buna karşılık, Jüpiter'in manyetosferi, en azından 1000 güneş hacmindedir.

Bir cismin yarattığı manyetik alan anlatılırken, "manyetik alan çizgilerinden" yararlanılır. Yani, alanın biçimi ve yönü gerçekte varolmayan çizgilerle gösterilir. Manyetik alanların dolayısıyla da manyetosferlerin biçimine baktığımızda, manyetik alan çizgilerinin iki yerde, manyetik kutuplarda gezegenlere dik girdiğini görürüz. Bu, manyetik alanın yapısından kaynaklanır ve düzgün yapıdaki manyetik özelikler taşıyan tüm cisimler için geçerlidir. Manyetosferler, önemli miktarlarda plazma içerdiğinden ve kutuplarda bu plazma kısmen de olsa gezegenle buluştuğundan atmosferin üst kısımlarıyla etkileşime girer.

Güneş rüzgârının içerdiği plazma, protonlar (H^+), yaklaşık %4 oranında alfa parçacıkları (He^{++}), ve bazı daha ağır elementlerin (oksijen ve azot gibi) iyonlaşmış hallerini bulundurur. Yer atmosferinin ve bazı öteki gezegenlerin iyonosfer olarak adlandırılan üst katmanları da benzer bileşimdedir.

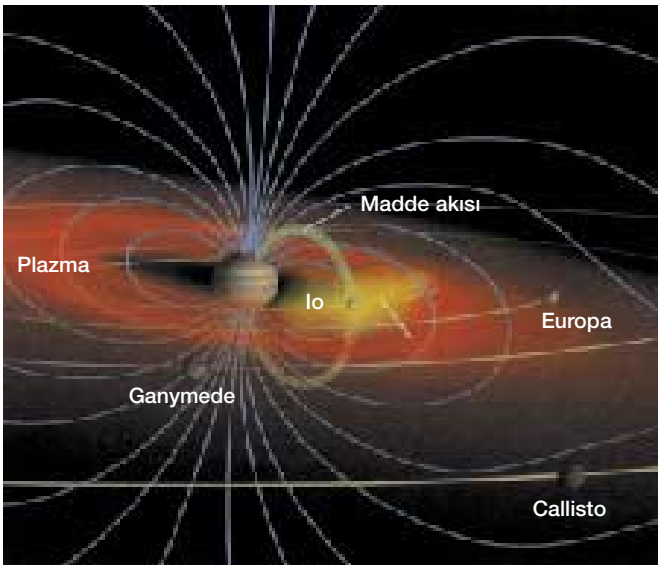
Dünya'nın Kalkanı

Manyetik alan ve manyetosfer, doğrudan gözlenemese de, onun atmosferdeki ve yeryüzündeki etkisi zaman zaman kendini gösterir. Ku-



Satürn'ün aksine Dünya ve Jüpiter'in manyetik eksenleri dönme eksenleriyle çakışmaz.

tuplara yakın yerlerde gözlenen kutup ışıkları ya da "aurora"lar, manyetik alanın ve manyetosferin varlığını gösteren en belirgin ipuçlarıdır. Kutup ışıklarının, manyetik alana yakalanmış elektronların kutup bölgelerinde atmosferle etkileşime girmesiyle oluştuğu varsayımını ortaya atan ilk bilim adamı, Norveçli fizikçi Olaf Bernhard Birkeland oldu. Birkeland, bu elektronların kaynağının Güneş olabileceğini de düşünmüştü. Güneş'in enerji kaynağının ne olduğunun bile bilinmediği o zamanlar için gayet isabetli bir varsayımdı bu.



Dev gezegen Jüpiter'in manyetosferi de devasa boyutlardadır. Gezegenin dört büyük uydusundan gezegene en yakın olanı Io, manyetosfer üzerinde etkiye sahiptir.

1907'de, Carl Stormer adlı bilim adamı, elektrik yüklü parçacıkların manyetik alan içinde hapsedilebileceğini kuramsal olarak gösterdi. Herhangi bir durgun manyetik alan içerisindeki parçacıkların üzerindeki kuvvetler, onların manyetik alanın içinde yay biçimli yollar izlemelerine neden oluyordu.

Uzaya çıkan ilk uydulardan Explorer 1 ve 3 uydularının basit algılayıcılarıyla yapılan gözlemlerde, 1958 yılında James Van Allen ve öğrencileri, Dünya'nın çevresini saran, elektrik yüklü bölgeyi gözlemeyi başardılar. Daha sonraki gözlemlerde, parçacıkların temelde iki ayrı bölgede yakalandığı keşfedildi. Bunlar, biri içte, biri de dışta Dünya'yı saran iki kuşakta yoğunlaşmıştı. Bu kuşaklara, Van Allen Radyasyon Kuşakları dendi. Bu kuşaklardan Dünya'ya yakın olanı, yerden yaklaşık 6300 km uzağa kadar ulaşıyor. İkinci kuşaksa, çok daha dışta yer alıyor.

Radyasyon kuşaklarındaki parçacıkların bir kaynağı da kozmik parçacıkların ve Güneş'ten gelen yüksek enerjili parçacıkların atmosferin üst katmanlarından koparttığı nötronlardır. Böylece, uzaya savrulan parçacıkların küçük bir bölümü elektronlara ve protonlara ayrışır. Bu parçacıkları manyetik alan hemen yakalar. Parçacıkların manyetosferde ne kadar kalacakları bulundukları bölgedeki manyetik alanın kuvvetine bağlıdır. Manyetik alan kuvveti, Dünya'ya yakınlaştıkça artar. Yüksek enerjili protonlar, Dünya'ya yakın konumlarda yaklaşık on yıl süresinde barınabilir. Atmosferden gelen az miktarda proton, burada uzun süreler kalabilmesi sayesinde birikerek önemli miktarlara ulaşır.

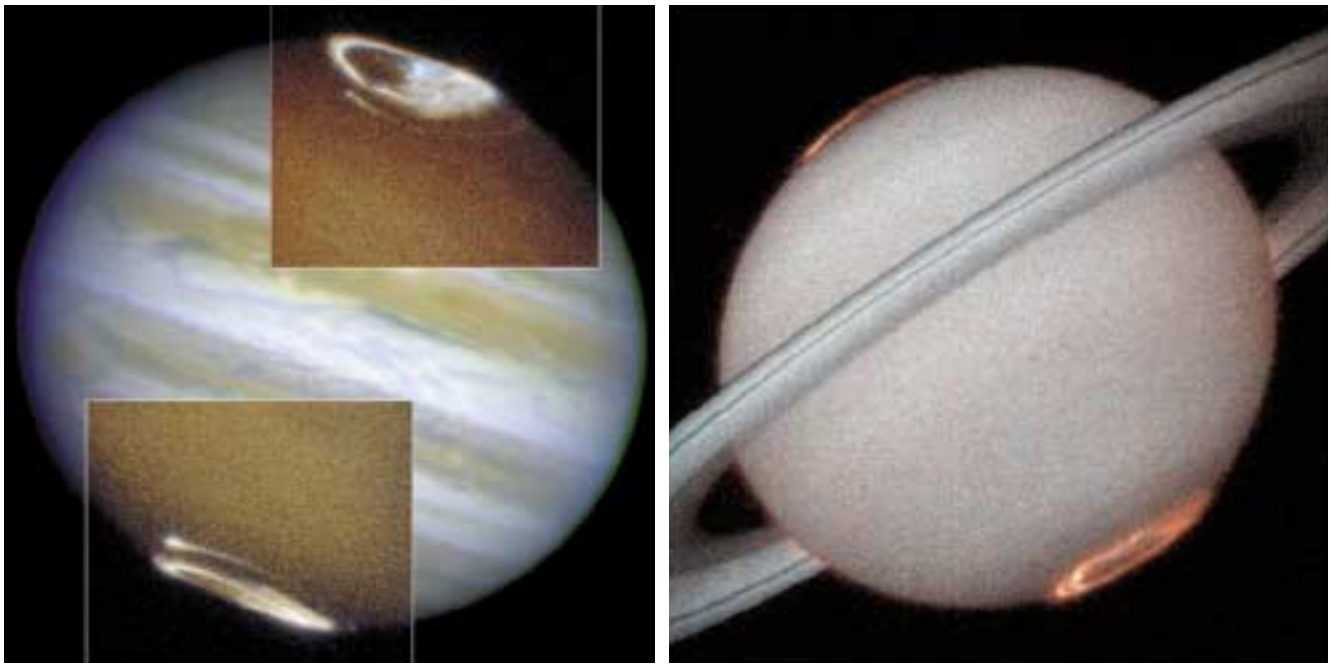

Kutup ışıklarının uzaydan görünüşü.

Manyetik Dev: Jüpiter

1955 yılında, Jüpiter'in düzensiz radyo dalgaları patlamaları yaydığı gözlendi. 22,2 megahertz frekanslı yayın, sıcak bir cismin yaydığı ışımadan daha farklıydı. Kısa bir süre sonra da yine ısıl olmayan fakat daha yüksek frekanslı ışıma keşfedildi. Bu ışıma, 300 ile 3000 megahertz frekans aralığındaydı. Bu ışıma zaman içinde kayda değer bir değişim göstermiyordu. 1959 yılında, Frank Drake ve Hein Hvatum adlı iki bilim adamı, bu ışımanın kaynağının Jüpiter'in manyetik alanında yakalanmış, ışık hızına yakın hızlarla hareket eden parçacıklar olduğunu dile getirdi.

Jüpiter'den kaynaklan güçlü radyo ışıması, öteki bilim adamlarının da ilgisini çekti. Gözler Jüpiter'e çevrildi. Ancak, yerden yapılan gözlemler pek yeterli olmadı. 1973 ve 1974 yıllarında arka arkaya Jüpiter'e ulaşan Pioneer 10 ve 11 uzay araçları, Dünya'daki benzerinden çok daha güçlü bir manyetik alanla ve burada yakalanmış, çok hızlı hareket eden yüksek enerjili elektronlarla karşılaştı. Böyle bir bölgede ne bir canlının yaşaması, ne de iyi korunmamış bir uzay aracının sağlam kalması pek olası değil. Nitekim, her iki uzay aracı da birtakım sorunlarla karşılaştı. Pek çok transistör yandı, araçların görüntü kalitesi bozuldu. Araçların burada etkisi altında kaldığı radyasyon seviyesi, bir insan için ölümcül olan dozun yaklaşık bin katıydı.

Jüpiter'in manyetosferinin biçimi Dünya'nınkine oldukça benzer; ancak, boyutları onunkinin yaklaşık 1200 katı. Eğer, Jüpiter'in manyetosferini çıplak gözle görebilseydik, gökyüzünde dolunayın kapladığı alandan daha fazlasını kaplayacaktı. Voyager uzay araçlarının yaptığı ölçümler sonucu, gezegenin manyetik kuyruğunun Satürn'ün yörüngesinin ötesine uzandığı kaşfedildi. Yani, Jüpiter'in manyetik kuyruğu yaklaşık 650 milyon km uzunlukta. Jüpiter'in manyetosferinin bu denli büyük olmasının



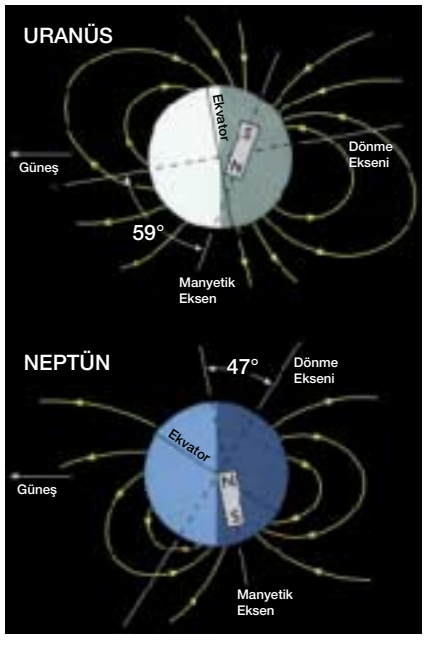
Jüpiter ve Satürn'ün üst atmosferiyle etkileşime giren elektronlar, Dünya'dakine benzer kutup ışıklarının oluşmasına yol açar. Hubble Uzay Teleskopu'nun 1997'de morötesi dalgaboyunda çektiği bu görüntülerde kutup ışıkları açıkça görünüyor.

nedenleri, hem onun Dünya'dan çok daha güçlü bir manyetik alana sahip olması (yaklaşık 20 000 kat) hem de buradaki güneş rüzgârı yoğunluğunun Dünya yakınındakinin %4'ü kadar olmasıdır.

Bu basit özelliklerden öte, Jüpiter'in manyetosferinin bazı kendine has özellikleri var. Manyetik alanın en zayıf olduğu bölge olan manyetik ekvatordan içeri sızan plazma, manyetik alanı şişirir. Jüpiter, ekseninde hızlı dönen bir gezegen olduğu için, yakınındaki plazmanın da dönmesine yol açar. Böylece, dönmeye başlayan plazma gezegenin çevresinde bir disk halini alır.

Jüpiter'in dört büyük uydusundan gezegene en yakın olanı Io, gezegenin manyetosferi üzerinde etkiye sahip. 1964 yılında, gökbilimciler, Jüpiter'den kaynaklanan radyo ışınımında, Io'nun yörüngesindeki konumuna bağlı olarak bazı değişiklikler olduğunu fark ettiler. 1970'lerde, yerden yapılan gözlemlerle, Io'nun sodyum atomları içeren bir katmanla kaplı olduğu; ayrıca, yörüngesinde de önemli miktarlarda kükürt iyonları bulunduğu fark edildi. Voyager 1 uzay aracı, 1971'de Jüpiter'e ulaştığında, Io'dan kaynaklanan plazmayı inceledi ve burada 1 cm^3'de sıcaklığı 1 000 000 Kelvin'i bulan binlerce iyon ve elektronun bulunduğunu belirledi. Bu, hiç de azımsanacak bir yoğunluk değildi. Bu plazmayı oluşturan kükürt dioksit (SO_2) iyonlarının kaynağı da kısa süre sonra bulundu. Io, volkanik bakımdan etkin bir uyduydu. Bu nedenle, çok büyük oranda kükürt dioksit içeren bir atmosferi vardı. İşte bu atmosfer, Jüpiter'in manyetosferindeki plazma kütlesini saniyede yaklaşık bir ton kükürt dioksitle besliyordu.

Io, bu gözlemlerden sonra, ilgi odağı haline geldi. Bu nedenle, Jüpiter ve dört büyük uydusunu inceleme göreviyle gönderilen Galileo uzay aracının ana görevlerinden biri Io'ya yapılacak bir yakın geçişti. Aralık 1995'te Jüpiter'e ulaşan uzay aracı, Io'nun 900 km yakınından geçti. Bu sırada manyetosferdeki plazmanın da içinden geçen uzay aracı, manyetometresiyle ölçümler yaptı. Hala, Io ve manyetosferdeki plazma arasındaki ilişkide hala bazı soru işaretleri var. Ancak, Io ve Jüpiter'in elektrodinamik olarak birbirleriyle ilişkide oldukları ortada. Jüpiter'den alınan radyo ışımasını da büyük oranda Io tetikliyor.

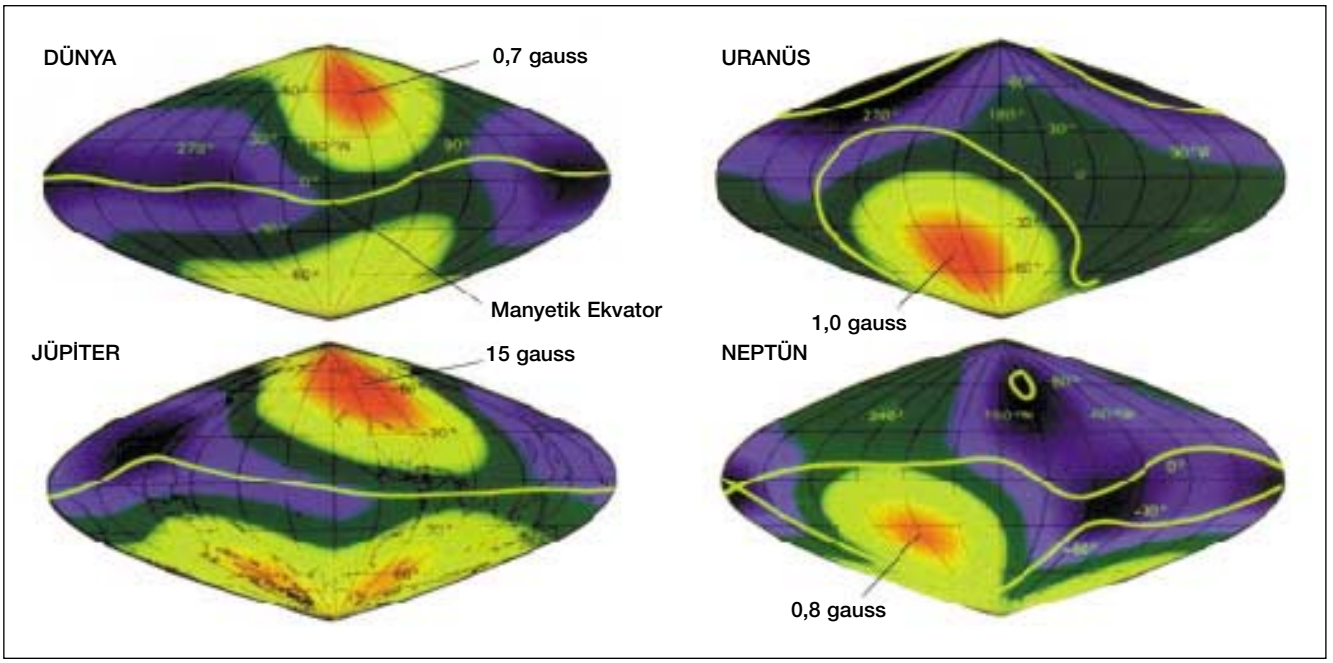


Öteki gezegenlerin aksine, Uranüs ve Neptün'ün kutup eksenleriyle dönme eksenleri arasında büyük açı vardır. Bu, manyetik alanı yaratan dinamonun çalışma biçimi üzerine varsayımlara ters düşüyor.

Satürn'deki Simetri

Jüpiter'deki durumun aksine, Pioneer 11 uzay aracının Satürn'e ulaşmasından önce gezegenin manyetik alanı hakkında hiçbir şey bilinmiyordu. Yer'deki radyoteleskoplarla yapılan gözlemlere göre manyetosferin varlığına dair herhangi bir kanıt bulunamamıştı.

Satürn'ün manyetosferinin keşfi, 1979 yılında, Pioneer 11'in gezegene 1,44 milyon km ötedeki yay biçimli şok dalgasını keşfiyle oldu. Şok dalgasını geçen uzay aracı, yoğun manyetosferin içine daldı. Ancak, halka sisteminin dış kenarına ulaştığında, ölçülen yüklü parçacık yoğunluğunda, bıçakla kesilmiş gibi, büyük bir azalma oldu. Bu, beklenmedik bir



Dünya, Jüpiter, Uranüs ve Neptün'ün manyetik alanları, farklı şiddettedir. Dünya ve Jüpiter'in yüzeylerindeki manyetik alan şiddeti, çok düzgün dağılmış olmasa da Uranüs ve Neptün'ünkine göre çok daha düzgündür.

olay değildi. İnce, ancak böylesine yoğun bir halka sistemi, buradaki parçacıkları emerek kendi bünyesine katıyordu.

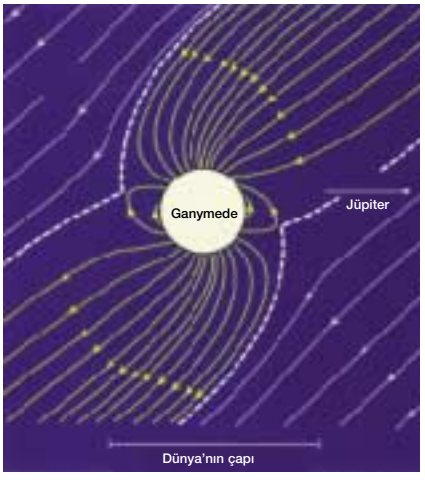
Pioneer 11'i izleyen Voyager uzay araçları, birbiri ardına, Kasım 1980 ve Ağustos 1981'de Satürn'e ulaştı. Araçların ölçümleri sonucu, Satürn'ün manyetik alan kuvvetinin Dünya'nınkinin yaklaşık 600 katı olduğu ortaya çıktı. Bu, Jüpiter'inkine göre çok düşük; ancak, Dünya'nınkiyle karşılaştırıldığında hiç de az değil. İki dev gezegenin manyetosferleri birbirine büyük benzerlik gösteriyor. Bir kere, ikisinde de plazmanın ana kaynağı uydular. İkisinde de, dönmenin ve kütleçekiminin etkisiyle plazma disk biçimini almış. Aralarındaki en belirgin farksa, Satürn'deki halkaların neden olduğu, plazmasız bir katman.

Satürn'ün halkaları, bir yandan o bölgedeki plazmayı soğururken, bir yandan da gezegenin manyetosferindeki plazmaya kaynak oluşturuyor. Halkaların içerdiği suyun ayrışmasıyla, oksijen iyonları ortaya çıkıyor. Hubble Uzay Teleskopu'yla yapılan gözlemlerde, halka sisteminin 30 000 km üzerinde ve altında yoğun OH^- bulutlarına rastlandı. Bu bulutun oluşabilmesi için, saniyede 170 kg suya gereksinim var. Satürn'ün manyetosferindeki atomların çoğu, yüklü atomlar değil. Satürn, bu özelliğiyle öteki gezegenlerden ayrılıyor.

Satürn'ün bir başka plazma kaynağıysa en büyük uydusu Titan. Manyetosferin dış kısımlarında kalan yörüngesinde dolanan Titan, büyük oranda azottan oluşan atmosferinin bir bölümünü Satürn'ün manyetosferine bağışlıyor.

Aykırı Olanlar

Voyager 2 uzay aracı, Ocak 1986'da Uranüs'e ulaştı. Bu tarihe değin, akıllardaki soru işaretlerinden biri, dönüş ekseni yörüngesiyle neredeyse 90° açı yapan bu gezegenin Dünya, Jüpiter ve Satürn'deki gibi

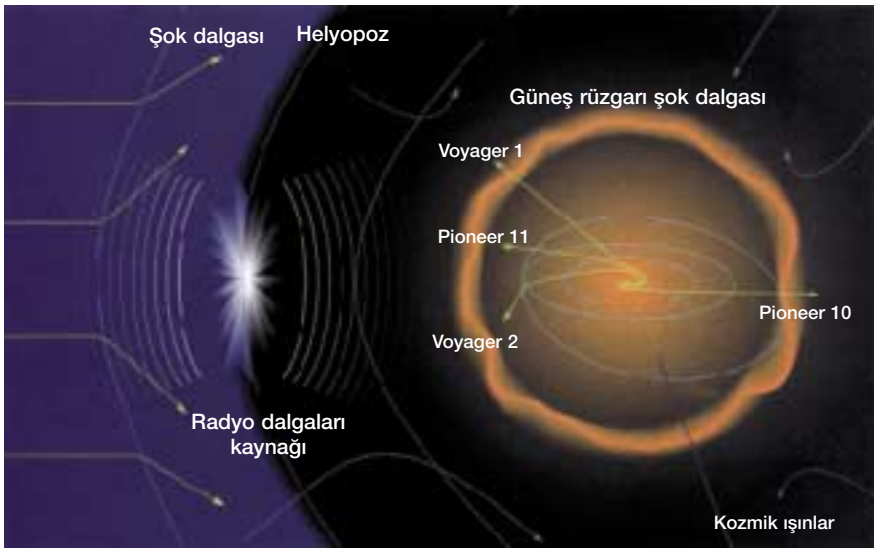


Güneş sisteminin en büyük uydusu Ganymede'in bir manyetik alanının olduğu Galileo uzay aracı sayesinde 1996'da keşfedildi. Jüpiter'in güçlü manyetik alanı içinde kalan uydunun manyetik alanı bundan fazlasıyla etkileniyor.

düzgün manyetik alana sahip olup olmadığıydı. Çünkü, eğer öteki gezegenlerde olduğu gibi, Uranüs'te de manyetik eksenle dönme ekseni birbiriyle küçük bir açı yapıyorsa, manyetik kutuplardan birisi hemen hemen Güneş'e doğrulmuş demekti. Bu da manyetosferin çok ilginç bir biçim almasına yol açabilirdi. Ancak, Voyager 2'nin ölçümleri, hevesle ilginç bir şeylerle karşılaşmayı bekleyen bilim adamlarını hayal kırıklığına uğrattı. Ölçümler, manyetik eksenle dönme ekseninin beklenmedik derecede büyük bir açı yaptığını gösteriyordu: 59°. Gezegenin manyetik alan kuvvetiyse beklendiği gibiydi.

Uranüs'te, Satürn'de de olduğu gibi, manyetosferdeki parçacıkları baskın olarak uydulardan gelen madde sağlıyor. Satürn'ünki kadar olmasa da ince halka sistemi, buradaki parçacıkları kontrol altında tutuyor. Ancak, manyetik alan ekseninin uyduların dönme ekseniyle yaptığı büyük açı, uydular ve manyetik alan arasında karmaşık bir ilişkiye neden oluyor.

Uranüs'ün manyetik kuyruğu, Dünya'nınkiyle benzerlik gösteriyor. Manyetik ekvatorundaki plazma, yaklaşık 250 000 km uzuyor. Ancak, gezegenin manyetosferi, parçacık bakımından pek de zengin değil. Uydular küçük ve bir atmosferden yoksun olmduklarından madde sağlayamıyorlar. Uranüs manyetosferi, çok büyük



Güneş rüzgârının, Güneş'ten yaklaşık 100 astronomi birimi ötede etkisini yitirerek, helyopoz (heliopause) olarak adlandırılan bölgede kozmik ışımayla karşılaşarak sonlandığı düşünülüyor. Voyager uzay araçlarının bu bölgeye ulaşmasıyla durum netlik kazanacak.

oranda proton içeriyor. Oksijen gibi daha ağır iyonların bulunmayışı, uydulardan buraya önemli sayılabilecek bir madde akışının olmadığını gösteriyor.

Aslında, Uranüs'ün, eğik dönüşüyle ve manyetik alanıyla karmaşık bir manyetosfere sahip olduğu ortada. Ancak, yapılabilen incelemeler çok az. Voyager 2'nin gezegenin yakınından geçişi çok çabuk olduğundan, daha fazla inceleme yapılamadı.

Voyager 2, Neptün'e Ağustos 1989'da ulaştı. Uzay aracı, bu gezegende de güçlü bir manyetik alan ölçtü. Neptün'ün manyetik ekseninin eğikliği de Uranüs'ünkine yakın değerde. Dönme ekseniyle 47° açı yapıyor. Uzay aracı, gezegene ulaştığında, Neptün'ün kuzey yarıküresi, kış mevsiminin ortasındaydı. Manyetik eksenin dönme ekseniyle yaptığı açı nedeniyle, gezegenin 16 günlük her dönüşünde, güneş rüzgârının doğrultusunun manyetik eksenle yaptığı açı, 20° ile 114° arasında değişiyordu. Açı 90° olduğunda gayet simetrik yapıda olan manyetosferin biçimi, açı değiştikçe bozuluyordu.

Manyetosferin geometrisindeki bu dramatik değişimler, burada yakalanmış plazmanın durumunu kestirmeyi güçleştiriyor. Neptün'ün ünlü uydusu Triton, manyetosferin içinde yer alıyor. Bu uydu, her saniye yaklaşık 10^{25} azot iyonunu (N^+) manyetosfere kaptırıyor. Voyager 2'nin saptadığı N+ iyonları, manyetosferdeki plazmanın, uydunun atmosferiyle çarpışarak, buradaki azot atomlarını iyonize edip koparmasıyla ortaya çıktı büyük olasılıkla.

Küçük Dünyalar

1974'ten önce sadece büyük gezegenlerin manyetik alana sahip olabileceği sanılıyordu. Çünkü, küçük gökcisimlerinin, içlerindeki sıcaklığı kaybedince, manyetik alanlarını da kaybettikleri düşünülüyordu. Güneş sistemindeki küçük gezegenimsilerden önce Merkür, sonra da Jüpiter'in uydusu (aynı zamanda da Güneş sisteminin en büyük uydusu) Ganymede'in manyetik alana sahip olduğu keşfedildi.

1974 ve 1975 yıllarında, Mariner 10 uzay aracı, Merkür'e üç başarılı yakın geçiş gerçekleştirdi. Bunlar, gezegenin ilk yakın gözlemleriydi. Ölçümler, gezegende zayıf (Dünya'nınkinin 1400'de biri) bir manyetik alanın varlığını gösterdi. Bu, jeofizikçilerin sandığının aksine katı kabuğun altında gezegenin hala ergimiş katmanlara sahip olduğunun bir göstergesiydi.

Galileo projesinin en şaşırtıcı keşiflerinden biri de Ganymede'in manyetik alanının keşfi oldu. Bu keşfin bu kadar ilgi çekmesinin nedeni, Jüpiter'in devasa manyetosferinin içinde bir manyetosfer daha olması. Manyetosfer içinde manyetosfer, ilk kez burada bilim adamlarının karşısına çıktı.

Jüpiter'in manyetosferindeki plazma, güneş rüzgârı kadar hızlı hareket etmediği için, Ganymede'in manyetosferi bir şok dalgasına yol açmıyordu. Zaten, Jüpiter'in güçlü manyetik alanı içinde, Ganymede'in manyetik alan çizgileri de -iç kısımdakiler dışında- kapalı değil büyük olasılıkla. Bu da uydunun plazmayı manyetik alanında hapsedemeyeceği anlamını taşıyor. Galileo, Ganymede'in manyetik kutuplarının üzerinden geçerken, proton akımına rastladı. Protonlar, büyük olasılıkla Ganymede'nin yüzeyindeki buzdan kaynaklanıyor.

Rüzgârın Bittiği Yer

Güneş rüzgârının, Güneş'ten yaklaşık 100 astronomi birimi ötede etkisini yitirerek, helyopoz (heliopause) olarak adlandırılan bölgede kozmik ışımayla karşılaşarak sonlandığı düşünülüyor. Ocak 1995'e kadar Dünya'ya veri gönderen Pioneer 11, bu konuda oldukça önemli bilgiler sağladı. Pioneer 11, artık çalışamaz hale geldiğinde 42 astronomi birimi öteye gidebilmişti. Pioneer 10 ise, şimdi yaklaşık 70 astronomi birimi uzaklıkta ve hala kozmik ışımayla ilgili önemli veriler sağlıyor. Voyager 1 ve 2 uzay araçlarıysa, 1988'in ortalarında 70 ve 55 astronomi birimi uzaklığa ulaştılar. İki uzay aracı da yılda yaklaşık 3 astronomi birimi yol katediyor.

Helyopoz'un varlığına dair ilk belirtiler, 1991'de Voyager uzay araçlarınca algılanan radyo ışımalarıydı. O tarihten bu yana, uzay araçlarına ulaşan radyo ışımalarının yardımıyla helyopoz üzerine çeşitli gözlemler yapıldı. Bu gözlemlere göre helyopozun uzaklığının Güneş'in etkinliğine bağlı olarak, birkaç on astronomi birimi değişiklik gösterdiği biliniyor. Ne yazık ki, bu kadar uzaktan, daha fazla bilgi edinmek biraz zor. Neyse ki, Voyager uzay araçları hala çalışıyor ve bu bölge hakkında ayrıntılı bilgi, uzay araçları buraya ulaştığında elde edilecek.

Alp Akoğlu

Kaynaklar:
Beatty, K.J., Petersen C.C., Chaikin, A., The New Solar System, Sky Publishing Corporation, 1999
Burtnyk, K., Anatomy of an Aurora, Sky & Telescope, Mart 2000
http://www.gsfc.nasa.gov



Uzayda Giyilen Teknoloji

Astronot Giysileri

Uzay gemileri ve giysileri, insana hava ve atmosfer basıncı bulunmayan bir boşlukta yaşama olanağı veren olağanüstü güzellikte teknik buluşlardır. Astronot, yıllar süren çok sıkı bir hazırlık ve eğitimden geçerek göreve hazır olur. Kalkışta, dönüşte ve manevra yaparken son derece sıkıntı veren ivmelere dayanması gerekir. Tehlikeli durumları cesaretle karşılamak ve ağırlıksız ortamlarda yaşamaya alışmak zorundadır. Astronotun vücuduna bağlanan küçük ölçü aletleri, astronotun yürek atışlarını, vücut sıcaklığını, damar basıncını, sürekli olarak uçuşu yerden izleyen uzmanlara iletir. Öyle ki yer kontrol merkezi hangi astronotun uyuduğunu, hangisinin uyanık olduğunu bile bilir. Bunlar hem bir görevin başarısı hem de astronotların güvenliği açısından son derece önemlidir.

TEĞMEN William Rankin 26 Temmuz 1959'da F8-U uçağıyla 15 000 metreye çıktığında müthiş ağrılar hissetmişti. Karnı şişmiş, patlayacakmış gibi olmuş, kulak zarı patlamıştı. Damarlarında azot baloncukları oluşmuştu. Gözlerinden, kulaklarından ağzından ve burnundan kanlar boşanmıştı. Buna karşın Rankin hayatta kaldı, hatta bilinçli kalmayı başardı. Yere indiğinde şu gerçeği iyi anlamıştı:Yüksek seviyelere uzay elbiseleri olmadan çıkılamazdı. İnsan, uzayda yaşayabilmek için dünyanın en pahalı elbiseler olan uzay elbiselerini, giymek zorundadır. Bugün çağdaş bir uzay elbisesinin maliyeti 10,4 milyon dolardır. Bunun yanında uzay elbiselerinin üretilmesi ve geliştirilmesi için bugüne değin milyarlarca dolar ve ruble harcanmış bulunuyor. Günümüzde uzay elbisesi tasarımcılarına düşen görevse Mars'a gidecek astronotların kıyafetlerini tasarlamak, olası uzay yolculuklarında uzaya çıkacak turistler için elbise modelleri geliştirmektir.

1959'da Rankin'in başına gelenlerden çok daha önce, 1875'te üç Fransız,



üzerlerinde uzay elbisesi olmadan yükselme deneyi yapmışlardı. Gaston Tissandier, Joseph Croce Spinelli ve Theodore Sivel, Zenith adındaki balonla uzayın keşfinde bir kilometre taşı olarak anılan yükselme denemesini gerçekleştirmişlerdi. Denemeden yalnızca Tissandier sağ çıktı. Diğerlerinin ölümü hem insan fizyolojisi hem de havacılık açısından bazı sorunları gözler önüne serdi. Zenith'in yolculuğu 7000 metreye kadar fazla sorun çıkmadan gelişti. Bu yükseklikten sonra deneye katılanların üçünde de oksijensizlik belirtileri görülmeye başladı. Deney sırasındaki tek fizyolojik veri 4000 metrede alınmıştı. Üç adamın nabzı da yüksekti. Sivel'in kalp atışları normalin iki katıydı. Bunun ana nedeni kuşkusuz anoksia, yani oksijen eksikliğiydi. 7500 metreye gelindiğinde ekipte halsizlik ve uyku hali vardı; ama yine



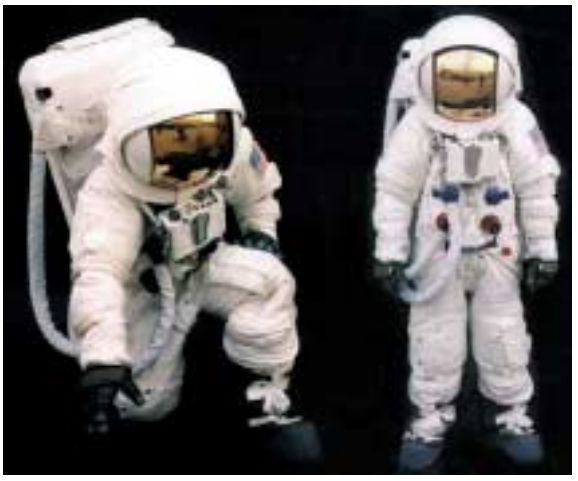
de tırmanmayı sürdürme kararı almışlardı. 8000 metre civarında Tissandier barometreyi okuyarak yüksekliklerini ölçmüştü; fakat bunu arkadaşlarına söyleyecek durumda değildi. Kaldı ki onların da Tissandier'i duyabilecekleri kuşkuluydu. Tissandier'in gözleri kararmış ve sepetin dibine yığılıp kaldı. Yarım saat sonra uyandığında balonun hızla düştüğünü gördü. Düşüşü yavaşlatmak için biraz safra attı ve ardından güçlükle gözlem defterine arkadaşlarının kıpırdamadan yattıklarını yazdı. Sonra yeniden kendini kaybetti . Balon atılan safradan sonra tırmanmayı sürdürdü. Barometreler ulaşılan en son noktanın 8500 metre olduğunu kaydetti. Tissandier yeniden kendine geldiğinde balon hızla düşüyordu. Sivel ve Spinelli sepetin dibinde uzanmış yatıyordu. Tissandier onları uyandırmak istedi, yanlarına gittiğinde yüzlerinin kararmış ve ağızlarının kan dolu olduğunu gördü. Balonu indirmeyi başardı. On beş gün sonra editörlüğünü de yaptığı La Nature adlı dergide bu deneyin raporunu yayımladı. Spinelli ve Sivel büyük olasılıkla balonun ikinci yükselmesi sırasında ölmüşlerdi. Tissandier, ölümlerin oksijensizlikten kaynaklandığı sonucuna vardı.

Bugün insanın ne gibi tehlikelerle karşı karşıya kalabileceğini biliyoruz. 15 000 ile 18 000 metrenin üzerinde vücut yalnızca oksijen değil, hava basıncına da gereksinim duyar. Basıncın düşük olması vücut sıvılarının sıvı halde kalmasını engeller. Ayrıca kanda erimiş halde bulunan gazların açığa çıkıp kan dolaşımını engellemesine neden olur. Bu durum da ölümlere yol açar. Bundan korunmanın yolu günümüzde astronotların giydiği gibi uzay elbiseleri giymektir.

Uzay elbiseleri geliştikçe elbise tasarımcıları yaptıkları işin ne kadar karmaşık olduğunu anlıyorlar. Böyle bir elbise, sahibini yalnızca uzaydan gelebilecek tehlikelere karşı korumakla kalmaz, onun bedensel gereksinimlerine de yanıt verir, astronotu kısıtlamaz. Dünya'da belli bir sıcaklıkta yaşarız. Atmosfer bizi uzaydan gelen zararlı ışınlara karşı korur. Tehlikeli kozmik ışınlar kadar meteorlar da atmosferimiz tarafından engellenir. Bunun yanı sıra insan günde 200 gram oksijene, 2 litre suya ve 700 gram katı besine gereksinim duyar. Her soluk verişinde zehirli karbondioksit gazı açığa çıkarır. 1,5 litre sıvıyı ve 200 gram katı artığı vücudundan dışarı atar. Bir uzay elbisesi insanın bu gereksinimlerini karşılamak zorundadır. Bu sorunlara çözüm olacak nitelikli bir elbisenin yapılması için ilk girişimler biraz geriye gidiyor, 1930'lu yıllara denk geliyor. 1933 yılında ABD'li Mark Edward Ridge dalgıç giysisini değiştirip geliştirerek 15 000 - 27 000 metre yükseklikteki basınca uyum sağlayabilir hale soktu. Gelişmekte olan uçakların her geçen gün daha yükseğe çıkacağını düşünerek yapmıştı bu buluşunu. 1936 yılında İngiliz *Kraliyet Hava Kuvvetleri*'nden bir pilot 15 000 metreye çıkmayı başardı. Düşük basınca karşı kauçuktan yapılmış bir elbise giyiyordu ve tıpkı Michelin firmasının maskotu olan bebekler gibi görünüyordu.

Gerçek anlamda uzay elbisesine benzeyen ilk elbiseyi 1961 yılında Neil Armstrong giymişti. Armstrong'un uçağı X-15, yerden 107 kilometre yüksekte sesten altı kat daha hızlı uçuyordu. Armstrong'un üzerindeki giysiler, vücut sıcaklığını koruyan, morötesi ışınları yansıtan alüminyum bir tabakayla kaplıydı. Giysinin aynı zamanda yanmaz nitelikte olması onu ateşten de koruyordu. Bu uçuş deneyinden 8 yıl sonra Armstrong, Ay'a ayak basan ilk insan olacaktı. Üzerindeki giysi yaklaşık 100 kg ağırlığındaydı. 38 kg ağırlığındaki elbise ve sırtına astığı 60 kg ağırlığındaki yaşam destek ünitesi, Ay yüzeyindeki düşük kütleçekimi altında yalnızca altıda bir oranında hissediliyordu.











1) Astronot önce hava dolaşım sistemini içeren iç giysiyi giyer. 2) Ardından iki parça halindeki pantolon ve gövde bölümü giyilir. 3) İki parça arasındaki bağlantılar yapılır. 4) Eldiven takılır. 5) Koruyucu başlık takılır. 6) Uzayda hareket edebilmeyi kolaylaştıran motor sistemi eklenir.

Elbisenin dış yüzü teflondu. Bu yanmayan bir kumaştı. İlk olarak 1938 yılında Du Pont Kimya Laboratuvarı'nda üretilmişti. İdrar, elbisenin içindeki plastik borular aracılığıyla plastik bir haznede toplanıyordu. Kötü kokular elbisenin içinde sirkülasyon halinde bulunan oksijen yardımıyla bastırılıyordu. Bunun yanı sıra kozmik ışınlar ve çok küçük gök cisimlerinden korunmak için elbise, değişik maddelerden yapılmış ve çok dayanıklı katmanlar yardımıyla desteklenmişti.

27 Ocak 1967'de Apollo serisinden bir uzay aracının yer testleri yapıldığı sırada yanması ve astronotların bu kaza sonucunda yanarak ölmelerinin ardından uzay elbiseleri ateşe dayanıklı maddelerden ve yanmayacak şekilde tasarlanmaya başladı. A7L adı verilen bu elbiseler sonradan Ay yolculuğuna katılan astronotların da elbisesi olacaktı. Bu elbiselerin dayanıklılık testlerinden birine katılan Bruce Ferguson bu deneyimini şöyle anlatıyor: "Basınç altında elbisenin içinde oturuyorduk. Göbek kordonu yardımıyla oksijene bağlıydık. Bir teknisyen elinde alev makinesiyle üzerimize ateş püskürtüyordu. Başka denemeler de yapıldı. Elbiselerle koştuk, düştük, kalktık ve elbisenin denemeleri başarıyla bitti."

Artık güvenilirliği iyice kanıtlanan bu giysileri, NASA, uzay programlarında kullanmaya başlayacaktır. Astronotlar Ay'da yürüyüp taş örnekleri toplarken, Ay araçlarını kullandıkları sırada üzerlerinde bu giysi vardır hep. Bir keresinde astronotlardan birinin tökezleyip düştüğünü gören birçok kişi, onun zarar görmesinden endişelenmişlerdi. Elbise tasarımcılarınınsa ürettikleri elbiselerine güvenleri tamdı. 24 katmandan oluşan bu elbiseye zarar verebilmek için üzerinden bir buldozerle geçmek gerekliydi ancak. Elbisenin katmanları teflon, alüminyum, neopren ve dakron gibi dayanıklı ürünlerden oluşuyordu.

Altmışların sonunda ve yetmişlerin başında elbise tasarımcılarının aklındaki elbise tasarımı bir ortaçağ şövalyesinin giysisini andırıyordu. Bir zırh gibi astronotu koruyacak ve yine aynı şekilde taşıyıcısının hareketlerini kısıtlamayacaktı. Bu giysi tasarımı Apollo 18 görevinde kullanılmak üzere düşünülmüştü. Buna karşın Apollo programının 1972 yılında sona erdirilmesiyle elbise bu görevde kullanılamadı.

İlerleyen yıllarla birlikte ABD uzay programında da değişiklikler yaşanıyordu. Uzaya gönderilen araçların taşıyıcıları olan Satürn roketlerinin kullanımdan kalkması ve yürürlüğe giren uzay mekiği projesiyle birlikte uzay elbiselerinde de bir değişiklik yaşanacaktı. Uzay mekiğinin en temel amaçlarından biri tekrar tekrar kullanılabilecek bir uzay aracı yapmaktı. Bu projeyle birlikte uzay giysilerinin de çok kez kullanılması gündeme geldi. Yeni görevlere uyarlanabilecek, tekrar kullanılabilir uzay elbiseleri aynı zamanda çok daha ucuza mal olacaktı. Astronotların her biri için ayrı bir elbise hazırlama düşüncesi yerine çeşitli boylarda elbise üretilmesi düşüncesi de bu döneme rastlıyor. Küçük (S), orta (M), ve büyük (L) beden elbiseleri kısa bir süre sonra çok küçük (XS) ve çok büyük (XL) elbise bedenleri de izledi. Artık yalnızca eldivenler astronotun ellerinin içinde rahat hareket edebilmesi için ayrı ayrı üretiliyor. Bu bile oldukça pahalı bir işlem. Bir çift astronot eldiveni yaklaşık 20 000 dolara mal oluyor. Bunların yanında astronotun görev sırasında idrarını yapabilmesi için gerekli olan düzenek, uzay mekiği programına kadınların da alınmasıyla yeniden gözden geçirildi. Bir litre kadar idrarı saklayabilen plastik idrar torbasından yayılan kokunun astronotu rahatsız etmemesi için, iç elbise ile uzay elbisesi arasında hava sirkülasyonu yapılıyor ve elbise havalandırılıyor.

Elbisenin önemli bölümlerinden biri de başlık. Başlık astronotun çevresini rahatça görmesini sağlayacak biçimde tasarlanmıştır. Başlığın bazı dalga boylarını süzerek astronotun zararlı ışınlardan korunmasını sağlayacak vizörleri de bulunur. Bunun yanında başlığın içinde iletişim için bir mikrofon ve alıcı vardır. Elbisenin gövde kısmında astronotun hayatta kalmasını sağlayan yaşam destek ünitesi bulunur. Astronotların sırtına tutturulan bu ünitede oksijen tüpleri, su tankları, havalandırma sistemi ve sıcaklığı ayar-

layan bir birim bulunur. Tüplerdeki oksijen, astronotun nefes alıp vermesinin yanı sıra, elbise içindeki havalandırma ve elbisenin uygun basınçta tutulması için de gerekli. Ana oksijen tüplerinin bir kaza sonucu devre dışı kalması durumunda bile 30 dakika dayanabilecek yedek bir sistem vardır.

Mir uzay istasyonu ya da uzay mekikleri gibi uzay araçlarında elbise basıncı atmosfer basıncına eşit olarak, yani 1013 milibar olarak ayarlanmıştır. Bununla birlikte, bu basıncı uzay elbiselerinde sürekli sabit tutmak hiç de kolay bir işlem değildir. Astronotların uzay elbiselerini giymeden önce yeni atmosferlerine alışmaları gerekir. Bu nedenle kanlarında ve dokularında birikmiş azotu vücutlarından atabilmek için bir süre saf oksijen solurlar. Bu önlemin alınmaması astronotları tıpkı dalgıçların vurgun yemesi gibi kötü bir durumla karşı karşıya getirecektir. Böyle bir durumda astronotlarda deride kızarıklıklar, eklem ağrıları, kan pıhtılaşmasında bozukluklar ve beyin kanaması gibi son derece tehlikeli komplikasyonlar görülecektir. Böylece uzay elbisesinin önemi bir kez daha ortaya çıkıyor. Çünkü astronota mini bir uzay aracı, hatta bir yaşam alanı olarak hizmet eden uzay giysisi, astronotun vurgun yemesini önleyen bir basınç odası görevini de görecektir.

Uzay elbisesinin bir astronot ya da kozmonot için yaşamsal önemi olduğu bir gerçek. Uzaya açılınan ilk yıllarda elbiseler astronotların bedenlerine göre ayrı ayrı hazırlanıyordu. Ama bu oldukça büyük bir lükstü ve sürdürülemeyeceği bir süre sonra anlaşıldı. Sonrasında her bedene uyacak türden elbiseler üretildi. Elbiseler astronotların bedenine göre değildi ama diğer elbiseler gibi bedenleri vardı. Böylece uzay görevleri için istasyonlarda farklı bedenlerde elbiseler bulundurulmaya başlandı. Sözgelimi Amerikalılar yalnızca eldivenler için dokuz farklı beden üreterek bu soruna bir çözüm getirdiler. Öte yandan Ruslar için böyle bir durum söz konusu değil. Uzay elbiseleri tek bir beden ölçüsünde üretilip elbisenin içinde yapılan bazı ayarlarla kullanıcısının bedenine uydurulmaya çalışılıyor. Bununla birlikte Rus uzay elbiselerinin Amerikan uzay elbiselerine karşı bir üstünlüğü var: Bu elbiseler kolay giyilebiliyor ve çok kısa sürede kullanıma hazırlanabiliyor. Bu elbiseleri giymek için yalnızca arka taraflarındaki kapağı açıp içine girmek yeterliyken birkaç parçadan oluşan astronot elbiselerinde uzay adamları daha fazla zaman harcamak durumunda. Amerikalılar giyinirken yarım saat harcayabiliyor. Bu süre Ruslardaysa birkaç dakikaya kadar inebiliyor.



Uzay elbiseleri zaman içinde karşılaşılan zorluklar ve gereksinimlerle birlikte geliştirildi. Sözgelimi ilk uzay yürüyüşlerinde astronotlar parmakları donmuş olarak araçlarına dönerlerdi. Bu elbiselerin havayı düzenlemesinden kaynaklanan bir durumdu. Başlangıçta eldivenler bir havalandırma sisteminden yoksundu. Fakat sonra başlık ve omuzların üst kısmından geçecek şekilde tasarlanmış, böylece de gövdede basıncı ve havalandırmayı sağlayan sistem, eldivenlere de oksijen gitmesini sağlayacak şekilde yeniden düzenlendi. Bir başka sorun da başlıklarda yaşanıyordu. Başlıklar uzay çıkışlarına soğuduğu için, astronotların su buharına doymuş nefesleri buğuya dönüşüyor ve görüşlerini engelliyordu. Başlıklar günümüzde otomobil ve uçaklardakine benzer bir sisteme sahip. Buna göre oksijen sürekli başlığa doğru süpürülerek akıyor ve buğulanmayı engelliyor.

İlk insanlı uzay uçuşunu 12 Nisan 1961'de Sovyet kozmonotu Yuri Gagarin gerçekleştirdi. Bundan 1 ay sonra 5 mayıs 1961'de Alan Shepard uzaya çıkan ilk ABD'li astronot olacaktı. Shepard, Mercury adlı uzay aracıyla 15 dakikalık bir yörünge altı uçuşu (Yer'in çevresinde tam bir dolanımın olmadığı) uçuşu yaptı. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi, 1959'dan başlayarak yaptıkları astronot seçimlerinde çeşitli kıstaslar kullandılar. Mercury, Gemini ve ilk Apollo uçuşlarına katılan astronotlar askeri pilotlardı. Sonraları uzayda çalışmaları yürütmek üzere uçuş deneyimleri olmayan ama fizik, kimya, yerbilimleri gibi alanlarda uzmanlaşmış kişiler de uzay uçuşlarına seçildi. Özellikle uzay mekiği projesinde astronot eğitimi alanlar arasında kadınlar da vardı artık.

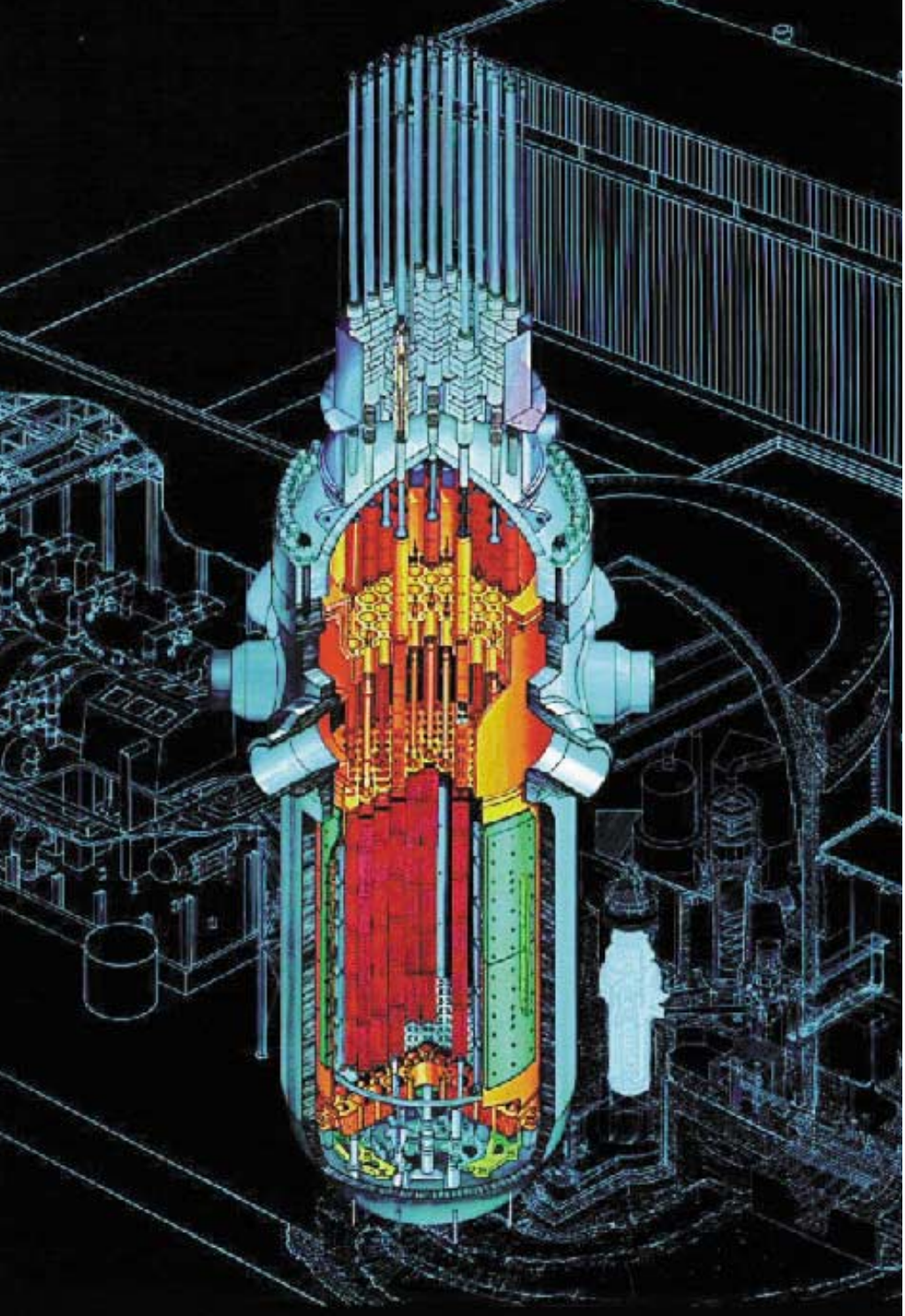
Astronotlar uzay uçuşlarında kullanılmak amacıyla oldukça geniş kapsamlı psikolojik ve fiziksel eğitim görürler. Teorik bilgilerin yanı sıra uzay aracındaki ortamın bilgisayar denetiminde yaratıldığı ortamlarda ve uzay araçlarıyla aynı boy maketlerin kullanıldığı eğitim alanlarında uçuşa hazırlanırlar. Yapay olarak hazırlanan sıfır ağırlıklı ortamlarda yaşamaya alıştırılır astronotlar. Uçuş eğitimi görmemiş uzmanlarsa bir yıl boyunca süren çalışmalar sonucunda görev için gerekli temel becerileri kazanırlar.

Astronot elbiselerinin gelişimi sürüyor. NASA yetkilileri Mars gezegenine insanlı bir araç göndermeyi amaçlıyorlar. Bunun için yeni bir elbise tasarlanması gerekir kuşkusuz. Neil Armstrong'un Ay'da giydiği kıyafet, Ay'ın düşük yerçekimi nedeniyle astronotlara 100 kg olduğunu hissettirmiyordu. Buna karşılık Mars görevinde kullanılacak giysilerin çok daha hafif olması gerekiyor. Bu da gösteriyor ki astronot elbiselerinin gelişimi henüz tamamlanmadı. Gelecekte bir gün, her göreve uygun elbiselerin yapılabileceğini düşünüyor bilim adamları. Kimbilir belki bu sayede uzayda da Dünya'daymışçasına rahat edebilecek insanlar.



Gökhan Tok

Kaynaklar:
Wisnewski, G., Haute Couture für den Himmel, PM Magazine, November, 1999
http://www.farhills.org./s/lees/index.shtml
http://www.nasm.edu/nasmcoll/space/space.html



Nükleer Teknolojiyle Tanışmak

TÜRKİYE, yeni binyılda yeni bir teknolojinin eşiğinde duruyor. Atılacak adım, otuz beş yıllık bir öykünün sonunu belirleyecek. Nasıl noktalanırsa noktalansın, kitabın sonu kimini sevindirecek, kiminiyse üzecek. Karar, ülkenin ilk nükleer santralini yapmak için kıyasıya rekabet içinde olan yabancı firmaların sunduğu seçeneklerle ilgili. Söz konusu olan, toplam 1200 – 1400 Megawatt (MW) gücünde bir santral. Tümüyle kurucu firma tarafından sağlanacak kredilerle inşa edilmesi ve 6-7 yıl içinde bitirilmesi koşuluna bağlanmış. Üzerindeki fiyat etiketi, kredi maliyetleriyle birlikte 4 – 4,5 milyar doları gösteriyor. Kapasitesi yaklaşık 10 milyar kWsaat. Yani 6-7 yıl sonrasının toplam enerji gereksinmesinin yaklaşık yüzde üçü ya da beşi. Bu, Atatürk Barajı'nın üretim kapasitesinin üstünde. Ayrıca, toplam gücü 2800 MW'a kadar yükseltecek ikinci bir ünite opsiyonu da değerlendirildi.

Nükleer enerji santralları, ucuz işletimlerine karşılık ilk yatırım maliyetleri büyük olan girişimler. Dolayısıyla peynir ekmek gibi satılan şeyler değil. Böyle bir santral inşa edebilmek için karmaşık bir teknolojiyi geliştirip korumak, yüksek uzman ve personel giderlerini göze almak gerekli. Bu nedenle yapımcı firmalar, bir kontrat kapabilmek için kıyasıya bir rekabet içinde bulunuyorlar. Kaçınılmaz olarak teknolojik öğelerin yanı sıra, işin içine firmaların ulusal hükümetleri aracılığıyla devreye soktuğu siyasi baskılar da giriyor. Bu hükümetler, santral ihalesi açan hükümete, önemli konularda ülkeye sağladıkları siyasi desteği hatırlatıyorlar. İhale sahibi ülke de enerji gereksinmeleri yanında, seçeneklerin sağlayacağı siyasi yarar ve zararları da hesaba katmak zorunda kalıyor.

Farklı Teknolojiler, Farklı Avantajlar

Türkiye'nin ilk nükleer enerji santralı için üç uluslararası konsorsiyum teklif verdi. Bunlar, (alfabetik sırayla) şöyle sıralanıyor. Birinci sırada Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL), Hitachi (Japonya), Itochu (Japonya) , Gama Endüstri (Türkiye), Güriş İnşaat (Tür-

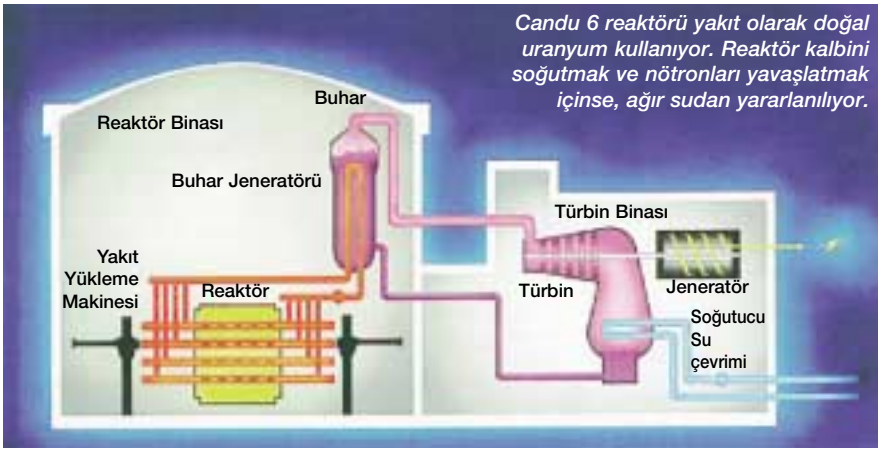
kiye) Ansaldo (İtalya) ve Daewoo (Güney Kore) yer alıyor. Grup, Kanada tarafından geliştirilen, yan yana kurulacak ve herbiri 650 Megawatt gücünde Candu-6 tipinde santral öneriyor.

İkinci Konsorsiyumsa NPI. Bu, Siemens (Almanya) ve Framatome (Fransa) tarafından Türkiye'deki santral projesi için oluşturulan bir ortaklık. Konsorsiyumda ayrıca Hochtief (Almanya), Gec-Alsthom (Fransa), Campenon Bernard (Fransa), Garanti-Koza İnşaat (Türkiye) ve Tekfen İnşaat (Türkiye) de bulunuyor. NPI'nın önerisi, Siemens'in alt kuruluşu Kraftwerk Union (KWU) tarafından geliştirilmiş Convoy 412 modeli bir reaktör.

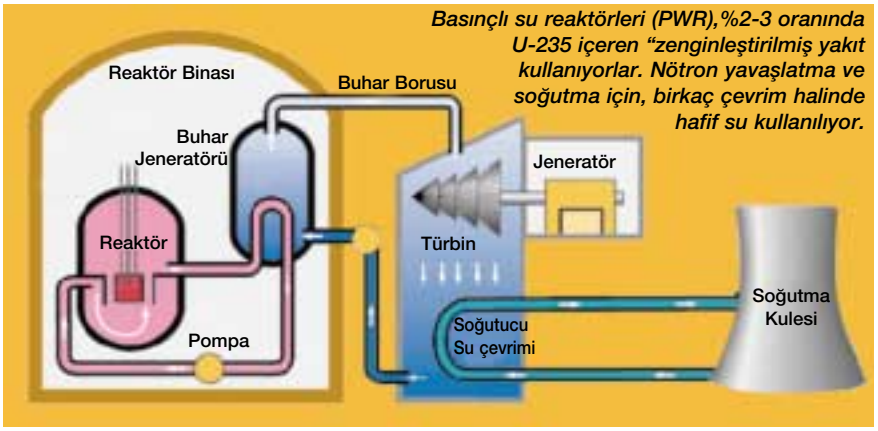
Üçüncü grupsa, Westinghouse (ABD), Mitsubishi Heavy Industries (Japonya- reaktörü yapacak), Raytheon (ABD), Duke (ABD) Enka İnşaat (Türkiye)'den oluşuyor.

Önerilen santralların hepsinin farklı avantaj ve sorunları var. Temel farklılık, AECL'nn önerdiği Candu modeliyle ötekiler arasında. Firmanın vurgulamaya özen gösterdiği avantaj, doğal uranyum kullanması. Buna karşılık, reaktörde üretilen nötronlar, tepkime verimini arttırmak için bildiğimiz (hafif) su yerine, ağır hidrojen izotopu döteryum bakımından zengin "ağır su" tarafından yavaşlatılıyor. Zenginleştirilmiş yakıt kullanan öteki reaktörlere karşı avantajı, yakıt sağlamada ileride karşılaşılabilecek (siyasi ya da başka kaynaklı) darboğazları ortadan kaldırması. Çünkü doğal uranyum rezervleri, henüz geliştirilmemiş de olsa ülkemizde var. Ancak en azından şimdilik pahalı: Kilogramı 140 dolar civarında. Oysa dünya piyasalarında uranyumun satış fiyatı 60-70 dolar. Modelin sorunu, reaktörün, öteki tiplere kıyasla dört kat daha fazla yakıt kullanması. Türkiye'nin istediği, yaklaşık 1400 MW gücünde bir santral için reaktöre "ilk dolum" olarak 100-120 ton uranyum yüklenmesi ve her yıl bunun üçte birinin yenilenmesi gerekiyor. Daha çok yakıt, daha yüksek hacimde radyoaktif atık anlamına geliyor.

Öteki konsorsiyumlarsa, zenginleştirilmiş uranyum kullanan ve hafif suyla soğutulup yavaşlatılan Basınçlı Su Reaktörü (PWR) önerdiler. NPI'nın önerdiği Convoy, güvenlik sistemlerinin üstünlüğüyle tanınan bir model. Sorununun görece yüksek fiyatı olduğu



Candu 6 reaktörü yakıt olarak doğal uranyum kullanıyor. Reaktör kalbini soğutmak ve nötronları yavaşlatmak içinse, ağır sudan yararlanılıyor.



Basınçlı su reaktörleri (PWR),%2-3 oranında U-235 içeren "zenginleştirilmiş yakıt kullanıyorlar. Nötron yavaşlatma ve soğutma için, birkaç çevrim halinde hafif su kullanılıyor.

anlaşılıyor. Westinghouse önderliğindeki konsorsiyumun önerdiği PWR ise, Mitsubishi firması tarafından üretiliyor. Japon nükleer reaktör yapımcıları, depreme dayanıklılık konusuna verdikleri önemi vurguluyorlar.

Sıcak Sorular

Santralin yeri hazır bile. Mersin yakınlarında, Akkuyu kasabasının biraz ilerisinde bir koy. Daha şimdiden altyapı çalışmaları için 100 milyon dolar harcanmış. Kamuoyuysa, olumsuz çağrışımlar yaptıran yabancı bir teknolojiye kucak açmaya hazır görünmüyor. Neredeyse yarım yüzyıl bir gecikmeyle girecek teknoloji, ülkemize bu geçen sürenin biriktirdiği tartışmaları beraberinde getiriyor. Enerjiye doymuş endüstri toplumlarında gelişen çevreci hareket, kültür alışverişinin globalleştirdiği dünyamızda ister istemez yankı buluyor. Buna karşılık büyüyen enerji açığı, acil çözümleri zorluyor. Nükleer enerji karşıtları, öteki seçeneklerin altını çiziyorlar. Kimisi, Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin yeterince değerlendirilmediği görüşünü savunuyor. Karşı görüştekiler, ülkemizin büyük baraj olanaklarını neredeyse tükettiği, küçük barajların da Fırtına Deresi'nde planlanan hidroelektrik santral gibi ekolojik sorunlar yarattığı görüşünde. Termal santrallar da sorunlu. Ülkemizde çıkarılan linyit genellikle düşük kalorili. Bu nedenle bazı santralların ithal kömürle çalışması gerekiyor. Bu da, santralların liman kentlerinde yapılmasını ya da kendileri için özel liman inşasını gerektiriyor. Sonuç, bacalardan çıkan dumanın yol açtığı hava kirliliğinin yanı sıra, deniz kirliliği. Nükleer enerji karşıtları, başka bir seçenek olarak doğal gazı gösteriyorlar. Türkiye de çabalarını bu yönde yoğunlaştırmış bulunuyor. Ancak ülkemiz, Orta Asya'nın zengin doğal gaz ve petrol yatakları için bir ihraç terminali olmayı hedeflese de, düşlenen ucuz ve temiz enerji bolluğu hemen yarın gerçekleşecek gibi görünmüyor. Oysa giderek büyüyen bir enerji açığıyla baş edilmesi gerekiyor. Geçen yıl 125 milyar kilowatt saat olan enerji gereksinmesinin, bu yıl 134 milyar kWsaat'e yükselmesi, 2005 yılında 199 milyar, 2010'da 290 milyar ve 2020 yılında da 547 milyar kWsaat'e çıkması bekleniyor. Kurulu güç diye adlandırılan elektrik üretim potansiyelinin ge-

lişme projeksiyonuysa daha yavaş. 2000 yılında 30 000 Megawatt - MW) olan kurulu gücün, 2010 yılında 59 000 MW, 2020 yılındaysa 109 000 MW olması bekleniyor. Ancak kurulu gücün, enerji gereksinmesiyle ilgili sayılarla örtüşmesi durumunda bile bu, kurulu kapasitenin gereksinmeleri karşılayabileceği anlamına gelmiyor. Nedeni, bakım sorunları, enerji iletim hatlarının durumu ve kaçak kullanım nedeniyle, uğranılan ve yüzde 22-23 düzeylerine kadar vardığı söylenen enerji kaybı. Uzmanlar, Avrupa ve ABD'de bu kaybın %3-5 düzeylerinde olduğunu söylüyorlar. Doğal ki bu durum, çevreci kuruluşlara kolayca bir kenara itilemeyecek bir argüman sağlıyor. Önerilen, pahalı nükleer santrallar yapılarak toplam kurulu güçte çok küçük bir artış sağlanacak yerde, yatırımın, iletim ve dağıtım şebekesinin iyileştirilmesine harcanması.



Çernobil'de patlayan grafit soğutmalı reaktörün bir benzeri

Zararsız Çay Sendromu

Üzerinde durulan bir başka önemli boyut da santralın fiziksel güvenliği, ve daha da önemli olarak bir kazanın yol açabileceği felaket. Nükleer enerji karşıtları, çevreye radyasyon sızması durumunda halkın bölgeden uzaklaştırılması için ne bir plan, ne de gerekli ulaştırma ve taşıma alt yapısının bulunduğunu öne sürüyorlar. Türkiye Elektrik üretim ve İletim A.Ş. (TEAŞ) yetkilileri bunun haksız ve dayanaksız bir suçlama olduğu görüşünde. Ancak 1986 yılında Ukrayna'daki Çernobil nükleer enerji santralında meydana gelen patlamadan sonra felaketin boyutlarının duyurulması ve önlemlerin belirlenmesi konusunda ülkemiz yetkililerinin aldığı olumsuz karne, nükleer enerji konusundaki önyargıların kolaylıkla aşılmasına elvermiyor. Türkiye'nin, derin kökler salmış uyuşmazlıkların ve çıkar kavgalarının bölge ülkeleri arasında sıcak çatışmalara bile yol açtığı hareketli bir coğrafya üzerindeki konumu, ister istemez santralın fiziksel güvenliği konusundaki endişeleri de körüklüyor. Gerçi TEAŞ, santralın "uçak çarpmalarına" dayanıklı inşa edilmesini şart koşmuş bulunuyor. Elbette uçak çarpmasından herkesin anladığı, santralın bir sıcak çatış-

Nükleer Santral Güvenliği ve Yer Seçimi

Mehmet Ceyhan, Ayhan Altınyollar
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu

Türkiye'de bir nükleer tesis kurmak ve işletmek için TAEK'ndan lisans alınması zorunlu. Bunun için, nükleer santral kurucusu (bizde TEAŞ), TAEK Başkanlığına aşağıdaki bilgileri içeren bir yer raporu içeren "yer lisansı başvurusu" yapar.

Raporda, kurulacak nükleer reaktör tesisinin kullanılma amacı, yaklaşık gücü, seçilen yerin coğrafi durumu, reaktör yakın çevresinin ayrıntılı haritaları, seçilen yerin topografik, jeolojik, jeoteknik, hidrolojik, sismolojik ve meteorolojik özelliklerine ilişkin bilgi ve incelemeler yer alır. Ayrıca seçilen yerin deprem, sel baskını, fırtına gibi doğal olaylar ve bunların ikincil etkileri yönünden değerlendirilmesi, seçilen yerin uçak düşmesi, yangın, patlama, baraj çökmesi gibi olaylar sonucu meydana gelebilecek dış tehlikelere karşı değerlendirilmesi, yöre halkının, olağan ve olağanüstü işletme koşullarıyla kaza hallerinde çevreye salınan sıvı ve gaz radyoaktif atıklardan radyolojik yönden etkilenmelerine ilişkin ön incelemelere de yer verilir. Nihayet, seçilen yerin ulusal elektrik sistemine bağlantısı ve dış besleme sisteminin güvenilirliğiyle ilgili bilgiler de eklenir.

Eğer TAEK'in görüşü olumlu ise kurucuya yer lisansı verilir.

Kurucu, yer lisansını aldıktan sonra, yerin düzenlenmesine, yol, su, elektrik, liman, vb. nükleer reaktör tesisi dışındaki bina ve tesislerin yapımına başlayabilir.

Santralın kendisinin yapımına başlanmadan önce, santralın teknik bilgilerinin ve normal işletme ve olabilecek kaza durumlarında çevreye ve çalışanlara yapabileceği etkilerin bulunduğu bir Ön Güvenlik Analizi Raporu hazırlanır. Bunda, yer raporunun verilmesinden sonra elde edilen yeni bilgiler, projelendirme, inşaat, tesisin hizmete sokulması, işletilmesi ve hizmetten çıkarılması için önerilen güvenlik önlemleri, tesisin genel özellikleri, yerleşim planları ve projelendirme esasları, yapıların, sistemlerin ve bileşenlerin sismik, güvenlik ve kalite sınıflandırmaları, tesisin ana ve güvenlik sistemlerinin projelendirilmeleriyle ilgili bilgiler bulunur. Ayrıca radyasyondan korunma, radyoaktif atık sistemleri, işletme sırasında denetim, bakım ve hizmetten çıkarma konularında alınacak önlemler, tesisin olağan ve olağanüstü işletme olayları ve kaza koşulları için yapılan güvenlik analizleri de raporda yer alır.

İlk değerlendirme sonucunda korunma önlemlerinin yeterliliği, tesisin çevre halkının güvenliğine ve sağlığına zarar vermeden çalıştırılabileceği kanısına varılırsa, sınırlı çalışma izni verilir.

Sınırlı çalışma izni alan kurucu, güvenlikle ilgili olmayan yapı, sistem ve bileşenlerin yapımına, reaktör ve çevre güvenliğiyle ilgili bina ve tesislerin ise sadece temel yapımına başlayabilir.

İnşaat lisansını alan kurucu santralın inşaatını ve ekipmanların montajını tamamlar. Bundan sonra kurucunun tesisi işletmek için TAEK'ndan bu kez işletme lisansı alması gerekir.

İnşaat lisansı almış olan kurucu, nükleer güvenlik ve çevre güvenliği yönünden özel önem taşıyan, belirli bileşen ve sistemlerin hizmete sokulmasından en az altı ay önce, hizmete sokma izni için Kuruma başvurur.

Hizmete alma iznini alan kurucu, yakıt yükleme ve deneme işletmelerine başlama izni almak için TAEK'na, tesisin kurulu durumunu gösterecek biçimde "son güvenlik analizi raporunu" sunar.

İstenilen belgelerle bileşen ve sistemlerin hizmete sokulmaları sırasında yapılan denetimlere ilişkin raporların değerlendirilmesinden sonra, TAEK Başkanlığınca yakıt yükleme ve deneme işletmelerine başlama izni verilir.

Deneme işletmelerini tamamlayan kurucu, tam güçte çalışma izni ve işletme lisansı almak için, yakıt yükleme, kritikalite ve deneme işletmeleri sırasında yapılan denemelerin sonuçları ve değerlendirilmeleri, işletme sınırları ve koşullarıyla ilgili son bilgileri de ileterek TAEK'e başvurur.

TAEK yetkili organları, istenen belgeler ve deneme işletmesi süresince yapılan denetimlere ilişkin raporları inceleyerek, kurucuya tam güçte çalışma izni verebilir. Eğer santralın tam güçte çalıştırılması santralın güvenliğini etkileyebilecekse bu durumda sınırlı güçte çalışma izni de verilebilir.

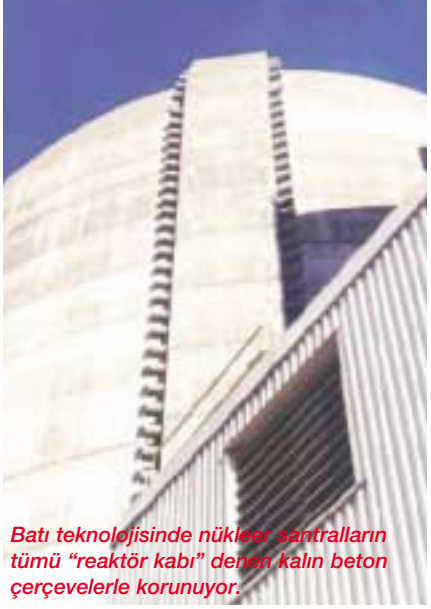
Lisansın İptali :

TAEK, nükleer reaktör tesisinin lisans koşullarına, güvenlik gereklerine ve mevzuatına uymadığını, radyasyon sızıntılarının ve tesis içindeki radyasyon düzeylerinin kabul edilebilen sınırları aştığını, özel nükleer maddelerle radyoaktif artıkların gerektiği biçimde işlem görmediğini ya da tesisin fiziksel korunmasının yeterli biçimde sağlanamadığını saptarsa, ihmali görülen işletme personelinin lisansı, geçici ya da sürekli olarak iptal edilebilir; nükleer reaktör tesisinin güç üretim düzeyi sınırlandırılabilir ya da verilen işletme lisansı, geçici ya da sürekli olarak iptal edilebilir. Tesisin kapatılması gerektiğinde, TAEK'nun karar organı olan Atom Enerjisi Komisyonu kararıyla Başbakana öneride bulunulur.

Yer Seçimi

Nükleer güvenlik açısından yer seçimindeki asıl amaç normal işletme sırasındaki veya herhangi bir kaza durumundaki radyoaktivite salınımlarının radyolojik etkilerine karşı halkı ve çevreyi korumaktır. Güvenlik açısından sahanın uygunluğunu etkileyebilecek tüm saha özellikleri saha incelemesi aşamasında değerlendirilir. Bunlar santralın çevre üzerindeki muhtemel radyolojik sonuçlarını etkileyebilecek hususları (örneğin nüfus dağılımı, sahadaki hava ve suyun dağılma karakteristikleri) ve saha için tanımlanan ve santral üzerinde etki oluşturabilecek şiddetli ve muhtemel dış olayları (örneğin sahadaki depremsellik, su baskını, uçak çarpması veya kimyasal patlamalar) içerir.

Önce ilgilenilen bölgeye ait mevcut bilgiler, ileri bir değerlendirme yapmadan bölgenin büyük bir kısmını bertaraf etmek üzere kullanılır. Ayrıca bazı basit reddetme kriterleri de kullanılabilir (Örneğin



Batı teknolojisinde nükleer santralların tümü "reaktör kabı" denen kalın beton çerçevelerle korunuyor.

ma durumunda bomba ve füzelerin hedefi olması. Ülkemizin, "yakın dostlar" sınıfına giremeyecek komşularla çevrili olduğu, Suriye, Irak ve İran'ın gizli ya da açık orta menzilli taktik füzeler üretme programları geliştirdiği, Kıbrıs Rum Yönetimi'nin Rus yapısı orta menzilli S-300 füzelerini adada konuşlandırmak için fırsat kolladığı bir ortamda bir nükleer santral kurdurulması, önde gelen bir nükleer enerji karşıtı olan Profesör Hayrettin Kılıç'ın deyimiyle "Türkiye'nin başını giyotine uzatması" anlamına geliyor. Gerçi ihaleye katılan konsorsiyumların önerdiği modellerin tümünde santralın reaktör bölümü, koruma kabı denen kalın bir beton yapıyla korunuyor. Reaktör kabının kalınlığı, tabanda 5, tavandaysa 2 m kalınlığında. Amacı, reaktör kalbi denen ve enerji üreten nükleer tepkimelerin oluştuğu bölmenin herhangi bir nedenle açığa çıkması halinde oluşacak muazzam sıcaklığı ve radyasyonu dışarı bırakmamak. Ama tabii sorun reaktör kalbinin korunmasıyla bitmiyor. Profesör Kılıç'a göre, bırakın bombaları, füzeleri, uçakları, bir terörist saldırısı bile bir nükleer felakete yol açabilir. Bir buhar borusunun, hatta soğutma suyu taşıyan bir borunun patlatılması, reaktör kalbinin kontrol dışı kalmasına yol açabilir. Buna karşılık, bir nükleer reaktörün, özellikle Türkiye gibi bir ülkenin koşullarında, en iyi korunacak yapılardan biri olacağı kuşkusuz. Aslında bırakın şimdiyi, daha yıllar öncesinden bile seçilen santral arazisinin yanına yaklaşabilmek herkesin harcı değildi. Kaldı ki, uzmanlar, buhar ya da soğutma sistemlerinde herhangi bir nedenle bir aksaklık olsa bile, reaktörü devre dışı bırakacak birkaç kademeli teknik güvenlik sistemleri bulunduğunu vurguluyorlar. TEAŞ ayrıca, ihaleye katılan firmalardan yalnızca reaktör değil, santralın güvenlik açısından hassas öteki birimleri için de "uçak çarpmasına" dayanıklı fiziksel bir koruma için opsiyon istemiş bulunuyor.

nüfus yoğunluğu, yüzey faylanması, volkan ve bölgesel depremsellik). Bu aşamada güvenlikle ilgili olmayan hususlar da (örneğin soğutma suyu varlığı, elektrik yükü ve dağıtım hususları) bazı alanların reddedilmesine neden olabilir. Bölgesel analiz sonucunda ilgilenilen bölge içindeki reddedilmeyen alanların altı çizilir ve bu alanlarda birkaç kilometre karelik sahalar "muhtemel sahalar" olarak tanımlanır.

Sonuçta birkaç aday saha belirlenir ve bütün veri ve analitik çalışmalar belgelendirilerek bir rapor hazırlanır.

Tercih edilen aday sahaların seçiminde bütün saha ile ilgili özellikleri dikkate alınır. Değerlendirmede, yüzey faylanması, depremsellik, saha zeminin uygunluğu, volkan, su baskını, aşırı meteorolojik olaylar (kasırga ve fırtına), insan kaynaklı olaylar, havadaki dağılım, sudaki dağılım, nüfus dağılımı, acil yardım planlaması, arazi kullanımı, soğutma suyu gibi özellikler dikkate alınır.

Ayrıca dağıtım ile ilgili hususlar, taşıma rotası, topografya, endüstri merkezlerine olan uzaklık, çevresel hususlar, sosyo-ekonomik özellikler gibi güvenlikle doğrudan ilgili olmayan öğeler de değerlendirilir.

Akkuyu Sahası

Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) (yeni adıyla Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş.-TEAŞ) bu kriterleri dikkate alarak yaptığı incelemeler sonucu ilk nükleer santral yeri olarak Akkuyu'yu seçmiş bulunuyor. Akkuyu sahası, İçel ilinin Gülnar ilçesi sınırları içerisinde, Anamur ilçesinin doğusunda, Silifke ilçesinin batısında, Akdeniz kıyısında yer alıyor. Etrafı 200 m yüksekliğindeki küçük tepelerle çevrili olan Akkuyu sahası doğal olarak çevresinden ayrılmış durumdadır.

Akkuyu nükleer santralını etkileyebilecek olan dış olaylardan birinci grubu, insanlardan kaynaklanan olaylar oluşturuyor. Bunlar uçak çarpması, kimyasal patlamalar, sabotaj ve gemi çarpması gibi olaylar. Bunların Akkuyu sahasında gerçekleşme olasılıkları ile ilgili çalışmalar TEK tarafından yürütülmüş bulunuyor. Saha yakınlarında bir sanayi tesisinin bulunmaması kimyasal patlama olasılığını oldukça azaltıyor. Büyük bir ticari limanın yakınlarda olmaması nedeniyle ise tesise bir gemi çarpması olasılığı çok düşük.

Türkiye'nin depremden en çok zarar gören ülkelerden biri olması nedeniyle Akkuyu sahasının deprem riski bir çok kişinin ilgisini çekiyor.

Ancak, Akkuyu sahası Türkiye'nin sismik olarak en az tehlikeli bölgesinde yer alıyor. Türkiye'nin deprem bölgeleri haritasında, Akkuyu sahası 5. bölge içinde gösteriliyor (risksiz bölge). Buna karşın Nükleer Santral Tasarımlarında daha sıkı kriterlerin uygulanıyor olması nedeniyle saha ile ilgili çok daha detaylı bir çalışma da yapılmış bulunuyor.

Nükleer Güç santralları, aktif fay hattının tam üzerinde olmamak koşuluyla değişik düzeylerde deprem riski taşıyan sahalarda inşa edilebilir. ABD ve Japonya gibi pek çok ülkede, deprem riski yüksek bölgelere inşa edilmiş bir çok nükleer güç santralı var (Örneğin A.B.D.'de Diablo Canyon santralı 0.75 g, Richter ölçeğine göre 7.35 büyüklüğündeki bir depreme dayanacak şekilde tasarımlanmış). Bu santrallar bir çok depreme, nükleer reaktörde herhangi bir hasar olmaksızın karşı koymuş bulunuyorlar. Deprem değerlerine göre tasarımlanan ve işletilen santrallarda ana felsefe; olası en büyük depremde dahi, tesisin güvenli bir şekilde durdurulması ve gerek tesisin gerekse çevrenin hiçbir şekilde olumsuz etkilenmemesinin sağlanmasıdır.

Tarihsel ve aletsel deprem verilerinin ve yapılan bölgesel jeolojik etüdlerin uluslararası standartlara ve güvenlik kriterlerine göre değerlendirilmesiyle yapılan çalışmalarda; Akkuyu ve çevresinde M.S. 53-1988 yılları arasında meydana gelen depremler incelenmiş, 1513-1988 yılları arasında meydana gelen şiddetli yer hareketlerinin değerlendirilmesi sonucunda Akkuyu'daki olası en büyük deprem büyüklüğü Richter ölçeğine göre 6.4 olarak hesaplanıyor. Ancak sahada, 80 km yarıcaplı dairesel bir alan içinde sismotektonik kaynaklardan aletsel olarak kaydedilen deprem verilerinde Richter ölçeğine göre 4.7 büyüklüğünden daha büyük bir depreme rastlanmış değil. Kıbrıs adası depremleri için, odak derinliği ve magnitüdü sırasıyla 60-100 km ve M=8 kabul ediliyor. Akkuyu sahası için yapılan hesaplamalardaki kabullerde, bu depremin sahanın güneyinde 60 km uzaklıkta olduğu kabul edilmiş ve odak derinliği 60 km olarak alınmış bulunuyor (Bu bölgede 15 Eylül 1961 tarihinde meydana gelen depremin dış merkezinin Akkuyu sahasına uzaklığı 80-90 km, odak derinliği 91 km, Richter ölçeğine göre Magnitüdü 6.0 olduğu belirlenmiş durumda). Bölgede, çapı yaklaşık 320 km olan bir alan içinde yapılan sismotektonik araştırmalar, Akkuyu'dan aktif bir fay hattının geçmediğini, en yakın fayların; Karaman-Mut (50-55 km), Kozağaç (30-35 km) ve Silifke'deki Korkiros kentinde (35 km) olduğunu ortaya koyuyor. Bu fayların aktif olduğunu gösterir herhangi bir jeolojik ve mikro-sismik bulgu da yok. Akkuyu sahasına en yakın aktif fay hattı ise yaklaşık 150 km uzaklıktaki Ecemiş fay hattı.

Deprem etkileri uzak mesafelere ulaşmakla beraber, Doğu Anadolu Fayı'nın etkileri Akkuyu'da tarihsel olarak da hiçbir zaman gözlenmemiş. Daha öncekilerde olduğu gibi bu depremlerde de santral sahasındaki sismik ölçüm cihazlarında 0.01g (sismik ölçüm cihazının kayıt alabileceği minimum değer) değeri dahi ölçülebilmiş değil.

Üstelik, Akkuyu sahası tasarım deprem değeri için, 100 000 yılda bir olan en büyük deprem yer hareketi büyüklüğü değerine karşılık gelen 0.25g'lik yer ivmesi dikkate alınmış bulunuyor.



AECL'nin geliştirdiği, CANDU-6 türü nükleer santral

Radyasyon Erken Uyarı Sistemi Ağı–Resa



Ülkemiz, komşularımız topraklarında kurulu bulunan nükleer reaktörlerden kaynaklanabilecek kaza riskleri ile karşı karşıyadır. Bu reaktörlerden Ermenistan - Metsamor Nükleer Güç Reaktörü sınırımıza sadece 16 km. uzaklıkta, Bulgaristan - Kozloduy ve Romanya - Çernavoda Nükleer Güç Reaktörleri ise sınırımıza yaklaşık 300 km. uzaklıktadır. Bunların dışında çevremizde bulunan diğer reaktörler de şekil üzerinde gösterilmektedir.

Nükleer kaza etkileri, mesafeye bağlı olarak değişmektedir. Sonuçların hesaplanmasında pekçok formülasyon eşzamanlı kulanılmakta, kazanın gelişiminden başlayarak öncelikle etrafa yayılabilecek radyoaktif madde miktarı hesaplanmakta, atmosferik dağılım modelleri kullanılarak meteorolojik parametrelere bağlı radyoaktif bulut/bulutların hareketi simüle edilmekte, hareket boyunca, radyoaktif bozunma olmakta, yeni radyoaktif ürünler oluşmakta, aktivite değişmekte, yağış ve hava durumuna göre hava/toprakta birikim olmaktadır. Sonuç olarak, radyoaktif bulutun geçtiği bölgeler boyunca, zamana bağlı olarak radyoaktif maddenin birikimi ve buna bağlı çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkiler hesaplanmaktadır. Kaza seyrine ve meteorolojik parametrelere bağlı (kaçınılmaz) belirsizlikler ile sonuçlar hesaplanabilmektedir. Son yıllarda kazaların seyrine bağlı olarak öncelikle, insan sağlığının korunması için acil önlemler alınarak kaza yönetimi uygulamaları, hesaplama tekniklerine göre ön plana çıkmaktadır. Yine bu kapsamda, bilgi aktarılmasında olası problemler düşünüldüğünde, ülkeler arasında ikili anlaşmalar yapılması ve ölçüm sistemlerinin geliştirilmesi ile gerekli acil durum hazırlıklarının yapılması ön plana çıkmıştır.





Çernobil nükleer santral kazasından sonra, nükleer reaktörlerde olabilecek tehlikelerin erken haber alınabilmesi için uygun yerlerde ölçüm istasyonlarının kurulması yönünde tüm dünyada yoğun bir çalışma başlamıştır. Esasen nükleer santral çevresinde zaten ölçüm sistemleri varolmasına rağmen buradan alınan sonuçlar, reaktör işleticisinin sorumluluğunda olup bu bilgilerin ülkenin lisans konusunda yetkili makamlarına aktarılmasının ötesinde buradan ihtiyaç duyacak diğer ülkelere aktarılması ülke politikaları ve güvenlik felsefeleri yönünde değerlendirildiği için bu konuda da zaman zaman sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu nedenle ülkelerin kendi topraklarında ölçüm istasyonları kurması ve buradan alınan bilgileri diğer ülkelerle paylaşmaları (örneğin: EURDEP-Avrupa Birliği Radyolojik Veri Değişim Programı vb) önem kazanmaktadır.

Ülkemizin potansiyel nükleer tehlikelere karşı önceden hazırlıklı olması yönündeki esaslar doğrultusunda, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından, 1986 yılından başlamak üzere, Radyasyon Erken Uyarı Sistemi (RESA) adı verilen bir sistem kurulması çalışmalarına başlanmıştır. Ülkemizi etkileyebilecek düzeyde radyasyon sızıntısı olması durumunda uyarı verecek olan sistem; havadaki gama radyasyon düzeyindeki artışın algılanması esasına dayanır.

Bu kapsamda, meteorolojik şartlar gözönüne alınarak, özellikle sınırlarımız çevresinde ölçüm istasyonları kurulması yönüne gidilmiştir. İstasyonlarda, gama radyasyon doz hızı ölçümleri yapılması amacıyla, Geiger-Müller dedektörü kullanan portatif radyasyon ölçüm cihazları yerleştirilmiştir. Üretilen yeni cihazların laboratuvar testleri, (malzeme, sistem, sıcaklık, nem) yapıldıktan sonra arazi uygulamaları gerçekleştirilmiş, daha sonra pilot bölge uygulamaları ile ortam deneyleri yapılmıştır. Bu aşamadan sonra 1999 yılı içerisinde 15 adet istasyon online bilgisayar kontrollü çalışma ile aktif kullanıma sunulmuştur.

Harita üzerinde, blok olarak gösterilen istasyonlar, Ankara merkez istasyonu dahil olmak üzere online bilgisayar kontrollü olarak çalışmaktadır. Diğer istasyonların da, otomatik çalışan istasyonlar ile değiştirilmesi kademeli olarak gerçekleştirilecek ve bir program dahilinde istasyon sayısının artırılması sağlanacaktır. Harita üzerinde görüldüğü gibi istasyonlar yukarıda adı geçen Bulgaristan ve Romanya'da bulunan reaktörlere yönelik olarak Trakya Bölgesinde ve acil önlemlerin alınması açısından büyük öneme sahip, Doğu Anadolu Bölgesinde sıkça yerleştirilmiştir.



Sistem, yapısal olarak iki ana parçadan oluşmaktadır. Bina dışına yerleştirilen ölçüm ünitesi, bina içerisinde yerleştirilen kesintisiz güç kaynağı ve modemi içeren bir kasa istasyonlara yerleştirilmektedir. Bu bileşenler ile kontrol merkezi fotoğraflarda gösterilmektedir.

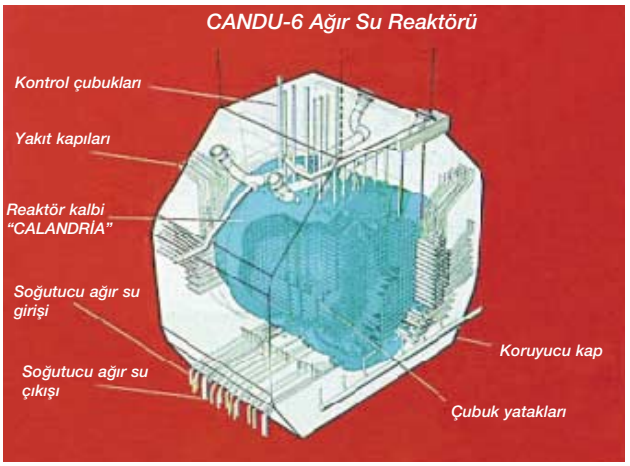
Yusuf Gülay
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi

Deprem Düşündürüyor

Santralın güvenliğini yakından ilgilendiren ve kamuoyundaki tartışmalara kritik sıcaklıkta yakıt sağlayan bir başka konu da deprem olasılığı. Geçen yıl art arda yaşanan büyük depremler, bu konudaki duyarlılığı daha da arttırmış durumda. TEAŞ ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) yetkilileri, Akkuyu bölgesinin, depremlerin görece az görüldüğü, ülkemizin en "sağlam" birkaç bölgesinde bulunduğunu vurguluyorlar. Ancak bu konuda yükselen farklı sesler de var. Santral sahası ile ilgili olarak uzun yıllar sürdürülen ön çalışmalarda, bölgenin sismolojik tarihi neredeyse 2000 yıllık bir süreyi kapsayacak biçimde incelenmiş, Doğu Anadolu Fayı üzerinde meydana gelen depremlerden etkilenmediği ve son 40 yıl içinde de büyük sayılabilecek bir deprem üretmediği belirlenmiş. Gene de ihale şartnamesinde, yapılacak nükleer santralın Richter ölçeğinde 6.5 büyüklüğünde bir depreme karşılık gelen 0.25 g ivmeye dayanıklı tasarımda yapılması istenmiş. Tabii insanın aklı ister istemez İzmit ve Düzce depremlerinin 7.4 ve 7.2 olarak belirlenen büyüklüklerine gidiyor. Neden santral binalarının daha da dayanıklı olması şart koşulmamış? Yetkililer, 6.5 büyüklüğündeki bir depreme dayanıklılığın, bölgenin sismolojik verileri temelinde yeterli bir güvenlik tavanı oluşturduğu, ve daha üst limitlerin santral maliyetini gereksiz biçimde yükselteceği görüşündeler. Uzmanlar, deprem senaryolarının titizlikle oluşturulduğunu, 150 km uzaklıktaki Ecemiş Fayı'nın karada sönümlenmesinin, santral sahasının tam altında 30 km derinlikte gerçekleşecek bir depremin ve 60 km uzaklıktaki Kıbrıs Fayı'nın 8 büyüklüğünde oluşturacağı bir depremin etkilerinin de hesaplandığını vurguluyorlar. Oysa bazı bilim adamları, adı geçen fayın, santralın hemen yakınından geçerek denize girdiğini ve Kıbrıs'a kadar uzandığını öne sürüyor. Ayrıca olası bir deprem, yüzeye daha yakın derinliklerde de meydana gelebilir. Buna karşılık nükleer endüstri temsilcileri, ABD'deki Diablo santralının, ünlü San Andreas fayının hemen yanında kurulu olmasına işaret ederek, yeterli tasarımda bir reaktörün, büyük de olsa bir depremde



CANDU reaktörünün yatay yakıt yükleme ünitesi. Doğul uranyum bu reaktörde özel yöntemlerle plütonyuma dönüştürülebiliyor.

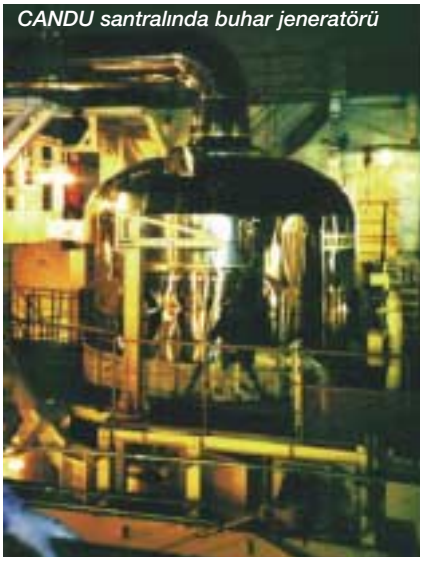


kolay kolay hasar görmeyeceğini belirtiyorlar. Tabii soğutma ve buhar çevrimlerindeki borular, büyük bir depremin yol açacağı titreşimlere, reaktör kadar dayanıklı değil. Ama uzmanlar, Akkuyu sahasının depremselliği konusunda yeterince güvenli görünüyorlar.

Bomba Yok

Özellikle yurtdışı gruplar ve antinükleer lobilerce dile getirilen bir başka kuşku da, Türkiye'nin, enerji gereksinmesinin ancak çok küçük bir bölümünü karşılayacak pahalı bir nükleer seçeneği, gerçekte gizli bir askeri program çerçevesinde istediği. Daha açık bir ifadeyle, Türkiye'nin nükleer santraldan sağlanacak yakıt atıklarından, atom bombası yapmak istediğinden kuşku duyanlar var. Uzmanlarsa, bu tür iddiaları gülümsemeyle karşılıyorlar. Nedeni, nükleer bomba yapımında kullanılan plütonyum izotopunun (Pu 239) saf olarak, yani %100 zenginleştirilmiş olması gerekiyor. Oysa nükleer enerji santrallarında yakıt olarak kullanılan uranyumda parçalanabilir (fisil) izotoplar son derece az. "Zenginleştirilmiş" santral yakıtı bile bu izotoplar bakımından çok fakir. Doğal uranyum, büyük ölçüde kararlı U-238 izotopundan oluşuyor. Kararsız ve kolayca parçalanabilen U-235 izotopunun reaktör yakıtındaki oranı yalnızca binde yedi. En yaygın olarak bulunan ve bildiğimiz (hafif) suyla soğutulan Basınçlı Su Reaktörlerinde (Pressurised-Water Reactor – PWR) kullanılan zenginleştirilmiş yakıtsa ancak yüzde 2-3 oranında U-235 içeriyor. Reaktör kalbini ısıtarak enerji üreten yakıt, bu süreç içinde bir ölçekte Pu-239 izotopu da üretiyor. Ama atıktaki plütonyum oranı son derece düşük. Bu parçalanabilir plütonyumu değerlendirerek, daha fazla plütonyum üreten ve tükettiğinden daha fazla yakıt ürettiği içinde "üretken" diye sınıflanan enerji reaktörü tipleri de var, ama, bunlar karmaşık teknolojide ve son derece pahalı. Üstelik bu tür reaktörlerde bile askeri amaçlara uygun saflık ve yoğunlukta plütonyum elde etmek güç. Çünkü yakıt reaktör kalbinde ısı üretirken, bir bölümü gerçekten de Pu-239'a dönüşüyor. Ancak bir bölümü de atık yakıt içindeki plütonyumu bomba malzemesi olarak kullanılamayacak duruma getiren başka izotoplara dönüşüyor. Yakıt, reaktörde yan ürün olarak plütonyum üretirken, aynı zamanda Pu-240 da üretiyor. Bu plütonyum izotopu yalnızca son derece kararlı, bölünemez bir izotop olmakla kalmıyor, bunu parçalanabilir Pu-239'dan ayırabilmek de olanaksız. Reaktör Pu-241 ve Pu-242 izotopları da üretiyor. Bunlar da bomba malzemesi olarak kullanılmaya uygun değil. Üstelik Pu-242 kendiliğinden ısı üretiyor. Bu nedenle patlama tehlikesi yüzünden depolanması olanaklı değil.

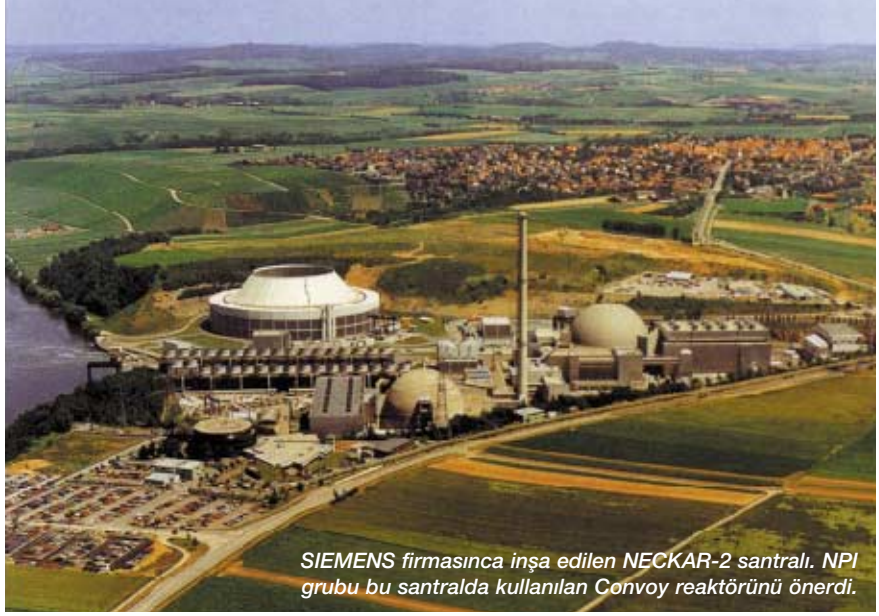
CANDU santralında buhar jeneratörü



Gene de gizlice bomba yakıtı üretme olanağı yok değil!…Bunu, Kanada'nın önerdiği, Candu tipi nükleer reaktörle yapmak mümkün. Yapacağınız, yalnızca reaktöre yakıt doldurup 24 gün süreyle kapağını hiç açmadan "pişirmek". Sonuçta, öteki plütonyum izotoplarıyla kirlenmemiş, Pu-239 oranı yüksek bir yakıt elde edebiliyorsunuz. Ancak günümüzde böyle dolambaçlı yollarla, kimseye sezdirmeden askeri amaçlı bir nükleer programı yürütebilmek olanaksız. Bir kere Türkiye, nükleer santrallar için ihale açmadan önce, bunun için gerekli koşulu yerine getirerek Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşmasına imza koymuş bulunuyor. Kaldı ki, kendisi bir NATO ülkesi ve Avrupa Birliği üyeliğine hazırlanıyor. Bu nedenle kendisini hem müttefikleri, hem de Batılı dostlarına karşı güç duruma düşürecek bir askeri program yürütmesi olası görünmüyor. Zaten gizli nükleer silah programlarını önlemek için yeryüzünde ve uzayda duyarlı ölçüm aygıtlarıyla nükleer santralları gözleyen ve her an sürpriz denetlemeler yapma yetkisi olan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), özellikle Pakistan ve Hindistan'ın iki yıl önce gerçekleştirdiği nükleer denemelerin ardından gözünü dört açmış bulunuyor. Kaldı ki, reaktör için yakıt satan ülkeler de sattıkları yakıtın ne kadarının reaktöre girdiğini ve ne kadarının atık olarak çıkıp depolandığını gramı gramına denetlemekle yükümlü.

Havuz Şimdilik Boş

Nükleer enerji tartışmalarının ana konularından bir tanesi de, radyoaktif



SIEMENS firmasınca inşa edilen NECKAR-2 santralı. NPI grubu bu santralda kullanılan Convoy reaktörünü önerdi.

atıkların depolanma sorunu. Bu atıkların çevreye ve yakınlardaki yerleşim merkezlerinde yaşayan insanlara zarar vereceğinden korkuluyor. Oysa TEAŞ yetkililerine ve nükleer endüstri temsilcilerine göre, bu atıkların Türkiye gibi sınırlı ölçekte nükleer enerji kullanmayı tasarlayan bir ülke için daha uzun bir süre sorun olması söz konusu değil. Bir nükleer santralda, reaktörden çıkarılan işlenmiş yakıt üniteleri, önce santral binası içindeki bir soğutma havuzunda depolanıyor. Nedeni, bunların hala çok sıcak ve radyoaktif olmaları. Havuzdaki suyun iki işlevi var: Birincisi, henüz dışarıya çıkarılamayacak kadar sıcak olan atık yakıtları soğutmak, ikincisi, bunlardan yayılan nötronları tutarak santral personeline zarar vermelerini önlemek. Havuzlar, genellikle 15 metre derinliğinde oluyorlar. En alt 5 metrede, reaktörden çıkartılan yakıt çubuklarının istiflendiği raflar bulunuyor. Bunun üzrinde 2.5 metre kalınlığında bir su katmanı, çubuklardan yayılan ışınımı, sağlığa zararlı ölçeklerin altında tutmak için yeterli oluyor. Ancak santral tasarımcıları, güvenlik için bunun üzerine 7.5 metre kalınlığında bir su örtüsü daha ekliyorlar. Havuzdaki suyun sıcaklığı 70-80 derece kadar oluyor. Havuz da ayrıca denizden ya da başka kaynaklardan sağlanan bir su çevrimiyle soğutuluyor. Atıkların sıcaklığı, 6 yıl içinde artık santral dışına çıkarılıp havayla soğutmaya elverecek kadar düşüyor. Ama istenirse 20 yıl kadar havuzda tutulabilir. Havuzun dolması kolay değil. Nedeni, uranyumun son derece yoğun bir madde olması (demirin üç katı). Bu nedenle atık hacmi küçük oluyor. TEAŞ yetkililerine göre toplam 15 000 MW gücünde 20 nükleer santralın ürettiği 15 bin ton atık yakıt, olimpik ölçülerde bir yüzme havuzuna sığabiliyor. Yakıtlar daha sonra betonla kaplı, 5 metre yüksekliğinde ve 3 metre çapında özel koruma kaplarına alınarak, santral sahasında açık bir depolama yerinde havayla soğumaya bırakılıyor. Otuz yıl kadar süren bu işlemden sonraysa, atıklar camlaştırılarak yerin, 1000-1500 metre altında galerilere gömülüyor.

Teknoloji Gerekli

Türkiye'nin böylesine karmaşık ve riskler içeren bir teknolojiyi yönetebilecek eğitim, örgütlenme ve kültür altyapısı bulunmadığı, 50 yıldır nükleer enerji deneyimi bulunan Rusların bile bu konuda başarılı olamadıkları biçimindeki uyarılar, nükleer enerji yanlılarınca ciddi bulunmuyor. Hükümet yetkilileri ve TEAŞ, Türkiye'nin yeni binyılda bu teknolojiyi kazanmak için ilk adımları atması gerektiğine inanmış görünüyorlar. Bu, daha sonra kurulacak santrallarda Türk sanayi ve teknolojisinin katkılarını arttırmak için önemli. Nükleer endüstri temsilcilerine göreyse, bu ilk adımı daha sonrakiler izleyecek. Çünkü bir firma yetkilisine göre bir nükleer programı 1400 ya da 2800 MW ile sürdürmek anlamlı değil. "Avantajlar göründükçe yeni siparişlerin verilmesi kaçınılmaz." diyor aynı yetkili. "Tüm Asya'da gerçekleşmekte olan süreç bu."

Karşıtların dikkat çektikleri bir nokta da bazı Avrupa ülkelerinin nükleer santralları kapatma planları. Yetkililerse, bu ülkelerin nüfus artışlarının durduğunu, hatta azalmaya başladığını, bu nedenle enerji gereksinmelerinin de düştüğü görüşünü savunuyorlar.

Ancak, öyle görünüyor ki, Türkiye'nin kararı hangi doğrultuda olursa olsun. Nükleer santrallar konusundaki tartışmalar kamuoyunda yankı bulmaya devam edecek. Tartışmaların, daha anlamlı, daha verimli hale gelmesi içinse, herhalde nükleer enerji konusundaki temel bilgilerimizi geliştirmek, bir atom çekirdeği içinde neler olup bittiğini daha yakından görmemiz gerekecek…

Raşit Gürdilek



Santral içinde atık havuzu.



Santral sahasında açık hava depolaması.



Atıkların son durağı olan yeraltı depoları

Kaynaklar

Sarıcı, E.L., Savruk N., Erdemir Z., Soru ve Cevaplarla Nükleer Santrallar ve Çevre, TEAŞ Nükleer Santrallar Daire Başkanlığı, Ocak 1999.

Gürdilek, R., Stepping Across the Threshold, Turkish Daily News, 30 Ocak 1997

Gürdilek R., Problems, Doubts Surround Turkey's Nuclear Program, Turkish Probe, 26 Nisan 1996

http://www.cannon net



Dostumuz mu, Düşmanımız mı? Nükleer Enerji

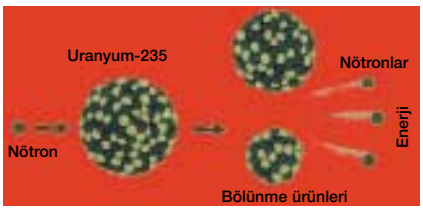
Enerji çağdaş yaşamın stratejik girdilerinden birisi. Metabolizmik bir benzetmeyle, toplumsal organizmanın kanındaki şekeri andırıyor. Nasıl ki kanındaki şeker miktarı azalan insan halsiz düşerse, az enerji tüketen toplumlar da benzeri şekilde letarjik, çok ve akılcı enerji tüketenler ise dinamik, üretken ve enerjik oluyorlar. Enerji tüketebilmek içinse önce onu üretebilmek gerekiyor. En ciddi üretim seçeneklerinden birisi de nükleer enerji.

Nükleer enerji, atomun çekirdeğiyle ilgili bir olay. İki şekilde elde edilebiliyor. Birincisi, iki küçük çekirdeğin birleştirilmesi, yani füzyon, ikincisiyse büyük bir çekirdeğin parçalanması, yani fisyon. Her iki halde de, tepkimeden açığa çıkan enerji ısıya dönüştürülebilir, bu enerjiyle su kaynatılıp buhar elde edilebilir. Sonra da bu buhar, tıpkı termik santrallarda olduğu gibi, yüksek basınç altında bir türbine gönderilir ve türbin dönerken, kendisine bağlı bir elektrik jeneratörünü de döndürünce, elektrik enerjisi üretilir.

Mühendislik bilimleri aslında, nükleer enerjiyi terbiye etmeyi başarmış bulunuyor. Fakat bunu füzyon yoluyla değil, öteki tepkime biçimi olan fisyon, yani büyük bir çekirdeğin parçalanmasıyla gerçekleştirdi.

Kolayca parçalanıp fisyona uğrayan ve bu arada enerji açığa çıkaran çekirdeklerin "fisil" (parçalanabilir) oldukları söylenir. Doğada bulunan uranyum, hemen tümüyle, iki tip izotoptan oluşuyor. Birindeki proton ve nötronların toplam sayısı 235, ötekindekilerse 238. Dolayısıyla bu çekirdekler, U-235 ve U-238 diye tanımlanıyor. İkisinde de proton sayısı aynı (92). Fakat ikincisindeki nötron sayısı, birinciden üç adet daha fazla. Biz bu teknik notasyonla uğraşmak yerine, U-235'lerin "kırmızı", U-238'lerin de "siyah" olduklarını düşünelim. Kırmızılar bir nötron çarptığında parçalanmaya çok daha yatkınlar. Parçalandıklarında iki ya da üç de nötron çıkarırlar.

Dolayısıyla, bir uranyum kütlesi düşünecek olursak ve bu kütlenin içine bir avuç nötron salarsak; bu nötronlar "kırmızı" uranyumlara çarpıp, bu



Bir uranyum çekirdeğine çarpan nötron, çekirdeği daha küçük parçalara bölerken, ortaya çıkan yeni nötronlar, zincirleme tepkimeye yol açıyorlar.

izotopların parçalanmasına yol açacak, parçalanmalardan açığa çıkan nötronlar, gidip başka kırmızılara çarpacak, buradan yine nötronlar çıkacak ve bu böyle sürüp gidecek. Yani kütle uygun büyüklükte seçilirse, içinde bir zincirleme tepkime gerçekleşecek ve sürekli olarak açığa enerji çıkacak. Kütlenin uygun büyüklük ve kompozisyonda seçilmesi önemli. Çünkü fisyonlardan açığa çıkan nötronların bir kısmı, ilgisiz çekirdeklerde yutularak ya da kütlenin kenarından dışarı kaçarak, bir bakıma ziyan oluyor. Kütle küçükse, nötron kaçakları çok fazla oluyor ve zincirleme tepkime, daha başlayamadan duruyor. Öte yandan yeterince büyük bir uranyum kütlesinin içine, dışardan nötron atmak da gerekmiyor. Çünkü kırmızı izotoplar, kendilerine çarpan nötronlar bulunmadığı zaman dahi, durup dururken parçalanıyorlar. Çok yavaş bir şekilde de olsa, kendiliklerinden fisyona uğrayıp nötron salıyorlar.

Bir nükleer reaktördeyse bu zincirleme tepkime, yavaş ve kontrollü olarak gerçekleşiyor. Reaktörün yapısı biraz karmaşık ve uranyum dışında, bazı destek unsurları da barındırıyor. Örneğin, fisyon sonucu açığa çıkan nötronlar hızlıdır. Oysa yavaş hareket eden nötronlar, her ne kadar tuhaf görünse de, kırmızı çekirdekleri daha kolay parçalayabiliyor. Bu nedenle hızlı nötronların yavaşlatılması gerekiyor ve bunu da, reaktör kalbine konulan sudaki hidrojen atomları gerçekleştiriyor. Hidrojenlerle çarpışan hızlı nötronlar yavaşlar. Bu durumda, fisyondan yeni çıkmış olan hızlı nötronun, yavaşlamak için hidrojen atomlarıyla çarpışması, bunun için de, doğduğu uranyumdan çıkıp, bir süre su içinde dolaşması gerekiyor. Bu amaçla uranyum metali, çubuklar halinde bir araya getirilip aralarından su geçiriliyor. Hidrojen içeren su, bir "yavaşlatıcı" işlevi görüyor. Ayrıca, fisyon sonucu açığa çıkan enerjiyi soğurmak için de soğutucuya gereksinme var. Su, bu işlevi de üstleniyor. Böylelikle bir taşla iki kuş vurulmuş, hem nötronlar yavaşlatılıp hem de reaktör kalbi soğutulmuş

oluyor. Aslında aynı işi sudan başka, karbondioksit ya da helyum gibi gazlar da yapabiliyor. Hangi tür yavaşlatıcı ve soğutucunun kullanıldığı, reaktörün tipine göre değişiyor. Fisyondan çıkan hızlı nötronların yavaşlatıldığı reaktörlere, "yavaş" anlamında, "termal" reaktör denir. Bu sıfat aslında reaktörün değil, kalbin içinde hareket eden nötronların yavaş olduğunu ifade ediyor.

Ayrıca, reaktör kalbine konulan uranyum, çoğu kez doğada bulunan uranyumdan farklı. Çünkü doğal uranyumda, az miktarda fisil izotop, yani benzetmemize göre kırmızı çekirdek bulunuyor. Şöyle ki; doğal uranyumun her bin atomundan yalnızca, yaklaşık 7'si fisil oluyor. Böyle olunca da, zincirleme tepkime için gerekli olan nötron üretim hızlarına erişmek güçleşiyor ve doğal uranyumun zenginleştirilmesi gerekiyor. Bu, bir parça doğal uranyum alıp, içindeki siyah çekirdekleri ayıklayıp atmaya ve geride, siyahlara oranla daha fazla sayıda kırmızı çekirdek bırakmaya benziyor. Fakat sözkonusu "izotop zenginleştirme" işlemi, o kadar da basit değil; yavaş çalışan pahalı işlemler gerektiriyor.

Demek ki doğal uranyumun yalnızca binde birinden azı, nükleer enerji üretimi açısından işe yarayan "fisil" çekirdeklerden oluşuyor. Bu çekirdeklerin 1 gramı, yaklaşık 2.5 ton kömürünkine eşdeğer enerji potansiyeline sahip. Fakat uranyum, "nadir toprak metalleri" sınıfında yer alıyor. Yani yer kabuğunda varolan, işletme açısından ekonomik olan miktarı, "nadir" denecek kadar az. Dolayısıyla, dünyamızın "fisil uranyum çekirdeği" stoku, enerji gereksinmemizi uzun bir süre karşılayabilmekten uzak; yaklaşık 200 yıl yetecek kadar. Ancak fisil olmayan "siyah" çekirdekler, tümüyle işe yaramaz değil. Çünkü bir nötron yutmaları halinde, radyoaktif hale geliyorlar ve iki ışımadan sonra, fisil olan bir başka izotopa, plütonyuma dönüşebiliyorlar. Ohalde, zenginleştirme işlemi sırasında ayıklanan siyah çekirdekler, bir köşeye atılmayıp, reaktör kalbinde uygun bir yere konabilir ve nötron yutarak kırmızılaşmaları sağlanabilir. Eğer reaktör kalbindeki nötron üretim hızı yeterince yüksek ise, hem kırmızı çekirdeklerin parçalanması sonucu enerji üretmek, hem de siyah çekirdekleri kırmızıya dönüştürmek mümkün. Hatta uygun bir tasarımla reaktör, birim zamanda tükettiğinden daha fazla kırmızı çekirdek üretebilir. Bu durumda reaktörün, net olarak yakıt ürettiği söylenir. Yani reaktör "üretken"dir. Bu işlem, yavaş nötronlar yerine hızlı nötronlarla daha kolay başarılabiliyor. Bu yüzden de "üretken" reaktörlerdeki nötronlar, fisyondan çıktıktan sonra yavaşlatılmazlar. Suyun yavaşlatıcı etkisinden kaçınmak için soğutucu olarak, su yerine sıvı sodyum kullanılır ve böyle reaktörler "hızlı üretken" reaktör adını alır. Hızlı üretken reaktörler sayesinde Dünya kabuğundaki uranyumun, binde birinden azı yerine tümü, nükleer enerji elde etmek amacıyla kullanılabiliyor. Ancak hızlı üretken reaktör yakıtlarının, önce termal reaktörlerde üretilmesi gerekiyor. Böyle bir "termal-hızlı üretken" reaktör programı, dünya uranyum rezervlerinin enerji potansiyelini 100 misli kadar arttırır ve bu potansiyelin yeterlilik süresini, 200 yıldan 9000 yıla çıkartır.

Zincirleme fisyon tepkimeleri termonükleer füzyon tepkimelerinden önce terbiye edildi. İlk fisyon reaktörü 2 Aralık 1942 tarihinde, İtalyan asıllı Amerikalı fizikçi Enrico Fermi liderliğindeki bir grup tarafından, Chicago'da kritik hale getirildi. Bu rekatörde yavaşlatıcı olarak, saf karbon ya da grafit kullanıldı; yani nükleer çağ bu "grafit yığını" ile açıldı. Nükleer endüstri hızla gelişerek büyük adımlar attı ve dünyanın her yanında reaktörler kurulmaya başlandı. 1 gram uranyum, 2.5 ton kömüre eşdeğer enerji üretebildiğine göre, nükleer bir santralın yakıt masraflarının yok denecek kadar az olacağı, bir kez kurulduktan

Nükleer santrallarda reaktörün durumu modern kontrol odalarında sürekli biçimde izleniyor.





Bir nükleer santralın reaktör kalbinde oluşturulan yüksek sıcaklık, buhar jeneratörleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülüyor.

sonra, santralın neredeyse bedavaya çalıştırılacağı sanıldı. Nükleer endüstri bu nedenle, bol ve ucuz elektrik enerjisi vaad etti; hatta bir süre sonra evlere elektrik sayacı takmaktan vazgeçileceği söylendi. Nükleer endüstri bu ütopik vaadi ile ilk hatasını yapmış oldu. Çünkü kazın ayağı hiç de öyle çıkmadı.

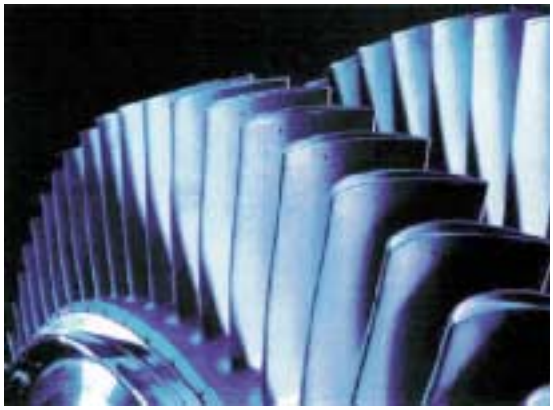
Radyoaktivite, Radyasyon ve Etkileri

Reaktör kalbinde parçalanan uranyum çekirdekleri, daha küçük iki çekirdeğe dönüşür ve "fisyon ürünleri" denilen bu yeni çekirdekler, yüksek enerjilerle doğar. İçinde bulundukları malzeme tarafından sonunda durdurulurlar, ancak bu arada, çevredeki çekirdeklerle çarpışarak epeyce hasar yaratırlar. Ayrıca kararsız olduklarından, oluşumlarından belli bir süre sonra, başka çekirdeklere dönüşürler. Bu arada, gama ışınları denen yüksek enerjili elektromanyetik ışınım ya da elektron ve pozitron gibi tanecikler yayımlarlar. Böyle bir etkinlik gösteren çekirdeklerin, "radyoaktif" oldukları söylenir. Radyoaktif çekirdeklerin bozunması çoğu kez, öteki radyoaktif çekirdeklerin oluşumuyla sonuçlanır. Bunlar da bozunduklarında, daha başka radyoaktif çekirdeklere dönüşebilir. Kısacası, işletmeye alındıktan bir süre sonra bir nükleer reaktörün kalbinde

800 kadar farklı radyoaktif çekirdek türü birikir. Bu çekirdeklerin tümünün sahip olduğu "ışınlama gücü"ne, "radyoaktivite envanteri" deniyor. Radyoaktif envanter, reaktör kapatıldıktan, yani zincirleme fisyon tepkimeleri durdurulduktan sonra da ışımasına devam eder. Gerçi bu ışıma zamanla azalır. Herhangi bir radyoaktif izotopun, başlangıçtaki sayısının ve dolayısıyla da ışıma gücünün yarıya inmesi için gereken süreye "yarı ömür" deniyor. Bu süre çekirdekten çekirdeğe değişir. Bazıları için saniyenin küçük bir kesiri, bazıları için ise binlerce yıl. Birkaç yüz MW gücündeki bir reaktörde, kapatıldıktan hemen sonra, saniyede milyarlarca kere milyarlarca bozunum meydana geliyor. Buysa reaktörün çalışma halinde ürettiği enerjinin %10 kadarının üretilmeye devam etmesi demek. Bu "bozunum ısısı"nın azalması için zaman geçmesi gerekiyor. Bir başka deyişle, kömüre dayalı bir termik santralı kapattığınızda, kazanına kömür atmayı durdurur ve enerji üretimine son verirsiniz. Halbuki bir nükleer santral, kapatılsa dahi, normal gücünün %10'u kadar enerji üretmeye devam eder. Bu durumda reaktörü soğutmayı sürdürmek zorundasınız: Ta ki "bozunum ısısı" önemsiz düzeylere inene kadar... Yoksa reaktör kalbindeki uranyum yakıt elemanları eriyebilir, çok yüksek sıcaklıkta sıvı bir kütle oluşturup, önüne gelen herşeyi eritebilir. Uranyum ağır bir metal olduğundan, erittiği kütlenin dibine çöker ve yeni konumunda neyle karşılaşırsa eritmeye devam eder. Reaktör binasının beton temelini dahi eritip, toprağa ulaşabilir. Bundan sonra, varsayımsal olarak; ABD'deki bir reaktör kalbi toprağı, dünya ekseni boyunca eriterek, dünyanın öbür tarafından, Çin'den çıkabilir. "Çin Sendromu" denilen bu senaryo, elbetteki gerçekçi değildi. Ancak, bir "soğutucu kaybı kazası" sonucu reaktör kalbinin erimesinin olası sonuçları, son derece ciddi.

Radyasyon parçacıkları, mikroskopik birer mermi gibi, önlerine çıkan malzeme içerisinde durdurulup soğurulana kadar, o malzemeye enerji aşılarlar. Malzeme, tıpkı üzerine bir tabanca ile defalarca ateş edilen çelik bir levha gibi ısınır. Bundan öte, radyasyon parçacıkları, yolları üzerindeki moleküler bağları kırarak, maddenin yapısında değişiklikler de yaratır. Eğer malzeme uzun molekül zincirlerinden oluşuyorsa, ışınımın kırdığı molekül parçaları bazen de, yine radyasyon ışınlarının etkisi sonucu, gelişigüzel yerlerinden birbirlerine bağlanır. Yani radyasyon, tıpkı bir oksijen tüpünün ucundaki alev gibi uzun çubukları bazı yerlerinden eriterek kesmekte, başka yerlerinden de, parçaları birleştirmektedir. Bu olguya "radyasyonla polimerizasyon" denir ve bazı plastik türleri bu yolla sertleştirilir. Ancak bu olay canlı bir organizmada zararlı sonuçlar verir.

Yeniden nükleer reaktörlere dönelim: Fisyon sonucu oluşan bazı radyoaktif izotopların, reaktör kalbini soğutan suya karışması mümkün. Kaldı ki;



Dev türbinler, buharı elektrik enerjisine dönüştürüyor.

suyun içerisinde nötronlar dolaşmakta, suyu oluşturan çekirdekler tarafından yutulmakta. Örneğin hidrojen, bir nötron yutup döteryum, döteryum bir nötron daha yutup trityum olabiliyor. Her iki ürün de radyoaktiftir. Keza, sudaki oksijen bir nötron yutup radyoaktif bir izotopa dönüşebilir. Dolayısıyla, soğutma suyu, reaktör içerisinde dönüp durdukça radyasyon biriktirir ve dışarı sızmaması gerekir. Halbuki her endüstriyel girişim, bazı kaza olasılıklarını da beraber getirir. Nükleer reaktörlerin de, ufak tefek kazalar sonucu radyoaktivite sızdırması, çevrede sağlık sorunlarına neden olması kaçınılmaz gibi. Nitekim en gelişmiş ülkelerdekiler de dahil olmak üzere, dünyanın çeşitli yerlerinde inşa edilen yüzlerce nükleer santralda ortaya çıkan radyasyon sızıntılarının sayısı, yüzleri bulmuş durumda. Nükleer endüstri ikinci hatasını burada yaparak, bütün bu kazaları saklamaya çalıştı; saklayamadıklarını yalanladı.

Çünkü dünya kamuoyu, o dönemde tırmanan Soğuk Savaş'la birlikte, nükleer silahlar karşısında dehşete kapılmış, radyasyonun olası zararları anlaşıldıkça da, nükleer santrallara karşı güvensizlik duymaya başlamıştı. Nükleer endüstri kendisini savunmaya çalışırken, teknolojisini sanki kazalardan muafmış gibi göstermiş, "soğutucu kaybı" gibi ciddi bir kazanın asla olamayacağını iddia etmişti. Endüstri üçüncü hatasını da burada yaptı; bu savı da yanlış çıkınca, ağır töhmet altında kaldı.

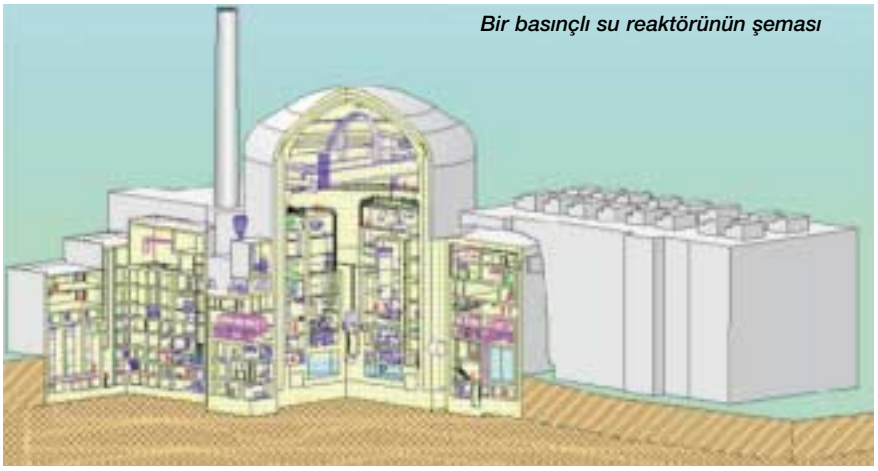
Çünkü 1979 yılında ABD'nin "Three Mile Island" nükleer santralındaki ünitelerden birinde, olası en kötü kaza gerçekleşti; soğutucu kaybı sonucu reaktör kalbi eridi. Gerçi kaza esnasında ölen olmadı, çevreye de fazla radyasyon salınmadı. Ancak, Amerikan kamuoyu, nükleer endüstrinin "olmaz" dediği kazayı yaşamış oldu ve bu alternatifi ciddi bir şekilde sorgulamaya başladı. Elektrik üretim şirketleri yeni siparişler vermeyi durdurdu; daha önceki siparişlerini iptal edenler de oldu. Bu nedenle nükleer endüstrinin girdiği darboğaz, birden bire çok daha ciddi bir sorun nedeniyle daha da ağırlaştı: 1986 yılında Sovyetler Birliği'nin Çernobil nükleer santralındaki ünitelerden birisi, aynı kazaya uğradı. Ancak, bu sefer kaza kontrol altına alınamadı. Oluşan radyasyon bulutu haftalarca, Türkiye dahil Avrupa üzerinde dolaştı; yağmurlarla birlikte besin zincirine karıştı. Kazadan dolayı 30'dan fazla insanın öldüğü biliniyor. Radyasyona maruz kalmış olup da kanser riski artanlarsa, onbinlerle ölçülüyor. Sonuçta nükleer endüstrinin imajı ağır bir yara daha almış, kamuoylarının nükleer enerjiye güveni sarsılmış oldu. Fakat dile getirilen endişelerde, psikolojik boyut ağır basar görünüyor.

Risk ve Ödül

Çünkü nükleer santrallarda ortaya çıkan kazalar, "işletme riskleri" kapsamında bulunuyor ve nükleer endüstrinin bu açıdan performansı aslında, ol-

dukça saygın. Yaklaşık 10 bin “reaktör yıl”lık işletme deneyimi sırasında meydana gelen ciddi kazaların sayısı bir elin parmaklarını geçmiyor. Bu kazalarda ölenlerin sayısı da 50'yi ancak bulmuş durumda. Tabii ki çevreye salınan radyasyon, zamanla kanser vakalarında artışlara yol açacak ve bunun sonucu olarak, pek çok insanın ömrü kısalacak. Ancak teknolojik yaşam, ödüllerin yanında bazı riskler de getiriyor. “Her nimetin bir de külfeti olması” kuralı, öteki sanayi kolları için de geçerli. Örneğin 1974 yılında, Hindistan'ın Bhopal eyaletinde, Union Carbide şirketine ait bir gübre fabrikasında yer alan siyanid gazı kaçağı, 3,400 insanın zehirli buharlar soluyarak ölmesine yol açtı. Fakat kimya endüstrisi bu nedenle kapanmadı. Ülkemizde kömür madenlerinde, her yıl ortalama 60 işçi ölüyor. Ancak hiç kimse kömür madenlerinin bu yüzden kapatılmasını istemiyor. Keza trafik kazaları nedeniyle Türkiye'de yılda, 7,000'e yakın insan ölüyor; 60,000 kadarı da sakat kalıyor. Fakat otomobil kullanımının yasaklanmasını isteyen yok. Çeşitli iş kollarında meydana gelen kazalarda ölenlerin bir yıllık dökümü belki de, şimdiye kadarki tüm nükleer kazalarda ölenlerin sayısından fazla. Bu riskler olağan sayılırken, nükleer enerjiye karşı sert tepki gösteriliyor. Demek ki kamuoyları, “toplumsal risk sıralaması”nda önyargılı davranıyorlar. Bunun bir nedeni, nükleer santralların nükleer silahları çağrıştırması. Bir başka neden de, sözkonusu radyasyon riskinin görünmez, neredeyse "mistik" bir tehlike olması. Uzmanlar durumu kamuoyuna anlatmaya çalışıyor; ancak, endüstri güvenilirliğini yitirmiş olduğundan, aradaki diyalog kopmuş görünüyor.

Halbuki nükleer santralların bir nükleer bomba gibi patlaması olanaksız. Hatta nükleer santrallar, bir kaza durumunda reaktör kalbi ısınmaya başlayınca, kendi kendilerini kapatıp, zincirleme tepkimeyi durduracak şekilde tasarlanmış bulunuyorlar. Nitekim Three Mile Island ve Çernobil'deki reaktörler de, anormal gelişmeler başlar başlamaz durdular. Zincirleme tepkimenin sona ermiş olmasına karşın kalbin erimesine, buradaki radyoaktivite stokunun ışınımlarının yol açtığı “bozunma ısısı” neden oldu.



Bir basınçlı su reaktörünün şeması

Three Mile Island'daki ile aynı kazaya uğramasına karşın, Çernobil'deki kazanın sonuçlarının ağır olmasınaysa bu santralda, Batı standartlarınca öngörülen bazı güvenlik sistemlerinin bulunmaması yol açtı. Şimdiyse, eski Doğu Bloku ülkelerinde bulunan santrallar da Uluslararası Nükleer Enerji Ajansı'nın denetimine açılmış, bu santralların, Batı'daki akranlarında var olan güvenlik sistemleriyle donatılmalarına başlanmış bulunuyor.

Tekrarlamak gerekirse; nükleer teknolojinin işletme performansı, her şeye karşın, hiç de fena değil. Fakat nükleer santralların, kamuoyumuzda yeni yeni tartışılmaya başlanan bir sorunu daha var: Reaktör kalbinde fisyona uğrayarak enerji üreten uranyum yakıtı, zamanla fakirleşiyor ve belli bir noktadan sonra, değiştirilmesi gerekiyor. Bu "kullanılmış yakıt"lar, kimyasal yöntemlerle parçalanıp, içindeki işe yarar izotoplar alınıyor. Geride kalan kimyasal çözeltilerde, "üst düzeyde radyoaktif" olan ve fakat işe yaramayan çekirdekler kalıyor. Bu "üst düzeyde radyoaktif sıvı atıklar"ın gelişigüzel atılmamaları, çevreye zarar vermemeleri için özenle zırhlanıp saklanmaları gerekiyor; ta ki radyoaktiviteleri zararsız düzeylere inene kadar...

Radyoaktif bir maddenin aktivitesinin yarılanması için gereken zamana "yarı ömür" demiştik. Böyle bir maddenin aktivitesini artık kaybetmiş olduğunu söyleyebilmek içinse, parmak kuralı olarak "10 yarı ömür"ün geçmesi gerekiyor. Nükleer reaktör atıkları arasında; Stronsiyum-90 ve Sezyum-137 gibi çekirdekler en önemli yeri tutuyor. Bunların yarı ömürleri, sırasıyla 28 ve 30 yıl civarında. Dolayısıyla, 300 yıl süreyle, emniyetli bir şekilde saklanmaları gerekiyor. Öteki bazı çekirdeklerin yarı ömürleriyse çok daha uzun. Örneğin plütonyumunki 24,000 yıl kadar. Ancak reaktörde plütonyum, kendisi de fisil olduğundan, az miktarda birikir. Öte yandan, termal reaktörlerde biriken plütonyum, hızlı üretken reaktörlerde yakıt olarak kullanılabilir. Bu yapılmadığı taktirde, bu çekirdeğin de keza, özenle saklanması gerekir. Oysa dünya "hızlı üretken reaktör programı" askıya alınmış olduğundan, termal reaktörlerde üretilen plütonyum birikmeye başlamış durumda. Plütonyum için "10 yarı ömür" 240,000 yılı buluyor. Bu denli uzun bir zamansa insanı ufkunun ötesinde. Güvenli saklanabilmesi için, jeolojik zaman ölçeğinde çalışmak gerektiğinden, tüm radyoaktif atıkların, camlaştırıldıktan sonra, depremlerden muaf yeraltı galerilerinde saklanması düşünülüyor. Ancak, çözümlerin sağlıklı olabilmesi için, kamuoyunda geniş bir katılımla tartışılması, kabullenilebilir riskler üzerinde anlaşılması gerekli. Oysa bu konu yeterince tartışılmıyor; nükleer santralların işletme sorunları ise, ön planda tutuluyor.

Özetlenecek olursa, termonükleer tepkimelerin terbiye edilebilmesi halinde insanlığın enerji sorunu, neredeyse ebediyyen çözülebilecek. Fakat bu gerçekleşene kadar, öteki enerji kaynaklarıyla yetinmemiz gerekecek. Nükleer enerjinin, bu “bol enerjili geleceğe” giden köprüde önemli bir rol oynaması kaçınılmaz görünüyor. Ancak tüm ötekiler gibi bu seçenek de, beraberinde, herkesi ilgilendiren bazı riskler getiriyor. Dolayısıyla konunun kamuoylarında, geniş katılımla tartışılması; riskler, ödüller ve ödenecek bedeller üzerinde anlaşılması gerekiyor.

Düşük Düzeyde Radyasyonun Zararları

Aykut Kence
Prof. Dr., ODTÜ Biyoloji Bölümü

Nükleer santrallar bir kaza anında , örneğin Çernobil kazasında olduğu gibi milyonlarca kişinin düşük dozlu radyasyona maruz kalmasına neden olabilirler. Milyonlarca kişinin maruz kaldığı düşük dozlu radyasyonun toplum açısından bir önemi var mıdır?

İyonlaş-tırıcı radyasyonun en önemli özelliklerinden biri, canlı hücrelerinde kalıtsal bilgiyi içeren DNA molekülünde değiş-iklikler yaparak kuş-aktan kuş-ağa aktarılabilen mutasyonlar oluşturmasıdır. Canlıların tüm özellikleri genler tarafından belirlendiği için gen mutasyonlarının etkileri fiziksel ve mental sağlığımızın hemen hemen her yönünü içine alırlar. Kalıtsal açıdan, üreme hücrelerinde oluş-an mutasyonlar önem taşı-rlar. Çünkü bu mutasyonlar bir sonraki kuşaklara aktarılabilirler. Vücut hücrelerinde olu-şan somatik mutasyonlar ise kansere neden olabilecekleri için önem taşı-rlar.



Radyasyonun kalıtsal etkileri hakkında yapılan araş-tırmalar sonucunda kalıtım bilimcilerinin vardığı ortak nokta zararsız olan hiçbir radyasyon dozu olmadığıdır. Öyle ise neden " maximum permissible " doz ya da izin verilen en yüksek doz denen doz sınırları konulmuştur ? Çernobil kazasından sonraki dönemde yetkili ağızlar sık sık " bir insanın hiç bir risk yüklenmeden bir yılda alacağı toplam doz 500 mremdir." -şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu limitlerin altında da radyasyonun etkileri söz konusudur. Ancak nükleer enerji üretimi, bilimsel araş-tırma gibi, toplum için yararlı olabilecek faaliyetlerin sürebilmesi için, kişinin yaş-amında karşılaşa-bileceği diğer bazı risklerle (örneğin trafik kazaları) kıyaslanabilecek düzeyde risk yükleyen doz limitleri konmuştur. Bu doz limitleri bir çok ülkede son bilgilere göre gözden geçirilmiş- ve aşağıya doğru çekilmiş-tir (örneğin A.B.D'de yılda 25mrem, Almanya'da 30 mrem, İngiltere'de 100 mrem; Türkiye'de ise bu limit 500 mrem).

D-üşük düzeyde radyasyona maruz kalan bir insanda mutasyon oluş-ması olasılığı çok az olabilir, fakat milyonlarca insanın her biri böyle bir doza maruz bırakılırsa mutlaka bazı mutasyonlar meydana gelecektir. Şayet az sayıda insan, düşük dozda radyasyon alıyor iseler bunun bireysel riski oldukça küçüktür.. Ama milyonlarca insan düşük dozlu radyasyona maruz kalıyor iseler, toplumsal risk söz konusudur. Örneğin 50 milyon insanın her biri 500 mremlik doza maruz kalırsa bunun etkileri ve doğuracağı sonuçlar çok önemlidir. Böyle bir dozun genetik sonuçları 25 milyon insanın her birinin 1000 mrem, ya da 250.000 kişinin her birine 100 rem radyasyon vermekle aynıdır. Bu durumda toplum tarafından alınan kollektif doz 25 milyon kiş-i-rem ya da 250.000 ki-şi-sievert olarak ifade edilir. (1-Sievert 100 reme-şittir) . Bu doz yaklaşı-k olarak Hiroşima'da atom bombasından kurtulanların aldığı dozun iki katıdır.

Yapılan bilimsel tahminlere göre 1 milyon kişi-remlik bir doza maruz kalma 1200 çekinik mutasyona neden olacaktır. Bir mutasyonun toplumda kalış süresi, ve etkileyeceği kişi sayısı mutasyonun zararlı etkileri ile ters orantılıdır.

Bir de toplumda bireyler arasında radyasyona duyarlılık bakımından farklar bulunmaktadır. Örneğin Ataxia teleangiectasia adlı hastalık genetik bir hastalıktır ve bir çift çekinik gen tarafından kontrol edilir. Bu geni taşıyan bireylerde DNA onarım sistemi iflas etmiştir. Bu hastalığın toplumda görülme sıklığı 40.000'de birdir fakat bu geni tek olarak taşıyan heterezigot bireyler ise 100 de birdir. 50 milyonluk toplumda 500.000 kişi Ataxia teleangiectasia geni bakımından heterezigottur. Yani geni tek olarak taşı-rlar ve normal görünümdedirler. Fakat bu bireylerin kanser olma riskleri normal insanlara göre 5 kat daha fazladır. DNA onarım sistemi ile ilgili onlarca mutasyon olabileceğini düşünürsek, toplumda radyasyona duyarlı bireylerin sayısının bir hayli yüksek olduğunu görebiliriz.

Çevre politikalarının oluşturulmasında, herhangi bir etmenin çevreye geri dönülmez, onarılmaz bir zararı söz konusu ise, bu konuda yeterli veri yoksa bile, zararın kesin olduğu yaklaşımı geçerlidir. Buna, Tedbirlilik İlkesi (Precautionary Principle) denir. Türkiye'de nükleer santral yapımıyla ilgili çevre politikalarında bu ilkenin gözönünde bulundurulması insan gen kaynaklarının korunması anlamına gelecektir.

Nükleer yakıt atıklarındaki bazı radyoaktif zehirler

İZOTOP	YARILANMA ÖMRÜ
Hidrojen-3 (trityum)	12 yıl
Berilyum-10	1 milyon 600 bin yıl
Karbon-14	5 bin 700 yıl
Fosfor-32	14 gün
Potasyum-40	1 milyar yıl
Kobalt-60	5 yıl
Selenyum-79	65 bin yıl
Rubidyum-87	47 milyar yıl
Strontiyum-90	29 yıl
Niobyum-94	20 bin yıl
Molibdenum-93	3 bin 500 yıl
Teknetyum-99	200 bin yıl
Rutenyum-106	1 yıl
İyot-129	15 milyon 700 bin yıl
Sezyum-135	2 milyon 300 bin yıl
Hafniyum-182	9 milyon yıl
Tantalum-182	100 gün
Renyum-187	50 milyar yıl
Kurşun-205	14 milyon 300 bin yıl
Polonyum-210	138 gün
Radyum-224	37 gün
Radyum-226	1 bin 600 yıl
Aktinyum-225	10 gün
Toryum-228	2 yıl
Toryum-231	1 gün
Toryum-232	14 milyar yıl
Uranyum-233	200 bin yıl
Uranyum-234	200 bin yıl
Uranyum-235	700 milyon yıl
Uranyum-236	23 milyon yıl
Uranyum-238	4 milyar yıl
Neptünyum-237	2 milyon yıl
Plütonyum-238	88 yıl
Plütonyum-239	24 bin 100 yıl
Plütonyum-240	6 bin 500 yıl
Plütonyum-241	14 yıl
Plütonyum-242	400 bin yıl
Amerikyum-241	400 yıl
Amerikyum-242	100 yıl

Sonuç

Nükleer endüstrinin yakın geleceğe yönelik çalışmalarının hedefi, günümüzdeki reaktörlerin, kamuoyunun istediği güvenlik düzeyine ulaştırılması. Buysa, daha sıkı standartlar ve yatırım gerektirdiğinden, nükleer enerjiyi, alternatiflerine oranla pahalı kılıyor. Aslında enerji fiyatları, petrol şokları nedeniyle genelde artarken, ülkelerin tasarrufa yönelmeleriyle, enerji tüketimi yerinde saymış bulunuyor. Bu da insana, "her işte bir hayır" vardır sözünü hatırlatıyor. Çünkü en temiz ve en ucuz enerji, tasarruf ile sağlanan enerji.

Nükleer endüstrinin orta vadeli çalışmaları, daha güvenli reaktör tasarımlarına yönelik. Çalışmalar, işletme sırasında, isteseniz ve uğraşsanız da kalbini eritemeyeceğiniz "ultra güvenlikli" sistemler üzerinde yoğunlaşıyor. Örneğin bunlardan birisi gaz soğutmalı bir sistem. "Gelişkin gaz soğutmalı reaktör", top şeklinde yakıtlar kullanıyor. Bir başkasınınsa, küçük bir gölün dibine kurulması tasarlanıyor. Bu "ultra güvenli reaktör"ün, hiçbir durumda soğutucu kaybına uğramaması amaçlanıyor.

Nükleer endüstrinin uzun vadeli çalışmalarıysa, "atıkların güvenli depolanmasıyla" ilgili. Üst düzeyde radyoaktivite içeren sıvı atıkların, katı hale getirildikten sonra "camlaştırılmaları" planlanıyor. Böylece, dış kabın delinmesi ve radyoaktif çekirdeklerin çevreye yayılarak besin zincirine girmeleri önlenmiş olacak. Çünkü cam kırılsa dahi, yalnızca kırılma yüzeyindeki radyoaktif çekirdekler açığa çıkıyor, cam bünye içindekiler dışarı sızamıyor. Ayrıca bu cam koruyucuların "şok emici" jeolojik tabakalara gömülmesi, böylelikle de deprem şoklarından korunmaları amaçlanıyor. Bu tabakalar geçmişte olduğu gibi, yüzbinlerce yıl değişmeden duracak, radyoaktif atıkları içlerinde saklayacaklar. Ancak, zaman ölçeği uzun olduğundan, olası gelişmeleri tümüyle öngörebilmek güç. Burada da, kamuoyunun yapıcı eleştirilerine gereksinme var.

Kamuoyunu, açık fikirlilikle yürütülecek bir diyaloğa davet ederken, göz önünde bulundurulması gereken bir hususu hatırlatmakta yarar var: olmayan enerjinin bedeli, geçmiş kazalarda ödenmiş olanlardan çok daha ağır.

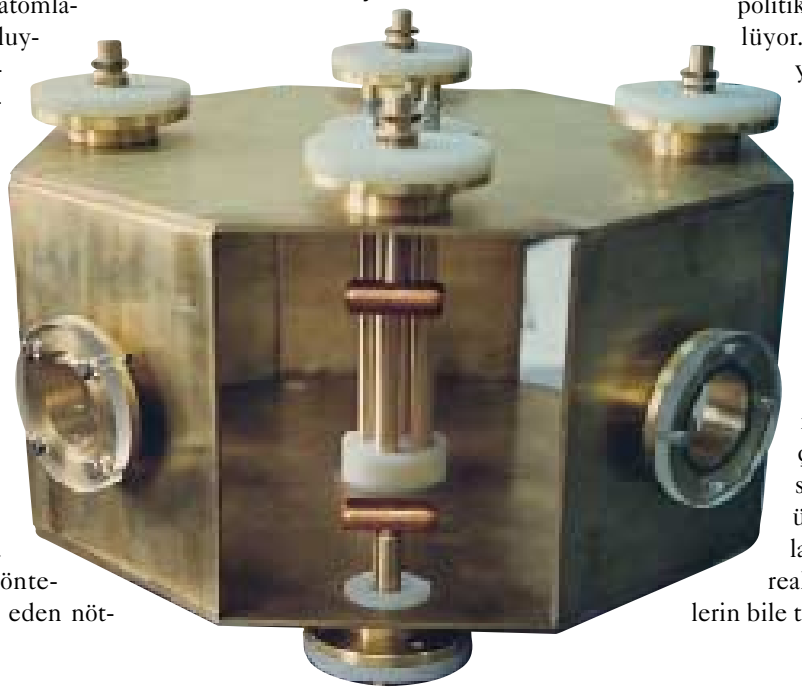
Vural Altın
Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi



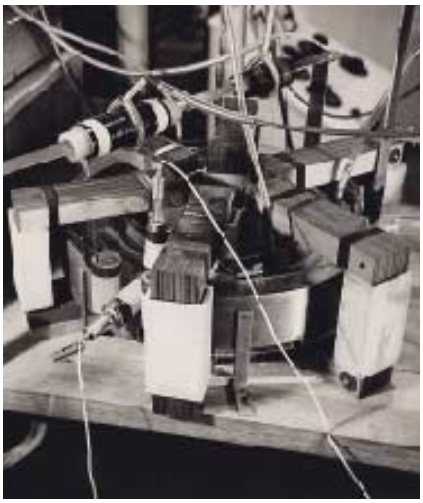
Füzyonda Türk Modeli

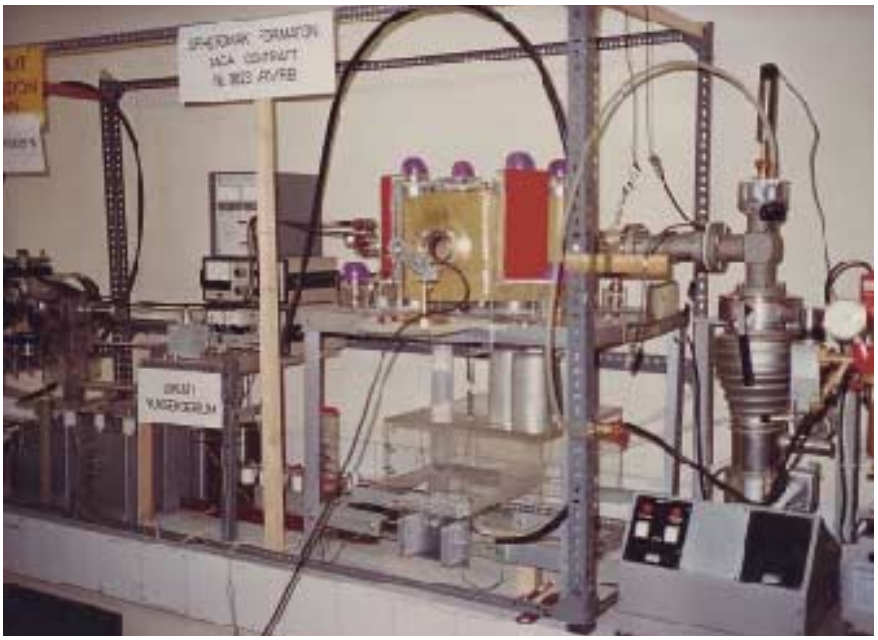
Doğrusunu söylemek gerekirse, insan "Acaba yanlış mı duydum" diye geçiriyor kafasından. Nükleer füzyon teknolojisi ve Türkiye!.. Dünyanın en donanımlı laboratuvarlarında, neredeyse sınırsız parasal ve teknolojik olanaklarla desteklenen seçme bilim adamları, ucuz, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağı yaratacak makinelerin tasarımıyla uğraşıyorlar. Yapmaya uğraştıkları, koskoca yıldızları taklit etmek. Daha açıkçası, yıldızların merkezlerinde milyonlarca derece sıcaklıkta gerçekleşen süreçle atomları birleştirme (füzyon) yoluyla enerji elde etmek. Gerçi görmüş olduğumuz gibi atom çekirdeklerini birleştirme yerine parçalayarak da (fisyon) enerji sağlanabiliyor. Üstelik bu yöntem, tepkimenin başlaması için çok yüksek sıcaklıklar da gerektirmiyor. Çünkü atom çekirdeklerini birleştirmek için, aralarında aynı elektrik yükünden kaynaklanan itim gücünü yenecek bir enerji gerekiyor. Oysa atomun parçalanması yönteminde bu sürece aracılık eden nötron, elektrik yükü taşımadığından, yenmesi gereken bir itim gücüyle karşılaşmıyor ve dolayısıyla daha düşük enerjilerde de görevini başarıyor. Parçalanma yönteminin kolaylığına karşılık bir sakıncası, ortaya çıkardığı radyoaktif atıkların çok ve uzun ömürlü olmaları. Füzyon enerjisini, güçlüğüne karşın çekici kılansa, görece temiz, atıklarının da az olması. Üstelik hammaddesi de bol. Radyoaktif uranyum yerine, evrende en bol bulunan element olan hidrojenin ağır izotopları döteryum ve trityumu birleştirerek, helyuma çeviriyor. Yani fisyonun birtakım zararlı atıkları olmasına karşılık, füzyonun temel ürünü, zararsız (hatta önemli kullanım alanları bulunan) helyum gazı. Döteryum, su içinde 1/6000 oranında bulunan bir madde. Trityum ise, radyoaktif bir madde olan lityumdan elde ediliyor.

Türkiye'de geliştirilen küresel tokamak modelinin akı koruyucusu



Füzyon, sayılan nedenlerden ötürü bilim adamlarının, tasarımcıların, hatta politikacıların düşlerini süslüyor. Ancak bu koşulları yeryüzünde oluşturmak son derece güç. Dahası, son derece pahalı. Nedeni, istendiği gibi enerji elde edilebilmesi için, hidrojen çekirdeklerinin birleşmesi sürecinin devamlı olması gerekiyor. Oysa günümüzde varolan deney reaktörlerinde füzyon, çok kısa süreler için sağlanabiliyor. Enerji üretimi koşullarına yaklaşabilecek çapta büyük reaktörler, gelişmiş ülkelerin bile tek başına ayırabilecek-





Üstte, İstanbul Üniversitesinde 1960-1965 yılları arasında geliştirilen birinci tokamak makinesi (hızlı dinamik sıkıştırmalı tokamak). Sağda, 1980'lerde geliştirilen birinci Spheromak.

leri fonların çok ötesinde yatırım gerektiriyor. Hatta, bu alanda iddialı ülkeler bile çok büyük ölçekli füzyon araştırma projelerinin yükünü ortaklaşa paylaşmakta çekingen davranıyorlar. Oysa anlaşılıyor ki, Türkiye de füzyon araştırmaları konusunda zengin sayılabilecek bir deneyime sahip. Anlaşılamayansa, bu çalışmaların neden 35 yıldır kamuoyunun dikkatinden kaçmış olduğu. Gerçi enerji üretmede, birlikte getirdiği sorunlara karşın atom çekirdeğini parçalama yönteminin (fisyon) sağladığı başarının, füzyon araştırmalarını, yalnızca Türkiye'de değil, tüm dünyada geri plana ittiği bir gerçek. Ancak fisyon enerjisinin yol açtığı sorunlar, sanayileşmiş, yeterli teknoloji birikimine sahip ülkelerde görece temiz füzyon enerjisini yeniden gündeme getirmiş görünüyor. Kuşkusuz , Türkiye'nin parasal ve teknolojik olanakları, bu ülkelerinkiyle karşılaştırılacak gibi değil. Kullanılan ve sürekli olarak geliştirilen füzyon makineleri de, öyle apartman boyutlarında, görkemli, şatafatlı şeyler değil. Üniversite laboratuvarlarının ve daha sonra da Ankara yakınlarındaki (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) TAEK Nükleer Araştırmalar ve Eğitim Merkezi'nin sınırlı teknik donanım ve parasal kaynaklarıyla gerçekleştirilmiş şeyler. Görünümleri, üzerlerindeki etiketlere pek uymuyor. Delikli profil raflar üzerine dizilmiş, sıradan görünümlü birkaç aygıt. Bir reaktörden çok, iyicesinden bir elektrikçi dükkanının tanı aygıtlarını andırıyor. Reaktörün kendisi, 60 litre hacimli, sekizgen biçimli, pirinçten yapılı bir kutu. Kenarların birleştiği yerlerde kaynak izleri görünüyor. Gözlerinizin göremediği, ancak varlığını kolayca algıladığınız şeyse on yılların emeği, heyecanı, kuramcısından, teknisyenine değin herkesin alın teri.

Sonuç, bir "küresel tokamak". Ama küçüklüğü, dağınık görünümü aldatıcı. Aslında önemli özellikleri olan bir makine. Öyle ki, uluslararası füzyon enerjisi panellerinde adı geçiyor. Varolan makinelere bir alternatif olarak tanımlanıyor. Hatta tümüyle Türk tasarımcılarının beyin ürünü olan parçalarından biri, İtalyan araştırmacılarca örnek alınmış. Füzyon enerjisi elde etmek için iki genel yaklaşım var. Bunlardan biri, son yıllarda lazer teknolojisinin gelişmesiyle gündeme gelip yandaş toplamaya başlayan ve "eylemsiz" (inertial) füzyon denen teknik. Bilye biçimindeki küçük yakıt toplarının çok güçlü lazer atımlarıyla bombardıman edilerek sıkıştırılması ve böylece atom çekirdeklerinin birleştirilmesi hedefleniyor. Ancak bu, çok güçlü lazerler gerektiren ve ekonomik yararı kuşku götürür pahalı bir yol. Öteki yöntemse, elektronları yörüngelerinden kopacak biçimde enerjik hale gelmiş (iyonize olmuş), dolayısıyla çekirdekteki protonun artı elektrik yükünü taşıyan hidrojen izotoplarını, yani plazmayı sıkıştırarak füzyonu sağlamak. Teknik, çok güçlü elektrik akımlarıyla hızlanıp ısınan ve manyetik alanlarca tepkime odasının duvarlarına değip soğuması önlenen plazma içindeki döteryum ve trityum izotoplarının birleşerek helyuma dönüşmesi ve bir nötron yayımlaması temeline dayanıyor. En başarılı ve enerji üretimi için en çok gelecek vaat eden manyetik füzyon aracı, tokamak diye adlandırılıyor. Rusça "toroid kamera magnit katushka" sözcüklerinin kısaltılmış biçimi. Anlamı "toroidal (simit biçiminde) oda ve manyetik bobin". Düzeneği geliştiren, L. A. Artsimovich adlı bir füzyon fizikçisi. 1965 Eylülünde İngiltere'de Culham Laboratuvarı'nda yapılan bir uluslararası toplantıda buluşunu açıklamış. Belirleyici özelliği, simit, ya da pasta kalıbı biçiminde bir vakum odası çevresinde yapılı olması. Hedeflenen enerji üretimi, döteryum ve trityum iyonlarının birleşip helyuma dönüşmesi sürecinde ortaya çıkan (ve elektrik yükü taşımadıkları için manyetik alanlarca tutulamayan) nötronların oda duvarına çarpıp ısıtmaları yoluyla elde ediliyor. Nötronlar düz bir hat izleyerek halka biçimli reaktör kabının duvarlarından geçip, bu kabı çerçeveleyen "blanket" (battaniye = ısıtıcı örtü) içindeki lityumu bombardıman ederek trityuma dönüştürüyor. Sıcak trityum, reaktör kabındaki plazmaya karışarak soğumasını önlerken, reaktör çeperlerine ve ısıtıcı örtüye bırakılan enerji, ısı değiştirgeci aracılığıyla alınarak türbinlere veriliyor ve buhar yoluyla elektrik enerjisine dönüştürülüyor. Bu süreçte sorun, nötronların kısa sürede reaktör çeperlerini radyoaktif duruma getirmesi.

Füzyon yoluyla enerji üretilmesinde, halka biçimli tepkime odasında havada asılı durumda bulunan plazmanın sıcaklığını koruması ve böylece füzyonun kesintisiz sürmesi büyük önem taşıyor. Çalışır durumdaki bir füzyon reaktöründe , ortaya çıkan enerjinin bir bölümü, halkaya yeni yakıt (döteryum ve trityum) doldurulurken plazmanın soğumasını önlüyor. Ancak reaktör ilk devreye girdiğinde, ya da geçici olarak kapandıktan sonra yeniden çalışmaya girerken, plazmanın 100 milyon °K'nin üstünde bir sıcaklığa kadar ısıtılması gerekiyor. Ancak böylece çekirdekler, içlerindeki artı elektrik yüklü protonlar arasındaki itme gücünü yenecek bir enerjiye kavuşturuluyor. Bu sıcaklık, yıldızların merkezlerinde füzyon tepkimeleri için gerekli sıcaklıktan kat kat yüksek. Örneğin Güneş'in merkezindeki sıcaklık, yaklaşık 15 milyon derece olarak hesaplanıyor. Bu görece düşük sıcaklıkta füzyon gerçekleşmesinin nedeni, atomların, muazzam kütleçekiminin etkisiyle çok yoğun biçimde sıkışmış durumda bulunmaları. Reaktörlerde çok daha



Odaklanmış plazma akım kanalının hacmini büyütmek için tasarlanıp geliştirilen çok kutuplu yoğun plazma odaklama elektrodu.

yüksek sıcaklık gereksinmesinin nedeniyse, enerji kayıpları.

Bugünkü durumlarıyla gerek tokamaklarda, gerekse öteki manyetik füzyon deney düzeneklerinde, plazmanın sıcaklığını korumak için yeterli enerji düzeylerine çıkılamıyor. Dolayısıyla aygıtlar çok kısa süreli atımlar biçiminde çalışıyor ve her atımdan önce plazmayı yeniden ısıtmak gerekiyor. Ancak 100 milyon derece düzeyinde bir sıcaklığı oluşturmak kolay bir iş değil. Bunun için birkaç yöntemin bir arada kullanılması gerekiyor. Bunlardan biri, birkaç milyon amper gücünde, plazma içinden geçen bir akım. Poloidal alanı yaratan akım, aslında plazmayı da ısıtıyor. Buna ohmik (ya da dirençsel) ısıtma deniyor. Bu tür ısıtma, bir elektrik ampulünün içinde ya da bir elektrikli ısıtıcıda gerçekleşen ısınmayla aynı. Deney reaktöründe bu yolla ortaya çıkan ısı, akımla ve plazmanın direnciyle ilintili. Ancak ısıtılan plazmanın sıcaklığı arttıkça direnç azalır ve bu nedenle ohmik ısıtma etkinliğini yitirmeye başlar. Bir tokamakta ohmik ısıtma yöntemiyle yaratılabilen maksimum sıcaklık 20-30 milyon dereceyi geçmediği için ek yöntemler de kullanılıyor. Bunlardan biri, plazmanın bulunduğu tepkime halkasına nötr parçacık demetleri enjekte etmek. Nötr (iyonize olmamış, dolayısıyla elektrik yükü taşımayan) atomlar, ohmik olarak ısıtılmış ve manyetik alanlarla hapsedilmiş plazmaya püskürtüldüğünde, hemen iyonize olurlar ve bunlarda manyetik alanca hapsedilir. Yüksek

Türkiyede Yapılan Deneysel Nükleer Füzyon Çalışmaları

Dünyadaki kontrollü nükleer füzyon üzerindeki araştırmalar, ilk kez 1958 yılında Cenevre'de düzenlenen, Birleşmiş Milletlerin atom enerjisinin barışçıl amaçlarla kullanılması ikinci konferansında tartışıldı ve zamanın en büyük füzyon makinesi olan, İngiltere'nin Harwell Laboratuvarında geliştirilen ZETA'ya büyük ilgi gösterildi. Konferansta aynı zamanda, nükleer füzyonun ekonomik bir enerji çıkışına ulaşılmasından önce, sıcak ve yoğun plazmaların özelliklerinin daha iyi anlaşılması gereği vurgulandı. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansının (IAEA) 1961 de Salzburg'da düzenlediği 1. Uluslararası Konferanstan sonra, İngiltere Atom Enerjisi Kurumu desteğiyle Culham'da 1965 yılında düzenlenen 2. IAEA Konferansında Rus bilim adamı L. A. Artsimovich ve arkadaşları, Rusca kelimelerin baş harflerinden türetilmiş **Tokamak** kavramını ortaya attılar. Daha sonraki yıllarda dünyadaki birçok ulusal füzyon laboratuvarlarında tokamak araştırmalarına başlandı ve aralarında bilgi alışverişi amacıyla işbirliği giderek yoğunlaştı. Bunun bir sonucu olarak, 9 Kasım 1991 de, Avrupa Birliğinin ortak projesi JET (Joint European Tokamak)' de, iki yıl sonra Amerikanın Princeton laboratuvarındaki TFTR (Thermonuclear Fusion Test Reactor)'de ve 1995 yılında da Japonya'nın JT-60U'de olmak üzere üç ayrı tokamak makinesinde, füzyon gücü reaktörüne ilk adım olarak, sistemdeki giriş ve kayıp enerjilerinden daha büyük bir enerjinin üretildiği anlamına gelen, Q=1 düzlüğe çıkış (breakeven) noktasına ulaşılarak, yeryüzünde kontrollü bir yapay güneş oluşturulması yolunda, insanlığın temiz ve tükenmez bir nükleer enerjiye kavuşabileceğini gösteren, büyük bir mesafe katedilmiş oldu.

Türkiye'de, nükleer füzyon araştırmalarına, dünyadakine paralel olarak 1960 yılında, Istanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Atom ve Çekirdek Fiziği Kürsüsünde, şu anda kendisini saygı ve rahmetle andığımız, değerli ve onurlu hocamız, merhum Prof. Dr. Fahir Yeniçay önderliğinde başlandı. O tarihte henüz tokamak kavramı tanımlanmamış olmakla beraber, hâlâ şu anda güncelliğini koruyan, önce; eksenel toroidal manyetik alan uygulanmadan, Toroidal Dinamik Pinç (TDP) makinesi [1] ve daha sonra; pragramlanabilir manyetik alanlı Yüksek Beta Tokamak (YBT) makinesi [2] çalışmalarına başlandı. Bu arada, eğitim faaliyetleri kapsamında, üç M.Sc. ve bir Ph.D. çalışması da sonuçlandırıldı. Ülkemizde ilk kez bu konuda çalışma başlatıldığı için, bilgi alışverişi amacıyla, Max Planck Enstitüsü-Almanya, Cambridge Üniversitesi, Culham Laboratuvarı-İngiltere ve Nükleer Araştırma Merkezi-Polonya gibi zamanın önde gelen laboratuvarları ile yoğun bilgi alışveriş faaliyetlerine girişildi. Unutmamak gerekir ki, o dönemde; Amerika, Avrupa, Japonya ve Rusya'daki tokamaklar ile TDP ve YTP makinelerinin standart deneysel verileri açısından pek büyük fark yoktu.

Türkiye'de ilk ve Dünya'da yedinci sırayı alan TDP makinesinin; toroidal pyrex vakum odası, 35 cm büyük ve 5 cm küçük yarıçaplarında idi. Döteryum gazı kullanarak, TDP de elde edilen tipik deneysel referans verileri: primer akımı 25-50 kA, plazma akımı 10-16 kA, elektron yoğunluğu 10^{14}-10^{15} cm^{-3}, electron sıcaklığı 40-70 eV, poloidal alan 2-3.5 kG, plazma korunma zamanı 45 μs, toplam giriş enerjisi 2.7 kJ (60 MW darbe kipi), beta (plazma kinetik basıncı/manyetik baskı) %40-50, verim %18-30, füzyon enerjisi 490-810 J (10.9-17.8 MW darbe kipi), nötron yoğunluğu ≈ 10^{4} cm^{-3} $(45\ \mu s)^{-1}$, nötron enerjisi 2.48 MeV, plazma akım kanalının biçimi helisel ve kararsızlık m=1 kipi şeklinde idi.

Yapımı 1966 yılında tamamlanan YBT makinesinin toroidal kuartz vakum odası ise, 50 cm büyük ve 6 cm küçük yarıçaplı idi. Elde edilen tipik deneysel referans verileri: kullanılan gaz döteryum, primer akımı 25-50 kA, plazma akımı 35 kA, elektron yoğunluğu 10^{14} cm^{-3}, elektron sıcaklığı 60-90 eV, toroidal manyetik alan 3.5 kG (tersine dönmüş , hilal ve eğri alan şekillenmeleri), poloidal manyetik alan 2.5 kG, plazma korunma zamanı 150 μs, toplam giriş enerjisi 2.7 kJ (18 MW darbe kipi), beta %20-30, verim %22-30, füzyon enerjisi 494-943 J (3.96-6.3 MW darbe kipi), nötron yoğunluğu ≈6×10^{4} cm^{-3} $(150\ \mu s)^{-1}$, nötron enerjisi 2.52 MeV ve kararsızlık m=0 kipinde idi. Karşılaştırma sonucunda, hilal biçiminde programlı manyetik alanlar kullanılması halinde, geleneksel alanların kullanıldığı duruma göre, çok daha uzun kararlılık zamanlarına ulaşılabileceği deneysel olarak kanıtlandı.

1970 yılında deneysel füzyon çalışmalarına Ankarada, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) Nükleer Füzyon Laboratuvarı'nda Ortadoğu Teknik Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümüyle işbirliği çerçevesinde; 775 sayı-

enerjili iyonlar, çok sayıda çarpışma sonucu enerjilerinin bir bölümünü plazma parçacıklarına naklederek plazma sıcaklığının yükselmesini sağlarlar.

Sıcaklık, manyetik sıkıştırma yoluyla da yükseltilir. Çünkü ani bir sıkışma gazı ısıtır. Aynı biçimde plazma sıcaklığı, kendisini hapseden manyetik alanın arttırılması yoluyla da yükseltilebilir. Bir tokamak sisteminde bunun en kolay yolu, plazmayı, manyetik alanın daha güçlü olduğu bir yere, yani halkanın ortasına çekmektir. Plazmanın sıkıştırılması, iyonları da birbirine yaklaştıracağından, bir füzyon reaktörü için gerekli yoğunluğun sağlanmasını da kolaylaştırır.

Nihayet plazmanın sıcaklığını yükseltmek için radyo frekansı yönteminden de yararlanılıyor. Torus (plazmanın içinde bulunduğu halka) dışına yerleştirilen osilatörler, yüksek frekanslı radyo dalgaları üretiyor. Dalgalar uygun frekanstaysa enerjileri, plazma içindeki elektrik yüklü parçacıklara naklediliyor. Enerjisi artan bu parçacıklar, başka parçacıklara çarparak plazma sıcaklığının yükselmesini sağlıyor.

Tüm bu yöntemlere karşın füzyon reaktör tasarımcıları, plazmanın sıcaklığını korumakta zorlanıyorlar. Nedeni, manyetik alan çizgilerinin tümüyle aynı olmaması. Reaktör kabı içindeki plazma, Lorentz kuvveti ile hapsediliyor. Bunun anlamı, elektrik yüklü parçacıkların, manyetik alan çizgilerini izleyerek hareket etmeleri.

Ama bir tokamak içindeki alanda kıvrılan manyetik alan içinde, alanın genel doğrultusunu izleyen "iyi" çizgilerin yanı sıra, bu doğrultudan sapan ve plazma içindeki parçacıklarda kaçağa neden olan "kötü" çizgiler de var.

TAEK, Nükleer Araştırma Laboratuvarı'ndaki küresel tokamak makinesinin son biçimi.



Füzyon fizikçileri, bu kaçağı en aza indirmek için yeni tasarımlar geliştiriyorlar. Bunlar arasında giderek popüler duruma gelen birisi, halka biçimli reaktör kabının çevrelediği merkezdeki bobini küçültmek; yani bir anlamda, simitin ortasındaki deliği daraltmak. Bunlara küresel tokamaklar deniyor. Bu tasarımda "iyi" manyetik alan çizgileri arttığından, pahalı bobinlerle üretilen akıma olan bağımlılık belli ölçüde azalıyor. Bu da daha küçük ölçeklerde deney reaktörleri yapılmasına olanak sağlıyor. Hatta merkezdeki bobinin tümüyle ortadan kaldırıldığı "spheromak" (küremak) diye adlandırılan makineler de yapılmaya başlandı.

Türkiye'nin kurama katkısı burada devreye giriyor. Otuz beş yıl süren çalışmaların ürünü, küçük, ama belki de sürekli ve kontrollü füzyon hedefinin daha kısa sürede ve daha ucuza gerçekleştirilmesine katkıda bulunacak bir makine. Ana ünitesi, başta da belirtildiği gibi 60 litre hacminde bir pirinç odacık, ya da teknik adıyla bir akı koruyucu. Oluşturabildiği plazma sıcaklığı da boyutlarıyla orantılı. Yalnızca 70

lı AEK projesi olan "Magnetron Enjeksiyonlu bir Demet-Plazma Sistemi" geliştirilerek, enerjik elektron demeti yardımı ile plazmanın oluşturulması ve ısıtılması mekanizmaları incelendi [3]. Yerli yapım, eş eksenli elektrostatik mercek ve bölgesel manyetik alanlı elekton demet sisteminde; sürekli şekilde oluşturulan enerjik elektron demetinin boyuna enerjisi en çok 1.5 keV olup demet hidrojen gazı içinden geçirildiğinde elde edilen plazmanın yoğunluğu ise 10^{7} cm^{-3} ile 10^{10} cm^{-3} arasında değişti. Demet yoğunluğu, deneysel koşula bağlı olarak, 5×10^{8} cm^{-3} e kadar yükselebildi. Deneyler sırasında, plazma frekansı, elektron siklotron frekansı ve iyon siklotron frekansı ile armoniklerine yakın, sırasıyla karakteristik ω_2, ω_3 ve ω_4 frekansları, daha sonra bu frekansların sönümü saptanarak, plazma dalgası ile manyetik alan etkisiyle oluşan iyon siklotron dalgalarından, plazmaya enerji aktarımı yolu ile, plazmanın elektron ve iyon sıcaklıkları olarak 100 eV ve 2 eV'a yakın değerler bulundu.

1974-1975 dönemi, IAEA'nin araştırma bursu ile Hollanda'nın Amsterdam FOM Enstitüsündeki, Rölativistik Elektron Demeti (RED) ile plazmanın ısıtılması deneylerine katıldıktan sonra yurda dönüşte, kollektif iyon hızlandırması, kısa süreli ve güçlü X ışını üretimi, enine uyarılmış atmosferik (TEA) ile serbest (free) elektron laserlerinin tetiklenmesi ve güçlü mikro-dalga üretimi gibi çok geniş bir uygulama alanı bulunan RED teknolojisinin yerli olanaklarla yurdumuza kazandırılması amacıyla incelemeler yapıldı. Bu konuda eğitim ile birlikte RED uygulamaları amacıyla bir RED Tesla Hızlandırıcı (RTH) sistem olan Mini-RED-I projesine başlandı [4]. RTH; enerji birikimi için bir kondansatör bataryası, yağ tanklı Tesla tipinde bir transformatör, bir darbe biçimlendirme iletim hattı, kontrollü iki kıvılcım aralığı ve bir Alan Emisyonu Diyod'undan (AED) ibarettir.

Yükleme gerilimi 150 kV, elektron demet akımı 3.5 kA, elektron demet süresi 20 ns olan Mini-RED-1 makinesinden elde edilen RED'in, atmosferdeki yayılma karakteristiğinin saptanması amacıyla, termolüminesans dozimetreler kullanılarak, yatay ve düşey bileşenleri ölçüldü ve radyasyon histerizisleri incelendi. Böylece, atmosfer basıncında, enine oluşturulan elektrik alanlar yardımıyla, denetimli ve yüksek akımlı boşalmalar gerçekleştirilerek, TEA laserlerinin yapılması için ilk adım atılmış oldu. Bu kapsamda, darbe rejiminde çalışan bir argon-iyon lazeri de gerçekleştirildi [5].

Özel tasarımlı, yapraklı (foil) ve yapraksız (foilless) AED ile; reflex triyod, polietilen vakum odası ve farklı diyod polarizasyonları gibi yapılarda, iyon hızlandırması mekanizması deneysel olarak incelendi. Yüksek empedanslı ve yapraklı AED için; elektrik alan ile akım limitlemesi arasındaki korelasyon saptandıktan sonra, yüklü iletim hattı, işaret ve dalga şekillenmeleri ile AED nun fiziğini tanımlayan, sistemin bir nümerik modeli yapıldı. Daha sonra, Mini-RED-I makinesinin gücünün yükseltilmesi amacıyla Mini-RED-II makinesinin kurulması için, yapraklı ve yapraksız AED, geçitli (gated) kipi özel yüksek gerilim yağ tankı, Tesla transformatörü, gliserin yalıtımlı darbe biçimlendirme iletim hattı ve dereceli halkalı (graded discs) vakumla yalıtılmış AED'un ayrı ayrı yapımları tamamlanarak, yükleme gerilimi 350 kV, elektron demet akımı 3.5 kA ve süresi 20 ns olan Mini-REB-II makinesi kuruldu ve çalıştırıldı. Mini-REB-II makinesi, yersizlik nedeniyle sökülerek, bu durumda bekletildi ve şu sırada ODTÜ Fizik Bölümünde yeniden kurulması için hazırlıklar devam etmektedir.

1980-1985 yılları arasında, DPT desteğiyle, kullanılan gazın türüne bağlı olarak bazı nükleer taneciklerin (proton, döteron, alfa, nötron) hızlandırılması amacıyla " Çok Yönlü bir Nükleer Tanecik Üreteci" başlığı altında bir Yoğun Plazma Odağı (Dense Plasma Focus) (YPO) projesi üzerinde çalışıldı [6]. Füzyon düzenekleri arasında YPO sistemleri, geleneksel hızlandırıcılara nazaran çok daha basit şekilde nükleer tanecik hızlandırma olanağına sahip olduklarından ve hatta çok yüksek güçlü YPO sistemleri ile güçlü laserlerin sürülmesi ve fisyon yakıt transmütasyonu uygulamalarında kullanıldığından büyük önem taşır. Oldukça basit bir yapıya sahip olan YPO sistemi, bir kondansatör bataryasında toplanmış olan enerjinin özel yapılı, eşeksenli bir elektrod sisteminde denetimli şekilde boşaltılması esasına dayanır. →



Küresel tokamağın deney verilerini kullanarak çizdirilmiş enine akım halkaları.

eV; ya da 810 000 °K dolaylarında. Bu durumuyla, bırakın kontrollü füzyonu, bir nötron kaynağı olması ve üniversite öğrencilerine plazma deneyleri konusunda olanak sağlamasının ötesinde, pratik bir kullanımı yok. Ancak bu haliyle bile kendisine uluslararası füzyon topluluğu içinde bir isim yapma yolunda. Marifeti, ohmik ısıtma ve bunun için gerekli dev transformatörler ve bobinler gerekmeden de bir küresel tokamak oluşturması. Yapılan, 1 milyon amper gibi yüksek akımlı bir merkezi iletken çubuk yerine, Türk tasarımı, hilal biçimli plazma topları kullanılarak yüksek akımlı merkezi plazma kuşakları oluşturulması. Buluşun patenti, füzyon çalışmalarına on yıllarını vermiş olan Profesör Dr. Sadrettin Sinman ve eşi Doç. Dr. Ayten Sinman'a ait.

Bu makinenin öncülü olan Alternatif Küresel Tokamak (AST) bile uluslararası füzyon toplantılarında tartışıldı ve büyük teknik ve mali olanaklara sahip sanayileşmiş ülkelerin geliştirdiği örneklerin yanı sıra alternatif bir model olarak kabul gördü. Yeni tasarımsa, özellikle hilal biçimleri nedeniyle "C-topları" diye adlandırılan plazma enjektörleriyle ve ohmik ısıtma olmaksızın toroidal akım oluşturulması yöntemiyle gene uluslararası ilgiye odak oldu. Yeni İtalyan küresel tokamak tasarımlarında da, merkezi çubuk yerine plazma toplarının yer aldığı belirtiliyor. Gene "çok kutuplu yoğun plazma odaklama sistemi" (multipole dense plasma focusing system) adıyla geliştirilen ve odaklanmış plazma akım kanalının hacmini büyütmede kullanılan bir elektrod sistemi de orijinal bir katkı.

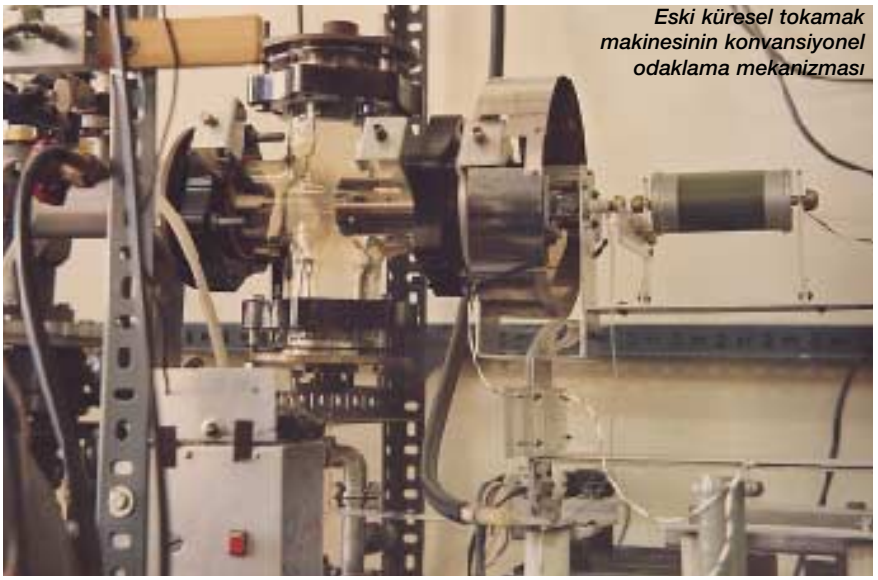
Küresel tokamaklar için ortaya çıkarılan Türk seçeneği, daha önce de değinildiği gibi yalnızca bir modelleme. Füzyon modellemeleri üzerinde çalışan başka ülkeler de var. Brezilya, Çek Cumhuriyeti, İran, İspanya, ve Portekiz bunlar arasında. Ancak bu ülkelerden şimdiye değin seçenek oluşturabilecek bir model çıkmamış. Ancak bu, Avrupa Birliği üyeliğine hazırlanan Türkiye'yi geride bırakmayacakları anlamına gelmiyor. Çünkü olması gerektiği gibi füzyon araştırmaları için bir program belirlemişler ve bunun hayata geçirilmesi için gerekli kurumsal, akademik ve teknik altyapıyı hızla oluşturmaya başlamışlar. Türkiye ise, şimdilik böyle kısa, orta ve uzun dönemli dilimlere bölünmüş, kapsamı, odağı, hedefi belli bir füzyon araştırmaları programını oluşturamamış görünüyor. Profesör Sadrettin Sinman, bu alanda bir hamlenin "olmazsa olmaz" koşulları arasında, böyle bir programın ötesinde, disiplinlerarası bir işbirliğini ve değişik bilim dallarından uzmanları bünyesinde toplayacak bir araştırma yapısı ve laboratuvarları sayıyor. Gene Sinman'lara göre, daha serbest bir üniversite ortamı ve deney

Proje kapsamında, tamamen yerli olanaklarla Mather tipinde geliştirilen YPO-I sistemi, 1.0 kJ'lük kondansatör bataryası, denetimli kıvılcım aralığı, iç ve dış elektrod yarıçaplarıyla uzunluğu değiştirilebilen eş eksenli hızlandırıcı tüneli ile gerekli elektronik denetim ve ölçümler için; hızlı manyetik sonda, Rogowsky bobinleri, Faraday kabı, ışıldama sayacı, polaroid kamera, osiloskop gibi alt tanı sistemlerinden ibarettir.Yoğun plazma odağı boşalması fazında; farklı plazma tabakalarını şekillendirmek için, değişik anod ve katod elektrod geometrileri kullanıldı, batarya gerilimi ve gaz basıncı arasındaki ilişki sistematik deneyler sonucunda saptanarak, anod üzerindeki hasar desenlerinden, plazma odağındaki iyonlara göre ters yönde hızlanan elektronlarda rölativistik özellikler görüldü. Sistemden RED'in muhtemel çıkış bölgeleri saptanarak, YPO sistemlerinin ayni zamanda 2-3 MeV enerjili, darbe tipi RED üreteci olarak da kullanılabileceği anlaşıldı.

YPO'da döteryum gazı kullanılması halinde, D-D reaksiyonu sonucunda meydana gelen nötronları aktivasyon analizi yöntemi ile ölçmek amacıyla özel bir orantılı sayıcı sistemi geliştirildi. Boşalmanın sıkışma fazında, anod bölgesindeki plazmanın odaklanması sırasında, yoğunluğun katıların yoğunluğuna kadar yükseldiği düşünülerek, bu yoğun plazmanın bir tablet olarak değerlendirilmesi araştırıldı. Bu kapsamda, tablet bölgesi uzatılarak örneğin bir laser-tablet füzyon reaktörü için çok kutuplu bir YPO elektrod sistemi kuruldu. Ayrıca YPO-I makinesinin gücünün yükseltilmesi için YPO-II makinesinin bileşenleri tamamlandı fakat yine yer sorunu nedeniyle sökülmüş durumda bekletildi. Şu anda ODTÜ Fizik bölümünde sistemin kurulması için hazırlıklar devam etmektedir.

Tokamak sistemlerinin yanısıra, yeni alternatif bir manyetik korunma sistemi olarak Spheromak kavramı, daha basit yoldan füzyon reaktörüne varma açısından önem taşır. Spheromak; bir plazma hacmindeki manyetik akı yoğunluğu ile ayni hacim içindeki vektör potansiyeli çarpımının entegrali anlamına gelen manyetik helisite prensibinin, topolojik yorumu ile elde edilen bir biçimdir. Manyetik helisite ideal şekilde bir magnetohidrodinamik (MHD) invaryantdır. J.B.Taylor, MHD teorisine, kuvvetten bağımsız (force free) denge yahut minimum enerji hali ilkesi ışığında, yeni bir görüş getirmiştir. Pratikte, eş eksenli bir plazma topuyla daha önce biçimlendirilmiş bir spheromak, akı koruyucusuna itildikten sonra korunmaktadır. Oysa, IAEA nın bir araştırma kontratı desteğiyle geliştirilen sistemde, C-topu olarak isimlendirilen manyetik sürmeli plazma topu, akı koruyucusunun içine yerleştirildiği için, spheromak akı koruyucusu içinde biçimlenir ve C-toplarının sayısı arttıkça buna bağlı olarak spheromağın gücü de yükselir. Üstelik, C-topunun plazma kuşağındaki şok dalgasıyla ısıtılmış sıcak (70-100 eV) elektronları, plazma kuşağı halkasının oluşturduğu manyetik alanla etkileşerek, helisel bir plazma akımı meydana getirir. Sonuç olarak, spheromak biçimlenirken toroidal ve poloidal manyetik alanlar da dışardan uygulanmaksızın akı koruyucusu içinde kendi kendilerine bağlanır. Bu mekanizma, Taylor ilkesine iyi uyum sağlar.1986 yılında IAEA'nın Kyoto'da düzenlediği uluslararası konferansda, Ankara spheromak'ı olarak literatüre geçen SK/CG-1 makinesinin [7] üstün yanları arasında; a) Deneysel koşullar değiştirilerek, spheromak, küresel pinç ve küresel tokamak türünde değişik kompakt torları oluşturulması mümkündür. b) C-topu yardımıyla, akı koruyucusunda demet plazma etkileşmeleri ve bu kapsamda plazmanın ısınması yönünden önemli olan, karakteristik frekanslarda dalgalar oluşarak, dalgalardan plazmaya enerji aktarılabilir. c) spheromak akı koruyucusu içinde oluşturulduğundan, kondansatör bataryasından daha yüksek verimle enerji dönüşümü olur. d) Spheromak plazması başlangıçta şok ısıtmasıyla termalize olur. e) biçimlenme ve bağlanma fazında, diğer eş-eksenli plazma toplu sistemlerde görülen geometrik deformasyon, C-toplu sistemde minimum düzeydedir. f) C-toplarının sayısı akı koruyucusu çevresinde arttırılabildiğinden, simetri bozulmadan reaktör ölçeğine varılabilir. Eş eksenli plazma enjektörü ile biçimlendirilen spheromak sistemlerde ise, top sayısı ikiden fazla arttırılamaz. g) Sürekli kararlı ve yarı kararlı çalışma moduna geçilerek reaktör ölçeğine ulaşılabilir.

Spheromak projesini geliştirmek amacıyla çalışmalar; küresel tokamağa doğru yönlendirildi. Küresel tokamağın, spheromak ve tokamak'dan en önemli farkı; büyük yarıçap R'in plazma yarıçapı a_p ye oranı ile tanımlanan görünüm oranı (aspect ratio) $A=R/a_p$ <2.5 ve plazma çevresindeki güvenlik faktörü (safety factor) $q(a)=a_pB_\phi/RB_\theta>1$ ile karakterize edilir. Burada, B_ϕ ve B_θ sırasıyla toroidal ve poloidal manyetik alan şiddetlerini gösterir. Bu bir anlamda, Z düşey ve



Eski küresel tokamak makinesinin konvansiyonel odaklama mekanizması

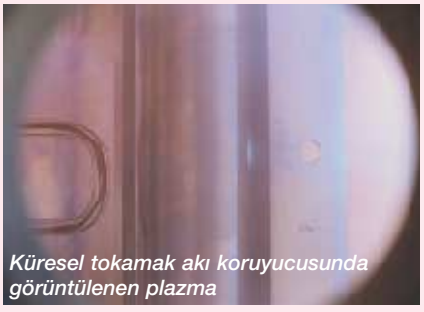
araçlarının tasarım ve geliştirilmesinde kamu-özel sektör işbirliğinin önemini vurguluyor.

Bugünkü koşullarda füzyon enerjisi için Türk modelinin belirgin bir hedefi, hatta geleceği görünmüyor. Oysa uzun bir deney birikimi ve kuramsal alt yapı hazır bekliyor. İş, geliştirilen küresel tokamak modelinin, bire üç oranında büyütülerek, 3 keV gücünde bir reaktör tasarımına dönüştürülmesi. Bunun için tepkime odasının (bizimkinde akı koruyucu) yarıçapının 40 cm'den, 1m'ye çıkartılması gerekiyor. Böyle bir makinede oluşturulacak plazma sıcaklığıysa yaklaşık 35 milyon derece. Profesör Sinman, hibrid (karma) tasarımlı böyle bir makinede yanma süresinin 10 milisaniye düzeyinden, saniyenin çok daha daha büyük kesirlerine yükseleceğini ve deney koşullarında enerji bile üretebileceğini vurguluyor. Gereken boyut büyütmenin gerçekleşmesi halinde Türkiye'nin füzyon makinesi, bugün dünyanın en büyük füzyon makinesi sayılan, Culham'daki Joint European Torus (JET) reaktörünün 4 yıl önceki durumuna gelecek. Profesör, böyle bir ölçek büyütmenin salt teknik maliyetinin (personel giderleri hariç), 150 000 doları geçmeyeceğini hesaplıyor. Ama şunu da vurguluyor ki, iş yalnızca eldeki makinenin boyutlarını üçle çarpmakla bitmiyor. Merkezi bir program çevresinde sayılan öteki koşulların da yerine getirilmesi gerekiyor. Ama anlaşılıyor ki, iş paraya dayanınca, Türkiye'nin füzyon araştırmaları alanında daha gür bir sese kavuşmasının parasal faturası, orta halli bir futbol kulübünün, ya da bazı kamu kuruluşlarının makam otomobili parkının boyutları dışında değil…

Raşit Gürdilek

Kaynaklar:
Spherical Torus MAY Improve Tokamak Cost and Performance, Physics Today, Mayıs 1999
http://ippex.pppl.gov/ippex/About_fusion
http://www.userscomcity.de/~hen1ning/fusion.htm

R yatay eksenlerle tanımlanan düzlemde oluşan sıcak plazma çekirdeğinin kutup noktalarından çekilerek uzatılmış biçimidir. Böylece, yeni eşgüdümlü bir IAEA araştırma kontratı ile, AST (Alternative Spherical Tokamak) makinesi tasarlandı, kuruldu ve çalıştırıldı. Elde edilen sonuçlar, periyodik olarak düzenlenen Uluslararası ve Avrupa füzyon enerjisi toplantılarında sunuldu [8,9]. Tokyo üniversitesi ile IAEA birlikte organize ettiği ve 26-28 Ekim 1998 tarihinde yapılan küresel tokamak teknik komite toplantısının değerlendirme makalesinde [Nuclear Fusion, [Vol.39 (1999) 1057]; AST makinesi dünyadaki diğer küresel tokamaklar arasında yer aldı. Geçtiğimiz yılda, AST makinesinin yeni versiyonu tamamlanarak, STPC (Spherical Tokamak with Plasma Centerpost) makinesi [10] dünyadaki diğer CDX-U, HIT, HIST, NSTX (USA), START MAST (UK) ve TS-3,4 (Japonya) gibi küresel tokamak makinelerinden farklı olarak, toroidal akım oluşturmak için, 10^6 Amper düzeyinde yüksek akımlı merkezi iletken çubuk yerine, çok katlı plazma toplarıyla oluşturulan yüksek akımlı (10^4-10^5 Amper) merkezi plazma kuşakları kullanıldı. Şekil de STPC makinesinin genel bir görünümü verilmekte. Modüler tasarımlı STPC'de; sekizgen prizma biçimindeki ve 60 litre hacmindeki bir akı koruyucusu içinde; 90 derece açısal aralıklarla yerleştirilen, dört çift elektrod sistemiyle çalışan plazma toplarından önce; kompakt toroid plazma enjektörü ve daha sonra da hep birlikte diğer plazma topları ateşlenerek oluşan küresel tokamak, kendi oluşturduğu manyetik alan yardımıyla merkezde korunur ve kutup noktalarından çekilerek uzatılmış bir küresel tokamak oluşur. Şekilde, STPC makinesinde yapılan deneyler sırasında, akı koruyucusu üzerindeki dairesel tanı penceresinden, "open-shutter post fogging" yöntemi ile ve özel optik filtreler kullanarak alınan fotoğrafta merkezi çubuk etrafında toplanmış ve kutuplardan uzatılmış küresel tokamak plazmasının sol yarısı görülmekte. Resimde, ilk önce sağ taraftaki enjektör topu ateşlenip önden filmin sağ tarafını etkilediğinden, daha sonra diğer topların ateşlenmesi ile esas küresel tokamak plazmasının sağ taraftaki simetrik bölümü resimde doğal olarak fark edilmez. Ancak, tüm çalışma evresindeki görüntülerin toplamı durumundaki fotoğraf dikkatle incelendiğinde, MHD kararlılığın tüm çalışma süresince korunduğu gözlenmekte. Ayni zamanda küresel tokamakların karakteristik şekli olan uzama da oluşarak, dünyadaki diğer küresel tokamak makinelerinden alınan fotoğraflarla uyum içinde olduğu gözlendi. STPC makinesinin deneysel referans verileri: boşalmanın oluşum sürekliliği yaklaşık 10 ms, maksimum toroidal alan yoğunluğu 1.3 kG, plazma yoğunluğu n_e=10^{14}-10^{16} cm^{-3}, korunma zamanı 45-60 ms, elektron sıcaklığı T_e=30-45 eV, ortalama helis biçimindeki plazma akımı $\langle I_p \rangle$=1.5-1.8 kA, maksimum poloidal alan B_p^{max}=0.8 kG olarak saptandı. Bir modülle alınan bu değerler, modül sayısı arttırılarak, oluşum sürekliliğinin 100 ms'ye a kadar yükselmesi mümkündür.



Küresel tokamak akı koruyucusunda görüntülenen plazma

Ayten Sinman[1], Sadrettin Sinman[2]

[1]*TAEK Nükleer Füzyon Laboratuvarı,*
[2]*ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü*

Kaynaklar

[1] Sinman S., A Study on the Operational Characteristic and Reproducibility Conditions of Toroidal Discharge without Axial Magnetic Field, Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul C. Tome xxx, Fasc. 3-4 (1965) 177-252, Nuclear Science Abstracts, Vol. 21, No 16, August 31, 1967, Abst. No. 29246, U.S. Atomic Energy Commission.

[2] Sinman A., Sinman S., An Experimental Study on Programming Modes in high-Beta Small Tokamak, Fusion Energy, 1981, Selected Lecture Presented at a Spring College on Fusion Energy, Trieste 26 May-19 June 1981, IAEA-SMR-82 (1982) 73, Plasma Physics Index Vol. 17, No. 10, 1982 Abst. No. 4369, Max-Planck-Institut für Plasma physik, Garching bei München.

[3] Sinman S., Sinman A., On the Instabilities in a Beam-Plasma System of Zonal Magnetic Field, Technical Journal, Vol. 1, No. 2, (1974) 57., INIS, A14-Plasma Physics and Thermonuclear Reactions, Vol. 5, No. 22, IAEA Vienna (1974).

[4] Sinman S., Sinman A., Design and Realization of a mini-REB Machine (RETA) and Preliminary Results, in Radiation in Plasmas, Proc. Of the Topical Conf. on Rad. in Plasmas Trieste Italy 1983, Vol. 2 Edited by B. McNamara (Livermore), World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd:, New York-Singapore (1984) 1045.

[5] Sinman S., Sinman A., Some Operational Characteristics of a Pulsed Ar+3 Laser, XVI. Int. Conf. on Phen. İn Ionized Gases, Düsseldorf 29 August-2 September 1983, Contributed Papers, Vol. 2 (1983) 208.

[6] Sinman S., Sinman A., A Study of REB Observed From a DPF System for Different Focus Plasma, ibid [4], 1055.

[7] Sinman S., Sinman A., Preliminary Experiments in a Compact Toroid Formed by Four C-Guns in Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research 1986 (Proc. 11th Int. Conf. Kyoto, 1986) Vol. 2, IAEA, Vienna (1987) 731.

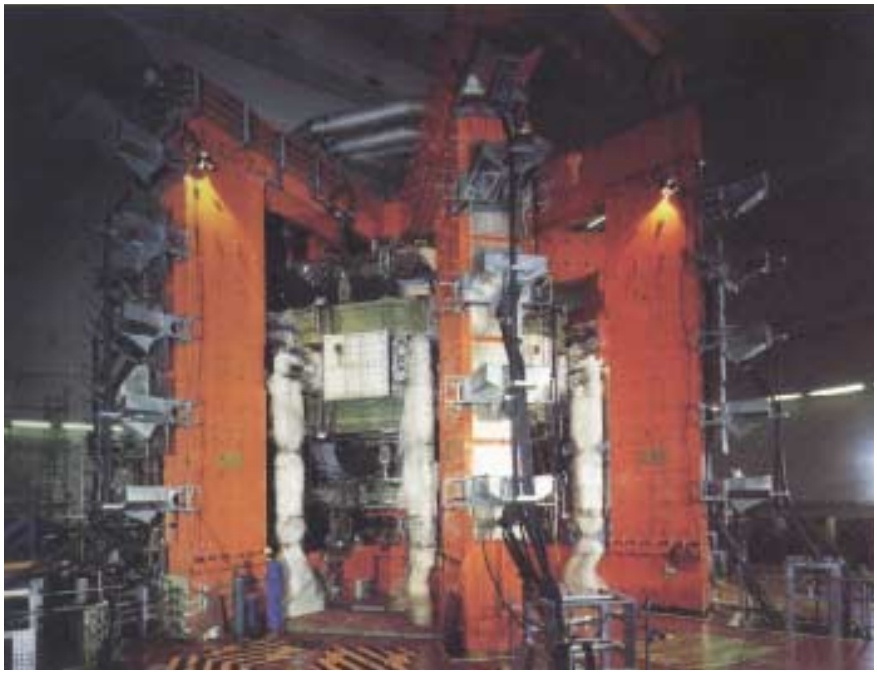
[8] Sinman S., Sinman A., A Spherical Tokamak Employing Magnetically Driven Plasma Guns, in Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research 1994 (Proc. 15th Int. Conf. Seville, 1994) Vol. 2, IAEA, Vienna (1995) 303.

[9] Sinman S., Sinman A., Profile Control for an Alternative Spherical Tokamak, in Fusion Energy 1996 (Proc. 16th Int. Conf. Montreal 1996) Vol. 2, IAEA, Vienna (1997) 297.

[10] Sinman S., SinmanA., A Paramagnetic Spherical Tokamak with Plasma Centerpost, in 26th European Physical Society Conf. on Controlled Fusion and Plasma Physics, Contributed Papers,Vol.23J, Conference CD (1999) P1.111.

Nükleer Füzyon Reaktörü ve Bazı Yaklaşımlar

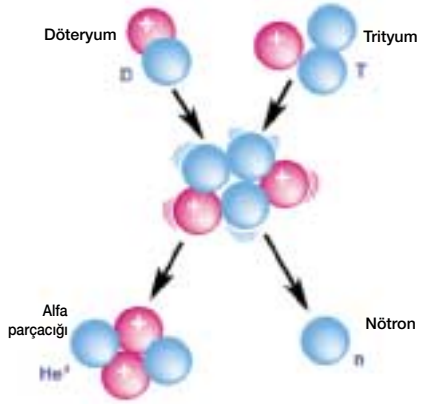
Füzyon Enerjisi Çok Uzakta mı?



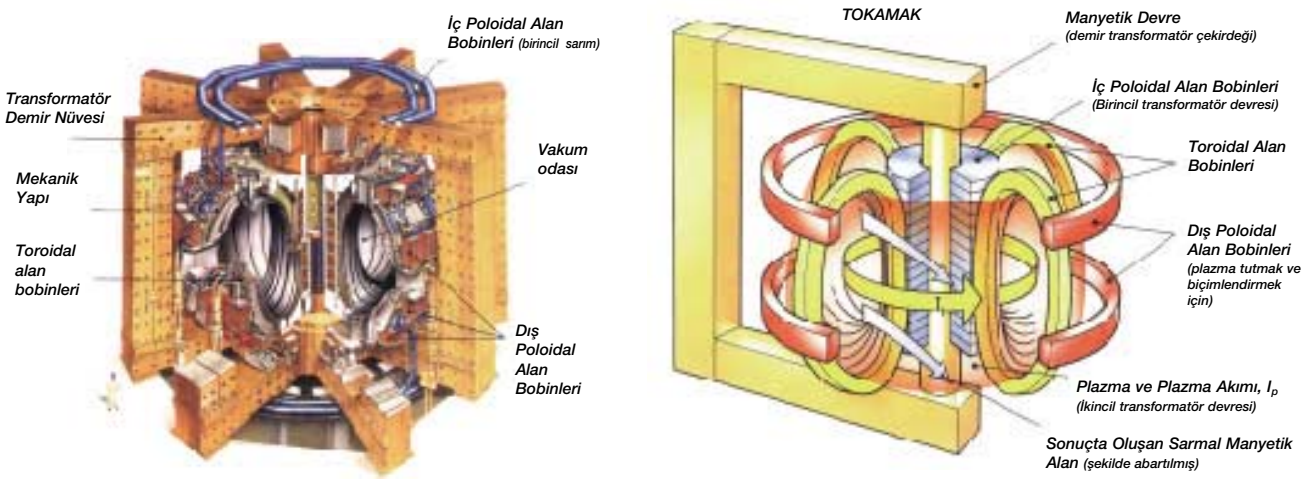
Atom çekirdeklerini yıldızların merkezinde olduğu gibi yoğun sıcaklıkta birleştirerek bol, temiz ve ucuz bir enerji kaynağına kavuşmak, insanlığın düşü. Ancak bunun için, aşılması gereken darboğaz, çekirdek tepkimelerinin düzenli olarak gerçekleşecek biçimde denetim altına alınması. Kamuoyunda yaygın olduğu gözlenen kötümserliğe karşın, tokamak makinelerindeki gelişme, bu düşün sanılandan çok daha erken gerçekleşeceği konusunda araştırmacıları umutlandırıyor.

NÜKLEER enerjinin bir seçeneği olan füzyon; çevreyi kirletmeyen, temiz, yakıtı hidrojenin izotopları döteryum ve trityum gibi hafif elementler olan bir enerji sistemi. Döteryum deniz suyundan, trityum ise, $^{6}Li(n,\alpha)T$ termonükleer tepkimesiyle, füzyon reaktörünün yakıt çevriminden elde ediliyor. Bu nedenle, doğada varolan ulusal enerji üretim yakıtlarından bağımsız, tükenmez (yaklaşık 3000 yıl) bir enerji potansiyeline sahip. Örneğin; yaklaşık 4 litre deniz suyundaki döteryumun, D-T füzyon tepkimesinde kullanılması halinde, elde edilen füzyon enerjisinin eşdeğeri, yaklaşık 104 kWh olarak verilebilir. Füzyon, yakın gelecekte enerji pazarlamasında yeni ve ileri teknolojileri kullanarak, gündemdeki başka teknolojilerin üzerinde tartışılmaz bir üstünlüğe sahip olacak.

Günümüzde, nükleer füzyon reaktör hedefine en yakın reaktör adayı tokamak makineleri görünüyor. Avrupa Birliği ülkelerinin işbirliği ile tasarlanıp İngiltere'de kurulmuş olan ve 1995 yılında bir deneme fazında 9.5 MWs'lik füzyon enerjisi üretebilen; Culham Laboratuvarındaki JET (Joint European Torus) Şekil 1'de görülüyor. Son yıllarda, Amerika'nın ünlü üniversiteleri (California, Princeton ve Wisconsin),



ulusal araştırma merkezleri (Argonne National Lab., General Atomics, Ibado National Engineering Lab., Los Alamos National Lab. ve MIT) ile diğer kamu ve özel kuruluşlarından (Mc Donnell-Douglas Aerospace Co., Raytheon Engineers and Construction, Rensselaer Polytechnic Institute) oluşan ARIES ekibi, Starlite isimli projesiyle; nükleer füzyon reaktörü olarak tokamak makinelerinin potansiyel özelliklerini ve fizibilitelerini değerlendirdi [1]. Bu değerlendirme; aynı zamanda kritik plazma fiziği ve teknoloji sorunlarıyla bir tokamak reaktörünün optimum çalışma rejiminin tanımlanmasını da amaçladı. Starlite projesinin ilk evresinde, bir reaktör adayı olarak değişik tokamak plazmalarının çalışma modlarının değerlendirilmesinde 5 farklı tokamak çalışma rejimi ele alındı. Bunlar: (1) ARIES I; I. kararlılık bölgeli sürekli hal (steady state) rejimi, (2) PULSAR; dar-



Tokamak manyetik alanı üç parçadan oluşur. Bunlardan ilki küçük çevre etrafında bulunan bir dizi bobin tarafından oluşturulur. Bu bobinler makinenin büyük ekseni çevresindeki toroidal manyetik alanı oluşturur. İkinci parça (poloidal alan) transformatörce plazma içinden geçmesi sağlanan büyük bir akım tarafından oluşturulur. Bunların bileşkesi, plazmayı vakum halkasının çeperlerinden uzak tutan bir sarmal manyetik alan oluşturur. Alanın son bölümü, plazmayı biçimlendirip kararlı halde tutan bir dizi çember bobin tarafından üretilir.

beli çalışma rejimi, (3) ARIES II ile ARIES IV; II. kararlılık bölgeli sürekli hal rejimi, (4) RSP; Ters kırpma profilli sürekli hal rejimi ve (5) ST; küresel tokamak rejimidir. Buna paralel olarak, anılan tokamakların; ilk duvar (first wall) ve D-D kaynaşması sonucunda açığa çıkan nötron bombardımanı ile trityum doğurganlığı yaratan lityum blanketinin yapısal malzemeleri, yakıtlama, soğutma ve uygun trityum doğurganlığı gibi, optimum geometrik yapılanma ve mühendislik tasarım opsiyonlarının karşılaştırmalı değerlendirilmeleri yapıldı. Böylece, tokamak makinelerine dayanan nükleer füzyon demonstrasyon (Demo) ve ticari reaktörlerinin gereksinmeleri saptanmaya çalışıldı.

Halen ABD'de, endüstri ve elektrik kullanıcılarının öneri ve etkilemelerine göre, füzyon gücü için ölçütler saptanmaya çalışılıyor. Bunlardan biri de, Electric Power Research Institute (EPRI) füzyon grubu tarafından geliştirilmiş bulunuyor. Bu ölçüt, amaç ve gereksinmeler açısından: 1) Elektrik üretim tutarı (COE), 2) Güvenlik ve çevre özellikleri ve 3) Güvenilirlik, uygunluk ve bakım şeklinde üç bölüme ayrılıyor.


Culham'daki (İngiltere) Avrupa Ortak Tokamak Reaktörü (JET).

Elektrik üretim tutarı için amaç ve gereksinmeler, enerji pazarlamasında füzyonun kullanılmaya başlandığı anda var olan elektrik kaynakları için hesaplanmış rekabet fiyatları esas alınarak, Starlite projesine uyarlanmış. Bulunan değerler, enerji tahmin modellerine dayanan geleceğin reaktör fiyatları tahmin düzeyinde.

Güvenlik ve çevre gereksinmeleri açısından, ileriye yönelik nükleer fisyon (atom çekirdeğinin parçalanmasıyla enerji elde edilmesi) ve fosil yakıtlarında karşılaşılacak güçlüklerin aşılmasındaki önlemlerin yanı sıra, nükleer füzyonun ulusal ve yerel yetkililer tarafından verilecek lisansının kolaylaştırılması ve halk onayının kazanılması açısından, füzyonun çok düşük düzeyde bir çevre kirlenmesi yaratacağı avantajının vurgulanması gündeme getirilmiştir.

Nükleer füzyon reaktör tasarımında güvenilirlik, uygunluk ve bakım dikkate alındığında, her konuda özenli davranılması ve radyasyona karşı düşük aktivasyonlu özel malzemelerin seçilip kullanılması gibi ara sistem seçimlerinde bir dizi zorluk ile karşılaşılıyor.

Tasarımlarda reaktör maliyet karşılaştırmasına basit bir temel oluşturmak üzere, benzer blanket (ısı koruyucu örtü) ve ekranlamalar kullanılmakta, divertor (saptırıcı) ve ilk duvar yapısal malzemesi olarak vanadyum alaşımı, blanket doğurganlığı içinse sıvı lityum tercih ediliyor. Böylece kabın bakımı kolaylaştırılarak büyük yüklenmeye dayanıklı bir sürekli yapı büyümesine ve sistem etrafında daha küçük bir bakım alanı ile program kesinti sakıncalarını

Tablo 1 Starlite Tokamak Reaktör Adaylarının Önemli Parametreleri

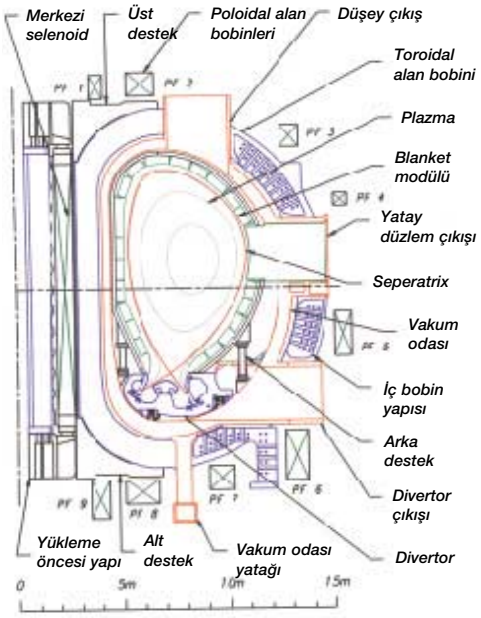
Tokamak reaktör adayı:	1	2	3	4	5
Büyük yarıçap R[m] :	7.96	8.68	5.04	6.40	5.00
Plasma yarıçapı a_p[m] :	1.99	2.17	1.26	1.60	4.00
Görünüm oranı A=R/a_p :	4.0	4.0	4.0	4.0	1.25
Merkezi toroidal alan B_0 [T]	8.99	7.46	7.35	8.37	1.77
Plasmanın enine uzama sabiti ***K***:	1.81	1.80	1.99	2.03	3.40
Plasma akımı [MA] :	12.6	15.0	10.3	7.72	40.1
Bootstrap akım sürme oranı f_{BS}:	0.57	0.34	0.89	>1	0.99
Akım sürme verimi:	0.56	--	2.02	0.49	34.2
Korunma zamanı ölçeklemesi H	1.71	2.38	2.40	2.47	3.02
Elektrik fiyatı COE [mill kW^{-1} $saat^{-1}$]99.7	130.2	69.7	92.6	116.0	

minimuma indirmek mümkün oluyor. Böylece, tasarımlarda plazma kinetik basıncının, manyetik basınca oranıyla tanımlanan teorik β değeri %90 gibi çok büyük değerlerde tutulmuştur. Aslında, birinci reaktör adayı, mevcut veri tabanına en yakındır ve sıcak plazmaların uzun süreli darbeli boşalmalarını sergilemektedir; fakat performansı zayıf olduğundan ekonomik isteklere cevap veremez. İkinci reaktör adayı daha iyi bir ekonomik performansa sahip olmakla beraber, deneysel veri tabanı düşüktür. Öte yandan, küresel tokamak reaktör adayının henüz veri tabanı tam olarak oluşmadığından ve bazı kritik sorunları bulunduğundan, daha bir dizi tasarım çalışmasına gereksinme var.

Yapılan kavramsal tasarım çalışmalarına göre, demo ve ticari füzyon reaktörlerinde gerekli güvenlik derecelerine erişilebileceği görülüyor. Günümüzde var olan deneyim ve teknoloji birikimiyle hemen bir nükleer füzyon enerji reaktörünün tasarımı, kurulması ve işletilmesi için gerekli mühendislik yetersiz olmakla birlikte, doğacak sorunlar zamanı geldiğinde sırayla çözülerek, 21. yüzyılın ilk on yılları içinde nükleer füzyon enerjisi hedefine varılacağına kesinlikle inanılıyor.

Tablo 1 de, yukarıda sözü edilen 5 tokamak adayının sonuçları veriliyor. Tablo incelendiğinde, 5 ayrı tokamak rejimindeki nükleer füzyon reaktör adayının Manyetohidrodinamik (MHD) kararlılığı, akım sürekliliği ve enerji korunma zamanı gibi üç üstün nitelik etkeni (figure of merit) göz önüne alındığında, dördüncü ve beşinci tip reaktör adaylarının çok üstün ekonomik performanslara sahip oldukları sonucuna varılıyor. Bunlardan beşinci aday küresel tokamak yaklaşımı, füzyon reaktörlerine gidiş yolunda, düşük bir fiyat ve son derece küçük ölçeklerle pazara giriş kolaylığı gibi çok önemli anahtar özelliklere sahip.

Küresel tokamakların, sıradan tokamaklara göre en önemli farkları şunlar: Plazmanın vakum odası içinde duvarlara değmeden merkezde asılı kalmasını sağlayan manyetik alan, küresel tokamaklarda çok basit biçimde merkezi yüksek akımlarla



ITER reaktör tasarımı

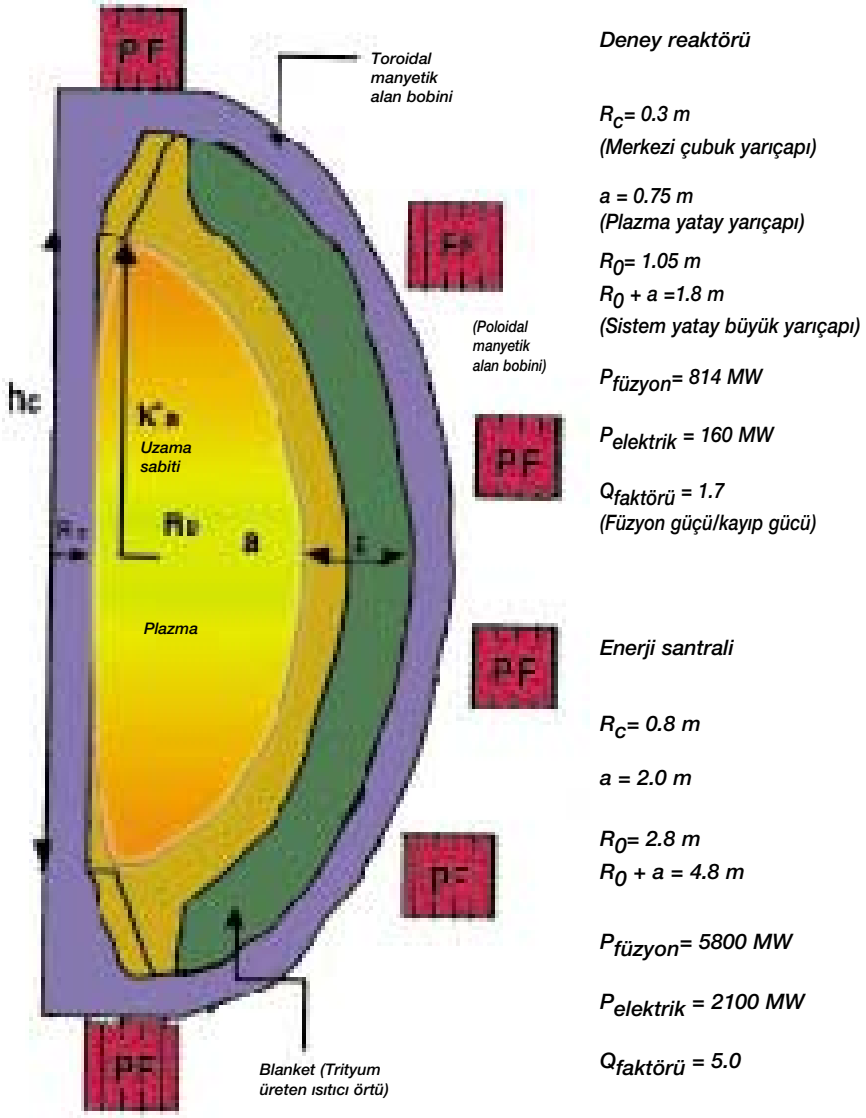
elde edildiğinden, sıradan tokamaklardaki çok büyük hacimli manyetik alan bobinleri kaldırılarak, R makinenin yarıçapı ve a_p plazma yarıçapı olmak üzere $A=R/a_p$ ile tanımlanan görünüm oranı (aspect ratio) 1'e yaklaşıyor. Buna bağlı olarak da makine boyutu küçültülerek basit bir yapıyla son derece ilgi çekici hale geliyor.

Ayrıca, bu basit yapıyla makinenin fiyatı da çok ucuzluyor. Tokamaklarda makine boyutunu etkileyen blanketin küresel tokamaklarda nötron duvar yüklenmesi, plazma kolonunun enine uzamasıyla sınırlı kalıyor. Dışardan bir manyetik alan uygulanmadığından tamamen plazma kinetik basıncının hakim olduğu en yüksek β değerine ulaşılabilir. Merkezi ohmik ısıtma bobini bulunmadığından küresel tokamaklarda endüktif olmayan akım sürülmesi yüksek oranlarda gerçekleşebilir. Son olarak, çalışırken ortaya çıkan türbülanslar, kendiliğinden oluşan birbirine dik akım ve manyetik alan vektörlerinin JxB kırpma kuvvetiyle kararlı hale dönüştürülebilir.

Şu anda çalışmakta olan JET (Avrupa Birliği) ile TFTR ve DIII-D (ABD) geleneksel tokamak makineleri boyutlarında yeni kurulacak küresel tokamak makineleriyle, 800 MW termal enerji ve 160 MW net elektrik enerjisi elde edilebileceği hesaplanıyor. Böyle bir küresel tokamak makinesi, bir nükleer füzyon reaktörünün bütün çalışma ve sistem özelliklerine sahip bir pilot tesis olarak kabul ediliyor. Bu pilot tesisin boyutları, şu anda mevcut boyutun 2,5 katına çıkarılması halinde, 5,8 GW (milyar watt) füzyon ve 2,1 GW'lık net termal enerji çıkışlı, ekonomik bir küresel tokamak reaktörüne ulaşılabilecek. Bir küresel tokamağın pilot tesis ve boyutları 2,5 kez büyütüldüğünde; elde edilen küresel tokamak füzyon reaktörünün parametreleri Şekil 2'de görülüyor. Bu küresel tokamak reaktörüyle, eğer bakır toroidal alan bobin ayakları, süperiletken alanlarla değiştirilebilir ve uygun ekranlamalar yapılabilirse, D-^{3}He ileri füzyon yakıtının da yakılabilir hale getirilmesi mümkün olacak. Öte yandan, geleneksel tokamak sistemlerinde, plazmanın vakum odasının duvarlarına değerek kirlenmesini önlemek ve sonucunda plazmanın sıcak korunma zamanını yükseltmek amacıyla özenle tasarlanıp kullanılan ve bozuldukça değiştirilen divertor kaset sistemi, küresel tokamaklarda doğal şekilde oluşturuluyor. Böylece, hem plazmanın merkezde asılı tutulması için, pasta kalıbı biçimindeki kabı içten sarmalayan çok sayıda dev toroidal bobin kaldırılıyor; hem de doğal divertor oluşumuyla, boyutlar minimuma indirgeniyor. Bu nedenle, son yıllarda küresel tokamaklarda sağlanan bu gelişmeler göz önüne alınarak, uluslararası işbirliği

Tablo 2 Tokamak Karma Reaktör Tasarım Parametreleri

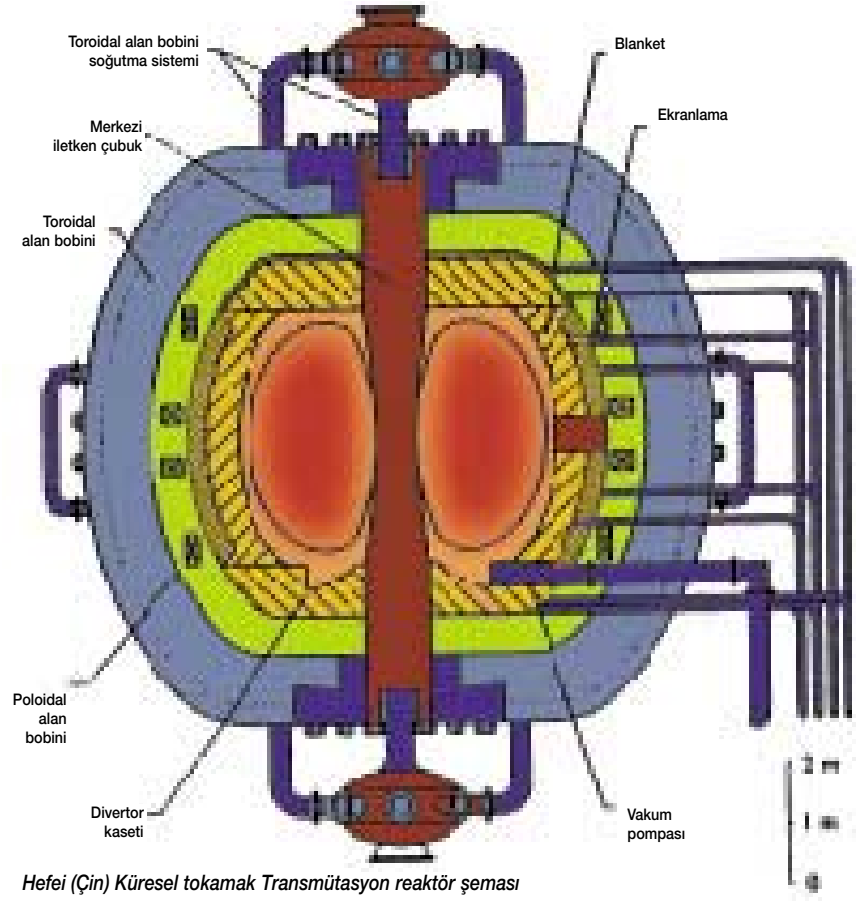
Fisyon-Füzyon Karma Reaktörü	TFTR	JET	Küresel tokamak
Büyük yarıçap R [m]	2.9	3.0	1.4
Plazma yarıçapı a_p[m]	0.9	1.2	1
Plasma hacmi V [m^3]	45	100	50
Plasma akımı I_p [MA]	2	5	12.54
Toroidal alan B [T]	5	2.8	2.5
Ortalama plasma yoğunluğu $<n_e>$ [10^{20} cm^{-3}]	0.3	0.4	1.6
İyon sıcaklığı T_i [keV]	20	10	10
Füzyon gücü $P_{füz}$ [MW]	30	15	40
DT yanma süresi [s]	1	2	Sürekli
Ortalama duvar yüklenmesi [MW/m^2]	0.2	0.2	1.02



(ABD, Avrupa Birliği, Japonya ve Rusya Federasyonu) çerçevesinde Uluslararası Atom Enerjisi Ajansının (IAEA) desteklediği, büyük boyutlu, toplam maliyeti 6,8 milyar dolar olan ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) deneysel tokamak reaktör projesi geliştirildi. Ancak maliyetinin üyelerin destek gücünü aşması boyutların minimize edildiği küresel tokamaklardaki başarılı sonuçların, bir füzyon reaktörü için yeterliliği kanıtlanıncaya kadar, proje bir süre askıya alındı. Şekil 3'te, mühendislik tasarım çalışmaları tamamlanan ITER tokamak reaktörünün enine bir yarı kesiti görülüyor.

Dünyadaki nükleer füzyon araştırıcıları; daha uzun vadeli füzyon enerji reaktörlerinin gerçekleşmesinden önce kısa vadede nükleer enerjiye katkı amacıyla, halen mevcut fisil (bölünebilir) yakıt üretimine ve çok sayıdaki fisyon reaktör artık ürünlerinin işlenmesine, mevcut füzyon sistemleriyle nasıl yardımcı olabileceklerini düşünüyorlar. Bunun için JET büyüklüğündeki (R_0=2.8 m, a_p=1.0 m) bir füzyon makinesinin DT yakıtıyla 10 keV sıcaklık ve %15-20 lik bir çalışma faktörüyle (duty factor) 0.2 MW/m^2 düzeyinde bir duvar yüklenmesi elde edilebileceğini hesapladılar. Bu, yılda 250 kg'lık aktinidin işleneceği anlamına geliyor. Eğer makinenin boyutu R_0=4 m'ye çıkarılırsa, senede 100 kg'lık fisil yakıt üreten 0.42 MW/m^2 duvar yüklenmesi ve %50'lik çalışma faktörüne ulaşılır. 2015-2020 yılları arasında bu tip makinelerin gerçekleşmesi amacıyla özellikle malzeme araştırıcılarına büyük görev düşüyor. ABD'de 90'lı yıllarda, fisil yakıtların transmütasyonu (dönüştürülmesi) ile nükleer elektrik üretim kapasitesi yaklaşık 200 GW_e idi. 1 GW_e gücünde bir hafif su reaktörü ^{235}U'nun çoğunu kullanarak, 30 yıllık yarı ömrü sırasında "sarı pasta"nın (U_3O_8) 5600 tonundan ^{238}U'nun çok az bir kısmını kullandı. Bilindiği gibi, doğal uranyum % 99.27 oranında ^{238}U ve % 0.72 oranında ^{235}U içerir. Böylece, mevcut fisyon reaktörleri şu anda uranyumun sadece küçük bir bölümünü kullanıyorlar. Yakıt olarak ^{239}Pu ve ^{233}U fisyon reaksiyonu verebilen (fissionable) yakıtları geliştirmedikçe 2030'dan önce mevcut yakıtlar görevlerini tamamlayacaklar. Doğada bol bulunan ^{238}U ve ^{232}Th gibi verimli yakıtlar, nötronlarla $^{238}U(n,\gamma)^{239}U \rightarrow {}^{239}Np \rightarrow {}^{239}Pu$ ve $^{232}Th(n,\gamma) \rightarrow {}^{233}Pa \rightarrow {}^{233}U$ reaksiyonları sonucunda, γ ve β ışınları yayarak ^{239}Pu ve ^{233}U fisil yakıtları ortaya çıkıyor. Böyle bir katkıda bulunmak üzere, Q= 2 düzeyindeki bir küresel tokamak makinesinden DT füzyon tepkimesi sonucu meydana gelen nötronlardan yararlanılabilir.

Milenyumun ilk on yılı içinde kullanılması planlanan, fisyon-füzyon karma nükleer reaktörlerinde, son yıllarda küresel tokamağın da, bir hacimsel nötron kaynağı olarak kullanılması düşünülüyor. Anılan fisyon-füzyon karma reaktör kavramında; geleneksel fisyon reaktöründen çıkmakta olan actinide'ler ve diğer nükleer artıkların (Np, Am, Cm ve Pu) transmütasyonu (zararsız ya da kısa yarılanma ömürlü izotop ya da elementlere dönüştürülmesi) amacıyla küçük ölçekli küresel tokamak makinelerinin devreye sokulması planlanıyor. Yapılan analizler, makine duvarlarına nötron yüklenmesinin, uygun bir transmütasyon kapasitesi ve etkinliği için, 1 MW/m^2 düzeyinde tutulabileceğini gösteriyor. Nötron duvar yüklenmesi, çok yakın bir gelecekte 0,5 MW/m^2 düzeyine kolayca düşürülebilecek. Küresel tokamakların blanket güç yoğunlukları 200 MW/m^3 düzeyinde oluyor. Küresel tokamağın doğal divertor özelliği de kıyaslanarak; fisyon hızlı üretken reaktörleri, basınçlı su reaktörleri ve hızlandırıcılar gibi diğer sürücülerle karşılaştırmaları yapılmış bulunuyor. Yeni fisyon-füz-



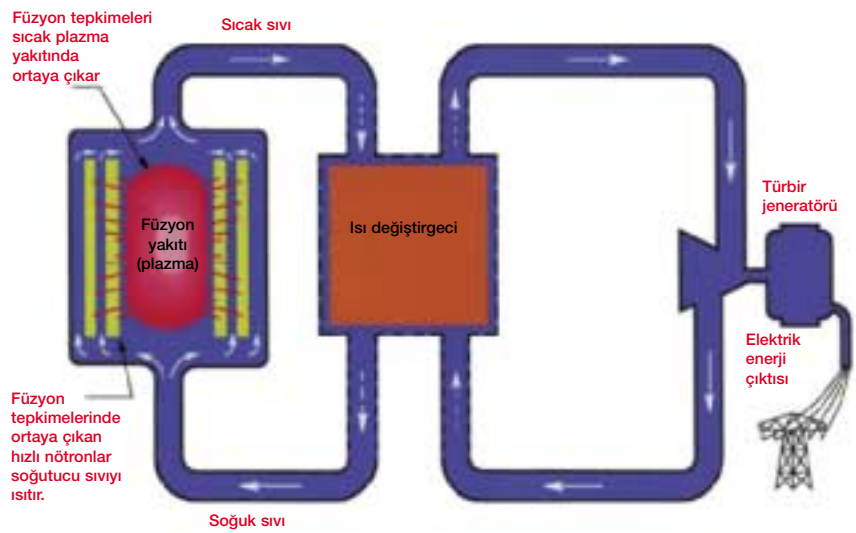
Hefei (Çin) Küresel tokamak Transmütasyon reaktör şeması

yon karma reaktörlerinde, yüksek düzeyde nükleer artık transmutasyonu için, bir sürücü olarak 10-100 MW'lık alçak bir füzyon gücü ile, D-T reaksiyonları sonucu kuvvetli bir nötron kaynağı olarak küresel tokamaklar kullanılıyor. Fisyon-füzyon karma reaktör blanket tasarımında, 10-100 düzeyinde bir blanket enerji katlanmasına erişebilecek şekilde bir nötron akısı alınıyor. Nötron duvar yüklenmesi, 1 MW/m^2 ve hatta ilerde, 0,5 MW/m^2 olduğunda, blanket içinde şiddetli termal nötron akısı >5x10^{15} n cm^{-2} s^{-1} sağlanacaktır. Şekil 4'te Çin bilim adamlarının transmütasyon amacıyla kullanmak üzere tasarladıkları ve 2002 yılında çalıştırmayı planladıkları Hefei Küresel Tokamak makinesi ile makinenin blanket şekillenmesindeki malzeme kompozisyonu görülüyor.

Bir fisyon-füzyon karma reaktör modelinde, nükleer teknoloji ve plazma parametrelerinin, daha ileride gerçekleştirilecek bir nükleer füzyon reaktörü için gerekenden çok daha düşük düzeylerde tutulabileceği öne sürülüyor. Şu anda, yaklaşık 10 MW füzyon gücü üretmekte olan JET ve TFTR geleneksel tasarımlı tokamakları ve yapımı sürdürülmekte olan Mega Ampere Spherical Tokamak MAST (İngiltere) ve National Spherical Tokamak (NSTX) gibi küresel tokamak makineleriyle; reaktör çekirdeği, divertor, ilk duvar, kaplama tuğlaları, transmutasyon blanket sistemi ve toroidal alan bileşenleri üzerinde gerekli düzeltmeler sonucunda bir karma reaktör tasarlanabilir. Tablo II'de JET ve TFTR ile, kurulacak bir küresel tokamağın fisyon-füzyon karma reaktörü olarak değişik parametreleri veriliyor.

Blanket olarak, yüksek düzeyde nükleer artık transmütasyonu ve füzyon reaktör çekirdeğinde kullanılmak üzere, trityum doğurganlığı gibi iki fonksiyonu bir arada başaran bir blanket tasarlanıyor. Blanket üzerinde oluşan yüksek sıcaklık, hızlı fisyon reaktörlerinde kullanılan mevcut teknoloji yardımıyla giderilebilir.

Sonuç olarak, füzyon uzmanlarının yapmış olduğu bütün bu değerlendirmeler dikkate alındığında; son zamanlarda sıkça rastlanan, Türkiyede yeni bir fisyon nükleer reaktörünün kurulması ile ilgili tartışma programlarında, bazı konuşmacıların dile getirdikleri gibi, füzyon gücünün kullanılmaya başlanması için 50-60 yıl(!) gibi çok uzun bir zamana gerek kalmayacağına; önce kısa sürede, 21. yüzyılın ilk on yılı içinde, küresel tokamakların fisyon-füzyon tipi karma reaktörlerde kullanılmaya başlayacağına ve daha sonra uzun dönemde, milenyumun birkaç on yılı içinde, yepyeni teknolojilerle, tek başına nükleer füzyon reaktörü olarak devreye gireceğine kesinlikle inanılıyor.

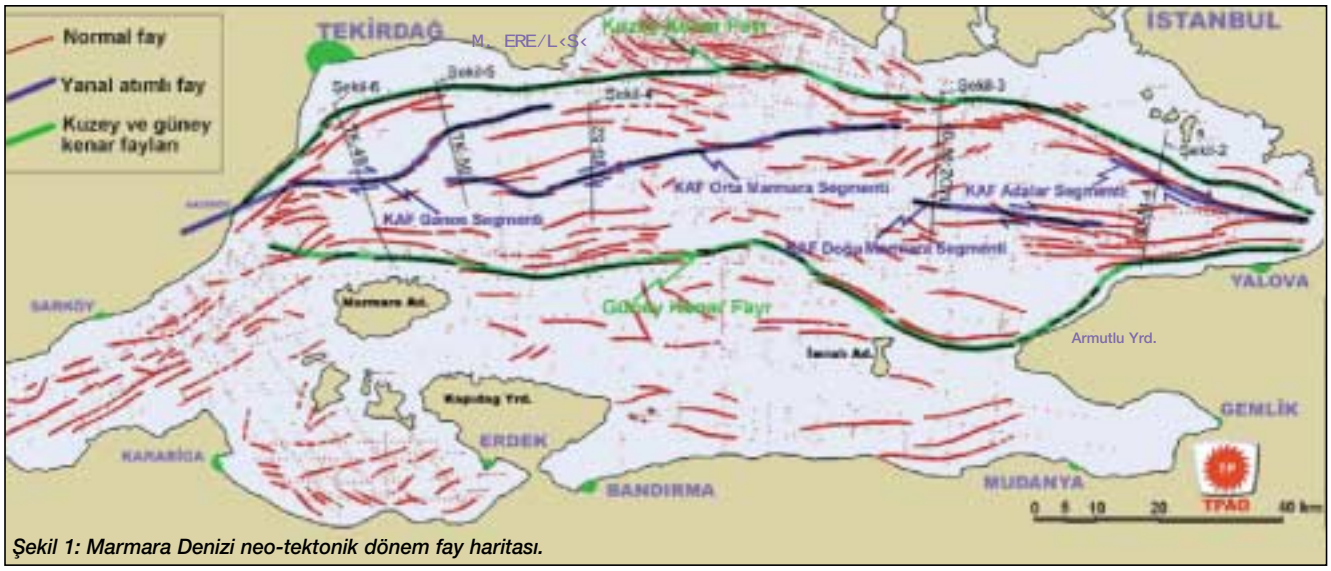


Ayten Sinman* - Sadrettin Sinman**
**TAEK Nükleer Füzyon Laboratuvarı*
***ODTÜ Elektrik ve Elekronik Mühendisliği Bölümü,*

Kaynaklar:
[1] F. Najmabadi, et al., Fusion Energy, Vol. 3, IAEA (1997) 383.
[2] R.D. Stambaugh, et al., ibid., 395.
[3] L.J. Qiu, et al., ibid., 701.
[4] S. Sinman and A. Sinman, 26th EPS Conf. on Cont. Fusion, Vol. 23J, Conf. CD (1999) P1.111.

TPAO, Fay Haritasını Yorumladı

Marmara Denizi'nin Aktif Fay Geometrisi

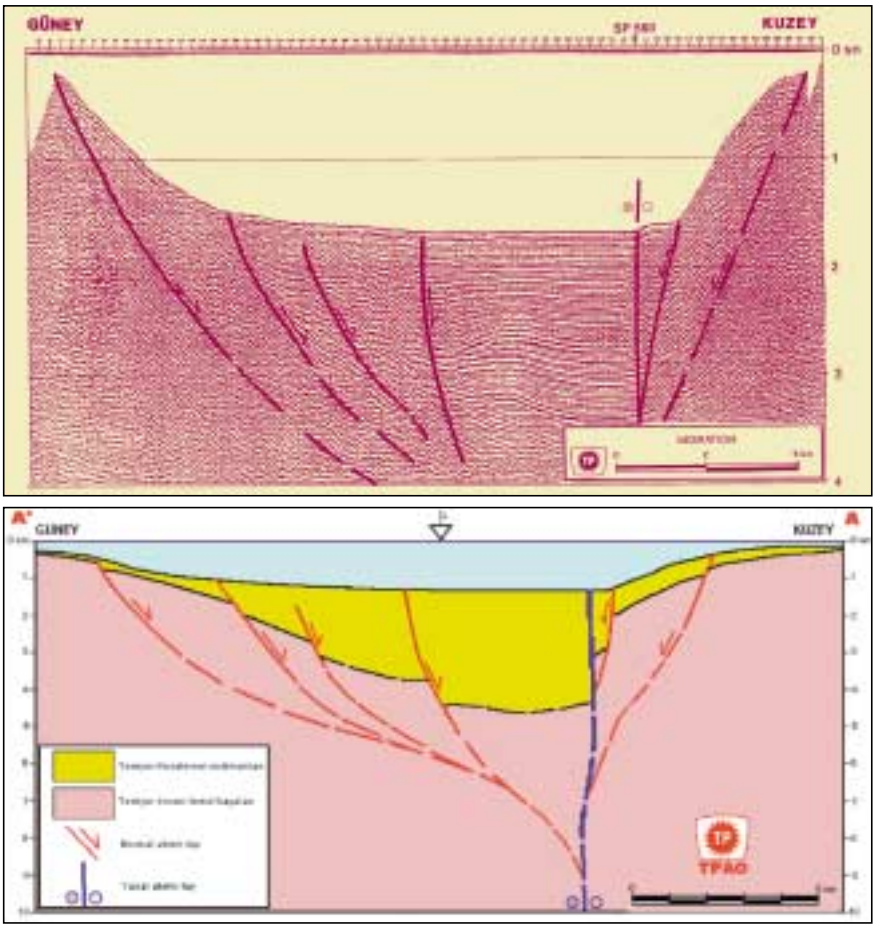


Şekil 1: Marmara Denizi neo-tektonik dönem fay haritası.

Geçen yıl yaşadığımız iki büyük deprem felaketi, coğrafyamızın depremselliğini ve bu konuyla ilgili gerek fen bilimlerinde gerekse sosyal bilimlerde gerçekleştirilen çalışmaları ve tartışmaları ülke gündeminin ilk sırasına taşıdı. Basın ve yayın organlarının tümünde, hemen her yönüyle tartışılmaya çalışılan bu konu da, başka pek çokları gibi doğası ve doğamız gereği spekülatifleşmekten kurtulamadı. Bu durumun kuşkusuz en büyük nedenlerinden birinin, başta yerbilimleri olmak üzere, konuyla ilgili pek çok bilim dalında araştırmalar yapan bilim adamlarımızın kamera ve mikrofon karşısındaki deneyimsizlikleri olduğu söylenebilir. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nın (TPAO) hazırladığı, kimi bilim çevrelerince duyurulan ve yayın organlarında "deprem tartışmalarına son nokyayı koyan harita…" olarak sunulan basın açıklaması da bu duruma verilebilecek onlarca örnekten yalnızca biriydi. Oysa TPAO'nun hazırladığı ve Marmara Denizi içindeki aktif ve aktif olmayan tüm fayları gösteren bu harita, deprembilimcilerin yararlanması amacıyla yapılmış, ham ve yorumlanması gereken bir çalışmaydı. Bunun yanı sıra TPAO'nun yıllardır topladığı, Marmara Denizi'ne ait veriler, kurumun misyonu gereği petrol ve doğalgaz arama amacıyla toplanmıştı. Dolayısıyla deniz altının değil, deniz tabanından daha aşağıdaki bölgenin, yani yeraltının aydınlatılmasına yönelik olarak işlenmiş ve yorumlanmışlardı. Başka bir deyişle, yapılabilmesine karşın deniz tabanının tektonik durumunu gösteren bir harita, kurumun araştırma alanına girmediğinden bugüne değin yapılmamıştı. TPAO, bu ilk haritanın hazırlanmasında kullanılan verileri yeniden işleyip yorumlayarak, bu kez deniz tabanındaki güncel tektonik durumu ortaya koyan bir çalışmayı geçtiğimiz ay tamamladı. TPAO'nun Marmara Denizi'nin güncel tektoniği ve fay geometrisiyle ilgili görüşünü Muzaffer Siyako, Taner Tanış ve Fuat Şaroğlu tarafından hazırlanan yazıyla sunuyoruz.

MARMARA Denizi'nde 1968 yılından başlayarak, çeşitli şirketlerce yapılmış toplam 4300 km uzunluktaki sismik kesitler, petrol ve doğalgaz aramak amacıyla yıllardır değerlendiriliyor. Petrol sektöründe vazgeçilmez bir yöntem olan sismik yöntemle, yeraltındaki tabakaların geometrik biçimlerini, kalınlıklarını, fayların konum ve özelliklerini, dolayısıyla bölgenin tektonik yapısını, ortaya koymak mümkün. Bu yolla toplanan veriler uzman jeoloji ve jeofizik mühendislerince değerlendirilerek, gerek bölgesel ve gerekse yersel ölçekte, birçok harita üretiliyor. Bu haritalar, petrol ve doğalgaz aramaya yönelik olduklarından, genellikle 1000 m ve daha derindeki kayaların konumlarının sismik kesitlerle saptanmasıyla yapılıyor. Dolayısıyla, bu amaçla alınmış ve işlenmiş olan "derin sismik" kesitler kullanılarak yorumlanıyorlar. TPAO tarafından –olanaklıysa da- deniz tabanı tektonik haritası hiçbir biçimde bugüne değin yapılmamış.

Ancak böyle bir haritanın yapımına, ülkemizin 1999 yılında yaşadığı depremlerden sonra, duyulan sorumluluğun gereği olarak; bir yaklaşım sunmak amacıyla gereksinim duyuldu. Kamuoyunun bilgilendirilmesi ve deprembilimcilerinin yararlanabilmesi amacıyla, mevcut sismik kesitler kullanılarak bölgenin bir "Neotektonik Dönem Fay Haritası" yapıldı. Bu haritanın yapılmasının bir başka nedeni, TPAO'nun hidrokarbon aramaya yönelik daha önce yaptığı ve Marmara Denizi faylarını zonlar biçiminde gösteren ve deprem amaçlı olarak kullanılmaması gereken eski bir haritasının, kimi araştırmacılarca yayın organlarında kaynak olarak gösterilmesi oldu. Söz konusu yanlışlığı gidermek amacıyla yapılan bu haritadaysa, faylar zonlar biçiminde değil, kullanılacak amaca uygun olarak, hiçbir yorum katılmadan ve sismik kesitlerde görüldükleri kadarıyla, atım yönleri dikkate alınmaksızın ve birbirleriyle ilişkilendirilmeden tek tek haritalandı. Şekil-1'deki haritada kırmızı renkle gösterilen Neotektonik Dönem Fayları, çalışma süresince ayrıntılı bir biçimde yorumlandı ve burada görülen son biçimini aldı. Sadece kırmızıyla gösterilen faylar dikkate alındığında, aktif



Şekil 2: M-83-4 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 8: Şekil 2'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış A'-A jeoloji enine kesiti (altta).

olan fayların yanı sıra, Neotektonik Dönem'e ait olan fakat, günümüzde aktif olmayan, örneğin Marmara Ereğlisi'nin doğusundaki deniz alanında kalan, kuzeybatı-güneydoğu gidişli faylar da işlendi. Fakat bunlar çok az sayıda olup, çizilen faylar genellikle günümüzde de aktif olan faylardır.

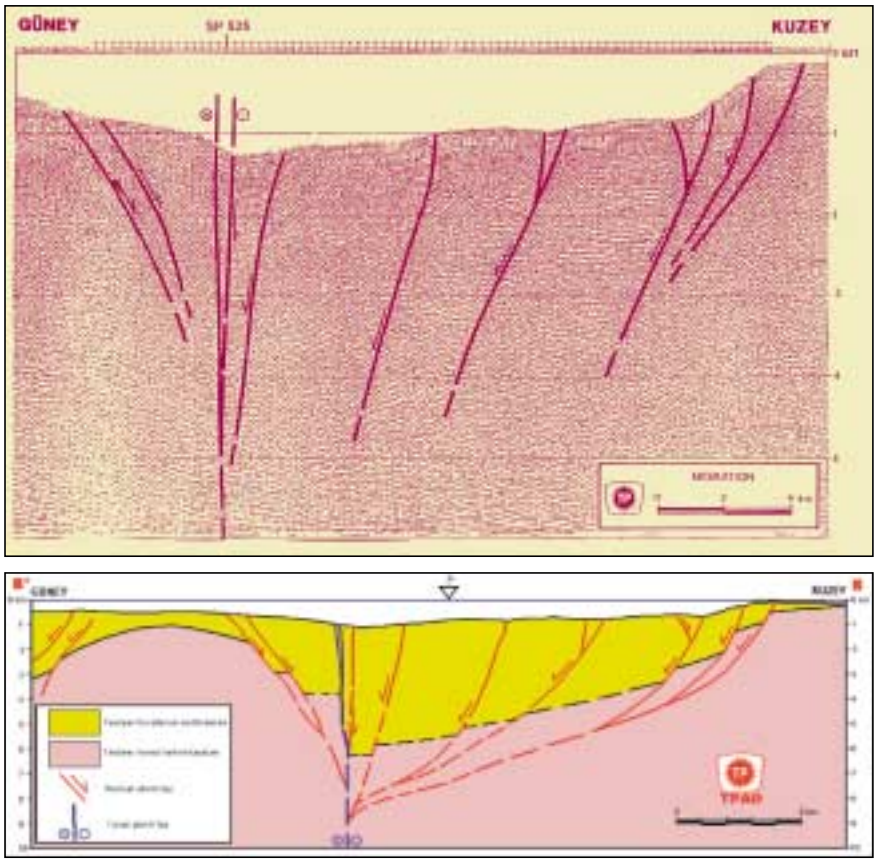
Marmara Denizi'ndeki bölgesel ölçekli faylar genellikle doğu-batı gidişli olduklarından, bu yazıda yalnızca bu yöne dik olarak atılmış kuzey-güney sismik kesitler örnek olarak tanıtılacak. Daha sonra yapılacak ayrıntılı çalışmalarda, kuşkusuz doğu-batı gidişli sismik kesitler de tanıtılmalıdır.

Sismik Kesitler

Marmara Denizi'nde 1968 yılından başlayarak 1997 yılına kadar atılan sismik kesitler; hem veri kaydı hem de işleme teknolojisi yönünden birbirlerinden oldukça farklıdır. Bunun sonucu olarak da kesitler arasında sismik kalite farkı ortaya çıkar.

1968-1985 yılları arasındaki sismik kayıtlarda CDP çok düşüktür; en çok 24 civarında olmuştur. Ayrıca sismik ayrıntıyla doğrudan ilişkili örnekleme aralığı da 4 ms, kayıt uzunluğu 4-5 s arasındadır. Bu hatların –daha sonra yeniden işlenenleri hariç- migrasyon kesitleri de yoktur.

1985 sonrasında yapılan hatlardaki kalite, son yıllardaki sismik teknolojinin tüm olanaklarının kullanılmasıyla, oldukça iyi hale getirilmiştir. Örnekleme aralığı, yani sismik ayrımlılık 2 ms'ye kadar hassaslaşmış ve CDP 60-70'lere, kayıt uzunluğu ise 6 s'ye kadar çıkmıştır. Ayrıca, kayıt sonrası işleme tekniğiyle veri kalitesi de artırılmıştır. Sismik kesitlerin yorumlanabilen en büyük düşey ayrımlılığı, 10-15 m dolayındadır. Yanal yöndeyse, eski kesitlerde 12.5 m, yeni kesitlerde 6.25 m hassaslık vardır. Deniz tabanı tekrarlı yansımaları, su derinliğinin az olduğu (200 m ve daha sığ) kesimlerde sorun yaratsa da, bu çalışmanın yapıldığı derin kesimlerde sorun olmamıştır. Sismik kesitten jeolojik enine kesite (zaman ortamından derinliğe) geçerken, ortalama sismik dalga yayılım hızı; deniz suyu için 1500 m/s, sedimanter ka-



Şekil 3: MDZ-97-09 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 9: Şekil 3'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış B'-B jeoloji enine kesiti (altta).

yalar için 2500 m/s ve temel kayaları için ise 4500 m/s olarak alındı.

Bu çalışmada Marmara Denizi'ndeki ve hidrokarbon aramak amacıyla atılmış sismik kesitlerin %80-85'i yorumlandı. Sismik kesitlerin tümünde yorum yapılamayışının nedeni, bazı sismik kesitlerde sismik görüntü kalitesinin iyi olmayışı ya da eski tarihli sismik kesitlerin TPAO Arşivi'nde bulunmayışıdır. Ancak, bu durum çalışmada büyük sorun yaratmamıştır.

Sismik Kesitlerin Yorumu

İzmit Körfezi girişinde petrol arama amaçlı olarak yapılmış sismik kesitlerin en doğuda olanı, Yalova açıklarından başlayarak KKD yönüne doğru 12,5 km kadar uzanır. TPAO Arşivi'nde bulunan bu kesitten başlayarak yapılan sismik değerlendirme, batıya doğru devam ettirildi ve Çanakkale Boğazı girişine kadar sürdürüldü.

Yukarıda sözü edilen sismik kesitten sonra, batıya doğru 22 km içinde, aynı yönde (KKD-GGB) atılmış üç ayrı kesit daha yer alır. Bu sismik kesitlerden Marmara Denizi faylarının en doğudaki durumunu en iyi göstereni, M-83-04 no'lu kesittir (Şekil-2). Bu kesitte en kuzey ve en güneyde yer alan ve normal atımlı olan faylar, "Marmara Denizi Kuzey ve Güney Kenar Fayları" olarak adlandırıldı. Kenar fayları Marmara Denizi'nin her iki yanında bulunan şelfle yamacı sınırladıklarından daha önce kırmızı renkle gösterilen faylardan bu sınırı oluşturanları, zon biçimide yorumlanarak yeşil çizgilerle gösterildi (Şekil-1). Marmara Denizi'nin biçimine uygun olarak, kuzey ya da güneye kavisler yaparak doğudan batıya sürekli olarak takip edilebilirler. Her iki fayın da her yerde normal fay olduğu, sismik kesitlerden rahatlıkla görülebilir. Bunlardan kuzeydeki fay güneye, güneydeki faysa kuzeye eğimlidir.

Marmara Denizi Kuzey Kenar Fayı, İzmit Körfezi çıkışından sonra, Adalar'ın 5 km güneyinden geçecek biçimde Silivri açıklarına kadar BKB-DGD doğrultulu ve güneye içbükey kavisle batıya doğru uzanır. Buradan itibaren DKD-BGB doğrultuda devam eder, Marmara Ereğlisi'nin 3-4 km açığından geçerek, Tekirdağ güneylerinde KD-GB yönünde ve kıyıyı kontrol edecek biçimde devam ederek Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile birleşir.

Yalova yakınlarından itibaren haritalanmaya başlanan Güney Kenar Fayı, batıya doğru kıyıya paralel olarak Armutlu Yarımadası'nın kıyısını izler. Bu kesimde doğuda genel doğrultusu D-B olan fay, yarımadanın batısında KD-GB doğrultusunu alır. Yarımadanın burnundan sonra kuzeye içbükey bir yay çizerek İmralı Adası'nın 2 km kuzeyinden geçer, denizin ortasına kadar KB-GD yönünde gider. Daha sonra kıyıya kadar küçük büklümler dışında D-B doğrultusunu izler.

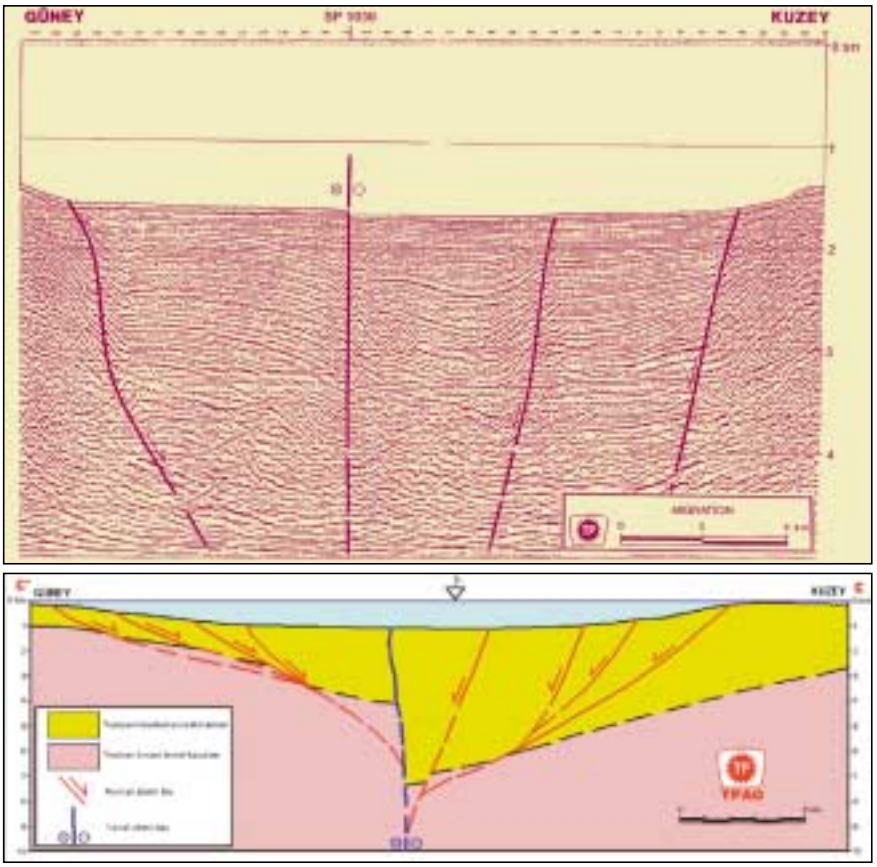
Kuzey ve Güney Kenar Faylarının yanı sıra, onlar kadar devamlı olmasa da birçok normal atımlı fay haritalandı ve şekil-1'de kırmızıyla gösterildi.

Şekil-1'de, Marmara Denizi'ndeki normal fay özelliğindeki faylardan başka, İzmit Körfezi'nden başlayarak Şarköy yakınlarına kadar uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı segmentleri de (fay parçaları) gösteriliyor. Bu segmentler hakkında şunlar söylenebilir: M-83-04 no'lu sismik kesitin (Şekil-2) 560 no'lu atış noktasında görülen fayda, deniz tabanındaki Kuvaterner sedimanlarının etkilendiği; güney blokun düşük, kuzey blokunsa yüksek kotlarda olduğu gözlendi. Bu nedenle, TPAO tarafından ilk yapılan haritada kırmızı renkle ayrılmış olan bu fay, yalnızca deniz tabanındaki kot farkına bakılarak, düşey atımlı bir fay olarak yorumlanabilir. Ancak kesitin bütününe bakıldığında, yanal atımlı bir fay olduğu açık bir biçimde görülür. Doğudan batıya doğru bu özelliğin görüldüğü noktalar, haritada (Şekil-1) bir zon şeklinde mavi renkle belirtilerek, "Kuzey Anadolu Fayı Adalar Segmenti" olarak adlandı. Burgaz Adası'nın 9 km güneybatısından itibaren izlenemeyen (sönümlenen veya düşey atımlı-güneye eğimli faylarla birleşen) KAF Adalar Segmenti'nin en doğudaki sismik kesitten itibaren buraya kadar olan uzunluğu, 35 km'dir. Ancak, İzmit Körfezi içinde de devam edeceği kuşkusuzdur. Fayın uzanımı KB-GD olup, kuzeye doğru içbükey, Büyük Ada'ya en yakın uzaklığı 7 km'dir. Sismik kesitte (Şekil-2), kenar faylarının ve diğer düşey atımlı fayların, yanal atımlı faya doğru eğimli oldukları görülür. Yanal atımlı fayın

güneyinde kalan sedimanların altta kıvrımlı, üstte yatay olmaları; sedimantasyonun, bu fayın hareketi sırasında geliştiğinin göstergesidir.

Kuzey Anadolu Fayı, aralı-aşmalı (en echelon) bir sıçrama yaparak, Adalar Segmenti'nin sönümlendiği yerin 11 km güneyinde tekrar belirir. Bu noktadan itibaren BKB yönüne doğru hemen hemen düz bir çizgi halinde 30 km kadar izlenir . KAF Doğu Marmara Segmenti adı verilen bu fay, en iyi MDZ-97-09 no'lu sismik kesitte (Şekil-3) görülür. Bu kesitin yaklaşık 525. atış noktası yakınlarındaki fay zonunda, deniz tabanında bulunan Kuvaterner sedimanları, kuzeyi düşük blokta kalacak biçimde etkilenmiş gibi görünürler. Aslında bu zonda yer alan faylar da, Adalar Fayı gibi yanal atımlı olup, derine doğru birleşerek tek bir fay gibi davranır. Bu kesitte, Kuzey Kenar Fayı ve aradaki diğer normal atımlı faylar görülüyor. Güney Kenar Fayı kesit dışında kalır. 2 saniye çizgisinin üzerinde, Kuvaterner sedimanları içinde görülen karmaşık refleksiyonların çoğu kayma yapıları olmalıdır ve bu da sedimantasyon sırasındaki tektonik aktiviteyi gösterir.

KAF, İmralı Adası'nın 22 km kuzeydoğusunda sönümlenen Doğu Marmara Segmenti'nden, kuzeye doğru 12 km'lik bir sıçrama daha yaparak yeni bir segment oluşturur. KAF Orta Marmara Segmenti olarak adlandırılan bu fayın en doğu ucu, Çekmece kıyılarına 10 km uzaklıktadır (Şekil-1). Bu noktadan BGB yönüne doğru, kuzeye ve güneye büklümlü dalgalanmalar yaparak 75 km devam eder, Marmara Adası'nın 17 km kuzeyinde sönümlenir veya aşağıda değinilecek olan KAF'nın Marmara Denizi'ndeki son segmentiyle birleşir. Burada yeterli sismik veri bulunmadığından sönümlenme ya da diğer kolla birleşme konusunda kesin bir kanıya varılamadı. Orta Marmara Segmenti'ni tanımlamak için S-52 no'lu sismik kesit (Şekil-4) kullanıldı. Bu kesitte atış noktası 1030'da yanal atımlı fay görülür. Ayrıca, fayın iki yanında, deniz tabanındaki Kuvaterner sedimanlarında 7-10 m'lik bir kot farkı da gözlenir. Altta kıvrımlı ve üste doğru yatay olan Pliyo-Kuvaterner sedimanları, fayların günümüze kadar aktif olduğu bir dönemde çökelmişlerdir. Marmara Denizi yamacını kat eden birçok kesitte görüldüğü gibi, bu kesitin de en kuzeyinde deniz tabanında aktif tektonizmanın etkisiyle gelişmiş bir kayma yapısı görülür. Kesitin buraya alınmayan kuzey ve güney kesimlerinde de buna benzer birçok yapı görmek mümkün.



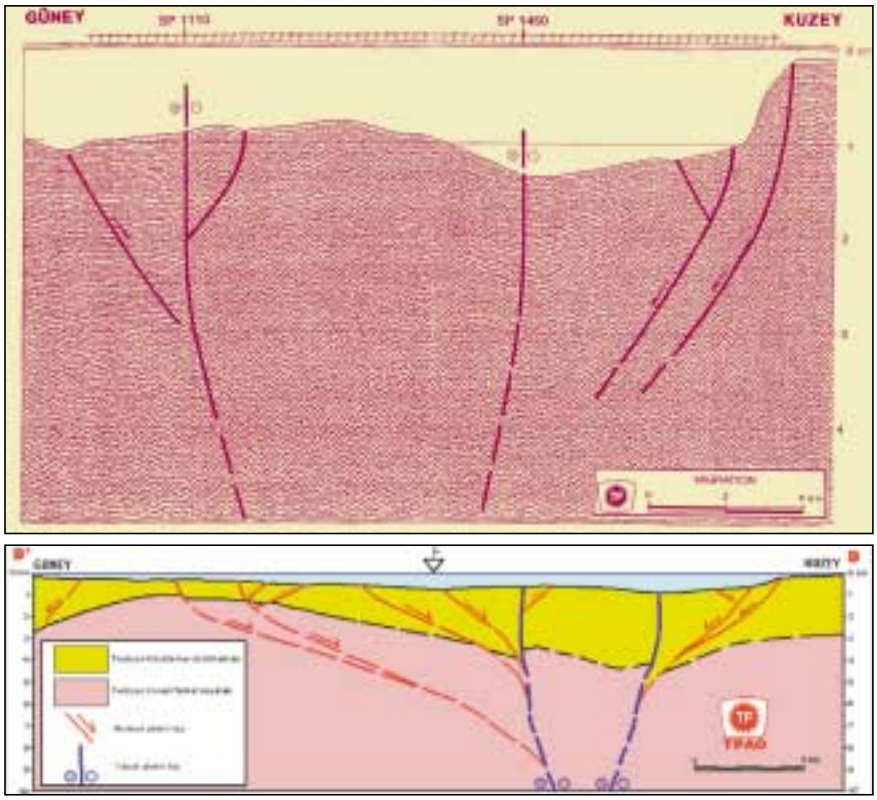
Şekil 4: S-52 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 10: Şekil 4'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış C'-C jeoloji enine kesiti (altta).

KAF Ganos Segmenti Marmara Denizi'nde, Tekirdağ ile Şarköy arasında yer alan Gaziköy'den, KD yönüne doğru, 56 km uzanır. Karadaki devamıysa Gaziköy'den, Gelibolu Yarımadası'ndaki Bolayır'a kadardır. Buradan tekrar denize (Saros Körfezi'ne) girerek yarımadanın kuzey kıyısını izler. Marmara Denizi'nde kuzeye içbükey bir görünümü vardır. Marmara Ereğlisi'nin güneyinde sönümlendiği yerin ilçeye uzaklığı 6,5 km'dir. Ganos Segmenti'nin en iyi gözlendiği sismik kesit TK-48'dir (Şekil-6). Bu kesitin 660 no'lu atış noktasında görülen yanal atımlı fayda, kuzey bloktaki kotta küçük bir düşme de görülür. Kuzey ve Güney fayları ile bunların arasında kalan diğer normal atımlı faylar, başka kesitlerde de olduğu gibi, ana faya (yanal atımlı faya) doğru eğimlidir. Fayların deniz tabanını etkilemiş olması; kesitte, özellikle güney yamaçta görülen kayma yapıları, diğer bölgelerde olduğu gibi hareketliliğin günümüzde de devam ettiğinin göstergesidir.

TK-50 sismik kesitinde (Şekil-5) Ganos ve Orta Marmara segmentlerini aynı anda görmek mümkündür. Bu kesitte kuzeyde kalan (atış noktası 1460) yanal atımlı fay Ganos; güneydekiyse (atış noktası 1110) Orta Marmara faylarıdır. En kuzeyde görülen normal atımlı fay, Kuzey Kenar Fayı'dır ve Ganos Segmenti'ne doğru eğimlidir. Kesitin buraya alınmayan güney devamında görülen normal atımlı faylarsa, Orta Marmara Segmenti'ne doğru eğimlidir.

Jeolojik Yorum ve Tartışma

Marmara Denizi'nde yer alan, Pontid İçi Kenet Çizgisi adı verilen (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve iki kıta arasındaki okyanusun kapanarak Paleosen-Erken Eosen zamanlarında kıtaların çarpışmasıyla oluşan zon, o zamandan günümüze kadar çeşitli havzaların oluşumunda etkili olan bir zayıflık zonu olmuştur: Çarpışmadan hemen sonra



Şekil 5: TK-50 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 11: Şekil 5'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış D'-D jeoloji enine kesiti (altta).

gelişmeye başlayan bir fay sistemi, Orta Eosen'den Erken Miyosene kadar aralıklarla etkili olmuş ve havza bu fay sistemi kontrolünde gelişmiştir. Geç Miyosende gelişen faylar bütün Batı Anadolu'da ve Marmara Denizi'nde görülen Neotektonik Dönem faylarıdır. KAF'ın başlama yaşı olan Pliyosen'den bu yana, yukarıda anlatılan fay sistemi gelişmiştir. Marmara Denizi'nde, kıta çarpışmasında oluşanlar da dahil olmak üzere, dört ayrı fazda gelişen faylar, daha eski yapılar tarafından kontrol edilmişlerdir. Bu nedenle, Marmara Denizi'nde düzenli ve sürekli Neotektonik yapılar izlenemez.

Marmara Denizi'nde, iki tür aktif fay ayırdetmek mümkün. Bunlardan birincisi dört ayrı segmentten oluşan, genellikle dik bir düzlem oluşturan ve yanal atımlı olan faylar; ikincisiyse iki yandan bu faylara doğru eğimli olan normal atımlı faylardır.

Marmara'da görülen yanal atımlı olan fay zonu, doğuda Gölcük-Sapanca, batıda ise Gaziköy-Bolayır doğrultusunda Kuzey Anadolu Fayı'yla birleşir. Bu nedenle sismik kesitlere dayanılarak haritalanan fay zonunun, sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı olduğu kabul edilmiştir. Marmara Denizi'nde sismik kesitlerin yorumlanmasıyla doğrultu atımlı fayların yönünü söylemek çok zordur. Ancak, Doğu Marmara Segmenti'nin batıdaki bitiş noktasıyla Orta Marmara Segmenti'nin doğudaki bitiş noktası arasında kalan alanda görülen KD-GB gidişli fayların (Şekil-1) doğuda kalan bloklarının düşük olması, buradaki segmentlerde sağ yönlü bir atımın ve buna bağlı olarak bir açılmanın geliştiğinin belirteci olabilir. Aynı biçimde fayların sıçrama veya büklüm yaptığı diğer yerlerde de buna benzer açılma veya sıkışma yapılarının bulunması gerekir. Bunların ortaya konabilmesi için sismik kesitler üzerinde daha detaylı yorum yapılması gerekir.

Haritalanan ve düşey atımlı olan fayların tamamı, ortalarından geçen yanal atımlı faylara doğru eğimlidirler. Burada, asal bileşenlerinin düşey atım olması nedeniyle bu biçimde anılsalar da, bir miktar yanal atım bileşenlerinin de olacağı kuşkusuz. Bu nedenle, verev atımlı olduklarını söylemek de mümkün. Örneğin, Şekil-3'te görülen Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde kalan normal atımlı fayların, doğrultu atım bileşenleri de vardır.

Normal fayların en kolay izlenebilenleri kenar faylarıdır ve daha önce de sözü edildiği gibi Marmara Denizi'nin şelfini sınırlarlar (Şekil-7). Bu sınır aynı zamanda Pliyo-Kuvaterner sedimantasyonunu da kontrol eder. Kenar fayları ve diğer normal atımlı faylar, aynı zamanda büyüme fayları niteliğindedir, geçmişteki sedimantasyon sırasında olduğu gibi, günümüzde de havzanın sürekli olarak çökmesine neden olurlar. Marmara Denizi'nde Kuzey Anadolu Fayı'nın çalışmaya başlamasından günümüze kadar olan 4 milyon yılda, 2-3 km'ye ulaşan kalınlıklarda sedimanın biriktiği tahmin ediliyor. Burada aynı zamanda 1200 m su derinliğine kadar ulaşan çukurluklar da bulunuyor (Şekil-7). Bu da çökme hızının sedimantasyon hızından çok fazla olduğunun açık bir göstergesidir.

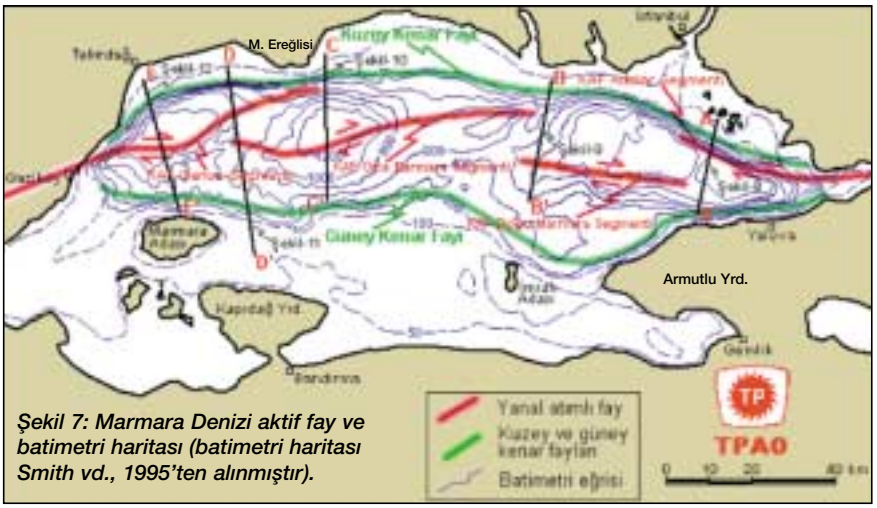
Sismik kesitlerden yararlanılarak yorumlanmış olan jeoloji enine kesitleri (Şekil-8, 9, 10, 11 ve 12), Marmara Denizi'nin bugünkü yapısını gösterirler. Aynı zamanda Marmara'nın biçimlenmesini de sağlayan buradaki fay sistemi, "negatif çiçek yapısı", olarak adlandırılan (Harding, 1985) ve doğrultu atımlı fay zonlarında sıkça görülen bir sistemdir. Bu sistemde normal atımlı faylar, hareketin asıl nedeni olan yanal atımlı faya doğru eğimli olur ve derinlerde bu ana fayla birleşerek tek bir fay olarak devam ederler. Aslında bütün Marmara Denizi, karmaşık negatif çiçek yapılarının biçimlendirmesi sonucu bugünkü halini almıştır. Bu negatif yapıların içerisinde, Şekil-5 ve 11'de görüldüğü gibi, iki yanal atımlı fayın arasında, daha küçük ölçekte pozitif çiçek yapıları da olabilir. Yer yer 1200 m'ye varan çukurlukların geliştiği bu havzayı tek bir fay segmentiyle oluşturmak oldukça zordur. Haritalardan ve sismik kesitlerden görüldüğü gibi, Marmara'yı etkileyen Kuzey Anadolu Fayı'nın yanı sıra, onunla ilişkili Kuzey ve Güney Kenar Faylarıyla çok sayıda küçük ölçekli fay bulunur. Kuzey Anadolu Fayı, İzmit Körfezi'nden Gaziköy'e kadar olan bölümde tek bir çizgi halinde olmayıp, doğrultu değişmeleri de olan ve birtakım sıçramalar yaparak uzanan, dört ayrı segmentten oluşur. Kabaca Marmara Denizi'nin ortalarından geçen bu segmentler, aynı zamanda denizin uzun eksenine paraleldir. Bu geometrik biçime uyumlu olarak yayılım gösteren çökel paketiyse Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır.

1999 yılında oluşan depremlerden sonra güncellik kazanan Marmara Denizi faylarıyla ilgili olarak çeşitli araştırmacılar görüş bildirmişlerdir. Bu görüşler üç ana fikirde toplanabilir:

Barka ve Kandisky-Cade (1988), önerdikleri modelde Marmara Denizi'nin, KKD-GGB yönlü ve birbirine paralel sağ yönlü faylarla bunlar arasındaki D-B yönlü normal faylar tarafından biçimlendirildiğini, bu biçimlenme sırasında bugün var olan batimetrik çukurlukların çek-ayır (pull-apart) havzalar olarak geliştiğini vurgularlar.

Okay ve diğerleri (1999a), Marmara'nın batısında yaptıkları çalışmada burada gelişen havzayı, bu çalışmayla kısmen benzerlik taşıyan, doğrultu atımlı faylarla açılan, bir negatif çiçek yapısı olarak betimler. Okay ve diğerleri (1999b), Kuzey Anadolu Fayı'nın doğuda İzmit Körfezi'nden itibaren batıya doğru, D-B genel gidişli ve yaklaşık birbirine yarı paralel üç faydan meydana geldiğini belirtir. Okay ve diğerleri (1999c) ise, üç transform fayın birleşme yerinde Doğu Marmara'daki çukurluğun açıldığını, bu faylardan ikisinin şu anda aktif olmadığını ve günümüzde burada, Batı Marmara'ya benzer bir yapının geliştiğini belirtir.

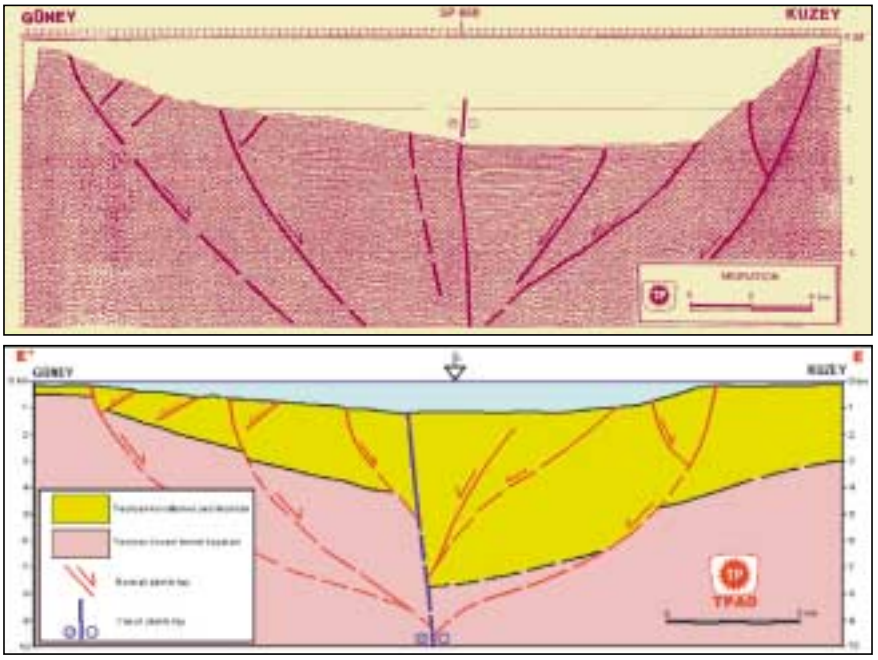
Le Pichon ve diğerleri (1999), Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'ni yaklaşık doğu-batı yönde kesintisiz kat eden tek segment halinde uzandığını savunurlar.



Şekil 7: Marmara Denizi aktif fay ve batimetri haritası (batimetri haritası Smith vd., 1995'ten alınmıştır).

Marmara Denizi'nin batimetrisi hakkında sağlıklı bilgiler veren bir harita henüz mevcut değil. Bununla birlikte, Smith ve diğerleri (1995)'ten alınan ve Şekil-7'de görülen haritadaki batimetri, Marmara'nın ana hatlarını yansıtır. Bu harita üzerine işlenen KAF'ın, Marmara Denizi'nin bugünkü çukurluklarını kestiği görülür. Dolayısıyla, bu çukurlukların morfolojik konumlarını KAF'dan daha önce kazanmış olmaları gerekir. Aynı biçimde Marmara Denizi'nde bulunan adaların da, KAF'ın oluşumundan önce de var olan birer morfolojik yükselimler olduğu sonucuna varılır. Fayın aktivite kazanmasıyla, Marmara Denizi de şekillenmeye başlamış, önceden var olan engebeli topografyadaki çukurluklar, sedimanların ilk ve daha fazla birikeceği ve daha fazla çökecek alanları oluşturmuştur. Böylece, Marmara'da bulunan ve KAF'la ilişkilendirilen çukurlukların çoğunun, faydan daha yaşlı olmasına karşın, aynı zamanda fayın aktivite kazanmasıyla, en fazla çökme ve en çok sediman birikme alanları olduğu ortaya çıkar. Dolayısıyla, Barka ve Kandisky-Cade (1988)'in tanımladığı şekliyle Marmara Denizi çukurluklarının, KD-GB doğrultulu ve KAF olarak tanımlanan aktif faylar tarafından açıldığına dair bir veri yok.

Bunun yanı sıra, Marmara Denizi'nde KAF; Okay ve diğerleri (1999b)'nin belirttiği gibi birbirine paralel üç faydan ve Le Pichon ve diğerleri (1999)'nin belirttiği gibi tek bir faydan oluştuğu da görülmüyor; yukarıda da tanımlandığı gibi birbiriyle ilişkili fakat sıçramalar yapan dört ayrı segmentten oluştuğu gözleniyor.



Şekil 6: TK-48 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 12: Şekil 6'da görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış E'-E jeoloji enine kesiti (altta).

Muzaffer Siyako, Taner Tanış, Fuat Şaroğlu
Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü
msiyako@petrol.tpao.gov.tr

Bu çalışmadaki uzaklıklar, büyük ölçekli gerçek sismik lokasyon haritalarından ölçülmüştür. Yazıda yer alan küçük ölçekli haritalardan uzaklık ölçmek yanıltıcı olabilir. Ayrıca bu çalışmada, TPAO'nun arşivinde bulunan sismik veriler kullanılarak, Marmara Denizi'ndeki KAF ile buna bağlı olarak gelişmiş diğer faylar haritalanarak tanımlanmış olup, bu fayların depremselliği konusundaki tartışma uzmanlarına bırakılmıştır.

Kaynaklar

Barka, A.A., Kandisky-Cade, K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics 7, 663-684.

Harding, T.P., 1985, Seismic chracteristics and identification of negative flower structures, positive flower structures, and positive structural inversion, AAPG Bulletin 69/4, 582-600.

Le Pichon, X., Taymaz, T. ve Şengör, A.M.C., 1999, Büyük marmara Fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir? Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi, 20 Kasım 1999, Sayı: 661, 8-11.

Okay, A.I., Demirbağ, E., Kurt, H., Okay, N. ve Kuşçu, İ., 1999a, An active, deep marine strike-slip basin along the North Anotolian Fault in Turkey, Tectonics 18, 129-148.

Okay, A.I., Kaşlılar-Özcan, A., Boztepe-Güney, A. ve Kuşçu, İ., 1999b, Marmara Denizi'nde İstanbul'u tehdit eden kırıklar, Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi, 28 Ağustos 1999, Sayı: 649, 8-10.

Okay, A.I., Kaşlılar-Özcan, A., Boztepe-Güney, A. ve Kuşçu, İ., 1999c, Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey (baskıda).

Smith, A.D., Taymaz, T., Oktay, F., Yüce, H., Alpar, B., Başaran, H., Jackson, J.A., Kara, S., Şimşek, M., 1995, High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): Late Quaternary sedimentation and sea-level changes. Geol. Soc. Am. Bull. 107, 923-936.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethiyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics, v. 75, 181-241.



Buzun Dört Bin Metre Altındaki Yaşam
Vostok Gölü

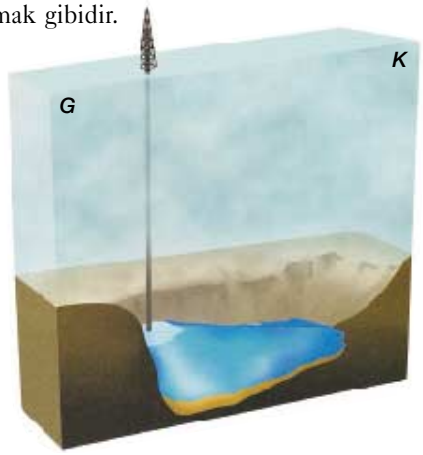
Antarktika, dünyanın en soğuk, en rüzgârlı ve iklimi en kuru kıtası. Burayı bir buz çölü olarak da düşünebiliriz. Yıllık kar yağışı (kar kalınlığı olarak) ortalama 30 santimetredir. Kıtanın kimi yerlerindeyse bu kalınlık yılda 6 santimetreye kadar düşer. Sıcaklığın da düşük olması nedeniyle burada erime yok denecek kadar azdır. Yağan karlar, binlerce yıl boyunca birikip sıkışarak Antarktika kıtasını örten buz tabakasını oluşturmuştur. Kıtanın yaklaşık % 98'i, ortalama olarak 2 500 metre kalınlığındaki buz tabakasıyla örtülüdür. Buzun kalınlığının 4 700 metreye ulaştığı yerler de vardır. Buz tabakası karların her yıl üst üste birikmesiyle oluştuğundan, yüzeyden başlayarak buzun dibine doğru yapılan sondajlar bir bakıma sanki zamanda yolculuk yapmak gibidir. Bu sondajlarda, buz parçaları kesilerek örnekler toplanıyor. Bu örnekler, yani, binlerce yıl önce yağmış ve sertleşerek buz haline gelmiş karlar, Dünya'nın o zamanki çevresi ve birikim sırasındaki iklim koşulları konusunda bilgi veriyor.

Antarktika'daki çalışmalara şimdi de birkaç bin metrelik buz tabakasının altında bir göldeki yaşam araştırmaları eklendi. Milyonlarca yıldır buz tabakasının altında, dış dünyadan yalıtılmış bu gölde, bilimin haberdar olmadığı mikrop türleri, farklı koşullarda yaşıyor olabilir. Bilim adamları, burada Dünya'mızın geçmişi ve başka gezegenlerdeki yaşam olasılıkları konusunda öğrenilecek çok şey olduğunu düşünüyorlar.

Gölün Keşfi

Vostok Gölü'nün keşfi, bundan 30 yıl öncesine dayanıyor. Öykünün kahramanları, İngiltere, Rusya, Danimarka, Fransa ve ABD'den bilim adamlarıyla başka meslekler-den insanlar. Gölün varlığından ilk söz eden kişi, R. V. Robinson adlı, bir Rus pilot olmuş. 1961 yılında kıtanın üzerinde uçarken Robinson, buz tabakasının üzerinde yer yer düzlük alanlar olduğunu fark etmiş ve bunları göl olarak tanımlamış. Bugün bilim adamları, Robinson'un, bilmeden buzun birkaç kilometre altındaki göllerin yüzeydeki göstergelerini fark etmiş olabileceğini söylüyorlar. Bundan üç yıl sonra, Moskova Devlet Üniversitesi'nden Andrei Kapitsa ve ekibi, tam da Vostok Gölü'nün bulunduğu bölgede, buz tabakasının kalınlığını belirlemek için sismik deneyler yaptılar. Bu bölgenin seçilmesinin tek nedeni, buranın Vostok Araştırma İstasyonu'na çok yakın olmasıydı. Sismik deneylerde kaydedilen yansımaların birbirinden ayırt edilmesi genellikle zordur. 1964 yılında Kapitsa ve ekibi, yalnızca buz tabakasının kalınlığıyla ilgilendikleri için, suyun varlığına işaret eden bulgulara dikkat etmediler.

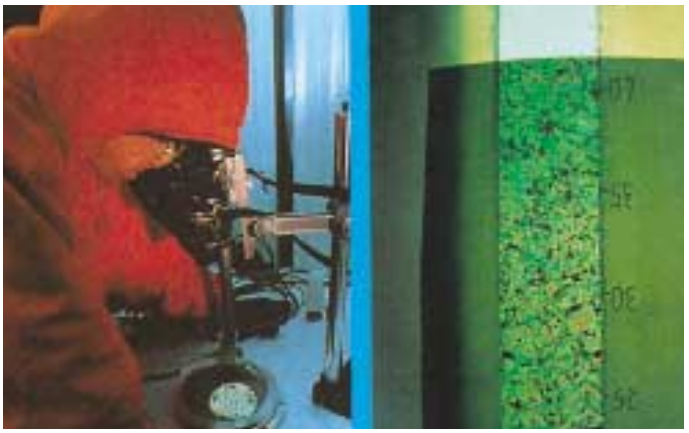
Aslında, Antarktika'da sismik deneyler yapmak tercih edilen bir çalışma yöntemi değil. Buz tabakasının üstünde de 30 metre kalınlığında bir kar tabakası bulunur. Deneyden iyi sonuç almak için, buzula ulaşana ka-

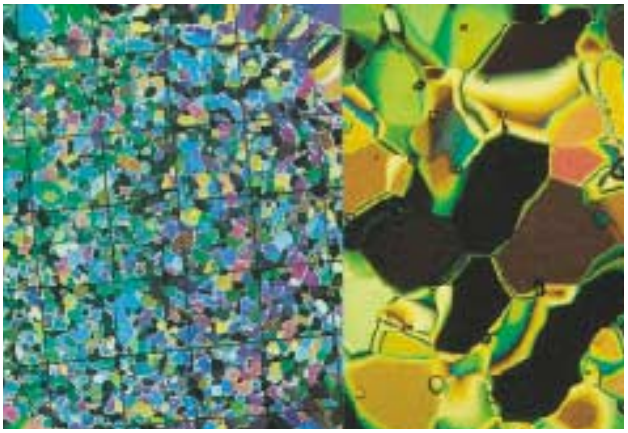


Antarktika'daki Vostok Gölü, 4 000 metrelik buz tabakasının altında bulunuyor.









dar karı kazmak ve araçları oraya yerleştirmek gerekir. Bu çalışmalar hem uzun zaman hem de yoğun işgücü gerektiriyor.

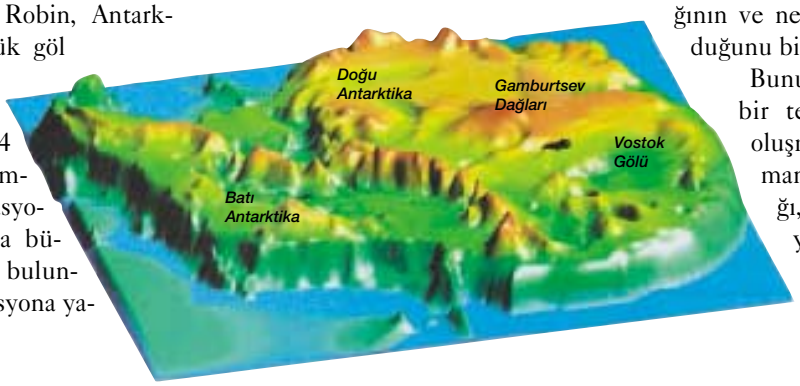
Buzun altındaki bir gölü bulmanın tek yolu yalnızca sismik deneyler yapmak değildir. 1970'li yıllarda, Cambridge'deki Scott Kutupsal Araştırma Enstitüsü'nden Gordon Robin'in başkanlığında, ABD, İngiltere ve Danimarka'dan bir grup bilim adamı, buz tabakasını radarla taradı. Kullandıkları radar aygıtı, VHF radyo sinyalleri göndererek, değişik elektriksel özelliklere sahip tabakalardan yansıyanları kaydediyordu.

Sismik araştırmalarda olduğu gibi, radar ölçümleri de buzun kalınlığını, dalgaların iki yönlü (gidiş-dönüş) süresini dalga hızıyla çarpıp bu sonucu ikiye bölerek buluyor. Gölün bir kenarından ötekine ardışık radar atımlarının yansıma grafiği çıkarılarak, buz tabakasının kesitinin görüntüsü oluşturuluyor. Bu işte kullanılacak radar donanımı, bir uçağa da monte edilebileceği için, saatte 300 kilometre hızla giderken, uçuş hattı üzerindeki bilgiler kaydediliyor.

Gordon Oswalt ve Robin, Antarktika'da pek çok küçük göl bulduklarını 1973 yılında bilim dünyasına duyurdular. Bundan 4 yıl sonra da, radar ölçümlerinden, Vostok İstasyonu'nun çok yakınında büyük bir su kütlesinin bulunduğunu anladılar. İstasyona yakınlığı yüzünden göle Vostok Gölü adı verildi. Gölün varlığıyla ilgili ipuçlarının ortaya çıktığı ilk yıllarda, kimse burada yaşam olabileceğini düşünmemişti. Ancak, 1970'li yıllardan bu yana ortaya çıkan gerçeklerden biri de, Dünya'da çevre koşullarının çok olumsuz olduğu yerlerde bile yaşam olabileceğinin anlaşılması oldu.

1990'lı yılların başında, Antarktika'daki buz tabakasının Avrupa Uzaktan Algılama Uydusundaki (ERS-1) radar altimetreyle ölçümleri yapılmaya başlandı. 1993 yılında Jeff Ridley ve ekibi, Vostok Gölü'nün üzerindeki düzlük alanın şeklini çıkardılar. Oluşturdukları alanın sınırlarının, havadan yapılan radar ölçümleriyle oluşturulmuş kesitlerdeki gölün kenarlarıyla örtüştüğü görüldü. Bunlardan haberdar olan Kapitsa da, 30 yıl önce kaydettikleri sismik verileri yeniden gözden geçirmeye başladı. Bilim adamları, 1994 yılında, uydu, radar ve sismik ölçümleri birleştirerek gölün haritasını eksiksiz olarak çıkardılar.

Aynı yıl, Cambridge'de, Vostok Gölü üzerine uluslararası bir konferans düzenlendi. 1996 yılında da, güney kutbu yakınlarında 50 kilometre genişliğinde, yaklaşık 500 metre derinliğinde bir gölün bulunmuş olduğu açıklandı. Biyologlar, bu büyük gölün yeni canlı türlerine ev sahipliği yapıp yapmadığını merak etmeye başladılar. Böylece, bulunmasından ancak 20 yıl sonra göl, buzul bilimcileri dışındaki bilim adamlarının da ilgisini çekmiş oldu.



Gölde Yaşam

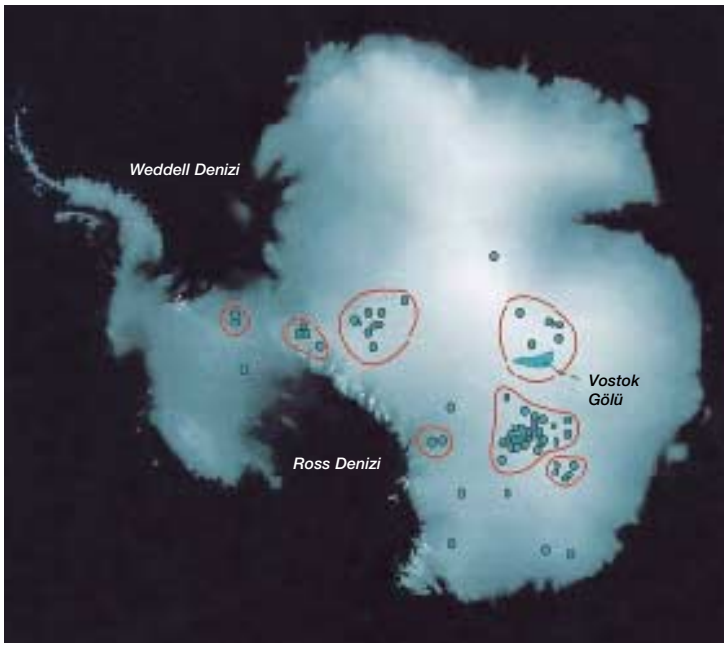
Yaşamı sınırlayan şeyler karbon ve enerji kaynakları olduğu için ve her ikisinin de gölün karanlık sularında kısıtlı olma ihtimali çok yüksek olduğundan, biyologlar gölde yalnızca bakterilerin yaşadığını düşünüyorlar.

Öte yandan, eğer Vostok Gölü etkin bir çatlak sisteminin parçasıysa, tabanında hidrotermal çıkışlar bulunuyor olabilir. Derin okyanus sularında buna benzer delikler, daha önce rastlanmamış, karmaşık yapıda yaratıkların yaşadığı ortamlar yaratıyor. Aslında, çatlak eski ve soğuksa bile karbon kaynağına sahip olabilir. Ancak, gölden örnekler almadan burada nasıl bir enerji kaynağının ve ne türorganizmaların bulunduğunu bilmek olanaksız.

Bunun yanı sıra, göl herhangi bir tektonik etkinlik sonucu oluşmamış da olabilir. O zaman, gölün tek karbon kaynağı, buzun içine hapsolmuş, yavaş yavaş aşağı inen havadan geliyor olmalı. Ekim ayının sonunda,

Cambridge'de gerçekleştirilen bir atölye çalışmasında, İsviçre'nin Grenoble kentindeki Buzul ve Çevre Jeofiziği Laboratuvarı'ndan Jean Robert Petit ve Montana Eyalet Üniversitesi'nden (ABD) John Priscu ilk bulguları açıklamışlar.

Priscu, gölün üzerindeki buzun 3603 metre derinliğinden alınan buz örneklerinde biçimleri çubuğa benzeyen ölü bakteriler bulmuş. Petit ise 3590 metre derinlikten, gölün donmuş sularından alınmış 1 metrelik bir buz örneğinde, solunum yapan ve dışarıya CO_2 veren bakteri örneklerine rastlamış.



Her iki araştırmacı da yalnızca basit mikroplar bulmuş olsa da, Petit'ye göre bu, göl tabanında daha karmaşık yaşam biçimlerinin bulunma olasılığını ortadan kaldırmıyor. Gölde mikroplardan başka hiçbir canlı türü yaşamasa da, belki de milyonlarca yıldır dış dünyadan yalıtılmış bu organizmalar, çetin çevre koşullarıyla baş etmek için bilmediğimiz stratejiler geliştirmiş, ilginç canlılar olacaktır diyor Petit.

Gölün Anatomisi

Buzul uzmanları, Vostok Gölü'nün nasıl oluştuğu konusunda şimdilik pek az bilgiye sahipler. Gölün güneyinde, buz tabakasının kalınlığı 3700 metre kadar. Kuzeyindeyse 4200 metreye kadar çıkıyor. Araştırmacılar, Kapitsa'nın sismik sonuçlarını değerlendirerek gölün derinliğini de bulmaya çalışıyorlar. Gölün Vostok İstasyonu yanında derinliğinin 500 metre olduğu bulunmuş. Orta bölümde de derinliğin birkaç yüz metre kadar olduğu tahmin ediliyor. Sismik verilerin bulunmadığı kuzey bölümündeyse, radar ölçümlerinden, suyun yalnızca yaklaşık 10 metre kadar olduğu tahmin ediliyor. Bu tahminlere bakarak, Siegert, gölün büyüklüğünün de 2000 km^2 olabileceğini söylüyor.

Siegert'e göre göl, Antarktika'nın kalıcı buzulları kadar yaşlı olabilir. Yani, 15 milyon yıl. Ancak, gölün içindeki su o kadar eski olmak zorunda değil. Bunları belirlemek için gereken veriler henüz elde olmadığı için yerbilimciler, şimdilik gölün neden var olduğunu anlamaya çalışıyorlar.

Araştırmacılar, gölün tektonik etkinlikler sonucu oluşmuş olabileceğini düşünüyorlar. Vostok Gölü, 3000 metre yüksekliğinde, (fakat, tamamıyla buzlar altında olan) Gamburtsev Dağları'nın ortasında bulunuyor. Ellerinde kaya örnekleri olmadığı için araştırmacılar dağların nasıl ve neden oluştuğunu henüz söyleyemiyorlar.

Asıl güçlük, dört kilometrelik buz tabakasının altındaki gölün sularından nasıl örnek alınacağı. Çünkü, bunu yaparken de gölün sularının kirletilmemesi gerekiyor, yoksa gölün tüm değeri yok olacak. NASA'dan bilim adamları, bu sorunu yenmek için gereken ekipmanların geliştirilmesiyle ilgileniyorlar. Jüpiter'in uydusu Europa'nın keşfi sırasında da benzer teknikleri kullanmayı düşünüyorlar. Europa'nın yüzeyi, kilometrelerce kalınlıkta bir buz kabuğuyla kaplı. Bunun altında da bir okyanus var. Kimi bilim adamları, bu okyanusta yaşam bulunabileceğini düşünüyorlar. NASA'nın Pasedana'daki Jet İtki Laboratuvarı'ndan Frank Carsey, buz tabakasını sıcak suyla eriterek göle ulaşılabilecek 3 metrelik bir robotu şimdiden tasarlamış.



Europa'nın buzdan kabuğunun altında bir okyanus bulunuyor olabilir. Araştırmacılar, bu kabuğun birkaç kilometre kalınlığında olduğunu düşünüyorlar. Bu nedenle, NASA'da çalışan mühendisler, Vostok Gölü'nün keşfinin, Europa'daki yaşam araştırmalarında kullanılacak yöntemleri denemek için iyi bir fırsat olduğunu düşünüyorlar.

Aslında Vostok İstasyonu'nda 1970 yılından bu yana buzul örnekleri toplamak için sondajlar yapan bilimsel bir kazı ekibi var. Rus ekip, buz örneği almakta kullanılan donanımlarını zaten gölün 120 metre yukarısına kadar indirmiş. Fakat, aletleri yağlamak ve üstteki deliğin donmasını engellemek için kullanılan gazyağı göle dolacağı için göle kadar inmemişler. Ölçümler ve örnek almak için kullanılacak aletlerin, bundan başka bir yöntemle göle kadar indirilmesi gerekiyor.

Vostok Gölü'nden örnekler almak için gereken teknolojinin geliştirilmesi, mühendislerin bir kaç yılını daha alacak. Bu sırada Antarktika'da çalışan buzul uzmanları, gölü daha ayrıntılı bir biçimde incelemeye zaman bulacaklar. Şimdiye kadar St. Petersburg, Washington DC ve Cambridge'de atölye çalışmaları düzenlenmiş. Bu yıl da, kazı teknolojisinin tartışılacağı yeni bir atölye çalışması daha düzenlenecek. Biyologlar gölün sularından örnekler almak için sabırsızlanıyorlar. Ancak, Siegert gibi kimi bilim adamları, araştırmaya değer ve daha kolay ulaşılabilecek başka göller de bulunduğunu hatırlatıyorlar.

Aslı Zülâl

Kaynaklar:
Jacka, T. H. "Antarctic ice cores and environmental change" http://www.antdiv.gov.au/science/index.html
Monarstersky, R. "The strangest home on Earth", Science-newsonline, 2 Ekim 1999 http://www.science-news.org/sn_arc99/10_2_99/bob1.htm
Siegert, Martin J. "Antarctica's Lake Vostok" *American Scientist*, Kasım-Aralık 1999, 510-517.
Walker, Gabrielle "Lake of dreams", *New Scientist*, 4 Aralık 1999, 35-37.



Sokak Köpekleri

İnsan yaşamı elbette çok önemlidir. Elbette 2000 yılında insanlar kuduzdan, soğuk algınlığından, uyuzdan, vebadan… yaşamını yitirmemelidir. 2000 yılında insanlar ülkemizin içinde bulunduğu, çarpık kentleşmenin getirdiği diğer sorunları da yaşamamalıdır. Trafikte de yaşamını kaybetmemeli, derme çatma evlerde salt barınma gereksinimi uğruna yaşamamalıdır. İnsanların değerini belirten daha pek çok şey sıralayabiliriz. Ama bu gerekleri insan için var kabul edip diğer canlıları yok sayarsak; yani kendimizi en üste koyup bir sıralamaya girersek, sıranın en altındakiler bir gün gelir karşımıza dikiliverir; tıpkı sokak köpekleri gibi. Yok ederek sorunu çözümlemeye kalkarsak da birgün sıra kendimize gelir. İnsanlar arasında bir sıralama başlar.

ÜLKEMİZDE yaşam toplumsal çelişkilerle dolu. Bu çelişkilerde büyük ölçüde ülkenin ekonomik ve toplumsal yapısındaki hızlı gelişmeden kaynaklanıyor. Buna yerleşme düzenindeki değişim ve dönüşümleri de ekleyebiliriz. Örneğin gelişmekte olan pek çok ülkenin ana sorunlarından olan içgöç ülkemizde de hızlı bir kentleşme olgusunu bizlere yaşatıyor. Hızlı, büyük ölçüde ve denetimsiz gelişen kentsel büyüme, kentsel alanlardaki yaşam ve çevre kalitesi için önemli sorunların kaynağını oluşturuyor. Kentler, hava kirliliği, ulaşım, konut, enerji temini ve su altyapısıyla ilgili ciddi sorunlarla karşı karşıya. Kentlerin varoşlarındaki yerlere ve su kanallarına denetimsiz çöp dökümü halk sağlığını olduğu kadar su ve toprak kaynaklarını da tehdit ediyor. Bu çarpık kentleşme, kentlerin çevresindeki yeşil alanları da yok etti. Ya denetimsiz yapılan evler? Bugün nüfusumuzun yaklaşık 20 milyonu "gecekondu" adı verilen ve denetimsiz yapılan evlerde oturuyor.



Böyle sorunlarla karşı karşıya gelmiş her toplumda olduğu gibi Türkiye'de de özellikle büyük kentlerde karşımıza şöyle bir tablo çıkıyor: Altyapı yok, yerleşim çarpık, büyüme tümüyle denetimsiz; nüfus patlamış durumda; doğa, tarih, hiçbir özelliği kalmamacasına kirletilip yozlaştırılıyor.



Bu karamsar tablonun yaşantımıza yansıyan pek çok olumsuzlukları var elbette. Burada bu olumsuzlukların birinden, sokaklarda yaşamını sürdürmeye çalışan hayvanlardan, özellikle de köpeklerden söz edeceğiz. Bu hayvanların ve onlarla birlikte yaşamlarını sürdüren insanların trajik boyutlara ulaşan ilişkileri üzerinde duracağız. Çevrebilim (ekoloji) etiği denen kavramdan çözüm arayacağız.

Kim Bunlar?...

Foucault'nun, insanbilimlerinin arkeolojisini çıkarmaya çalıştığı 'Kelimeler ve Şeyler' kitabında hayvanların sınıflandırılmasına yönelik bir Çin ansiklopedisinden alınmış bir betimleme var. Buna göre hayvanlar şöyle sıralandırılıyor: a) İmparatora ait olanlar, b) Mumyalanmış olanlar, c) Evciller, d) Süt domuzları, e) Sirenler, f) Olağanüstü olanlar, g) Sokak köpekleri, ...

Ne mutlu sokak köpeklerine ki hangi amaçla yazılırsa yazılsın böyle bir metinde "adam yerine" konup gruplamaya alınmışlar diye düşünebilirsiniz. Ya da o zamanlarda da sokakta yaşayan hayvanların ve bunlarla ilgili sorunların varlığından söz edebilirsiniz. Günümüzdeki bilimsel yazılı kaynaklara göreyse köpekler yırtıcı memeliler takımının bir ailesi. Bu aile içinde av köpekleri, çoban köpekleri, süs köpekleri gibi ırklar bulunuyor. Sokak köpeklerinden söz yok. Çünkü sokak köpekleri o sözü edilen av köpeklerinden, süs köpeklerinden ya da çoban köpeklerinden farklı bir tür değil. Bu hayvanları insanlar, doğalarından koparmış, bir biçimde kente getirmiş, daha sonra da değişik gerekçelerle sokaklara salıverilmişlerdir. Sokaklarda yaşamanın zorluklarına rağmen bu cins hayvanlar varolan çoğalma güdülerinden vazgeçmemişler, aralarında bir cins ayrımı yapmadan çoğalmışlar. Öyle ki dünyaya gelen melez köpekler diğer melezlerle çiftleşmiş; derken hem genetik anlamda hem de hastalıklara dayanıklılık bakımından çok güçlü birçok cinsin özelliklerini taşıyan kusursuz köpekler ortaya çıkmıştır. İşte bunlara şimdilerde sokak köpekleri diyoruz.





Sokak köpekleri karşısında genellikle şu türden sorular uyanır kafamızda: 1- "Acaba saldırır mı? Ya da sakın kuduz olmasın?" 2- "Aaa zavallı köpek aç bîilaç sokaklarda; yazık!" 3- "İnsanların bile kıymeti yokken köpeklerin, hele de sokak köpeklerinin mi değeri olacak? Hadi canım sen de!" Bu düşüncelerin dokusunda gerçekte: korku, acıma, ve karşılaştırma iç içedir. Bir de nedendir bilinmez ama "sokak" sözcüğü bir başka sözcüğün başına gelip ona sıfat olduğunda olumsuz bir anlam yüklenir: "sokak kızı", "sokak kadını" ve "sokak çocuğu" vb.

Köpeklere dönelim yine. Çoğumuz biliriz sokaklarda yaşamanın zorluğunu. Eğer bilmiyorsak da en azından tahmin edebiliriz. Çöplüklerde aranan gıdalar, çamurlu sokaklar, yaşam mücadelesindeki kavga dövüş. Sonuçta kir pas içinde postlarıyla, kaşıntı içindeki vücutlarıyla, birçok insan için birer korku öğesi olarak görülüyorlar, dolayısıyla sorun oluyorlar.

Sorunlar çözümlerle giderilir. Kimi kişiler sorunu toplu yoketmeyle çözüveriyorlar. Örneğin, Internet'te Türknet'e ait evcil hayvanlar sayfasında bu konu tartışmaya açılmış. Konu sokak köpekleri. Görüş şöyle: "Sokak köpekleri öldürülmelidir. Damdan düşenin halinden damdan düşen anlarmış. Bir köpek tarafından ısırılıp da kuduz aşısı olup, 45 gün ha kudurdum ha kuduracağım diye beklemenin ızdırabını yaşayanlar bilir. Bu olay yıllar önce olmuştu. Şimdiyse bir baba olarak aynı korkuyu çocuklarım için yaşamaktayım. Yeter bee."

Görüldüğü gibi bu yazıyı yazan kişi çözümü öldürmede görüyor. Mesaja yanıt verenlerden gelen bazı görüşlerse şöyle: "Peki sonuç üret. Ne yapalım. 'Yeter beee' demek kolay. Tüm med-

yanın yaptığı yanlışa katılıp bağcıyı mı döveceksin yoksa üzüm mü yiyeceksin? Çözümün ne? Lütfen unutma, trafik kazaları rakamları ile karşılaştırınca devede kulak bile kalmıyor. Ne maddi ne de manevi olarak. Hem de kolay eğitilebilir, akıllı kategorisindeki insanlarca yapılıyor bu kazalar. Aptal köpekler kuduz olmaya çalışmıyorlar. Yaşamaya, kuduzdan kaçmaya çalışıyorlar. Hem de ellerinde direksiyon, ayaklarında gaz pedalı olmadan. Hadi trafik kazalarına da engel ol. Çocuğu kazada ölen babayı teskin et. Yeter beeee diye bağır....!"

Bir başka yanıtsa şöyle: "Ben de sizin gibi kuduz aşıları oldum; hem de karnımdan; ama sizin bilgi eksikliğiniz var ne yazık ki. Sokaktaki her hayvanı öldürerek bunu çözemezsiniz. Fareler insanlara neler yapar biliyor musunuz? Çook hastalık bulaştırır. Kedileri köpekleri öldürün de görün neler olacağını. Son derece bilgisizce bir intikam alma yönteminiz var… Bu kadar korkmanıza gerek yok. Şu ana kadar sizin gibi insanların korkuları kullanılarak sokaklarda vahşet yapılıyor. Bilinçli olun ve kendinizi kullandırmayın."

Bir başka yanıt: "Kimileri, hayvanla insan arasındaki farkı akıl olarak tanımlar. Şöyle bir bakalım. İnsanlık aklını kullansaydı bugün köpeklerin öldürülmesinden söz edilebilir miydi? Aklı olmayan bu hayvanlar bir hastalık taşıdığı için bundan sorumlu tutulabilir mi?

Bugün yaşadığımız uygarlığın temelinde ne kadar insan emeği varsa o kadar da bu evcilleştirip açıkça sömürdüğümüz hayvanların emeği vardır. Kedisiz bir kentte küçük kemirgenler nedeniyle tarihte oluşmuş büyük salgınları ne çabuk unutuyoruz. Osmanlı'nın belediye hizmeti içindeki 'karabaşnameleri' ne demek...Yüzyıllarca pisliğiyle deri tabakladığımız ve kırsalda vahşi hayvanlara karşı bizi koruyan köpeklerin, belediye otobüslerine takılan dijital tabelalara harcanan bir bütçeyle çok öncesinden sağlık sorunları ele alınamaz mıydı?..."

Bir başkası: "Kuduz tehlikesi dün vardı bugün de var yarın da olacak, bu olay bence basın tarafından biraz abartıldı, yani eminim ülkemizde bundan önce de bazı insanlar bizim hiç haberimiz olmadan öldüler.. Kuduzdan ölenler için içim parçalandı, korkunç bir olay, ama bu gezegen sadece bizlerin yaşaması için var olmadı. Sokak köpeklerinin itlaf edilmesine karşıyım, ama bilinçli bir programla kısırlaştırılarak bunların sayısının minimuma indirilmesi mümkün olsaydı daha iyi olurdu diye düşünüyorum. Bir yerde birini bir köpek ısırıyor haydi eline tüfeği alan köpek avına çıkıyor… Düşünün bir köpeğin kuduz olmasının suçunu bütün köpekler çekiyor, bence bu çok yanlış, ilkel ve vahşice bir tutum."

Örnek olarak seçtiğimiz yanıtlarda olduğu kadar mesajların hemen tamamında insanlar soruna daha akılcı çözümler bulmaya çalışmışlar. Ama bazıları çok ama çok endişeli. Bu insanlar,



öldürmeyi öneren kişi gibi kendileri kadar çocukları için kendilerine göre haklı nedenlerle endişeliler. Özellikle gazete ve televizyonlarda sık sık okudukları ve izledikleri ısırılma ve kuduz haberleriyle sokak köpeklerini bir tehdit olarak görüyorlar. Nasıl olur bilmiyorlar; ama bu soruna bir çözüm bulunmasını istiyorlar. Çare olarak da kimi topluca öldürülmelerini, ya da daha kibarca olduğunu düşündüğü bir ifadeyle 'uyutulmalarını' istiyor. Kimiyse barınaklara toplanmalarını. Başka çözümler de var: "Başıboş hayvanların sağlıklı olanlarını ayırıp yurtdışına yollayabiliriz. Oradaki hayvanseven derneklerle koordine bir şekilde çalışıp bu işi halledebilecek derneklerimiz yok mu acaba? Örneğin ABD bu konuda en ileri ülkelerden biri. ABD'ye yollasak olmaz mı?"

Yukarıda kısaca değindiğimiz o çarpık kentleşmenin sonucu ortaya çıkan tabloda, insan yaşamının ne kadar tehlikelerle dolu olduğu ortada. İçme sularına karışan kanalizasyon sularından tutun da, trafikte her saniye riskler altında bulunmamıza kadar bu konuda pek çok örnek verilebilir. Bu örnekler gibi, 2000 yılında, yaşamımızı yakından ilgilendiren sorunlardan biri sokak hayvanları. İnsanlar arasında korku yaratması da çok doğal. Ama çözüm ne? Uyutulmaları mı? Barınaklara kapatılmaları mı? İhraç edilmeleri mi? Kısırlaştırılıp, aşılanıp salıverilmeleri mi?

Yaşama Hakkına Saygı Ahlaksal Bir Yükümlülüktür…

Bazı insanlar bu konuyu ahlaksal bir boyuttan değerlendiriyorlar ve sokaktaki hayvanların, daha geniş bağlamda da doğanın avukatlığını yapıyorlar. Bu insanlar ne 'çaçaron', ne 'entel', ne de yapılan birçok anlamsız yakıştırmayı hak ediyorlar. Çünkü ahlaksal sorumluluğu göz ardı etmeden, dünyayı salt insan egemenliğinde değerlendirmeden çözümler arıyorlar. Doğaya ait hakları temsil ederek; bitki ve hayvanlar adına konuşuyorlar. Bitki ve hayvanların türlerini korumak, hayvanları korumak, araştırmalarda hayvanların denek olarak kullanımını sınırlandırmak, çevre koşullarının iyileştirilmesi yolunda çabalar harcamak, hayvanlar için hukuksal bir düzenlemenin olmasını sağlamak, bu insanlara göre ahlaksal bir sorumluluk.

Adına bilimsel olarak 'ekoloji etiği' de denen bu kavram birtakım uyarılarda bulunuyor insana. İnsanların hem kendilerinin, hem de çocuklarının, torunlarının iyiliği ve refaha ulaşması için doğanın bir malzeme deposu olarak görülmemesini öngörüyor. Çevrebilim denildiğinde yalnızca insan akla gelmiyor. Çevrebilim bu dünyayı paylaştığımız diğer canlıların birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkilerini anımsatıyor.

Gerçekten de, yüzyıllardır, sürekli ve düzenli bir biçimde dünyayı sömüren insan, yaptıklarının bedelini artık görmezlikten gelemiyor. Bu sömürü

öyle boyutlara ulaştı ki, çevreye karşı yeni bir ahlâksal sorumluluk etiği yadsınamayacak bir gerçek oldu. Nietzsche, bütün insanları belirleyen tek şeyin "çevreye hükmetme gücü/iktidarı ele geçirme isteği" olduğunu ve bunun insan doğasının merkezinde olduğunu söylemiş. Çevrebilim etiğiyse, insana şunu söylüyor: Artık doğaya bakışını değiştir. Kendini ondan üstün görmekten vazgeç ve yalnızca kendi çıkarlarını değil yaşamı paylaşacağın herşeyin çıkarını da gözet ve bu sınırlı dünyada, insancıl bir çevrebilimsel adalet kuramı oluştur.

İşte insanlığın dünya üzerinde sonsuza değin varlığını sürdürmesinin koşullarını hem tehlikeye sokmamak hem de insanın gelecekte, geçmişten sorumlu tutulmamasını sağlamak için bu sorumluluğu taşıyor bu insanlar. Daha yalın bir anlatımla, kendinden daha güçsüz olanların da yaşam hakkına saygı duyuyorlar.

Bu yaklaşımdan hareketle sokakta yaşayan hayvanlar için çözümler arıyorlar.

Elbette insan yaşamı çok önemlidir. Elbette 2000 yılında insanlar kuduzdan, soğuk algınlığından, uyuzdan, vebadan… yaşamını yitirmemelidir. 2000 yılında insanlar ülkemizin içinde bulunduğu, çarpık kentleşmenin getirdiği diğer sorunları da yaşamamalıdır. Trafikte de yaşamını kaybetmemeli, derme çatma evlerde salt barınma gereksinimi uğruna yaşamamalıdır. İnsanların değerini belirten daha pek çok şey sıralayabiliriz. Ama bu gerekleri insan için var kabul edip diğer canlıları yok sayarsak; yani kendimizi en









üste koyup bir sıralamaya girersek, sıranın en altındakiler bir gün gelir karşımıza dikiliverir; tıpkı sokak köpekleri gibi. Yok ederek sorunu çözümlemeye kalkarsak da birgün sıra kendimize gelir. İnsanlar arasında bir sıralama başlar.

Canlısı, cansızı, hayvanı, insanıyla tüm dünyayı bir ev olarak bilir, sistemi değişik parçalardan oluşan ve birbiriyle bağıntılı bir ünite olarak kabul edersek, yok etmek sözcüğünün asla çözüm olmayacağını hemen kavrayabileceğiz.

Sargun Tont, Sulak Bir Gezegenden Öyküler kitabında şunları söylüyor: "Ekolojide önemli olan ilişkiler ve ekosistem anlayışıdır… Doğada birbirleri ve çevreleriyle belirli ilişkiler kurmuş canlılardan oluşan, varlığı diğer ünitelerden az çok ayrılabilen ünitelere ekosistem denir. Ekosistem bazan coğrafik olarak tanımlanırsa da, burada önemli olan hayvan, bitki ve böceklerin oluşturduğu dinamik besin zincirleri ve bu zincirlerden oluşan besin ağlarıdır… Charles Elton, Hayvan Topluluğu adlı kitabında bunu şöyle açıklar: "Büyük balık küçük balığı yer; küçük balık su böceklerini yer; su böcekleri bitki ve çamuru yer… Çok basit bir ekosistemde, otlar, otları yiyen fare, fareyi yiyen kuş, üç halkadan oluşan bir besin zincirini oluşturur. Tabii doğada her canlı yalnızca tek bir cins ot ya da hayvan yemediği için verilen örnekteki zincirin halkalarına yeni zincirler eklenir. Bunun bir diyagramını çizersek ortaya balık ağına benzeyen bir şekil çıkar. Burada önemli olan nokta iç içe geçmiş bağlantılar ya da halkalardan birinin devre dışı kalması halidir. Çünkü bu durumda bütün ekosistem aksayacaktır."

O halde önemli olan doğal dengeyi aksatmadan; dolayısıyla çevre sorunlarına neden olmadan sorunlara çözüm bulmaktır. Bu noktada ekoloji bilimi ister hoşlanalım ister hoşlanmayalım şöyle diyor, yine Sargun Tont'un kitabından bir alıntı yaparak açıklayalım: "Bir ekosistemin nasıl çalıştığını anlamadan bir çeşit doğa tamirciliğine soyunmak anotomi ve fizyoloji bilmeden tıp doktorluğu yapmaya benzer."

O halde sorunun çözümünü, bilimsel ve ahlaksal sorumlulukla ele alan kişi ve kuruluşlara bırakalım. Bırakalım sorunu veterinerler, gönüllü kuruluşlar, belediyeler, ilgili bakanlıklar, bilimsel araştırma kurumları bir araya gelip çözümlesinler. Sokaklardaki potansiyel tehlikeler olmasın. Ama yok ederek değil. Bu konuda soruna değindiğimiz noktadan çözüm arayanlar şöyle söylüyorlar: Büyük bir istekle

Koru ve Sev...



Sokak hayvanları konusunda çaba sarfeden gönüllü kuruluşlardan biri de Korusev. Korusev Derneği'nin en önemli amacı, insanın çeşitli kaynaklardan aldığı gücü yapıcı amaçlar için kullanmasını sağlamak ve zorluklar, eziyet ve ölüm tehlikesi içinde yaşayan hayvanlara yardım etmek. Sokaklarda açlık, soğuk, susuzluk ve en önemlisi insan eziyetine rağmen yaşamaya çalışan hayvanların yaşamlarını kolaylaştırmayı insan olmanın gereği olarak gören dernek, insanı evrenin sınırsız ve sorumsuz hakimi değil, yaşadığı dünyanın bir parçası kabul ediyor.

Korusev Derneği, başta bilinçlendirme ve eğitim olmak üzere, kısırlaştırma, tedavi, aşılama, sahiplendirme gibi çalışmalarda bulunmakta. Çankaya Belediyesi'nin 100. Yıl'da bulunan barınağında 600 hayvanın sorumluluğunu alan dernek hayvan seven ya da sevmeyen ayırt etmeden insanları yaşamı paylaştıkları canlılara el vermeye çağırıyor.



Korusev Derneği'ne erişebileceğiniz Barınak telefon numarası: (312) 285 97 58

köpek alıp, hevesi geçince köpeğini sokağa atanların, köpeklerini yavrulatıp, yavrularını sokağa bırakanların olmamasını sağlayacak önlemler alınsın. İthal edilen hayvanlar olmasın, petshoplarda 'markalı' köpek alımı yüksek vergilerle cezalandırılsın; köpekle yaşamak isteyenler yuva bekleyen binlerce köpeğe aile olsunlar. Sokak köpekleri rehabilite edilsin, aşılansın, kısırlaştırılsın. Onlar için barınaklar oluşturulsun, ama bu barınakların işletilmesi birkaç gönüllünün çabasına bırakılmasın. Devlet ve sivil toplum örgütleri işbirliği içinde olsun. Çocuklarımızın eğitimine de önem vermeliyiz, en azından pratik ölçütler konusunda. Eğitimi verecek olan başta aile ve öğretmendir. Başta bu ikili, çocuklara bencilliği değil birlikte yaşamanın önemini ve gerekliliğini kavratsın. Artık ülkemizde hayvan haklarını da gözetecek bir yasa olsun.

15 Ekim 1978'de Paris'te UNESCO evinde ilan edilen Hayvan Hakları Evrensel Bildirgesi'nde yer alan ilkeleri de aktarıp yazımızı bağlayalım. Bu ilkeler sorunun çözümünde uyacağımız ahlaksal sorumluluğumuzu da bizlere anımsatıyor.

Hayvanların korunmalarını, bakım ve sağlıklı yaşamlarını sağlamak için gerekli tüm önlemleri almak, varolan önlemleri artırmak; İnsanlarla olan ilişkilerinde hayvan sevgisini yaygınlaştırmak, pozitif bilimin ışığı altında hayvanlarla olan ilişkileri geliştirmek, bu yönde insanları eğitmek; hayvanların korunmaları, muhtaç olanların bakılmaları, yaşam koşullarının en üst seviyede tutulmasının temini amacıyla, mevcut yasa hükümlerinin uygulanmasını sağlamak, yeni yasa önerileri geliştirmek ve yasalaşması doğrultusunda çalışmalarda bulunmak. Başta hayvanların sağlığı ve refahı olmak üzere, insan sağlığına da gereken önemi vererek, toplumda insan-hayvan ilişkisini sağlıklı bir biçimde kurmak ve bunu sağlam temellere dayandırmak.

Gülgûn Akbaba

Konu Danışmanı: Gülgûn Tuna
Yrd. Doç. Dr., Bilkent Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Böl.

Kaynaklar
Demirsoy A. "Yaşamın Temel Kuralları, Cilt 3 Kısım 2" Ankara, 1997.
Tont S. "Sulak Bir Gezegenden Öyküler", Ankara 1997.
Soykan N.Ö. Türkiye'nin Felsefe Manzaraları" İstanbul, 1998.
http://www.cevre.gov.tr/cevpo.htm
http://www.dergi.org/091999/0603.htm
http://www.dergi.org/111999/0216.htm
http://iq.turk.net/forum/yasam/evcilhay.nsf/

Toplumsal Bakış

İtlafa Karşıyız

Sokakta yaşamını sürdüren hayvanlarıntopluca öldürülmelerine Ankara Büyükşehir Belediyesi olarak karşıyız. Son 6 yıldır sürdürdüğümüz aşılama, kısırlaştırma çalışmaları nedeniyle de Ankara'da kuduz konusunda bir tehlike olmadığını düşünüyoruz. Ancak bir kısım medyanın özellikle son günlerde İstanbul'da yaşanan olayları veriş tarzı sorumluluk bilincinden çok uzak. Dolayısıyla insanlarımızın bu hayvanlara bakışını da olumsuz yönde etkiledi.

Biz Büyükşehir Belediyesi olarak aşılama, kısırlaştırma ve sahiplendirme çalışmalarımızla bu konuyu 3 yıl içinde çözümleyebileceğimizi düşünüyoruz.

Fatih Hatipoğlu
Ankara Büyükşehir Belediyesi Sağlık Dairesi Başkanı

Hayvanların Korunması Konusunda...

Hayvanları korumak ahlaki bir sorumluluk olduğu kadar çevre etiği açısından da bakanlığımızı ilgilendirmektedir. Dolayısıyla, sahipsiz hayvanların korunması kapsamında sokak köpekleri de korunmalıdır.

Ülkemizde hayvan itlafının önlenebilmesi için temel şart, onların bir yasa ile sayılarını kontrol altına alacak düzenlemeleri getirmektir. Böylece aşırı hayvan artışından rahatsız olan insanlar hem de bu hayvanlara bugüne kadar uygulanan insanlıkdışı uygulamalardan rahatsız olanlara çözümler sunacaktır. Bakanlığımız bu yasayı, Hayvanları Koruma Kanunu tasarısını meclis genel kuruluna kadar intikal ettirmiştir. Bu yasanın bir an önce meclisten çıkmasını bekliyoruz.



Sağlık Bakanlığı'nın açıklamalarına göre, yalnızca hayvan ısırık vakaları için harcanan 40 trilyonun bir kısmı ile bu hayvanlar, insancıl çözümlerle kontrol altını alınabilir ve sorun olmaktan çıkabilir.

Nadiye Beker
Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Hayvanları Koruma Daire Başkanı

Tüm Canlıların Doğuştan Hakları Vardır

Tüm bilinçli ve duyarlı canlıların, türü, ırkı, zekâ derecesi, yetenekleri ne olursa olsun, hepsinin doğuştan eşit, temel hakları vardır. Her bir canlının kendisine ait, diğerlerinden bağımsız bir değeri vardır. Bu temel ilke üzerinde birleşebilirsek, hayvanların da haklarına saygı göstermeyi ahlâki bir ödev olarak kabul edeceğiz.

Gülgûn Tuna
KORUSEV Vakfı Ankara Temsilcilerinden

İnsan Doğayla Uyumlu Bir Yaşam Sürdürmek Zorundadır

Gerek evrimsel gerekse ekosistemik olarak doğanın ayrılmaz ve bütünleyici bir parçası olan insan doğayla uyumlu bir yaşam sürdürmek durumundadır. Ekoahlâk ilkelerine göre insan doğaya saygı göstermeli, çevresiyle bütünleşmeli ve doğanın bir parçası olduğunu unutmamalıdır. Dünyadaki diğer canlılara ekonomik değer taşıyan bir kaynak olarak değil, dünyayı paylaştığı ve birlikte varolduğu bir şey olarak bakmalıdır. Bu anlayışla insanı, "değer taşımadığını" düşündüğü canlıları yok etmek yerine, onlarla birlikte çevreye uyumlu bir şekilde yaşamalıdır.

Mesia Saat
KORUSEV Vakfı

Başıboş Hayvanlar İtlaf Edilmelidir

Sokaklarda başıboş köpeklere dolaşsın diyenler, televizyonda, gazetelerde kudurarak ölen çocukların ailelerinin dramlarını seyretmiyor musunuz?

İsmini açıklamadı

Birlikte Yaşamanın Yollarını Aramalıyız

Köpeklerin sayılarını kontrol altına alabilmek için park ve barınaklar kurulmalı. Hayvanların alındıkları yerler kaydedilmek suretiyle toplanmalı, kısırlaştırmaları ve ameliyat sonrası bakımları yapılıp, aşılanmalı ve alındıkları ortama bırakılmalı.

Aysan Sümercan

Çözüm, Hayvan Hakları Yasası'nda

Yok etmek yerine çareler üretip, koruma altına almak amacımız olmalı. Olası riskleri ortadan kaldırmak içinse belediyelerle sivil toplum örgütlerinin el ele verip kısırlaştırma operasyonu ve sağlık taraması yapması şart. Ve her şeyden önemlisi hayvan hakları yasası. Bu yasa birçok sorunun çözümünde anahtar olacak.

Mine Eren
Meliha Yılmaz Vakfı Başkanı

Pako'ya Mektuplar'dan Alıntı

Yüksek yüksek binaları olan bir şehirde, yüksek binaların önünde bir köpek yavrusu vahşice vurulursa, o yüksek binalar uygarlık için asla yeterli değildir.

Bekir Coşkun
Gazeteci, Yazar

Önce İnsan

Kendimi bildim bileli hiçbir hayvanı öldürmedim. Belki bilmeden karıncaları ezmiş olabilirim. Bu dünya tüm canlılar için ama önce insan için, özellikle yarın bu dünyayı miras bırakacağımız çocuklarımız için.

Hasan Gündoğdu

Yaşam Bir Armağandır

Ülkemizde bir hayvanın bakımını üstlenmek çok zor. Bunu biliyorum, çünkü 4 sokak köpeği ve bir kanadı kırık güvercinin sorumluluğunu üzerine almış biri olarak, onlarla yaşamı paylaşmanın zorluklarını her gün yaşıyorum. Ama hemen baştan belirteyim ki yaşanan tüm olumsuzluklara karşın onlarla birlikte geçirdiğim her anı yaşantıma sunulmuş bir armağan olarak görüyorum. Tıpkı Behramoğlu'nun yaşamı bir armağan olarak kabul etmesi gibi, ben de yaşamın insan, hayvan, bitki, velhasıl var olan canlılarla anlam kazandığını düşünüyor ve onlarla yaşamanın tadına olabildiğince varmaya çalışıyorum.

İskender Çetin



Doğa Zekâsı

Bitkiler, hayvanlar, taşlar, fosillerle ilgileniyor musunuz? Türleri tanımlayıp birbirlerinden ayırt edebiliyor musunuz? Canlı ve cansız tüm varlıklarla nasıl bir etkileşim içindesiniz? Doğadaki değişiklikleri kolayca fark edebiliyor musunuz? En azından bu sorular ilginizi çekti mi? O zaman belki siz de...

Küçük avcı grubu, toynak ve diğer vahşi hayvan izleriyle kaplı patikayı takip eder. Bir an için ağaçların altında dururlar. Yere çömelerek, izleri daha dikkatle incelerler. İzlemekte oldukları patika bir başkasıyla kesişmektedir. Hemencecik hangi hayvandan kaç tanesinin, hangi hızla, ne kadar zaman önce geçtiğine; hangi yaşlarda, dişi mi erkek mi, yaralı mı sağlam mı olduğuna, kendilerinden önce başka avcıların yoldan geçip geçmediğine; grubun avın üstesinden gelip gelemeyeceğine; gelebilecekse bunun ne kadar zaman süreceğine karar verirler. Hemen ardından ellerini izleyecekleri patikaya hafifçe vurup, dişlerinin arasından rüzgâr gibi hafif bir ses çıkarır ve hemen fırlarlar. Sırtlarındaki yay ve zehirli oklarına karşın, maraton hızında saaatlerce koşarlar. Hemen her zaman, toprakta okudukları mesaj onları doğru sonuca götürür. Gnuları, boğa antiloplarını ya da okapileri tahmin ettikleri yerde düşündükleri sayıda ve durumda bulurlar. Av başarıyla sona ermiştir. Et geçici kamplarına taşınır ve herkes doyar.

Carl Sagan'ın *Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı* adlı yapıtından alınmış bu av betimlemesi, Afrika'da Kalahari Çölü'nde yaşayan Kung San halkıyla ilgili. Soyları tükenmekte olan bu halk, uzun bir süre boyunca insanbilimciler için araştırma konusu olmuştu. İnsanlık tarihinin avcı-toplayıcı yaşam biçiminin tipik bir örneği sayılan bu insanlar nasıl olup da doğayı bu kadar ustaca değerlendiriyorlar, tek bir veriden çok sayıda sonuç çıkarabiliyorlar? Hep bir merak konusuydu bu. Avcı-toplayıcılar, insanların izini sürmede de oldukça başarılıydılar. Grubun her üyesi ayak izinden tanınabiliyordu. Öyle ki yerde gördüğü izleri inceleyen bir avcı "Hey bakın, Tunu kayınbiraderiyle birlikte geçmiş buradan. İyi de peki oğlu nerede" biçiminde bir yorum yapabiliyordu. Bu halkı inceleyen insanbilimci Richard Lee, bu konuya ilişkin gözlemleri sonucunda şöyle bir sonuca ulaşmıştı: Çukurlukların biçimini dikkatle inceliyorlar. Hızlı devinen bir hayvanın ayak izleri, daha ince uzun yapıda bir simetri sergiler. Hafifçe yaralı bir hayvan yaralı ayağına özen gösterir, ona daha az ağırlık bindirir ve daha yüzeysel bir iz bırakır. Ağır bir hayvanın ayağı ise yerde daha derin ve geniş bir çukur açar. Bağıntı işlevleri avcının kafasındadır. Gün boyunca ayak izleri biraz silinir. Çukurların kenarları ufalanmaya yüz tutar. Rüzgârın savurduğu kumlar çukurun dibinde birikir. Hatta yaprak ve dal parçaları ya da çimen de girer bu çukurlara. Ne kadar çok beklerseniz, o denli çok aşınma olur.





Kung San halkı gibi avcı-toplayıcı toplumların bitki toplayıcılığı da yapması gerekiyordu. Bitki toplamak içinse birçok bitkinin özelliğini bilerek birini ötekinden ayırmaları zorunludur. Bunu yapmada da sınıflandırma uzmanı bir bilim adamı kadar ustaydılar. Bu insanların bir başka özelliği de bölgelerini bir haritacı kadar iyi tanımalarıydı.

Kung San halkı ya da Avustralya'da yaşayan Aborijinler gibi pek çok halkın sahip olduğu tüm bu beceriler yaşadıkları ortamların özellikleri ve kültürleriyle biçimleniyor. Ancak, Harvard Üniversitesi Eğitim Bölümü'nden Howard Gardner insanların doğayı böylesine anlayabilmelerine daha farklı bir yaklaşımla bakıyor. Howard Gardner, 1983 yılında yazdığı *Frames of Mind, The Theory of Multiple Intelligences* (Düşünüş Biçimi, Çoklu Zekâ Kuramı) adlı kitabında insan zekâsının yedi, hatta yediden fazla sayıda olduğunu ileri sürmüştü. Birkaç yıl önceyse Howard Gardner, sekizinci zekâ olarak "doğa zekâsı" kavramını ortaya koydu. Gardner'ın doğa zekâsı

kavramıyla belirtmeye çalıştığı, kısaca insanların doğadaki varlıkları, bitkileri, mineralleri, hayvanları tanıma ve sınıflandırma yetenekleridir.

Zekânın, bir ya da daha çok kültürde değer verilen bir şeyi yapabilme ya da problem çözebilmeyle ilgili yeteneklerden oluştuğunu düşünen Gardner, geleneksel zekâ kavramını kısıtlı buluyor. Ona göre, geleneksel zekâ kavramı, insan zekâsının yalnızca dil ve mantıksal-matematiksel yönlerini kapsıyor. Oysa Gardner, bir problemi çözmeye ya da farklı bir yoldan bir ürün yaratma yeteneğine değer veren bir kültür için, belirli bir yeteneğin zekâ olarak kabul edilmesi gerektiği görüşündeydi. Ancak, bir yeteneğin zekâ olarak kabul edilebilmesi için başka bazı ölçütlere de uygun olması gerekiyordu. Gardner şöyle sıralıyor bu ölçütleri:

- Beyinde yeteneği temsil eden özel bir bölge var mı?
- Belirli bir zekâ açısından özellikle iyi ya da özellikle zayıf olan popülasyonlar var mı?
- Belirli bir zekânın evrimsel tarihi hayvanlarda da görülebiliyor mu?

Gardner, bu ölçütlere uygun olarak yedi farklı zekâ tanımlamıştı. Bunlar, dil zekâsı, mantıksal-matematiksel zekâ, uzamsal zekâ, bedensel-duyudevinimsel zekâ, müzikal-ritmik zekâ, sosyal zekâ, özedönük zekâydı. Gardner, bu kuramı ilk olarak ileri sürdüğü yıllarda bile zekânın yediden daha fazla sayıda olabileceğini belirtmişti. Nitekim, birkaç yıl önce "doğa zekâsı" (naturalist intelligence) olarak adlandırılabilecek sekizinci bir zekâ olduğunu ileri süren Gardner, zekânın dokuzuncu bir yönü üzerinde de çalışmalarını sürdürüyor. Dokuzuncu zekânın varoluşla ilgili olduğunu düşünen Gardner buna "varoluş zekâsı" (existential intelligence) adını veriyor. Ancak, çalışmaların nasıl bir sonuç ortaya çıkaracağı daha belli değil. Sonuçlar, belki de zekânın varoluşla ilgili bir yönünün olmadığını ortaya koyacak.



Çoklu Zekâ Kuramına Göre

Gardner'dan önce işlevsel açıdan tanımlanan zekâ, bir bireyin belirli bir testten aldığı puanla değerlendiriliyordu. Günümüzde kullanılan bu testlerin bir bireye uygulanması sonucu elde edilen istatistik veriler, o bireyin zekâsının göstergesi olarak kabul ediliyor. Elde edilen puana da zekâ bölümü (Intelligence Quotient: IQ) adı veriliyor. Zekâ bölümünü ölçmede kullanılan testler bireylerin yalnızca dil ve matematikle ilgili becerilerine ilişkin sonuç veriyor. Zekâ bölümü için belirli puan aralıklarının belirli zekâ düzeylerini gösterdiği düşünülüyor. Örneğin, zekâ bölümü 131'in üzerinde olanlar dâhi, 100 civarında olanlar, ortalama zekâ sahibi olarak kabul ediliyorlar. Zekâ bölümünün kesin yargılarla yorumlanmasına karşı çıkanlarsa örneğin, zekâ bölümü 128 olan bir bireyin neden dâhi kabul edilmeyeceğinin sorgulanması gerektiğini düşünüyorlar.





Gardner, önce de belirttiğimiz gibi, zekâyı daha geniş bir kapsam içerisinde ele alıyor. Ona göre, her bireyin birbirinden bağımsız sekiz farklı zekâsı var. Bu kuramın geleneksel zekâ kavramından farkı, zekâyı çoğul olarak ele alıp bireyin problem çözme, iletişim kurma ve öğrenme becerilerini çok çeşitli yollardan gerçekleştirdiğini kabul etmesidir. Gardner, her bireyin bu zekâ alanlarının her birine değişik ölçülerde sahip olduğunu düşünmektedir. Gerçekte insanların yaptığı pek çok etkinlik bu zekâ alanlarının birbiriyle kaynaşıp etkileşmesiyle gerçekleşiyor. Belirli kültürlerde bazı etkinlikler için belirli bazı zekâ alanlarının kullanımı daha yaygındır ve daha çok kabul görür; ancak zekânın yanlış ya da doğru kullanımı diye bir şey söz konusu değildir.

Çoklu zekâ kuramı, başta ABD olmak üzere dünyada giderek daha çok kabul görmeye başladı. Bugün, dünyada pek çok okul bu kuramı eğitimine temel almaktadır. Eğitimcilerin bu kurama giderek daha çok ilgi göstermesinin önemli bir nedeni, farklı zekâ alanlarına seslenen araçların ve öğretim yöntemlerinin öğrenmeyi kolaylaştırması ve zevkli hale getirmesidir. Örneğin, grafik çizmeyi bedensel-duyudevinimsel yoldan öğrenebilirsiniz. ABD'de bir lisede tuğlaları üst üste dizerek x ve y eksenlerini oluşturan öğrenciler, kendi boylarının grafiğini oluşturmuşlardır. Sadece öğretmenin anlattıklarını dinlemektense bedenlerini kullanarak grafik oluşturmayı öğrenmek daha kolay olsa gerek.

Öğretim yöntemi açısından çoklu zekâ kuramı, geleneksel zekâ testlerinin ön plana çıkardığı dil ve matematikte pek de iyi olmayan bireylerin daha iyi oldukları yönlerini açığa çıkararak gelişimlerini desteklediğinden, daha çok yarar sağlar. Böylece yalnızca dil ya da matematik yönünden "akıllı" olanların değil, başka alanlarda yetenekli olan bireylerin de gelişimlerini olumlu yönde sürdürmelerine olanak sağlamaktadır.





Doğa Zekâsı

Alan Moorehead, *Darwin ve Beagle Serüveni* adlı kitabında evrim kuramının temelini oluşturacağı o önemli Beagle gezisine henüz çıkmamış olan genç Darwin'i şöyle tanımlıyor:

Sadece bir yönüyle, doğa bilimlerine duyduğu olağanüstü ve coşkulu ilgiyle herkesten farklıydı. Kırlardaki her şey ona mutluluk veriyordu. Çiçekler, taşlar, kelebekler, kuşlar, örümcekler… Çocukluğundan beri ancak tutkulu bir amatöre ya da gerçek bir profesyonele yaraşan derin bir ilgi ile bütün bunların koleksiyonunu yapıyordu. O aralar özellikle de böceklere merak sarmıştı. Bunların değişik türleri, odasında düzenli bir şekilde yerleştirilmişti. Bir gün bir ağaç kabuğu üzerinde ender rastlanan iki böcek gördü. Bunu kaçırmaya dayanamazdı. Sağ elini boşaltmak için böceklerden birini ağzına attıysa da böcek aniden keskin ve yakıcı bir sıvı salgılayınca tükürmek zorunda kaldı. Darwin'i üzen tek şey ise, iki değerli böcek türünü elinden kaçırmış olmasıydı. Bir ara, böcek toplamada ona yardımcı olacak bir adam bile tuttu. Ancak, en iyi örnekleri bir kınkanatlılar koleksiyoncusuna el altından verdiğini öğrendiğinde, adamı az daha merdivenden aşağı tekmeliyordu.

Darwin bu koleksiyonculuk tutkusunu, atıcılık ve avlanmak gibi, bir yan uğraş, bir hobi ve eğlence olarak görüyordu. Hayattaki tek uğraşları ise, nefret ettiği klasik bilimler ile hiç anlayamadığı matematik (Mektuplarına yanıt vermeyen bir arkadaşına "anladığım kadarıyla iki kulaç derinliğinde matematiğe gömüldün; öyle ise tanrı yardımcın olsun. Ben de aynı durumdayım ama arada bir fark var, ben dipteki çamura saplandım ve öyle de kalacağım." diye yazmıştı) ve gerçekten yatkın olduğuna gizliden gizliye inandığı Kilise ile ilgili olanlardı. Ancak Cambridge'de hem bir rahip hem de botanik profesörü olan hocası Profesör Henslow, onun doğa bilimlerine olan ilgisini körüklüyordu. Onu cuma akşamlarının ünlü sohbet toplantılarına davet etmiş, botanik yürüyüşlerinde, Cam Nehri'nde yaptığı kayak gezintilerinde yanına almış, hatta Darwin'i önceleri hep kaçındığı jeolojiyi öğrenmeye bile ikna etmişti.

Alan Moorehead'in böyle tanıttığı Darwin, daha sonra Beagle gemisiyle uzun süren bir yolculuğa çıktı ve gelecekte evrim kuramının temelini oluşturacak gözlemlerini o gezide yaptı. Beagle gezisine doğadaki varlıklarla bu denli ilgilenmeyen, onlar arasındaki ilişkilere aklını yormayan, yalnızca sıradan bir merak içinde olan bir doğabilimci gitseydi büyük olasılıkla aynı sonuçları çıkaramayacaktı. Darwin'in bu anlatılan özellikleri, Gardner'ın doğa zekâsı gelişmiş bir insanın sahip olması gerektiğini söylediği özelliklerle neredeyse tıpatıp aynı: Doğadaki canlı cansız her şeyle ilgili olmak, gözlem yapmak, aralarındaki ilişkiler üzerinde düşünmek, canlıları sınıflandırmak, onları biriktirip koleksiyonlarını yapma isteği taşımak… Gardner da doğa zekâsı üst düzeyde gelişmiş insanlara örnek olarak Darwin'i gösteriyor. Doğa zekâsı bakımından gelişkin oldukları düşünülen başka bilim adamları da var: Kuşlarla ilgili çok önemli çalışmalar ve gözlemler yapmış olan John James Audubon, Afrika'da uzun bir süre boyunca şempanzeler üzerinde çalışan Jane Goodall, gökbilimleri konusunda çok önemli çalışmaları bulunan Carl Sagan, bezelyelerle yaptığı deneyler sonucunda kalıtımın temellerini oluşturan ilkeleri belirleyen Mendel, ünlü yazarlar John Steinbeck, Ernest Hemingway, Mark Twain ve Jack London bunlardan yalnızca bir bölümü. Bu insanlar, zaten var olan doğa zekâlarını bir biçimde geliştirme olanağına sahip olmuşlar ve önemli çalışmalara imza atmışlardır. Doğa zekâlarını geliştirme olanağı dediğimiz şey, kimi zaman bir öğretmen, kimi zaman anne-baba, kimi zaman da bir başka yetişkin bile olmuş olabilir. Önemli olan bireylerin özel yeteneklerini açığa çıkarmak açısından onları destekleyecek olanakları çocuklara ve gençlere sunmaktır.

Doğa zekâsı gelişmiş insanın belirleyici özellikleri nelerdir? Bu soruyu şöyle yanıtlıyor Gardner: Canlılara, taşlara, bulutlara duyarlı olmak, doğadaki varlıkları sınıflandırabilmek, tüm bu varlıklarla ilgili düzenlemeleri tanıyabilmek.!! Gerçekte küçük yaştaki çocuklar bütün canlıları merak edip incelemek isterler. Karıncalar, tespihböcekleri, çiçekler, ağaçlar ve daha birçok varlık onlarda ilgi uyandırır. Biraz daha büyük olan çocuklar bu varlıkların adlarını öğrenmeye ve bunların aralarındaki farkları görebilmeye başlarlar. Bu böyle sürüp gider. Gerçekte öteki zekâ alanları gibi doğa zekâsı da tüm insanlarda vardır. Ancak, bu bazılarında özel bir yetenek biçiminde olabilir ve bu farklılık çok küçük yaşlarda gözlenmeye başlanabilir.

Doğa zekâsına sahip çocuklarda çevreye ve hayvanlara karşı çok büyük bir ilgi gözlenir. Çok küçük yaşlarından beri bu ilgiye sahip olan çocuklar, hayvanlar ve doğa olaylarıyla ilgili öykülerden çok hoşlanırlar. Kimisi de bi-







yoloji, zooloji, gökbilim, botanik, yerbilimleri ve paleontoloji gibi bilim dallarına beklenenden daha büyük bir ilgi gösterirler. Bu çocuklar taş, fosil, kelebek, tüy ve denizkabuğu gibi şeyleri toplayarak koleksiyon yapmaktan, gözlemlerini kaydetmekten, doğayla ilgili fotoğrafları biriktirmekten de çok hoşlanırlar. Doğadaki varlıkların adlarını ve özelliklerini kolayca öğrenirler. Doğadaki çok küçük değişiklikleri, benzerlikleri, farklılıkları ve normal dışı durumları kolayca fark edebilirler. Kamp yapmak, yürüyüş yapmak ve dağcılık gibi açık havada yapılan etkinliklere katılmaktan hoşlanırlar. Bu çocukların koku alma, görme, duyma, dokunma ve tatmayla ilgili duyusal becerileri de çok güçlüdür.



Peki, çocukların doğa zekâsını geliştirmek için okul ve aile neler yapmalıdır? Uzmanlar bu amaç için şu etkinlikleri öneriyorlar: Doğadan ilginç nesneleri (elbette doğaya ve kendine zarar vermeden) toplama, veri toplama (örneğin, hava sıcaklığı ölçümleri yaparak veri biriktirme ve bunu değerlendirme), gözlem ve deneyler yapma, koleksiyon yapma, gözlem defteri tutma, mikroskop, büyüteç, dürbün ve teleskop kullanma, doğadaki nesnelerin resimlerini yapma, toprakla uğraşma, hayvan besleme, doğa koruma projelerine destek verme, doğa fotoğrafları çekme, doğadaki nesneleri sınıflandırma (örneğin, sarı renkli çiçekleri kurutup biriktirme), doğa gezilerine katılma, bilim projeleri geliştirme, kâşifleri tanıma ve onlarla ilgili yazılar yazma, kışın kuşlara ve çevrelerinde yaşayan öteki hayvanlara düzenli yem vererek hem yararlı olma hem de onları gözleme olanağı yaratma, çiçek kurutma, tohum ve yaprak biriktirme, doğa konusunda çalışmalar yapmış kişileri tanıma, doğayla ilgili kitapları okuma…

Doğa zekâsı, doğal çevreyi değerlendirebilmeyle ilgili tüm becerileri kapsar. Varlıkları birbirinden ayırt etme, sınıflandırma gibi. Gardner, bu yeteneğin, insanlığın evrimsel geçmişiyle ilgili olduğuna inanıyor. Ona göre, insanlığın avcı-toplayıcılık dönemi ve tarım yapmaya başladığı dönemlerde doğa zekâsı toplumlara yarar sağlıyordu. Günümüzdeyse bu yönleri güçlü olan insanların çoğunlukla doğabilimcisi ya da benzeri alanlarda gelişme ve ilerleme gösterdiğini düşünüyor. Bu konudaki bir başka önemli görüşüyse, günümüzde tüketime ağırlık veren yaşam biçiminin doğa zekâsına zarar verdiği hakkında; ancak yine de doğa zekâsının ayırt etmeyle ilgili yönlerini hâlâ kulanabildiğimizi düşünüyor; kentlerde yaşayan insanların araba markalarını, ayakkabı tiplerini, makyaj malzemesi çeşitlerini birbirinden ayırt edebilmesinin bu yönümüze bağlı olduğunu da ileri sürüyor. Bazı bilim dallarında doğa zekâsından kaynaklanan bu sınıflandırma becerilerinin çok önem taşıyabileceğini de düşünüyor.



Anne-Babalar Ne Yapmalı?

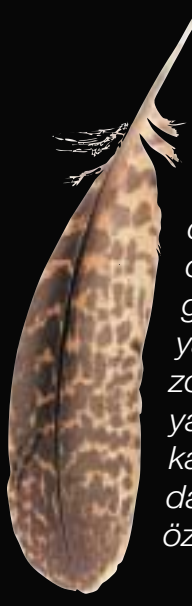
"Tiyatrocu olmak istiyordu. Oysa ailesinde tiyatroculara pek de iyi gözle bakılmıyordu. O önce gitti, ailesinin istediği gibi tıp fakültesinde okudu. Daha sonra da tiyatro öğrenimi yaptı. Şimdi tiyatrocu olarak çalışıyor." Buna benzer öyküleri çok duymuşsunuzdur. Öykünün ana düşüncesini yorumlamaya pek gerek yok. Ancak, bu öykünün kahramanları olan ailenin, çocuklarına nasıl bir yaklaşımda bulunmaları gerektiğini Howard Gardner'ın düşüncelerine göz atarak çıkarabiliriz. Gardner, çocuklarının gelişimleriyle ilgili olarak anne babaların rolünü şöyle açıklıyor: Anne babalar çocuklarının doğal eğilimlerine ve meraklarına saygı göstermelidirler. Zekânın bu sekiz alanının da gelişebilmesi için çocuklarını destekleyerek onlara yardımcı olmalıdırlar. Çocukların küçük yaşlarda çok çeşitli uyarıcılarla karşı karşıya getirilmesi, gelecekte onların özel ilgi alanlarını ve becerilerini rahatlıkla fark edebilmelerine ve o yönde gelişmelerine yardımcı olur. Bu, onların duygusal ve toplumsal gelişimlerine anne babaların çok dikkat etmesiyle, çocuklarını değişik düşünme ve problem çözme örnekleriyle tanıştırılmalarıyla, müze, hayvanat bahçesi, spor karşılaşmaları, sanatsal çalışmalar benzeri etkinliklere sıkça katılmalarıyla gerçekleştirilebilir.

Zuhal Özer

Konu Danışmanı: Özcan Demirel
Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Kaynaklar
Gardner, H., *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, 1985.
Moorehead, Alan., *Darwin ve Beagle Serüveni*, 1996.
Sagan, C., *Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı*, 1999.
http://www.ascd.org/pubs/el/sept97/gardnerc.html
http://slug.ceca.utc.edu/edd/invest1/Joyce-A-Smith-multiple.htm
http://www.newhorizons.org/gng_lwilson2.html
http://www.newhorizons.org/trm_mipattern.html
http://edweb.gsn.org/edref.mi.hist.html
http://www.igs.net/-cmorris/naturalistic.html

Kuş Tüyleri



Birçok işlevi aynı anda yerine getiriyor kuş tüyleri. Öyle ki, benzersiz yapılarıyla milyonlarca yıldan bu yana, kuşların havalanarak uçmalarına, kanat çırparak okyanusları ve kıtaları aşmalarına, sert iklim koşullarına karşı korunmalarına olanak sağlıyorlar. Kuş tüylerinin işlevleri bununla da kalmıyor. Kuşlar, çok değişik renklerde, desenlerde ve biçimlerde olabilen tüyleriyle birbirlerine kur yapıyorlar. Düşmanlarından tüyleriyle gizleniyor ya da bir tehlike anında savunmaya geçiyorlar. İşin ilginç yanı, kuşların tüyleri, milyonlarca yıl süren evrim sonucunda dinozorların derilerindeki pullardan günümüzdeki kusursuz yapılarına dönüşmüş. Tüylerinin kusursuz yapısı ve kanatlarının güçlenmesiyle, uzun bir evrim sürecinin sonucunda uçmayı öğrenen kuşları öteki hayvanlardan ayıran bir başka özellikleri de tüylerini sürekli yenilemeleridir.



KUŞLARI öteki hayvanlardan ayıran en belirleyici özellikleri uçabilme yetenekleridir. Belki de "tüyleridir" demek daha doğru olur. Çünkü tüylerinin özellikli yapısı sayesinde uçabiliyorlar. Tüyleri olmasaydı, örneğin bir serçe, başka bir kuşun havadayken döktüğü bir tüyü havada yakalayıp yuvasında yapı malzemesi olarak kullanmak üzere yuvasına taşıyamazdı. Bir şahin, saatte yaklaşık 300 km'lik bir hızla yerde gördüğü bir ava doğru uçamazdı. Bunun gibi, bir sinekkuşunun olağanüstü hızlı bir biçimde kanat çırparak çiçekten çiçeğe uçması ve bir albatrosun geniş kanatlarını son derece tutumlu kullanarak bir yarımküreden ötekine geçmesi olanaksız olurdu elbette.

Günümüzden yaklaşık 150 milyon yıl önce yaşamış olan, daha doğrusu kuşların ilk atalarından *Archaeopteryx*'in de şaşılacak derecede kusursuz tüyleri vardı. Bu ilkel kuşların tüyleri, günümüz kuşlarının asimetrik yapıdaki tüyleriyle büyük benzerlik içindeydi; uçmalarını da sağlayacak biçimde gelişmişti. Havalanmak amacıyla kanatlarını aşağı doğru çırptıklarında tüylerinin arasından hava geçmezken, yukarı doğru çırptıklarında aralarından hava geçebiliyordu.

Kuşlar, tüylerinin kusursuz ve işlevsel yapılarını, daha henüz uçamadıkları binlerce, hatta milyonlarca yıl öncesine dayanan bir evrim sürecine borçlular. Kuşların evrimini araştıran bilim adamları, bu hayvanların tüylerinin dinozorların pullarından türedikleri konusunda birleşiyorlar. Ancak ilk kuşların tüylerinin uçmaya mı yoksa vücutlarını sıcak tutmaya mı yaradıkları konusundaki tartışmalar sürgitliğini koruyor.

Almanya'nın Frankfurt kentinde yaşayan ve kuşların evrimini araştıran bilim adamı Stefan Peters'in tahminlerine göre ilk kuşların tüyleri daha çok beden sıcaklığını korumaya yarıyordu. Kuşların ilk atalarından theropodlar, yüksek metabolik hıza sahipti. Bunlar çevik ve sıcakkanlı yırtıcı hayvanlara dönüştüler. İster istemez iklimin sert koşullarından daha az etkilendiler. Ancak bu yırtıcı kuşların yalıtım görevi gören koruyucu bir dokuya gereksinimleri vardı. Zamanla tüyleri birçok ince dal ve yan dala ayrıldı. Doğal olarak bu gelişme, yalnızca beden sıcaklığının korunması yönünde doğal seçilim açısından yararlı oldu. Bu nedenle ilk tüyler uçmaya yaramıyordu. Böyle olsaydı, uçma becerisinin geliştirilmesi için ilk kuşların sahip oldukları pullar tüylere dönüşmezdi. Çünkü kuşların uçabilmeleri için, pullarının boyut olarak büyümesi yeterli olurdu.



Yeni Gine'nin yağmur ormanlarında yaşayan bu cennet kuşu, kur yapmak amacıyla tüylerinin bütün güzelliğini ortaya koymuş.



Bu toy kuşu, kendini bir dişiye beğendirmek için tüylerini kabartmış.

1996 yılında, Çin'de, bu düşünceleri kanıtlayacak bulgular elde edildi. Bir gün, Pekin'deki Yerbilimleri Müzesi Müdürü Ji Qiang'a ilginç bir koli ulaştı. Koliyi, Pekin'in kuzeydoğusundaki Liaoning bölgesinden, bir fosil tüccarı göndermişti. Ji Qiang, koliyi açtığında şaşırtıcı bir manzarayla karşılaştı. Kolinin içinde, yaklaşık bir tavuk büyüklüğündeki bir canlıya ait kalıntılar vardı. Canlının kafatası büyük, dişleri keskin ve sivriydi. Gövdesinin önünde kola benzeyen iki kısa uzuv ve uzun, güçlü bacakları vardı. Ayrıca uzun bir kuyruğu da bulunuyordu.

Kalıntı oldukça iyi durumdaydı. Yalnızca kemikleri değil, kimi doku-



Yeni Gine'nin yağmur ormanlarında yaşayan bu kral cennet kuşunun, küçük sayılabilecek boyuna karşılık, kuyruk kısmından sarkan oldukça uzun iki kuştüyü sapı vardır. Sapların ucunda yer alan sarmal biçimindeki gösterişli tüyleri, ışık vurduğunda zümrüt gibi parlar. Kral cennet kuşu, böylece dişilerin dikkatini çekerken, rakiplerine de yumurtlama alanına yaklaşmamaları konusunda gözdağı verir.

ları ve hatta organları da korunmuştu. Ji Qiang böyle bir hayvanı daha önce hiç görmediğinden kesinlikle emindi. Daha yakından baktığında, kaburga kemikleri arasında son yediklerinin kalıntılarını bile keşfetti. Bunlar, küçük bir memeliye aitti.

Fosilleşmiş olan bu yaratığın, theropodlar sınıfına ait, iki ayak üzerinde koşan yırtıcı bir dinozor türü olması güçlü bir olasılıktı. Ancak kalıntıda oldukça tuhaf olan bir şey daha vardı: Sırtı boyunca, boynundan başlayarak kuyruğuna kadar, ince, koyu renkli, tüysü bir kıvrım. Bunlar ilkel tüyler olmalıydı. Hiç kuşku yoktu: Burada, kuşların dinozorlardan türediklerini gösteren yeni bir "ara tür" yatıyordu. Bu ara tür, *Archaeopteryx*'den bile daha eski bir döneme aitti. Dahası, paleontolojik değeri çok fazlaydı. Ji Qiang, yaratığa *Sinosauropteryx prima* adını verdi. Bu ad, "ilk Çinli ejderha tüyü" anlamına geliyordu.

Sonraki günlerde, Liaoning'den gelen bu ara türün tek olmadığı ortaya çıktı. Çok geçmeden, kuşların atalarına ait bir başka tür daha bulundu. Bu türün kollarında ve ayaklarında kısa tüyler, kuyruğundaysa daha uzun tüyler vardı. Paleontologlar türü, "*Archaeopteryx*'den önce" anlamına gelen *Protarchaeopteryx* olarak adlandırdılar.

Bulgu büyük bir yankı uyandırdı. Liaoning bölgesinde herkes kuş fosili aramaya başladı. Çiftçiler, kazmalarıyla sebze ekmiyor, kendilerine daha fazla kazanç sağlayan kuş fosilleri arıyorlardı. Kısa bir süre içinde milyonlarca yıllık mezarlarından birçok yeni kuş türü çıkarılmıştı. Bu bulgulardan sonra paleontologlar yalnızca iki yıl içinde, çenesinde dişleri olan, gövdesi tüylerle kaplı dinozorlardan, uçabilen ve gagasında diş olmayan kuşlara değin, kuşların evrimiyle ilgili birçok gelişim aşamasını saptayabildiler.

1996 yılında Çin'de patlak veren bu kuş fosili avı giderek dünyayı sarmaya başladı. Dünyanın farklı bölgelerindeki milyonlarca yıllık tortul tabakalar uzmanlar tarafından incelendi. Bunun sonucunda Madagaskar Adası'nda, Patagonya'da ve İspanya'da değişik kuş fosillerine rastlandı. Ancak İspanya'da bulunan ve 100 milyon yıldan daha öncesine ait olan kuş fosili ilginç bir özelliğe sahipti. Bu kuşun, günümüz kuşlarınkine çok



Kuşa doğru adım adım: Sinosauropteryx'in (1) büyük olasılıkla beden sıcaklığını korumasına yarayan basit tüyleri vardı. Velociraptor (2), el ve kol eklemlerini rahatlıkla hareket ettirebiliyor, böylece avını kolaylıkla yakalayabiliyordu. Bu yeteneği, aynı zamanda, kanatların gelişimi açısından anatomik bir gereklilikti. Gövdesinin belki de tamamı tüylerle kaplı olan dev yırtıcı dinozor Unenlagia (3) kısa ön kollarını yürürken dengeyi sağlamak için kanatlar gibi aşağı yukarı hareket ettirebiliyordu. Hızlı koşabilen Caudipteryx (4)'in kollarında ve kuyruğunda basit tüyler vardı. Protarchaeopteryx (5)'in ön kollarında uzun tüyler bulunuyordu. Ancak bu tüyler simetrik yapıda olduğundan uçuş dengesi sağlanamıyordu. Archaeopteryx (6) uçabilen ilk kuş türüydü. Eoalulavis (7), tıpkı kargalarda (8) olduğu gibi, yavaş uçuş sırasında manevra yapmasına olanak sağlayan alula denen özel bir tüy örtüsüne sahipti.

benzeyen kanatları vardı. Dahası, kanatlarında birkaç tüyden oluşan ve yavaş uçuş sırasında kuşun değişik manevralar yapmasına olanak veren alula bulunuyordu.

Kuşlar nasıl uçmaya başladı? Bununla ilgili olarak Profesör Peters, kütleçekim kuvvetinin kuşları uçmaya yönelttiğini düşünüyor. Peters, kuşların, milyonlarca yıl süren evrim süreci boyunca uçmaya birkaç aşamadan sonra geçtiklerini düşünüyor. Ona göre, ilk kuşlar uçmayı ilk kez dağlık bölgelerde denemişler. İlk uçuş denemeleri sırasında kendilerini dik bir yamaçtan aşağı doğru bırakmışlar. Bu hayvanlar, kanatlarını, yalnızca dengeyi sağlamak ya da yavaşlamak amacıyla kullanmışlar. Daha geç çağlarda, kuşlar süzülerek bir yükseltiden diğerine uçmayı, en sonundaysa havalanarak uçmayı öğrenmişler. Kuşlar tam anlamıyla uçmaya başlayınca dağları ve denizleri aşarak daha sıcak iklimlere göç etmeye ve yeni yaşam alanları keşfetmeye başladılar. Daha uzun mesafeler kat edebilen kimi kuşlarsa, bulundukları bölgenin kış mevsiminden uzaklaşmak için, öteki yarımkürenin yaz mevsimine göç ettiler; yön bulma yetenekleri sayesinde doğdukları yere geri dönebildiler. Milyonlarca yıllık bir sürecin sonunda, değişik bölgelerdeki koşullara uyum sağlamış, olağanüstü çeşitlilikte ve renkte binlerce kuş türü ortaya çıktı.

Kuşları öteki hayvanlardan ayıran, özel yapıdaki tüyleridir. Bunlar, evrim süreci sonucunda birçok işlevi yerine getiren benzersiz yapılara dönüştüler. İsviçreli ünlü hayvanbilimci (zoolog) Adolf Portmann bu konuya bir yapıtında şöyle değinmiş: "Hayvanların gövdelerinin görünen kısımlarını biçimlendiren birçok değişik yapı arasında hiçbirisi, karmaşıklık ve biçim zenginliği açısından kuşların tüyleriyle karşılaştırılamaz."







Avustralya'da yaşayan bu kuşları, gündüzleri ağaç dallarının arasında dinlenmeye çekildiklerinde fark etmek olanaksız. Bu kuşların gagalarının üzerindeki tüyler bile kırılmış dalları andırıyor (en üstte). Tüyleri, yaşadıkları ortamla büyük bir uyum içinde olan bu bataklık kar tavukları, hem yazları hem kışları, düşmanları tarafından kolaylıkla fark edilemez. Çünkü bu kuşlar tüylerini mevsime göre yenilerler (üstte, solda ve sağda).

Kuşlar binlerce tüye sahip olabiliyorlar. Öyle ki, kimi kuş türlerinin yaklaşık 25 000 tüyü olabiliyor. Değindiğimiz gibi, bu tüylerin farklı işlevleri vardır. Örneğin, çavuşkuşunun başındaki tüyler ya da tavus kuşunun kuyruk tüyleriyle cennet kuşlarının rengarenk tüy örtüsü, neredeyse sonsuz çeşitlilikte renkleri ve desenleriyle, kur yaparken gösterişli görünmelerini, ayrıca bölgelerinin sınırlarını korumalarını sağlar. Erkek kuşlar, genellikle gösterişli bir tüy örtüsüne sahip olurken, dişi kuşların tüyleri daha az göze çarpar. Öte yandan, birçok kuş türü, bulundukları ortamla büyük bir uyum içinde olan tüylerinin renkleri ve desenleri sayesinde çok iyi bir biçimde düşmanlarından gizlenebiliyorlar.

Kuşların tüyleri, birçok özel işlevi de yerine getiriyor. Örneğin, kuyruk tüyleri oldukça sert yapıda olan ağaçkakanlar, bu sayede kuyruklarından destek alırlar. Birçok bağırtlak türünde karın bölgesindeki tüylerin yapısı çok ilginç. Bu tüyler, tıpkı bir sünger gibi, büyük miktarlardaki suyu emebiliyorlar. Böylece anne kuşlar, bir su birikintisinden tüylerine emdirdikleri suyu, çölün ortasındaki yuvalarında



Bu erkek sülünün tüy örtüsünün üzerine düşen ışığın bir kısmı geri yansıtıldığından tüyleri farklı renklerde parlıyor.



Bu resimde, bir peçeli baykuşun bir kütüğe konması üç değişik aşamada gösteriliyor. Bu gece avcıları, kanatları ve tüylerinin özel yapısı sayesinde avlarına sezdirmeden yaklaşabiliyorlar.

kendilerini bekleyen yavrularına su taşıyabiliyorlar. Baykuşlarsa, gece avlanırken kanatlarını, tüylerinin özel yapısı sayesinde, hiç ses çıkarmadan çırpabiliyorlar. Böylece avları, onların yaklaştığını fark etmiyor.

Kuşların tüyleri, birbirleriyle biçim ve işlev açısından uyum içindedir. Bu uyum sayesinde kanatları, hava akımları ve kuşun gittiği yöne bağlı olarak biçim alır. Kanatlarını, kusursuz bir biçimde katlamalarıysa bu hayvanların ne kadar yetenekli olduklarını gösteriyor. Ne var ki tüyler, kanatların sürekli açılıp kapanmasından, uçuş sırasındaki engellerden, olumsuz hava koşullarından zarar görüyor. Ancak kuşlar buna da çare bulmuşlar. Bu hayvanlar, tüylerindeki ince dalların açılmasını gagaları yardımıyla kolayca onarabiliyorlar ve kanadın hava geçirmezliğini yeniden sağlayabiliyorlar. Kuşlar, bu onarım ve bakım işlerini dinlenirken yerine getiriyorlar. Uygun bir yere tüneyerek tüylerini gagalarıyla tek tek düzeltiyor, arası açılmış olan tüyleri kapatıyorlar. Bu işlemler sayesinde tüyleri işlevlerini hiçbir zaman yitirmiyor. Tüyleri daha büyük zarara uğradığındaysa kuşlar bunları kolaylıkla yenileyebiliyor.

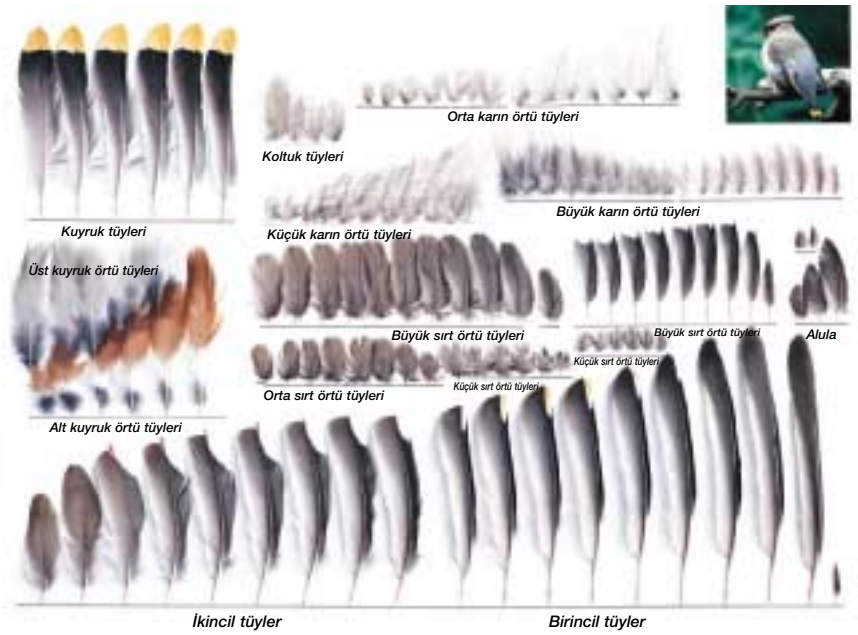
Yolculuk etmekte olduğunuz uçağın parçalarının bir bir kopup yere düştüğünü bir düşünün. Böyle bir durumda yolcular arasında büyük korku yaşanırdı. Oysa kuşlar için, özel yetenekleri sayesinde böyle bir tehlike söz konusu değil. Onlar daha havadayken, dökülen tüylerinin yerine hemen bir yenisi çıkmaya başlıyor.

Kuşlar, yumurtadan çıkmalarından belirli bir süre sonra, tiroid bezinin salgıladığı tiroksin maddesinin etkisiyle tüylerini dökerler. Dökülen tüyler hemen yenilenir, biçimleri korunur. Bütün kuşlar, iklimsel ve biyolojik etkenlere bağlı olarak, ayrıca gereksinimleri ve yaşam biçimlerine göre tüylerini dökerler. Kuşların tüy yenileme işlemi enerji gerektirdiğinden, kuşlar tüylerini enerjiye en az gereksinim duydukları zamanlarda yenilerler. Göçmen kuşlarsa genellikle büyük göçlerden önce veya sonra yaparlar bu yenileme işlemini.

Örneğin kimi su kuşları, kanatlarındaki tüylerin tümünü birden dökerler ve birkaç hafta boyunca uçamazlar. Bu süre içinde bu kuşlar bir tehlike anında uçarak kaçamasalar da suyun içine dalıverirler. Turnalar ve kazlar da tüylerini yenilerler. Bu yenileme döneminde geçici bir süre için uçamazlar. Bu nedenle, yeterli besin bulabilecekleri ve kendilerini tehlikede hissetmeyecekleri ıssız adalara yerleşirler.

Atmacalar olağanüstü bir yenileme yöntemi geliştirmişler. Dişileri kuluçkaya yatma döneminde tüylerini yeniler. Bu dönemde zorlukla uçabildiği için erkeğine bağımlıdır. Ancak erkek atmaca ölürse, o zaman dişi atmaca tüy yenilemeye ara verir ve başının çaresine bakar; yiyecek aramaya başlar.

Güneydoğu Asya ve Afrika'daki yağmur ormanlarında yaşayan gergedankuşlarının dişileri için tüylerini



Bu tüyler bir ipekkuyruk kuşuna ait. Kuşbilimcileri (ornitologlar), türler arasında karşılaştırma yapmak amacıyla, her bir türden kanada ve kuyruğa ait tüyleri arşivliyorlar. Bu arşivler, aynı zamanda, kuşun uçmasına olanak veren tüy çeşitliliğini gösteriyor.



Bu resimde görülen binlerce turna, uzun bir göçten sonra kışı geçirecekleri bölgeye ulaşmışlar.

yenileme işlemi son derece tehlikeli olabiliyor. Kuluçka dönemi sırasında erkekleri tarafından bir ağacın kovuğuna kapatılırlar ve orada tüylerini dökerler. Erkek gergedankuşları, bu kovukta yalnızca dar bir açıklık bırakırlar ve dişilerini buradan beslerler. Bir tehlike anında dişi, gagasıyla açıklığı kapatır. Tüy yenileme dönemi sona erip, yavrular da yumurtadan çıkınca dişi, erkeği tarafından gizlendiği yerden çıkarılır.

Kuşlar, tüy yenileme işlemi sırasında yalnızca uçmaya yarayan tüylerini değil, tüylerindeki renkleri ve desenleri de, yaşadıkları koşullarla uyumlu bir biçimde yenilerler. Örneğin kimi martı türleri, yumurtlama döneminde, yuvalarının sınırlarını korumak amacıyla birbirlerini başlarındaki koyu kahverengi tüylerle tehdit ederler. Yumurtlama dönemi sona erince, başlarındaki tüyler yeniden beyaza dönüşür.

Yerde kuluçkaya yatan yağmur kuşları ve çullukların yavrularının tüyleriyse, bulundukları ortamla aynı renkte oluyor. Yavrular büyüdükçe tüylerinin rengi de değişiyor. Erişkin duruma geldiklerinde, kur yaptıkları ya da kendi alanlarını korudukları gösterişli bir tüy örtüsüne sahip oluyorlar.





Kuş tüyleri, bir tüy ekseni, dallar ve kancalı yan dallardan oluşur (üstte). Yalıçapkınları, balık avlamak üzere hızlı bir biçimde suya daldıklarında, tüyleri bundan zarar görebilir. Böyle durumlarda, bu kuşlar, tüylerini gagalarıyla tarayarak küçük yırtılmaları düzeltirler. Böylece tüylerindeki dalların kapalılığını yeniden sağlamış olurlar.



Soyları milyonlarca yıl önce tükenen kanatlı dinozorların, yarasaların ve böceklerin kanatlarını yenileme yeteneğine sahip olmadıklarına bakılacak olursa, kuşlar bu yetenekleriyle hayvanlar dünyasında ayrıcalıklı bir konumdalar. Kuş kanatlarının geçirdiği evrim şunu gösteriyor: Doğa, başlangıçta ısınmalarına yarayan tüyleri giderek geliştirerek yeni biçimler, işlevler ve yenilenme gibi özel yetenekler kazandırmış.

George, U., "Die Feder - Höhenflug Der Evolution" *GEO, Mayıs 1999*

Çeviri: Ayşegül Yılmaz Günenç



GM Tartışmaları ABD'ye de Sıçradı

Gen Aktarımlı Bitkilerin Geleceği

Genetik değişkelerden (modifikasyonlardan) geçmiş (GM) besinlerle ilgili tartışmalar sürüyor. En çok GM tarım ürünü üreten ABD'de de bu konu kamuoyunun dikkatini çekmeye başladı. Bu durum, Avrupa'da olduğu gibi, ABD'deki kimi büyük gıda firmalarının da GM ürünlerin ötekilerden ayrılmasını istemesi ya da bunları kullanmayı reddetmesiyle birlikte değişti. Geçtiğimiz Ocak ayının sonunda, GM organizmalarla ilgili etiketleme ve ticaret uygulamalarının tartışıldığı uluslararası protokolde, ABD de, şimdiye kadar sürdürdüğü katı tutumunu değiştirdi. Birleşmiş Milletler'in Biyolojik Çeşitlilik Konvansiyonu'nun Biyogüvenilirlik Protokolü, genetik değişke uygulanmış bitki türleri, hayvanlar ve bakterilerden çevreyi korumaya yönelik kurallar getirmeyi amaçlıyor.

SON YILLARDA teknolojik uygulamalar arasında belki de en çok tartışılan bir konu var: Soya fasulyesi, mısır, pamuk gibi bitkilerin büyümesini ve tarladaki verimini arttırmak üzere kimi özelliklerinin genetik müdahalelerle yeniden düzenlenmesi. Genetik değişkelerden geçirilmiş (GM) besin ürünlerinin pazara sunulmasını, Avrupa kamuoyu, büyük bir tepkiyle karşıladı. Özellikle, Monsanto, Novartis gibi şirket adları, Avrupa kamuoyunun belki de en çok duyduğu sözcükler oldu. Tartışmaların bir bölümü tekelleşme ve Amerika karşıtı tutumlardan besleniyor olsa da, esas konu, GM ürünlerin tüketiciye yararının az olması, bunların çevre ve sağlığa etkileri ve kimi etik sorunlardı. Üzerinde en çok durulan konuysa, etiketlendirmeydi. "Frankenstein yiyeceği" yakıştırması yapılan GM besinlerin paketlerini, başka besinlerden ayırt etmenin bir yolu yok. Tüketiciler, bu paketlerde, içeriğinin GM ürünlerden oluştuğunun belirtilmesini istiyordu. Avrupa'da kamuoyunun tepkisi sonucu pek çok şirket, ürünlerinde GM malzemeler kullanmayı reddetti. Şimdilerde, GM besinler konusundaki tartışmalar ve kamuoyu tepkisi ABD'ye de sıçramış görünüyor.



ABD'de, özellikle hazır gıda sektöründe GM ürünler çok kullanılıyor. Yakın zamana kadar ABD'deki tüketiciler, satın aldıkları ürünlerin çoğunun GM maddeler içerdiğinin farkında bile değildiler. Fakat, en çok GM tarım ürünü üreten ABD'de de bu konu kamuoyunun dikkatini çekmeye başladı. Tepkiler karşısında, ABD'deki kimi büyük gıda firmaları GM malzemeler içeren ürünlerin ötekilerden ayrılmasını iste-



Tohum üreten firmalar ve kimi bilim adamları, tarım ilaçlanına dayanıklı ve böceklere karşı dirençli ürünlerin, tarım ilacı kullanımını azalttığını ve ürünlerin verimini arttırdığını öne sürüyorlar.

di. Bebek maması üreten şirketler gibi kimileri de, ürünlerinde GM içeren malzemeleri kullanmayı durdurdu. İki ay önce Seattle'daki Dünya Ticaret Örgütü görüşmeleri sırasındaki protesto eylemlerinin de, ABD toplumunun GM besinler konusundaki ilgisini arttırdığı söyleniyor.

Tarımda biyoteknoloji uygulamalarını endüstrileşmiş ülkelerde, altı büyük yaşambilimi şirketi, Astra-Zeneca, Aventis, Dow, Dupont, Monsanto ve Novartis elinde bulunduruyor. GM ürünler şu anda dünyada, özellikle de ABD'de yaygın olarak üretilmekte. Örneğin, ABD'de bu ürünler, mısırın %25'ini, soya fasulyesininse %40'ını oluşturuyor. Monsanto'nun geliştirdiği *Roundup ready* soya fasülyeleri ve *Bacillus thuringiensis* (Bt) toksini etkisine sahip mısırlar, tarım ilaçlarına olan ihtiyacı azaltarak ürünün maliyetini düşürüyor. Kimileri, zararlıların bu bitkilere karşı bağışıklık kazanarak "süper zararlılar" haline dönüşebileceğini düşünüyor. Öteki genetik müdahalelerse, örneğin doymamış yağ oranı yüksek yağ üreten "canola"lar gibi, ürünün ticari değerini arttırmaya yönelik. Pek çok kişi de, genetik müdahaleyle temel besin değerleri arttırılmış ürünlere dünya nüfusunun beslenme sorununa çözüm getireceği gözüyle bakıyor: Provitamin A (beta karoten) açısından zenginleştirilmiş pirinç gibi.

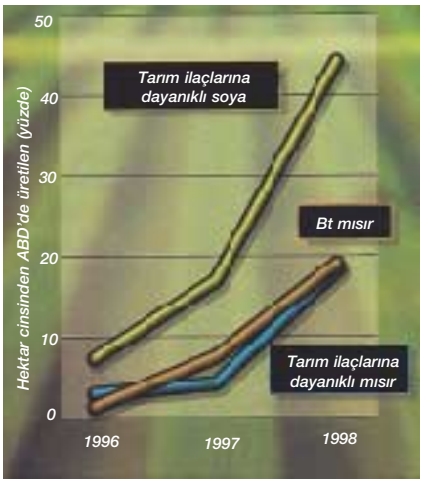
ABD'de yaşanan son gelişmelerden biri de, daha önce Bt toksin taşıyan mısır polenleriyle zehirlendiği ortaya çıkan kıral kelebeklerinin korunmasına yönelik bir çalışma oldu. Hükümet, çiftçilerle, zararlılara dayanıklı GM mısırların çevresine normal mısırlar ekilmesi konusunda anlaştı. Bu yolla, GM mısırlara karşı bağışıklık kazanacak zararlıların da yayılmasını engellemeyi hedefliyorlar.

Montreal Protokolü

Ocak ayının sonunda, GM organizmalarla ilgili etiketleme ve ticaret uygulamalarının tartışıldığı uluslararası protokolde, ABD de, şimdiye kadar sürdürdüğü katı tutumunu değiştirdi. Birleşmiş Milletler'in Biyolojik Çeşitlilik Konvansiyonu'nun Biyogüvenilirlik Protokolü, çevreyi genetik modifikasyon yapılmış bitki türleri, hayvanlar ve bakterilerden korumaya yönelik kurallar getirmeyi amaçlıyor. Bu protokole göre ülkeler, eğer genetik modifikasyondan geçmiş bir ürünün güvenilir olduğunu gösteren yeterli bilimsel kanıt olmadığı kanısına kapılırlarsa, bu ürünün ithalini yasaklayabilecek. Protokol, bu ürünlerin taşınması ve etiketlendirilmesi için de kurallar getiriyor. Mısır ve pamuk gibi genetik düzenlemeden geçmiş malların taşınması sırasında bunların üzerinde "düzenlemeden geçmiş organizmalar içerebilir" sözleri yer alacak. Geçtiğimiz yıl Kolombiya'nın Cartagena kentinde yapılan görüşmeler, ABD ve öteki beş ülke, Kanada, Avusturalya, Arjantin, Şili ve Uruguay, 125 ülkenin onayladığı anlaşma taslağını reddedince anlaşmaya varılamadan sonuçlanmıştı.

Açlık Sorununa Çözüm mü?

1998 yılında, genetik değişkelerden geçmiş ürünler, Çin dışında kalan yerlerde 29 milyon hektarlık bir alanda ekilip biçildi. O yıl, ABD'de üretilen pamuğun %35'i, mısırın %25'i GM türlerden oluşuyordu. Geçtiğimiz yıl, GM bitkilerin ekilip biçildiği tarım arazilerinin yüzölçümü 70 milyon hektara çıktı. Bitkilerde ticari amaçla yapılan genetik müdahaleler, tek gen değişimleriyle bitkileri zararlılara ya da tarım ilaçlarına karşı dayanıklı duruma getirmeyi hedefliyor. Gelişmekte olan ülkelerde yetiştirilen GM ürünlerin çoğu sanayi kullanımlı ürünler. Örneğin Çin'de bir milyondan fazla çiftçinin Bt pamuk yetiştirdiği biliniyor. Ancak, "dünyayı beslemek" iddialarının yanı sıra, büyük yaşambilimi firmaları, yoksul çiftçilerin ürünleriyle fazla ilgilenmiyor, çünkü bunların getirisi az. Ancak, GM teknolojisi tümüyle özel sektörün elinde değil. Ulusal hükümetler, Uluslararası Tarım Araştırmaları Danışma Grubu CGIAR'ın uluslararası araştırma merkezleri ve batıdaki kimi gönüllü kuruluşlar, yoksul çiftçilere yarar sağlayacak biyoteknolojik gelişmeler oluşturulması çalışmalarını destekliyorlar. Örneğin, bu gönüllü kuruluşlardan Rockefeller Vakfı, son 15 yılda pirinç teknolojisi araştırmalarına 100 milyon ABD doları yatırmış. Asya, Afrika ve Güney Amerika'dan 400 bilim adamı yetiştirmiş. Bugün Asya'nın çeşitli yerlerinde biyoteknolojinin, pirincin iyileştirilmesi için uygulanması üzerine çalışan önemli sayıda bilim adamı var.



Yeni türlerin çoğu, doku kültürü ve işaretçi genler yardımıyla gen belirleme tekniklerinin kullanılmasıyla ortaya çıkarılmış. Örneğin, Batı Afrika Pirinç Geliştirme Birliği, anter kültürünü, verimi yüksek Asya piriçleriyle geleneksel Afrika pirinçlerini çaprazlamak için kullanmış. Ortaya çıkan bitki, gelişiminin ilk basamaklarında Af-



rika pirinci gibi, tanelerini gölgede bırakacak biçimde büyüyor. Olgunluğa eriştiği zamansa, daha az uğraşmayla yüksek verim veren Asya pirinçlerine benziyor. DNA işaretçileri yardımıyla yapılan gen aktarımı tekniğiyse, bitkilerin patojenlere karşı direncini ve kuraklığa dayanıklılığını arttırmak için, bunları sağlayan genlerin toplanmasında kullanılıyor.

A Vitaminli Pirinç

Bitkilere daha iyi gelişmelerini sağlayan yeni özelliklerin eklenmesinin yanı sıra, GM teknolojisi, besleyici özellikleri arttırılmış bitkiler üretmek için de kullanılabiliyor. Bu konudaki en umut verici gelişmelerden biri, pirince provitamin A (beta karoten) üreten genlerin aktarılması oldu. Dünya nüfusunun yarısının temel besin maddesi olan pirinç, gerçekte vitamin açısından zengin bir besin değil. Örneğin, Güneydoğu Asya'da 5 yaşın altındaki çocukların % 70'i A vitamini eksikliği çekiyor. Fotosentez için gerekli bir pigment olan beta karoten, pirinç dahil tüm bitkilerin yeşil dokularında bulunur. Ancak, tohum gibi fotosentez yapmayan dokularda genellikle bulunmaz. Havuç kökü gibi fotosentez yapmayan dokularında beta karoten bulunan bitkiler olsa da, araştırmalara rağmen, geleneksel tarım ürünleri arasında tohumlarında beta karoten bulunan pirinç mutantlarına rastlanamamış. Tohum hücrelerinin beta karoten üretmesi için genetik mühendisleri pirinç genomuna, beta karoten sentezinde anahtar enzimlerden sorumlu üç gen aktarmışlar. Gen aktarımlı bu pirincin taneleri, parlak sarı-yeşil renkte. Bunlar, bir insanın A vitamini gereksinimini yalnızca pirinçten almasına yetecek kadar beta karoten içeriyor. Bilim adamları, pirince, bitkinin demir açısından besleyiciliğini üç katına çıkaran genler de aktarmışlar.

Terminatör Teknolojisi

Bitki biyoteknolojisinin insanlığa potansiyel yararları gözden kaçmayacak kadar çok. Ancak, *Nature*'ın 2 Aralık 1999 tarihli sayısında yazan Conway ve Toenniessen'e göre bunlar, tohumlar parasız olarak ya da çok düşük fiyatlarla satılmadıkça bir işe yaramayacak. Bunun için, hükümetlerin ve gönüllü kuruluşların, zaman zaman özel sektörle de işbirliği yaparak hem araştırmalara hem de tohumların dağıtımına ve çiftçilere teknik yardım sağlanmasına yatırım yapması gerekiyor. Bu da, tohumlar çok uluslu şirketler tarafından pazarlanmaya devam ederse ve onlar gen koruma teknolojilerini yaygınlaştırırlarsa, gerçekleşebilecek bir hedefmiş gibi durmuyor. Terminatör gen teknolojisi olarak bilinen bu teknoloji, çiftçilerin bir sonraki ekim için tohum toplayarak bunları ekmesine olanak vermiyor.

Günümüzde gelişmekte olan ülkelerdeyse yaklaşık 1,4 milyar çiftçi, bu yöntemle tarım yapıyor ve kendi aralarında tohumları değiş-tokuş ederek yeni türler yetiştiriyor. Terminatör teknolojisiyse, bitki türlerinin çiftçiler arasında değiş-tokuş edilmesini önlemek üzere geliştirilmiş. Kimileri bu teknolojinin çiftçilere zararının dokunmayacağını ve çiftçilerin özel sektörden satın aldığı yeni türleri yeniden ekebileceğini söylüyor. Ama, eğer şirketler önemli genlerin DNA dizilimlerini patentlerle ve sahip oldukları tohumların dağıtımını terminatör teknolojileriyle kontrol ederse, kamu sektörünün biyoteknolojiyi yoksulların gereksinimlerini karşılamak için kullanma çabasının da önüne geçilmiş olacak.

Terminatör teknolojilerin kullanılması söz konusu olmasa bile, gelişmekte olan ülkelerin kendi genetik kaynaklarını kullanma hakkı var. Öte yandan, bitki geliştirme uzmanlarının yeni teknolojileri yerel ortama uyum sağlamış türler geliştirmek için kullanma hakkı, ve yoksul çiftçilerin sömürülmesi gibi etik sorunlar da bulunuyor. Bu sorunların bir bölümü, ürünlerin genetik düzenlemesinin özelleşmesinden, özellikle de patent kulanımından kaynaklanıyor. Patentler gelişmiş ülkelerde firmaların araştırmalara daha çok yatırım yapmasını sağlıyor, ancak yoksul çiftçiler için tohum üreten kamu sektörünün, zaten kısıtlı bütçelerle yapılan geliştirme çalışmalarına yük getirebiliyor.



GM bitki teknolojisi Avrupa'da büyük tepkiyle karşılanmıştı. Bir çok yerde eylemciler test tarlalarına saldırılar düzenlediler.

GM ürünlerin ve bunları içeren besinlerin güvenilirliğiyle ilgili tartışmaların merkezinde, bunların yararlarının zararlarıyla karşılaştırılması yatıyor. GM karşıtlığı, riskler üzerinde, özellikle de doğal türlere zarar verilmesi riski üzerinde yoğunlaşıyor. Ancak, GM organizmaların hepsinin birbiriyle aynı olmadığının da göz önüne alınması gerekiyor. Bunların herbiri, farklı insanlara farklı yararlar sağlayabilir; çevreye ve insan sağlığına zararları da farklı farklı olabilir.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde iyi düzenlenmiş tarla testlerinin yapılması gerekiyor, çünkü, bu ülkelerde GM ürünleri kullanma ya da kullanmamanın taşıdığı riskler gelişmiş ülkelerdekilerde geçerli olanlardan çok farklı. Buna ek olarak, 21. yüzyılda tarımın 20. yüzyılda olduğundan çok daha verimli yapılması gerektiği de bir gerçek. 21. yüzyıl tarımının geçen yüzyıla göre çevreye çok daha az zarar vermesi de gerekiyor.

Aslı Zülâl

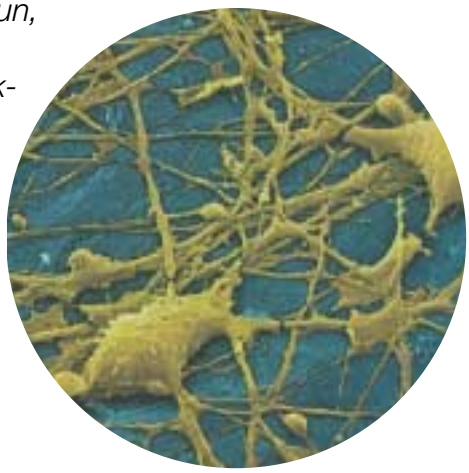
Katkılarından ötürü Tübitak Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu Yürütme Komitesi Sekreteri Prof. Dr. Neşet Kılınçer'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar
Conway, G. &Toenniessen G., "Feeding the world in the twenty-first century" *Nature*, Vol.402 Supp. 55-58.
"Global deal agreed on gm food". 31 Ocak 2000.
Guerinot, Mary Lou, "Enhanced: the green revolution strikes gold" *Science*, Vol 287, 5451, 241-242.
US Joins GM Foods Treaty, 29 Ocak 2000.
http://abcnews.go.com/sections/science/DailyNews/gmagreement00129.html
http://bioindustry.org/newsnet/current/1.html

Sinir Onarımını Engelleyen Protein Bulundu

Felç Tedavisinde Yeni Umut: Nogo

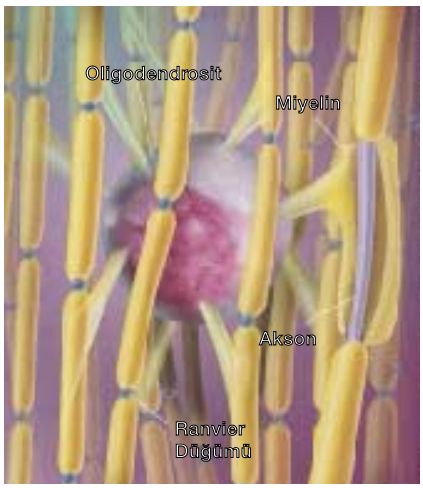
Gözalıcı başarılarına karşın tıp biliminin çare bulamadığı bir sorun, omurilik yaralanmalarının yol açtığı felç. Gerçi felçli hastaları kısmen de olsa iyileştirebilmek için mekanik elektronik düzenekler geliştirilmiş bulunuyor. Hatta bunlarla biyolojik araçları birleştiren "biyonik çözümler" de tasarım ve deney aşamasında. Yeni denenen bir yöntem de, kök hücreler aracılığıyla yeni sinir hücreleri üretmek. Bu çalışmaların odağı, miyelin denen sinir hücre kılıfının onarılmasıydı. Oysa, yeni bir buluş miyelinin, beyin ve omurilik hücrelerinin bağ yapmasını engelleyen bir proteinin yatağı olduğunu ortaya koydu. Nogo adlı proteinin belirlenmesi, uzmanlarca sinir onarımı için geniş ufuklar açan bir gelişme olarak değerlendiriliyor.



VÜCUT dokularının çoğu, örneğin kas, deri, karaciğer ve çevre sinirleri (periferik sinirler), yaralandıktan sonra kendilerini tümüyle onarabilirler. Gariptir ki, merkez sinir sistemini oluşturan beynin ve omuriliğin, böyle bir becerisi yoktur. Yaralandıktan sonra kendilerini hemen hemen hiç onaramazlar. Erişkin canlılarda merkez sinir sistemi, yeni nöronlar ve yeni aksonlar oluşturamaz. Nitekim merkez sinir sisteminin kendini yenileme (rejenerasyon) gücü çok sınırlı olduğundan beyin ve omurilikten kaynaklanan felçler çoğu kez kalıcı oluyor.

Merkez sinir sistemindeki aksonlar acaba neden yenilenemiyorlar? Yüzyıl kadar önce Santiago Ramon y Cajal şunu gözlemledi: Beyin ve omurilik aksonları, yaralandıktan hemen sonra, uzamaya çalışıyorlar; fakat bu çaba az sonra duruyor. 20 yıl kadar önce David ve Aguayo şu ilginç gerçeği ortaya koydu: Erişkinlerde merkez sinir sistemi aksonları, bir çevre siniri grefi (nakledilmiş parça) içinde çok uzayabiliyorlar. Bu gözlemler şu varsayıma yol açtı: Aksonların merkez sinir sistemi içinde büyüyememelerinin nedeni, merkez sinir sisteminde bulunan oligodendrosit ve astrosit adlı destek hücreleri (Bunlara toplu olarak glia denir. Glia sinir hücreleri (nöron) arasına serpilmiştir). Schwab ve arkadaşlarıysa deneylerle şunu kanıtladılar: Omuriliğin arka kök sinir düğümlerinde (ganglia) bulunan nöronlar, hücre kültürlerinde, iletişim kurmaya yarayan aksonlarını asla oligodendrosit hücrelerine ya da oligodendrosit hücrelerinin aksonlar etrafına sardığı yağlı miyelin kılıfına uzatamıyorlardı. Bunun yerine, aksonlar çevre sinirlerine ait glia hücrelerine yöneltiliyordu. (Oligodendrositlerin görevlerinden biri, yağlı miyelin maddesini sentezleyerek aksonların etrafına sarmak ve böylece akson elektriğini yalıtmak).

Bu deneyler sonucu, akson düşmanı miyelin moleküllerinin neler olduğunu bulmak ve onları etkisizleştirerek aksonları onarabilmek umudu doğdu. Schwab ve arkadaşları miyelin-



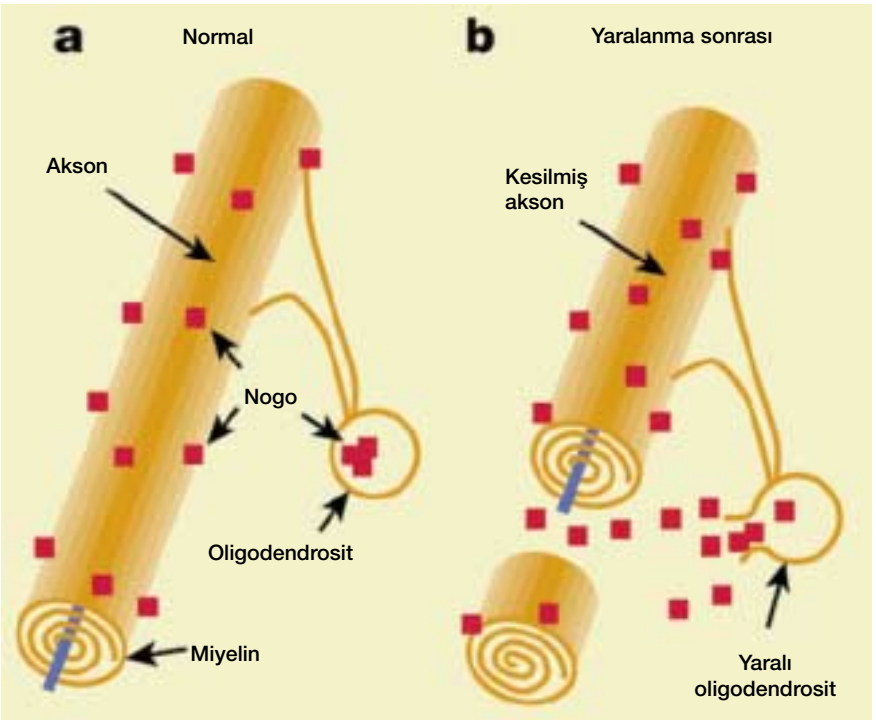




de molekül ağırlıkları 35 000 ve 250 000 olan iki akson düşmanı protein buldular. Bunlara N135 ve N1250 de deniyor (molekül ağırlıkları nedeniyle). Aynı araştırmacılar bu iki proteine karşı IN-1 adını verdikleri bir monoklonal antikor geliştirdiler. Bu antikor, hücre kültürlerinde oligodendrosit hücrelerinin ve miyelinin akson büyümesini engelleyici etkisini ortadan kaldırıyordu. Schwab ve ekibi omuriliği yaralanmış erişkin sıçanlara IN-1 enjekte ettiklerinde, yaralı dokudaki aksonların % 5'inin kendilerini yeniden oluşturduğunu gördüler; sıçanların yürümesinde önemli düzelmeler olmuştu.

10 yıl sonra daha da ileri bir adım atılarak, insan ve sıçanlarda Nogo geni bulundu. Bu genin yaptırdığı Nogo A, Nogo B ve Nogo C proteinleri, miyelindeki akson düşmanı maddelerin ta kendileri. Nogo A 1163, Nogo B 360 ve Nogo C 199 amino asit içeriyor. Nogo A ile sığırlardaki bN1220 ve sıçanlardaki N1-250 proteinleri aynı yapıda bulunuyor. Nogolar hücre zarını delip geçici (transmembranik) proteinler sınıfında yer alıyorlar. Bu gibi proteinlere retikülon deniyor; Nogo, retikülon ailesinin 4. bireyi: yani retikülon 4-A.

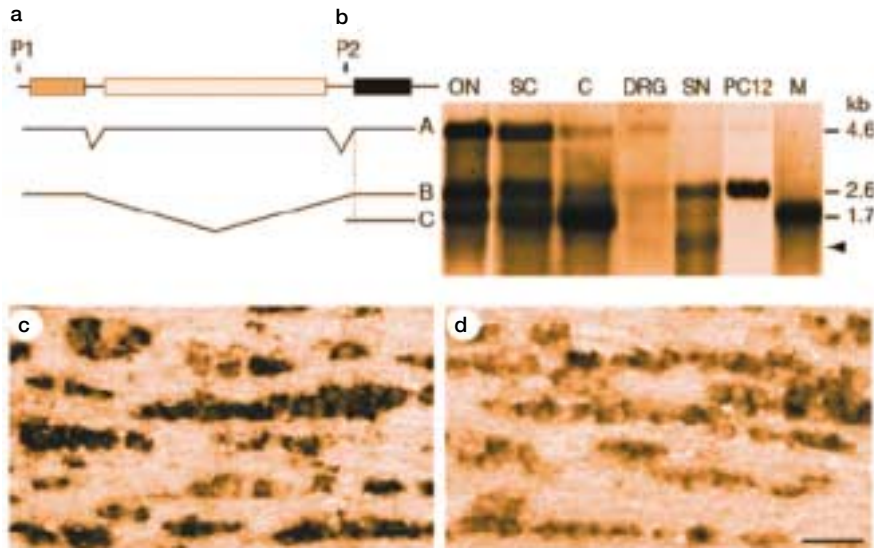
Beklendiği gibi Nogo A, merkez sinir sisteminde miyelinde ve miyelin yapıcı oligodendrosit hücrelerinde bulundu. Çevre sinirlerinde ve çevre sinir kılıflarındaki Schwann hücrelerinde Nogo-A yoktu. Nogo B ve Nogo C bazı nöronlarda, böbrek, kıkırdak, deri, akciğer ve dalakta, Nogo C ise iskelet kasında bulundu. Merkez sinir sisteminde oligodendrosit hücrelerince yapılan miyelinin fibroblastların (bağ doku hücreleri) yayılmasını ve aksonların uzamasını, yani merkez sinir sisteminin onarılmasını ketleyici etkisi, Nogo proteinlerinden ileri geliyor. Bu ketleme Nogo proteinlerine karşı oluşturulmuş serumlarla, yani anti-Nogo serumlarıyla, ortadan kalkıyor. Nogo-A sığır, sıçan ve insandan başka sinek ve solucanlarda da bulunuyor.



Şekil 1- Akson yenilenmesinin ketlenmesi. a) Miyelinde bulunan akson ketleyiciler, örneğin yeni bulunan Nogo proteini, yaralanmamış merkez sinir sisteminde aksonların uzamasını ketler. b) Yaralanmadan sonra, zedelenmiş miyelin ve oligodendrosit hücreleri sinirin onarılmasını ketler.

Nogo-A, IN-1 antikoruyla birleşen 250 000 molekül ağırlıklı bir protein. Nogo-B ve Nogo-C'den biri de IN-1'le bağlanan 35 000 molekül ağırlıklı protein. Nogo-B ve C'nin akson düşmanı olup olmadığı, Nogo-A molekülünün hangi parçasının aksonları ketlediği ve Nogo-A'nın hücre zarındaki biçimi henüz bilinmiyor.

Bu buluşların ardından bir de sürpriz geldi: Nogo-A'nın molekül yapısı, onun hücre içinde 'endoplazmik retikulum' denilen borucuk sistemi içinde bulunduğunu gösteriyordu. Acaba Nogo-A oligodendrosit yüzeyine çıkabiliyor muydu? En azından endoplazmik retikulumda bulunan diğer iki miyelin oligodendrosit yüzeyine çıkabiliyorlardı. Oligodendrositlerin hücre kültürlerinde boyayla işaretleme yöntemiyle en azından bir miktar Nogo A'nın oligodendrosit yüzeyinde bulunduğu gösterildi. Fakat temel bazı sorunlar henüz çözülmüş değil. Nogo-A,

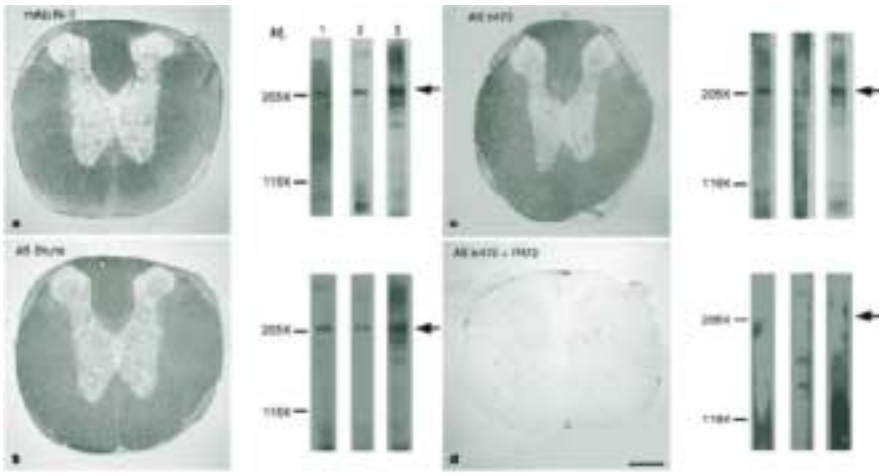


Şekil 2- Nogo baz sırası ve mRNA ifadesi. a) Nogo A, B ve C proteinlerinin Nogo geninden kopyalanması. P1 ve P2 varsayımsal teşvik edici (promotör) bölgeler. b) Erişkin sıçan dokularında Nogo mRNA'sı. ON: görme siniri, SC: omurilik, C:beyin kabuğu, DRG: arka kök gangliyonları, SN: siyatik siniri, PC12: PC12 hücreleri, M: iskelet kası. Nogo A, B ve C sırasıyla 4.6, 2.6 ve 1.7 kilobaza karşılık olarak görülüyor. c-d) Erişkin sıçan görme sinirinde Nogo-A pozitif oligodendrositler.

canlı vücutta da tüpte olduğu gibi akson büyümesini engelliyor mu? IN-1 antikoru Nogoyu nötralize ederek akson yenilenmesini arttırıyor mu? IN-1 her ne kadar hücre kültürlerinde Nogo-A'nın akson düşmanlığını engelliyorsa da, henüz bileşimi bilinmeyen birçok omurilik proteinine de bağlanıyor. Aksonların onarılmasını ketleyen diğer moleküller de biliniyor: Örneğin aksona yol açıcı proteinlerden semaforinler, efrinler, slit ve ayrıca diğer bazı miyelin molekülleri. Ayrıca, miyelinle birarada bulunan glikoprotein (MAG) ve bazı proteoglikanlar.

Nogo geninin bulunuşundan sonra yeni olanaklar doğdu; örneğin spesifik anti-Nogo A antikorlarının, IN-1 gibi, canlılarda akson onarımını arttırıp arttırmadığı ve Nogo proteini yapamayan gen aktarımlı (transgenik) farelerde merkez sinir sistemi aksonlarının yenilenip yenilenmeyeceği araştırılabilecek.

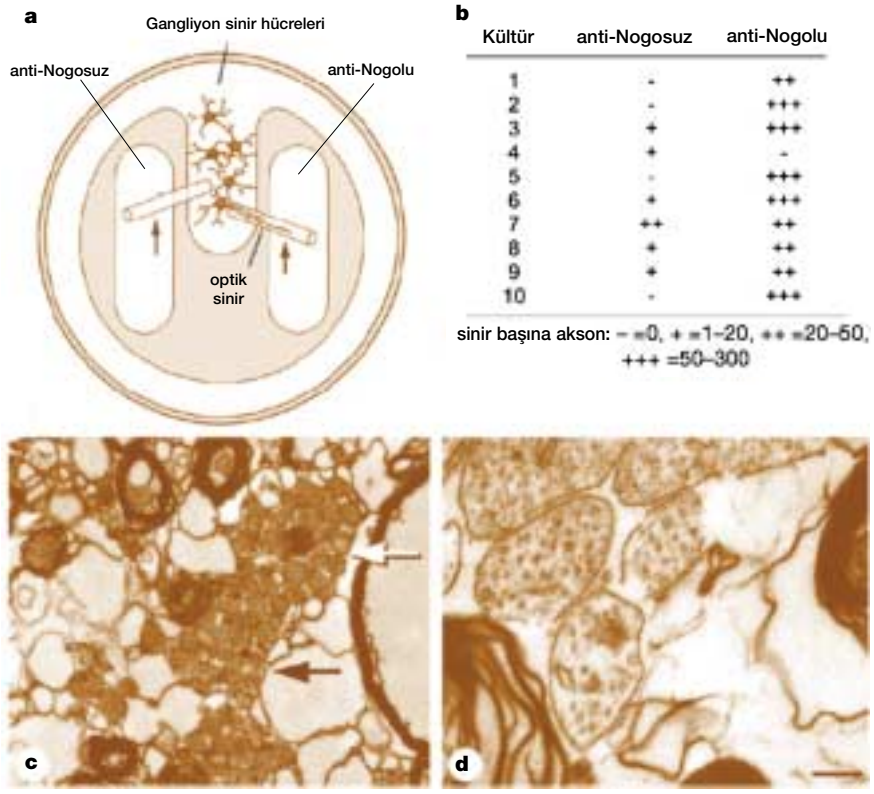
Eğer miyelinin akson düşmanlığı yenilebilirse, akson onarımı garantilenmiş olacak mı? Son zamanlarda Davies ve arkadaşları omurilik arka kök sinir düğümlerinden alınmış nöronları beynin miyelinli bölgelerine naklettiler ve hayretle nöronların kendilerini onardıklarını gördüler. Miyelinin ketleyici etkisi yaralanmadan sonra ortaya çıkıyor olmalı; Nogonun hücrenin içinde olması da buna uyuyor. Davies akson onarımını miyelinden çok, yara bölgesinde etkinleşmiş astrosit hücrelerinin engellediğini düşünüyor.



Şekil 3- Erişkin sıçan omurilik kesitinin immünohistokimya yöntemi kullanarak Nogo A, B ve C'ye karşı monoklonal antikorla boyanması beyaz maddede Nogo proteinleri olduğunu göstermiştir (a, b, c). d'de boyayıcı seruma P472 peptidinin katılmasıyla omurilik beyaz maddesinin boyanması tamamen durmuştur. Western kurulama tekniğinde ok işareti hizasında [1) miyelin, 2) omurilik ekstresi ve 3) q havuzu] Nogo proteini görüldü.

Fakat glia ketlemesinin tamamı önlense bile geriye bir sorun daha kalıyor: Nöronlar yaşamak ve büyümek için hayat boyu uyarılmak zorundalar. Beynin birçok bölgesinde, aksonların kesilmesi, bu uyarıcı etkenleri ciddi şekilde bozar; bunun sonuysa, nöron ölümü ve onarımın durması. Bu nedenle yaralı aksonların uzamasını sağlamak için, hem miyelinin akson düşmanlığı nötrleştirilmeli, hem de nöron büyümesi hızlandırılmalı.

Bir başka şaşırtıcı deney: David ve arkadaşları miyeline bağışık kılınmış farelerde sinir onarımının on kat arttığını gösterdiler. Bu farelerin yarısında aksonlar omurilikte uzun mesafelere gidecek biçimde uzadılar; bu gibi farelerde felç önemli ölçüde iyileşti. Bu da bize miyelinin, akson düşmanlığını yenmemizde ne kadar yararlı olabileceğini gösteriyor. Omurilik ve beyin kaynaklı felçlerin kökten tedavisi belki de çok uzaklarda değil.



Şekil 4- Anti-Nogo serumunun varlığında, omurilik arka kök ganglion hücrelerinin aksonları, miyelinli görme siniri parçalarına doğru uzuyor. a) Kültür odacığında iki görme siniri parçası (oklar), solda anti-Nogo serumu olmadan, sağda anti Nogo serumu eşliğinde omurilik arka kök gangliyon hücreleriyle beraber görülüyor. Ganglion hücrelerinin aksonları, anti-Nogo serumuyla Nogo etkisi yok edilmiş görme sinirine doğru (sağdaki) yöneliyor. b)Anti serumlu ve antiserumsuz görme siniri üzerinde gangliyon hücrelerinin akson sayısı (elektron mikroskop ölçmeleri). Anti-Nogo serumuyla Nogonun akson düşmanlığı önlenince akson sayısı 300'e kadar yükseliyor. c) Akson demetleri anti-Nogo serumu verilmiş görme siniri içinde büyüyor. d) Büyümüş olan aksonlar miyelinle temas halindeler.

Selçuk Alsan

Kaynaklar

Goldberg, J. L., Barres, B. A., "Nogo in nerve regeneration" Nature, 27 Ocak 2000, s. 369-70

Prinjha, R., ve ark., "Neurobiology: Inhibitor of neurite outgrowth in humans" Nature, 27 Ocak 2000, s. 383-4

Chen, M. S., ve ark., "Nogo-A is a myelin-associated neurite outgrowth inhibitor and an antigen for monoclonal antibody IN-1" Nature, 27 Ocak 2000, s. 434-439

Grandpré, T., "Identification of the Nogo inhibitor of axon regeneration as a Reticulon protein" Nature, 27 Ocak 2000, s.439-444

İnternet'e Dayalı Uzaktan Eğitim

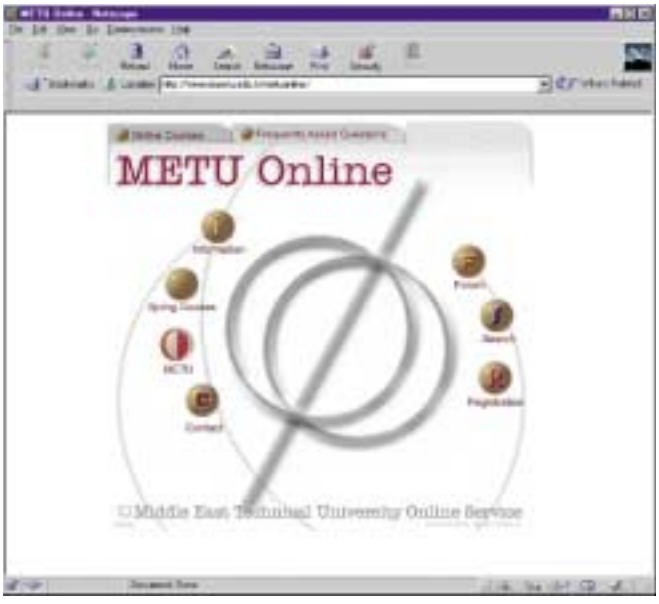
Uzaktan eğitim, en temel biçimiyle bir öğretmen ile öğrencinin fiziksel bir uzaklıkla ayrılmasından doğan bir gereksinimdir. Bununla birlikte ses, video, bilgisayar verisi ve basılı yayın gibi teknolojiler, genellikle yüz yüze eğitimin yerini alan bir köprü görevi görür. Bu yolla verilen eğitim programları, yetişkinlere aldıkları eğitime ek olarak yeni eğitim olanakları sağlar. Zaman, mesafe ya da fiziksel engelli kişiler içinse bu sistem, bulundukları iş-ev ortamında bilgilerini arttırma, eğitimlerini sürdürme olanağı demektir.

Uzaktan eğitim 1800'lerin sonunda baskı temelli yazışmalı çalışmaların ortaya çıkmasıyla başladı. İnternet'e dayalı eğitimiyse, özünde baskı temelli yazışmaların elektronik biçimi diye aslandırabiliriz. Ancak günümüzde elektronik yoldan eğitim de birçok biçimde verilebiliyor. Bunlar ses konferans, videokonferans ve bilgisayarlı konferans biçiminde olabilir. Ne var ki burada söz konusu edilen, geleneksel sınıf eğitimi alanında başarılı olmuş öğrenme kuramlarını değiştirmeksizin yalnızca gönderme yöntemlerinde bir farklılık öngören biçimidir.

Uzaktan Eğitim Etkili mi?

Birçok eğitimcinin, uzaktan eğitim alan öğrencilerin yüz yüze ders alanlara göre ne kadar öğrendikleri konusunda kuşkuları vardır. Uzaktan eğitimle yüz yüze eğitimi karşılaştıran araştırmalara göreyse etki bakımından ikisi arasında göze batacak büyük bir fark yok. Elbette ki kullanılan yöntem ve teknolojinin verilen derse uygun olması koşuluyla. Etkin bir uzaktan eğitim programının can alıcı bölümü, dikkatli bir planlama ve ders ile öğrencinin gereksinimlerinin doğru biçimde belirlenmesidir. Kuşkusuz, kullanılacak teknoloji, bütün bu öğeler ayrıntısına kadar belirlendikten sonra seçilir. Gerçekten de başarılı bir uzaktan eğitim programı öğrenci, öğretim üyesi, asistan, sistem geliştiricileri ve yöneticilerin sıkı bir işbirliğine de dayanır.

Bunların dışında İnternet üzerinden verilen eğitimin çok önemli başka üstünlükleri de var. Bunlar, eğitmen, asistan ve öğrenciler arasında etkileşim ileri düzeyde olabilmesi; ayrıca ders materyalinin rahatlıkla güncellenip öğrenciye iletilebilmesi. Bunların yanında İnternet üzerinde bulunan materyale de öğrenci yönlendirilebiliyor. İnternet'te ücretsiz birçok simülasyon ve belge mevcut. Yani kısaca İnternet'in sağladığı olanakların tümü kullanılabiliyor. Bir başka üstünlükse bu eğitimin hem bilgisayar hem de çokluortam teknolojisinin tüm özelliklerinden yararlanıyor olması.

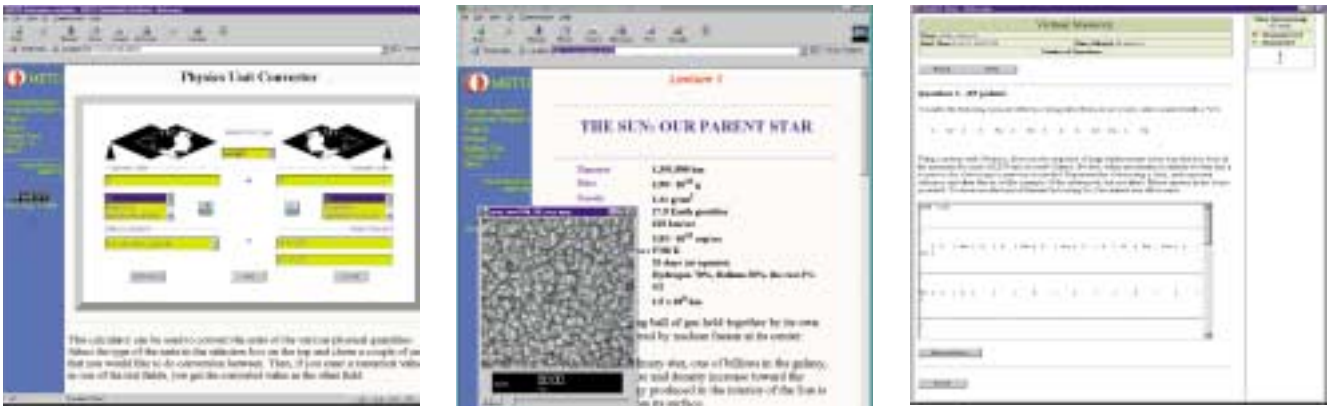


İnternet'e Dayalı Uzaktan Eğitimin Temel Öğeleri

Uzaktan eğitimi öğrenci, öğretim üyesi, ders asistanları, destek grubu ve yöneticiler gibi temel öğelerine ayıracak olursak bunların herbirinin yeri ve işlevleri daha açık biçimde ortaya çıkar.

Öğrenci

Eğitim ortamı ne olursa olsun, öğrencinin temel işi öğrenmedir. Ancak bunun için de kendisi gerekli biçimde güdülenmelidir. Bunun yanı sıra ona planlama ve sunulan içeriği inceleyip, uyguluyabilme olanaklarının sağlanması gerekir. Buradaki en büyük yanılgılardan biriyse, uzaktan eğitimin kendi kendine öğrenebilecek kişilere yönelik bir uygulama sanılması. Elbette ders notları, ödevler, sanal laboratuvarlar gibi online uygulamalar, öğrencinin değerlendirmekte özgür olduğu şeyler. Ancak eğitim uzaktan verildiğinde, öğrenci kendi bilgi ve ilgilerini öteki öğrencilerle ve eğitmenle paylaşamayacaktır. İşte bu yüzden aradaki boşluğu kapatmak için teknolojinin bir köprü görevi üstlenmesi gerekiyor. Bunun için de İnternet'e dayalı uzaktan eğitimde, etkileşimi sağlamak amacıyla forum (tartışma grupları), e-posta, söyleşi (chat) gibi ortamlar sağlanır. Bunun yanı sıra öğrencilerin katılımını, öğretmenlere soru yöneltmelerini kolaylaştıracak ortamlar da sağlanır. Gerçekte diğer eğitim yöntemlerine göre bir üstünlüğü de vardır bunun;



ODTÜ Enformatik Enstitüsü'nce hazırlanan METU Online'daki Java diliyle hazırlanmış fizik birimleri dönüştürücüsü (solda), astronomi dersinin videoyla desteklenmiş içeriği (ortada) ve İnternet'te yapılan sınavlara bi örnek (sağda).

çünkü deneyimler, sınıfta utangaç olup soru soramayan öğrencilerin İnternet'te çok daha rahat ve katılımcı olduklarını göstermiş. Bu, özellikle Türkiye'deki eğitim sistemine uygun düşen bir nitelik. Nedenine gelince, araştırmalar, Türkiye'deki öğrencilerin yurtdışındakilere göre sınıfta çok daha çekingen olduklarını ortaya koyuyor.

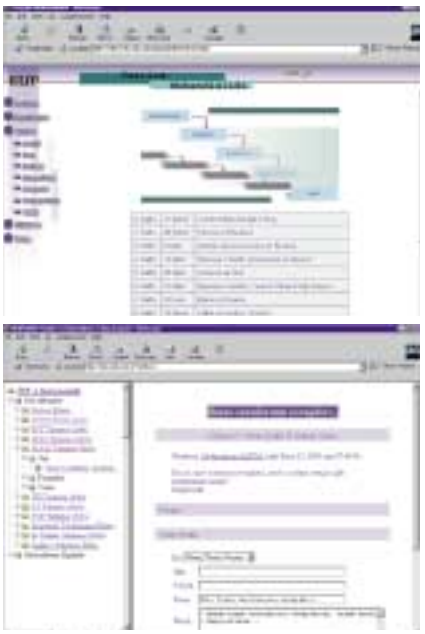
Öğretim Üyesi

Uzaktan eğitimin başarısı, büyük ölçüde eğitimi veren fakültenin çabasına bağlı. Geleneksel sınıf eğitiminde, eğitici ve öğreticinin görevi dersin içeriğini birleştirip, geliştirerek bunu öğrencinin gereksinmelerine uygun biçimde sunmaktır. Uzaktan eğitimdeyse bu, birtakım güçlükleri içeriyor. Çünkü öğretmen, uzaktan öğrencinin özellikleri ve gereksinmelerini sınırlı bir biçimde öğrenmeli, öğrencilerin gereksinme ve beklentilerini göz önünde tutmalıdır. Bunun yanı sıra bir öğretim yöntemi geliştirmeli, kullanılacak teknolojinin ne şekilde uygulanacağına karar verip, içerik sunmanın yanında yol gösterici olmalıdır.

Bunların dışında öğretmenin birtakım görevleri daha bulunuyor. Bunlar öğrenci devamlılığını izleme, sınav-ödev hazırlama gibi sınıf yönetimi alanına giren görevlerle, forum yönetimi, etkileşimli ödevler, duyurular gibi iletişimi sağlayacak görevler. Burada en önemli nokta, öğretmenin ders sunmanın yanında artık esas olarak yol gösterici rolünü üstlenmesidir.

Site Asistanları

Öğretmenler, genellikle öğrenci-öğretmen arasında köprü görevi gören site asistanlarından yararlanıyor. Dersin etkinliğini arttırmak için site asistanlarının da, dersi alacak öğrencilerin ve eğitmenin beklentilerini iyi anlaması gerekiyor. Bunlar aygıtları kurar, ödevleri toplar, testleri kontrol eder. Kısacası asistanlar, öğretmenin site üzerindeki göz ve kulağıdır ve onun üzerindeki yükü azaltmakla görevlidir.





ODTÜ'deki idea'nın (idea.metu.edu.tr) Web sitesindeki Yazılım Mühendisliği dersinin haftalık programı (solda üstte), tartışma panosu (solda altta) ve site haritası (üstte)

Destek Grubu

İnternet'e dayalı uzaktan eğitimin verildiği sistemin yer aldığı sunucunun işletimi, güvenliği, yedeklenmesi ve iletişim altyapısından sorumlu bir personelin bulunması gerekli. Ayrıca gerektiği zaman öğrenci kayıtları, derslerin düzenlenmesi gibi kullanıcı sorunlarını çözecek ve yönetim işlerine bakacak birine de gereksinim var.

Bunların yanı sıra yine bir grafiker ve yazılım uzmanı ya da uzmanları bulunması da gereklidir.

Yöneticiler

Bir dersi hazırlamak, aslında Web'den görüldüğü kadar kolay değildir. Bunun için başlangıçta önemli ölçüde parasal kaynak ve disiplinlerarası uzun ve yorucu bir çalışma gerekir.

İdari yönden bakıldığında bu konuyu belli birkaç bölüme ayırabiliriz. Böyle bir eğitimi vermek için öncelikle öğretim elemanının eğitimi gerekir. Bunun yanında dersin yeterince başarılı olabilmesi için yönetici kadrosunda da bu konuda bilgili öğretmenlerin bulunması gerekir.

İkinci olarak altyapı düzenlemeleri yapılmalıdır. Bunun için de yeterli donanım ve yazılımın bulunması gerekir. Ancak dersin içeriği, (Türkçe kullanmamızdan kaynaklanan) yerel koşullar gibi nedenlerden ötürü hazır yazılımlar sorun yaratabilir. Bu yüzden yazılımı ya eğitimi veren kuruluş kendisi geliştirir, ya satın alır ya da her iki yolu birden kullanır. Böyle bir yazılımı geliştirmekse, önemli ölçüde zaman

ve para gerektiriyor. Bunun dışında hukuksal ve yönetsel düzenlemeler de gerekir. Örneğin bir dersin programının hazırlanması için çalışanlarda güçlü bir güdülenme gerekir. Bunların yanında hazırlanan programın telif hakkı, programa eklenecek dış kaynakların alımı için telif hakları düzenlemesi gibi konular da vardır.

İdari Düzenleme

Böyle bir eğitim sistemi için yönetmelikleri uygun hale getirecek bir personele de gerek duyulur. Derslerin aynı zamanda içerik ve yapı bakımından akredite edilmesi gereklidir. Üniversiteler ve geçen aylarda oluşturulan İletişim ve bilgi Teknolojilerine Dayalı Uzaktan Yükseköğretim Kurulu gibi kurullarca akredite edilmesi gerekir.

Bunların yanında kullanılacak dış materyaller için telif hakkı, hazırlanan derslerin telif hakları gibi konular da idari düzenlemenin kapsamına giriyor. Bu kayıtlamalara göre hazırlanan bir ders üzerinde düzeltme yapmak o kadar kolay olmayacaktır. Ancak bütün bunların yanında en önemli konulardan biri de gerekli öğretim üyesi güdülenmesi. Çünkü hem ders hazırlamak, hem de ders vermek öğretim üyesi için yüz yüze ders vermekten çok daha fazla zaman alıyor.

Uzaktan Eğitimde Farklı Olan Ne?

Sınıf öğretmenleri, öğrencilerinden edindikleri izlenimler ve ipuçları doğrultusunda ders verir. Bu izlenim ve ipuçları, kimlerin nasıl dikkatle not aldığı, güç bir konu üzerinde düşünüp taşındığı ya da bir yorum yapmaya hazırlandığı gibi ögeler olabilir. Dikkatli öğretmen bunları algılayıp, yorumlayarak dersi, öğrencilerin gereksinmelerini karşılayacak biçimde düzenler ve geliştirir.

Buna karşın uzaktan eğitmen, ancak sınırlı ölçüde ipucu ve izlenim edinir. Bunlar teknolojik araçların süzgeçinden geçerek gelir öğretmene. Bu yüzden öğretmen yüzünü görmediği öğrenci hakkında İnternet'teki sohbet, tartışma ortamları ya da e-posta gibi araçlar sayesinde ipuçları edinmeye çalışır.



Neden Uzaktan Eğitim?

Peki bunca para aktarımı, uzun çalışmalara değer mi uzaktan eğitim? İnternet'e dayalı uzaktan eğitim hazırlayanlar, bazı eğitim yöntembilimlerinin gelişen internet teknolojisiyle hazırlanmasının (etkileşimli çokluortam, bireysel öğrenci izlenmesi, rahat ve sınırsız tartışma ortamı vs. nedeniyle) çok daha etkin ve başarılı olacağı görüşündeler. Çünkü yöntem, öğretmenin yardımı ve ortak çalışmaların yanında öğrencinin kendi başına öğrenmesini sağlıyor. Ayrıca, artık yaşam boyu eğitimin önem kazanması ve bu yoldan verilen bir eğitimin yer ve zamandan bağımsızlığı da tercih nedeni oluyor. Bu, özellikle çalışan ve sıkça yolculuk yapması gerekenler için önemli; çünkü zamandan tasarruf sağlıyor. Öte yandan Netscape, İnternet Explorer gibi Web tarayıcı yazılımlarının kullanılması, onları ister Linux'ta ister Macintosh isterse Windows gibi işletim sistemlerinde kullanmanıza olanak veriyor. Yani kısaca platform-

İnternet Üzerinden Bilgi Teknolojileri Sertifika Programı

Yurtiçinde ve yurtdışında bilgi teknolojileri alanında çalışabilecek nitelikli eleman açığı gün geçtikçe artmaktadır. Üniversiteler ve diğer eğitim kurumları hızla büyüyen bu açığı kapatmak için yeterli olamamaktadırlar. Son zamanlarda yaygınlaşan internetin bu sorunu çözmede katkıda bulunabileceği düşünülerek internet üzerinden Bilgi Teknolojileri Sertifika Programı (BTSP) 4 Mayıs 1998 tarihinde başlatılmıştır.

BTSP, 4 dönemde verilen 9 dersten oluşan ve 8 ay süren bir sertifika programıdır. Ders konuları Bilgisayar Mühendisliği'nin temel derslerine uygun olarak seçilmiştir ve ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri tarafından tamamen Türkçe olarak hazırlanmıştır. Dönem sonunda katılımcılar yüz yüze dersler ve sınavlar için ODTÜ'ye davet edilmektedirler. Yapılan sınavlar sonucunda, 8 dersten de başarılı olan katılımcılar Bilgi Teknolojileri Sertifikası almaya hak kazanmaktadırlar. Bu program çerçevesinde halen aşağıdaki dersler verilmektedir:



1. Dönem: Bilgisayar Sistemleri ve Yapıları, Java ile Bilgisayar Programcılığına Giriş I
2. Dönem: Unix ile İşletim Sistemleri, Java ile Bilgisayar Programcılığına Giriş II
3. Dönem: C++ ile Veri Yapıları ve Algoritmalar, Yazılım Mühendisliği
4. Dönem: Veri Tabanı Yönetim Sistemleri, Bilgisayar Ağları, Yazılım Geliştirme Projesi

Geliştirilen modele göre öğretim üyesi haftalık olarak notları sanal sınıfa asar, gelen sorulara yanıt verir, motivasyonu arttırmak için sorular sorar ve ödev verir. Öğrenci ise ders verildiği sırada şunları yapar: ders notlarını okur, o haftanın konusu ile ilgili sorular sorar, diğer öğrencilerin sorularına yanıt verir ve verilen ödevleri yapıp ders asistanına iletir. Bu esnada teknik kadro ve asistan web sitesini işletir, teknik sorunları çözer, hocanın sorularını, ödevlerini internet sitesine taşır, ödevler için gerekli sistem yazılımlarını bildirir ve ödevleri değerlendirir. Ayrıca her hafta düzenli olarak öğrencilerin ve öğretim üyelerinin buluştuğu gerçek zamanlı sohbet (chat) seansları düzenlenmektedir. Öğrenciler ders ile ilgili sorularını öğretim üyelerine forum veya e-posta yoluyla bildirirler.

BTSP'ye başvuru koşulları aşağıdaki gibidir:

- Bir yüksek öğrenim kurumunda öğrenci veya mezun olmak
- İyi düzeyde İngilizce okuduğunu anlamak
- Çok iyi düzeyde bilgisayar okur-yazarı olmak
- İnternet erişimi ve çokluortam özelliklerine sahip bir bilgisayar kullanma olanağına sahip olmak

BTSP hakkında daha ayrıntılı ve güncel bilgi almak için http://idea.metu.edu.tr/ adresi ziyaret edilebilir.

Doç. Dr. Veysi İşler
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

dan bağımsız bir ortam sağlıyor diyebiliriz. Ancak burada hemen şunu söylemeliyiz ki, platformdan bağımsızlık, aslında tam değil. Çünkü yalnızca Windows'ta ya da Macintosh'da kullanılan yazılımların kullanımı zorunlu olabilir (örneğin Windows Media Player, asp gibi). Ancak bunlarda da her platformda çalışabilecek doğru alternatifler (real player ve html) kullanıldığı taktirde sorun yaşanmayacaktır. Bir başka tercih nedeniyse başarılı, öğrenciyi çeken ve etkileşimli hazırlandığı taktirde kullanımı gerçekten çok zevkli bir yöntem olması.

Öte yandan, İnternet'e dayalı uzaktan eğitimin olumsuz yanları da var. Yeterli bilgisayar ağ altyapısının bütün bir ülkede oluşturulması zaman ve para isteyen bir iş. Hızlı gelişen bilgisayar ve yazılım teknolojisinde hangi yeniliklerin kullanılacağı sorun oluşturuyor. Çünkü eğitimi veren kuruluş son yenilikleri kullansa bile eğitimden yararlanacak kişinin bilgisayarı bu yenilikleri desteklemeyebilir. Bunun yanında dünyada ve özellikle ülkemizde bilgisayar okur/yazarlığının yaygınlaşmamış olması. Özellikle ülkemizde bilgisayar kullanıcı sayısı ne yazık ki çok az.

İnternet'in Önemi

İnternet günümüzde dünyada en geniş ve gelişmeye açık bilgisayar ağı. Yaklaşık 50 milyondan fazla bilgisayarı bağlıyor ve 200-300 milyon kadar kullanıcıyı barındırıyor. Bunların yanında, her geçen gün yeni üniversiteler, okullar, şirketler bağlanıyor bu büyük ağa. İnternet'e erişim sayesinde eğitimciler ve öğrencileri birçok servisten yararlanabiliyor. Bunlar elektronik posta (e-posta), tartışma listeleri, Web, sohbet odaları vs.

Bir Ders Nasıl Hazırlanmalı?

İlk önce içeriğin oluştulması gerek. Bunun için ders materyalinin doğru ve açık bir dille açıklanması gerekiyor. İçerik öğesinin yanında Web'de sunulacak sayfaların grafik tasarımı ve stil de büyük önem taşıyor. Ders notlarının içerisinde çoklu ortam araçlarıyla kolayca anlatılabilecek kavramların kullanılması ve öğrenciyi sıkacak metinlerden kaçınılmasının daha yararlı olduğu görüşünde öğreticiler. Bununla birlikte, sistemi yavaşlatacak gereksiz süslemelerden de kaçınılması gerekir. Bunun yerine sayfalarda kolay gezinmeyi sağlayacak bir yapı izlenmeli ve öğrenciyi ekrana bağlayacak şekilde, ders notları soru-yanıt ve etkileşimli örneklerle zenginleştirilmelidir.

Peki sayfaların genel yapı ve biçimi nasıl olmalıdır? İlk önce her ders için ayrı bir kapak sayfası olmalı. Bunun altlarında haftalık programın, dersin yürüyüş şeklinin belirtildiği içerik sayfası ve ders materyallerinin tanıtıldığı sayfa ve dersin izlenmesiyle ilgili bilgi sayfaları olmalı.

Bunların yanında etkileşimi sağlamak için tartışma, sohbet, ödev/sınav ve konuyla ilgili bağlantıların olduğu sayfalar bulunmalıdır.



Dersi verirken öğretmen, genellikle öğrenciyle iletimi en üst düzeyde tutmalı. Bunun için forumu canlı tutacak mesajlar atması ve bu şekilde öğrencileri tartışmaları için teşvik etmesi gerekir. Bunların yanında çeşitli grup çalışmaları yaratarak onları derse teşvik etmesi gerekir.

Teknoloji Boyutu

Peki böyle birçok servisin çalıştırıldığı bir iş nasıl bir teknik altyapı gerektiriyor? Bunun için bir ya da birden çok sunucunun olması gerekiyor. Öğrenci tarafı içinse laboratuvar ortamı veya bağımsız çokluortam uçları gerekiyor. Yerel ağ yapısının sunucuya bağlanma konusunda sorunsuz olması gerekiyor.

Kullanılan yazılımında da sadece ders yapısına değil ayrıca idari yapıya da uygun olması gerek. Bir dersin hazırlanma süreci ortalama 6-9 ay sürüyor. Ancak bu süre ders materyali, çoklu ortam ögelerine de bağlı olarak 1 seneye kadar uzuyor. En temel şekliyle dersin hazırlığı için 1 öğretmen, 1 asistan, grafiker ve bir programcı gerekiyor.

İnternet temelli uzaktan eğitimde derslerin verilmesinde bütünlük açısından turarlı olmak için ilkeler ve standartlar olması gerekir (kullanılacak fontlar, sayfa yapısı, anlatım vs.).

Bunların yanında öğretim elemanı ve yardımcı elemanlar için ayrı bir eğitim gerekiyor.

Dünya'da İnternet'e Dayalı Uzaktan Eğitim

İnternet'e dayalı uzaktan eğitimin en sık kullanıldığı alanlarsa, bilgisayar/iletişim teknolojileri, işletme ve mühendislik ve fen bilgileri. Şu anda dünyada en yaygın kullanıldığı ülkelerse ABD, Avustralya (ulaşım çok zor, zaten daha önceden de uzaktan eğitimin bir başka yöntemi olan telsizle eğitim bu ülkede çok yaygındı) ve İngiltere. Kısaca bir bilgi vermek gerekirse ABD'de University of Phoenix'te 40 bin, University of Maryland'da 15 bin sanal öğrenci bulunuyor. İllinois Universitesi'ndeyse 8 master programı bulunuyor. Stanford Üniversitesi'nin Elektrik Bölümü'nün İnternet üzerinden verdiği Yüksek Lisans derecesi bulunuyor. Bu programa kabul edilmek için öğrenciler çok sıkı bir elemeden (klasik yüksek lisanstaki gibi) sonra kabul ediliyorlar.

Ayrılan kaynak konusunda bilgi vermek gerekirse şimdiye kadar ABD'deki üniversitelere Alfred Sloan Vakfı bu konuyla ilgili 26 milyon dolar aktardı.

Bu yazının hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Mustafa Akgül, Prof. Dr. Ethem Derman, Prof. Dr. Ümit Kızıloğlu, Dr. Yaşar Özden ve Naz Dino'ya teşekkür ederiz.

Alkım Özaygen

Konu Danışmanı: Veysi İşler
Doç., Dr., ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar:
Neşe Yalabık, Ümit Kızıloğlu, Web'e Dayalı Eğitimde Temel Yaklaşımlar, Yöntemler
Veysi İşler, ODTÜ Sanal Kampüsü, Bilgi Teknolojileri Sertifika Programı
Barry Willis, Distance Education at a Glance (html://www.uidaho.edu/evo/distlan.html)
Mary Beth Almeda, University of California Extension Online: From Concept to Reality
David Fudell, The Distance Education Primer (http://www.utexas.edu/cc/cit/de/deprimer)



Turnuva Zamanı

Yeni yılın başlamasıyla birlikte satranç dünyasında turnuvalar da son hızla yapılmaya başlandı. Bu ay sayfalarımızda birçok turnuvadan haberler bulacaksınız. Turnuvadan Oyunlar bölümümüzüyse Corus Turnuvası'ndan oyunlarla sürdürüyoruz. Her zamanki gibi Açılış Ansiklopedimiz yine yan sayfada.

Corus Turnuvası

Hollanda'nın Wijk aan Zee kentinde yapılan Corus Turnuvası 14-30 Ocak 2000 arasında düzenlendi.Dünyaca ünlü 14 oyuncunun katıldığı turnuvada birinciliği 9,5 puanla Kasparov aldı. 8 puan toplayan oyunculardan Kramnik ikinci Leko üçüncü oldu aynı puanlı Anandise dördüncülüğü aldı. Kadınlar arsında en yüksek elo puanlı Judit Polgar'sa 5 puanla on birinciliği aldı.

Linares 2000

1999 yılındaki olumsuz gelişmelerden sonra Linares süper turnuvasının devam edip etmeyeceği konusunda kuşkular vardı. Ancak son gelişmelerden sonra Linares 2000 için hazırlıklar başladı. Turnuvaya Kasparov, Anand, Shirov, Kramnik, Khalifman (daha önce açıklanan Morozevich'in yerini alacak) ve Leko katılacak. İki tur üzerinden oynanacak turnuva 28 Şubat-10 Mart tarihleri arasında oynanacak.

Wydra Hızlı Oyun Turnuvası

Viswanathan Anand Wydra Hızlı Oyun Turnuvası'nı kazandı. Anand turnuva sonunda turnuvayı baştan beri önde götüren Peter Svidler'in yarım puan önünde, 9,5 puanla bitirmeyi başardı. Svidler'le aynı puanı Boris Gelfand üçüncü oldu. 3-5 Şubat tarihleri arasında düzenlenen turnuva bir gemi taşımacılık şirketi tarafından desteklenmişti.

Adams-Seirawan Karşılaşması

Michael Adams ve Yasser Seirawan 8-19 Şubat tarihleri arasında düzenlenen özel bir karşılaşmada birbirlerine güçlerini gösterdi. Bermuda'da on oyun üzerinden oynanan maçın ilk oyununu Adams bir Fransız savunması oyunuyla 49 hamlede kazandı. İkinci oyun, 13 hamlelik beraberliğe giden bir minyatürdü. Üçüncü oyunu yine Adams aldı. Dördüncü oyunda Adams yine Seirawan'ı beraberliğe zorladı. Beşinci oyunda bu kez Seirawan Adams'ı gafil avlayarak açılışla bir-

Turnuvadan Oyunlar

Kasparov, G-Van Wely, L
ECO "B80"

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Af6 5. Ac3 a6 6. Fe3 e6 7. f3 b5 8. g4 h6 9. Vd2 Abd7 10. O-O-O Fb7 11. h4 b4 12. Aa4 d5 13. Fh3 g5 14. Fg2 gxh4 15. Kxh4 dxe4 16. g5 Ad5 17. Kxe4 hxg5 18. Fxg5 Va5 19. f4 Kh2 20. Axe6 fxe6 21. Kxe6+ Şf7 22. Vd3 Fg7 23. Vf5+ Şg8 24. Kxd5 Vxa4 25. Ke7 1-0

Leko, P-Anand, V
ECO "C42"

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Fe7 7. O-O Ac6 8. c4 Ab4 9. Fe2 O-O 10. Ac3 Fe6 11. Ae5 f6 12. Af3 c5 13. Fe3 Kc8 14. dxc5 Fxc5 15. Ad4 Axc3 16. bxc3 Fxd4 17. Fxd4 Ac6 18. c5 Ff7 19. Ke1 Ke8 20. Fd3 Kxe1+ 21. Vxe1 Kc7 22. Vb1 h6 23. Vb3 Ke7 24. h3 Va5 25. Kd1 Şh8 26. Kb1 Fg8 27. Kd1 1/2-1/2

Nikolic, Pr-Lputian, S
ECO "D55"

1. d4 d5 2. c4 e6 3. Ac3 Af6 4. Af3 Fe7 5. Fg5 O-O 6. e3 h6 7. Fxf6 Fxf6 8. Vb3 dxc4 9. Vxc4 b6 10. Fe2 Fa6 11. Va4 Fxe2 12. Şxe2 c5 13. Khd1 cxd4 14. Axd4 Vc7 15. Ae4 Fxd4 16. Kxd4 a5 17. Kad1 Aa6 18. Ad6 b5 19. Axb5 Vxh2 20. Ad6 Ab4 21. g3 Vh5+ 22. Şf1 Vh1+ 23. Şe2 Vh5+ 24. Şf1 e5 25. K4d2 Vh1+ 26. Şe2 Vh5+ 27. Şf1 f5 28. Şg1 f4 29. exf4 exf4 30. Vb5 Vxb5 31. Axb5 fxg3 32. fxg3 Axa2 33. Ac7 Kab8 34. Ka1 Kfc8 35. Kxa2 Kxc7 36. Kxa5 Kcb7 37. Ka2 Kb3 38. Şg2 K8b6 39. Kf2 Şh7 40. Ka3 1/2-1/2

Timman, J-Piket, Je
ECO "A53"

1. d4 Af6 2. c4 c6 3. Ff4 d6 4. Ac3 g6 5. Af3 Fg4 6. Vd3 Fg7 7. O-O-O Aa6 8. h3 Fxf3 9. Vxf3 Ad7 10. h4 Va5 11. h5 O-O-O 12. h6 Ff6 13. g3 e5 14. Fe3 exd4 15. Fxd4 Fxd4 16. Kxd4 f5 17. Fg2 Ae5 18. Vf4 Ac5 19. Vh4 Ae6 20. Kdd1 Vb4 21. Şc2 g5 22. Vh3 Axc4 23. b3 g4 24. Vh4 Aa3+ 25. Şb2 Ad4 26. Kd3 Ac4+ 27. Şa1 Axb3+ 28. axb3 Va3+ 0-1

Timman, J-Nikolic, Pr
ECO "E32"

1. d4 Af6 2. c4 e6 3. Ac3 Fb4 4. Vc2 O-O 5. a3 Fxc3+ 6. Vxc3 d6 7. f3 Ah5 8. g4 Vh4+ 9. Şd1 Af6 10. Ah3 h6 11. g5 e5 12. gxf6 Fxh3 13. fxg7 Ke8 14. Fxh3 Vxh3 15. Ve3 Ad7 16. d5 Şxg7 17. Fd2 Şh7 18. Şc2 Kg8 19. Khg1 a6 20. b4 Kg6 21. Vd3 Kag8 22. Kg3 Vh5 23. f4 f5 24. Kh3 Vg4 25. Kg3 Vh5 26. Kh3 Vg4 27. Kg3 Vh5 1/2-1/2

Adams, Mi-Kasparov, G
ECO "B50"

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. c3 Af6 4. Fe2 Fd7 5. Vc2 Vc7 6. O-O g6 7. d4 cxd4 8. Axd4 Ac6 9. Fe3 Fg7 10. c4 Ag4 11. Fxg4 Fxg4 12. Vd2 O-O 13. b3 Axd4 14. Fxd4 Fxd4 15. Vxd4 Vc5 16. Vd3 a6 17. Ac3 Fe6 18. a4 b6 19. Şh1 b5 20. axb5 axb5 21. Kxa8 Kxa8 22. Axb5 Ka2 23. Şg1 Kb2 24. Ad4 Fd7 25. h3 Va5 26. Kd1 Va2 27. Vf1 Va7 28. Ve1 f6 29. Ve3 Va2 30. Ve1 Va7 31. Şf1 Şf7 32. Kd2 Va2 33. Kxb2 Vxb2 34. Vd1 h5 35. f3 g5 36. Ae2 g4 37. hxg4 hxg4 38. Şf2 Fe6 39. Vd3 Fd7 40. f4 Fc6 41. Şg3 Va1 42. Ac3 f5 43. Ve3 fxe4 44. Axe4 Vf1 45. Ag5+ Şe8 46. Vd2 Vb1 47. Şxg4 Vxb3 48. Ve2 Vb1 49. Şg3 Vf5 50. Af3 Vg6+ 51. Şf2 Vf7 52. Şg3 Vg6+ 53. Ag5 Vf5 54. Vd2 e5 55. Af3 Vxf4+ 56. Vxf4 exf4+ 57. Şxf4 Fb7 58. g3 Fa6 59. Ad2 Şe7 60. Şe4 Şe6 61. Şd4 1/2-1/2

Morozevich, A-Korchnoi, V
ECO "C11"

1. e4 e6 2. d4 d5 3. Ac3 Af6 4. Fg5 dxe4 5. Axe4 Abd7 6. Axf6+ Axf6 7. Af3 c5 8. Fc4 Va5+ 9. c3 Fe7 10. O-O O-O 11. Ke1 Kd8 12. Ke5 Vb6 13. Ve2 h6 14. Fxf6 gxf6 15. Kh5 Ff8 16. dxc5 Vc7 17. Ke1 Fg7 18. h3 b6 19. Ah2 Fb7 20. Ag4 1/2-1/2

Kramnik, V-Short, A
ECO "D37"

1. Af3 d5 2. d4 Af6 3. c4 e6 4. Ac3 Fe7 5. Ff4 O-O 6. e3 c5 7. dxc5 Fxc5 8. cxd5 Axd5 9. Axd5 exd5 10. a3 Ac6 11. Fd3 Fe7 12. O-O Ff6 13. Vb3 Vb6 14. Vxd5 Kd8 15. Ve4 g6 16. Fg5 Vxb2 17. Fc4 Şg7 18. Vh4 h5 19. Fxf7 Fxg5 20. Axg5 Vf6 21. e4 Kd4 22. Kae1 Fd7 23. f4 Kf8 24. Fa2 Vd6 25. Şh1 Vxa3 26. Fb1 Ve7 27. Vg3 Şh6 28. Af3 Kb4 29. Ah4 Fe8 30. e5 Kxb1 31. Kxb1 Ad4 32. Vg5+ 1-0

Short, A-Polgar, Ju
ECO "B85"

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Af6 5. Ac3 a6 6. Fe2 e6 7. O-O Fe7 8. f4 Ac6 9. Fe3 O-O 10. Şh1 Vc7 11. Ve1 Axd4 12. Fxd4 b5 13. a3 Fb7 14. Vg3 Fc6 15. Kad1 Kad8 16. Kfe1 Ae8 17. Ff3 a5 18. Vf2 Kb8 19. e5 Fxf3 20. gxf3 Vc6 21. Ae4 dxe5 22. fxe5 f5 23. exf6 Fxf6 24. Axf6+ Axf6 25. Vg2 Kb7 26. Fe5 Kd7 27. Kg1 Kff7 28. Kde1 Ah5 29. Ke4 Kf5 30. b3 Kdf7 31. c4 bxc4 32. bxc4 Kxf3 33. Kh4 g6 34. Kxh5 K7f5 35. Kxf5 exf5 36. Ke1 h6 37. Fd4 g5 38. Şg1 g4 39. Ve2 g3 40. Ve5 1-0

likte oyunu beraberliğe götürdü bu oyun da 14 hamlede sona erdi. Altıncı oyun da beraberlikle sonuçlanınca Adams karşılaşmadan 4-2 galip ayrıldı.

WFG Chess Match 2000

FIDE Dünya Şampiyonu Alexander Khalifman, Macar genç yetenek Peter Leko'yla altı oyun üzerinden oynanan maçta boyun eğdi. Maç 4,5-1,5 Leko lehine bitti.

Cadaqués Bilgisayar Satranç Turnuvası

Cadaqués satranç turnuvası 3-9 Şubat tarihleri arasında İspanya'da yapıldı. Turnuvaya yedi satranç programı katıldı ve hepsi 256MB RAM'li PIII-500 bilgisayarlarda çalışıyordu. Oyun zamanları 40 dakikada 40 hamle üzerine kuruluydu. Her program birbiriyle tam 20 kez karşılaştı. Böylece turnuvada toplam 420 oyun oynandı. Junior 6 adlı oyun 120 kaşılaşmadan 73 puan alarak birinci oldu. İkniciliği Fritz 6a, 69 puanla üçüncülğü, Nimzo 7.32, 64,5 puanla aldı. Dördüncü Rebel Tiger 61 puan, beşinci Hiarcs 7.32, 57 puan, altıncı Shredder 4 yedinci aynı puanlı Rebel Century, 40,5 puan, oldu.

Kasparovchess Grand Prix

Kasparovchess Grand Prix turnuvası 9-19 Subat tarihleri arasında yapıldı. Internet üzerinden düzenlenen turnuvada oyuncuların tüm hamlelerini yapabilmeleri için tam bir saatleri vardı. İki oyun oynayarak karşılaşan oyuncular bunların berabere bitmesi halinde sonucu belirleyen bir oyun daha oynuyor. Turnuvaya Kasparov, Adams, Svidler, Morozevich, Short, Piket, Gulko gibi önemli oyuncular katıldı. Bir başka katılımcı ise Cadaqués Bilgisayar Satranç Turnuvası'nı birinci olarak bitiren Junior 6 adlı satranç programıydı. Turnuvanın beşinci gününde Junior 6 Illescas'ı 2-0 yenmeyi başardı. Aynı gün Kasparov van Wely'le ilk oyunda berabere kalsa da Siyah'la oynama üstadı olarak ikinci oyunu zor yoldan da olsa aldı ve bir üst tura geçti. Altıncı günde Svidler Short'u 1,5-0,5 yendi. Bir sonraki gün Piket'de Morozevich'i alt etmeyi başardı. Sekizinci günde Adams Junior'la oynuyordu. Oyun programın lehine olduğu halde Internet sorunları yüzünden oyun oynanamadı ve hakemler beraberliğe karar verdi. Yarı fianlde Kasparov Adams'ı 1,5-0,5 yendi.

Düzelti: Geçtiğimiz ay yanıtlarını verdiğimiz Ödüllü Sorular-4'deki üçüncü sorunun yanıtına ilişkin ilk hamle bir yanlışlık sonucu 1. Kf3 olarak verilmiştir. Birçok okuyucumuzun da gönderdiği gibi yanıt 1. Ff3 olacaktır.

Özgür Tek

Açılış Ansiklopedisi

Bu ay köşemizde Kabul edilmeyen Vezir Gambiti açılışlarının Slav varyasyonu ve Kabul edilen Vezir Gambitlerini bulabilirsiniz.

D14/03 KEVG Slav: değişim, Wuss atağı
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.cxd5 cxd5 5.Ac3 Ac6 6.Ff4 Ff5 7.e3 e6 8.Fd3

D14 KEVG Slav: değişim, Trifunovic varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.cxd5 cxd5 5.Ac3 Ac6 6.Ff4 Ff5 7.e3 e6 8.Vb3 Fb4

D15 KEVG Slav (Ac3'le)
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 a6 5.e3 b5

D15 KEVG Slav kabul edilen
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4

D15 KEVG Slav: 5.e3 (Alekhine varyasyonu)
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.e3 b5 6.a4 b4

D15 KEVG Slav: Slav gambiti
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.e4

D15/07 KEVG Slav: Tolush-Geller gambiti
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.e4 b5 6.e5

D15 KEVG Slav: Schlechter varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 g6

D15 KEVG Slav: Suechting varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 Vb6

D16 KEVG Slav: Steiner varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Fg4

D16 KEVG Slav: Soultanbeieff varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 e6

D16 KEVG Slav: Smyslov varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Aa6 6.e4 Fg4

D17 KEVG Slav: Czech savunması
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5

D17 KEVG Slav: Krause atağı
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.Ae5

D17 KEVG Slav: Wiesbaden varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.Ae5 e6

D17 KEVG Slav: Carlsbad varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.Ae5 Abd7 7.Axc4 Vc7 8.g3 e5

D18 KEVG Slav: Hollanda varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.e3 e6 7.Fxc4 Fb4 8.O-O Abd7 9.Ve2 Fg6

D18/02 KEVG Slav: Hollanda, Slav gambiti
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.e3 e6 7.Fxc4 Fb4 8.O-O Abd7 9.Ve2 Fg610.e4

D19 KEVG Slav: Hollanda varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.e3 e6 7.Fxc4 Fb4 8.O-O

D19 KEVG Slav: Hollanda varyasyonu, ana yolu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.e3 e6 7.Fxc4 Fb4 8.O-O O-O 9.Ve2

D19 KEVG Slav: Hollanda, Saemisch varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dxc4 5.a4 Ff5 6.e3 e6 7.Fxc4 Fb4 8.O-O O-O 9.Ve2 Ae410.g4

D20 KVG (Kabul Edilen Vezir gambiti)
1.d4 d5 2.c4 dxc4

D20 KVG: 3.e4
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.e4

D20 KVG: Linares varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.e4 c5 4.d5 Af6 5.Ac3 b5

D21 KVG: 3.Af3
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3

D21 KVG: Ericson varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 b5

D22 KVG: Alekhine savunması
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 a6

D22 KVG: Alekhine savunması, Alatortsev varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 a6 4.e3 Fg4 5.Fxc4 e6 6.d5

D23/06 KVG: 4.Vc2
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Vc2 dxc4

D23 KVG: Mannheim varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.Va4+

D24 KVG: 4.Ac3
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.Ac3

D24 KVG: Bogolyubov varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.Ac3 a6 5.e4

D25 KVG: 4.e3
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3

D25 KVG: Janowsky-Larsen varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 Fg4

D26 KVG: Klasik varyasyon
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5

D26 KVG: Klasik varyasyon(6.O-O)
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O

D26 KVG: Klasik, Steinitz varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O cxd4

D26 KVG: Klasik, Furman varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.Ve2 a6 7.dxc5 Fxc5 8.O-O Ac6 9.e4 b510.e5

D27 KVG: Klasik (6...a6)
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6

D27 KVG: Klasik, Rubinstein varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.a4

D27 KVG: Klasik, Geller varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.e4

D28 KVG: Klasik (7.Ve2)
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.Ve2

D28 KVG: Klasik (7...b5)
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.Ve2 b5

D28 KVG: Klasik, Flohr varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.Ve2 b5 8.Fb3 Ac6 9.Kd1 c410.Fc2 Ab411.Ac3 Axc212.Vxc2 Fb713.d5 Vc7

D29 KVG: Klasik (8...Fb7)
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.Ve2 b5 8.Fb3 Fb7

D29 KVG: Klasik, Smyslov varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 dxc4 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Fxc4 c5 6.O-O a6 7.Ve2 b5 8.Fb3 Fb7 9.Kd1 Abd710.Ac3 Fd6

D30 KEVG (Kabul Edilmeyen Vezir Gambiti)
1.d4 d5 2.c4 e6

D30 KEVG
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Af3 Af6 4.Fg5

D30 KEVG : Viyana varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Af3 Af6 4.Fg5 Fb4+

D30 KEVG : Capablanca-Duras varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Af3 Af6 4.Fg5 h6

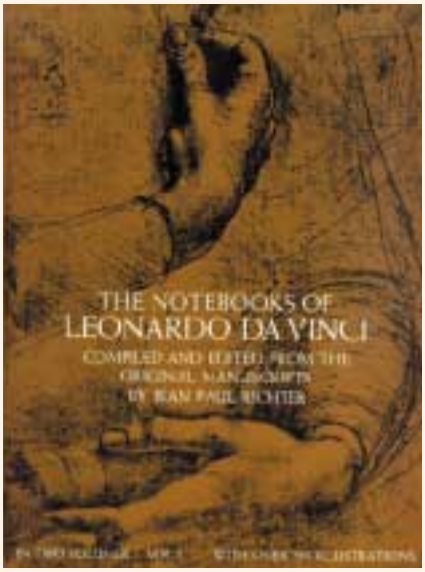
D30 KEVG : Hastings varyasyonu : w/ 7.Vb3 is D43 yarı-Slav Hastings below
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Af3 Af6 4.Fg5 h6 5.Fxf6 Vxf6 6.Ac3 c6

D30 KEVG : Capablanca varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Af3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Abd2

Vitrinde Olmayanlar

Barış Bıçakçı

Bu sayfada bundan böyle, henüz Türkçe'ye çevrilmemiş bir kitabı tanıtmak için kısa alıntılara yer vereceğiz. Leonardo Da Vinci'nin Defterleri *ile başlıyoruz. Bilim ve sanatın hemen her alanında ilginç düşünceleri ve ürünleri olan Da Vinci'nin 15. yüzyılda kaleme aldığı defterlerinden yıldızlar ve zamanla ilgili notları...*





The Notebooks of Leonardo Da Vinci
Orijinal elyazmalarını derleyen ve yayıma hazırlayan Jean Paul Richter
Dover Publications, Inc. New York, 1975
I. Cilt 367 sayfa, II. Cilt 499 sayfa

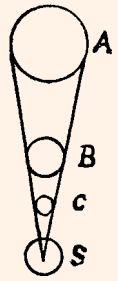
*

Yıldızlar gündüzleri değil geceleri görülebilir. Bunun nedeni, sayılamayacak kadar çok nem parçacığıyla dolu yoğun bir atmosferin altında olmamız ve Güneş ışınları üzerlerine düştüğünde bu nem parçacıklarının her birinin bir parlaklık yansıtmasıdır. Böylece bu sayısız parlak parçacık, yıldızları gizler. Atmosferin bu özelliği olmasaydı gökyüzü kendi karanlığı üzerinde yıldızları her zaman sergileyebilirdi.

*

Yıldızlar Işıklarını Güneş'ten mi Alıyorlar, Yoksa Kendileri mi Birer Işık Kaynağı?

Kimileri, Venüs ve Merkür'ün birer ışık kaynağı olmasalardı, bizimle Güneş arasına girdiklerinde Güneş'in kapayabildikleri kısmını karartmaları gerektiğini iddia ederek, bu gezegenlerin birer ışık kaynağı olduğunu söylüyor. Ancak bu yanlıştır, çünkü karanlık bir nesne ışık veren bir cismin önünde durduğunda, ışık veren cismin karanlık nesne tarafından kapanmayan kısmından gelen yanal ışınların nesneyi kuşattığı ve tamamen gizlediği, böylece de görünmez yaptığı kanıtlanmıştır. Belli bir mesafeden, yapraksız bir ağacın dalları arasından Güneş'e bakıldığında görülebileceği gibi dallar Güneş'in herhangi bir kısmını kapatmaz. Aynı şey, birer ışık kaynağı olmasalar da yukarıda sözü edilen gezegenler için de geçerlidir. Bu gezegenler, söylendiği gibi, Güneş'in herhangi bir kısmını kapatmaz.

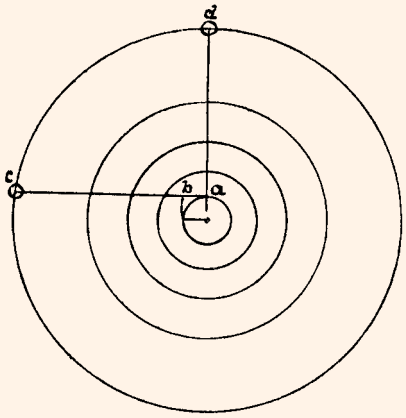


Kimileri, yıldızların geceleri, gökyüzünde ne kadar yüksekte olduklarına bağlı olarak az ya da çok parlak göründüğünü ve kendileri birer ışık kaynağı olmasalardı, onlarla Güneş arasına giren Dünya'nın gölgesinin onları karartacağını söylüyor. Ancak bu kişiler, Dünya'nın koni biçimindeki gölgesinin çoğu yıldıza ulaşamayacağını hesaba katmıyor. Diyelim ki ulaştı, gölge konisi o kadar küçülür ki yıldızın kütlesinin ancak çok küçük bir bölümünü kapatır ve yıldızın geri kalanı Güneş tarafından aydınlatılır.

*

Gezegenler neden Doğu'dayken tam tepemizde olduklarından daha büyükmüş gibi görünüyorlar? Aslında bunun tam tersi olması gerekir; çünkü gökyüzünün tam ortasındayken bize, ufuk çizgisinde olduklarından 3500 mil daha yakındırlar.

Göksel cisimlerin görüntülerinin gözümüze ulaşmak için geçtiği hava katmanları eşmerkezli eğrilerden oluşur ve bu görüntülerin merkez çizgilerinin bu katmanlardan geçerken oluşturduğu açılar dik değildir ve mesafe *ad*'den *ab* kadar fazladır.



*

Gezegenlerin özelliklerini anlamak için kapağı açın ve tek bir gezegenin tabana düşen görüntüsüne bakın (burada da Vinci bir aletten, belki de bir 'camera obscura' dan söz ediyor). Bu görüntünün yansıtılmasıyla söz konusu gezegenin özellikleri görülebilir. Ancak tabanı her defasında tek bir gezegeni görecek biçimde ayarlayın.

*

Zaman, bölünemeyen ve cisimsiz bir şey olarak Kesintisiz Nicelikler kümesinde yer almasına karşın, tam olarak Geometri'nin alanına girmez. Geometri, somut ve görülebilir özellikleri açısından kesintisiz gibi görünen sonsuz çeşitlilikte biçim ve nesne ile ilgilenir. Ancak yalnızca Geometri'nin temel unsurları yani Nokta ve Çizgi, Zaman ile benzerlik içindedir. Nokta zamanın belli bir anıyla karşılaştırılabilir ve çizgi de belli bir sürenin uzunluğuyla ilişkilendirilebilir ve tıpkı bir çizginin bir noktadan başlayıp bir noktada bitmesi gibi bir zaman aralığı da belli bir anda başlar ve başka bir anda biter. Ve yine nasıl bir çizgi sonsuz kez bölünebiliyorsa, bir zaman aralığı da aynı özelliğe sahiptir. Çizginin bölümleri arasında nasıl belli bir oran varsa, zamanın bölümleri arasında da vardır.

*

Zaman'ın doğasını Geometri tanımlamalarına başvurmadan açıkla...

*

Bir saatlik süreyi 3000 parçaya böl. Bunu saatin sarkacını hafifleterek veya ağırlaştırarak yapabilirsin.

Yayın Dünyası

Murat Dirican



İslam'da Bilimin Yükselişi ve Çöküşü (827-1107)
Cengiz Özakıncı
Otopsi Yayınları
Bilimsel Araştırmalar Dizisi

Batı'nın bilimsel üstünlüğünü Eski Yunan çoktanrıcılığının, Yahudiliğin ve Hıristiyanlığın bir başarısı olarak gösterenler, Doğu'nun bilimsel geriliğini tümüyle Müslümanlığa bağlamaktadırlar. Oysa Müslümanlar, 827-1107 yılları arasında yeryüzünde bilimin tek öncüsü durumundaydılar. İşte *İslam'da Bilimin Yükselişi ve Çöküşü* bunun belgeleriyle dolu. Peki ama, nasıl oldu da Müslümanlar 400 yıl süren bilim öncülüğünü Batı'ya kaptırıp Batı'dan bilim dilenir duruma düştüler? Bir bakıma bu kitap, bugüne dek doyurucu bir yanıt verilemeyen bu soruyu bilimsel verilere dayanarak, herkesin anlayabileceği bir dille yanıtlıyor...



Boğaziçi Büyüsü
Necati Güngör
İnkılap Kitabevi
Tarih/İnceleme
Biyografi Dizisi
İstanbul 1999

Boğaziçi Büyüsü, yazarı Necati Güngör'ün daha önce yayımlanmış "Şehr-i Şirin İstanbul" ve "Bir Hayal İstanbul" adlı kitaplarının devamı görünümünde. Kitapta, Bizans döneminde birbirinden uzak köyler halinde bulunan, ancak Osmanlının keşfedip zenginleştirdiği cennet köşesi Boğaz semtlerinin o büyülü ve gizemli havasını soluyacaksınız... Gerek Knut Hamsun, Adolphus Slade, Max Müller gibi geçmiş yüzyıllarda İstanbul'un büyüsüne kapılan Batılı yazarların kaleme aldıkları Boğaziçi izlenimleri, gerekse Yahya Kemal, Ahmet Hamdi Tanpınar, Ahmet Haşim gibi İstanbul tutkunu yerli yazarların anıları ve gözlemleri bir arada, adeta bir Boğaziçi tarihini oluşturuyor. Aynı yayınevi, Necati Güngör'ün bu kapsamlı çalışmasının yanı sıra, yine İstanbul'u işleyen yeni kitaplarıyla okurlarını buluşturmayı amaçlıyor.



Schrödinger'in Kedisi
1. Kitap
Kâbus
Alev Alatlı
Boyut Yayınevi
İstanbul, Kasım 1999

2020'li yıllar... Postnişinde Yüce Pir'in oturduğu Yeni Dünya Düzeni tarikatı iktidarını hızla güçlendirmektedir. Tarikatı oluşturan vâsıl, sâlik, mürid ve tâlipler, "Son Hakikat" dedikleri dünya görüşlerini gezegenin bütününe tebliğ etmekle yükümlüdürler. Dünya halkları ya "Tekleşmiş Varoluş"ta eriyecekler ya da genleri yok edilmek suretiyle mutlak bir biyolojik ölümle karşı karşıya bırakılan Sömürülmezler'in ve Lanetliler'in kaderini paylaşacaklardır. Postmodern Faşizm, "Tek bir dünya, tek bir devlet, tek bir bayrak!" sloganıyla özetlenen çağdaş değerlerini, evrensel medyanın tüm olanaklarını kullanarak dayatır. Yüce Pir'in Kutsal Koalisyonu ile baş edebilecek tek bir güç vardır: Schrödinger'in kedisi. Erwin Schrödinger'in kedisi, yeni fiziğin maskotudur. Aynı anda ölü ve diri olabilmek gibi akıl almaz bir bilimsel gerçekliği temsil eden Schrödinger'in kedisi, Yüce Pir'in ve onun Kutsal Koalisyonu'nun önündeki tek engeldir. Buna karşın, *Schrödinger'in Kedisi* bir bilimkurgu romanı değildir. Tersine, 1950-2035 yılları arasında yaşayan, Çankırı doğumlu psikoterapist İmre Kadızade'nin, yıldızların İblis'i resmetmekte kullanılan taşlar olarak göründükleri bir ortamdan, 21. yüzyıla, yeni fiziğe, kaos teorisine, bulanık mantığa uzanan zihinsel cenklerinin öyküsüdür. Alev Alatlı'nın uzun yıllardır üzerinde çalıştığı dev romanı, ülkemiz edebiyatındaki ilk çaplı 'Anti-Ütopya' özelliğini, altını çizdirecek bir tonlamayla okurun ve düşünebilen Türk insanının ilgisine sunuyor. Bir gerilim romanının tempo ve heyecanını bir an bile elden kaçırmadan, ülke olarak neden öninsanlar aşamasında kaldığımızın çözümlemelerini yapıyor. Bu gerçeği acımasız ve çarpıcı bir biçimde yüzümüze vuruyor.



Osmanlı İmparatorluğu'nda
Paranın Tarihi
Şevket Pamuk
Tarih Vakfı Yurt Yayınları
İstanbul, Nisan 1999

Osmanlılar için sikke, hutbeyle birlikte egemenliğin en önemli iki simgesinden biriydi. Altın ve gümüş sikkeler elden ele, bölgeden bölgeye taşındıkça hükümdarın gücünü ülkenin en uzak köşelerine ulaştırıyorlardı. Osmanlılar, paranın bolluğu ve piyasalardaki dolaşımının ticaret ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkileriyle yaşamak ve mücadele etmek zorunda kalmışlar. Buna karşın yine de para konularında genellikle esnek ve pragmatik davranmışlardır. Bu kitap, Orhan Bey'in darp ettirdiği ilk gümüş akçeden, imparatorluğun son yıllarında kullanılan kaimelere kadar Osmanlı para tarihinin altı yüzyıllık serüvenini anlatıyor.

Prof. Dr. Şevket Pamuk, Osmanlı arşivlerindeki titiz araştırmalarla desteklenen çalışmalarında Osmanlı para düzenini bütün boyutlarıyla ele alıyor. Geniş Osmanlı coğrafyasında tedavül eden sikkeleri, Osmanlı ekonomi politikalarını, tağşişleri, enflasyonu, kredi ve finans kurumlarını, para piyasalarını, ayrıca bunların yerel gelişmeler ve küresel güçlere bağlı olarak evrimini ayrıntılı biçimde inceliyor.



Proust Yaşamınızı Nasıl Değiştirebilir
İnceleme
Alain de Botton
Çeviri: Banu Tellioğlu
Sel Yayıncılık
Edebiyat Dizisi
İstanbul, Şubat 2000



Herkes İçin Visual Basic
Bilgisayar
M. Şakir Unutur
Arter Yayıncılık
İstanbul, Ocak 2000



Media
İstanbul Dörtlüsü 4
Roman
Hikmet Temel Akarsu
İnkılap Kitabevi
İstanbul, 2000



Internet Kullanım Kılavuzu
Bilgisayar
Alfa Basım Yayım Dağıtım
İstanbul, Kasım 1999

Hikaye
İnceleme
Halid Ziya Uşaklıgil
Hazırlayan: Nur Gürani Arslan
Yapı Kredi Yayınları
Edebiyat Dizisi
İstanbul, 1998



Felidae
Roman
Akif Pirinçci
Çeviri: Selahattin Dilidüzgün
Güncel Yayıncılık / Edebiyat Dizisi
İstanbul, Kasım 1999



Siyaset, Sosyoloji ve Toplumsal Teori
Kuram
Anthony Giddens
Çeviri: Tuncay Birkan
Metis Yayınları / Tarih Toplum Felsefe Dizisi
İstanbul, Ocak 2000



Benim Gençliğim
Anı
Can Dündar
İmge Kitabevi Yayınları
İstanbul, Ocak 2000



Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Saç Sayısı

İngiltere'de 50 milyon insan yaşıyor. Bir insanın başında en çok 1 milyon saç var. İngiltere'de kafasında aynı sayıda saç olan en az kaç kişi bulunuyor?

Köklü Sayıların Çizimle Bulunması

2'den sonsuza kadar olan sayıların köklerinin ($\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{6}$, $\sqrt{7}$, ...) çizimle bulunması için bir yöntem düşünün.

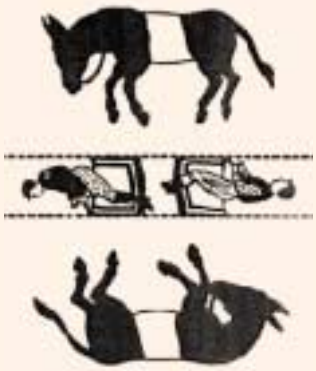
Hanoi Kulesi



Bu dünyaca ünlü problem 1883'de Fransız matematikçisi Lucas tarafından bulundu. Hanoi, Vietnam'ın başkentiydi; Vietnam ise o tarihte bir Fransız kolonisiydi. Lucas Fransa'da St. Louis Lisesi'nde matematik öğretiyordu. Lucas, buluşunu Li-Su-Stian Kolejinde öğretmen olan Claus adında birinin buluşu diye sundu.

Büyük Benares tapınağının kubbesi altında 3 elmas iğne dikilidir. Bunlardan birincisi üzerinde 64 altın disk vardır. Diskler en büyüğü en altta, en küçüğü en üstte olmak üzere konulmuştur. Bu Bramah Kulesidir. Rahipler, Yaratıcı'nın emrine uyarak altın diskleri bir iğneden ötekine naklederler. Kural şudur: bir disk, kendinden daha küçük bir disk üzerine konulamaz ve her keresinde yalnız bir disk nakledilebilir. Efsaneye göre 64 disk 1. iğneden bir diğer iğneye nakledilebildiğinde Kıyamet kopacaktır. Kıyamet ne zaman kopacak dersiniz?

İki Jokey



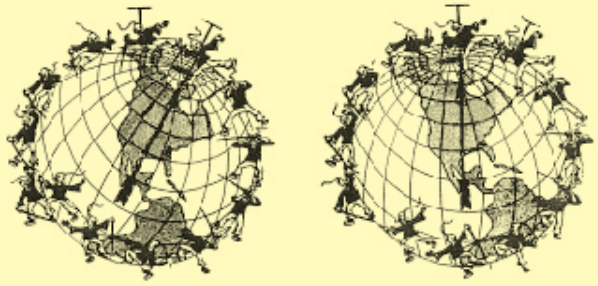
Bu resmi öyle 3 dikdörtgene ayırınız ki her merkebin üstünde 1 jokey olsun.

Ruhiye'nin Düğünü

Deli Ruhiye sonunda bir ruh doktoruyla evlenmeye karar verdi. Nikah günü sorulduğunda şöyle yanıt veriyordu: "Eylül ayında 2. Perşembe'den sonraki 2. Pazartesi". Düğün Eylül'ün kaçında yapıldı?

Dairenin Merkezi

Yalnızca gönye kullanarak bir dairenin merkezini nasıl bulursunuz?



Esrarengiz Çinli

Soldaki resimde 13 Çinli var. Üstüste eş merkezli iki dairesel karton merkezlerinden tutturulmuş. Öyle ki iç daire dış daireye göre hafifçe rotasyon yapabiliyor. Sağda iç daire hafifçe çevrilmiş. Şimdi Çinli sayısı 12. İnanmazsanız sayabilirsiniz. Bir Çinli nereye gitti?

Yonca Biçimli Düğüm



Yonca biçimi bir düğüm elde edebilmek için uzun bir kağıt şerit alın. Şeridin uçlarından birini bir buçuk devir (yarım devir=180°) döndürün ve diğer ucu yapıştırın. Sonra tüm şeridi uzunlamasına ortadan kesin. Ortaya yonca biçimli bir düğüm çıkacaktır.

İğne ile π'nin Hesaplanması

Bu yöntemi 18. yüzyılda Fransız doğa bilimcisi Kont Buffon bulmuştur. Bir düzlem üzerine araları d birim olan paralel çizgiler çizilsin. Uzunluğu d'den kısa olan bir iğne, bu yüzeye rastgele düşürülsün.Eğer iğne bir çizginin üzerine düşerse buna "iyi atış", düşmezse "kötü atış" diyelim. Buffon gösterdi ki, iğnenin uzunluğu d ise, iyi atış olasılığı $2/\pi$ idi (2/3'den biraz küçük). Atış sayısı arttırıldıkça sonuç π'ye daha yaklaşıyordu. 1901'de İtalyan matematikçisi Lazzerini, 3408 atış yaparak π'nin değerini 3.1415929 olarak hesapladı; bu sayı, 6 ondalık basamağa kadar doğruydu.

Düşünen Adam

Resimdeki heykel ünlü bir heykeltraşın "Düşünen Adam" adlı yapıtı. Sanatçının adı nedir? Bu heykelde normal olmayan bir şey var, nedir?



Chanukalu Problemi

a) 8 gece süren Chanukalu Bayramını kutlamak için 1. gece 2 mum, 2. gece 3 mum, 3. gece 4 mum,..., 8. gece 9 mum yakılıyor. Böylece 8 gece sonunda 2+3+4+...+9= 44 mum yakılmış oluyor. Elde çeşitli renklerden mumlar var. Fakat belli bir gecede yanan mumların hepsi aynı renkten. Her renk tam 2 gece yanıyor. (İki ardışık gece olması şart değil) Bir örnekle belirtelim: 1. gece 2 mavi, 8. gece 9 mavi, 2.gece 3 kırmızı, 3.gece 4 kırmızı, 4. gece 5 yeşil, 6.gece 7 yeşil, 5.gece 6 sarı ve 7. gece 8 sarı mum yanıyor. Ama tabi ki mavi mumlar örneğin 1. ve 5. gece, kırmızı mumlar 6. ve 8. gece, yeşil mumlar 2. ve 4. gece ve sarı mumlar 3. ve 7. gece de yanabilir. Görüldüğü gibi, gereken renkli mum sayısı çok değişik olabiliyor. Örneğin ilk örnekte 2+9=11 mavi, 3+4=7 kırmızı, 5+7=12 yeşil ve 6+8=14 sarı mum gerekli. Toplam 11+7+12+14=44 mum. İkinci örnekte 2+6=8 mavi, 7+9= 16 kırmızı, 3+5=8 yeşil ve 4+8= 12 sarı mum gerekli. Toplam yine 8+16+8+12= 44 mum. Renklerin başharflerini alırsak 8 gecede renkler, M, M, K, K, Y, Y, S, S olacak. (Bu sıra rastgele permüte edilebilir) 4 renk ikişer ikişer alınarak (8!/2! 2! 2! 2!= 2520 tekrarlı permatüsyon yapar. Örneğin MKKSYSYM kadar KMMSYYSK sırası da olasıdır. Her yeni permütasyondu gereken 44 mumun dört renge dağılışı değişir; çünkü mum sayısı her gece 1 artmaktadır. Sorulan şudur: her olasılığı karşılamak için herbirinin renk dağılımı farklı, kaç türlü 44 mumluk kutu gereklidir?

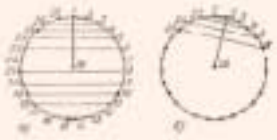
b) Aynı soruyu genelleyelim: bayram 2N gece sürecek. Her n. gece (n+1) mum yakılacak.

2'nin Kuvvetleri

758 sayısını 2'nin kuvvetlerinin toplamı olarak (2^0,2^1,2^2,2^3,...) yazınız.

Geçen Ayın Çözümleri

Yer Değiştirme



Her öğrenci en fazla 27 farklı öğrenciyle yanyana oturabileceğinden bu yer değiştirme 27 aydan fazla süremez. Bu 27 ayda öğretmenin öğrencileri nasıl oturttuğuna bir bakalım.

Öğrencilere 1'den 28'e numara vererek onları düzgün bir yirmiyedigenin köşelerine oturtalım (sol şekil) 28 Nolu öğrenci merkezde olsun. 1-28 doğrusuna göre simetrik olan numaraları birleştirelim: 27-2, 26-3, 25-4, ... On üç paralel doğru ve 1-28 çizgisi 14 sıraya karşılıktır. Her sırada iki öğrencisinin numaraları toplamı 29'dur: 27+2= 26+3= 25+4=... 29, 27'ye bölünürse 2 artar. 1 ancak 28 ile otururs a 29 yapar ve bu , 27 ile bölünürse 2 artar. 1'in durumu özeldir. Bir sonraki ay öğrenciler sağ şekildeki gibi otururlar. Toplam 31'dir ve 27 ile bölününce 4 artar. Devam edelim: 28-3, 28-4, 28-5, ..., 28-27 dairelerini çizelim ve aynı yöntemle eşleri bulalım, n kişilik bir sınıfta, n çiftse, ikili sıralara n-1 farklı şekilde oturulabilir. Her ay her sırada iki öğrencinin numaralarının toplamı n-1 ile bölündüğünde r gibi bir değişmez vermelidir. r, 28-1 için 2, 28-2 için 4, 28-3 için 6 vb. dir. Her ay bir x nolu öğrenci tek kalır ve 28 nolu öğrenciyle oturur. r çiftse x=r/2 ve r tekse x= (r+n-1)/2'dir. Örneğin 28-1'de r=2 ve x=1; 28-2'de n=4 ve x=2 vb.

Sherlock Holmes ve Kasa

a_1, a_2, ..., a_n 1'den büyük pozitif sayılar olsun. Bu sayıların p. dereceden ortalama üssü, 1. dereceden ortalama üslerinden (ki aritmetik ortalamadır) daha büyüktür:

$c_p = \sqrt[p]{a_1^p + a_2^p + \ldots + a_n^p}$ ≥

$a_1+a_2+...+a_n/n=c_1$.

Buradan kolayca şu elde edilir (iki tarafın p. kuvvetini alarak):

$(a_1+a_2+...a_n)^p \le n^{p-1}$

$(a_1^p + a_2^p + \ldots + a_n^p)$

Bu formüle göre:

$(x+y+z)^3 \le 3^2$

$(x^3+y^3+z^3)=9.81=729$.

O halde $x+y+z \le \sqrt[3]{729}= 9$.

İş adamı sarhoş bir serseriyle anlaşmıştı. Plan şuydu: İş adamı bir gün evinde boya yapan bu serseri yanındayken kasasını açacak ve adam şifreyi öğrenmiş olup kasayı soyacaktı. Aslında şifreyi serseriye iş adamı vermiş, "şifre 9" demişti. Serseri bu şifreyle kasayı açıp 50 milyon sterling'i çalmış ve yarısını iş adamına verip yarısını kendi almıştı. İş adamı çalınmış gösterdiği parasını ayrıca sigortadan alacaktı. Evsiz barksız serseri 25 milyon sterling uğruna bir süre hapis yatmaya razıydı. Ne var ki sarhoş kafasıyla şifreyi 9 yerine 19 diye hatırlamış ve kendini ele vermişti. Çünkü yukarıda kanıtladığımız gibi (ki Holmes de aynı işlemleri yapmıştı) $x^3+y^3+z^3=81$ iken x+y+z, 9 dan büyük olamaz.

Mısır Piramidinin Esrarı

Bilindiği gibi 1+2+3+...+n=n (n+1)/2 dir (aritmetik dizi). Bizim üçgenimizin (n-1). sırasının son (en sağ) sayısı (n-1)n/2, n. sırasının son sayısı n (n+1)/2 dir. O halde ilk (n-1) sıranın toplamı:

S_1= 1+2+...+ n (n-1)/2= 1/2 n (n-1)/2 [n (n-1)/2 + 1] dir.

İlk n sıranın toplamı:

S_2= 1+2+...+n (n+1)/2= 1/2. n (n+1)/2 [n (n+1)/2 + 1] dir.

n. sıradaki sayıların toplamı S_2-S_1= n (n^2+1)/2 dir. 100. sırada 100 (100^2+1)/2= 500050 taş vardır. Tutankomen 500050 yıl sonra dirilip Mısır'a dönecektir.

İki Yerine Üç Ceset

Câniler dikkati çekmemek için çocuğun tabutunu babasının tabutu içine koymuşlardı. Böylece aslında uşak doğruyu söylüyordu: tabutlardan biri içinde bir (çocuk), diğeri içinde iki (baba ve çocuk) vardı.

Pascal Üçgeni, Fibonacci Dizisi ve Binom Katsayıları

Pascal üçgeni şöyle elde edilir: Her terim kuzeydoğu ve kuzeybatısındaki terimlerin toplamıdır; örneğin 3= 1+2, 4=1+3, 6=3+3 vb. Pascal üçgeninin yatay sıraları, binom (ikiterimli) parantezlerin n. kuvvetinin açılımlarındaki katsayılardır:

$(a+b)^0=1$

$(a+b)^1=1a+1b$

$(a+b)^2=1a^2+2ab+1b^2$

$(a+b)^3= 1a^3+3a^2b+3ab^2+1b^3$

Binom katsayıları şöyle de bulunur: Her katsayı a'nın üssüyle çarpılıp terim sırasına bölünerek bir sonraki terimin katsayısı elde edilir: $(a+b)^3=1.a^3+(1.3)/1\ a^2b+(3.2)/2ab^2+3.1/3b^3$. (yani $a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$; a'nın üsleri 3,2,1,0 ve b'nin üsleri 0,1,2,3 olarak gider). Binom katsayılarının toplamı 2^0, 2^1, 2^2, 2^3,... diye gider: $1=2^0$, $1+1= 2^1$, $1+2+1=2^2$, $1+3+3+1= 2^3$ vb. Pascal üçgenindeki sayıları çapraz olarak alırsak Fibonacci serisi elde edilir: 1,1,2,3,5,8, ... Her terim kendisinden önceki iki terimin toplamıdır.

Fibonacci'nin Şaşırtıcı Karesi

Fibonacci serinin bir özelliği şudur: $(F_n.F_{n+3})-(F_{n+1}.F_{n+2})=(-1)^n$. Burada n=3 alınmış. (3.13) - (5.8)= $(-1)^3$= -1. Üst şekilde E+F+G'den oluşan dikdörtgenin alanı 3x (8+5)= 3.13= 39. Alt şekilde E, F ve G'den oluşan dikdörtgenin alanı 8 x (3+2)= 8 x 5= 40. Küçük beyaz pencere 39-40= -1 sonucu oluşan, kenarı 1 olan boş bir karedir.

İlginç Eğriler

Bu Amerikalı matematikçi M.R.E. Moritz tarafından bulunmuş 38. dereceden bir süs eğrisidir.

Polar denklemi:p= cos 9/10 θ

Kartezyen denklemi:

$R^9 (512R^5-1280R^4+1120R^3-40R^2+50R -1)^2 -X^2= 0$

$R= x^2+y^2$

$X= x^9-36x^7y^2+126x^5y^4-84x^3y^6+9xy^8$.

Hangi Sayı Gelmeli

a) 41. Bir üst sıradaki 9 ve 25 ile iki üst sıradaki 7 toplanacak; 9+25+7= 41.

b) 2520. Bu dizi ilk 9 doğal sayının (1,2,3,4,5,6,7,8,9) en küçük ortak katlarını veriyor.

c) 57. n-1 doğrunun bir dairede kaç bölge ayırdığı.

d) 31131211131221. Sayıları okuyorsunuz: 1= bir tane bir; bu nedenle bir sonraki terim 11; 11'de iki tane 1 var; o halde 21; 21'de bir tane 2, bir tane 1 var; o halde 1211, ...

e)01101001100101101001011001101001 Kendinden önceki sayıdaki 0'lar yerine 01 ve 1'ler yerine 10 koyuyorsunuz.

Zarif Eşitsizlikler

1) $1= (x_1+x_2+x_3)^2=$

$x_1^2+x_2^2+x_3^2+2x_1x_2+2x_2x_3+2x_3x_1=$

$1/2\ (x_1-x_2)^2 + 1/2\ (x_2-x_3)^2 + 1/2\ (x_3-x_1)^2 + 3x_1x_2+3x_2x_3+3x_3x_1 \ge 3\ (x_1x_2+x_2x_3+x_3x_1)$

Eşitlik hali $x_1=x_2=x_3=1/3$'tür.

2) $x_1x_2+x_2x_3+x_3x_4+x_4x_1=$

$(x_1+x_3)\ (x_2+x_4)$

$\le (x_1+x_3+x_2+x_4/2)^2= 1/4$.

Eşitlik hali $x_1=x_2=x_3=x_4= 1/4$

Bavula Sığmayan Olta

Ruhi 3x3x3m boyutlarında bir karton kutu satın aldı. Boyutları 3m. yi aşmayan bu kutu bagaja kondu. Bu küpün iç büyük köşegeni $3\sqrt{3}$= 5.19 m. dir. 4 m.lik olta rahatlıkla büyük köşegene sığmıştır.

Kaç Tane Diküçgen

Örneğin bir kenarı 60 olan kaç tane primitif Pisagor üçgeni vardır? 60'ı asal çarpanlarına ayıralım: $60=2^3.3.5$. 60'ın üç asal çarpanı var, o halde 60 sayısı $2^{3-1}=4$ primitif Pisagor diküçgeninin kenarı olabilir. Örneğin $5040= 2^4.3^2.5.7$ sayısının 4 asal çarpanı vardır, 5040 sayısı $2^{4-1}=8$ primitif Pisagor diküçgeninin kenarı olabilir. Genellikle bir sayı n asal çarpana veya onların üslü şekillerine ayrılıyorsa 2^{n-1} primitif Pisagor üçgeninin kenarı olabilir. Bu kuralın iki istisnası vardır: 1) Sayı çiftse ve 4 ile bölünmüyorsa çözüm yoktur; örneğin 30 hiçbir primitif Pisagor üçgeninin kenarı olamaz.

2) 4x+2 şeklindeki sayılar primitif üzgenine kenar olamaz, örneğin 6,10,14, 18 vb.

b) Burada şu formül kullanılır:

$L=(2a_0-1)(2a_1+1)(2a_2+1)\ldots(2a_n+1)-1\ /\ 2$

Bu formülde a_0,a_1,a_2... bir sayının asal çarpanlarının üsleridir. 2 hariç, bütün sayıların üsleri 2 ile çarpılıp 1 eklenir, 2 nin üssü 2 ile çarpılıp 1 çıkarılır; sonra hepsi birbiriyle çarpılıp 1 çıkarılır ve sonuç 2'ye bölünür. Örneğin $60=2^2.3.5$. 2nin üssü 2, 3'ün 1 ve 5'in 1. O halde L= (2.2-1)(2.1+1)(2.1+1)-1/2= 13.

Demek ki bir kenarı 60 olan 13 Pisagor üçgeni vardır. a şıkkında bunlardan dördünün primitif Pisagor üçgeni olduğunu gösterdik. 30= 2.3.5 için L= (2.1-1) (2.1+1) (2.1+1)-1/2= 4 ve 45= $3^2.5$ için L=7.

Evin Numarası

$ab=10a+b= (a+b) + (a-b)^2$ ve buradan $(a-b)^2$= 9a. a=1 ve b=4 ya da a=9 ve b=0. Aranan sayı 14 ya da 90.

Şeytanın Küpü

Kenarlara sayılan yazılar 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12 ve 13'tü. Köşedeki toplam 21 ve yüzdeki toplam 28'di. Köşe toplamına K, yüz toplamına Y, yazılan 12 sayının toplamına S diyelim. 8K= 2S'dir; çünkü köşe toplamları alınırken her kenar 2 kere sayılmıştır. Benzer olarak 6F=2S'dir. Buradan 4K=S=3Y'dir. O halde S, 12 ile bölünmelidir. 1+2+...+12=78'dir; 78, 12 ile bölünmez; bu nedenle 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12 ve 13

alınmıştır; bunların toplamı 84'tür. bu 12 sayıyı kenarlara siz yerleştirin bakalım.

Paralelkenar

n çizgiden 2 çizgi C^n_2 şekilde ve m çizgiden 2 çizgi C^m_2 şekilde seçilebilir. O halde aranan yanıt

$C^n_2 . C^m_2 = n(n-1)\, m(m-1)/4$

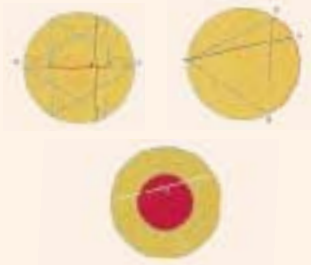
Örneğin n=5 ve m=9 ise (5.4.9.8)/4= 360 paralelkenar oluşur.

Dört Nokta

A'dan ve C'den geçen birbirine paralel L ve L' gibi iki doğru çizip bunlara B ve D'den iki dik çizelim. Bir dikdörtgen elde ettik. AC nin orta noktasına L ve BD'ninkine K diyelim. M dikdörtgenin merkeziyse, bellidir ki LMK açısı= 90° dir. Dikdörtgenin L kenarını A noktası etrafında döndürelim. M'lerin geometrik yeri çapı KL olan bir dairedir. A, B, C, ve D iki çifte üç şekilde ayrılabilir: AC-BD; AB-CD ve AD-BC. Çözüm bunlara karşılık olan 3 dairedir.

Borel Paradoksu

1) Kiriş x noktasında CD çapına dik olsun, problem, X'in E ve F arasında bulunmasıyla çözülür. Bu olasılık EF/CD=1/2'dir.



2) Problem, X noktası BC küçük yayı üzerindeyken çözülür. BC yayı/daire çevresi= 1/3 tür.

3) Kirişin orta noktası olan X, çapı sarı dairenin çapının yarısı kadar olan kırmızı daire içinde bulunursa problem çözülür. Kırmızı ve sarı daire çaplarının oranı 1/4 tür.

Nasıl oluyor da aynı soru, 3 farklı (ve üçü de doğru) yanıt verdi? Bir hata mı yaptık? Asla, her şey olasılığı nasıl tanımladığımıza bağlı. Olasılıkta tanımlamalar keyfidir ve bu keyfi tanımlamalardan mantıklı sonuçlar çıkabilir. Yine de düşündürücü ama...



Şah ve At

Bir hamlede gider. Bu problem size bir kez daha çok önemli bir kuralı (ki hayatta da geçerlidir) hatırlatıyor: karar vermeden önce bütün olasılıkları düşünün. Bazılarınız 4 sıçramayı duyunca atların birbirlerinden hayli uzak olacağını düşündü belki. Ama b2, c4, a3, c2 ve a1 ile b2'deki at 4 sıçrayışta a1"e gelebiliyor. Şah b2'den a1'e 1 hamlede gelebilir.

Keşiş Suçlu mu?

1. hırsızlık: Fıçıda 99 lt. şarap kaldı. İkinci hırsızlık: Fıçıda $99^2/100$ lt. şarap kaldı. 3. hırsızlık: Fıçıda $99^3/100^2$ lt. şarap kaldı. 4. hırsızlık: Fıçıda $99^4/100^3$ lt. şarap kaldı... 30. hırsızlık: Fıçıda $99^{30}/100^{29}$ lt. şarap kaldı. $99^{30}/100^{29}$= 73.97 lt. Keşiş 100-73.97 lt. şarap çalmıştır. Yargılanması gerekir. ($99^{30}/100^{29}$ logaritmayla kolayca hesaplanır).

Torbadaki Yılanlar

Üç olasılık var:

1) Torbada kalan: Torbada başlangıçta varolan zehirsiz yılan
Kaçan: Torbaya sonradan konulan zehirsiz yılan
2) Torbada kalan: Torbaya sonrada konulan zehirsiz yılan
Kaçan: Torbada başlangıçta varolan zehirsiz yılan
3) Torbada kalan: Torbada başlangıçta varolan zehirli yılan
Kaçan: Torbaya sonradan konulan zehirsiz yılan.
Torbada kalan yılanın zehirli olması olasılığı 1/3'tür.

Hipotenüs'ün Esrarı

Yalnız K (m^2+n^2) şeklinde yazılabilen sayılar hipotenüs olabilir. Yani bir sayı ancak iki karenin toplamı ya da böyle bir toplamın tam katıysa hipotenüs olabilir. En az bir asal çarpanı 4x+1 şeklinde yazılabilen bütün sayılar- örneğin 5,10,13, 15 vb. hipotenüs yapılabilir. Ancak bir sayının primitif bir Pisagor üçgeninin hipotenüsü olabilmesi için K=1 ve m ve n kendi aralarında asal olmalı, m ve n'den biri tek, biri çift seçilmelidir. Primitif Pisagor üçgenlerinin hipotenüsü'ü olabilen doğal sayılar için şu şart gereklidir: Asal çarpanlarından herbiri 4x+1 şeklinde olmalıdır, 5,13,65,85 gibi. 4x-1 şeklinde (örneğin 3,7,11,19 vb) asal çarpan içeren hiçbir sayı primitif Pisagor üçgenlerine hipotenüs olamaz. Herbiri 4x+1 şeklinde n asal çarpan içeren her N sayısı, 2^{n-1} primitif Pisagor üçgenine hipotenüs olabilir. Örneğin $65=5.13 = .2^{2-1}= 2$, $1105= 5.13.17$ ise $2^{3-1}=4$ Pisagor üçgenin hipotenüsü olabilir. 15, 21, 39 ve bütün diğer 3k tipindeki sayılar, kısacası 3'ün tam katı olan sayılar, Pisagor üçgenine hipotenüs olamaz; 7'nin, 11'in, 19'un vb. tam katları da böyledir (4x-1 oldukları için).

Bir doğal sayı hem (4x-1) ve hem de (4x+1) şeklinde asal çarpanlar içeriyorsa tek bir primitif Pisagor üçgenine bile hipotenüs olamaz, fakat H sayıda nonprimitif Pisagor üçgenine hipotenüs olabilir. H şöyle bulunur: (4x-1) şeklindeki asal çarpanlar dikkate alınmaz. (4x+1) şeklindeki asal çarpanların üsleri b_1, b_2,..., b_r olsun. $H= (2b_1+1)(2b_2+1)...(2b_r+1) -1/2$. Örneğin $N= 2^5 . 3 . 5 . 7^5.11^3.13^2$ olsun. 2,3,7 ve 11 asal çarpanlarını ataraz. Geriye 5 ve 13^2 kalır:

H= (2.1+1) (2.2+1) - 1/2= 7

Bu N sayısı kaç Pisagor üçgenine kenar olabilir?

(2.5-1) (2.1+1) (2.1+1) (2.5+1) (2.3+1) (2.2+1) -1 /2= 15592.

Bu N sayısı 15592+7= 15559 Pisagor üçgenine kenar veya hipotenüs olabilir.

N hiçbir primitif Pisagor üçgenine hipotenüs olamaz, çünkü (4x-1) şeklinde çarpanlar içermektedir.

Diküçgen ve Kare

Fermat böyle bir diküçgen olamayacağını kanıtladı. Dikkenarların biri $X=m^2-n^2$ ve diğeri $Y= 2mn$ iken diküçgenin alanı $S=mn(m^2-n^2)$ dir. $mn(m^2-n^2)= K^2$ nin olanaksız olduğu Fermat'ın sonsuz iniş yöntemiyle kanıtlanabilir.

Eşit Alanlı Diküçgenler

Bir aritmetik serinin 4 ardışık terimi, a,b,c ve d olsun. Pisagor üzgeninin kenarları, m ve n doğal sayı olmak üzere $X=m^2-n^2$, $Y=2mn$ ve $Z= m^2+n^2$ dir. Üç üçgen için şu sayılar alınır: $m_1=cd$, $n_1=ab$, $m_2=c(c+b)$, $n_2= a(c-b)$, $m_3= b(c+b)$, $n_3= d(c-b)$ a=1, b=2, c=3, d=4 alırsak $m_1=12$, $n_1=2$, $m_2= 15$, $n_2= 1$; $m_3=10$, $n_3=4$ bulunur. Aranan üçgenlerin kenarları [140, 48], [224, 30] ve [84, 80] dir; her üçgenin alanı 3360 dır. (1. kenar=m^2-n^2, 2. kenar= mn ile bulundu. Hipotenüsler sırasıyla 148, 226 ve 116 dır. Hipotenüs=m^2+n^2;örneğin $\sqrt{140^2+48^2}=148$ vb.)

Bu Formül Neye Yarıyor?

Bu formül ancak ve ancak p asal ise doğrudur. Buna Wilson teoremi denir. Örneğin 12!= 479001600 dür. 479001601/13 bölünmesi kalansız olduğundan 13 asaldır (bölüm 36846277'dir).

Bu formülün bir uygulaması da şudur: eğer p asal sayısı, 4x+1 şeklindeyse $[(1.2.3...2x)^2+1]$ sayısı p'nin tam katıdır. Örneğin x=3 iken p=4.3+1=13 olur. Bu durumda $(1.2.3.4.5.6)^2 +1 = 518401$ sayısı asal 13 sayısı ile kalansız bölünür. Bunu şöyle de ifade edebiliriz: $[(2x)!]^2 \equiv -1 \bmod p$.

Bir Buluşma

İkisi arasındaki uzaklık saatte 5 km hızla azalıyor. Bu ise dakikada 1/12 ve 2 dakikada 1/6 km demektir. 166m'yi koşarak birbirlerine kavuşabilirlerdi.

Pisagor Üçlüleri

Fibonacci sayılarını hatırlayalım; her sayı kendinden önceki iki sayının toplamıdır: 0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,... ($F_0=0$, $F_1=1$, $F_2=1$, $F_3=2$, $F_4=3$, $F_5=5$, ... olarak yazılır). Sabit pozitif bir k tamsayısı alalım. $N=F_{2k}.F_{2k+1}$ olsun. Bu durumda n (n+1)/2 ve n^2 diküçgenin tam sayı kenarlarıysa tam sayı hipotenüs $\sqrt{n^2(5n^2+2n+1)/4}= F_{2k} F_{2k+1} F_{4k+1}/2$ olur. Fibonacci serisinden biliyoruz ki $F_m=(\alpha^m-\beta^m)/\sqrt{5}$. Burada $\alpha= (1+\sqrt{5})/2$ ve $\beta= (1-\sqrt{5})/2$ dir. Bu formüller $\alpha+\beta=1$ ve $\alpha\beta=-1$ ile birleştirilirse şu bulunur:

$5n^2+2n+1= (F_{4k+1})^2$.

Şimdi bir uygulama yapalım. k=2 alalım. Bu durumda $F_{2k}= F_4=3$ ve $F_{2k+1}=F_5= 5$ olur. $n= F_{2k}.F_{2k+1}= 3.5=15$ bulunur. Buradan n (n+1)/2= 15.16/2=120 ve $n^2=15^2=225$ bulunur. Buradan $120^2+225^2=255^2$. 120, 15. üçgen sayı ve 225, 15'in karesi.

Dikkenarları 120 ve 225, hipotenüsü 255 olarak bulduk. Hipotenüs'ü şöyle de bulabilirdik: hipotenüs= $\sqrt{n^2(5n^2+2n+1)/4}= \sqrt{15^2(15^2.5+2.15+1)/4}= 255$. Hipotenüs= $F_{2k}.F_{2k+1}.F_{4k+1}/2= 3.5.34/2=255$.

($F_{2k}=3$, $F_{2k+1}=5$ ve $F_{4k+1}=F_9=34$ Fibonacci sayıları. k=2 almıştık. 4., 5. ve 9. Fibonacci sayıları 3,5 ve 34'tür). Bir başka örnek: k= 3 alalım. 2k= 2.3=6 ve 2k+1=6+1=7. $F_6=8$ ve $F_7=13$. $n=F_{2k}. F_{2k+1}=8.13= 104$. O halde n=104. n. üçgen sayı= n(n+1)/2=104.105/2=5460. Kare sayı = $n^2= 104^2=10816$. $5460^2+10816^2=12116^2$.

Hipotenüs= $(F_{2k}.F_{2k+1}.F_{4k+1})/2=F_6.F_7.F_{13}/2=8.13.233/2= 12116$.

Formüle göre $5n^2+2n+1= (F_{4k+1})^2= 233^2=54289$.

$n^2=104^2=10816$. Hipotenüs= $\sqrt{n^2(5n^2+2n+1)/4}= \sqrt{10816.54289/4}= 12116$.

Özet: k gibi bir tam sayı alın. Fibonacci serisinden F_{2k}, F_{2k+1} ve F_{4k+1}'i bulun. $n= F_{2k}.F_{2k+1}$ alın. Buradan üçgen sayı n(n+1)/2 ve kare sayı n^2 bulunur. Bu iki sayı Pisagor üçlülerinin ikisidir. Hipotenüs şu formüllerle de bulunur: Hipotenüs= $\sqrt{n^2(5n^2+2n+1)/4}= F_{2k}.F_{2k+1}.F_{4k+1}/2$. $5n^2+2n+1= (F_{4k+1})^2$ dir. Böylece biri üçgen, biri kare sayı olmak üzere Pisagor üçlüleri bulabilirsiniz. (3,4,5), (120, 225, 255), (5460, 10816, 12116) gibi.



Alp Akoğlu - Çağlar Sunay

Uydu Kaplama

Kanadalı araştırmacılar, basit bir plastik kaplamayla yörüngedeki uyduların ömrünü uzatmayı planlıyorlar. Toronto Üniversitesi'nden kimyacı Ian Manners ve arkadaşları yeni bir plastik kaplama geliştirdiler. Bu plastik kaplama sayesinde elektronik aygıtlar, ani ve yüksek elektriksel boşalımlardan etkilenmiyor.

Araştırmacılar yörüngeye yerleştirilmesi planlanan yeni uyduların bu kaplamayla korunabileceğini söylüyorlar. Böylece Güneş patlamalarından kaynaklanan beklenmedik elektromanyetik etkilerin ve yüksek enerji yüklü parçacıkların uydular için oluşturduğu tehlike ortadan kalkacak. Yüksek enerjili parçacıklar uydulara çarptığında ortaya çıkan kıvılcımlar ve elektrik atlamaları uyduların içindeki elektronik aygıtları bozabiliyor. Önümüzdeki yaz aylarında da Güneş'ten gelen bu tür parçacıkların en üst düzeye çıkması bekleniyor. Eğer yörüngedeki iletişim uydularında bu yüzden bir bozulma olursa, telefon ve televizyon şebekelerinde karışıklıklar ortaya çıkabilir.

"Son 15 yılda Güneş etkinliğinin yükseldiği dönemlerde bu tür birkaç olay yaşanmıştı. İletişim ve uzaktan algılama uydularındaki sistemlerde sorunlar çıkmıştı" diyor, Arizona Üniversitesi'nden uzaktan algılama uzmanı Kurtis Thome.

Kanadalı bilim adamlarının geliştirdiği yeni plastik, demir içeren uzun silisyum atom zincirlerinden oluşuyor. Bu maddenin kimyasal adı *polyferrocenylsilane*.

Güneş'ten gelen yüksek enerjili parçacıklar uydulara çarptığında bir enerji boşalması oluyor. Ama bu plastiğe çarpan parçacıkların enerjisi uzun polimer zincirlerinde rastgele yönlerde dağıtılıyor ve zararsız hale getiriliyor. "Bu plastik kaplama uzay araçlarındaki istenmeyen elektrik boşalmalarını azaltacaktır" diyor Vanderbilt Üniversitesi'nden Venneth Galloway.

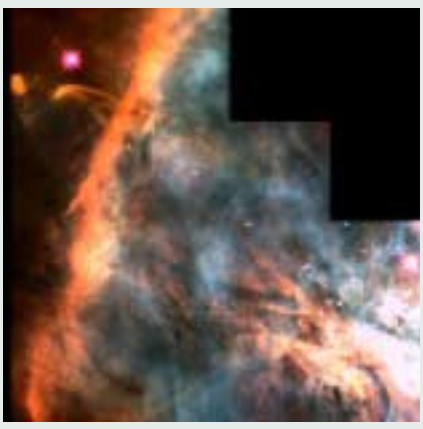


Ekip, buluş üzerindeki çalışmalarını hâlâ sürdürüyor. Bu nedenle önümüzdeki yaz olması beklenen Güneş etkinliklerine karşı uydular için yapılabilecek bir şey yok. Ama Güneş'teki bu aşırı etkinlik durumu, her on bir yılda bir ortaya çıkıyor. Belki de bir sonraki dönemde yörüngedeki birçok uydu bu kaplama sayesinde korunuyor olacak.

http://news.bbc.co.uk
http://www.wired.com/news

Avcının Gezegenleri

Hawaii'de İngiltere'ye ait Kızılötesi Teleskop'u kullanan İngiliz gökbilimciler, Orion (Avcı) Bulutsusu'nu konu alan en kapsamlı araştırmayı yürütüyorlar. Bulutsuyu inceleyen gökbilimciler geçen ayın sonlarında on üç gezegen keşfettiklerini açıkladılar. Araştırma sırasında ortaya çıkan gezegenlerin ilginç bir özelliği var. Araştırmayı yürüten bilim adamları Hertfordshire Üniversitesi'nden Dr. Philip Lucas ve Oxford Üniversitesi'nden Dr. Patrick Roche, bulunan gökcisimlerinin herhangi bir yörüngeye sahip olmadıklarını, başı boş dolaştıklarını bildirdiler. Bugüne değin benzer özellik gösteren yalnızca iki cisim gözlenmişti. On üç gezegenin keşfi, küçük yıldızlarla büyük gezegenler arasında sanılandan daha çok ortak özellik olabileceğini düşündürüyor. Orion Bulutsusu'ndaki Trapezium kümesinde bulunan gezegenlerin en büyüğü Jüpiter'in sekiz katı kadar.



http://news.bbc.co.uk

Küresel Küme mi, Gökada Çekirdeği mi?

Gökadamızdaki 150 kadar küresel kümeden en büyük ve parlağı Omega Centauri'nin, aslında Samanyolu tarafından yutulmuş küçük bir gökadanın hazmedilememiş çekirdeği olabileceği öne sürüldü. Küresel kümeler, yaklaşık 100 ışık yılı çapında bir alana sıkışmış 100 000 ile 10 milyon arasında yıldızdan oluşan topluluklara verilen ad. Gökadamızın merkezini çevreleyen bu kümeler genellikle çok yaşlı yıldızlardan oluşuyor. Ancak gökada çarpışmalarının sağladığı gazın ve şok dalgasının etkisiyle kütle halinde yeni yıldız oluşumları da gözlenebiliyor. Er-



boğa Takımyıldızı'nda bulunan Omega Centauri, 10 milyar kadar yıldız içeriyor. Bu yıldızlardan yaklaşık 50 000'ini inceleyen Güney Koreli gökbilimci Young-Wook Lee ve ekip arkadaşları, bu kümedeki yıldızların bir seferde değil, 2 milyar yıllık bir süre boyunca çeşitli aralıklarla oluştuğu sonucuna varmışlar. Araştırmacılara göre bunun anlamı, kümeden önce var olan kütlenin, ilk kuşak yıldızları süpernova patlamalarıyla yok olduktan sonra bile yeni yıldız oluşumu için yeterli gazı içerebilecek kadar büyük olduğu. Öteki gökbilimcilerse, bunun tek başına kümenin atasının Samanyolu'nca yutulmuş bir gökada olduğu yolunda yeterli kanıt oluşturamayacağı görüşündeler.

Sky & Telescope, Şubat 2000



Gökadamızın Sıcak Kozası

Samanyolu, patlayan dev yıldızlarının uzaya saçtığı büyük ve sıcak bir gaz örtüsüyle çevrili. Geçen haziranda NASA'nın Uzak Morötesi Tayf Kâşifi (FUSE) uydusunun gönderdiği veriler hem bu konudaki kuşkuları giderdi, hem de onlarca yıldır gökbilim dünyasını meşgul eden bir tartışmayı da noktaladı. Tartışma konusu, yeni yıldızların metal (gökbilim dilinde hidrojen ve helyumdan daha ağır elementler) bakımından zengin gazı, çoktan ölmüş atalarından nasıl devraldıklarıydı. 1956 yılında Princeton Üniversitesi astrofizikçilerinden Lyman Spitzer, Samanyolu'nun seyrek ama enerjik bir sıcak gaz örtüsüyle koza gibi çevrili olması gerektiğini ortaya attı. Araştırmacıya göre, ancak böyle sıcak bir gazın basıncı, gökbilimcilerin Samanyolu diskinin çok üstlerinde, gökadanın ince hâlesi içinde saptadıkları yıldızlararası gaz bulutlarını yerlerinde tutabilirdi. 1970'li yılların ortalarındaysa bu gazın niteliği ve kaynağı konusunda farklı görüşler oluşmaya başladı. Bazı gökbilimciler, birarada doğan ve yaşamlarını birbirine yakın süpernova patlamalarıyla noktalayan kısa ömürlü dev yıldızlardan atılan sıcak gazın, bir geyzer gibi gökada diskinden hâleye tırmandığını öne sürdüler. Karşı bir grupsa, haledeki gazın görece soğuk olduğu ve kaynağının da yeni doğmuş sıcak yıldızların yaydığı morötesi ışınların iyonize ettiği atomlar olduğu görüşünü savunmaya başladı. FUSE'un gönderdiği ilk veriler, sıcak geyzer modelini doğrular görünüyor. Uydu, algılayıcılarını kuasarlar gibi çok uzaklardaki güçlü ışık kaynaklarına çeviriyor. Bu ışık Dünya'ya doğru yol alırken, aradaki gaz bulutlarının içinden geçiyor. Bulutun içindeki atom ve moleküller de ışığı belli dalga boylarında soğurarak tayf üzerinde kendi kimyasal imzalarını bırakıyorlar.

Uydunun derlediği veriler arasında gazın niteliği konusunda en belirgin kanıt Oksijen VI iyonunun varlığı. İyon, çekirdek çevresinde dönen elektronlarından birini ya da birçoğunu (yüksek sıcaklık nedeniyle) yitirmiş atomlara verilen ad. Oksijen VI iyonunun özelliğiyse, ancak 200 bin ve 1 milyon°C sıcaklıklar arasında var olabilmesi. Daha önce bu iyon, yıldızca zengin gökada diskinde gözlenmişti. Ancak daha önceki morötesi araştırma uyduları, aynı iyonu hâlede de gözlemleyebilecek duyarlılığa erişememişlerdi.

FUSE'un belirlemelerine göre sıcak gaz her doğrultuda var. 18 değişik yöne nişan alan uydu, bunların 17'sinde oksijen VI saptamış. Verilere göre sıcak gaz, gökada diskinden 5 000 ila 10 000 ışıkyıl uzaklara kadar yayılıyor. Samanyolu diskinin çapıysa 100 000 ışıkyıl. Uydunun saptadığı gaz, topaklı bir yapıda ve oldukça seyrek. Yıldızlararası ortamda bulunan gazın tipik yoğunluğu, her santimetreküp için 1 atom kadar. Oysa hâledeki sıcak gaz, bunun 10 000'de biri yoğunluğa sahip.

Oksijen VI iyonları, gazın kaynağı konusunu da aydınlatıyor. Bu iyon, atomdaki 8 elektrondan altısını yörüngelerinden koparan çok şiddetli astrofizik olayların ürünü. Johns Hopkins Üniversitesi'nden Kenneth Sembach'a göre, ancak dev yıldızların merkezlerindeki yakıtın tükenmesiyle, dış katmanlarını uzaya püskürten süpernova patlamaları, bu iyonu bol miktarda üretecek enerjide şok dalgaları yaratabiliyor. Birbirine yakın yer ve sürelerde meydana gelen 30-40 süpernova patlaması, sıcak gazdan oluşan dev balonlar oluşturuyor. Balon içinde basıncın yükselmesi ve gökada diskindeki gaz ve tozun direnci sonucu, gaz küresi, aşırı ölçüde şişirilen balonun en zayıf yerinden patlaması gibi, gökada diskinden koparak uzaya fışkırıyor. Yükseldikçe soğuyan gaz, milyonlarca yıl sonra yeniden gökadanın üzerine düşüyor ve yeni yıldız kuşaklarını oluşturacak gaz bulutlarını metalce zenginleştiriyor. Colorado Üniversitesi astrofizikçilerinden J. Michael Shull, Samanyolu'nda bir yüzyıl içinde yalnızca bir ya da iki süpernova patlaması meydana gelmesine karşın, her yıl 20 Güneş kütlesinde gazın, bu yolla işlendiğini söylüyor.

Science, 11 Şubat 2000

Kutuplar Eriyor

Bütün dünyada buzlar ve buzullar eriyor; hem de hızlı bir biçimde. Washington merkezli Dünya İzleme Enstitüsü bu konuda dünyanın her yanından gelen raporları topluyor. Raporlar, 1990'lı yılların, kayıtların tutulmaya başlandığı tarihten bu yana en sıcak on yıl olduğunu ve dünyadaki buzların erimesinin de hızlandığını ortaya koyuyor. Enstitü'deki bilim adamları, buzulların ve öteki buz yapılarının sıcaklık değişimlerine çok duyarlı olduğunu ve erimelerin hızlanmasının küresel bir ısınmaya işaret ettiğini söylüyorlar.

Buz erimesindeki artışın en kolay gözlenebildiği yerlerden birisi, Antarktika. Antarktika'nın batısındaki buz tabakaları 1973 ile 1993 arasında % 20 küçülmüş. Wordie, Larsen A ve Prens Gustav buz şelfleri (kıta sahanlığındaki kalın buz tabakası) tümüyle parçalanmış. Antarktika'nın başka iki bölgesindeki buz şelfi de, tahmin edilenden çok daha hızlı ufalanıyor. Antarktika'nın doğusundaki Larsen B buz şelfiyle güneybatısındaki Wilkins buz şelfinin yüzölçümleri toplamı 3000km^2. Araştırmayı yürüten Amerikalı ve İngiliz bilim adamları iki şelfin de "tam geri çekilme" durumunda olduğunu söylüyorlar. Bunun çok ciddi bir sorun olduğunun farkında olan bilim adamları, buluşlarını duyurmak için ilk bilimsel kongreyi bile bekleyememişler.

Uydu görüntüleri, Larsen B'nin 1998'deki küçük geri çekilmeden sonra sürekli ufalandığını ortaya koyuyor. En az dört yüz yaşındaki buz şelfi, o tarihten bu yana 1715 km^2 kaybetmiş. Wilkins şelfi de yalnız geçen yıl 1100 km^2 küçülmüş. Bilim adamları bir küçülme olacağını bekliyorlardı. Ne var ki böylesine hızlı bir küçülmeyi kimse tahmin etmiyordu. Cambridge'deki British Atlantic Survey'de çalışan Dr. David Vaughan "On-on beş yılda oluşabilecek bir küçülme yalnızca bir yıl içinde oldu. Bu iki şelf, son elli yıl içinde toplam 7000 km^2 küçüldü" diyor.



Kimi bilim adamları buz şelflerindeki bu geri çekilmelerin bölgesel ısınma eğiliminden kaynaklandığını düşünüyorlar. Son yirmi yılda, buzların eridiği yıllık sıcak dönem 2-3 hafta kadar uzamış. 1940'tan bugüne değin bölgenin hava sıcaklığında da yıllık ortalama 2,5°'lik bir artış olmuş. Bugün, yazın ortalama sıcaklık, suyun erime sıcaklığı olan 0°'nin biraz üstüne çıkabiliyor.

Buz şelflerinin kalınlıkları 300 m'yi buluyor. Bu nedenle yüzeydeki ısınmanın şelfin erimesi için yeterli olmaması gerek. Ama yüzeyde oluşan su, buzdaki çatlak ve yarıklardan girerek onları parçalıyor. Sonuç olarak da buz şelfi, binlerce buzdağına dönüşüyor. Buz şelflerinin yüzen buzdağlarına dönüşmesi deniz yüzeyini yükseltmiyor. Bilim adamlarını asıl korkutan şelflerin arkasındaki buzulların erime olasılığı. Önlerindeki şelflerin sağladığı korumayı yitiren buzullar, çok daha çabuk eriyebilir. İşte bu da denizlerin düzeyinin yükselmesine yol açabilir. Son yüzyılda deniz düzeyinin 10 cm kadar yükseldiği biliniyor. Eğer dünyadaki tüm buzullar erirse –ki çok uzak bir olasılık– o zaman denizlerin düzeyi 80 m yükselir.

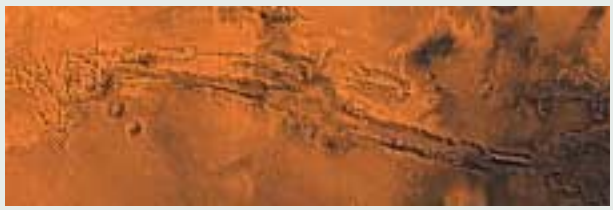
Dr. Vaughan gibi kimi bilim adamları son yıllardaki hızlı erimeye bakıp hemen karamsar bir tablo çizmenin doğru olmadığı kanısındalar. Bu sayılar, çok büyük bir alanı olan Antarktika için gerçekte pek de büyük değil. Dr. Vaughan "Meteorolojik kayıtlar çok az; kesin sonuçlara varmak için yetersiz. Bölgede yıldan yıla sıcaklık değişiminin de çok sık olduğunu biliyoruz. Bu nedenle burada bir ısınma eğiliminden kesin olarak söz etmek zor. Kimi bilim adamları, son elli yılda Antarktika'daki ısınmanın çok hızlı olduğunu söylüyorlar. Bu doğru. Ne var ki bunun küresel bir ısınmanın bölgedeki yansıması mı yoksa yalnızca bölgesel bir ısınma mı olduğunu ortaya koymak çok zor" diyor.

http://news.bbc.co.uk

Mars Hiç Isınmadı mı?

Mars'ta bir zamanlar bolca su bulunduğu düşüncesi, temelde, yüzeyindeki birbiriyle bağlantılı vadilerden kaynaklanıyor. Bu, aynı zamanda, Mars yüzeyinin eskiden, günümüzde olduğundan çok daha sıcak olduğu anlamına geliyor. Aslında, vadilerin varlığı dışında, Mars'ın bir zamanlar ılıman bir iklime sahip olduğuna dair elde pek veri yok.

NASA gezegenbilimcisi Pascal Lee, Mars'taki vadilerin gerçekten sıvı suyun aşındırmasıyla mı, yoksa başka bir biçimde mi oluştuğunu bulmak için çalışıyor. Bunun cevabı, Mars kadar uzakta değil gibi görünüyor. Lee, Mars'ın geçmişindekine benzer koşullara sahip olduğunu düşündüğü, Kanada'nın Kuzey kutbuna yakın Devon adasında incelemeler yapıyor. Bu bölge, erimekte olan buzulların oluşturduğu, kanyon ve birbiriyle bağlantılı küçük vadilerden oluşan çok sayıda yapıya sahip.

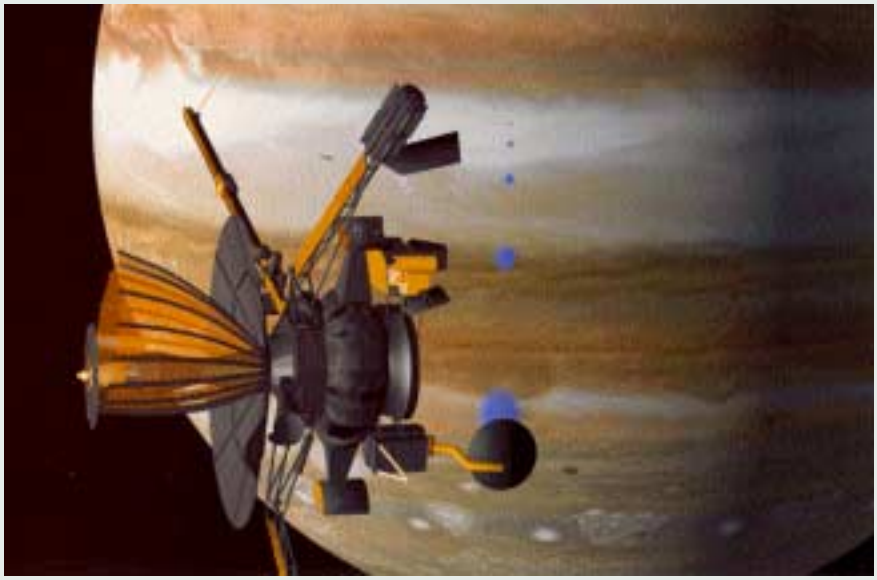


Mars'taki vadilerin ortak özelliği, baştan sona, hemen hemen aynı derinliği korumaları, düz tabanlı olmaları ve dik duvarlara sahip olmaları. Durum, Devon adasında da benzer. Yeryüzünün çeşitli bölgelerinde, suyun oluşturduğu vadilere bakıldığında, bu türden oluşumlara pek rastlanmıyor.

Eğer, Lee'nin Devon adasındaki gözlemleri sonucu ortaya attığı varsayım doğruysa, Mars, belki de hiçbir zaman ılıman bir iklime sahip olmadı. Buzulların oluşması için su gerekiyor doğal olarak. Ama bu buzulları oluşturan su, büyük olasılıkla soğuk bir iklimde, kar halindeki yağışlarla bu bölgelere taşınıyordu. Lee, şimdi, eriyen buzulların Mars'daki vadileri oluşturma biçimi üzerine çalışıyor.

New Scientist, 25 Mart 2000

Galileo'nun Sonu



Jüpiter, Güneş sistemindeki en büyük gezegendir. Hacmi, Dünya'nın hacminin yaklaşık 1300 katıdır. Kütlesi, sistemdeki öteki sekiz gezegen, onların uyduları ve asteroidlerin toplamından daha fazladır. Zaten, "Güneş sistemi, Güneş, Jüpiter ve çeşitli enkazlardan oluşur" diyenler de vardır.

Bu dev gezegene yönelik kapsamlı ilk araştırma projesi Galileo'dur. Bu projede, Galileo adlı uzay aracının Jüpiter'e gönderilmesi, gezegeni ve uydularını incelemesi, beraberinde götürdüğü sondayı Jüpiter'e bırakması planlanmıştı. Galileo 1986'da fırlatılacaktı. Ama o yılın Ocak ayında uzay mekiği Challenger faciası oldu. Bu olay, NASA'nın planladığı birçok proje gibi, Galileo projesinde de kimi değişikliklere yol açtı. Her şeyden önce fırlatma tarihi 3 yıl ileri atıldı. Galileo'yu Jüpiter'e götürecek roket sistemi değiştirildi; daha güvenli ama daha az güçlü katı yakıt roketleri kullanıldı. Böyle olunca yolculuk süresi iki yıldan altı yıla çıktı. Bu değişiklik nedeniyle, 18 Ekim 1989'da fırlatılan Galileo, doğrudan Jüpiter'e değil de önce Venüs'e yöneldi. Venüs'ün kütleçekim etkisinden yararlandıktan sonra Dünya'ya doğru gitmeye başladı. İki kez de Dünya'nın kütleçekim etkisinden yararlandı. Bu manevralarla yeteri kadar hız kazanan uzay aracı Jüpiter'e yöneldi.

Galileo, 1995'ten bu yana Jüpiter'i ve uydularını inceliyor. Bu incelemelerde, bilim adamları için çok şaşırtıcı ve umut verici veriler toplandı. Galileo'nun beraberinde götürdüğü küçük uzay sondası, Jüpiter'e bırakıldı. Gezegene düşen sonda, yüksek basınca uzun süre dayanamadı. Ama çalıştığı süre boyunca gezegenin yapısına ilişkin çok değerli bilgiler gönderdi. Örneğin Jüpiter'de Dünya'dakilerden yüzlerce kez daha şiddetli fırtınaların olduğu anlaşıldı. Galileo da yalnızca gezegenin çevresinde dolanıp ona yönelik bilgiler toplamakla kalmadı; uyduları da inceledi. Örneğin Güneş sisteminin en aktif cismi Io'nun birçok fotoğrafını çekti, sıcaklık ölçümleri yaptı. Bu ölçümler sayesinde Io'daki aktif yanardağların Dünya'dakilerden daha sıcak olduğu ortaya çıktı. Bu da uydu yüzeyinin altındaki lav tabakasının magnezyum açısından zengin olduğunu gösteriyor.



Bir başka uyduyu, Europa'yı, inceleyen Galileo orada da şaşırtıcı gerçeklerle karşılaştı. Jüpiter'in bu büyük uydusunda Dünya'daki bütün suların toplamından daha çok su vardı. Bilim adamları, donmuş yüzeyin altında tuzlu okyanusların bulunabileceği ve belki de oralarda yaşamın ortaya çıkmış olabileceğini düşünüyorlar.

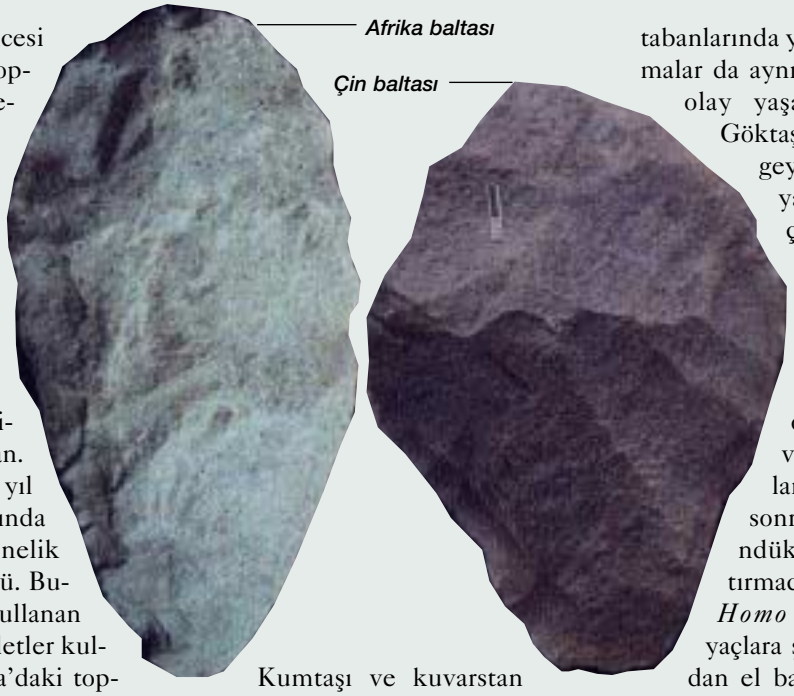


Galileo'nun incelemeleri Callisto'da da yüzeyin altında tuzlu su okyanusları olabileceğini düşündürtüyor. Uzay aracının bir başka keşfi de Güneş sistemindeki en büyük uydu olan Ganymede'nin kendi manyetik alanının bulunması.

Böyle değerli bilgiler gönderen Galileo, bir buçuk milyar dolara mal olmuştu. Görev süresi de iki yıldı. Bu süre iki yıl uzatıldı. Bu yıl Ocak ayında bu süre doldu. NASA yetkilileri yeteri yakıtı bulunan ve içindeki bilimsel aygıtları sağlam Galileo'ya, 2002'ye değin sürecek yeni görevler verdiler. Bu görevleri de yerine getirdikten sonra, Galileo'nun düşürülmesi planlanıyor. Uzay aracı için böyle bir sonun düşünülmesinin nedeni, Galileo'nun bozulup, yanlışlıkla Europa'ya düşmesini önlemek. Bilim adamları bu uyduda kimi yaşam biçimlerinin gelişmiş olabileceğini düşünüyorlar. Dünya'dan ayrılmadan önce özel olarak bir temizleme işleminden geçmeyen Galileo, Dünya'ya özgü mikroorganizmalar taşıyor olabilir. Galileo'nun yanlışlıkla Europa'ya düşmesi de bu mikroorganizmaların orada çoğalmasına ve Europa'nın özgün ekosisteminin bozulmasına yol açabilir. Bu nedenle görev süresi 2002'de dolacak Galileo'nun, doğrudan Jüpiter'e ya da Io'ya düşürülmesi planlanıyor.

http://www.nasa.com
http://news.bbc.co.uk

800 000 Yıllık Balta



Yeni bulunan tarih öncesi aletler Asya'daki insan topluluklarının gelişimine yeni bir bakış açısı getiriyor. El baltaları olarak adlandırılan, büyükçe, kesici taş aletler, Hindistan'dan Avrupa ve Afrika'ya kadar uzanan bölgedeki tarih öncesi arkeolojik alanlarda sıkça bulunmaktadır. Nitekim 1944'te Harvardlı insanbilimci (antropolog) Hallan. L. Movius Jr., 1,6 milyon yıl ile 200 000 yıl önce arasında yaşayan topluluklara yönelik bir varsayım ileri sürmüştü. Buna göre, bu tür aletler kullanan topluluklarla daha basit aletler kullanan Orta ve Doğu Asya'daki topluluklar, sanki coğrafi bir çizgiyle birbirlerinden ayrılıyorlar. Arkeologlar bu düşsel çizgiyi Movius Hattı diye adlandırdılar. Ne var ki geçen ay Çin'in Vitnam sınırına yakın Guanxi Zhuang Özerk Bölgesi'ndeki Bose Havzası'nda, 800 000 yıllık el baltaları bulundu. Buluşu Pekin'deki Çin Bilimler Akademisi'nden Hou Yamei ile Washington'daki Smithsonian Enstitüsü'nden Richard Potts ve ekipleri gerçekleştirdi. Buluntuların tarihlemesi de California'daki Berkeley Jeokronoloji Merkezi'nce argon izotoplarının bozunumları incelenerek yapıldı.

Birçok araştırmacı, insanların ilk basit aletleri 2,5 milyon yıl önce Afrika'da yapmaya başladığına inanıyor. Yaklaşık bir milyon yıl sonra da el baltaları gibi daha gelişmiş aletler ortaya çıktı. Bunların benzerleri Avrupa'daki kazılarda da bulunmuştu. Ne var ki aynı yaşam düzenine ait benzer aletler Asya'da hiç bulunamamıştı.

Bu buluşa değin, Asya'daki toplulukların aynı dönemde Avrupa ve Afrika'da yaşayanlara göre daha az gelişmiş olduğu düşünülüyordu. İki bölge arasında kültürel bir kopukluk olduğu sanılıyordu.



Kumtaşı ve kuvarstan yontularak yapılan bu ilkel kesme aletleri, modern teknolojinin ilk öğeleri olarak kabul ediliyor. "Bu tür aletlerin Çin'de ortaya çıkması beklenmedik bir olay" diyor Potts. Aynı tarihlerde Afrika'da üretilen taş aletlerle aynı gelişmişlik düzeyinde olan bu el baltaları, Avrupa'dakilerden daha gelişmiş.

Yamei, Potts ve arkadaşları Bose Havzası'ndaki 24 kazı alanında ortaya çıkartılan insan yapımı 991 aleti incelemişler. Bunlar arasında, iki keskin kenarlı 35 el baltası da var. Kazı alanlarının üçünde bulunan taş aletlerin, çok yüksek sıcaklıkların etkisinde kalmış olduğu anlaşılmış.

Aletler üzerinde laboratuvarlarda yapılan argon izotopu analizleri de bu yüksek sıcaklığa neden olan ısınmanın, 803 000 yıl önce olduğunu ortaya koymuş. Bilim adamları kayalardaki bu ısınmanın, Çin'in güneyinde, büyük olasılıkla Endonezya yakınlarında atmosferde patlayan ya da yere düşen bir göktaşından kaynaklandığını düşünüyorlar. Bölgede, tektitler, yanmış odun parçaları, odun kömürü ve bitki artıkları bulunmuş. Bu çalışmalardan bağımsız olarak okyanus tabanlarında yürütülen başka çalışmalar da aynı tarihlerde böyle bir olay yaşandığını gösteriyor. Göktaşının, ormanlık bölgeyi yerle bir edip, kayaçların yeryüzüne çıkmasına yol açtığı tahmin ediliyor.

O dönemde bu bölgede *Homo erectus* gruplarının yaşadığı biliniyor. Böyle bir olaydan çok korkmuş ve etkilenmiş olmalılar. Ne var ki bir süre sonra bölgeye geri döndükleri anlaşılıyor. Araştırmacılar, bölgede yaşayan *Homo erectus*ların bu kayaçlara şekil vererek bunlardan el baltaları ürettiğini düşünüyorlar.

Afrika ve Avrupa'da el baltalarının boyutları ve tasarımları yaklaşık bir milyon yıl boyunca hiç değişmemiş. Çin'de bulunanlarla bunlar arasında ilk bakışta ayırt edilemeyecek küçük farklılıklar var. Potts ve arkadaşları alet yapımındaki farklılaşmanın kültürel farklılaşmadan kaynaklandığını düşünmüyorlar. Öte yandan, kimi insanbilimcilerse, alet yapımının doğrudan kültürel yapının bir yansıması olduğu görüşünde.

"Bose el baltalarının keşfi, Movius hattının her iki tarafındaki insanlarda da benzer teknik, kültürel ve bilimsel yetenekler olduğunu gösteriyor. Bu keşif, ilk insanların davranış biçimlerinde, kültürel farkların etkin olmadığını ortaya koyuyor. Benzer koşullarda dünyanın değişik yerlerindeki insan toplulukları benzer taş aletler geliştirmişler" diyor Potts. Yani Asya'da 800 000 yıl önce yaşayan *Homo erectus* grupları aynı dönemde Avrupa ve Afrika'da yaşayanlar kadar gelişmiş, benzer kültürler geliştirmişti. California Üniversitesi'nden insanbilimci F. Clark Howell da Asya'da yaşayan *Homo erectus* gruplarının, uygun kayalar buldukları zaman, kendi el baltası geleneklerini geliştirdiğini söylüyor.

http://www.sciencenews.org
http://www.cnn.com
http://news.bbc.co.uk

A Vitamini Beyin için Gerekli

Araştırmacılar, A vitamini olarak bilinen retinoik asidin, yaşamımızda, yüzlerde yaşlanmakla oluşan kırışıklıkları gidermekten çok daha önemli bir rolü olduğunu belirlediler: Bu madde, hem yüzün, hem de düşünme ve us yürütme işlevlerini yöneten ön beynin sağlıklı gelişmesine yardımcı oluyor.

Tıp uzmanları daha önce de beyin ve yüz yapısındaki bozuklukların genellikle birlikte ortaya çıktıklarının farkındaydılar. Ancak her iki yapının da ortak gelişme genlerine sahip olduğu bilinmiyordu. Beyin aynı zamanda yüzün yapısında bir kalıp işlevi gördüğü için, beynin gelişmesinde ortaya çıkan bir aksaklığın, yüzü tutunacağı bir yapıdan yoksun bırakacağı ve dolayısıyla yüzün biçimini bozacağı sanılmaktaydı. Ancak, ABD'nin Maryland Eyaleti Bethesda kentindeki Ulusal Dentoloji ve Kranofasiyel Araştırmalar Enstitüsü gelişim biyologlarından Harold Slavkin'e göre yeni bulgular, tek bir genin işleviyle ilgili sorunların aynı anda hem yüz, hem de beyinde bozukluklara yol açtığını ortaya koydu.

Sözkonusu olan, "sonik kirpi" (*sonic hedgehog*) diye adlandırılan, gelişme sürecinde farklı işlevler gören, çok yönlü bir gen. Önce kol ve bacakların gelişimindeki etkisi nedeniyle tanınmış, ancak daha sonra başın ilk gelişme evrelerinde de etkili olduğu belirlenmiş. Ama şimdiye değin bilinmeyen, bu geni neyin harekete geçirdiği. Kol ve bacaklarda re-



tinoik asit, sonik kirpi genini harekete geçirip kapatıyor. Aynı işlevi yüzde de yapıp yapamadığını belirlemek için California Üniversitesi (San Fransisco) gelişim biyoloğu Jill Helms, gelişmekte olan civcivlerin baş bölgesine retinoik asit almaçlarını tıkayan bir molekül aşılamış. Bu işlem sonunda yüz ve ön beyini oluşturması gereken hücre toplulukları gerekli genleri kodlayamadıklarından bölünmeleri durmuş ve programlanmış hücre ölümü sürecine girmişler. Civcivlerde ön beyin, alın, burun ve göz oluşamamış. Ancak araştırmacılar daha sonra normalin üstünde retinoik asit ya da başka bir büyüme etkeniyle birlikte daha yüksek dozda sonik kirpi geni aşıladıklarında, civcivlerin başları yeniden normale yakın bir görünüme kavuşmuş.

Helms, araştırmacıların daha önce oluşma evresindeki ön beyin ve yüzde retinoik aside rastlayamamalarını, bu proteinin ancak geçici bir süre için ve gelişimin ancak çok kısa bir döneminde var olabilmesine bağlıyor. Araştırma ekibi gelişimin biraz daha ileri evresindeki civcivlere almaç ketleyici molekülü uyguladığında istenen sonuç alınamamış. Araştırmacılar, çalışmaların kısa sürede önemli pratik yararlar sağlayacağına inanıyorlar. Helms, hamileliğin önemli aşamalarında doğru oranlarda alınacak A vitamininin, bazı doğum bozukluklarını önleyebileceği görüşünde.

Science, 3 Mart 2000

Portakalın Fazlası

Sağlıklı yaşam fanatikleri, dikkat!. Yaşamınız sandığınız kadar sağlıklı olmayabilir. Amerikan Kalp Derneği'nin mart başında San Diego'da yapılan yıllık toplantısında, aşırı dozda C vitamininin damar tıkanıklığına yol açabileceği belirtildi. Orta yaşlı 573 erkek ve kadın üzerinde yürütülen araştırmaya göre, günde 500 miligram C vitamini (10 portakala karşılık geliyor) alanların atardamarları, almayanlara göre 2.5 kat kalınlaşıyor. Sigara içenler için durum daha da tehlikeli: Bunlarda aşırı C vitamini kullanımının yol açtığı damar kalınlaşması 5 kat yüksek. Araştırmayı yürüten Güney Kaliforniya Üniversitesi'nden John Dwyer, aşırı dozda vitamin kullanmamayı önemle vurguluyor.

New Scientist, 11 Mart 2000

Önden Buyurun...

Kuş Yavruları arasında, genellikle, kıyasıya bir yemek kavgası vardır. Birbirlerinin gözünün yaşına bakmazlar. En çok bağıran yavru, anneden ya da babadan yemeği kapar. Kardeşleri açlıktan ölecek olsa bile.

Peçeli baykuşlarda (Tyto alba) durum farklı. Bu kuşun yavruları başka kuşların tersine birbirine son derece saygılı. Gelen yemeği önce aç olan kardeşin yemesine izin veriyorlar.

İsviçre Bern Üniversitesi araştırmacıları, peçeli baykuş yavrularının beslenmeleri üzerine bir dizi deney yaptılar. Deneyler süresince yaptıkları gözlemlerde, en aç kardeşin karnı doyana kadar, diğerlerinin fazla bağırmadığını fark ettiler. Aç kardeşe yemek verildiğinde ise sıradakinin sesi fazla çıkmaya başlıyordu. Yani, peçeli baykuş yavruları, aralarında iletişim kurarak kimin en aç olduğunu biliyor ve ilk yeme sırasını ona veriyorlar.



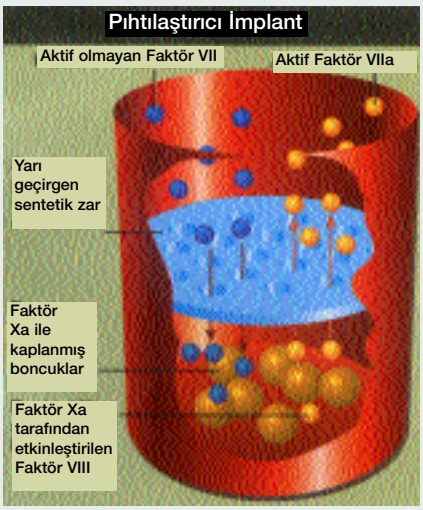
New Scientist, 18 Mart 2000

Hemofiliye Karşı Yeni Teknikler

Hemofili (kanama) hastalarının uymak zorunda oldukları sıkıcı ve tehlikeli bir rutin, AIDS'e yol açan HIV gibi virüsleri bulaştırabilecek enjeksiyonlar. Ancak deneme aşamasında olan iki yeni teknik, bu bağımlılığı ortadan kaldırmayı vaat ediyor.

Bu hastalığı taşıyanların kanlarında iki önemli pıhtılaştırıcı protein olan Faktör VIII ve Faktör IX'dan biri eksik oluyor. Bu faktörlerin ikisi birden olmadan hastaların kanı pıhtılaşamıyor ve en ufak bir kesik sonucu bile ortaya çıkan kanama normalin çok üstünde sürüyor. Bu tür hastaların baş etmek durumunda kaldıkları daha büyük bir tehlikeyse, eklemlerde kan birikmesi sonucu hareket kaybına yol açan iç kanama. Hemofili hastaları için uygulanan geleneksel tedavi, eksik faktörü enjeksiyon yoluyla vermek. Bu faktörse, başkalarının bağışladığı kandan süzülerek elde edilebildiğinden, virüs bulaşması sık rastlanan bir olay. İkinci bir yol, eksik faktörü yapay olarak üretmek. Bu tedaviyse herkesin harcı değil. Öyle ki bir yıllık maliyeti ABD'de bile 100 000 doların üzerinde. Üstelik pek çok kimsenin bünyesi, yapay faktöre karşı antikor üretip tedaviyi etkisiz kılıyor.

Soruna etkili bir çözüm bulabilmek için, ABD'nin Maryland Eyaleti Birleşik Hizmetler Üniversitesi Tıp Fakültesi hücre biyologu Harvey Pollard, her iki faktöre de bağımlılığı giderecek bir implant geliştirmiş. Yüksük büyüklüğündeki teflon implantın içinde, insan pıhtılaştırıcı faktörü Xa ile kaplanmış küçük boncuklar bulunuyor. Bunlar, hemofili hastalarının kanında bulunan Faktör VII'yi, aktif bir pıhtılaştırıcı tür olan Faktör VIIa'ya dönüştürüyor. Pollard, düzeneğin bir tuzluk gibi çalıştığını belirtiyor. Yarı geçirgen bir zar, Faktör VII'nin implanta girmesine ve Faktör VIIa'nın da dışarı çıkarak dolaşım sistemine dönmesine izin veriyor. Ancak zar daha büyük molekülleri geçirmiyor ve böylece boncukları olası bir bağışıklık tepkisinden koruyor. İmplant yaşamsal organları çevreleyen periton zarına yerleştirilerek, yeterli ölçüde kanla beslenmesi sağlanıyor. Düzenek kobaylardan sonra bir Rhesus maymununda da başarıyla denenmiş. Araştırmacılar, şimdi deneyleri insanlara taşımaya hazırlanıyorlar. Ama bundan önce implantın boyutlarının ve etkinliğinin arttırılması gerektiğini vurguluyorlar.

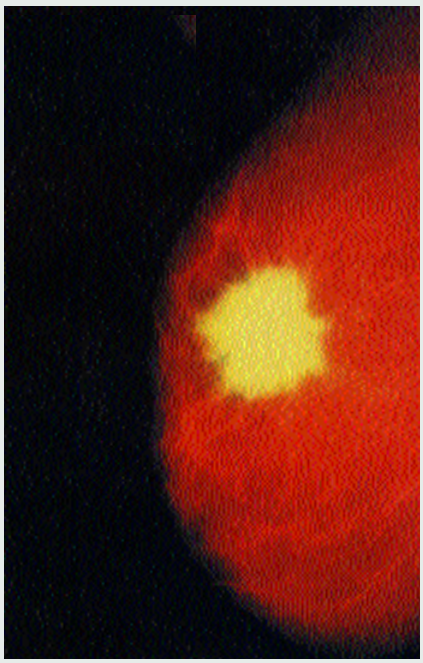


Başka araştırmacılarsa gen tedavisi yöntemini deniyorlar. Stanford Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Mark Kay, deneme aşamasındaki bir yöntemle iki ağır hasta üzerinde olumlu sonuçlar elde etmiş. Hastaların bedenleri, normal insanların kanında bulunan Faktör IX oranının yüzde birinden daha azını üretebiliyormuş. Kay ve ekibi, hastaların bacak kaslarına, içine Faktör IX üretecek gen yerleştirilmiş bir virüs aşılamışlar. Üç denek hastadan ikisinde Faktör IX iğnelerine duyulan gereksinme 100 gün süreyle % 75–80 arasında azalmış.

New Scientist, 11 Mart 2000

Kanser Tedavisinde İntihar Genleri

İngiliz araştırmacılar, kanserli hücrelere girerek intihar etmelerine yol açan genler aracılığıyla, kadınların korkulu rüyası olan meme kanserine karşı etkili bir tedavi yöntemi denediklerini açıkladılar. Yalnızca kanserli hücreleri etkileyen intihar genlerinin farklı bileşimler halinde kullanılmasıyla, yöntemin öteki kanser türlerine de yaygınlaştırılabileceği umuluyor. Londra'daki Hammersmith Hastanesi endokrinoloji uzmanı Nicholas Lemoine ve ekip arkadaşları, tedavilerine temel olarak kanserin normal hücrelerde yol açtığı değişimi almışlar. Bunun için de yalnızca kanserli hücrelerde etkin hale geçen intihar genleri aşılamışlar. Aşılanan genler, zararsız ilaçları kanser hücrelerini öldüren etkili zehirlere dönüştüren enzimler kodluyor. Genler genellikle teşvik edici (promotör) denen DNA parçacıklarıyla birlikte bulunurlar. Araştırmacıların yararlandıkları, erbB2 adlı, cenin gelişmesinde önemli rol oynayan; ama yetişkinlerde uyku durumuna geçen bir gen. İngiliz ekibi, göğüs kanserine yakalanmış hastaların %20'sinde hücrelerin bu geni yeniden ürettiklerini belirlemişler. Bunun üzerine erbB2 geninin teşvik edici DNA bölümünü alan araştırmacılar, bunu intihar genlerine eklemişler. Sağlıklı hücreler erbB2 promotörünü tanımadıkları için tepki göstermiyorlar. Ancak tümör hücreleri promotörü bildiklerinden kendilerini yok edecek olan enzimlerin üretimine girişiyorlar. Lemoine ve ekibi, bu yöntemi 12 kanserli hasta üzerinde başarıyla denemiş. Düşündükleri gibi intihar genleri yalnızca kanserli hücrelerde harekete geçmiş. Ekip şimdi de birden çok intihar genini değişik bileşimlerde bir arada kullanarak hem tümör ölümünü hızlandırmayu hem de tedaviye direnci ortadan kaldırmaya çalışıyor.



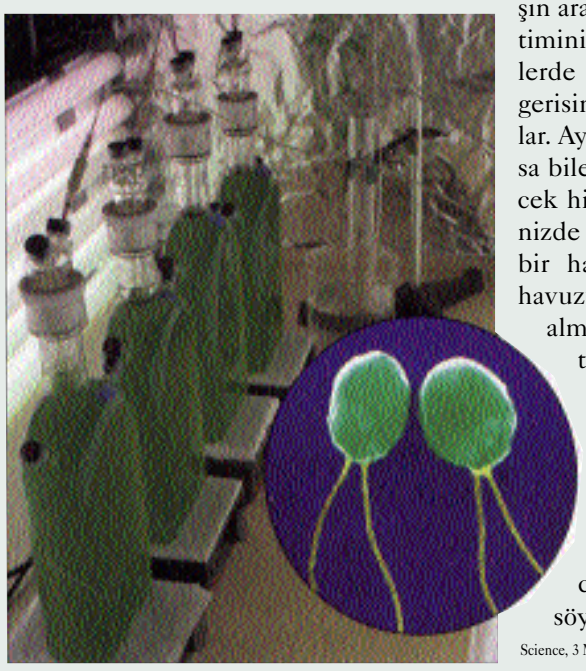
New Scientist, 18 Mart 2000

Havuz Pisliğinden Enerji

Aracınızın yakıt deposunu, bahçenizdeki havuza daldırdığınız bir hortumla doldurduğunuzu düşünün. Bilim adamlarının Güneş enerjisi kullanan mikroplar aracılığıyla suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırarak çeyrek yüzyıldır gerçekleştirmeye çalıştıkları bir düş bu. Çünkü hidrojen, bilinen en temiz yakıt. Yanma ürünü, bildiğimiz su. Dolayısıyla havayı kirletmesi söz konusu değil. Üstelik yanma artığı su yeniden ayrıştırılarak yakıt yeniden üretilebiliyor. Araştırmacılar hidrojen üretebilen mikroplarla deneylerine 1973 petrol bunalımının ardından başladılar. Örneğin, elektroliz sürecinin biyolojik biçimiyle suyu hidrojen ve oksijene ayrıştıran su yosunuyla olumlu sonuçlar da alındı. Ama her seferinde ortaya aynı sorun çıkmaktaydı: Bu tek hücreli canlılar önemli ölçüde hidrojen üretme potansiyeline sahip oldukları halde, süreç sırasında fotosentez yoluyla oksijen de ortaya çıkıyordu. Oksijense, hidrojen üretici hidrojenaz enzimini bloke ettiğinden, ancak çok küçük ölçeklerde hidrojen elde edilebiliyordu.

Amerikan Bilim İlerletme Derneği'nin (AAAS) Şubat ayında yapılan toplantısında açıklanan iki yeni yöntem, bu darboğazın aşılmak üzere olduğunu müjdeliyor. California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarından Tasios Melis ve Yenilenebilir Enerji Ulusal Laboratuvarı NREL'deki çalışma arkadaşları, balıklı havuzlarda ve akvaryumlarda sıkça görülen *Chlamydomonas reinhardtii* adlı alg türüyle deneyler yürütmüş. Ekip, sülfat tuzlarından yoksun bırakıldığında suyosununun, fotosentez yoluyla oksijen üretmek için gerekli proteinleri koruyamadığını ve tümüyle hidrojen üretmek üzere biçim değiştirdiğini göstermiş. Deneylerde, bir litre suyosununda saatte ortalama 3 mililitre hidrojen elde edildiği gözlenmiş. Ekip, dört günlük üretimden sonra suyosunlarının normal fotosentez sürecine geri dönüp tükenmiş proteinlerini yeniden oluşturmalarına izin vermiş.

İkinci yöntemde de üretim hattında aynı suyosunları bulunuyor. Ancak Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı biyofizikçilerinden Elias Greenbaum, şişelenen suyosunlarının üzerinde önemli ölçüde azot gazı tutarak, ayrıştırma sürecinde ortaya çıkan oksijenin sudan hızla çıkmasını sağlamış ve böylece hidrojen üretiminin engellenmesini önlemiş. Greenbaum, Melis grubunun üretim verimini 58 gün süreyle tutturmuş. Bunun bir dünya rekoru olduğunu vurgulayan araştırmacı, NREL'de geliştirilen oksijene dayanıklı mütant algler kullanarak rekoru daha da geliştirebileceğini öne sürüyor.

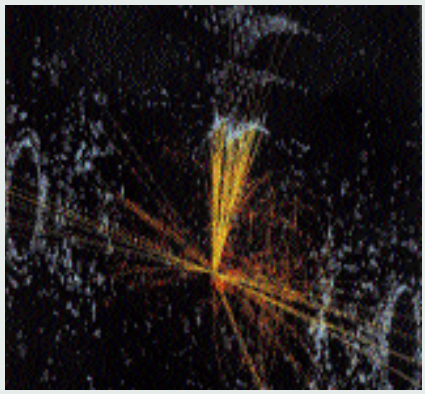


Ancak tüm bu ilerlemelere karşın araştırmacılar, hidrojen üretiminin hâlâ kuramsal modellerde öngörülen düzeyin çok gerisinde olduğunu belirtiyorlar. Ayrıca üretim on kat arttırılsa bile, tek bir otomobile yetecek hidrojen yakıtı için bahçenizde 45 metrekare alanlı sığ bir havuz gerekiyor. Üstelik havuzun da sürekli güneş ışığı alması gerekli. Gene de araştırmacılar, suyu ayrıştırmada biyolojik yöntemin, güneş pili ve rüzgâr enerjisi kullanma yöntemleri gibi bir seçenek olduğunu, ve yarışı hangisinin kazanacağının belli olmadığını söylüyorlar.

Science, 3 Mart 2000

"Yeni Fizik" İçin İnternet

Beş yıl sonra dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısını devreye sokmaya hazırlanan Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN, 27 km'lik yeraltı tünellerinde çarpışacak proton demetlerinin ortaya çıkaracağı verileri İnternet aracılığıyla incelemeyi planlıyor. 1.8 milyar dolara mal olacak "Ağır Hadron Çarpıştırıcısı"nda (LHC) proton ve anti-protonlar kafa kafaya çarpıştırılarak oluşacak enkaz içinde kuramsal modellerin öngördüğü çok değişik parçacıklar aranacak. Ancak bu verileri incelemek kolay değil. Çarpışmalar, her yıl incelenmesi gereken 7 petabyte (yedi katrilyon byte) tutarında veri ortaya çıkartacak. LHC'deki çarpışma izlerini saptayan dev detektörlerden yalnızca birinden çıkacak ham veri toplamı, dünyadaki altı milyar insanın her birinin aynı anda 20 telefonla birden konuşmasının gerektirdiği işlem gücüne eşit. CERN'in bu verileri 40 ülkedeki araştırmacılara aynı anda sunabilmesi için elindeki güçlü bilgisayarların kapasitesinin 1000 kat üstüde bir işlem gücüne gereksinmesi var.



CERN yetkililerinin kafalarındaki plan, hızlandırıcıdan elde edilecek verileri, yüksek hızlı bir iletişim ağıyla dünyanın çeşitli yerlerindeki 10 ulusal ve bölgesel veri merkezine göndermek ve buradan da yüzlerce yerel araştırma merkezine ve üniversitelere dağıtmak. Hazırlanacak yeni yazılım ve protokollerle İnternet, fiziğin önemli sorularını yanıtlamak için ABD'yle yarışan Avrupa bilim merkezinin hizmetine girmiş olacak. Bir başka deyişle CERN için İnternet, hem dev bir bilgisayar, hem de veritabanı haline gelecek.

Nature, 16 Mart 2000

Iridium'un Sonu



Dünya'nın herhangi bir noktasıyla, uydular aracılığıyla iletişimi sağlayan Iridium sistemi 17 Mart günü verdiği hizmeti kesti. Böylesi kapsamlı bir iletişim ağı kurma düşüncesi ilk olarak 1987'de ortaya atılmıştı. Düşüncenin ortaya atılmasından da yalnızca 11 yıl sonra 66 iletişim uydusu Dünya çevresindeki yerlerini almış ve çalışmaya başlamışlardı. Iridium ekibi uyduları birer birer yörüngeye gönderirken, rakipleri de yeryüzünde daha ucuz iletişim ağları kuruyor, genişletiyor ve iletişim protokollerini standartlaştırıyorlardı.

Iridium'un pazarlama kampanyasında Büyük Sahra Çölü'nün ortasındaki bir Iridium abonesiyle Sibirya'daki bir abonenin rahatlıkla telefon görüşmesi yapabilecekleri vurgulanıyordu. Ne var ki dünyanın bu tür ırak bölgelerinde bulunup da 1,5 milyar liralık telefonu alacak ve dakikası 600 000 liralık konuşmayı yapabilecek çok fazla müşteri yoktu. Ayrıca Iridium 2,4 kbit'lik iletişim hızıyla da yavaş kalmıştı.

Sonuç olarak sistem, yalnızca 55 000 kişinin ilgisini çekebildi. Projenin kendi maliyetini kurtarabilmesi için bile daha en azından birkaç yüz bin aboneye gereksinimi vardı. Son olarak baş vurulan, konuşma ücretini düşürme planı da bir işe yaramadı ve şirket yaklaşık 4,4 milyar dolarlık borçla battı. Uydular için de hiçbir müşteri çıkmadı. Alçak Dünya Yörüngesi'ndeki 66 uyduyu bulundukları konumda tutabilmek için para gerekiyor. Bu para da Iridium'da yok. O yüzden kısa bir süre sonra –büyük bir olasılıkla bu ay içinde- uydular düşürülecek.

http://www.beyond2000.com/news
http://news.bbc.co.uk

Mars: Bir Başka Bahara

NASA, 2010 yılından önce Dünya'ya Mars kaya örnekleri getirme projesinden vazgeçti. Bu projenin ertelenmesi Mars'a insan gönderme planlarının da ötelenmesi anlamına geliyor. NASA'nın gezegen araştırmaları programının yöneticisi Dr. Carl Pilcher, "Mars'a düşmeden inebilecek uzay araçları geliştirene değin Kızıl Gezegen'deki yaşamı araştırmaya yönelik çalışmalarımız biraz yavaşlayacak" diyor. NASA yetkililerinin bu kararı almalarında, geçen yıl Mars'a gönderilen iki uzay aracının başarısız olmasının etkisi büyük. Önümüzdeki yıl Mars'a indirilmesi planlanan uzay aracı projesi iptal edildi. Onun yerine Pasadena'daki Jet İtki Laboratuvarı'nda daha küçük bütçeli sondalar göndermeye yönelik projeler hızla hazırlanıyor. Mars yörüngesinde dolanacak uzay aracı projesiyse hala sürdürülüyor.



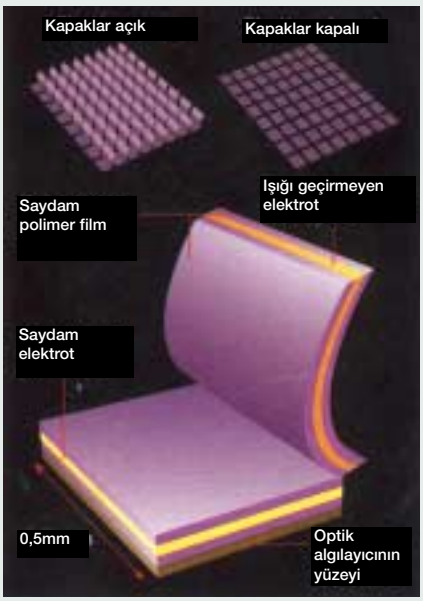
Mars Polar Lander (Mars Kutup Yüzey Aracı) geçen yıl kaybolmadan önce, Mars kaya örneklerinin Ekim 2008'de Dünya'da olması planlanıyordu.

http://news.bbc.co.uk

Casus Uydulara Göz Kapakları

Casus uydularının sorunu, düşmanın gönderdiği bir lazer ışınıyla kameralarının kullanılamaz hale getirilmesi. Uyduya yöneltilen güçlü bir lazer, optik algılayıcılarına ciddi hasar veriyor.

Kimse, trilyonlarca lira değerindeki bir uydunun ertesi gün bir başkası tarafından kullanılamaz hale getirilmesini istemez. Bunun için, bir elektronik firması olan MCNC'den Gary McGuire bir çözüm bulmuş gibi görünüyor. McGuire'nin çözümü, optik algılayıcıları, çok kısa sürede kapanabilen bir "göz kapağı" ile korumak. Göz kapağı, indiyum-kalay oksitten yapılmış saydam elektrotların bir cam tabakaya iliştirilmesiyle yapılıyor. Her saydam elektrot, ışığa geçirgen olmayan



bir başka elektroda bir kenarından iliştiriliyor. Geçirgen olmayan elektrotlar, özel bir polimerle kaplanıyor. Daha sonra, 400 dereceye ısıtılan tabaka, soğuduğunda, polimerin büzüşmesiyle "açık" konuma geliyor. Kapakları kapatmak içinse, elektrostatik etkiden yararlanılıyor. Yani, kapağı oluşturan ışık geçirmeyen elektrotlarla yüzeydeki saydam elektrotlara zıt gerilim uygulandığında, birbirlerini çekiyorlar ve kapaklar kapanıyor. Gerilim kesildiğinde, kapaklar yeniden açık konuma dönüyor. Yapılan testler, kapakların saniyede yaklaşık 4000 kez kapanıp açılabildiğini gösteriyor.

New Scientist, 18 Mart, 2000

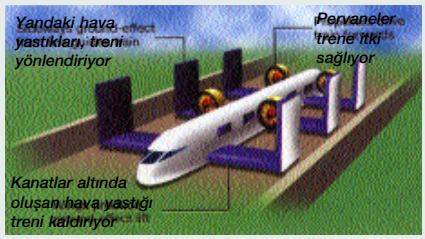
Uçan Trenle Az Yakıt, Temiz Çevre



Japon mühendislerce denemeleri yapılan yeni bir uçan tren, hızlı bir yolculuğun yanı sıra önemli ölçüde enerji tasarrufu ve daha temiz bir çevre vaat ediyor. Japonlar, daha önce de manyetik itimle raylara dokunmadan havada yol alan bir hızlı tren geliştirmişlerdi. Ancak "Aerotrain" (hava treni) diye adlandırılan yeni tasarım, uçaklar gibi kanat altındaki havanın basıncından yararlanıyor. Üstelik manyetik itim yöntemine oranla dört kat daha az bir enerji gerektiriyor.

Yeni trene esin sağlayan, uçan cisimlerin yere yaklaştıkça altlarında yüksek basınçlı bir hava yastığı oluşması. Bu durumda, rüzgar direncinin ötesinde herhangi bir sürtünmeyle karşılaşmadan yol alabilen tren, çok daha az yakıt tüketiyor. Hava treninin 8.1 metre boyundaki araştırma modelinin deneyleri, Tohoku Üniversitesi Akışkan Bilimi Enstitüsü'nde gerçekleştirildi. Aracın ön ve arkasında birer çift kanat ve bunların ucunda da dikey kanatçıklar bulunuyor. Modele henüz motor takılmamış. Kenarları yükseltilmiş özel yolunda bir kamyon tarafından itiliyor. Aracın hızı saatte 50 km'yi bulunca, kanatları altında oluşan hava yastığının etkisiyle havalanıyor. Aynı hava yastığı dikey kanatçıklarıyla pistin duvarı arasında da oluştuğundan, araç neredeyse hiç bir komuta gerekmeden kendi kendine yol alıyor. Araştırma projesini yöneten Yasuaki Kohama, Rusların aynı etkiden yararlanarak geliştirdikleri deniz araçlarını incelemiş. Araştırmacı, denizde yol alan araçların, dalgalardan korunabilmek için hava yastığının optimal düzeyde olacağı yüksekliğe inemediklerini, karada aynı sorun olmayacağı için de hava treninin yerin 5-10 cm üzerinde yol alabileceğini söylüyor.

Kohama, bir sonraki adımın, trenin havalanması için ulaşması gereken hızı düşürmek olduğunu söylüyor. Bu da sürtünmeyi ve enerji tüketimini azaltacak. Daha az enerjiyse daha az kirlilik demek. Hedef, yeni trenle atmosfere verilecek karbondioksit miktarını, her yolcu için kilometre başına 3.6 grama düşürmek. Bu oran, manyetik itimli trenlerde 12.2 gram. Manyetik hava trenleri, özel yolları boyunca döşenmiş elektromıknatıslar gerektiriyor ve yüksek yakıt tüketimine sahip. Hava yastıklı trense, öyle az enerji kullanacak ki, ilerideki yıllarda üzerine yerleştirilecek güneş panelleri ya da yol boyunca döşenecek rüzgar türbinleriyle hareket edebilecek.



Kohama ve ekibi, şimdi üç çift kanadı ve iki çift pervanesi olan hareketli bir model yapmaya hazırlanıyorlar. Bu düzenekle aracın saate 150 km hıza erişmesi bekleniyor. Sonraki aşama, saatte 300 km hızla yol alacak altı kişilik bir model. Son hedefse, 2020 yılına kadar 335 yolcuyu saate 500 km hızla taşıyacak bir araç.

New Scientist, 11 Mart 2000

Plastik Tank

İngiliz askeri tasarımcılar, geçtiğimiz ay plastik ve cam elyafından yapılmış hafif ve çevik bir savaş tankının tanıtımını yaptılar. Devrimci tasarımda yeni malzemeler kullanılmış. Bunlar, tank gövdelerinde şimdiye değin kullanılan çelik ve alüminyumun yerini alıyor.

Yeni tank, sıradan benzerlerine göre yüzde 10 daha hafif. Bu nedenle oldukça hızlı. Ancak, askeri uzmanlara göre, ağır silahlara dayanıklı olabilmesi için gene de çelik bir zırhla kaplanması gerekiyor. Tasarımı geliştiren Savunma Değerlendirme ve Araştırma Dairesi (DERA) yetkilileri, plastik tankın çok daha sessiz çalıştığını da vurguluyorlar. Bu da sürücü ve mürettebat için ek konfor anlamına geliyor. Ancak DERA araştırmacılarının, ilerideki yıllar için daha büyük bir amaçları var: Tankı, özellikle uçaklara ve helikopterlere karşı olabildiğince görünmez kılmak. Bunun için de plastik gövdeye dökme kalıplarla radar sinyallerini dağıtıcı yapılar yerleştirmeyi planlıyorlar.



New Scientist, 18 Mart 2000

Cyborg Hücre

Cyborg sözcüğünün anlamı, biyoloji ile metal mühendisliğinin ve elektroniğin evliliği. Bu tür düzenekler, beyin, göz, kas, kemik nakillerinde kullanılmaya başlandı bile. Son olarak, California Üniversitesi araştırmacıları, canlı bir insan hücresini bir bilgisayar yongasıyla birleştirdiler. Araştırmacılar böylece istedikleri ilacı hücre içine kolayca sokabilmeyi umuyorlar. Ancak sorun, doğru voltajı uygulayabilmek. Ekip, sorunu çözmek için hücreyi çip üzerinde iki iletken çözelti arasına yerleştirmiş. Böylece, delikler açıldığında ortaya çıkan voltaj değişimini ölçerek optimal düzeyi belirlenebiliyor. Ekip, geliştirilen yongaların insan bedenine yerleştirilerek hastalıklı hücrelerin kontrolünü sağlayacağına inanıyor.

New Scientist, 11 Mart 2000



Ay'da Gezinti

Geçtiğimiz ay başladığımız gezintimizde, Ay'ın yeniaydan ilkdördüne kadar olan evrelerinde gözlenebilecek denizleri tanımıştık. Bu ay, yine aynı evrelerde gözleyebileceğimiz bazı belirgin kraterleri ve dağları tanıyacağız. Önümüzdeki aylarda, son dördün – yeniay evreleri arasında gözlenebilecek yüzey şekillerine değineceğiz.

Kraterler

Thales: Yüzeyin kuzeyinde yer alan krater, dolunayda ya da dolunaya yakın evrelerde gözlendiğinde parlaklığıyla dikkati çeker.

Endymion: Ay yüzeyinde en kolay seçilen kraterlerden biri. Karanlık tabanıyla dikkat çekiyor.

Aristoteles: Soğuk Deniz'in güneyinde yer alan bu krater, Ay'daki en belirgin kraterlerden biri. Kraterin kenar duvarlarının yüksekliği, tabandan 4000 metre. Aristoteles'in çapı yaklaşık 88 km.

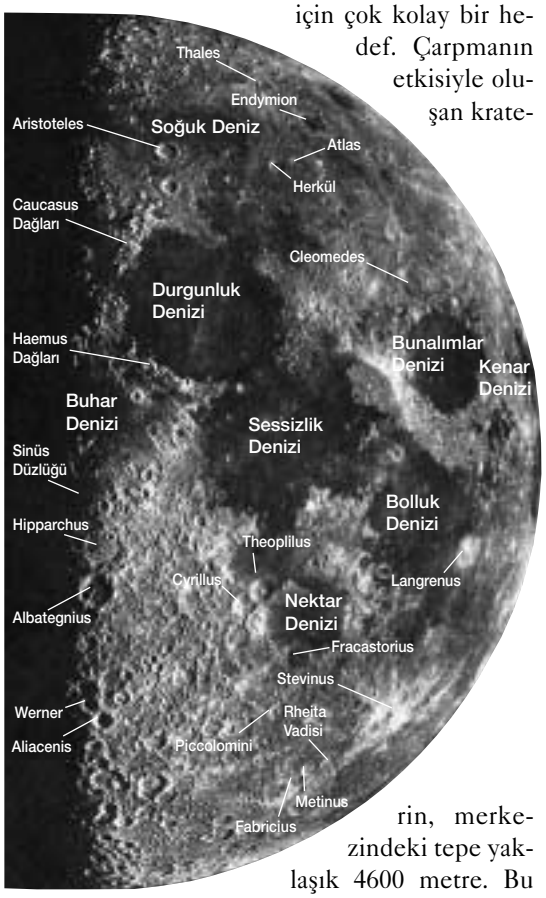
Atlas ve Herkül: 87 km çaplı Atlas ve ondan biraz daha küçük olan ve batısında yer alan Herkül, güzel bir ikili oluşturuyorlar. İkili, en iyi hilâl ve ilkdördün evreleri arasında gözlenebilir.

Cleomedes: Bu krater gece ile gündüzü ayıran sınıra yakın olduğunda yüzeydeki en belirgin kraterlerden birisi. Krateri görebilmek için, Bunalımlar Denizi'nin kuzeyine bakmak gerekiyor.

Hipparchus: Albategnius'un hemen üzerinde yer alan bu büyük krater, ondan biraz daha büyük olmasına karşılık, daha az belirgindir. Hipparchus, eski bir krater olduğundan, üzerinde pek çok küçük krater bulunuyor.

Cyrillus ve Theophilus: İkili, Nektar Denizi'nin batısında yer alıyor. Cyrillus, çok eski bir krater. Bu nedenle, onun üzerinde başka kraterler de bulunuyor. Bunlardan en belirgin olanı, yaklaşık onunla aynı büyüklükteki Theophillus.

Albategnius: 130 km çapındaki krater, dürbünlü gözlemciler için çok kolay bir hedef. Çarpmanın etkisiyle oluşan kraterin, merkezindeki tepe yaklaşık 4600 metre. Bu tepe, oldukça belirgin olduğundan, dürbün ya da küçük bir teleskopla kolaylıkla seçilebilir.



Langrenus: Bolluk Denizi'nin güneybatı kenarında yer alan bu krater, çoğu kraterin aksine, ilkdördünle dolunay evreleri arasındaki evrelerde en iyi görünür. Güneş, bu kraterin üzerinde yükseldiğinde, krater, sanki ateş almış gibi parlar.

Aliacenis ve Werner: Bu iki krater, ilkdördün evresinde, tam gece – gündüz sınırında yer alıyorlar. Bu evrede çok belirgin olan kraterler, ilerleyen günlerde Güneş'in burada yükselmesiyle zor seçilir oluyor.

Fracastorius: Yaklaşık 120 km çaplı bu büyük krater, Nektar Denizi'nin kenarında bir körfeze benzer. Kraterin kuzey duvarı, Nektar Denizini de dolduran lavların altında kalmıştır. Bu krater, bu bakımdan, türünün en iyi örneklerinden biridir.

Piccolomini: Yeniaydan yaklaşık dört gün sonra aydınlanan krater, ilkdördüne kadar gözlem için iyi durumdadır. 86 km çaplı Piccolomini'yi gözlemek için, basit bir dürbün yeterli ancak, merkezindeki tepeyi görebilmek için, en azından 10 kez büyüten bir dürbün gerekiyor.

Stevinus: Yeniaydan yaklaşık üç gün sonra, Güneş ışınları bu krateri aydınlatmaya başlar. Bundan birkaç gün sonraysa, ışık kratere biraz daha dik gelmeye başladığında, çevresinde çarpışmanın etkisiyle oluşmuş ışınlar belirginleşir.

Fabricius ve Metinus: Ay'ın güneyinde yer alan iki krater birbirine bitişik konumda. Biri 85, öteki 77 km çaplı kraterler, basit bir dürbünle kolaylıkla görülebilir. Daha yüksek büyültmeli dürbün ya da teleskopla bakıldığında, Fabricius'un tabanındaki tepe oldukça belirgindir. Metinus'un tabanıysa Fabricius'unkine göre daha düzdür.

Dağlar ve Öteki Yüzey Şekilleri

Caucasus Dağları: Durgunluk Denizi'yle, İmbrium Denizini ayıran

dağlardır. "Deniz seviyesinden" yüksekliği, en yüksek tepelerde, 5800 metreyi bulur. Bu dağlar, özellikle gece-gündüz sınırındayken çok etkileyici görünürler.

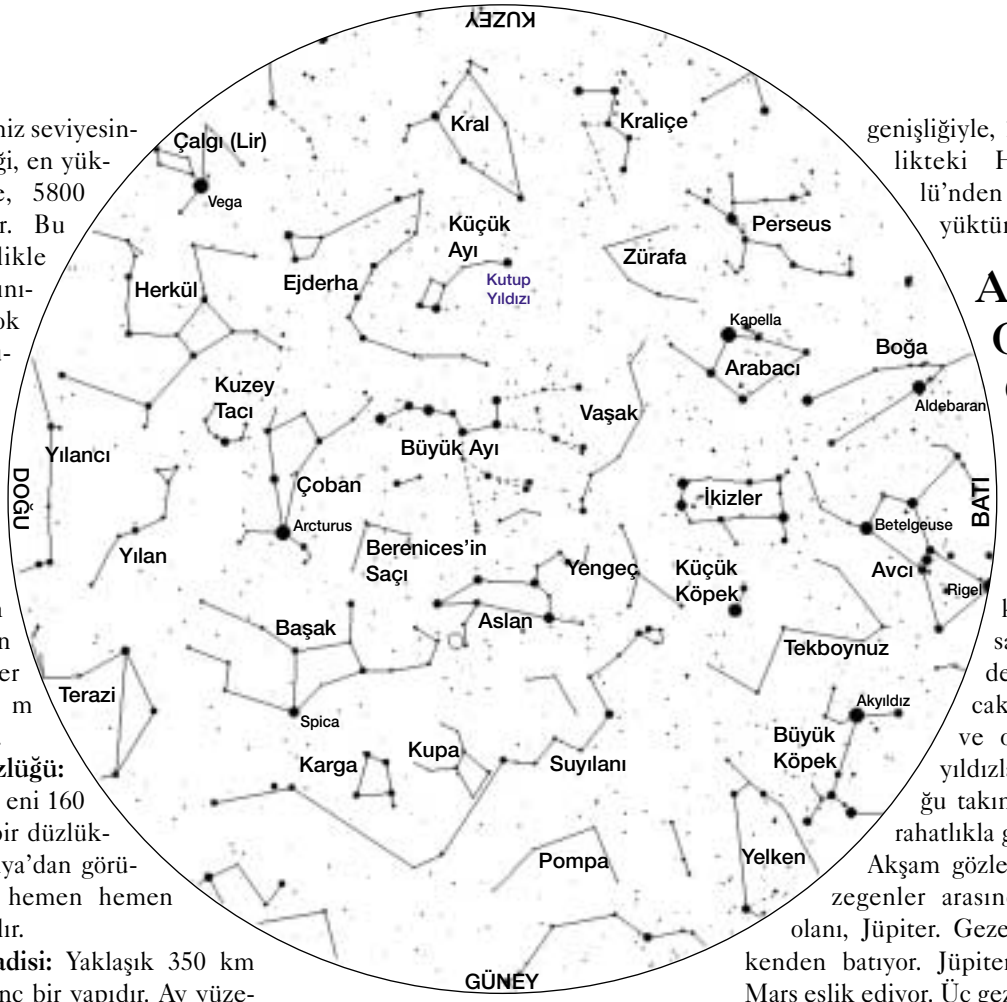
Haemus Dağları: Sessizlik Denizi'nin güneyinde yer alan pek de ilgi çekmeyen dağlardır. En yüksek tepeler yaklaşık 3500 m yüksekliktedir.

Sinüs Düzlüğü: Uzunluğu 320, eni 160 km olan oval bir düzlüktür. Ay'ın Dünya'dan görünen yüzünün hemen hemen ortasında yer alır.

Rheita Vadisi: Yaklaşık 350 km uzunlukta, ilginç bir yapıdır. Ay yüzeyinde, büyük bir yırtığı andırır. Gözlem için en uygun olduğu dönem, Güneş'in henüz vadinin dibini tam aydınlatmadığı, hilâlden ilkdördüne kadar olan evrelerdir.

Lacus Somniorum (Hayaller Gölü): Durgunluk Denizi'nin kuzeydoğusunda yer alan bir körfezi andırır. Durgunluk Denizi'yle karşılaştırıldığında, biraz daha aydınlık görünür.

Lacus Mortis (Ölüler Gölü): Hayaller Gölü'nün kuzeyinde yer alır ve onun devamı gibidir. Yaklaşık 160 km genişliğiyle, 150 km genişlikteki Hayaller Gölü'nden biraz daha büyüktür.



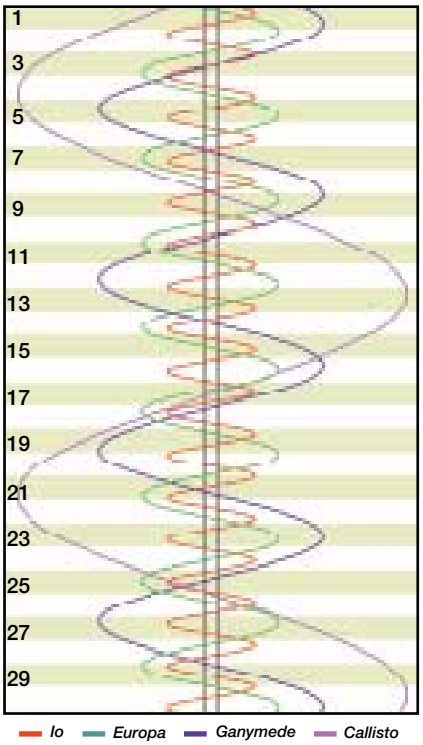
15 Nisan 2000 Saat 22[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

Ayın Gök Olayları

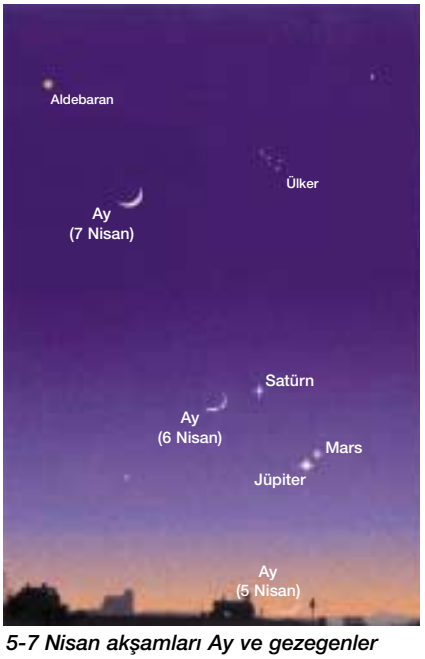
Yaz takımyıldızları gökyüzünde giderek yükselirken, kış takımyıldızlarıysa artık erkenden batıyor. Ancak, kış üçgeni ve onu oluşturan yıldızların bulunduğu takımyıldızlar hala rahatlıkla gözlenebiliyor. Akşam gözlenebilecek gezegenler arasında en parlak olanı, Jüpiter. Gezegen, artık erkenden batıyor. Jüpiter'e Satürn ve Mars eşlik ediyor. Üç gezegen, ayın ortalarına doğru, birbirlerine iyice yaklaşacaklar. Üç gezegen de yaklaşık 5° çaplı bir alanın içinde olacak.

Ay, 4 Nisan'da yeniay, 11 Nisan'da ilkdördün, 18 Nisan'da dolunay ve 26 Nisan'da sondördün evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu



Nisan ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak adlandırılan dört büyük uydusu'nun Jüpiter'e göre konumları.



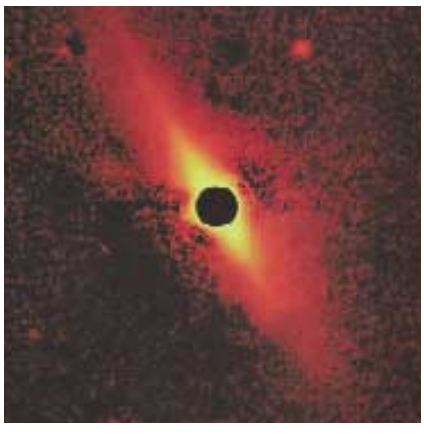
5-7 Nisan akşamları Ay ve gezegenler



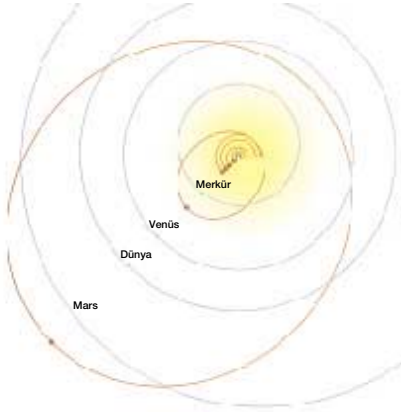
10 Nisan akşamı gezegenler

Güneş Dışı Gezegenler

Dünya dışı akıllı varlıklardan ses duymak isteyenler heyecan içinde. SETI'nin radyoteleskoplarla yürüttüğü elektronik sinyal avının yanı sıra, gezegen avcıları da optik teleskoplarla gezegen yakalamaya çalışıyorlar. SETI araştırmacılarının yaşamı fazla renkli değil. Yaptıkları, masaları başında süper bilgisayarların analiz sonuçlarını sabırla incelemek. Oysa ileri teknoloji sahibi uzaylı kardeşlerimizi duymak değil de, olası evlerini "görmek" isteyenlerin yürüttüğü av daha heyecanlı. Üstelik oldukça da bereketli. Güneş sistemimiz gibi öteki yıldızlar da kütleçekiminin etkisiyle çöküp disk biçimini alan bir gaz ve toz bulutunun merkezinde doğuyorlar. Dünyamız ve kardeş gezegenlerimiz de işte bu diskin içinde uzun ve şiddetli bir süreç içinde geliştiler. Aslında gökbilimciler daha önce de bu diskleri genç, ya da henüz oluşma sürecindeki yıldızların çevresinde gözlemişlerdi. İlk kez 1984 yılında görece genç ve sıcak bir yıldız olan Vega (A türü, 26,4 ışık yılı uzaklıkta) çevresinde gözlenen toz diski daha sonra yakınlardaki 100 kadar yıldızın çevresinde de gözlendi. Ancak gezegenlerin bu disk içinde oluşmak için fazlaca da zamanları yok. Uluslararası bir gökbilim ekibince 84 yıldız üzerinde yapılan bir araştırma, 400 milyon yıldan daha genç yıldızların %60'ının toz disklerine sahip olduğunu, yaşları 1 milyar yılı aşan yıldızlardaysa bu oranın %10'a düştüğünü ortaya koydu. Sonuç: Bir gaz ve toz diskinin ömrü, yalnızca 300-400 milyon yıl. Daha sonra toz diski çeşitli öğelerin etkileşimiyle dağılıyor. Disk içindeki toz zerrecikleri, başka zerreciklerle çarpışarak iyice ufalıyor. En küçükleri yıldızdan gelen ışınım basıncıyla uzaya atılıyor. Daha büyükleriyse, yıldız ışığıyla etkileşim sonucu sarmal hareketlerle yavaş yavaş yıldızın içine düşüyorlar. Disk içinde oluşmaya başlayan gezegen adayları ve oluşmuş gezegenler de, kütleçekimleriyle bunları ya yıldızlararası uzaya, ya da yıldızın içine atıyorlar. O halde, yıldız çevresindeki toz disklerinin görece hızlı bir biçimde yok olmasının önemli bir ne-



Beta Pictoris, yakınımızdaki yıldızlar arasında en parlak ve en geniş toz diskine sahip olan yıldız. Disk, merkezdeki yıldızın maskelenmesiyle gözlenebilmiş. Diskin yarıçapı 1300 astronomik birime kadar uzanıyor. 60 ışık yılı uzaklıktaki yıldız, yalnızca 20 milyon yaşında (solda)



Güneş sistemi dışındaki gezegenler, genellikle yıldızlarına çok yakın yörüngelerde dönen gaz devleri (sağda). Karşılaştırmak için iç Güneş sistemindeki gezegenlerin dairesel yörüngeleri siyah çizgiyle gösteriliyor.



deni, gezegenlerin varlığı. Bu da Güneş sistemi dışında gezegen arayışlarına ek bir güçlük getiriyor. Gezegenleri arayan teleskopların, mutlaka gezegen yatağı olabilecek toz disklerine sahip çok genç yıldızlara çevrilmesi gerekmiyor. Tozdan kurtulmuş olgun yıldızlar da, hatta belki daha da büyük bir olasılıkla, gezegen sistemlerine sahip olabilirler.

Bu güçlük, gökbilimcilerin sabrı ve geliştirilen yaratıcı bir teknikle aşılabildi. Son yıllarda disklerin içinde ya da ergin yıldızların çevresinde saklanan gezegenler birer birer ortaya çıkarılmaya başlandı. İlk gezegen adayı 1995 yılı ekim ayında, 50 ışık yılı uzağımızdaki 51 Pegasi yıldızının çevresinde belirlendi. Araştırmacılar, gezegenin yaklaşık Jüpiter büyüklüğünde, ama yıldız çevresindeki yörüngesinin, bizim Merkür'ün Güneş'e olan uzaklığından sekiz kat daha yakın olduğunu belirlediler. Elbette bu yakınlıktaki gezegen, cehennem gibi sıcak olmalı. O günden bu yana keşfedilen yeni gezegenlerin sayısıda hızla arttı. Teleskopların ayna çaplarının giderek artması, ve milyonlarca yıldızın aynı anda gözlenmesini sağlayan bilgisayar programları sayesinde son yıllarda gezegen keşiflerinde bir patlama yaşandı. Bu gün neredeyse gün geçmiyor ki, Güneşimize yakın yıldızların çevresinde dönen bir gezegen bulunmasın. Hatta Güneş sistemimizde olduğu gibi, çevresinde birden çok gezegenden oluşan bir yıldız bile belirlendi. Gezegen avı, birbirine rakip iki ayrı grupça sürdürülüyor. Birincisi, Geoffrey Marcy ve R. Paul Butler adlı iki Amerikalı gökbilimcinin yönettiği bir ekip. İkinci grubuysa, Didier Queloz ve Michel Mayor adlı İsviçreli gökbilimciler yönetiyor. İki grubun kullandığı yöntem de, gezegenlerin kütleçekimleriyle ana yıldızın hareketinde küçük ama ölçülebilir

Su Bulutlu Gezegenler

Bunlar, şimdiye değin keşfedilen gaz gezegenler arasında en soğukları ve Güneş sistemimizdekilere en çok benzeyenleri. Bunlar içinde bazıları, sıvı suyun oluşabildiği yaşam kuşağı içinde bulunuyorsa da, hiçbirinin yaşamı destekleyebileceği sanılmıyor. Ancak, eğer varsa uyduları üzerinde yaşam olabilir. Jupiter gibi bu gezegenlerin atmosferlerinin de üç bulut katmanından oluştuğu düşünülüyor: Atmosferin en üstünde amonyum sülfat katmanı, daha sonra amonyak bulutlarından oluşan bir ara katman ve daha altta da su, su buharı ve buzdan oluşan bulutlar. Bu bulutların gezegen atmosferlerini Venüs'ünki kadar yansıtıcı yapabileceği sanılıyor. Bulut katmanları arasında kuşaklar, rüzgârlar, siklon ve antisiklon sistemleri biçiminde karışımlar olabilir.

Gliese 876
Yeri: Kova takımyıldızı;
Dünya'ya uzaklığı: 15 ışık yılı
Kütlesi: 670 Dünya
Yılı: 60.85 gün
Yıldızına uzaklığı: 32 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -93 °C
Keşif tarihi: 22 Haziran 1998
Bu yıldız, bir gezegene sahip olan Güneş'e en yakın yıldız. Ancak, bir kırızı cüce olan Gliese 876, Güneş'ten 2800 derece daha soğuk, 100 kat daha soluk ve kütlesi Güneş kütlesinin 1/3'ü. Gezegeni yaşam kuşağında bulunuyor

HD134987
Yeri: Libra takımyıldızı;
Dünya'ya uzaklığı: 82 ışık yılı
Kütlesi: 334 Dünya
Yılı: 259,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 120 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 42 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999
Yaşam kuşağında yer alıyor.

HD210277
Yeri Kova Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 69 ışık yılı
Kütlesi: 391 Dünya
Yılı: 436,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 173 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -23 °C
Keşif tarihi: 9 Eylül 1998
Gezegenin yörüngesi, uzaklık ve periyot açısından Dünya'nınkini andırıyor; ancak büyük ölçüde eliptik.

16 Cygni B
Yeri Kuğu Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 70 ışık yılı
Kütlesi: 483 Dünya
Yılı: 804 gün
Yıldızına uzaklığı: 256 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -83 °C
Keşif tarihi: Ekim 1996
Gezegenin yıldızı 16 Cygni B, kendisinden biraz daha büyük olan 16 Cygni A yıldızının çevresinde dönüyor.

47 Ursae Majoris
Yeri Büyükayı Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 46 ışık yılı
Kütlesi: 760 Dünya
Yılı: 1088 gün
Yıldızına uzaklığı: 320milyon km
Yüzey sıcaklığı: -83 °C
Keşif tarihi: 17 Ocak 1996
Yaşam kuşağında yer alan soğuk bir dünya olabilir. SETİ çerçevesinde radyo sinyalleri için taranıyor.

HD209458
Yeri: Kanatlıat Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 153 ışık yılı
Kütlesi: 200 Dünya
Yılı: 3,52 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,72 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1037 °C Keşif tarihi: 12 Aralık 1999
Yıldızı önünden geçerken görülen ilk gezegen

HD10697
Yeri: Balık takımyıldızı;
Dünya'ya uzaklığı: 100 ışık yılı
Kütlesi: 2020 Dünya
Yılı: 1072,3 gün
Yıldızına uzaklığı: 315,2 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -9 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999

HD37124
Yeri: Boğa takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 108 ışık yılı
Kütlesi: 331 Dünya
Yılı: 155,7 gün
Yıldızına uzaklığı: 81,6 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 54 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999, Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen ancak, Dünya'dakine yakın bir sıcaklıkta

Iota Horologii
Yeri: Saat takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 56 ışık yılı
Kütlesi: 718 Dünya
Yılı: 320 gün
Yıldızına uzaklığı: 138 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -23 °C
Keşif tarihi: 29 Haziran 1999
Yaklaşık bir milyar yaşındaki yıldız, gezegeni olanların bilinen en genci. Gezegen yaşam kuşağında yer alıyor aylaranda yaşama uygun sıcaklıklar ve sıvı su bulunabilir.

HD177830
Yeri: Tilkicik takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 192 ışık yılı
Kütlesi: 388 Dünya
Yılı: 391,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 160 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 88 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999
Gezegen yaşam kuşağında

HD222582
Yeri: Kova takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 137 ışık yılı
Kütlesi: 1680 Dünya
Yılı: 575,8 gün
Yıldızına uzaklığı: 200 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -39 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999
Bilinenler arasında en eliptik yörüngeye sahip gezegen.

14 Herculis
Yeri: Herkül takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 59 ışık yılı
Kütlesi: 1000 Dünya
Yılı: 1607 gün
Yıldızına uzaklığı: 368 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -143 °C
Keşif tarihi: 6 Temmuz 1998
Bilinen en uzun yıla sahip gezegen.
Yüzey sıcaklığı Jüpiterinkine eşit olabilir.



Fırınlar

Kendi gezegen sistemimizde Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gibi gaz devleri, yıldızımıza uzak ve çok düşük yüzey sıcaklıklarına sahip bulunuyorlar. Güneş dışındaysa işler tersine gibi görünüyor: Sıcak gaz devleri, ana yıldızlarına olağanüstü yakınlıktaki yörüngelerde bulunuyor. "Fırınlar" diye adlandırılan gruba giren bazıları, yıldızlara yalnızca üç beş milyon km uzaklıkta. Bu yakınlıkta yıldızın kütleçekimi öylesine güçlü oluyor ki, bir yüzü sürekli olarak yıldıza bakıp pişiyor. Bu gezegenler birer cehennemi andırıyor. Yüzey sıcaklıkları 1400 derece. Şiddetli morötesi, kızılötesi ve parçacık radyasyon bu gezegenlerin atmosferlerini ısıtıyor. Göğün manzarası, Dünya'dakinden çok farklı. Silikatlardan oluşan bulutlardan kum taneleri ve erimiş demir yağmurları yağıyor. Gezegen içlerindeki çok büyük basınç ve sıcaklık, hidrojeni metal hale getiriyor ve ısı dolanımı (konveksiyon) büyük manyetik alanlar yaratıyor.

51 Pegasi
Yeri: Kanatlıat takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 50 ışık yılı
Kütlesi: 140 Dünya
Yılı: 4,23 gün
Yıldızına uzaklığı: 8 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 850 °C
Keşif tarihi: 6 Ekim 1995
Güneş sistemi dışında keşfedilen ilk gezegen.

Tau Boötis
Yeri: Çoban takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 50 ışık yılı
Kütlesi: 1230 Dünya
Yılı: 3,31 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,88 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1200 °C
Keşif tarihi: 14 Haziran 1996
"Fırın" grubundaki gezegenlerin en büyüğü ve olası en sıcağı. Gezegenin yıldızı, Güneş'ten 3 kat daha parlak.

HD187123
Yeri: Kuğu takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 156 ışık yılı
Kütlesi: 150 Dünya
Yılı: 3,097 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,24 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1054°C
Keşif tarihi: 9 Eylül 1998
En hızlı yörünge periyotlu gezegen. Güneş'e benzeyen yıldızının çok yakınında dönüyor. Gökbilimciler bu yıldız çevresinde ikinci bir gezegen olabileceğini düşünüyorlar.

HD75289
Yeri: Yelken takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 95 ışık yılı
Kütlesi: 130 Dünya
Yılı: 3,51 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,88 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1115°C
Keşif tarihi: 1 Şubat 1999
Güneş sistemi dışındaki gezegenlerden bilinen en hafifi. Yıldızı, metalce Güneş'ten daha zengin.

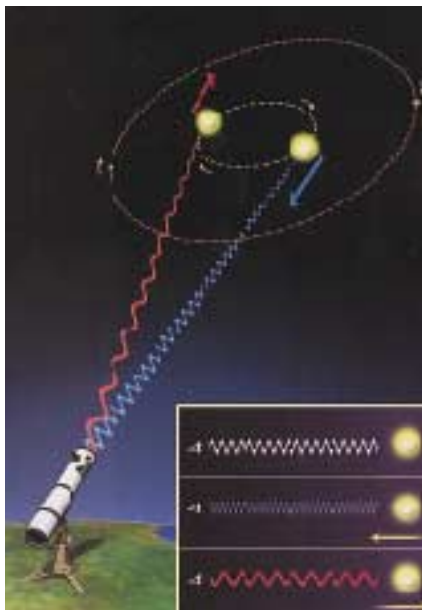
HD217107
Yeri: Balık takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 64 ışık yılı
Kütlesi: 404 Dünya
Yılı: 7,12 gün
Yıldızına uzaklığı: 11 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 675°C
Keşif tarihi: 10 Ekim 1998
Jüpiter'in 4 katı büyüklüğünde ikinci bir gezegenin de aynı yıldız çevresinde dönüyor olabileceği düşünülüyor.

salınımları izlemek. Basit anlatımıyla olan, yıldızın, gezegeniyle arasındaki kütleçekimsel etkileşim nedeniyle belirli aralıklarla Dünya'ya yaklaşıyor, ya da uzaklaşıyor gibi görünmesi. Doppler etkisi nedeniyle bu yakınlaşma ve uzaklaşma, yıldızın ışığında kırmızı ya da maviye kayma biçiminde ortaya çıkıyor. Tabii ki yüzlerce trilyon kilometre uzaklıktaki yıldızlardan gelen ışıkta böylesine ufak değişimleri izlemek son derece güç. Ancak spektroskopi (tayf ölçme) teknikleri ve araçlarında sağlanan olağanüstü gelişme sayesinde gökbilimciler bir yıldızın hareketindeki en küçük değişimi bile saptayabiliyorlar, hatta bu teknikle gezegenin yıldıza olan uzaklığını, dönme hızını ve sıcaklığını bile belirleyebiliyorlar.

Gene de, tekniğin mükemmelliğine karşın sağlanan veriler, gezegenlerin varlığı konusunda ancak dolaylı bir kanıt oluşturuyordu. Yıldız ışığında (dolayısıyla hareketinde) ortaya çıkan değişime gezegenlerin yol açtığı konusundaki son kuşkular da geçen yıl sonlarında elde edilen ilk doğrudan kanıtlarla ortadan kalktı. Gene Geoffrey Marcy'nin yönettiği bir ekip, Kanatlı At (Pegasus) takımyıldızında HD209458 diye tanınan bir yıldızın önünden geçen gezegenin, Dünya üzerine düşen çok küçük gölgesini belirledi. Başka bir deyişle bu, yıldızın ışığında gezegenin geçişi sırasında meydana gelen çok küçük bir azalma. Gökbilimciler, gezegenin kütlesinin, Dünya'nınkinin 200 katı olduğunu hesapladılar. Gezegenin varlığına kanıt, gökbilim ekibinin önceden belirlediği anda ışıktaki bu azalmanın gözlenebilmiş olması. Daha da doğrudan bir kanıt, bir ay sonra İngiliz gökbilimcilerce ortaya çıkarıldı. Ekip Çoban takımyıldızındaki Tau Bootis çevresinde dönen sıcak bir gaz gezegeninin yüzeyinden yansıyan ışığı gözlemlediler.

Sonuç olarak, Güneş Sisteminin dışında saptanan gezegenlerin sayısı, bu yılın başında 29'u buldu. Daha önemlisi, bunlardan bazıları, ne fazla sıcak, ne de fazla soğuk olan ve "yaşam kuşağı" denen bir bölge içinde yer alıyorlar. Gökbilimciler, daha birçok tek gezegen ve güneş sistemi adayı üzerinde çalışmalarını sürdürüyorlar. Bütün bunlar, Güneş'in hemen yakınlarında, çok küçük bir alan içinde bulundu. Bu durumda, yalnızca kendi gökadamız Samanyolu'nda en az 100 milyar yıldız bulunduğuna ve evrende de en az 100 milyar gökada bulunduğuna göre milyarlarca yıldızın çevresinde milyarlarca gezegenin dönmesi, ve bunların en azından bazılarında yaşam barındıracak koşulların bulunması, bunların bir bölümünde de yaşamın, akıllı uygarlıklara kadar gelişmesi gerekmez mi?

Ancak gökbilimciler, Dünya benzeri gezegen bulma umudunu korumakla birlikte, yaşamın, hele akıllı uygarlıkların ortaya çıkıp gelişmesi için çok özel koşulların bir araya gelmesi gerektiğini vurguluyorlar. Yıldızlar, "O" ve "B" sınıfı sıcak mavi yıldızlardan başlayarak, kütleleri ve buna bağlı olarak da yüzey sıcaklıkları giderek



Gezegen avcıları, avlarını uzak yıldızlarca yayılan ışıktaki çok küçük değişimleri izleyerek saptıyorlar. Yıldızı çevresinde dönen bir gezegenin kütleçekimi, yıldızda küçük bir yalpalamaya yol açar. Yıldız Dünya'ya doğru yalpalandığında, yaydığı ışık dalgaları akordiyon gibi sıkışarak daha kısa mavi dalga boylarına doğru kayar. Buna "Doppler Kayması" denir. Yıldız ters yöne yalpa yaptığında ışığı, daha uzun kırmızı dalga boylarına kayar. Bu etkiyle gökbilimciler gezegenin yıldız çevresindeki yörünge periyodunu, gezegenin uzaklığını, minimum kütlesini ve sıcaklığını hesaplayabilirler. Jüpiter'in çekimi, Güneşimizin dönmesini ancak saatte 27 km kadar frenleyebilir. Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen bir yıldızdan gelen ışığı ancak 10 milyonda bir oranında sıkıştırıp genişletebilir.

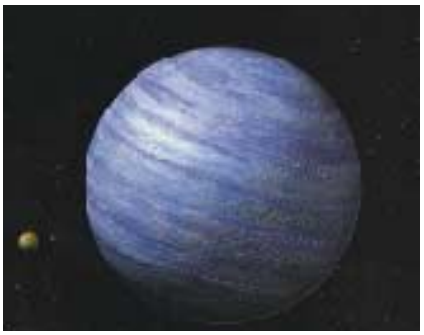
azalan "A" (beyaz), "F" (sarı-beyaz) "G" (sarı), "K" (turuncu) ve M (kırmızı) diye belirlenen sınıflara ayrılıyorlar. Her sınıf içindeki yıldız da, daha küçük kütle ve sıcaklık farklarına göre 10 alt gruba bölünüyor. Güneş, G-2 sınıfından sarı bir yıldız. Yüzey sıcaklığı yaklaşık 5500 derece. Orta büyüklükte sayılmasına karşılık gene de Samanyolu içinde sarı yıldızların oranı yüzde 4 kadar. Mavi, beyaz ve sarı-beyaz yıldızlarsa, hep birlikte gökada nüfusunun yalnızca yüzde 1'ini oluşturuyorlar. Geri kalanlarsa, turuncu (%15) ve kırmızı (%70) yıldızlar. Mavi yıldızlar, büyük kütleli olduklarından, kütleçekimini dengeleyebilmek için merkezlerindeki çekirdek tepkimelerinin basıncı da o ölçüde büyük olmak zorunda. Bu nedenle yakıtlarını çok çabuk tüketiyorlar; birkaç milyon yıl içinde ömürlerini süpernova patlamalarıyla noktalayıp ya 20-30 km çapında son derece yoğun nötron yıldızı, ya da yakınlarındaki ışığı bile hapsedecek ölçüde güçlü kütleçekimine sahip karadelik haline geliyorlar. Bu tür yıldızlar, daha gençliklerinde bile çok güçlü rüzgârlarla çevrelerindeki diski kısa sürede dağıttıklarından etraflarında gezegen oluşamıyor. Öteki gruptaki yıldızların ömürleri daha uzun. Beyaz yıldızların yaklaşık 1 milyar yıl, Güneş benzeri sarı yıldızların 10 milyar, kırmızı yıldızlarınsa birkaç trilyon yıla kadar varabiliyor. Bu yıldızlar, merkezlerindeki hidrojen yakıtını tüketince, önce helyum, ve daha sonra oluşturdukları daha ağır elementleri, soğan kabuğu gibi giderek dışa doğru yükselen katmanlarda yakarak ısınıyorlar ve genişleyerek kırmızı dev haline gelip yakınlarındaki gezegenleri yutuyorlar. Örneğin bizim yıldızımız Güneş, yaklaşık 4.5 milyar yıl sonra kırmızı dev haline geldiğinde, Dünyamız yıldızın içine girip buharlaşacak. O halde yaşam için gezegenlerin doğru yıldızın (yeterince sıcak, kararlı, kırmızı dev evresine gelmemiş, yeterince uzun ömürlü) çevresinde, yaşam için önemli sıvı su için uygun sıcaklığın oluşabileceği yeterli bir uzaklıkta dönmesi gerekiyor.

Güneş çevresinde saptanan gezegenler, istatistiksel olarak umut vermekle birlikte, yaşam için gerekli koşulların yaygınlığı konusunda hiç de iç açıcı bir tablo sunmuyorlar. Bir kere büyük çoğunluğu, Jüpiter'den kat kat büyük gaz devleri. Kimisi yıldızlarına çok yakın, kimisi de hayli uzak yörüngelerde dönüyorlar. Gerçi bunların saptanabilmelerinde önemli bir öğe, yıldızın dönme periyoduna etki yapan büyüklükleri. Peki aynı yıldızın çevresinde, onun hareketine etki edemeyecek kadar küçük başka gezegenler olamaz mı? İşte NASA, Dünya benzeri gezegenler bulabilmek için 2011 yılında uzaya iddialı bir teleskop göndermeye hazırlanıyor. Aslında bir teleskop dizisi demek daha doğru. Karasal Gezegen Kaşifi adıyla tasarlanan araç, bir ana gemiyle, toplam bir futbol sahası kadar alan içinde ana gemiyle bağlantılı dört dev teleskoptan oluşacak. Teleskoplar, eşgüdüm halinde Dünya'dan 50 ışık yılı uzaklığa kadar olan yıldızlara dönecekler, yıldızın güçlü ışığını perdeleyerek çevresindeki olası gezegenlerden yansıyacak küçük ışık noktacıklarını arayacaklar. Teleskopların algıladığı ışık ana gemiye ulaştırılacak ve burada dört teleskoptan sağlanan veri birleştirilerek yüksek çözünürlükte bir görüntü oluşturulacak.

Ancak şimdiye değin saptanan dev gezegenlerin, yıldızlarına olan yakınlığı bir sorun yaratıyor: Bilinen yıldız ve gezegen oluşum modellerine göre bunların bu kadar yakında bulunmamaları gerekiyor. Çünkü gaz ve toz

Açık Gökler

Bu sınıftaki gezegenler, ana yıldızlarına 11 ile 130 milyon km arasında değişen uzaklıktaki yörüngelerde dönüyorlar. Bunların atmosferleri, silikat bulutlar için fazla soğuk, buna karşun su bulutları için de fazla sıcak. Bu gaz devlerindeki yüzey sıcaklıklarının 500 derece ile 110 derece arasında değiştiği düşünülüyor. Kükürt ve klor bileşiklerinden, hatta bildiğimiz tuzdan oluşmuş açık ya da puslu atmosferleri olabilir.



Rho Coronae Borealis
Yeri: Kuzey tacı takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 54 ışık yılı
Kütlesi: 350 Dünya
Yılı: 39,65 gün
Yıldızına uzaklığı: 33,6 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 325°C
Keşif tarihi: 24 Nisan 1997
Bu gezegenin yıldızı Güneş benzeri, ama 10 milyar yaşında bir yıldız.

Gliese 86
Yeri: Irmak takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 36 ışık yılı
Kütlesi: 1600 Dünya
Yılı: 15,83 gün
Yıldızına uzaklığı: 16 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 325°C
Keşif tarihi: 24 Kasım 1998
Gezegen bir ikili yıldız sisteminde bulunuyor. Gliese 86 A adlı, Güneş'ten hafif ve soluk bir yıldızın çevresinde dönüyor.

HD192263
Yeri: Kartal takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 65 ışık yılı
Kütlesi: 250 Dünya
Yılı: 24,36 gün
Yıldızına uzaklığı: 22,4 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 215 °C
Keşif tarihi: 28 Eylül 1999
Yıldızı görece soğuk. Gezegen de, benzer uzaklıktakilere göre soğuk

HD130322
Yeri: Başak takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 97 ışık yılı
Kütlesi: 343 Dünya
Yılı: 10,72 gün
Yıldızına uzaklığı: 13,12 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 475 °C
Keşif tarihi: 6 Eylül 1999, Gezegen güneşine Merkür'den 4 kat daha yakın, ama "fırın" değil. Çünkü yıldızı, Güneş'in yarı parlaklığında.

55 Cancri
Yeri: Yengeç takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 44 ışık yılı
Kütlesi: 600 Dünya
Yılı: 14,7 gün
Yıldızına uzaklığı: 16 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 355 °C
Keşif tarihi: 12 Nisan 1996
Yıldızının büyük bir toz diski var. Diskin çapı milyarlarca kilometre uzunluğunda. 15-20 yıllık yörünge periyodunda, daha büyük ikinci bir gezegenin bulunabileceği düşünülüyor.

70 Virginis
Yeri: Başak takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 59 ışık yılı
Kütlesi: 2100 Dünya
Yılı: 116,7 gün
Yıldızına uzaklığı: 64 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 100 °C
Keşif tarihi: 17 Ocak 1996
Aşırı eliptik yörüngesi nedeniyle yüzey sıcaklığı büyük ölçüde değişkenlik gösteriyor.

HD114762
Yeri: Berenisin saçı takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 91 ışık yılı
Kütlesi: 3500 Dünya
Yılı: 184,02 gün
Yıldızına uzaklığı: 56 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 206 °C
Keşif tarihi: 22 Nisan 1996
Yakın yörüngede böylesine dev bir gezegen, başka gezegenleri olasılık dışı bırakıyor. Varsa bile bunlar, ya uzaya fırlamış, ya da bu dev gezegence yutulmuş olmalı.

HD195019
Yeri: Yunus takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 122 ışık yılı
Kütlesi: 1100 Dünya
Yılı: 18,2 gün
Yıldızına uzaklığı: 20,32 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 398 °C
Keşif tarihi: 10 Ekim 1998
Bu gezegenin yıldızı, neredeyse Güneş'in ikizi.

HD168443
Yeri: Yılan takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 108 ışık yılı
Kütlesi: 1600 Dünya
Yılı: 57,9 gün
Yıldızına uzaklığı: 41,12 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 376 °C
Keşif tarihi: 2 Aralık 1998
Bu gezegenin yıldızı, neredeyse Güneş'in ikizi. Gezegenin, yıldıza en yakın noktası 22,4 milyon, en uzağı da 67,2 milyon km olan aşırı eliptik yörüngesi büyük mevsim değişikliklerine yol açıyor olmalı.



Upsilon Andromedae güneş sistemi, anlaşılan bir istisna. Bilgisayar modellerine göre büyük kütleli 3 gezegen uzun süre aynı yıldızın çevresinde dönemiyor. Yukarıdaki simülasyonda, Jüpiter kütlesinde 3 gezegen güneşlerine 5.0, 7.3, ve 10.2 astronomik birim (1 AB= 150 milyon km) uzaklıkta, yaklaşık aynı düzlemdeki yörüngelerinden yola çıkıyorlar. Ama, kütleçekim etkileşmeleri yörüngelerini düzensiz hale getiriyor ve tipik olarak gezegenlerden biri (mavi eğri) sistem dışına atılıyor. Bu sürecin, daha hafif biçimde Güneş sistemimizi de etkilediği anlaşılıyor.

diskinin merkezinde oluşmakta olan yıldız, diskin kendine yakın bölgelerindeki gazı kendi kütleçekimiyle topluyor ve yakın çevresinde, giderek birleşerek önce iri topakçıklar, sonra gezegen adayı büyük kaya parçaları ve sonunda da çarpışmalarla birleşip kayasal gezegenleri oluşturan, toz zerrecikleri kalıyor. Ancak diskin merkeze uzak ve dolayısıyla soğuk bölgelerinde buz zerreciklerinin birleşmesiyle oluşan gezegen nüveleri çevredeki gazı toplayarak büyük kütleler kazanabiliyorlar. O halde keşfedilen bu gaz devleri, yıldızlarının böylesine burnu dibinde ne arıyorlar? Bu soruya gökbilimciler farklı yanıtlar veriyorlar. Bir görüşe göre, çevrelerinde dev gaz gezegenlerin keşfedildiği yıldızlar, metal (gökbiliminde hidrojen ve helyumdan daha ağır elementlere verilen ad) bakımından Güneşimizden hayli zengin. Böyle olunca da metalce zengin yıldızların, dev gaz gezegeni oluşturmaya daha eğilimli olabilecekleri düşünülüyor.

Ancak daha yaygın kabul gören bir açıklamaysa, bu gezegenlerin önce yıldızı oluşturan gaz ve toz diskinin dış bölgelerinde oluştukları ve zaman içinde yıldıza yaklaştıkları biçiminde. Bu gaz devleri muazzam kütleçekimleriyle çevrelerindeki daha ufak gezegenleri sağa sola fırlatıyorlar. Güneş Sistemi'yle ilgili yeni modeller de, Jüpiter'in önce diskin dış bölümlerinde oluşup daha sonra bugünkü yörüngesine yerleştiği, buna karşılık Uranüs ve Neptün'ün de , başlangıçta Güneş'e daha yakınken, Jüpiter ve Satürn'ün sapan etkisiyle dışarıya savrulduğunu gösteriyor. Güneş'e 5 astronomik birim (AB) yani Dünya ile Güneş arasındaki 150 milyon km uzaklığın 5 katı mesafede bulunan Jüpiter'in, bugünkü yörüngesine çok uzaklardan gelerek yerleştiğine kanıt, içindeki xenon, argon ve kripton gibi gazların miktarı. Gökbilimciler Jüpiter'in bugünkü yörünge uzaklığındaki uzayın, bu gazların gezegende gözlenen miktarda bulunması için fazla sıcak olduğu görüşündeler. Araştırmacılara göre Jüpiter, Güneş'e 30-40 AB uzaklıkta oluştuktan sonra zaman içinde bugünkü konumuna gelmiş olmalı. Uranüs ve Neptün'ün Güneş Sistemi'nin dışına doğru göçtüklerine kanıt olarak da, Güneş'in oluşum evrelerinde yıldızımızı saran gaz ve toz diskinin, iki gezegenin bugün bulunduğu uzaklıklarda dev gezegenler oluşturabilecek kadar yoğun olmadığı gerçeği.

Son yıllarda geliştirilen bu gezegen göçü modeli, keşfedilen Güneş dışı gezegenlerin yıldızlarına neden bu kadar yakın olduklarını da, bu yıldızların metal zenginliklerini de açıklıyor. Dev gezegenler, kendi güneşlerine yaklaşırken, yaşama daha elverişli olabilecek küçük kardeşlerini ya uzayın uçsuz bucaksız boşluğuna fırlatmış, ya da yıldızın içine "süpürmüş" olmalı. Yutulan bu gezegenler ve öteki disk artıkları da, yıldızı normalin üstünde zenginleştirmiş olmalı.

Aslında gökbilimciler, bu yamyamlığı belirleyecek yöntemler geliştirmiş bulunuyorlar. Bir yıldızın, kendi gezegenlerini yutmasının, gözlenebilir üç sonucu oluyor. Bunlardan birincisi, sıcaklığının artması. İkincisi, dönme hızındaki yükselme. Suçüstü yapmaya en elverişli üçüncü kanıtsa, yıldızda ortaya çıkan lityum bolluğu. Büyük patlama sırasında ortaya çıkan bu element, yıldızlardaki yüksek sıcaklıkta fazla yaşayamıyor. Dolayısıyla normal olarak gözlenen yıldızlarda çoktan tükenmiş olması gerek. Bu durumda yıldız tayflarında bu elementin gözlenmesi, onların yakınlarındaki gezegenleri yuttuğunun göstergesi.

Yakın çevremizde gözlenen dev gaz gezegenlerin konumları ve büyüklükleri, bu gezegen göçünün istisna değil kural olduğunu gösteriyor. Bu durumsa, yaşamın, evrendeki görünür gezegen bolluğuna karşın çok cömertçe dağıtılmış bir ayrıcalık olmadığının, pek çok rastlantının bir arada gerçekleşmesiyle ortaya çıkabildiğinin, nasıl bir pamuk ipliğine bağlı olduğunun bir kanıtı. Demek ki biz yaşamımızı, Jüpiter ve öteki dev kardeşlerimizin göçlerini Güneş'ten doğru uzaklıkta sona erdirmelerine borçluyuz. Demek ki bu kardeşlerimiz bizi yalnızca Güneş'in içine ya da uzaya fırlatmadıkları için değil, aynı zamanda kütleçekimleriyle bize doğru gelen göktaşlarını, meteorları, kuyrukluyıldızları kendi üstlerine çektikleri, bize siper oldukları için yaşıyoruz. Ve gene demek ki, keşfedilen Güneş dışı gezegenlerin bolluğu bize belki de koca evrende tek başına olmadığımızı gösterirken, çok özel gezegenimizin de, çok güç kavuşulabilen yaşamın da değerini bilmemiz gerektiğini öğretiyor.

Raşit Gürdilek

Bir Başka Güneş Sistemi



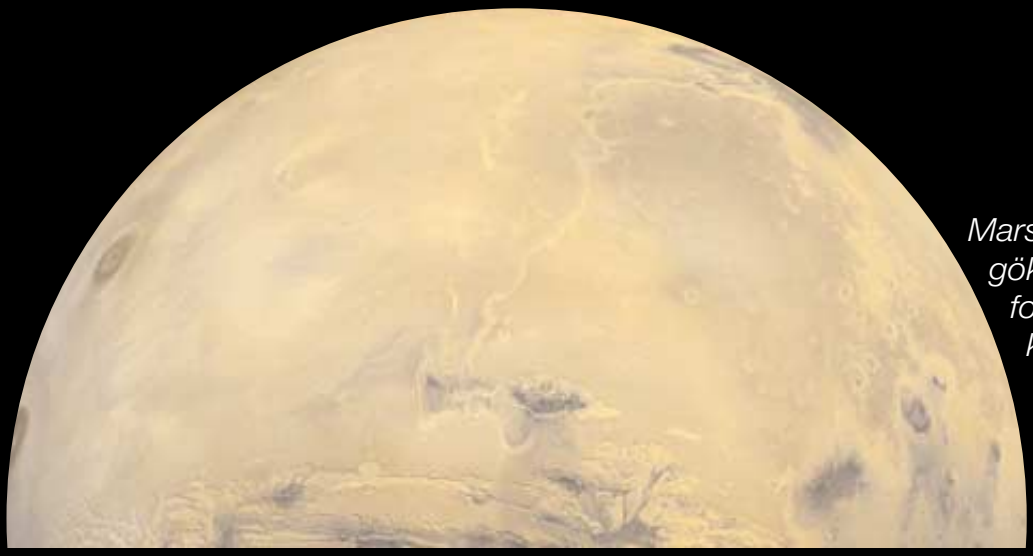
Şimdiye değin Güneş dışında birden çok gezegenden oluştuğu belirlenen tek sistem. Üç gaz devi, Dünya'dan 44 ışık yılı uzaklıkta, Güneş'ten biraz daha sıcak bir yıldız olan Upsilon Andromedae'nin çevresinde dönüyor. Bir ya da iki yeni sistemin yakında açıklanması bekleniyor.

Upsilon Andromedae b
Kütlesi: 230 Dünya
Yılı: 4,617 gün
Yıldızına uzaklığı: 8,8 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1027 °C
Tipik bir "fırın" Yüksek sıcaklık ve hızlı, neredeyse dairesel bir yörünge.

Upsilon Andromedae c
Kütlesi: 671 Dünya
Yılı: 241,2 gün
Yıldızına uzaklığı: 123,2 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 77 °C
Yıldıza uzaklık ve yörünge periyodu Venüs'e benzeyen bir gaz devi

Upsilon Andromedae d
Kütlesi: 1470 Dünya
Yılı: 1,266.6 gün
Yıldızına uzaklığı: 368 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -73 °C
Serin bir su bulutu gezegeni. Yörüngesi kardeşlerine göre en eliptik olanı

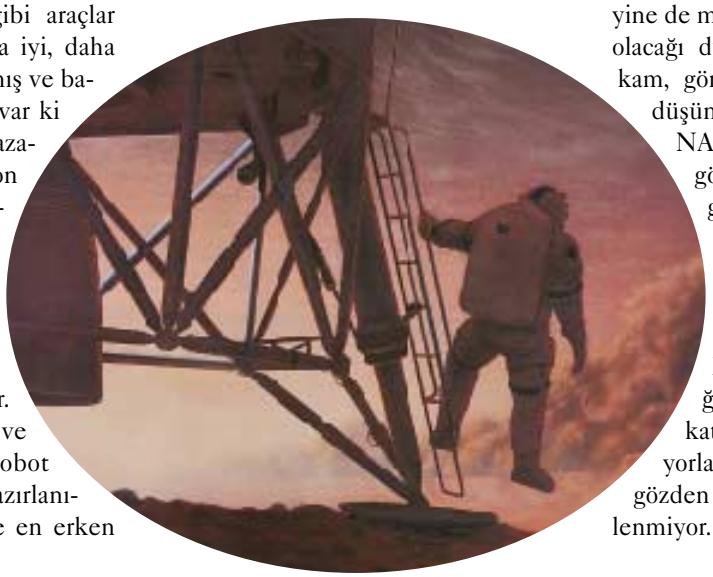
Kaynaklar
Svitil, K. A., "Field Guide to New Planets" *Discover*, Mart 2000
"Greedy Stars Caught Eating Planets", *New Scientist*, 5 Haziran 1999
Owen T. et all, "A Low Temperature Origin for the Planetesimals That Formed Jupiter", *Nature*, 18 Kasım 1999
Fajardo-Acosto, S., "Ageing Dust Fades Away", *Nature*, 30 Eylül 1999
"Yet More Extrasolar Planets", *Sky&Telescope*, Şubat 1999
"Goodbye Disks, Hello Planetary Systems", *Sky&Telescope*, Şubat 2000



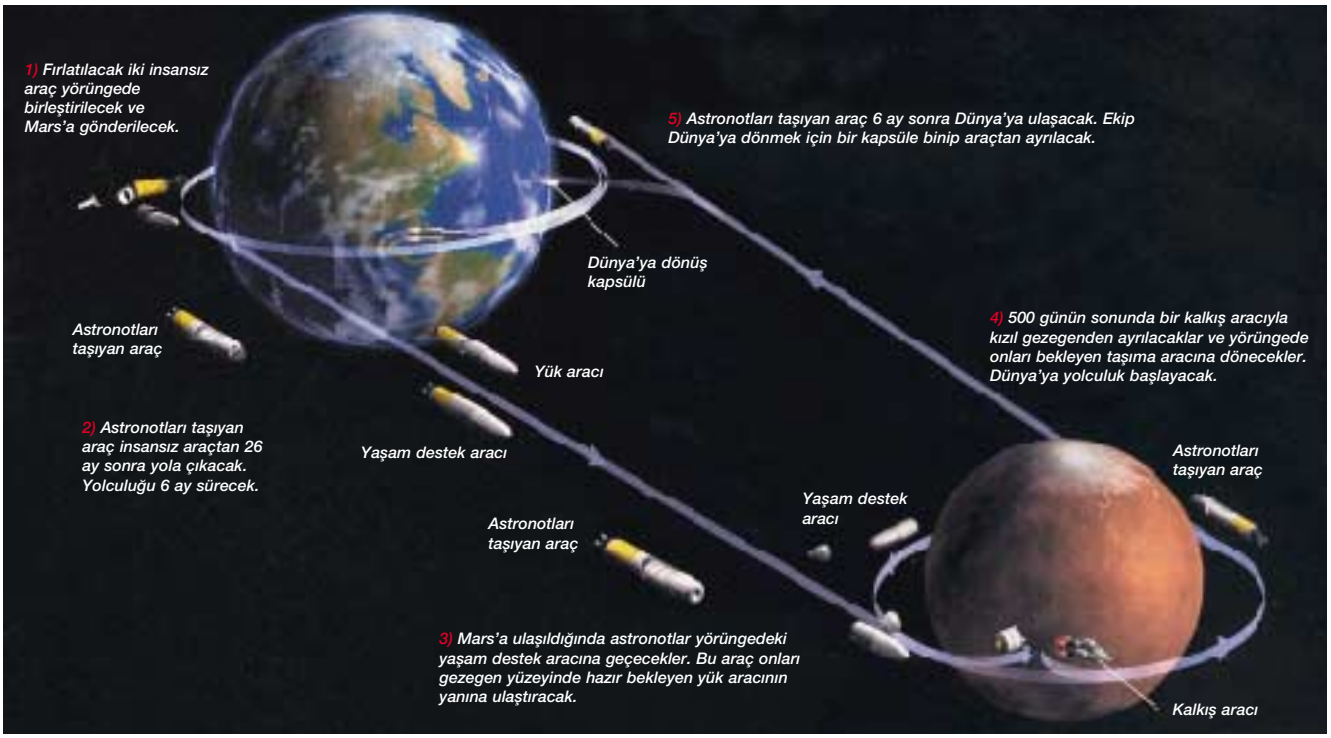
Mars'tan geldiği düşünülen bir göktaşının üzerinde bulunan fosil bakteri, gezegenin kutuplarında buz bulunması, ince de olsa bir atmosfere sahip olması kızıl gezegende yaşam olup olmadığı konusunda bilim adamlarının aklını kurcalıyor. En azından bir zamanlar gezegenin koşulları yaşama daha elverişliydi. Uzmanlar bu dönemden kalma yaşam formları bulunabileceği olasılığını savunuyorlar. Tüm bunlar komşumuzu çok ilginç bir gezegen yapıyor ve gözleri üzerine çevirtiyor.

Hedef Mars

YENİ bir keşif heyecanı bu. Mars yeni bilinmeyen topraklar olarak görülüyor artık. Bu aşamada artık Mars'a insan gönderilmesi düşünülüyor. Peki bu işi yapan robotlar varken neden insan gönderilsin? Sözgelimi Mars yüzeyinde bir zamanlar sıvı suyun bulunduğu tezine önemli bir kanıt sağlayan Mars Global Surveyor ya da Pathfinder gibi araçlar NASA'nın "daha hızlı, daha iyi, daha ucuz" sloganını haklı çıkarmış ve başarılar elde etmişlerdi. Ne var ki son zamanlarda yaşanan kazalar umut kırıcı. 125 milyon dolar harcanan Mars Climate Orbiter ve 165 milyon dolar harcanan Mars Polar Lander araçlarının Mars'ta yitirilmesi robot araçlarla çalışmanın ne kadar zor ve pahalı olduğunu gösteriyor. Aslında NASA gönderdiği ve göndermeyi planladığı robot araçlarla insanlı bir uçuşa hazırlanıyor. Böyle bir uçuş için de en erken 2020 yılı düşünülüyor. Kızıl gezegen hakkındaki bilgilerimizin insanlı bir görevden sonra patlama yaşayacağını düşünmek çok da abartılı sayılmaz. Robot araçların becerileri ne kadar gelişmiş olursa olsun bir insanınkiyle kıyas kabul etmiyor. Ayrıca insanların gezegen yüzeyinde uzakta kumanda ile yönetilmeye gereksinimleri yok. Kendi kendine karar verebilen insan, robotlardan daha hızlı araştırma yapabilir. Mars'ta eğer yaşam varsa bunun mikroskobik boyutlarda olduğu düşünülüyor. Böyle bir durumda bir insanın bu yaşam formunu bir robottan daha iyi ayırt edebileceği de başka bir gerçek.



İnsanlı görevin dezavantajların biri çok pahalı olması. Böyle bir görev için kimse kesin bir rakam söyleyemiyor; yine de maliyetin 20 ila 55 milyar dolar olacağı düşünülüyor. Yine de bu rakam, görev sonucu elde edilecekler düşünüldüğünde çok sayılmamalı. NASA yetkilileri Mars'a insan göndermenin robot bir araç göndermekten en az on kat daha pahalı olacağını söylüyorlar. Buna karşılık gezegenden robot bir aracın toplayabileceğinden yüz kat daha fazla malzeme toplanacağını; araştırılan alanınsa on bin kat daha geniş olacağını belirtiyorlar. Bu elbette robot araçların gözden çıkarılması anlamında söylenmiyor. Bugün kabul edilen şu ki



Mars'ın keşfi insan ve makinenin uyumlu bir çalışmasıyla gerçekleşecek.

Nasıl Gitmeli?

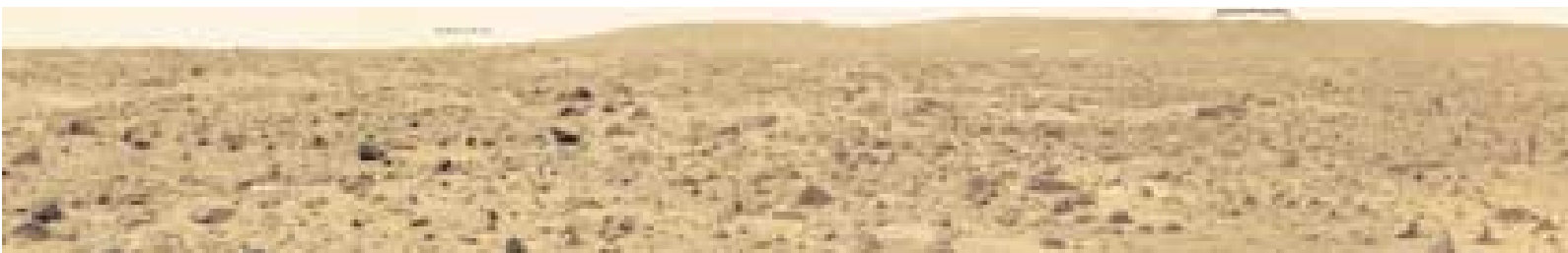
Mars'a gitmenin önemi ortada. Ne var ki bunu gerçekleştirmek oldukça güç. NASA bilim adamları Mars'a astronot gönderebilmek çeşitli yollar önerdiler. Bunlardan en tutulanı Doğrudan Mars Planı (Mars Direct Plan) olarak biliniyor. Bu plana göre kızıl gezene önce adına Dünya'ya Dönüş Aracı (Earth Return Vehicle-ERV) denen bir araç gönderilecek. Adından anlaşılacağı gibi bu araç astronotları Dünya'ya geri getirmek için hazırlanmış. Ne var ki araç ilk seferini insansız yapacak. 2005 yılında yola çıkacak aracın beraberinde 6 ton hidrojen yükü, 1 set kompresör, otomatikleştirilmiş bir kimyasal işleme birimi birkaç orta boy rover (hareketli yüzey aracı) taşıyacak. Araçta ayrıca bir de metan-oksijen karışımıyla çalışacak, ardına nükleer reaktör eklenmiş büyük bir rover daha bulunacak.

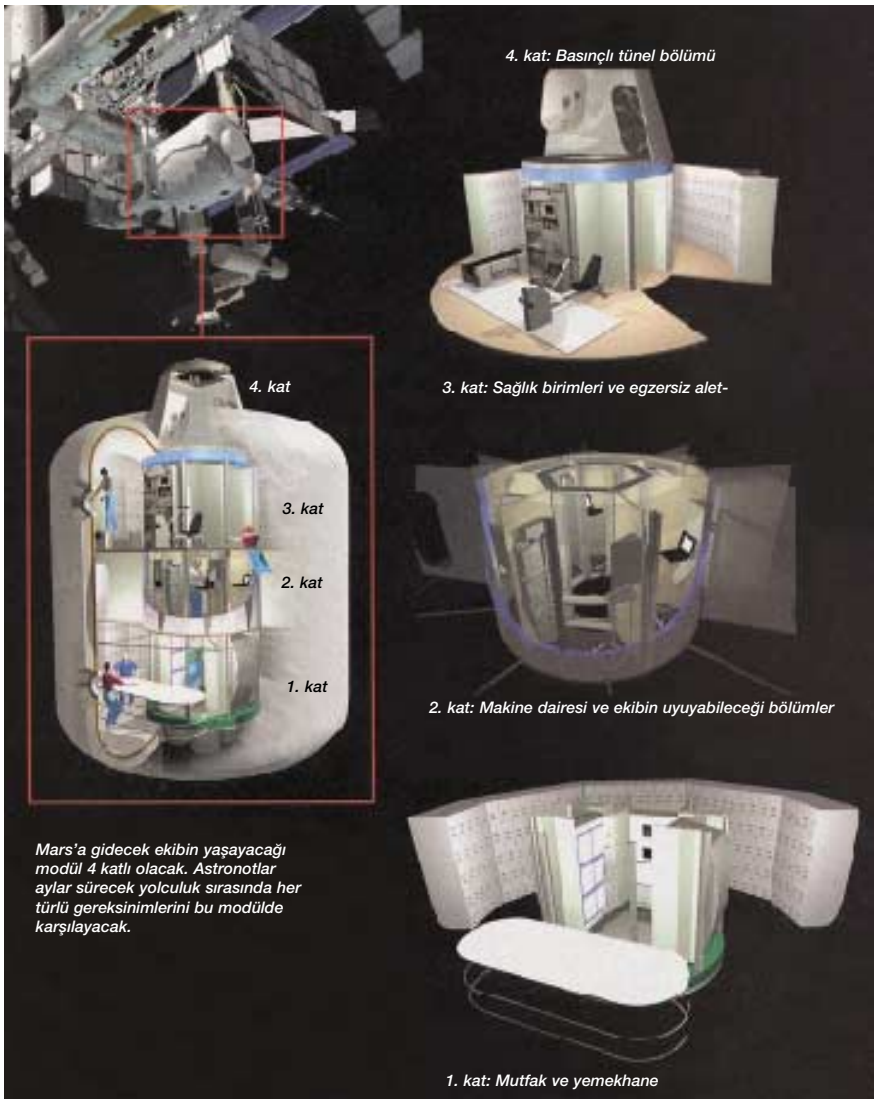
ERV, hareketinden sekiz ay sonra kızıl gezegene ulaşacak. Eğer bir terslik olmazsa araç ısı kalkanları ve Mars atmosferi arasındaki sürtünme yoluyla hızını azaltacak. Hava freni adı verilen bu yöntemin ardından paraşütler açılacak, frenleyici roketler çalışacak ve araç yüzeye inecek.

ERV yere iner inmez kontrol Dünya'ya geçecek. Araçtaki büyük rover ilişiğindeki reaktörü iniş yerinin birkaç yüz metre ötesine götürecek ve reaktör çalışmaya başlayacak. Bu yolla Dünya'dan getirilen hidrojen, % 95'i karbondioksit olan Mars atmosferiyle etkileşime girecek. Bu süreç sonunda ortaya su ve metan çıkacak. Böylece sıvı hidrojeni uzun süre saklama zorluğu ortadan kalkmış olacak. Metan sıvılaştırılıp depolanacak ve su da elektrolize edilecek. Elektroliz yoluyla hidrojen ve oksijen sağlanacak. Oksijen sonradan kullanmak için saklanacak ve hidrojenden yeniden su ve metan elde etmek için yararlanılacak. Metanlaşma ve elektroliz yoluyla 48 ton oksijen ve 24 ton metan elde edilecek. Her iki madde de astronotların dönüş yolculuğu için yakıt olarak kullanılabilecek böylece. Ayrıca metanı oksijen karışımı yakıtın iyi yanmasını sağlamak için Mars atmosferinden karbondioksiti işleyerek 36 ton daha oksijen sağlanacak. Bütün bu işlerin 10 hafta sürmesi planlanıyor. Bu işlemler sonunda Dünya'ya dönüş ve roverların işleyişi için yakıt, astronotların soluyabilmeleri için oksijen, hatta gerektiğinde içmeleri için su sağlanabilecek. Bu maddelerin Mars atmosferinden sağlanması sürdürüldüğündeyse Dünya'dan eskisi kadar çok yaşam destek ünitesinin komşumuza gönderilmesine gerek kalmayacak.

Mars'a gidiş planları arasında kızıl gezegenin uydularına üsler kurma düşüncesi de var. Deimos ve Phobos adlı iki uyduya kurulacak istasyonlar yardımıyla Mars görevi sürdürülebilir. Astronotlar robot araçları buradaki kontrol merkezlerinden yönlendirebilirler.

Mars'a ulaşmak için önerilen yollardan bir diğeri de "Otobüs Planı" olarak biliniyor. Bu projede gezegenlerin yörüngelerinin uzay aracına sapan etkisi yapacağı düşünülmüş. Daha önce Voyager uzay araçlarında olduğu gibi merkezkaç kuvveti araçların hızını arttırabilir. Uzmanların "kaleler" adını verdiği yaşama alanları Mars'la Dünya arasında bir otobüs seferi gibi gidip gelecek şekilde yerleştirilebilir. Astronotlar bu araca sonradan bir taşıyıcıyla nakledilir. "Kale" Dünya'ya yaklaştığında araca geçen astronotlar, Mars'a yaklaştığında yine bir taşıyıcı araçla kaleden ayrılıp Mars'a yönelirler ve görevlerinin bitiminden sonra bir sonraki "otobüse" binip Dünya'ya geri dönerler.





Mars'a gidecek ekibin yaşayacağı modül 4 katlı olacak. Astronotlar aylar sürecek yolculuk sırasında her türlü gereksinimlerini bu modülde karşılayacak.

Nasıl Bir Ekip Hazırlanmalı?

Peki, Mars'a gönderilecek ekip kaç kişilik olmalı? Bünyesinde kimleri barındırmalı? Bu görevde yakıtın ne kadar büyük bir sorun olduğu düşünülürse, gereksiz ağırlıklardan olabildiğince kaçınılacağı açık. Bu ağırlıklar arasında insanlar da var elbette. Bu nedenle olabildiğince az ama birçok alanda uzmanlaşmış kişilerin bu göreve katılması planlanıyor. Aracı kullanacak pilotlardan başka bir makine mühendisi, bir elektrik mühendisi, bir yerbilimci, bir biyolog, astronotların ruh ve beden sağlığıyla ilgilenecek bir doktor gerçekleştirilecek ilk insanlı Mars uçuşunda hazır olması beklenen astronotlar. Bunların yanında ayrıca iletişimi, veri aktarımını, navigasyonu sağlayacak kişilere de gereksinim olduğu muhakkak. Bu ekibe bir bilgisayar mühendisi ve bir aşçı da eklenebilir.

İnsanlı bir uçuş görevinin başarılı olması için astronotların sağlığı ve güvenliği de önem taşıyan bir başka öğe. Görevi planlayanların olası sağlık sorunlarını ve olası tehlikeleri önceden düşünüp bunlara karşı önlem almaları gerekli. Sözgelimi Mars'ın ince atmosferinin önleyemediği kozmik ışınların astronotlarda görüş bozukluklarından kansere kadar birçok hastalığa neden olabileceği biliniyor. Kaldı ki aylarca sürmesi planlanan böyle bir görevde astronotların uzun süre ağırlıksız ya da düşük çekimli ortamlarda yaşaması gerekiyor. Bu da onların bedenlerinde bir süre sonra kemik ve kas erimelerine neden olacak. Aynı nedenden dolayı astronotlar Dünya'ya döndüklerinde normal yerçekiminden dolayı bedenlerinde uzun süre şiddetli ağrılar, kasılmalar duyacaklar.

İnsanlı bir Mars uçuşunda astronotların ağırlıksız ortamdan etkilenmemeleri için uzmanlar bazı çareler düşünmüş. Bunlardan biri Mars'takine eşit çekimi yapay olarak uzay aracının içinde sağlamak. "Mars Direct" projesi çerçevesinde bu sorun için astronotların bulunduğu modülle itici roketin en üst seviyesi arasına yerleştirilecek bir zincir kullanılması düşünülüyor. Böylece uzay aracı yolculuğu sırasında kendi çevresinde dönecek. Dakikada bir tur olarak planlanan dönüşün astronotlar için yapay bir kütleçekim ortamı hazırlayacağı düşünülüyor. Astronotların kozmik radyasyondan korunabilmesi için de içerden 12 santimlik bir su kalkanı kullanılması planlanıyor.

Mars'ın gezegen yüzeyinde hareket etmek de aslında çok kolay sayılmaz. Bugüne değin astronotların uzayda giydiği giysiler birçok değişiklikten geçti. Merkür görevlerinde kullanılan giysilerden bu yana elbise tasarımcıları astronotların güvenliğini ve rahatlığını düşünerek son derece gelişmiş uzay elbisesi modelleri tasarladılar. Ancak unutulmamalı ki, bu elbiseler ya Dünya yörüngesindeki görevlerde ya da düşük kütle çekimli Ay üzerinde kullanıldılar. Bu giysilerin her biri astronotların taşıdığı yaşam destek birimleriyle birlikte yaklaşık 100 kg ağırlığında. Düşük çekimlerde sorun olmayan ağır giysiler, kütleçekimi Dünya'nınkinin 3/8'i kadar olan Mars'ta kullanılamayacaklar. Bu soruna çözüm olarak ortaya



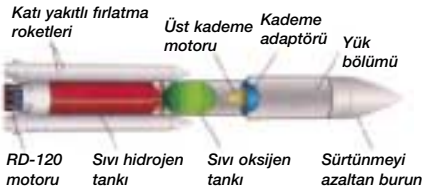
Mars'a insanlı uçuş için çeşitli yollar öneriliyor. Bunlardan biri de iki gezegen arasında gidip gelecek "otobüs". Astronotlar başka bir araçla Dünya'dan otobüse aktarılacak. Otobüs Mars durağına geldiğinde bir iniş aracı yardımıyla gezegene inecek astronotlar, görevlerinin bitiminde bir sonraki otobüse binmek üzere kızıl gezegenden ayrılacak.

atılan düşüncelerden biri astronotların Mars'ta basınçlı kabinlerde görev yapmaları. Mars yüzeyinde hareket edebilen basınçlı kabinler içinde astronotlar çevre koşullarından etkilenmeden çalışabilirler. Uzmanlar ana üsten 500 km kadar uzaklaşabilecek hareketli bir basınçlı kabinin yapılabileceği kanısındalar. Böyle bir aracın iki astronot tarafından kullanılması tasarlanmış. Ayrıca âcil bir durumda araç 4 insanı taşıyacak kapasitede olacak biçimde düşünülmüş. Hareketli basınç kabinlerinin astronotların çevrelerini görebilmeleri için pencereleri, aydınlatma için ışıkları, kameraları ve mekanik kolları olması da planlanmış. Yine de insansız gerçekleştirilebilecek görevlerde robot roverlerin kullanılması da sürdürülecek.

Dünya'dan Ayrılış

Mars'a gönderilecek insanlı bir uzay aracı tasarlamanın en önemli sorunlarından biri de yakıt ve motorla ilgili kuşkusuz. Günümüz teknolojisi insanlı bir Mars görevi için kullanılacak uzay aracının yakıtını henüz istenilen ölçüde azaltabilmiş değil. Bu da henüz hiçbir roketin böyle bir uzay aracını Mars'a gönderemeyeceği anlamına geliyor. Uzay mekiğini Dünya dışına taşıyan roketler ya da Titan 4B gibi roketler Mars görevi için gerekli

Magnum roketi



olan taşıma kapasitesinin oldukça altında. Mars için gerekli yakıtın 130 ton olması gerekiyor. Oysa en güçlü roketlerden biri olan Titan 4B, 25 tonluk yakıt kapasitesine sahip. Bunlardan başka böyle bir motor ve bu kadar fazla yakıtın maliyeti de Mars projesini yürüten bilim adamlarını kara kara düşündüren ayrı bir konu elbette.

Havacılık alanında faaliyet gösteren firmalar Delta 4 gibi maliyeti daha düşük ya da Venture Star gibi yeniden kullanılabilir roketler üzerinde çalışıyorlar bir süredir. Ne var ki hiçbirinin kapasitesi 130 ton yakıtı taşıyabilecek gibi değil. Bu koşullar altında



geriye kalan tek bir çözüm yolu var: Mars'a gidecek aracı parca parça uzaya yollamak ve Dünya yörüngesinde birleştirmek. Astronotlar da bir uzay mekiği aracılığıyla uzayda bir araya getirilen uzay aracına bindirilir ve yolculuk başlar.

Mars'a gönderilecek uzay aracını başarıyla birleştirebilmek için mümkün olduğunca az parça olmasına önem veriyor bilim adaları. Bunun için de NASA'nın Huntsville'deki Marshall Uzay Uçuşları Merkezi'ndeki mühendisler yeni bir roket tasarımı geliştirdiler. Magnum adı verilen roketler şimdiye kadar tasarlanan en büyük roket olacak. 80 ton yakıt taşıyabilecek kapasitede olacak bu roketler sayesinde Mars'a yapılacak insanlı sefer için gereken 130 ton yakıt sorunu iki roketin uzayda birleştirilmesiyle çözülecek.

Yol Seçimi

Yüksek itiş gücüne sahip roketler aynı zamanda çok miktarda yakıt harcar. Bunlar için Mars'a gitmenin en verimli rotasına "Hohmann Nakli" adı veriliyor. Bu rota her iki gezegenin de yörüngelerini sıyırıp geçiyor ve gezegenlerin yörüngesel hareketleriyle ilgili. Bu rotada uzay aracı Mars Dünya'nın 45 derece karşısına geldiğinde havalanır. Bu her 26 ayda bir tekrarlanan bir zamanlamadır. Araç uzayda yol alır ve Mars'ı Güneş'in öbür yanında, Dünya'nın tam karşıt konumunda yakalar. Geri dönüş için astronotlar Mars'ın Dünya'nın 75 derece önüne gelmesini bekler ve yola çıkarlar. Bu rotaya bağlaç rota denir.

İzlenebilecek bir başka rotaysa karşılaşma rotasıdır. Dünya'yla Mars birbirine en yakın konuma geldiğinde uzay aracı Mars'a doğru yola çıkar. Yolculuk roketlerin bugünkü itme gücüyle bir buçuk yıl sürer: 220 gün gidiş, 30 gün Mars'ta kalış ve 290 gün dönüş. Bu yolculuk gezegende yalnızca 30 gün kalabilmek için oldukça uzun görünüyor. Gelecekte daha güçlü roketler kullanıldığında bu sorun aşılabilir.

Mars'a gidiş için düşük itiş gücüne sahip roketler için de bir rota düşünülmüş. Bu roketler daha zayıf ve yavaş olduğu için yörüngelerini yavaş yavaş genişletmeleri gerekiyor. Spiral bir rota izleyen araç aslında dağa tırmanan bir otomobile benzetilebilir. Bir görüşe göre düşük itişli bu araçlar yalnızca yük taşımak için kullanılmalı. Bir başka görüşse aracın yörüngeden kaçış noktasına kadar boş gönderilmesi. Bu noktadan sonra daha hızlı bir araçla gelen astronotlar gemiye biner, daha güçlü bir başka roket ateşlenir ve yolculuk başlar.

Yolculuk

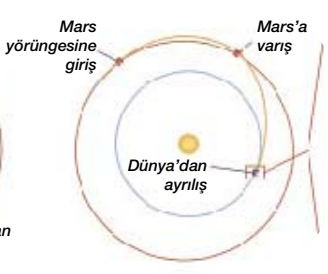
Mars'a giden astronotlar arasında yer almak çok heyecan verici olmalı. Uzayın insan ayağı basmamış bölgelerini keşfetmeye giden ekiple olmak bir insan için elde edilmesi çok güç, değerli bir şanstır. Öte yandan en iyimser tahminle astronotları zor, sorunlarla dolu bir yolculuk bekliyor. En büyük zorluklardan biri yolculuğun uzun sürecek olması. Bir-bir buçuk yıl süreceği düşünülen yolculukta astro-



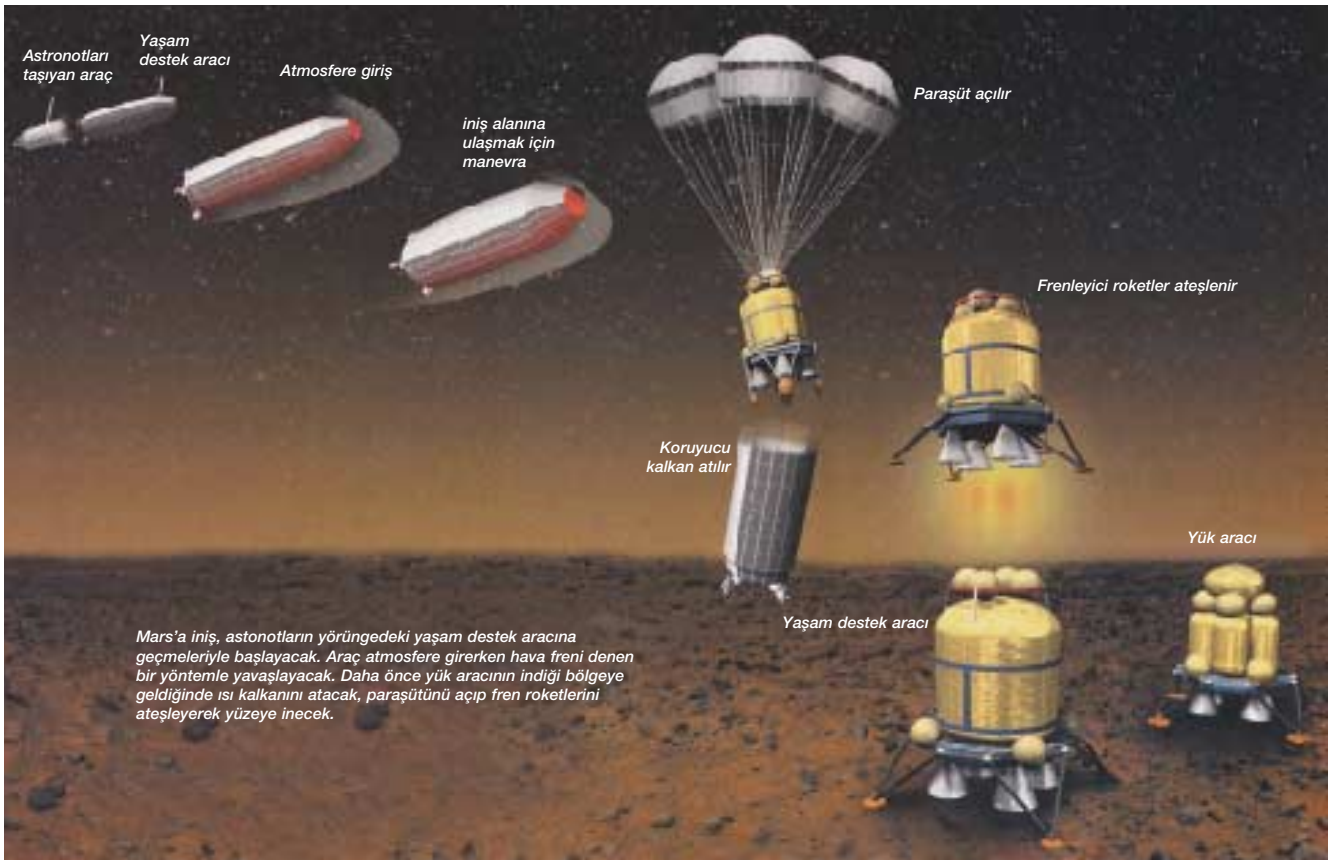
Bağlaç rota, diğer adıyla "Hohmann Nakli"



Karşılaşma rotası



Düşük itişli araçlar için rota

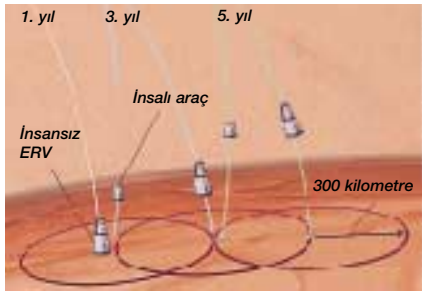


notlar, yerçekiminden yoksun olmaları nedeniyle kas ve kemik erimesi sorunuyla karşı karşıyalar. Buna çözüm olarak uzay aracını sürekli döndürerek yapay bir çekim sağlanması düşünülüyor. Ne var ki böyle bir durumda aracın manevra kabiliyetinin azalacağından da korkulmuyor değil. Bunun yanında antenin sürekli yer değiştirmesi Dünya'yla kurulan iletişimi etkileyecektir.

Yolculuk sırasında astronotların kozmik radyasyon ve güneş patlamalarından kaynaklanan radyasyon tehlikesiyle karşı karşıya olduğu da bir başka gerçek elbette. Uzayda bir astronot yılda 75 rem radyasyon alır. Uzay aracında 6 cm kalınlığında alüminyum bir kalkan bulundurmak bu sayıyı % 20 azaltacak güçte. Yine de astronotların gelecek 30 yılda kansere yakalanma riskleri çok yüksek. Güneş patlamalarından kaynaklanan radyasyon miktarı daha da yüksek. Neyse ki radyasyondan korunmanın etkili bir yolu var: Aracın içine hidrojen bakımından zengin maddelerden yapılmış bir kalkan bu sorunu çözebilir. Sözgelimi su ya da polietilen, radyoaktif parçacıkları etkisizleştirebilir. On cm'lik su kalkanı olan uzay aracında bir astronot yalnızca 20 rem radyasyon alır. Bu da sigara içmekle aynı kanser riskine sahip olmak anlamına geliyor.

Mars'a İniş ve Kalkış

Mars'a inmek kolay olmayacak. Bir karşılaştırma yapmak gerekirse Ay'a inen Apollo modülünden çok daha zor olacak bu iniş. Mars'ın bir atmosferi olması ve Ay'dan neredeyse iki kat fazla çekim gücüne sahip olması bunun nedeni. Mars'a bugüne dek yalnızca üç robot araç başarılı iniş yapabildi: Viking 1-2 ve Pathfinder. Oysa insanlı bir araç daha önceden gönderilmiş kargo gemisinin yakınına inmek için daha fazla çaba göstermek zorunda. NASA'nın bu soruna karşı düşündüğü çare astronotları önce kızıl gezegenin yörüngesine sokmak ve buradan uzay mekiği benzeri bir personel taşıyıcıyla gezegen yüzeyine taşımak. Bu şekilde pilotlar inmek istedikleri yere güvenli şekilde ulaşabilir, aracın paraşütleri ve inişlerini yavaşlatacak roketleri ateşleyerek güvenli bir biçimde gezegen yüzeyine inebilirler. 500 gün sonra görevleri tamamlandığında aynı araçla havalanır, yörüngedeki uzay aracına ulaşıp Dünya'ya doğru yolculuklarına başlayabilirler. İlk inişlerinden sonra dönüşte kullanacakları yakıtı da gezegende hazırlanmış bulmalarıysa işlerini kolaylaştıracak bir etken olacak.



İnsansız araçlar Mars üzerinde yakıt üretecek. Böylece kızıl gezene gelecek astronotlar, dönüş yolculuğu için gereken yakıtı hazır bulacak.

Mars'ta Yaşam Var mı?

Mars'a olan ilginin kökeninde bu gezegende canlı olup olmadığı sorusu hâlâ etkili. İlk olarak Percival Lowell'ın İtalyan gökbilimci Schiaparelli'nin bulgularını yanlış yorumlayıp Mars'ta kanallar olduğunu ortaya atmasıyla başlamıştı bu görüş. Önceleri Mars'ta bir zamanlar yaşamış olan fakat gittikçe görkemini kaybeden, öl-

mekte olan bir uygarlık öyküsü atıldı ortaya. Bunu Marslı işgalciler düşüncesi izledi. Günümüzde bile Marslı dendiğinde insanların aklına şakayla karışık ilk gelen yeşil ve antenleri olan Marslılar. Oysa bilimsel araştırmalar, Mars'ta canlı organizmalar olabileceği olasılığına hâlâ yer verse bile, bugüne değin bunların hiçbiri keşfedilebilmiş değil. Mars üzerinde ilk araştırmalar Viking uzay araçlarının yürüttüğü biyolojik tarama sırasında yapılmıştı. Viking araçlarının her birinde gezegenin yüzeyinden malzeme örneği toplayacak bir kol vardı. Toplanan malzemeler üzerinde beş ayrı deney yapılıyordu. Bu deneylerden biri toprağın inorganik kimyasal yapısını, bir başkası kumun ve tozun organik moleküllerini geri kalan üçü de mikroorganizma ölçeğinde canlıların olup olmadığını inceledi. Mikrobiyoloji deneylerinin üçü de değişik sorular sormaktaydı. Ama beklenti aynıydı: Eğer Mars toprağında mikroorganizmalar varsa besin alıp gaz çıkarmaları ya da atmosferden gaz alıp onları yararlı maddeye çevirmeleri söz konusu olacaktı. Bu amaçla uzay aracıyla gönderilen sterilize durumdaki bir çorba Mars toprağıyla karıştırıldığında bir şey çorbayı kimyasal olarak çözdü. İkinci bir deneyde Dünya'dan Mars'a gönderilen gazlar, kimyasal bakımdan toprakla bir bileşim meydana getirdiler. Bütün bu sonuçlar mikroorganizmalar varmışçasına elde edilmişti; ama sonuçlar olumsuzdu. Hiçbir canlı organizmaya rastlanmamıştı. Bu da bilim adamlarının kuşkularının sürmesine yol açtı. Belki de Mars toprağında öyle değişik bir inorganik kimya yapısı vardı ki mikrop bulunmamasına karşın yiyecekleri okside edebilmekteydi. Belki de atmosferik gazları ayrıştırıp onları inorganik moleküllere dönüştüren cansız bir katalizör vardı Mars toprağında.

Soruya yanıt olabilecek bulgular Mariner 9'dan gelmişti. Mars'taki toz fırtınalarından birinde Mariner 9'un kızılötesi spektrometrelerinin cam levhaları üzerinde tozlar birikmişti. Carl Sagan'ın da içlerinde olduğu bir grup bilim adamı bu levhaları incelediğinde biriken tozun bazı tür killere benzediğini ortaya çıkardı. Bu Mars kilinin yüzeyinin karmaşık bir etkinliğe sahip olduğu görüldü. Bilim adamları bunun gaz alıp vermeye ve kimyasal tepkimeleri katalize etmeye yatkın olduğu sonucuna vardılar. Ne var ki bu, Viking deneylerinin sonucunu organik kimyayla açıklamaya yetmiyordu.







Mars'tan geldiği anlaşılan bir göktaşı üzerinde bulunan kurt biçimindeki bir yapı bilim adamlarına bunun bir mikroorganizma fosili olduğunu düşündürtmüştü. Uzmanlar göktaşı çarpmaları sonucu Mars'tan kopup Dünya'ya gelen bu yapının bir zamanlar kızıl gezegende yaşam olduğunun kanıtı olabileceğini öne sürüyor.

Bugün için Mars'ta yaşam olması olasılığı çok düşük. Ama gökbilimciler Güneş sisteminin ilk dönemlerinde Mars'ta su ve daha yoğun bir atmosfer bulunduğunu, sıcaklığın da daha yüksek olduğunu düşünüyorlar. Bu nedenle de Mars'ta bir zamanlar yaşam olabileceğine inanıyorlar. Hatta bu görüşe kanıt olarak Mars'tan Dünya'ya geldiği sanılan ve ALH 84001 adı verilen bir göktaşının üzerinde gözlemlenen kurt biçimindeki bir yapı ileri sürülüyor. Kimi gökbilimciler bunun çok eski dönemlerde yaşamış bir Mars mikroorganizmasının fosili olduğunu düşünüyorlar. Bu görüşe katılmayan bilim adamları da var. Yine de bu görüş Dünya'da yaşamın başlamasıyla ilgili ortaya atılan tezlerden biri niteliğinde. Buna göre göktaşı çarpmaları sonucu Mars'tan kopan kaya parçaları içlerinde taşıdıkları mikroorganizmaları Dünya'ya kadar taşımış olabilirler. Bunun tam tersi biçimde Dünya'daki benzer nitelikli kayalar aynı süreçlerden geçerek Mars'a taşınmış olabilir. Bu olasılık bir süredir bilim adamlarınca inceleniyor. Finlandiya'da Turku'daki gözlemevinde biyologlardan ve gökbilimcilerden oluşan uluslararası bir ekip ilkel yaşam biçimlerinin gezegenler arasında taşınmış olup olamayacağını araştırıyor. Araştırmacıların vardığı sonuç kuramsal olarak böyle bir yolculuğun yapılabileceği yönünde. Uzmanlar beş trilyona yakın kayanın göktaşı çarpmaları sonucu fırlatıldığını ve Mars'a gittiğini hesapladılar. Bu da Dünyalı mikropların Mars'a gitmiş olabileceği anlamına geliyor. Bu sorunun yanıtı Mars'la ilgili birçok konuda olduğu gibi kızıl gezegenin kendisinde saklı. Bu da Mars'a gidilmesi için bir başka neden. Gezegen üzerinde daha ayrıntılı çalışmalar yapılmadan, hatta belki insanlı bir uçuş gerçekleştirilmeden bu sorulara net bir yanıt alınamayacaktır.



Mars'ta şimdiye kadar herhangi bir yaşam biçimine rastlanmadı. Bununla birlikte bilim adamları hâlâ keşfedilmemiş mikroskobik yaşam biçimleri olabileceğini düşünüyorlar. Bu mikroplar Dünya'ya geldiğinde meydana gelebilecek felaketler konusunda bizleri uyarıyor bilim adamları. Büyük bir olasılıkla Dünya koşullarından çok uzakta yaşayan böyle bir canlının yer-





yüzünde herhangi bir salgın hastalığa yol açmayacağı görüşünde birleşiliyor. Yine de böyle bir risk hiç yok değil. Bu tür bir durumla karşılaşılmaması için karantina programları geliştiriliyor ve robotik araçların izolasyonlarına son derece dikkat ediliyor. Öte yandan bir önlem olarak ileride gönderilecek astronotların robot araçların tümüyle güvenli olduğunu belirttikleri bölgelere inmeleri de bu sürecin bir parçası.

Mars'ta mikrop bulunması durumunda bunların daha iyi laboratuar koşularında incelenmesi için Dünya'ya getirilmesi çok tehlikeli olabilir. Amerika'nın keşfi sırasında iki kıta arasında gidip gelen çiçek hastalığı ve frengi mikropları birçok insanın ölümüne neden olmuştu. Dünyamızdakinden çok farklı ortamlarda yaşayan olası Mars mikroplarının Dünya canlıları için bir tehlike olması olasılığı az da olsa vardır. Böyle bir durumda mikrop, gezegen çapında bir salgın hastalığa yol açmadan durdurulabilir de. Yine de böyle bir durumda karantina koşularına dikkat edilmesi insanlığı korkulu düşten koruyacaktır.

Gelecek Mars Görevleri

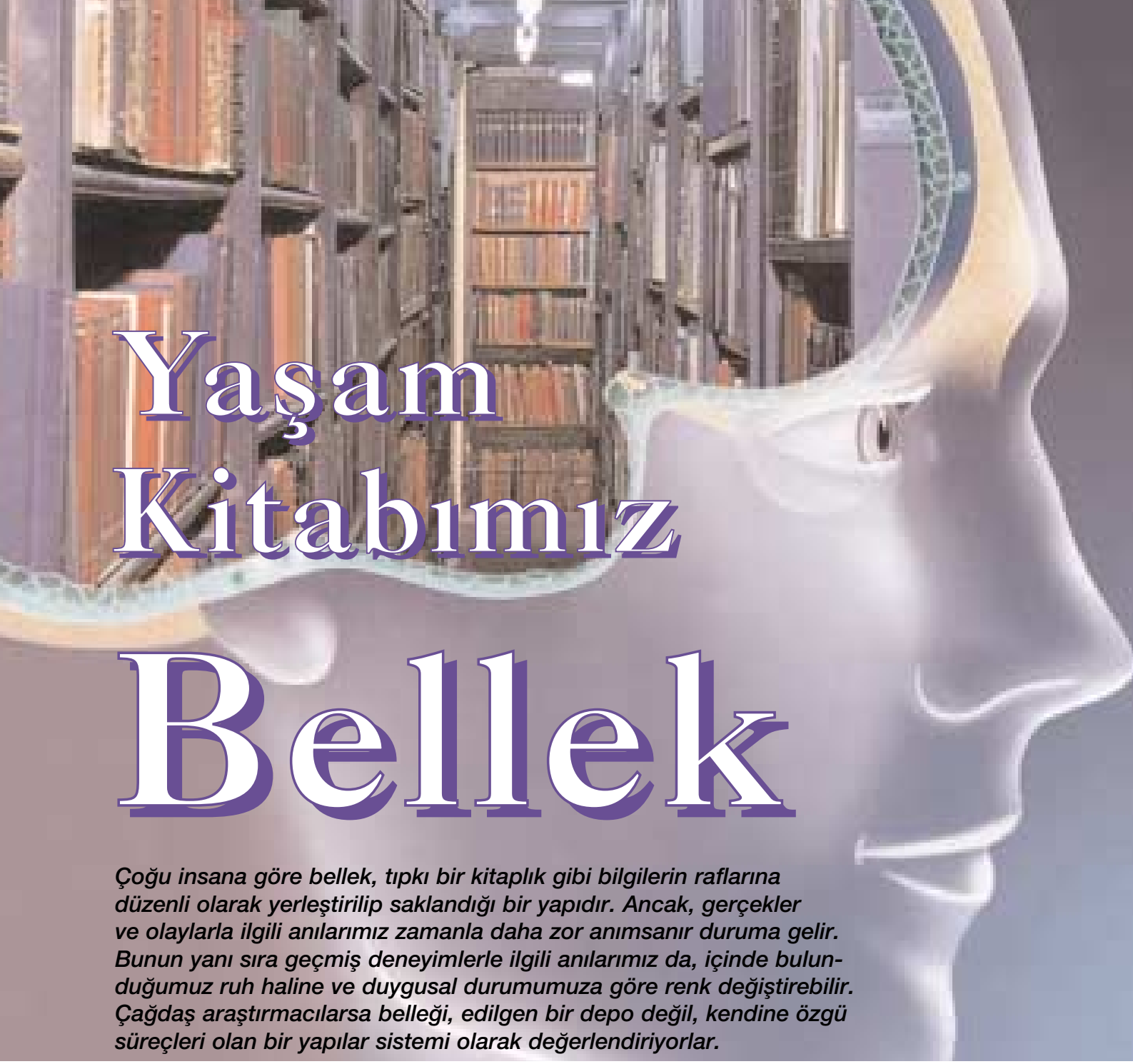
NASA, bir süredir ardı ardına yitirdiği uzay araçlarından sonra gelecekteki Mars görevlerini yeniden gözden geçirme kararı aldı. Eylül 1999'da Mars Climate Orbiter adlı uzay aracı yön belirleme hataları yüzünden Mars'ın atmosferine girip parçalanmıştı. Bir süre sonraysa Mars'ın kutup bölgelerini incelemek amacıyla hazırlanıp gönderilen Polar Lander uzay aracı Dünya'yla tüm bağlantılarını keserek yok oldu. Polar Lander'dan alınan en son sinyal araç gezegene ulaşmadan hemen önce gelmişti. Polar Lander'ın Mars yüzeyine indikten sonra bir sinyal daha göndermesi gerekiyordu; fakat bu mesaj hiç gelmedi. Araçla bağlantının tümüyle kesildiğini saptayan Mars yörüngesinde bulunan uzay aracı Mars Global Surveyor, Polar Lander'ın inmesi olası yerleri araştırdıysa da hiçbir ize rastlayamadı. Bununla birlikte NASA yetkilileri umutlarını tümüyle yitirmiş değiller. Yine de arka arkaya gelen kayıplar projelerin yeniden gözden geçirilmelerine neden oldu. Planlanan programa göre 2001 yılında Mars'a iki uzay aracı daha gönderilecekti. Mars Surveyor 2001 Orbiter adlı birinci araç bir yörünge aracı olacaktı ve gezegen yüzeyinin mineral yapısının bir haritasını çıkaracaktı. Mars Surveyor 2001 Lander aracıysa ekvatorda yüzeye inecek ve yüzey araştırmaları yürütecek biçimde planlanmıştı. Yüzeye inen bu aracın aynı zamanda Marie Curie adlı bir rover taşıması da tasarlanmıştı. Bu araç 1997 yılında Mars'a gönderilen Pathfinder uzay aracındaki Sojourner'in daha gelişmiş modeli olarak düşünülüyordu. Kaybolan araçlardan sonra bu projelerin uygulanması da tehlikeye girdi. Mars'a gelecekte gönderilmesi düşünülen araçlar bu kadarla sınırlı değil. 2003 yılında kızıl gezegene Mars Polar Lander'dan ve 2001 yılında yüzeye inmesi planlanan araçtan daha büyük bir araç gönderilmesi de planlanıyor. Bu aracın içinde de bir rover bulundurulacak. Bu rover sayesinde gezegenden toprak ve kaya örnekleri alacak uzay aracı yanında getirdiği bir roketle toplanan örnekleri yörüngeye gönderecek. Sonraki görevler sırasında yörüngede dolaşan bu örnekler alınacak ve incelenecek. Aynı yıl bu araca bir de Avrupa'lı arkadaş gelmesi olası. ESA tarafından planlanan Mars Express adlı yörünge aracının da 2003 yılında Mars'ta olması planlanıyor. Mars Express'in İngilizler tarafından tasarlanmış bir de yer aracı var. Bu yer aracının adıysa Beagle 2 olarak düşünülmüş. 2003 yılında Mars trafiği hayli işlek olacak gibi görünüyor; çünkü aynı yıl Japonlar da Nozomi adlı uzay aracının Mars'a ulaşmasını planlıyorlar. 1998 yılında uzaya fırlatılan Nozomi'nin Mars'a bu yıl içinde ulaşması hedeflenmişti. Ancak itici motorlarında ortaya çıkan bir sorundan dolayı bu araç Mars yörüngesine gecikmeli olarak girecek.



NASA'nın uzun vadeli projelerinden biri de Fransızlarla birlikte tasarladıkları ve 2005 Mars'a gönderilmesi düşünülen bir yörünge aracıyla ilgili. Fransızların yapıp bir Ariane 5 roketiyle Mars yörüngesine oturtacakları bu araç, daha önce Amerikan araçlarının yörüngeye gönderdikleri yüzey örneklerini toplayıp Dünya'ya geri getirmek için düşünülmüş. Bütün bu planlar da Mars Polar Lander aracının kaybolmasının ardından tehlikeye düştü. Yine de bilim adamları bu projeleri gözden geçirip uygulamayı sürdürmeyi düşünüyorlar. Mars Climate Orbiter'ın yaşadığı yönlendirme sorunları, Polar Lander'dan radyo sinyallerinin alınamayışı uzmanları bu sorunları çözmek üzerinde yoğunlaştıracak. NASA yöneticisi Dan Goldin son zamanlarda yaşadıkları sorunlar üzerine, her şeyi yeniden gözden geçireceklerini, gerekirse 2001 yılındaki görevlerin iptal edileceğini söylüyor. Ama sözleri aynı zamanda NASA'nın gelecekteki tavrını da göz önüne seriyor. Gerekirse bakış açılarını değiştirerek projeler üstünde yeniden düşünmeyi hesaplayan NASA, eninde sonunda Mars'a gitmeyi kafasına koymuş görünüyor.

Gökhan Tok

Kaynaklar:
Sagan, C., Kozmik Bağlantı, e yayınları, Çev: Dinçer, M., 1986
Sagan, C., Kozmos, Altın Kitaplar, Çev: Aşçıoğlu, R., 1993
http:// www.sciam.com/2000/0300issue/0300alpertbox6.html
http:// www.spaceviews.com/2000/03/01a.html
http:// bildung.freepage.de/cgi-bin/feet/41030x030A/rewrite/redplanet/mars1.html
http:// www.spacevews.com/1999/12/07c.html



Yaşam Kitabımız Bellek

Çoğu insana göre bellek, tıpkı bir kitaplık gibi bilgilerin raflarına düzenli olarak yerleştirilip saklandığı bir yapıdır. Ancak, gerçekler ve olaylarla ilgili anılarımız zamanla daha zor anımsanır duruma gelir. Bunun yanı sıra geçmiş deneyimlerle ilgili anılarımız da, içinde bulunduğumuz ruh haline ve duygusal durumumuza göre renk değiştirebilir. Çağdaş araştırmacılarsa belleği, edilgen bir depo değil, kendine özgü süreçleri olan bir yapılar sistemi olarak değerlendiriyorlar.

ANIMSAMAYA ÇALIŞTIĞIMIZ bir şeyi anımsamakta zorlandığımızda ya da anımsayamadığımızda, sık sık şuna benzer bir tümce kullanırız: "Ben zaten oldum olası adları aklımda tutamam ki..." Çoğumuza göre bellek, tıpkı bir kitaplık gibi, bilgilerin raflarına düzenli olarak yerleştirildiği bir yapıdır. Yeri konusunda elde yeterli ipucu bulunursa anılarımız kolaylıkla anımsanabilir. Çoğu insan, öyle ya da böyle, belleğin, yaşadığımız şeylerin birer kopyasını sakladığını düşünür. Bu görüşü, belleğin "kopya kuramı" olarak adlandırabiliriz. Anımsamaya çalışıp da bir türlü anımsayamadığımız o ad, aslında bilişsel sistemimizin bir yerlerinde kayıtlıdır. Yapmamız gereken şey, onu anımsamaya çalışmaktır. Kopya kuramı, günümüzde geçerliliğini yitirmiş bir kuram. Anılarımız gerçekten bilişsel sistemimizin bir yerlerinde bu şekilde depolanmış mıdır?

Modern araştırmacılara göre bellek, pasif bir depo değil; sözgelimi, kimi zaman gelen bilgileri var olan şemalara uydurarak kaydeden, kimi zaman da şemalarını gelen uyarılara göre değiştiren, kendine özgü süreçleri olan bir sistemler bütünüdür. Farklı özellikteki anılar, bellekte farklı biçimlerde düzenlenir.

Kuramlar ve Modeller

Kuramları ve modelleri, herhangi bir konunun bilinen yönlerinin özeti olarak düşünebiliriz. Ayrıca bunlar, eldeki verilerin açıklanabileceği bir bakış açısı ortaya koyar ve bir olayın açıklanamayan yönlerinin açıklanması için de yol gösterir. Bir bakıma bunları haritalara da benzetebiliriz: Şöyle ki, haritalar da, modeller ve kuramlar da, açıklamaya çalıştıkları olayın tam bir kopyası değildir. Bunlar yalnızca belli bir amaca hizmet eder. Örneğin, Londra metrosunun haritası, Londra'da metroyla gezmeniz için iyi bir

araçtır. Ancak, metro haritasındaki bilgileri kullanarak otobüsle Londra'yı gezmek isterseniz, bu harita sizi yanıltır. Nasıl ki Londra'nın farklı amaçlar için hazırlanmış farklı haritaları bulunuyorsa, bellek konusunda da bellek sisteminin farklı yönlerini ele alan farklı kuramlar bulunuyor. Sözgelimi, uzun süreli deponun nörokimyasal temelini başarıyla açıklayan bir kuram, belleğin psikolojik özelliklerini açıklamakta yetersiz kalabilir. Bilişsel psikolojide, kuramlar ve modeller önemlidir. Bu alandaki bilim adamlarının çoğu, ya yeni modeller, ya da var olan modellerin öne sürdüğü görüşler üzerinde çalışır. Bu modeller, açıklamaya çalıştıkları yapının ya da süreçlerin tüm ayrıntılarını doğrulamak zorundadır. Konu olarak ele aldıkları sistemlerin yapısını ve bu yapılar arasındaki ilişkileri ve süreçleri açıklarlar.

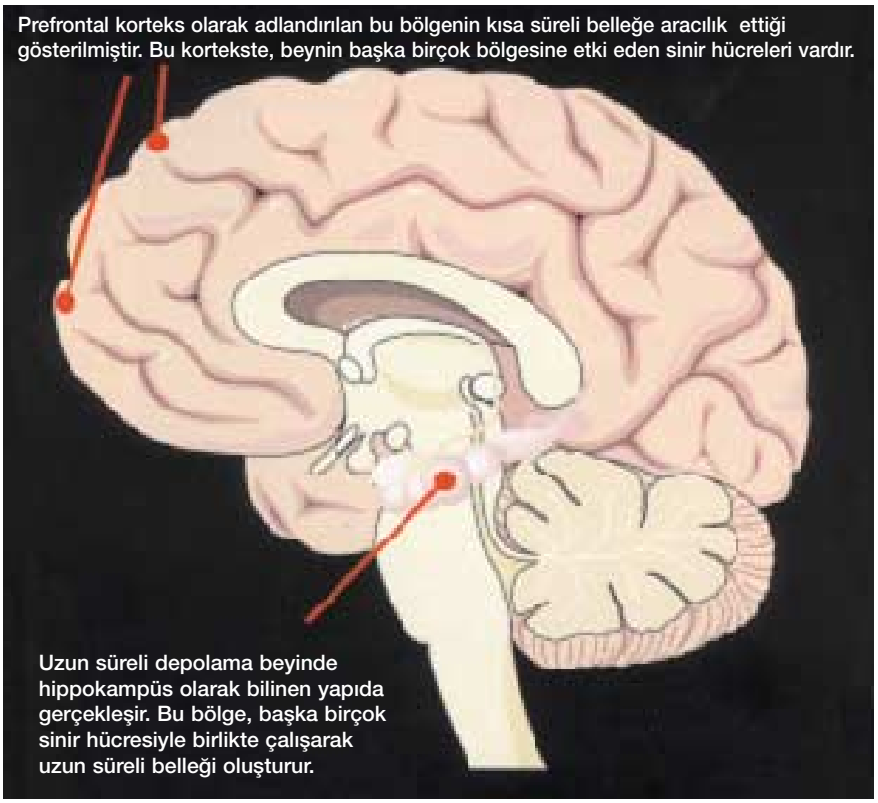
Aslında modelleri, teknoloji geliştikçe değişen benzetmeler (analojiler) olarak da düşünebiliriz. Bellek konusunda eski benzetmelerin kimileri, doğada yapılan gözlemlere dayandırılmış. Sözgelimi, eski zamanlarda insanlar, bellekte birbirine benzeyen anıların aynı türden kuşların sürüler oluşturması gibi, bir araya gelerek kümelendiğini öne sürmüşler. Öte yandan, tıpkı bir tablet üzerine çizilen bir işaret gibi, anılarımızın da beynimizde kalıcı izler bıraktığını düşünmüşler. 17. ve 18. yüzyıllarda, saat mekaniğinin öğrenilmesiyle, mekanik benzetmeler yapılmaya başlanmış. 20. yüzyılın başlarında, telefon santrallerinin geliştirilmesiyle, öğrenmede uyarıyla tepki arasındaki bağın kurulması aynı zamana rastlamış. Bugün, ilk ortaya konduğu halinden ne kadar farklı durumda olursa olsun araştırmalarda baskın olan anlayışsa, belleğin bilgi işleme kuramıdır.

Bilgi İşleme Kuramı

İnsan belleğini, hem duyularımız yoluyla edindiğimiz bilgiyi depolamak hem de gerektiğinde bunları "bulup getirmek" için çalışan bir sistem olarak düşünebiliriz. İnsan belleği konusunda bilgi edinmenin bir yolu, görsel ve işitsel uyarıların hangi işlemler yoluyla bellekte tutulduğunu ve daha sonra nasıl anımsandığını incelemektir. Belleğin bilgi işleme kuramına göre bellek, farklı yapısal birimlere sahip, ancak birbirine bağlı parçalardan oluşan ve birbirinden farklı süreçleri içeren bir sistemdir. Belleğin farklı yapısal birimlerden oluşması, anıların özelliklerinin ve düzenlenişlerinin birbirinden farklı olması anlamına gelir. Kimi zaman, bir telefon numarasını, sonradan anımsamak için kendi kendimize ne kadar tekrar edersek edelim aklımızda tutamayız. Başka şeylerse çok daha akılda kalıcı olabilir. Sanki, farklı türden anılar belleğimizin farklı yerlerinde saklanıyor gibidir. Anılarımızın kalıcılıkları da, sanki bu farklı depoların yapısını gösterir.

1960'lı yılların sonlarında Atkinson ve Shiffrin, belleğin bilgi işleme kuramını ortaya koydular. Buna göre, belleğin yapısı, üç farklı depolamadan oluşuyor. Bunlar, duyusal kayıt, uzun süreli depolama ve kısa süreli depolama olarak adlandırılıyor. "Depo" olarak adlandırılan bu bölümlerin her biri, farklı bilişsel "kod"ları oluşturur. Bu üç deponun kapasiteleri, kayıtları tutma süreleri ve işlem özellikleri birbirinden farklıdır. Farklı bölgelerde depolanmış anıların değiştirilmesi ve bir yerden bir yere aktarılması için kullanılan bilişsel işlemlerse "süreç"leri oluşturur.

Bilgi işleme kuramına göre, duyulardan toplanan uyarıların geldiği ilk yer, depoların da ilki olan "duyusal kayıt" bölümüdür. Duyusal kayıt olarak adlandırılan yerde kayıt yapılabilmesi için kişinin dikkatini gelen uyarılara yönlendirmesine gerek yoktur; Bu kendiliğinden gerçekleşir. Bu yüzden duyusal kayıdın kapasitesi çok geniş-



Prefrontal korteks olarak adlandırılan bu bölgenin kısa süreli belleğe aracılık ettiği gösterilmiştir. Bu kortekste, beynin başka birçok bölgesine etki eden sinir hücreleri vardır.

Uzun süreli depolama beyinde hippokampüs olarak bilinen yapıda gerçekleşir. Bu bölge, başka birçok sinir hücresiyle birlikte çalışarak uzun süreli belleği oluşturur.

Kara Kutu

Filozoflar bellek konusunda en az 2000 yıldır görüşler ileri sürüyorlar. Bellek konusundaki bilimsel araştırmaların yapılmasınaysa, günümüzden 100 yıl kadar önce başlanmıştır. Algı çalışmalarında kullanılan yöntemleri, daha üst düzeydeki zihinsel etkinlikler, özellikle de insan belleğinin araştırılmasında kulanmaya karar veren Hermann Ebbinghaus, bellek üzerinde çalışan ilk bilim adamı olmuş. Günlük yaşamda belleğin kullanıldığı durumların karmaşıklığı ve zenginliğiyle uğraşmak yerine Ebbinghaus, bellek araştırmalarında kullanmak üzere özel materyaller geliştirmiş. Öğrenme ve hatırlama ile ilgili kontrollü deneylerde kendisini denek olarak kullanarak öğrenme ve unutma mekanizmalarını araştırmaya başlamış. Onun çalışmalarının önemi, deneysel yöntemin, insanlarda öğrenme ve bellek gibi karmaşık kabul edilen konuların araştırılmasında kullanılabileceğini göstermiş olmasıdır. Basite indirgenmiş ve kontrollü koşullar altında, karmaşık zihinsel olaylar üzerinde çalışabileceği düşüncesi, günümüzde de geçerliliğini koruyor. Duyulardan gelen bilgilerin nasıl işlendiğini, ne gibi değişikliklerden geçtiğini, nasıl depolanıp nasıl elden geçirildiğini ve nasıl kullanıldığını inceleyen bilişsel psikolojinin önemli konularından biri de bellektir.

tir; gelen tüm uyarıların burada kısa bir süre için tutulduğu varsayılır. Bu amaçla çabucak bir bilişsel "kod" oluşturulur. Duyusal kayıtta görsel, işitsel ve öteki duyulardan gelen uyarılar farklı yerlerde tutulur. Duyusal kayıtta görsel uyarılar 4-5 saniye, işitsel uyarılarsa bunun 10 katı kadar bir süre tutulurlar. Bu süre geçtikten sonra duyusal kayıtta tutulan kayıtlar silinir.

Bilgi işleme kuramına göre, kayıtların taşındığı bir sonraki yer, "kısa süreli depolama"dır. Buradaki bilgiler, sözsel ya da sözel olarak kaydedilir. Gelen uyarı, yani duyusal kayıttan buraya aktarılan uyarı görsel bir uyarı da olsa kayıt, akustik ya da sözel olarak yapılır. Kısa süreli depolamanın kapasitesi sınırlıdır. Elden geçirilmeyen, ya da buradan "uzun süreli depolama"ya aktarılmayan kayıtla silinir. Kayıtların kısa süreli depolamadan uzun süreli depolamaya aktarılması, "yineleme" yoluyla olur. Kısa süreli depolamadaki kayıtlar, yineleme yoluyla tazelenerek, orada daha uzun süre tutulabilir. Öte yandan yineleme, buradaki kayıtlardan, uzun süreli depolamada saklanmaya uygun kayıtlar oluşturulmasını sağlar. Kısa süreli deponun, "işlek bellek" olarak rol oynadığı da düşünülmüş. İşlek bellek, öğrenme, akıl yürütme ve yorumlama gibi bilişsel işlevlerin parçası olarak, bilginin geçici bir süre için alınarak manipüle edildiği sisteme verilen ad.

Uzun süreli depolamanın kapasitesi de duyusal kayıtta olduğu gibi sınırsızdır. Uzun süreli depolamaya bir kez aktarıldıktan sonra, malzemelerin burada kalıcı olduğu düşünülüyor. Uzun süreli depolamadaki kodların düzeni, öteki depolardakinden farklıdır. Buradaki malzemeler "anlamlarına göre" kodlanırlar. Kalıcı bellek olarak da adlandırabileceğimiz uzun süreli depolama, anılarımızın saklandığı yerdir. Anılarımız, algıladığımız şeylerin kayıtları olduğu için, kokular, gördüğümüz ya da işittiğimiz şeyler, ipucu yerine geçerek çoğu zaman anımsadıklarımızı etkiler. Uzun süreli depolamada bulunan kayıtların anımsanmasında karşılaşılan güçlüklerse, başka kayıtların bunları engellemesi ya da bastırmasına bağlıdır.



Belleğin bilgi işleme kuramı, son otuz yılda pek çok değişikliğe uğramış olsa da, hâlâ belleğin açıklanması konusunda önem taşıyor. 1970'li ve 80'li yıllar boyunca bilişsel psikologlar bellekle ilgili kuramlarını geliştirmeyi sürdürdüler. Duyusal kayıttaki bilgilerin, gelen uyarının türüne ve kişinin seçtiği stratejiye göre farklı hızlarda değerlendirildiği anlaşıldı. Kısa ve uzun süreli depolamanın içeriği konusunda da daha ayrıntılı bilgiler elde edildi. Önceleri psikologlar, kayıtların içeriğinin, depolamanın yapısını etkilediğini düşünüyorlardı. Daha sonra, gelen uyarıların bellek sistemindeki herhangi bir noktada çok farklı yollarla kodlanabileceği anlaşıldı. Bugün, kısa süreli depolamayla uzun süreli depolama arasında kesin bir ayrım yapılmıyor. Belleğin, gelen uyarıların nasıl kaydedildiği, nasıl depolandığı ve nasıl "bulunup getirildiği" konularında da çok esnek olduğu ortaya çıktı.

Hepimiz her gün pek çok şeyi unuturuz. Öğle yemeğinde ne yediğimizi, telefon numaralarını, filanca toplantıda tanıştığımız birinin adını... Aslın-

Unutkanlık Üzerine

Hepimiz günlük yaşamda belleğimizin yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşırız. Belleğimiz kimi zaman da bizi biz farkında olmadan yanıltır. Unutkanlık ve "yanlış" anılar da, bilim adamlarının üzerinde çalıştığı konulardandır. Bellek konusundaki araştırmalarıyla tanınan Daniel L. Schachter bir makalesinde, belleğimizin günahları olarak adlandırdığı bu durumları özetliyor.

Belleğimizdeki bilgilerin zamanla ulaşılabilirliği azalır. Yani, gerçekler ve olaylarla ilgili anılarımız, zamanla daha zor anımsanabilir duruma gelir. Deneyimlerimizin belleğimizde kalıcı bir biçimde kaydedildiği düşüncesi, psikologlar arasında bile çok yaygındır. Ancak, araştırmalara göre, anılarımızı bulup getirmek ve bunları yinelemek, bunların hatırlanacağını mı, yoksa çabucak unutulacağını mı ya da hangi yönlerinin daha iyi anımsanacağını belirlemede önemli rol oynar. Yani, yinelenmeyen ve zaman zaman geri çağırılmayan anılar zamanla yok olur. İnsanlarla yapılan çalışmalardan elde edilmiş doğrudan bir bilgi yok bu konuda. Ancak, omurgasız hayvanlarla yapılan deneylerde, zaman içinde beyinde sinaptik bağlantıların kaybolduğu görülmüş.

Unutkanlıklarımızın önemli bir bölümü, kaydetme ya da bulup getirme sırasında gelen uyarıya pek dikkat etmemiş olmamızdan kaynaklanır. Dalgınlık, günlük yaşamdaki bellek yetersizliklerimizin bir bölümünden sorumludur; örneğin herhangi bir nesneyi nereye koyduğumuzu bulamamak gibi. Araştırmalarda, kodlama sırasında dikkati bölmenin, hedeflenen bilgi için zayıf bir bellek oluşturduğu görülmüş. Bu konudan söz ederken, literatürde "değişiklik körlüğü" olarak adlandırılan olaydan söz etmeden geçmemek gerekiyor. Değişiklik körlüğü araştırmalarında, insanlar bir sahneyi ya da bir nesneyi izlerken, buradaki kimi elemanlar birdenbire bir başkasıyla değiştirilir. İnsanlar bu değişikliği farketmezlerse buna değişiklik körlüğü adı verilir. Örneğin, bir araştırmada, basit bir iş yapan bir adamın gösterildiği bir filmde, sahnenin bir yerinde, deneklerin bilgisi dışında, sahnedeki adamın yerini başka bir oyuncu almış. Deneklerin yalnızca üçte biri bu değişikliği fark edebilmiş. Değişiklik körlüğü üzerinde yapılan başka bir araştırmada izlenen yöntemse şöyle: Araştırmacılardan biri, kampüsteki insanlardan herhangi birine yol sorarken, konuşmanın orta yerinde, iki kişi bir kapı taşıyarak aralarından geçiyor. Bu sırada, kapının arkasında kalan araştırmacı, başka bir araştırmacıyla yer değiştiriyor. Araştırmaya katılan 15 kişiden yalnızca yedisi bu değişikliği fark edebilmiş. Yol soran kişinin değiştiğini fark etmeyenlerin hepsinin orta yaşlı ya da orta yaşın üzerinde kişiler olduğu dikkati çekmiş. Bu kişilerin, yol soran kişiyi "bir üniversite öğrencisi" olarak genel bir kategoriye sokmuş olabileceğini, bu nedenle de değiştiğini fark etmediklerini düşünmüşler. Araştırmacılar ayrıca üniversite öğrencilerinin, eğer deneyde yol soran kişi, kendileri için genel bir kategoriye (örneğin yapı işçisi) sokulabilecek birisiyse nasıl davranacaklarını merak etmişler. Bunun için, ikinci bir deney hazırlanmış. Gerçekten de, yol soran kişi bir yapı işçisi olduğunda, öğrencilerin on ikisinden yalnızca dördü değişikliği fark edebilmişler.

Kimi zaman, anılarımızı yanlış bir zaman, yer, ya da kişiye yönlendiririz. Örneğin kimi zaman insanlar herhangi bir şeyi ya da gerçeği doğru anımsayıp bunun kaynağı konusunda yanılırlar. Kimi araştırmalarda insanların, deneyi düzenleyenlerden duymuş oldukları bir bilgiyi daha sonradan gazetede okuduklarını anımsamaları gibi. Araştırmalar, yaşlıların bu tür yanlışlıklarla gençlerden daha sık karşılaştığını bulmuş.

Başka bir tür yanlış yönlendirme de, insanların kimi zaman aslında hiç "gerçekleşmemiş" olayları anımsamaları ya da var olmamış şeyleri "tanımaları". 1970'li yıllarda yapılan birçok araştırmada, insanların önceden kendilerine gösterilmemiş sözcükleri, görüntüleri, ya söylenmemiş ya da gösterilmemiş tümceleri tanıdıkları gözlenmiş. İnsanlar, anlamca birbiriyle ilişkili sözcüklerden oluşan listelere çalıştıktan sonra, bunları anımsamaya çalıştıklarında, kendilerine gösterilmemiş, fakat anlamca ilişkili sözcükleri de anımsıyorlar.

1995 yılında yapılan başka bir araştırmadaysa, deneklere önceden söylenmemiş bir konuyla ve anlamca da birbirleriyle ilgili on beşer sözcükten oluşan listeler verilmiş. Deneyin ikinci aşamasında, bu söz-

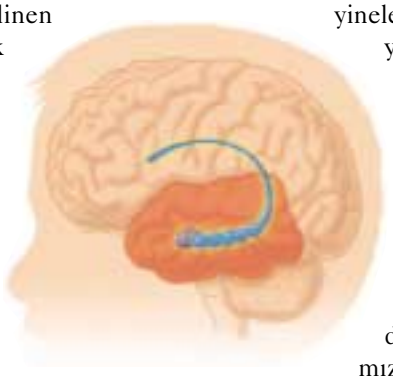
da bir şeyleri unutuyor olmak her zaman çok önemli olmasa da, anımsamaya çalıştığımız şeyleri unutmuş olmak bizi rahatsız eder. Böyle zamanlarda çoğumuz, belleğimiz üzerinde ne kadar az kontrol sahibi olduğumuzu fark edip şaşırırız. Kimi zaman aklımızda tutmaya çalıştığımız kimi şeyleri unutuveririz. Kimi zaman da, hiç aklımızda yokken, anımsamaya çalışmasak da, bir şey birdenbire aklımıza geliverir; kokular, sesler, başımızdan geçmiş bir olay, bir yüz, bir manzara...

Bir şeyi anımsadığımız zaman, o şeyi anımsadığımızın farkında oluruz. Aslında bu duygu, her zaman o şeyi anımsamanın önemli bir bölümü olmayabilir. Otomobil kullanmayı ele alalım: Otomobil kullanırken çoğu zaman trafik işaretlerinin anlamlarını ya da yapacağımız işlerin sırasını anımsarken, bunun bilincinde olmayız. Kimi zaman da biz bilinçli olarak deneyimlerimiz arasına koymamış olsak bile kimi bilgiler belleğimizde kaydedilir. Peki, insanlar bilgileri (ya da uyarıları) belleklerinde tutmak ve daha sonradan, gerektiği zaman bunları bulup geri getirmek için ne yaparlar? Bilgi işleme kuramına göre, insanlar anılarını "çalıştırmak" için, üç tür bellek işlemi yapar. Bunlar, kaydetme, depolama, ve bulup getirmedir.

Uyarılar Bellekte Nasıl Kaydediliyor?

Kayıt, bir uyarının, bilişsel sistemimiz tarafından tutulacak bir biçime getirilmesidir. Bir anıyı daha sonradan bulup getirmek, onu anımsamak için ne kadar çabaladığımıza değil, bilginin nasıl kaydedilmiş olduğuna bağlıdır. Anlamları göz önüne getirilerek kaydedilen bilgiler, daha kalıcı olur.

1979 yılında Jacoby, Craig ve Begg'in yaptıkları bir araştırmaya göz atalım. Bu araştırmada deneklere, "at-keçi" gibi, bilinen adlardan oluşan sözcük çiftleri gösterilmiş. Kimi sözcük çiftlerinde sözcükler arasındaki farklılık az, kimi çiftlerdeyse çokmuş. Deneklerden, bu sözcükler arasındaki farklılığı, 1'den 10'a kadar derecelendirmeleri istenmiş. Derecelendirmeleri yaptıktan sonra deneklere sürpriz bir test uygulanmış: Deneklerden, gösterilen sözcükleri anımsamaları istenmiş. Araştırmanın sonunda deneklerin, aralarındaki farklılık daha az olan sözcük çiftlerindeki sözcüklerin çoğunu anımsadıkları ortaya çıkmış. Araştırmacılara göre bunun nedeni, birbirine çok benzeyen nesnelerin adlarından oluşan sözcük çiftlerinde deneklerin, farklılığın derecesini belirleyebilmek için, daha "derin" bir kayıt yapmış olması. Yani, "anlamlarına göre" kaydedilen sözcüklerin, daha sonradan anımsanma olasılığı artmıştır.



Yapılan yinelemenin türü de, kaydın kalıcı olup olmayacağını belirler. İki tür yineleme vardır. Birinci tür yineleme, kalıcı bir anıya yol açmayan, yalnızca istenilen malzemenin belleğinizde ulaşılabilir kalmasını sağlayan yöntemdir. Bunda, uyarının yalnız sesle ilgili yönleri ön plandadır. Telefon defterinizden baktığımız numarayı telefona varıncaya kadar kendi kendi-

cüklerin gösterilen birçok sözcük arasından tanınması istenmiş. Bu test için düzenlenen listelerde, deneklerin çalışmış olduğu sözcükler, çalışmadıkları ve anlamca önceki listeklerdekilerle ilgisiz sözcükler, ve anlamca önceki listelerdekilerle ilgili sözcükler bulunuyormuş. Araştırmanın sonunda deneklerin, kendilerine daha önceden gösterilmemiş, fakat konuyla ilgili sözcüklere verdikleri evet yanıtıyla, çalıştıkları sözcüklere verdikleri evet yanıtlarının birbirine eşit olduğu görülmüş. Üstelik, deneklerin hepsi, bu sözcüklerin de çalıştıkları listelerde bulunduğuna emin olduklarını söylemişler. Bu etki, katılımcıların, çalıştıkları sözcüklerin genel anlam özelliklerine dayandıklarını gösteriyor. Çalışılan sözcükler birbirine bağlanarak ilişkiler oluşturuluyor ve böylece, çalışılan listenin iyi düzenlenmiş bir temsili oluşturuluyor. Bu temsile uyan, konuyla ilişkili sözcüklerin de, yanlış tanınma olasılığı artıyor. Yaşlı kişilerin, yanlış tanıma hatası olarak adlandırabileceğimiz bu hataya daha sık düştükleri görülmüş.

Yanlış anıların, içinde bulunulan durumun, kavramsal olarak önceki durumla benzer olduğunda arttığını biliyoruz. Belleğimiz, yanlış yönlendirici sorular gibi, başkaları tarafından verilen bilgilerle işbirliği yapma yönelimine sahiptir. Literatürde, özellikle görgü tanıklığı sırasında verilen kimi yanlış yönlendirici bilgilerin etkisinin araştırıldığı pek çok araştırma bulunuyor. 1998 yılında yapılan bir araştırmada, deneklere işlenen bir suçu gösteren bir film izletiliyor. Daha sonra, filmdeki silahlı adamı, bir dizi fotoğraf arasından tanımaları isteniyor. Fakat aslında, bu fotoğraflar arasında filmdeki silahlı adamınki bulunmuyor. Seçimi yaptıktan sonra deneklerin bir bölümüne, adamı doğru tanıdıkları söyleniyor; öteki deneklereyse hiçbir şey söylenmiyor. Daha sonra, tüm deneklere, izledikleri filmden anımsayabildikleri şeyler soruluyor. Birinci aşamada kendisine silahlı kişiyi doğru teşhis ettiği söylenmiş olan deneklerin, anıları konusunda kendilerine daha çok güvendikleri, silahlı adam ve onun yüz hatları konusunda daha çok görüntü anımsadıkları görülmüş. Birçok başka araştırmada da, insanlara çocukluk anılarıyla ilgili, aslında olmamış anıların anımsatılabileceği gösterilmiş.

Anıların kaydedilmesi ve bulunup getirilmesi, önceden var olan bilgilerimiz ve inançlarımıza bağlıdır. Bunun yanı sıra, geçmiş deneyimlerle ilgili anılar, içinde bulunduğumuz ruh haline ve duygusal durumumuza göre de renk değiştirebilir. Özellikle, insanların anıları, geçmiş ve şimdiki zamandaki tutumları, inançları ve duyguları arasında tutarlılık sağlamaya yöneliktir. Buna karşın, insanların, zaman içinde değişmek için bir nedenleri varsa, geçmiş tutumlarıyla şimdiki zamandaki tutumları arasındaki farklılıkları abartılı bir biçimde anımsadıkları görülmüş. Önyargı, başka insanlar ve gruplar hakkındaki yargılarımızın, geçmiş deneyimler tarafından yönlendirilmesi biçimine de bürünebiliyor.

İnsanların, unutmayı tercih ettikleri bir gerçeği ya da olayı anımsadıkları da olur. Kimi zaman, bir şeyleri unutamamak, insanlar için bir şeyleri anımsayamamaktan çok daha engelleyici olabilir. Kalıcılık, içinde bulunduğumuz ruh hali ve duygularımız tarafından yönlendirilebilir. Örneğin, pek çok araştırma, depresif bireylerin, geçmişleriyle ilgili olumsuz olayları, olumlu olanlardan daha sık ve daha iyi anımsadıklarını ortaya koymuş. Aslında bu tür olayların depolanması, yaşamı sürdürme açısından önem taşır.

Schachter'e göre, belleğimizin bizi zor durumda bıraktığı durumları, evrim yoluyla düzelebilecek sistem yanlışlıkları olarak görmek yanlıştır. Aslında, bellek hatalarını, belleğimizin gerçekle uyum sağlamaya yönelik özelliklerinin yan ürünleri olarak görebiliriz. Örneğin, başımızdan geçenlerin zamanla unutulması, aslında bir uyum sağlama mekanizmasından başka bir şey değildir. Eski telefon numaraları, ya da otomobilimizi önceki gün nereye park etmiş olduğumuz gibi, artık bizim için gerekli olmayan bilgileri unutmak, aslında uyum sağlama davranışlarıdır. Kimilerine göre, zaman içerisinde unutmak, çevrenin yapısına uyumu yansıtır. Bu görüşe göre, uyum sağlamış bir sistem, içinde çalışmak zorunda olduğu çevrede en çok ihtiyaç duyacağı bilgi türünü tutmalıdır. Kimi anıların anımsanmasının başka anılar tarafından ketlenmediğini düşünelim. İçindeki tüm bilgilerin, uygun bir ipucu söz konusu olduğu zaman hemen akla geliverdiği bir sistem olsun. Kuşkusuz böyle bir sistem yaşantımızı çok daha zor hale getirirdi. Çünkü, günlük yaşamda, aslında gündelik deneyimlerimizin geçtiği koşullarla ilgili ayrıntılara gereksinim duymayız.



mize yinelemek, bu tür yinelemeye iyi bir örnektir. İkinci tür yinelemeyse, bir uyarının, daha derin bir biçimde, kalıcı anılar oluşturmak üzere yinelenmesidir. Bunda uyarının anlamıyla ilgili yönleri ön plana çıkar.

Kaydetmenin içinde yapıldığı çevre ve koşullar da, gelen uyarıların nasıl kaydedildiğini etkiler. Buna örnek olarak iki farklı araştırmadan söz edeceğiz. Araştırmada denekler, iki gruba ayrılarak, her grup farklı fiziksel koşullar altındayken, birbiriyle eşlenmiş sözcüklerden oluşan sözcük listelerini öğrenmeye çalışmış: Birinci gruptaki denekler, listeleri üniversite kampüsü dışındaki bir binada, geniş fakat penceresiz bir odada öğrenmişler. Deneyi uygulayan araştırmacı, takım elbiseliymiş; listeler de görsel olarak sunulmuş. İkinci gruptakilerse, sözcükleri kampüsün içindeki küçük bir odada ve listeleri bir teypten dinleyerek öğrenmiş. Aynı uygulayıcı, bu kez spor giysilerle deneklerin başında durmuş. Listelerin öğrenilmesinden bir gün sonra, deneklerin tümüne öğrendikleri sözcüklerle ilgili bir test uygulanmış. Her iki gruptaki deneklerin de yarısı, teste daha önceden sınıf olarak kullandıkları yerde, yarısı da öteki grubun sınıfında girmiş. Sonuçlar deneklerin, teste listeleri öğrendikleri sınıfta girerlerse daha başarılı olduklarını göstermiş.

1975 yılında yapılmış ve buna benzer bir etkiyi gösteren başka bir araştırmaya göz atalım: Araştırmada, hepsi de aletli dalış yapabilen deneklerin yarısı, 40 sözcükten oluşan bir listeyi sualtında, yarısı da aynı listeyi karada öğrenmiş. Daha sonra, her iki gruptaki deneklerin yarısından sözcükleri öğrendikleri ortamda (sualtında ya da karada), yarısından da öteki grubun öğrenmiş olduğu ortamda anımsaması istenmiş. Sözcükleri sualtında öğrenmiş olan deneklerin, bunları sualtındayken, karada öğrenmiş olanların da karadayken çok daha kolay anımsadıkları görülmüş. Aslında içinde bulunulan koşulların anımsama üzerindeki etkisi yalnızca fiziksel çevreyle sınırlı değildir. Bir şeyleri öğrenirken kişinin içinde bulunduğu ruh hali de bunda önemli rol oynar. Anımsama sırasında, kişi yine öğrenme sırasındaki ruh halindeyse, öğrenilenlerin daha iyi anımsandığı bilinmektedir. Örneğin, insanların, alkolün etkisindeyken öğrendikleri şeyleri alkollü olduklarında anımsama olasılıkları daha fazladır. Bunun yanı sıra, yapılan kayıtların daha sonradan hangi koşullar altında anımsanması gerektiğini bilmek de kişinin yapacağı kayıt türünü etkilemektedir. Sözgelimi, daha sonradan ne tür bir sınava (örneğin, çoktan seçmeli mi yoksa serbest çağrışım mı) gireceğini bilmek, kimi zaman biz farkında olmasak da nasıl kayıt yapacağımızı yönlendirir. Başka bir deyişle, belleğimizin düzeni hem kaydetmeyi hem de bulup getirmeyi içine alır.

Günlük Yaşamda

Aslında günlük yaşamımızda, birbiriyle ilgili sözcük çiftlerinden biri verildiğinde ötekini anımsamak gibi sınavlarla pek karşılaşmayız. Bunun yerine, örneğin, genellikle okuduğumuz metinlerin mümkün olduğunca fazla bölümünü aklımızda tutmamız gerekir. Kimi araştırmacılar da, bu tür durumlarda gerçekleşen kaydetme üzerinde çalışıyorlar. Thorndyke'ın

Düzenlemenin Önemi

Öğrenmede düzenlemenin önemli olduğunun gösterilmesi, 1960'lı yılların önemli gelişmelerinden biri oldu. İnsanların, öğrenme sırasında edilgin bir alıcı olmaktan çok, malzemeleri etkin bir biçimde işleyip düzenlediği, günümüzde herkes tarafından kabul ediliyor.

Düzenlemenin öğrenme açısından önemli olduğu üç tür bulguya dayanıyor. Birincisi, pek çok deney ve gözlemde, düzenlenmiş olan malzemelerin çok daha kolay akılda kaldığı görülmüş. Öte yandan, araştırmalarda kendilerine aralarında hiçbir ilgi olmayan malzemeler verilip bunları akılda tutmaları istendiğinde, deneklerin genellikle bunları kendi kendilerine düzenlemeye çalıştıkları görülmüş. Üçüncüsü de verilen malzemeyi düzenleyerek öğrenmeye çalışmaları söylendiğinde, bunun da öğrenmeyi artırdığı görülmüş.

Anımsanması gereken şeyleri gerektiği gibi anımsayabilmek için insanlar eskiden beri birçok yöntem geliştirmişler. Örneğin Romalılar, konuşmacının konuşmasının parçalarıyla ilgili hayali odaların canlandırıldığı bellek tiyatrolarını kullanırlardı. Bu odalarda, konuşmanın farklı bölümlerini gösteren nesneler bulunurdu. Örneğin, konuşmacı, konuşmaya mısır fiyatlarından söz ederek başlayacaksa, odanın hemen girişinde bir mısır koçanı bulunurdu. Bir sonraki konu vergilerin ağırlığı olduğunda, mısırın hemen yanında, ağır bir yük taşıyan bir insan görüntüsü durduğu hayal edilirdi.



Anımsanması güç şeyleri, bildiğimiz bir yapıyla eşlemek de eski bir yöntemdir. Takımyıldızları ele alalım. Takımyıldızlar, yıldızların temel konumlarını anımsatarak, bu bilgiyi yön bulmada kullanmak üzere geliştirilmiş sistemlerdir. Güney Pasifik'te yaşayan Puluwat halkı, takımyıldızlarla birlikte, çevrelerinde bulunan şeylerin içsel gösterimlerinin birleştirilmesine dayanan bir yön bulma sistemi oluşturmuşlar. Puluwat denizcileri, adaların ve önemli işaretlerin akıllarındaki gösterimiyle birlikte, bir adayı ötekine bağlayan yıldız desenlerini de anımsayarak, denizde yollarını bulabiliyorlar. Denizciler, kanoyla ne kadar yol kat ettiklerini, zihinlerindeki bu haritayı kullanarak bulurlar. Çünkü adalar, birbirine uzak olduğu için, gerçek yolculuk sırasında görülememektedir.

Avustralya çöllerinde yaşayan Aborijinler de çöllerde yönlerini bulmak için buna benzer bir yöntem geliştirmişler. Ancak, Aborijinler'in yön bulma yetenekleri yalnızca görsel-uzaysal yeteneğe dayanmıyor. Çöllerdeki yolların tüm ayrıntılarının, kutsal şarkılarında geçtiği görülmüş. Bir totem ya da atalardan birinin çıktığı bir yolculuğu anlatan bu şarkılardan anlam çıkararak, yolcu, belli bir yere giderken kahramanın kaç ırmağı vb. geçtiğini ve ne kadar yolunun kaldığını hesaplayabiliyor. Binlerce yıldır değişmeyen bu bilgiler, Avrupalılar'ın kıtaya gelmesinden önce kuşaktan kuşağa aktarılan dinsel bilgilerdi.

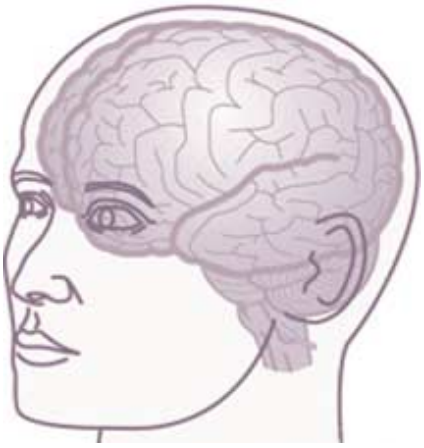
Öğrenilecek malzemeleri sınıflandırmak da düzenlemenin bir yoludur. Bunun bir yolu, malzemeleri sabit bir sıraya sokmaktır. Örneğin, Avrupa'daki başkentleri alfabetik sıraya sokacak olursanız, bunları öğrenmenin artık daha kolay olduğunu görürsünüz. Başka bir düzenleme yoluysa, anımsanması gereken malzemelerin içinde geçtiği bir öykü hayal etmektir. Sözgelimi, kabak ve uçak gibi birbiriyle ilgisiz iki sözcüğü birlikte anımsamanız gerekiyorsa, bunları birbiriyle ilişkilendirmek için, ikisiyle ilgili bir sahne düşünebilirsiniz; Örneğin, kocaman bir kabağın üzerinde uçan bir uçak gibi.

1977 yılında yaptığı bir deneye bakalım. Çok sayıda denek grubunun bulunduğu araştırmada, ilk gruba aşağıdaki öykü verilmiş:

"Bir çiftçinin, ahırına girmesini istediği bir ineği varmış. Bunun için ineği itmeyi denemiş; fakat ineği hareket ettirememiş. Sonra, köpeğinden havlayarak ineği ahıra girmesi için korkutmasını istemiş. Köpek, çiftçi ona biraz yiyecek vermedikçe, havlamayı reddetmiş. Böylece, çiftçi yiyecek getirmek üzere evine gitmiş. Yiyeceği köpeğe vermiş. Köpek havlamış, inek de korkarak ahıra girmiş".

Thorndyke, öyküyü, öteki denek gruplarının her birine, öyküde küçük birer değişiklik yaparak vermiş. Örneğin, gruplardan birinin okuduğunda, çiftçinin amacıyla ilgili tümce en sona kaydırılmış. Kimi gruplara verilen öykülerde tümcelerin yerleri değiştirilerek neden-sonuç ilişkileri ortadan kaldırılmış. Kimi grupların öyküsünden çiftçinin amacıyla ilgili tümce çıkarılmış, vb. Thorndyke, bu değişikliklerin, öykünün anımsanmasını etkilediğini görmüş. Bu değişiklikler, deneklerin öyküyü daha az anımsamalarına yol açmış. Üstelik, öykünün kimi biçimlerinde sözcükler okuma yükünü hafifletecek ölçüde azaltıldığı halde, bu değişmemiş. Bunu deneklerin, öykünün nasıl süreceği konusunda önceden bir fikre sahip oldukları ve kaydetme için bunu temel aldıkları biçiminde yorumlayabiliriz. Eğer bir öykü, insanların, kahramanlarının güdüleri, ve olayların zaman sıralamasıyla ilgili, önceden bilinen kalıplara uygunsa; bu öykü deneğin zihinsel çerçevesine daha iyi uyuyor ve böylece daha iyi kodlanıyor.

Yetişkinlerin basit öyküleri nasıl kaydettikleri ve nasıl kavradıklarıyla ilgili de pek çok araştırma bulunmakta. Örneğin, Thorndyke'ın başka bir araştırmasında, iki gruba ayrılmış olan denekler, ikişer farklı öyküyü öğreniyorlar. Birinci gruptaki deneklerin yarısının okuduğu öyküde, ikinci öykünün kahramanları, birinci öykünün kahramanlarıyla aynı; fakat öykülerin yapısı birbirinden farklı. İkinci grup içinse, iki öykünün yapısı aynı, fakat öykülerin kahramanları farklı. Eğer öyküler belli kahramanlara göre kaydediliyorsa, deneklerin, aynı karakterlerin olduğu ikinci öyküyü daha iyi anımsamalarını gerekirdi. Fakat araştırmada, farklı yapıdaki öykülerde aynı karakterlerin kullanılmasının, öykülerin anımsanmasını güçleştirdiği görülmüş. Bu da, en azından yetişkinlerin, öykünün yapısına karakterlerin adlarından daha duyarlı olduğunu gösteriyor.



Depolama

Çoğu insan belleğin, deneyimlerimizin "aklımıza yazılması"ndan ibaret olduğunu düşünür. Bu görüşe göre, bellek, deneyimlerinin bir tür nörolojik kopyasının çıkarılarak saklandığı yerdir: Bir şeyi anımsarken, beynimizin başka bir bölgesi bu nörolojik kopyayı araması için yönlendirilir. Yapılması gereken şey, kopyanın bulunarak yeniden canlandırılmasıdır.



Herhangi bir uyarıyı tekrar tekrar görmek onun belleğimize "gireceği" anlamına gelir mi? Solda, ABD'de kullanılan bozuk paraların gerçek görüntüleri var. Sağdakilerse, bir araştırmada, deneklerin anımsadıkları kadarıyla çizdikleri.

Beyindeki bu fiziksel izler üzerine çalışan araştırmacılar, bellek sistemiyle beyin arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışıyorlar. Bu alandaki ilk bilgiler, 1950'li yıllarda, Karl Lashley'nin çalışmaları sonucu ortaya çıkmıştır. Lashley'in bulgularına göre, eğer beyinde küçük bir miktarda doku kaybı olursa, bunun yeri önemli değildir ve beyin bu kayıpla başa çıkabilir. Büyük miktarda doku kaybı olursa, bunun yeri de önemli değildir, fakat bu kayıp bellek bozukluklarıyla sonuçlanabilir. Ancak bunlardan, beynin neresine hasar verildiğinin hiç önemli olmadığı anlamı çıkarılmamalı. Örneğin, beyinde dil ya da görme merkezlerinde, göreceli olarak küçük bir hasar olması bile, kalıcı bozukluklara yol açabilir. Beynin tüm bölgelerinin eşit olduğu düşüncesi, ancak bir yere kadar doğrudur.

Lashley'in çalışmaları, beynin belli bir bölgesindeki bellekle ilgili bir özelleşme bulamamıştı. Başka araştırmalarsa, beyindeki hipokampüs ve amigdalanın maymunlarda bellek kaybıyla ilgili olduğunu ortaya koydu. Bu bulgular, nöropsikologların, hipokampüsü zarar görmüş hastalarda gözlediği bellek hasarlarıyla da tutarlılık gösteriyor. Aslında belleğin depolamayı nasıl yaptığının araştırılması, fizyolojik bir incelemenin yapılmasını gerektiriyor. Haritalarla ilgili benzetmemizi anımsayacak olursak, bu konuda elde edilecek bilgiler, ancak bellekle ilgili başka bir haritanın oluşturulmasında kullanılabilir.

Bulup Getirme

Aslında bellekte bulup getirmeden söz ederken, bunu "tanımak" ve "geri çağırmak" olarak ikiye ayırabiliriz. Tanımak, birden çok seçeneğin arasından daha önceden kaydedip depolamış olduğumuzu bulmaktır. Geri çağırmadaysa, bu tür ipuçları bulunmaz, kişi, bir şeyi anımsamak için gereken ipuçlarını kendisi bulur. Bu iki işlemi tanımlamak için ortaya atılmış bir modele göre, herhangi bir şeyle (örneğin, bir sözcük listesindeki herhangi bir sözcük) ilgili belleğimiz, birbiriyle ilişkili parçalardan oluşur. Bu parçalardan biri, kaydetme sırasında içinde bulunulan koşullar ve kişinin ruh durumu

gibi değişkenlerdir. İkinci parça, o şeyin kendisidir. Depolanan bilgilerin bir parçası da, kişinin kodlama sırasında yaptığı ilişkilendirmelere, örneğin o sözcüğün kişiye çağrıştırdığı şeylere aittir. Bunların bütününeyse "imge" diyoruz.

Bunu bir örnekle açıklamaya çalışalım. Diyelim ki "kayık-köpek" gibi birbiriyle eşlenmiş sözcük çiftlerinden oluşan bir listeyi bellemeye çalışıyorsunuz. Sizden, "köpek" sözcüğünü öğrenip daha sonradan anımsamanız isteniyor. Bu sözcükle ilgili belleğiniz, birkaç parçadan oluşur. Bunlar, içinde bulunduğunuz durumla ilgili olarak kodlayabildikleriniz, "köpek" sözcüğünün kendisi, ve "kayık" sözcüğüyle birlikte olma ilişkisinin kaydedilmesinden oluşur. "Köpek" için belleğiniz, imge olarak depolanır. Böylece, bir şeyi anımsamayı çalışırken, alınan ipuçları, eğer bizim köpek imgemizde var olan ilişkilerle örtüşüyorsa, anımsamaya çalıştığımız imgenin anımsanma olasılığını arttırır. Fakat kimi zaman da, ipuçlarının sayısı arttıkça, bunların etkisi, daha az ipucuyla sağlanan yardımdan daha az olur.

Peki, insanların herhangi bir şeyi kaydetmeden önce bildikleri şeyler, kaydedilen yeni şeylerin anımsanmasını nasıl etkiliyor? Öykülerin ve yaşanmış olayların nasıl depolandığı ve nasıl anımsadığı konularında çalışmalar yapmış olan Bartlett'in araştırmalarına değinelim. Bartlett'in, çoğu kez çalışma arkadaşlarını ve öğrencilerini denek olarak kullandığı bu çalışmalarda, deneklere, genellikle başka kültürlere ait bir öykü veriliyor. Denek öyküyü okuduktan ya da çalıştıktan 15 dakika sonra, kendisinden öyküyü anlatması isteniyor. Daha sonra, düzensiz aralıklarla (kimi zaman birkaç ay içinde, kimi zaman yıllar sonra) Bartlett, arkadaşlarından bu öyküyü yeniden anlatmasını istemiş. Bu yolla, deneklerinin anılarındaki çarpıtmaların ve kayıpların doğasını ortaya çıkarmaya çalışmış.

Bartlett'in araştırmada en çok ilgilendiği konu, deneklerin yaptığı hatalar olmuş. Örneğin, "Hayaletlerin Savaşı" adlı bir kızılderili öyküsünü okuyan deneklerin çoğu, öyküde geçen kanoyu kayık, yerlilerin işini de balık avlamak olarak anımsamış. Bartlett, deneklerin öyküde yaptıkları değişikliklerin, öyküyü, İngiliz kültürü açısından daha "akılcı" yapmaya yönelik olduğuna dikkat etmiş. Bartlett'e göre denekler, kaydettikleri olayları anımsarken, bunları önceden varolan deneyimlerinin etkin düzenlenmesinden ayırt etmekte şöyle ya da böyle zorlanıyorlar. Pek çok araştırmacıya göre, gerçekten de insanlarda, ek bilgileri belleklerinde var olan şemalara uydurma eğilimi var. Bu bilgiyi anımsama zamanı geldiğinde de öncelikle, aslında bilgilerimizin düzenlenmiş bir kümesi olan şemamız çağrılıyor ve bilgiler bu şemanın rehberliğinde anımsanıyor. Bunun yanı sıra, araştırmalarda, insanların şemalarını da kimi durumlara uydurabildiği görülmüş.

İnsanların yalnızca duydukları



cümleleri, aradan zaman geçtikten sonra sözcük sözcük anımsayamadıklarını gözlemişsinizdir. Bu konuyla ilgili de pek çok araştırma bulunuyor. Örneğin, 1977 yılında yapılan bir araştırmada denekler, aşamalı bir biçimde düzenlenmiş bir parça okumuşlar. Konunun ana hatları yazının başlarında belirtilmiş. Deneklerin bir bölümüne yazıyı okuduktan hemen sonra, bir bölümüne de 25 dakika sonra öyküyle ilgili sorular sorulmuş. Gecikmeli olarak test edilen deneklerin, duydukları metinde geçen cümlelerin anlamıyla ilgili sorulara daha hızlı yanıt verdikleri gözlenmiş.

Okulda öğrenciler genellikle, herhangi bir konunun ayrıntılarıyla ilgili sorulardan değil de, genel bilgilerden sınava girdikleri için, öğrencilerin performansı, yeni öğrenilen materyalle, kalıcı bellekteki diğer malzemeler arasında ilişki kurarak arttırılabilir. Ayrıca, ayrıntıları aklınızda tutmak için uğraşmıyorsanız, sınavdan önceki son dakikaya kadar kitabınıza bakarak bir şey kazanamayacağınız da anlaşılıyor.

Özetle söylemek gerekirse, insanlar, sözel malzemeleri yalnızca sınırlı bir süre için akıllarında tutabilirler. Bilgiler kalıcı bellekte işlenirken, işittiğimiz şeyler anlamı çıkarılarak depolanır. Bu nedenle duyduklarımızı sözcük sözcük anımsamakta zorlanırız. Ancak, özellikle sözcüklerin kendisi, anlamı açısından önem taşıyorsa, bu bilgiler de depolanır.

Genellikle bilgileri kodlayarak geri çağırırken belleğimizi kullandığımızın bilincindeyizdir. Ancak, bir şeyleri anımsamak için gerçekten de bilinçli olmamız gerekir mi? Bilişsel sistemimizin önceden kodlanmış olduğu bilgileri çağırarak kullandığı ve bizim bunun farkında bile olmadığımız durumlar da vardır.

"Örtük bellek", daha önceden edinmiş olduğumuz deneyimlerin, yaptığımız işi, bu deneyimlerin, ya da onları bulup getirdiğimizin bilincinde olmadan etkilediği durumları tanımlar. "Açık bellek"teyse, kişi belleğini kullanırken bunun farkındadır. Araştırmalar, açık belleği yönlendiren değişkenlerin, örtük bellek üzerinde ya çok az etkili, ya da etkisiz olduğunu göstermiş.Aslında, kimi araştırmacılara göre bellek, birbiriyle ilişki içindeki birkaç sistemden oluşur.

Bir zamanlar olduğu gibi bir "kara kutu" olarak görülmese de, bugün hâlâ insan belleğinin pek çok bilinmeyen yönü var. Ancak, bu konudaki bilimsel çalışmaların 40-50 yıl gibi kısa bir süre önce başladığı göz önüne alınırsa, günün birinde belleğin bilinmeyen yönlerinin de ortaya çıkarılacağına kesin gözüyle bakılabilir.

Aslı Zülâl

Konu Danışmanı:Hasan Gürkan Tekman
Doç.Dr. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Enformatik Enstitüsü

Kaynaklar
Baddeley, A. D., *Human Memory: Theory and Practice*. Boston: Allynan Bacon, 1997.
Best, John B., *Cognitive Psychology*. West Publishing Company, 1995. 4. Basım
Schachter, Daniel L., "The seven sins of memory". *American Psychologis*t, Mart 1999.

TÜBİTAK-TBAG Beyin Dinamiği Multidisipliner Çalışma Grubu V. Çalıştayı

Alzheimer Hastalığına Multidisipliner Yaklaşım

Toplumda çoğu zaman düşünüldüğü gibi, unutkanlık ve bunama yaşlılığın doğal bir sonucu değildir. Bunama, teknik terimiyle demans, bir hastalıktır ve bunun çok değişik türleri vardır. Demans çeşitleri arasında ilk sırayı, %56 görülme oranı ile, Alzheimer tipi demans (ATD) almaktadır. Yüzde 5'i kalıtsal kökenli olan Alzheimer hastalığı (AH) ayrıca uzun süren bir hastalıktır: Belirtilerin 65 yaşın üstünde başladığı bireylerde kaçınılmaz son, A.B.D. ortalamasına göre 8.5 yılda gelmekte, bu süre, belirtilerin 65 yaşın altında başladığı bireylerde ortalama 10.8 yıla uzamaktadır. Bir Alzheimer hastasının A.B.D.'de topluma maliyeti 174 000 USD olarak hesaplanmaktadır (Medina, 1999).

Hayatta kalma süresi sosyoekeonomik düzey ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Nitekim günümüzde 65-75 yaşındaki bireyler, bilimsel olarak, 'genç yaşlı' olarak nitelendirilmektedir. Beri yanda 65 yaşın üstündeki her on bireyin birinde, 85 yaşın üstünde ise her on bireyden beşinde AH görülmektedir. Sinsi bir unutkanlık ve dikkatsizlikle başlayan ancak en son evresinde kişide tam bir yıkıma yol açan AH 'çağın vebası' olarak nitelendirilmektedir.

Ülkeler için büyük bir sosyal ve ekonomik sorun olan, hastanın yakınları ve onun bakıcısında ise travmatik yaşantılara yol açabilen AH, 21 Şubat 2000'de TÜBİTAK Mustafa İnan Salonu'n'da yapılan bir çalıştayda ele alınmıştır. TÜBİTAK'ın Beyin Dinamiği Çalışma Grubu'nun bilimsel toplantılarından beşincisi olan AH çalıştayı, grubun üyelerinden, Gazi Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ceyla İrkeç ve çalışma arkadaşları tarafından düzenlenmiştir. Çalıştaya konuşmacı olarak Dokuz Eylül, Ege, Erciyes, Gazi, Hacettepe, Lübeck Tıp ve Trakya Üniversiteleri ile Gülhane Askeri Tıp Akademisinden 13 öğretim üyesi konuşmacı olarak katılmıştır.

AH: Multidisipliner Yaklaşım, Temel İlkeler ve Klinik Yaklaşımlar başlıklı V. Çalıştayda, konu multidisipliner bir yaklaşım altında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda AH, nörolojiden, nörofizyoloji, nöroradyoloji, biyokimya, farmakoloji, fizyoloji, psikiyatri ve nöropsikolojiye kadar uzanan geniş bir bilimsel yelpazede ele alınmıştır. AH konusunda bütün bu dallarda mevcut en son bulgu ve teknolojiler açıklanmıştır.

Beyin Dinamiği Multidisipliner Çalışma Grubu V. Çalıştayı'nın açılış konuşmasında Prof. Dr. Ceyla İrkeç AH'yi ele almada multidisipiner yaklaşımın önemini vurgulamış, Prof. Dr. Erol Başar ise Çalışma Grubu tarafından yapılan bilimsel araştırmalar, yayın ve bildirilerle eğitim-öğretime yönelik faaliyetleri açıklamıştır. Çalıştayda öncelikle yaşlanma ve demans kavramları, bunların tanımları ve farklılıkları üzerinde durulmuş, yaşlanmanın doğal bir süreç, demansın ise bir hastalık olduğu vurgulanmıştır (Prof. Dr. Ceyla İrkeç). AH'nin etyopatogenezi ele alınmış, beyinde meydana gelen amiloid plaklar ve nörofibriler yumaklarla karakterize nörodejeneratif değişikliklerin temelinde yatan biyokimyasal faaliyetler, genetik bileşen ve süreçler açıklanmıştır (Doç. Dr. Görsev Gülman Yener). AH'nin klinik ve patolojik bulguları üzerinde durulmuş, Alzheimer hastalarında gözlenen elektrofizyolojik, radyolojik, bilişsel ve duygusal bozukluklar ve bunların görüldüğü beyin alanları ana hatlarıyla özetlenmiştir (Doç. Dr. Ayşe Bora Tokçer). Daha sonraki konuşmalarda AH'nin çeşitli yönlerinin ayrıntılarına girilmiştir. Bu doğrultuda, hastalığın çevresel nedenleri üzerinde durulmuş, hastalığın temelinde yatan biyokimyasal süreçler ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Prof. Dr. Fatma Kutay ve arkadaşları). AH'nin tıbbi görüntülenmesinde hippokampal yükseklik, koroid fissur ve temporal boynuz genişliği gibi lineer ölçümler yerine, daha yüksek duyarlığa sahip volümetrik ölçümlerin gerçekleştirilmesi ve fonksiyonel süreçlere yönelik güncel görüntüleme yöntemlerinin kullanılması gerekliliği üzerinde durulmuştur (Yard. Doç. Dr. H. Muammer Karakaş). AH'ye eşlik eden psikiyatrik belirtiler ele alınmış, emosyonel bozukluklar ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Doç. Dr. Nahit Özmenler). AH'nin özellikle erken evrelerinde, erken tanıya yönelik olarak kullanılabilecek ve ülkemiz için standardizasyonu yapılmış bulunan nöropsikolojik testler açıklanmıştır (Prof. Dr. Sirel Karakaş). Pek çok nöromediatör sistemin etkilendiği AH'de, bilişsel bozuklukların tedavisinde kullanılabilecek ilaç türleri açıklanmış; diğer emosyonel bozuklukların tedavisinde ise, ayrıca, antipsikotik, antidepresan ve antikonvülsan ilaçların kullanılabileceği belirtilmiştir (Prof. Dr. Sevim Ercan). Son konuşmanın konusunu, AH'nin tedavisinde halen kullanılmakta olan ilaçlarla yeni farmakolojik ajanların etkilerini test etmede hayvan modellerinin önemi oluşturmuştur (Doç. Dr. Asuman Gölgeli).

Alzheimer Çalıştayı'nın genel tartışma bölümünde, tüm konuşmalardaki kritik konular özetlenmiş, bunların bilimsel araştırmalar ve klinik uygulamalar için doğurguları üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, nörolojik, nöroradyolojik , elektrofizyolojik ve nöropsikolojik ölçümlerin bir arada kullanılacağı bir Alzheimer araştırma projesinin gerçekleştirilmesi karara bağlanmıştır. Klinik uygulamalar açısından da, bir AH evrelendirme ölçeğinin seçilerek Türk kültüründe standardizasyon çalışmalarının tamamlanmasının önemi üzerinde durulmuştur.

Sirel Karakaş
Prof. Dr., HÜ Deneysel Psikoloji AnabilimDalı Başkanı
TÜBİTAK Beyin Dinamiği Çalışma Grubu Başkan Yardımcısı



Bellek Bozuklukları

BELLEK bozukluklarını anlatabilmek için bazı olguları örnek olarak verelim: Bunlardan ilki psikolog A.R. Luria'ya ait "S." adındaki olgudur:

S.'nin eksplisit (bilinçli) bellek oluşturmakta olağanüstü yeteneği vardı. Hiçbir şeyi unutmuyordu. S., gazete muhabiriydi. Diğer muhabirlerin yaptıkları gibi hiçbir toplantıda not almıyor, konuşulanları unutmuyor, sorulduğunda tüm konuşulanları sözcüğü sözcüğüne yineleyebiliyordu. S., kendisinde bir tuhaflık ya da farklılık hissetmiyor, sadece diğer kişilerin neden not alıp durduklarına şaşıyordu. Ancak patronunun ısrarı üzerine bir psikoloğa başvurdu (Luria) ve bu psikolog 30 yıl süreyle S.'yi inceledi; sonuçları "Bir mnemonistin anlağı" ismiyle yayınladı. (Mnemonist, belleği artırma yöntemleri kullanan kişi. Ancak çoğu kez, ezberci ya da tekerlemeci diye de çevrilmekte).

S., ortalama 52 verili sayı, isim, harf listelerine 2-3 dakika kadar baktıktan sonra (bir defasında 16 yıl sonra) olduğu gibi anımsıyabiliyor, sütunlar halinde yazılmış bu listeleri yukarıdan aşağı, aşağıdan yukarı ya da çapraz olarak ezbere okuyabiliyordu. S., bu listelere bir kez baktıktan sonra artık onları anlağında bir resim olarak görüyor ve bu içsel resmi istenildiği gibi okuyabiliyordu. S., ayrıca, sayılara ya da sözcüklere bir ses, renk, tat gibi duyusal anlamlar da yüklüyor, böylece anımsamayı kolaylaştırıyordu. Örneğin, sayılara şu özellikleri veriyordu: 1, Kendine güvenen, iri yarı bir adam; 2, keyifli bir kadın; 3. sıkıntılı biri; 6, ayağı şiş bir adam; 7, bıyıklı bir adam, 8, babayani bir kadın (çuval üstüne çuval binmiş gibi). 87 sayısının kendisine şişman bir kadınla, bıyığını buran bir erkeği anımsattığını söylüyordu. Bu bulgulara göre, S.'nin kısa süreli belleğinin olmadığı, her şeyi uzun süreli bellekte depoladığı söylenebilir.

Giderek S., unutmamaktan yakınır olmuş ve unutmak için yöntemler bulmağa çalışmış. Örneğin unutmak istediklerini (telefon numaraları, isim listeleri gibi) normal insanlarda olduğu gibi yazmağa başlamış. Ancak bu kez de yazdıklarını kafasının içinde görür olmuş.

S.'nin, bu yeteneğine karşılık kayıpları oldu mu? Luria bu soruya evet diyor ve S.'nin yaşamdan bir amacı olmayan, yüzeysel ve donuk bir kişiliği olduğunu söylüyor. Yine Luria, S'nin usa vurma, sınıflandırma, nesneleri önemine göre sıralama gibi ye-

Belleğin Fizyolojisi

Korkut Yaltkaya
Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı Başkanı

Bellek, öğrenmeyi, usa vurmayı, bilinci ve dolayısıyla kişinin bütünlüğünü sağlayan temel bir beyin işlevidir. İnsan bilişinin, karmaşık ve çok yüzlü bir yönüdür. Descartes'ın "Düşünüyorum öyleyse varım" sözünden esinlenerek "Anımsıyorum öyleyse varım" demek çok yanlış olmaz.

Belleğin oluşumundaki temel birimler; beyindeki sinir hücrelerinin (nöron) ve bunların uzantılarının diğer sinir hücreleri ile oluşturduğu değme noktalardır (sinaps). Nöron ve sinaps sayısı ne kadar çoksa bellek o denli güçlüdür. İnsanlarda, sadece beyin kabuğunda (neokortekste) 100 trilyon ile 10 katrilyon arasında sinaps vardır; ve bu sayı ömür boyunca olası bilgi girişini depolamaya yetecek sığanın çok daha üstündedir. Sinapsların işlev görebilmeleri için çok az bir enerjiye gereksinimleri olması da bir avantajdır; böylece az bir enerji ile bellek depolarını sürdürebilir.

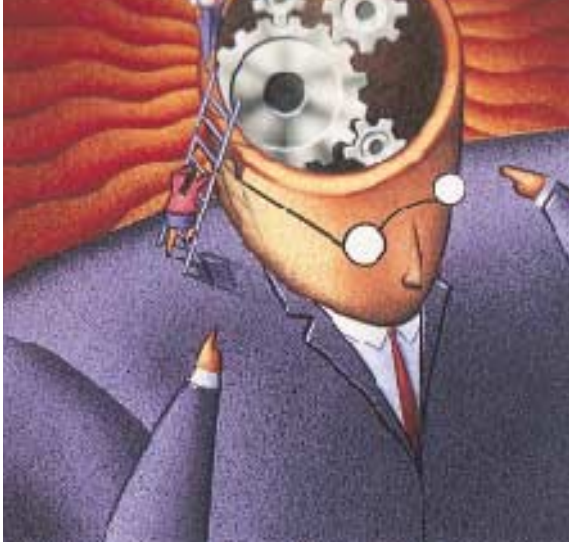
Belleği, kabaca ve anlaşılma kolaylığı yönünden, kısa ve uzun süreli olarak ikiye; uzun süreli belleği de, bilinçli ve bilinçsiz (örtülü) olarak tekrar ikiye ayırabiliriz. Kısa süreli belleğin bilgileri depolama süresi milisaniyeler ya da saniyelerle ölçülürken uzun süreli bellekte anıların kalış süresi varsayımsal olarak sonsuzdur. İkisi arasında daha birçok farklar varsa da biz burada bellek oluşumunun fizyolojisini ön plana aldığımızdan, bu farkların üstünde durmayacağız.

Kısa süreli belleğin fizyolojisini şöyle açıklayabiliriz: Sürtünmenin olmadığı bir ortamda, birbirini devindiren bir çok dişli çarkın bir çember boyunca dizildiğini ve son dişli çarkın, ilk dişli çarkı etkilediğini varsayalım. Con Ahmet'in devridaim makinasına benzeyen böyle bir düzenekte, dişli çarklardan birini çevirdiğimizde tüm çarklar dönmeye başlar ve bu durum sürer gider. Sinir sisteminde de benzer sinir devreleri vardır (Şekil: 1). Bunlara yansımalı devreler denir. Ancak bu devrelerde devinim yoktur, elektrik akımı dolaşır. Sinir devresini oluşturan yüzlerce nörondan birinde elektriksel aktivite başlayınca, bu elektriksel aktivite komşu nörona geçer ve bu böylece sürer gider. Nöronlar çemberinin son hücresi elektriksel aktivitenin başladığı nöronu tekrar aktivite eder, elektrik akımının çember boyunca dolaşıp durmasını sağlar. Yansımalı devrelerde bazen aktivitenin sönmeden 14-18 saate kadar sürdüğü bilinir. Devrede dolaşıp duran bir akım şeklindeki bu sinyal, belirli bir özelliği olan anıyı temsil eder. Böyle birçok yansımalı devre bir araya gelip, anılar dizisini belirli bir süre canlı tutabilir.

Uzun süreli belleğin oluşmasındaki temel olay "uzun süreli potansiasyon" dur (Long-term Potentiation-LTP). Bir sinir yolu, üst üste kısa süreli ve güçlü olmayan elektriksel darbelerle uyarıldıktan bir süre sonra, tek tek uyarılara daha yüksek genlikli yanıtlar vermeğe başlar. Yani bu sinir yolu güçlenmiş, potansiyalize olmuştur. Bu olguyu başka türlü söylersek, bir bilgi üst üste yinelenerek öğrenilmişse, sinir sisteminde kendine bir yol açar. O bilgi ile ilgili bir uyaran geldiğinde bilginin yolu belli ve açık olduğundan, bilginin tümü birden anımsanır. Bir kum yığını düşünün: yığının tepesinden bir kova su dökersek, su tepenin eteklerine doğru kendine yollar açarak akar (LTP oluşturur). Fazla vakit geçirmeden tepedeki aynı yere bir kova daha su dökersek, bu ikinci su birincisinin açtığı oluklar boyunca akar gider. Bu anımsama olayını temsil eder.

İlk kanallar açıldıktan sonra, uzun süre ikinci su dökülmezse kanallar kapanır. Bu unutmadır. Kum tepeciğinin bir kısmını kazarsak, bellekte bir bozukluk oluşturmuş oluruz, ancak bu durumda belleğin bir kısmı yiter, tümü yitmez.

LTP nasıl oluşuyor? Sinapslarda oluşan bazı şekilsel değişiklikler, hatta yeni sinaps oluşumları, enzimatik etki ve yeni protein üretimi,



teneklerden yoksun olduğunu, soyut kavramları (şiir, mizah ya da benzetme deyimler gibi) anlamakta güçlük çektiğini ya da anlayamadığını söylüyor. Bu gözlemlerden de anlaşılıyor ki "Her şeyi anımsamak, bir tür deliliktir".

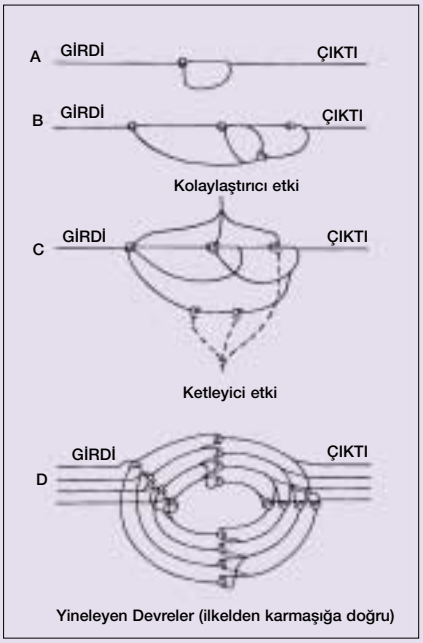
S'nin bu eksiklikleri bize kısa süreli belleğin usavurmada, kıyaslamada, sınıflandırmakda; kısaca bilgiyi değerlendirmede ne kadar önemli olduğunu da gösteriyor.

Oliver Sacks'ın ikizler olgusu da benzer özellikler taşır: 26 yaşında olan bu ikizler geri anlaklıydı ve yedi yaşından beri bir hastanede bakılmaktaydılar. İkizler, kendi yaşam deneyimlerine dair en ufak bir ayrıntıyı unutmuyorlar ve bilinmeyen bir takvimsel algoritmayı kullanarak 80 bin yıl içinde herhangi bir senenin herhangi bir gününün, haftanın hangi günü olduğunu (salı çarşamba gibi) bilebiliyorlar ve eğer bu tarih yaşadıkları süre içinde ise o gün havanın nasıl olduğunu ya da ne türlü olayların yer aldığını anımsayabiliyorlardı. Sacks, şahidi olduğu bir olayı şöyle anlatıyor. "Bir gün masalarında duran bir kibrit kutusu yere düşüp kibritler yere saçıldığında ikisi de kendiliklerinden '111' diye bağırdılar... 'Nasıl bu kadar çabuk saydınız' diye sordum. 'Saymadık, 111'i gördük' dediler....". Anımsarsanız benzer bir sahne, otistik bir adamı canlandıran Dustin Hofmann'ın "Yağmur adam" filminde de vardır. İkizlerin; tüm bu yeteneklerine karşın çarpma-bölme yapamayacak kadar geri anlakları, üzücü ya da sevindirici olayları duygulanımdan yoksun, hem aynı ses tonu ve donuk yüz ifadesi ile çocuksu bir biçimde ve gereksiz ayrıntıları ile anlatan, gelişmemiş kişilikleri vardı.

Bu iki olgu aşırı anımsama ya da hiperamnezi denilen durumu örneklemektedir. Bellek kaybına amnesi, yetersizliğine ise hipoamnezi denilmektedir.

Amneziye örnek olan bir diğer olgu öyküsü tüm dünya literatüründe ünlü olmuş H.M.'ye aittir. H.M., 1953 yılında giderek artan ve sıklaşan epilepsi nöbetleri nedeniyle ameliyat edilmiş ve her iki taraflı şakak loblarının iç kısımları (bu kısımlar hippokampus, amigdala gibi bölümlere ayrılır) çıkarılmıştı. Bu operasyon sonucunda, hastada derin bir anterograd amnezi (ileriye dönük unutkanlık) gelişti; ve bunun üzerine, böyle bir operasyon o tarihten bu yana bir daha hiç yapılmadı. 35 yıldan beri tıbbi olarak izlenmekte olan bu hastadaki bellek bozukluğu tüm ayrıntıları ile incelenmiştir. H.M.'nin, yukarıdaki örneklerden farklı olarak normalin üstünde bir anlağı vardı. H.M.'nin geçmişiyle ilgili olayları anımsıyor fakat operasyondan sonra olup bitenleri anımsamıyordu. Operasyondan sonraki olayların izleri, suya atılan bir taşın oluşturduğu halkalar gibi hemencecik kayboluyordu. H.M. yeni anılar depolayamamakta, yeni anıları pekiştirememekteydi. Kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe geçiş, yani kısa süreli bellekte geçici olarak tutulan anıların uzun süreli belleğe geçerek uzun süreli depolanması olayı bozulmuştu. (Bu olaya konsolidasyon-pekiştirme deni-

uzun süreli bellek oluşumundaki başlıca etkenlerdir. Bu akademik konuyu basitleştirirsek, olayda en önemli başlangıç, nörona yeterli miktarda kalsiyumun girmesidir. NMDA reseptörleri ve glutomat molekülünün karşılıklı ilişkileri sonucu, kalsiyum iyonu hücre içine girdikten sonra, protein eriten ve calpain ismi verilen bir enzimi oluşturur. Nöronun ana uzantısından başka kısa kısa saçakları vardır. Bunlara dendrit denir. Çoğu sinapsları bu dendtritler oluşturur. Dendritin içinde proteinden bir iskelet vardır (spectrin). Calpain, bu isketeli yıkar ve böylece dendritin uç kısımlarının şekli değişir: konveks durumdan konkav duruma geçer (Şekil: 2). Böylece sinapsın yüzeyi genişlemiş olur; elektrik akımına karşı direnci azalır. Bilgi (elektrik akımı) bu kısımlardan daha kolaylıkla geçer.

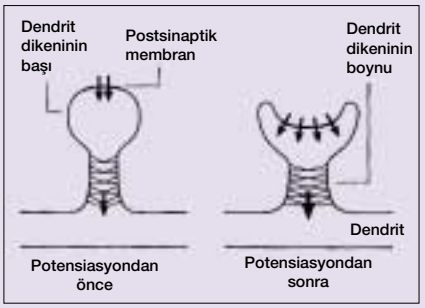


Yineleyen Devreler (ilkelden karmaşığa doğru)

Yine protein üzerinden oluşan bu şekilsel değişikliğin yanı sıra, bellek depolanmasında rolü olan başka proteinler de vardır: S-100, vasopressin vb.

Bellek oluşumunda sinaptik düzenlemeler, öğrenme olayına bağlı olarak yaşam boyunca gelişir ve çeşitlenir. Embriyonun gelişimi sırasında da sinaptik bağlantıların bir ilk düzeni söz konusudur. Bu düzen doğuştan gelen içgüdülerin temelini oluşturur ve nöral Darwinizm çerçevesi içinde oluşur. Bu iç güdüler en eski bellek kalıpları olarak kabul edilebilir.

Doğuştan gelen içgüdüsel davranışların evrimini; bir çeşit öğrenme olarak düşünebiliriz. Öğrenmenin temelinde de bellek vardır. Bu öğrenmeyi sağlayabilmek için genom, çevre ile



karşılaştıkça, çevreye uygun, başarılı stratejiler üretmekte, böylece giderek öğrenmektedir. Bir bakıma genom, "geçmişi anımsayarak" embriyolojik gelişimi kontrol eder ve bu işi protein üreterek yapar. Proteinleri üreten bu erken etkili genlere C-fos denilmektedir. Uzun süreli belleğin devamı için C-fos ürünü proteinlerin artması gereklidir.

Özetle; uyaranın oluşturduğu nöronal plastisite aynı zamanda gen ekspresyonu değişikliği ile beraberdir. Protein sentezi uzun süreli belleğin kodlanmasında önemlidir. Bir takım beceriler öğretilen hayvanlarda, yinelemeler yapıldıkça bu öğretiler giderek pekişir. Fakat öğrenme egzersizinin hemen arkasından protein oluşumunu durduran maddeler verilirse öğrenme ileri derecede bozulur.



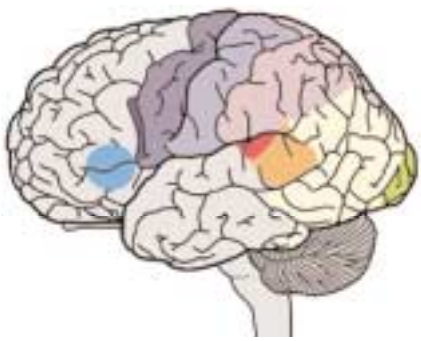
yor). Bu bulgudan, temporal lobların bu kısımlarının konsolidasyon olayından sorumlu oldukları ortaya çıkıyordu.

Bellek kaybı çeşitli nedenlere bağlıdır: depresyon, yaşlanma, devamlı gerginlikler, bazı nörolojik hastalıklar (başta kafa travması, demanslar ve inme gelmek üzere), yoğun korku, ağır fiziksel travmalar, saldırıya uğrama, çocuklukta cinsel kullanım gibi... Hatta soğuk suya batırılma veya yoğun cinsel aktivite geçici amnezilere neden olabilir. Nedenlere bağlı olarak amneziler çeşitli derecelerde gelişebilir. Kimliğini unutacak derecede global olabileceği gibi, salt travma anını ya da travma anından evvelki ve sonraki bazı basit ayrıntıları anımsamıyacak derecede hafif de olabilir.

Kafa travmasına bağlı amnezileri tipik bir örnek olarak alırsak; travma anında gelişen ve günlerce ve bazen aylarca süren beyin işlevsizliği dışında amnezileri (unutkanlıkları), anterograd ve retrograd olarak ikiye ayırmak olasılıdır. Anterograd amnezi beyin işlevlerinin yetersiz olması sonucu, bilgilerin yeterli şekilde işlenememesine ve depolanamamasına bağlıdır. Hastalar, çevreleri ile uyumlu görünürler ve doğru yanıt verirler; ancak, anlık belleği pekiştirip kısa süreli ve uzun süreli belleğe aktarmakta güçlük çekerler.

Post-travmatik amnezi her zaman global olmaz. Selektif de olabilir. Örneğin görsel nedenlerle ilgili amnezi olmayabilir; buna karşılık sözel amnezi vardır. Ya da her ikisi de bozulur, motor ve emosyonel öğrenme sağlam kalabilir. Anterograd amnezinin süresi çok kısa olabileceği gibi, 10-20 yıla kadar uzayabilir. Arada, amnezide düzelmeler ve yinelemeler de olabilir.

Retrograd amnezide (RA) ise travmadan önceki anılar silinir. Bu durum travmanın şiddetine, dejeneratif yozlaşmanın yaygınlığına ya da emosyenel travmanın derecesine göre, bir kaç dakikayı, ya da günleri, ayları, hatta yılları kapsayabilir. RA'de, yakın geçmiş, uzak geçmişe oranla daha çok unutulur. Hasta kişiliğini ve emosyonel anılarını unutsa bile, eskiden öğrendiklerinin bir kısmını (bazı olayları, kent isimlerini, okuyup-yazmayı) unutmayabilir. Ancak bu seçicilik, beyindeki lezyonun yerine göre değişir. RA'nin süresi beyindeki lezyonun derecesine göre değişir. Lezyon ne derece ağırsa, RA de o kadar gerilere gider. RA süresi içinde belleğin sağlam kaldığı adacıklar olabilir. Öyle ki, hasta dikkatli sorgulanmazsa, yanıtlarını bu sağlam kalan adacıklara göre veren hastanın belleğinin sanıldığı kadar bozuk olmadığı düşünülebilir. RA, her olguda sürekli değildir. Zamanla kapsamı daralır ve anılar geri dönmeye başlar. Ancak dejeneratif bozukluklarda gerileme yerine belleğin tümden kaybı oluşabilir.



Derin anestezi almış ve operasyon uygulanmış bazı kişilerin, anestezi süresi içindeki bazı olayları, bilinç yerine geldikten sonra anımsadıkları bildirilmiştir. Anestezi sırasında oluşan amnezi daha çok sözel materyalle ilgilidir. Sözel olmayan, seslerle (melodi gibi) ve şekillerle ilgili bellek, anestezi süresince kısmen daha sağlam kalmaktadır.

Son olarak kadın ve erkek belleklerindeki farklar üzerinde duralım:

Emosyonların (heyecanların, duyguların) kaynağı limbik sistem olduğundan ve kadının amigdala bölümü bu yönüyle erkeğinkinden üstün olduğundan kadınlar erkeklere oranla daha empatik, sempatik, özverili, duyarlı ve sevecendir. Kadınların emosyonel iç dünyaları da daha zengindir; ve erkeklere oranla sosyal emosyonel nüansları daha iyi algılar ve ifade ederler.

Kadınların bellekleri, daha emosyonel içeriklidir, ve sosyal ve kişiler arası ilişkilere daha fazla yöneliktir. Dolayısıyla, kadınlar emosyon yüklü olayları anımsamakta erkeklerden daha üstündür. Öyle ki, kocalarının ya da erkek arkadaşlarının "öyle bir olay olmadı" diye yemin ettikleri anıları doğru olarak anımsayabilirler.

Amigdala-temporal lob aktivasyonu, aynı zamanda dinsel yönelim derecesiyle de ilgilidir. Bu nedenle kadınlar sadece daha emosyonel değil, aynı zamanda daha dindardırlar. Dinsel toplantılara daha çok katılırlar, çocuklarının dinsel eğitimiyle daha fazla ilgilenirler ve dinde bağnazlığa daha çok eğimlidirler.

Limbik sistemde görülen cinse bağlı bu değişiklikler, kadınların daha kolay emosyonel stress altına girmelerine, daha çabuk deprime olmalarına, histeri ve kronik yorgunluk sendromu gibi hastalıklara yakalanmalarına yol açar. Nitekim, affeksiyon (duygulanım) bozukluğu hastalıklarına, kadınlarda, erkeklere oranla iki-üç kat daha fazla rastlanmaktadır.

Korkut Yaltkaya
Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı Başkanı

Protonun Yaşam Gizi

Proton, görünüşte evrendeki en sıradan parçacık. Hesaplanan sayısı, yalnızca kendi gökadamızda bile 10^{68} kadar. Evreni dolduran uçsuz bucaksız hidrojen bulutları, aslında birer proton bulutu bile sayılabilir. Çünkü en hafif ve en bol element olan hidrojen, artı yüklü bir proton ve eksi yüklü bir elektrondan yapılı. Evrendeki tüm protonları da, elektronunu yitirmiş, iyonize olmuş hidrojen sayabilirsiniz. Böylesine sıradan bir madde, nasıl oluyor da fiziğin en zor problemlerinden biri olma özelliklerini koruyor? Ömrü nedeniyle... Proton gibi sıradan bir parçacık olan, ve onunla birlikte daha ağır atomların çekirdeklerinde bulunan nötron, serbest kaldığında ancak 10 dakika kadar bozunmadan kalabiliyor. Gelgelelim protonların en az 12 milyar yıl önce büyük patlamayla ortaya çıkmış olmalarına karşın, şimdiye değin bir tekinin bile bozunduğu görülmemiş. Anlaşılan daha uzun süre de görülemeyecek; eğer bazı fizikçilerin hesapları doğruysa, protonun ortalama yaşam süresi trilyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon (10^{72}) yıl. Ama merak etmeyin; başkaları, bu sürenin 10 milyar kere trilyon kere trilyon yıl olduğunu söylüyorlar!..

RAHATLAYABİLİRİZ; evrendeki tüm yıldızlar söndükten, karanlık gökadalar koca karadeliklerce yutulduktan sonra bile boşlukta, tanıdığımız evrenden bir anı olarak, bir miktar başıboş proton kalacak. Karanlıklara gömülüp yok olmadan evrenin sırlarını çözmek isteyen fizikçilerinse rahatlayacak halleri yok. Doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirmek için kurdukları kuramsal modellerin tutarlılığı için, protonun bozunması, ve daha da iyisi, bozunmuş birkaç protonun gözlenmesi gerekiyor. Doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirmek, daha açık bir söylemle bunların aynı temel gücün değişik görünümleri olduğunu göstermek; böylece evrendeki tüm olayları açıklayacak, her soruyu yanıtlayabilecek, her durum için geçerli tek bir kuram elde etmek, fizikçilerin düşü. Çünkü kendi alanlarında son derece başarılı iki kuram, tanıdığımız boyutlardaki evrende geçerli kütleçekimini açıklayan genel görelilikle, atomlar ve bunları oluşturan parçacıkların ve kuvvetlerin etkileşimini açıklayan kuantum mekaniği, birbirleriyle bağdaşmıyor. Fizikçiler, aradıkları her şeyin kuramı (Theory Of Everything – TOE) için işe, atomaltı dünyadan başlamış bulunuyorlar. Bu dünyada etkin olan kuvvetler, atom çekirdeklerini oluşturan parçacıkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvveti, atomları bir arada tutan (çekirdeklerle, çevrelerinde dönen elektronları bağlayan) elektromanyetik kuvvet ve atomların bozunmasına yol açan zayıf çekirdek kuvveti. 1960'lı yıllarda fizikçiler, elektromanyetik kuvvetle, zayıf çekirdek kuvvetinin, "elektrozayıf" adlı daha kapsamlı bir kuvvetin parçası olduğunu kanıtlamayı başardılar. Elbette bundan sonra tüm çabalar, şiddetli çekirdek gücünü de bu birliğe katarak en azından mikroskopik dünyadaki etkileşimleri tümüyle açıklayabilecek tek bir kuram elde etme üzerinde yoğunlaştı. Her şeyin kuramı için bir ilk adım olacak bu ara hedef, fizikçilerce Büyük Birleştirme Kuramı (Grand Unified Theory – GUT) olarak tanımlanıyor. Ancak günümüze değin bu konuda kuramsal öngörülerin dışında elle tutulabilir bir gelişme sağlanabilmiş değil. Nedenine gelince, şiddetli çekirdek kuvvetiyle, elektrozayıf kuvvetin ancak büyük patlamanın ilk anlarında var olabilmiş enerji (sıcaklık) düzeylerinde birleşebileceğini gösteren hesaplar.



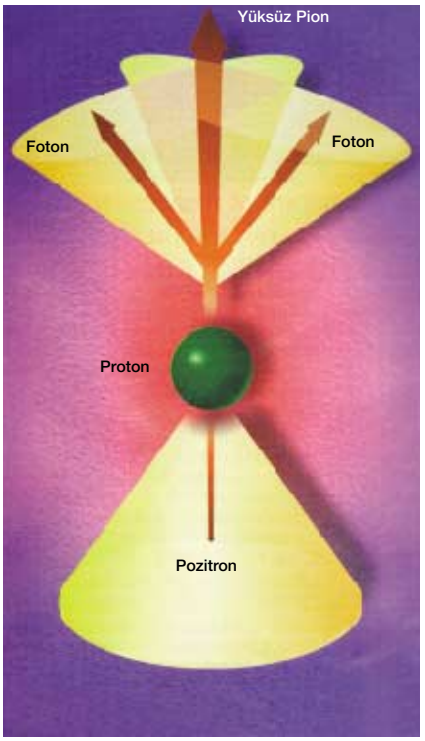
Japonya'daki Super Kamiokande detektöründe bilgisayar simülasyonuyla proton bozunması.

Ancak GUT için geliştirilen modeller, deneysel darboğazların dışında ve belki de daha önemli olarak kuramsal bir engele takıldı. GUT kura-

mının ussal bir sonucu olarak, protonların bozunması ve atomların dağılması gerekiyordu. Atomaltı dünyadaki parçacık ve etkileşmeleri başarıyla açıklayan standart modele göre, şiddetli kuvvetten etkilenen tüm maddenin, zayıf kuvvetle ilgili olan, elektron ve nötrino gibi parçacıkların oluşturduğu lepton grubu maddelerle bir biçimde özdeşleşmesi gerekli. Yani, birbirinden çok farklı parçacıkların birbirlerine dönüşebilmeleri gerekli. O halde, kuarklar leptonlara dönüşebiliyorsa, kuarklardan yapılı tüm parçacıkların, bu arada protonların da leptonlara dönüşebilmesi gerek. Bu da, o zamanki yaygın inanışın tersine, protonların da kararsız oldukları ve bozunabilecekleri anlamına geliyordu. İlk kez, elektrozayıf kuvvetin kuramcılarından Abdus Salam'ın ortaya attığı bu görüş, fizik dünyasında yeterli ilgi görmedi. Daha sonra, Abdus Salam'la birlikte Elektrozayıf kuramını geliştiren ve Nobel ödülünü paylaşan Amerikalı fizikçi Sheldon Glashow da, GUT çalışmaları kapsamında protonun bozunması gerektiğini, simetri modellerinden yararlanarak ortaya koydu. Glashow'un vardığı sonuç, artı elektrik yüklü protonun, standart modelde elektronun karşı parçacığı olan ama artı elektrik yük taşıyan bir pozitron ile, yüksüz bir pion parçacığına dönüşmesi gerektiği yolundaydı. Ama bu da deneysel çalışmaları yeterince harekete geçirmekte başarısız kaldı.

Glashow'un kullandığı simetri modeline göre, protonun bozunma süreci, elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerinin özdeşleşebileceği GUT enerjisiyle ilişkiliydi. Ancak, birleşme için gereken 10^{29} K sıcaklık, daha önce de değinildiği gibi, deneysel fizikçilerin hayallerinin bile erimi dışında bir enerji düzeyi. Üstelik Amerikalı fizikçinin hesapları, protonun ortalama ömrünün 10^{31} (10 katrilyon kere katrilyon) yıl olduğunu gösteriyordu.

Peki, protonun ömrü böyle akıl almaz derecede uzunsa, ve de evrenimizi oluşturan büyük patlama'dan bu yana yalnızca (!) 12 milyar yıl geçtiyse, araştırmacılar, neyi arıyorlar? Protonun ömrünü deneysel olarak ölçmek mümkün mü? Fizikçilere göre mümkün; çünkü proton da, eğer bozunuyorsa, bozunan öteki radyoaktif maddeler gibi rastlantısal bir süreç içinde bozunuyor olmalı. Bu durumda her protonun, herhangi bir yılda bozunması için 10^{31}'de 1 olasılık var. Üstelik evrende öylesine çok sayıda proton var ki, bu ilk bakışta sanıldığı gibi uzak bir olasılık değil. Yapılacak şey, 10^{31} protonu bir araya getirerek, içlerinden birinin bozunmasını beklemek. Bu da yapılamayacak bir şey değil. Bu kadar çok sayıdaki proton, yüzme havuzu büyüklüğünde bir tank içinde bir araya getirilebilir. Ama neredeyse 20 yıla yakın bir süre geçmesine karşın, dünyanın çeşitli yerlerinde yürütülen deneylerde, tek bir protonun, pozitron ve piona dönüşmesine tanık olunamadı. Sonuçta, protonun ortalama ömrünün, 1000 kat fazla olması gerektiği kanısına varıldı. Bu arada, GUT konusundaki kuramsal çalışmalar da giderek artan ölçüde, süpersimetri denen bir modele dayandırılmaya başlandı. Bu model, birbirlerinden temel farklarla ayrılan iki tür parçacığın, fermiyon denen madde parçacıklarıyla, kuvvet taşıyan (elektromanyetik kuvveti ileten foton, zayıf kuvvetin taşıyıcıları W(+), W(-) ve Z(0) bozonları ile, şiddetli çekirdek kuvvetinin aracısı 8 ayrı tür gluon) parçacıkların birbirlerine dönüşebilmelerini öngörüyor. Ancak bu modelin matematiği, fermiyon olsun, bozon olsun bilinen tüm parçacıklar için, kuramsal birer "süper" kardeş öngörüyor. Örneğin elektronun süperkardeşi "selektron", kuarkınki "skuark", fotonun "fotino" vb. Bu ek parçacıkların kuramsal varlığı, elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerinin özdeşleşeceği GUT enerjisinin düzeyini de 30 kat arttırıyor. Kurama göre protonun ömrü de bu enerji düzeyiyle çok yakından ilgili (GUT enerjisinin 4. kuvveti). Böyle olunca, şimdiye kadarki olasılık hesaplarının öngörüsünün tersine, hiçbir proton bozunması olayı gözleyememiş fizikçiler biraz rahatlıyorlar; çünkü artık yeraltı havuzlarındaki protonlardan birinin bozunması olasılığı daha düşük: Yılda $1/10^{34}$. Yani proton bozunmasının görünmemesi nedeniyle kuramlarını yanlış diye pencereden dışarı atmaları gerekmiyor.



Süpersimetri modeli geliştirilmeden, protonun bir pozitron ile yüksüz bir piona bozunacağı, pionun da daha sonra iki fotona dönüşeceği düşünülüyordu.

Ancak süpersimetri kuramı, neden hiç proton bozunmasına rastlanmadığı sorununa rahatlatıcı bir yanıt getirirken, bunun yanı sıra rahatsızlık yaratan başka bir sorun çıkarıyor; süpersimetrinin öngörüleri temel alınacak olursa, şimdiye değin proton bozunmasının izleri için yanlış bir yere bakılmış. Kurama göre protonun, bir pozitron ve nötr pion'a bölünmek yerine, pozitif kaon diye adlandırılan bir maddecikle bir antinötrinonun bileşimine dönüşmesi gerekiyor. Sorun bununla da bitmiyor. Protonun bu yeni bozunma ürününe dönüşebilmesi için Higgs renk üçlüsü kütlesi denen bir değer gerekli. Fizikçilerin çoğu, bu kütlenin, proton kütlesinin 1000 katından fazla olamayacağına inanıyor. Sorun, bu kütle ne kadar küçük olursa, protonun ömrünün de o ölçüde kısa olması gerektiği. Yaklaşık 1000 proton kütlesine karşılık gelen değer formüler uygulanınca da protonun yaşam süresi 500 000 yıl gibi, gözlemlerle, hatta kendi varlığımızla ters düşen bir değere iniyor. Eğer proton 500 000 yılda bozunuyor olsaydı, evrenimizin şimdiye değin yok olması, ya da çok farklı bir yapı kazanması, sonuçta da bizlerin ortaya çıkmamamız gerekmez miydi?

Proton bozunmasının şimdiye değin belirlenememiş olmasını açıklamak için Higgs renk üçüzü kütlesi için öngörülen değeri trilyonlarca kat arttırmanın bir yolunun bulunması gerekiyor. Princeton Üniversitesi İleri



Araştırmalar Enstitüsü fizikçilerinden Frank Wilczek, bu sorunun çözülebileceği konusunda umutlu. Wilczek, güvenini parçacıklara kütle kazandırdığı varsayılan Higgs parçacıklarına bağlamış görünüyor. Ama Wilczek, meslektaşı Stefano Dimopoulos ile 1980'lerde üzerinde çalıştığı bir etki sayesinde, Higgs renk üçüzü kütlesinin, gerektiği düzeye kadar yükseltilebileceği, böylece sorunun çözülebileceği görüşünde.

Başka bazı fizikçilerse, proton bozunmasının ancak daha üst bir özdeşleştirme düzeyinde, mikrodünyada etken üç kuvveti kütleçekimle özdeşleştiren her şeyin kuramı çerçevesinde anlaşılabileceği görüşünü savunuyorlar.

Cornell Üniversitesi (ABD) kuramcılarından Henry Tye, "kütleçekimini öteki kuvvetlerle özdeşleştirmenin bildiğimiz tek yolu da, süpersicim kuramı" diyor. Bu kurama göre tanıdığımız parçacıklar, aslında uzay-zamanda birbirleri üzerine kıvrılmış ek boyutlar içinde titreşen ve titreşimlerinin değişik biçimleriyle parçacıklara tanıdığımız özelliklerini veren tek, iki, hatta üç boyutlu, neredeyse sonsuz küçüklükte sicimlerden oluşuyor. Süpersicim kuramına göre, atomaltı düzeyde etken kuvvetlerle kütleçekiminin birleşmesini önleyen çok küçük ölçeklerdeki kuantum çalkantıları, sicimlerin titreşim özellikleri nedeniyle ortadan kalkıyor ve özdeşleşme gerçekleşiyor. Ancak burada da yeni bir sorun karşımıza çıkıyor. Kuramın öngörülerine göre protonun ömrü, süpersimetride olduğu gibi özdeşleşme enerjisi düzeyinin 4. kuvvetiyle değil, 24. kuvvetiyle artıyor. Bu da protonun ortalama ömrünü 10^{72} yıla çıkartıyor.

Yaşam süresi ister 10^{34} olsun, isterse 10^{72}, bazı fizikçileri düşündüren, protonun kaç yıl yaşayacağı değil, neden bu kadar kararlı olduğu. İsviçre'nin Cenevre kenti yakınlarındaki Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de 2005 yılında hizmete girecek olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC)'nin bu konuya ışık tutması bekleniyor. 1.3 milyar dolara mal olacak hızlandırıcıda proton ve antiproton demetleri, 27 kilometre uzunluğundaki tünellerde, süperiletken mıknatıslar yardımıyla ters yönlerde hızlandırıldıktan sonra kafa kafaya çarpıştırılacak. Fizikçiler, dört dev detektörle inceleyecekleri çarpışma ürünleri arasında, ünlü Higgs parçacığının yanı sıra, protonun yapısına da ışık tutacak izler bulabilmeyi umuyorlar.

Aslında protonun yapısıyla ilgili düşünceler, parçacığın ilk kez 1919 yılında Ernest Rutherford tarafından bulunmasından bu yana sürekli değişti. Rutherford'un "maddenin bölünemez temel bir yapıtaşı" olarak tanımladığı protonun, 1930'larda gerçekleştirilmeye başlanan ilk çarpıştırma deneyleri sonunda bir yapısı ve kütlesi olduğu ortaya çıktı. Deneyler sürdükçe, protonun, varlığı sezilen, ancak açıklanamayan bazı alt parçalardan oluşabileceği kuşkusu güçlenmeye başladı. Nihayet 1960'larda California Teknoloji Enstitüsü araştırmacılarından Murray Gell-Mann ve eski öğrencisi, CERN araştırmacısı George Zweig, protonların, nötronların ve mezon denen kısa ömürlü parçacıkların hepsinin kuark adı verilen temel parçacıklardan oluştuğunu ortaya koydular. Standart modelin temelini oluşturan bu tabloya göre, proton ve nötronlar üçer kuarktan, mezonlarsa birer kuark ve birer de antikuarktan oluşuyor. Protonu oluşturanlar iki "yukarı" kuark ve bir de "aşağı" kuark.



Nötrondaki bileşimse bunun tam tersi: iki aşağı kuark ve bir yukarı kuark. Kuarkların her biri kesirli bir elektrik yüküne sahip. Bu yüklerin toplamları, protona sahip olduğu pozitif elektrik yükünü verirken, nötronu yüksüz bırakıyor. Bu kuarkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvveti, gluon adlı sanal parçacıklarca taşınıyor.

Bu düzgün model, standard modelin pek çok sorununu çözse de yetersizliği kısa sürede anlaşıldı. CERN'de yürütülen hızlandırıcı deneylerinde, proton içinde kuarkların yanı sıra antikuarkların varlığı da belirlendi. Üstelik üç kuarkın aralarında değiş tokuş ettikleri gluonların da parçalanarak, daha başka gluonlar ya da kuark-antikuark çiftleri oluşturduğu meydana çıktı. Anlaşılan, proton içindeki üç temel kuark, çevrelerindeki boşluğu etkileyerek, kısa ömürlü gluon, kuark ve antikuarklardan oluşan çalkantılı bir deniz yaratıyorlardı.

Almanya'nın DESY parçacık fiziği laboratuvarıyla, ABD'nin Fermi Ulusal Laboratuvarı'nda 1990'lı yıllarda başlatılan ve günümüzde de sürdürülen deneyler, protonun yapısının ve iç dinamiğinin sanılandan da karmaşık olduğunu, üç temel kuarkın oldukça yüksek momentum taşımalarına karşılık daha alt momentum düzeylerinde ortaya çıkan "deniz" kuarklarıyla gluonların sayısının büyük ölçüde arttığını ortaya koydu. Deneyler, ayrıca "deniz" kuarkları içinde, görece daha hafif olan yukarı, aşağı ve garip kuarklar lehine bir dengesizlik bulunduğunu, daha ağır kütleli olan üst, alt ve garip kuarklarınsa daha güç ortaya çıktıklarını ortaya koymuş bulunuyor. Bir dengesizlik de, proton denizi içindeki kuarklarla gluonlar arasında ve daha çok gluonlar lehinde.

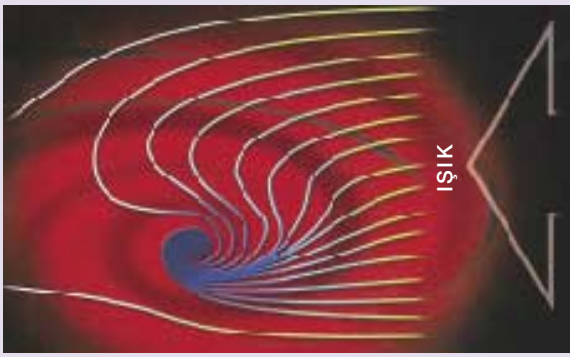
Araştırmacılar, daha güçlü hızlandırıcılarda yapılacak yeni deneylerle, bir zamanlar en basit yapılı parçacık gibi görünen protonun karmaşık ve hareketli iç dünyasının daha net bir görüntüsünün ortaya çıkacağını umuyorlar.

Kimbilir, proton, akıl almaz uzunluktaki ömrünü, yüzeysel basitliğinin gizlediği bu hareketli dünyasına borçlu.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Matthews, R., "Rock Solid" New Scientist, Mayıs 1999
Watson, A., "Exploring th Proton Sea", Science 22 Ocak 1999

Optik Karadelikler



Saat yönünde dönen bu girdaba çok yaklaşan ışık, yakalanıp sarmallar çizerek merkezde kayboluyor.

Karadelikler, Einstein'ın kütleçekimini açıklayan genel görelilik kuramının öngördüğü ve evrende etkileri yoluyla varlıklarını kanıtlayan cisimler. Bir başka deyişle kütleçekiminin, içinden ışığın bile kaçmasına izin vermeyen en uç değerleri. Einstein'ın kuramına göre, her kütle uzay-zaman dokusunu, gerili bir çarşaf üzerine konmuş ağır bir top gibi çukurlaştırıyor. Bu bükülmüş uzay-zamandan geçen başka bir kütle, "kuyu"nun merkezine doğru bir çekilme duyuyor. Eğer hızlıysa çukurun üzerinden geçerken yalnızca bir sapmaya uğruyor; yavaşsa içine düşüyor. Ancak karadelikler öylesine yoğun kütleli ve uzay-zamanda yarattıkları kuyular da öylesine derin ki, ışık hızıyla bile gitseniz, olay ufku denen bir sınırı geçerseniz, uzay-zamandaki dipsiz kuyuya düşüyor ve bir anlamda evreni terk ediyorsunuz.

Ancak İsveçli bir bilim adamı, karadelikleri, hiç de evrenden ayrılmaya gerek kalmaksızın rahatça laboratuvarınızda oluşturabileceğinizi ve bu yolla araştırmacıların onyıllardır çözemedikleri bazı temel fizik sorularını zahmetsizce yanıtlayabileceğinizi öne sürüyor.

Büyük kütlelerine ve güçlerine karşın karadeliklerin bile yakalamakta en çok zorlandıkları şey ışık. O halde laboratuvar koşullarında ışık nasıl kaçamayacağı bir tuzağa hapsedilecek? İsveç Kraliyet Teknoloji Akademisi araştırmacılarından Ulf Leonhardt'a göre, soruna tersinden yaklaşmak yeterli. Eğer evrende hız rekorunun rakipsiz sahibi olan ışığı yakalayacak kadar büyük kütleye sahip değilseniz, neden ışığı yavaşlatmayı denemiyorsunuz?

Aslında Leonhardt'ın önerisi gerçekleştirilmiş bulunuyor. Işık, saniyede 300 000 km'lik sabit hızına ancak boşlukta ulaşabiliyor. Daha yoğun ortamlarda bu hız, önemli ölçüde azalıyor. Su bile ışığı neredeyse üçte bir oranında yavaşlatıyor. Geçen yıl bilim adamları bunun çok daha ötesini gerçekleştirerek, rubidyum atomlarından oluşan bir buhar içinden geçirdikleri ışığı saniyede 8 metreye kadar yavaşlattılar. Daha sonraki bir deneydeyse, mutlak sıfır (-273°C) yakınlarına kadar soğutulmuş bir Bose-Einstein Yoğuşması kullanarak ışık hızını saniyede 50 cm'ye kadar düşürdüler. Leonhardt, ve çalışma arkadaşı Paul Piwnicki, daha önce ışığı yavaşlatan bir ortamın hareket ettiğinde ışığı birlikte sürükleyebileceğini gösterdiler. Dolayısıyla yavaşlatılmış ışık, yeterince hızlı bir rüzgârla karşılaştığında geri bile gidebilir. Leonhardt ve Piwnicki, böyle bir ortam içinde dönen bir girdap (vorteks) yaratabildikleri taktirde bunun, ışığı içine çekip yok edebileceğini düşünüyorlar. Eğer girdap yeterince hızlı dönüyorsa, merkezine yaklaşan bir ışık demeti yakalanacak ve bir daha çıkmamak üzere merkeze çekilecektir. Öyleyse gerçek karadelikler gibi, optik kara delikler de bir olay ufkuna sahip oluyor. Işığı ilk kez yürüme hızına kadar yavaşlatan ekibi yöneten Harvard Üniversitesi araştırmacılarından Lene Hau, düşünceyi "heyecan verici" olarak nitelendiriyor. Lau, gene Bose-Einstein yoğuşması kullanarak ışığı bu kez saniyede birkaç cm'ye kadar yavaşlatabilmeyi umuyor. Ancak Bose-Einstein yoğuşması, girdap oluşturma açısından sorunlu. Çünkü yavaşlatılmış ışığı hapsedebilmek için girdabın, ışıktan çok daha hızlı dönmesi gerekiyor. Işık hızı saniyede 1 cm'ye düşmüş olsa bile, karadelik oluşturmak için girdabın dönmesi gereken hız saniyede 2 metre. Bu hızda, Bose-Einstein yoğuşması içindeki atomlar merkezkaç kuvvetiyle ortada bir boşluk oluşturacaklar, ve merkezde ışığı hapsedecek bir ortam kalmayacak.

Ancak Leonhardt ve Piwnicki, sorunun soğuk yerine sıcaklıkla çözülebileceğini düşünüyorlar. Araştırmacılar, sıcak bir gazla, örneğin 100 dereceye kadar ısıtılmış rubidyum atomlarıyla da aynı sonucun alınabileceği görüşündeler. Bunun için girdabın saniyede 300 m gibi yüksek bir hızla dönmesi gerekiyor, ama iki fizikçi bu ve benzeri bazı sorunları aşılmaz güçlükler olarak görmüyorlar. Deneyin beş yıl içinde başarıyla gerçekleştirilebileceğini öne süren Leonhardt ve Piwnicki, böylece kütleçekimin kuantum kuramının sınanabileceğini, hatta gerçek karadeliklerde var olduğu kabul edilen Hawking Işımasının doğrudan kanıta kavuşturulabileceğini söylüyorlar.

New Scientist, 18 Mart 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek

17 Ağustos 1999 İzmit Depremi Sonrasında

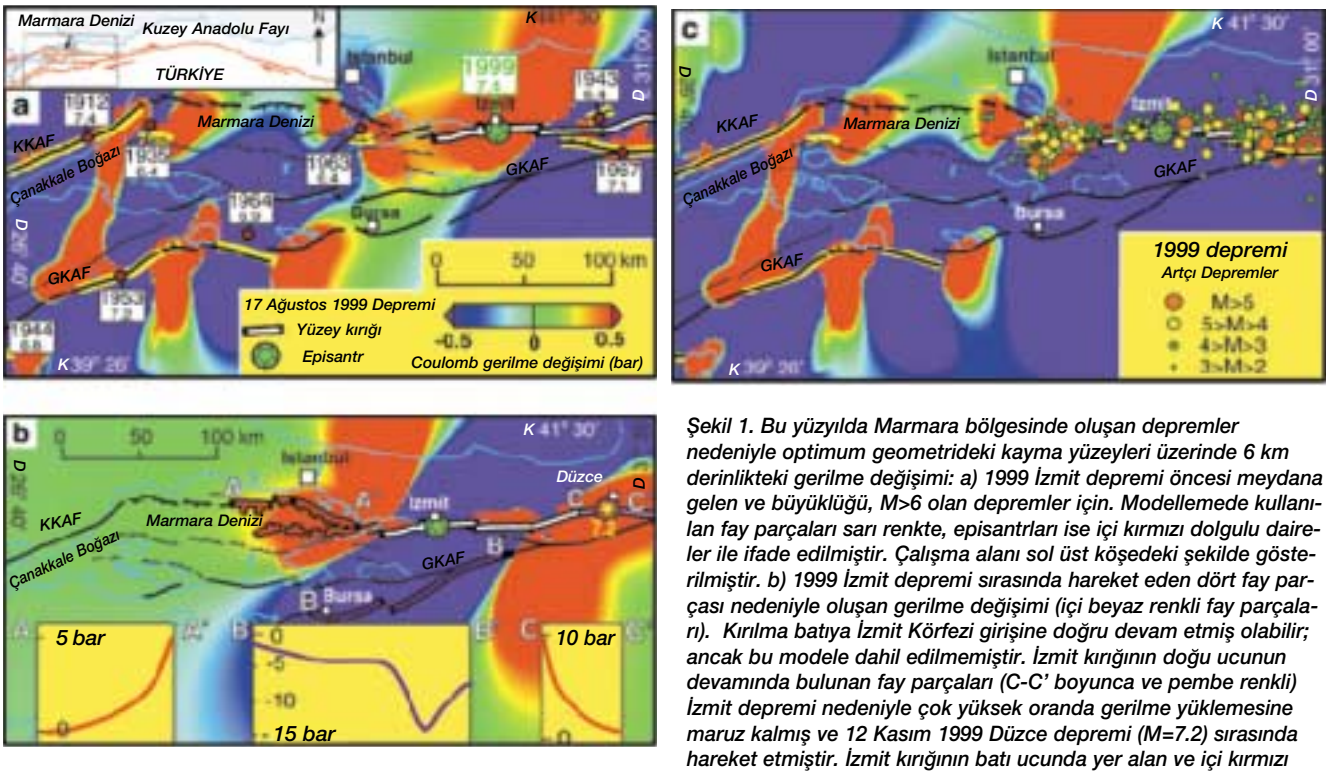
Marmara'da Deprem Riski



17 Ağustos 1999 İzmit depremi, doğuda Karlıova'dan başlayıp batıda Yunanistan'a kadar uzanan ve uzunluğu yaklaşık 1600 km olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde meydana gelmişti. Anadolu ile Avrasya levhaları arasındaki sınırı oluşturan ve yılda 2-3 cm/yıl hızla sürekli hareket eden KAF üzerinde, bugüne değin pekçok yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Yanlızca geçtiğimiz yüzyılda bile fayın 900 km'lik bölümü bir dizi yıkıcı depremlerle kırılmıştır (1999 İzmit depremi dışında). Depremler nedeniyle oluşan gerilme değişimini haritalayarak aktif fay haritası yardımıyla yorumlayan araştırıcılar, 1999 İzmit depreminden önce bölgenin yıkıcı bir deprem için çok yüksek risk taşıdığını başarıyla kestirmişlerdi. Bu çalışmamız 1999 İzmit depreminin bölgede var olan gerilme dağılımını önemli ölçüde değiştirdiğini göstermektedir. Gerilme alanı modellemelerinde 1700'lü yıllardan günümüze kadar meydana gelen ve büyüklüğü, Ms=6 ve daha büyük bütün depremler göz önüne alınmış, ayrıca depremler arasında intersismik dönemlerdeki küresel tektonik hareketler nedeniyle meydana gelen kalıcı gerilme birikimi, küresel konumlama sistemi (GPS) sonuçlarının yardımıyla çalışmaya eklenmiştir. Elde edilen gerilme dağılımı, KAF'ın uzun bir dönemdeki zaman-mekân davranışını ortaya koymuştur. Önümüzdeki birkaç on yılda (en fazla 30-40 yıl), Marmara Deniz'inin kuzey yarısında bir ya da iki ve yaklaşık 1999 İzmit depremi büyüklüğünde depremlerin olma olasılığının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

KAF, İzmit'in 70 km doğusunda iki ana kola ayrılmaktadır. KAF'ın kuzey kolu (KKAF) Marmara Denizi içinden geçerken, güney koluysa (GKAF) denizin güneyinde karada devam etmektedir. Bu kollar üzerinde 1900'den İzmit depremi öncesine kadar büyüklüğü $6 \leq M < 7$ olan beş, $M \geq 7$ olan üç deprem olmuştur. Bu dönemde meydana gelen $M > 7$ depremlerinin her birinde, birden fazla fay parçası kırlmıştır. Bu depremler tarihsel dönemde meydana gelen $M > 7$ depremlerin atımlarının kestirilmesinde kılavuz olarak kullanılmışlardır.

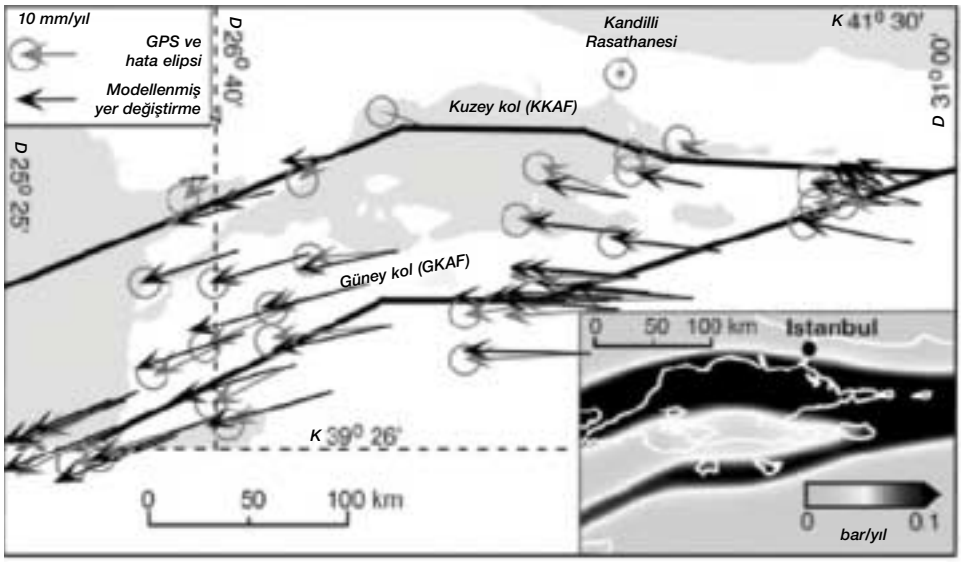
1900'den 1999 İzmit depremi öncesine değin bölgede meydana gelen ve büyüklükleri $M \geq 6$ olan depremlerin neden olduğu gerilme değişimi Şekil 1a'da görülmektedir. 1963 Çınarcık ve 1967 Mudurnu Vadisi depremleri, 1999 İzmit depremi episantr bölgesine 0.5 ile 2 bar arasında bir gerilme yüklemesi yapmıştır. Bu bölge, daha önceki çalışmalarda deprem tehlike riski yüksek bir bölge olarak vurgulanmıştı. Kandilli Rasathanesi verilerine (İzinet deprem gözlem ağı) göre son birkaç yıldır mikrodep-



Şekil 1. Bu yüzyılda Marmara bölgesinde oluşan depremler nedeniyle optimum geometrideki kayma yüzeyleri üzerinde 6 km derinlikteki gerilme değişimi: a) 1999 İzmit depremi öncesi meydana gelen ve büyüklüğü, M>6 olan depremler için. Modellemede kullanılan fay parçaları sarı renkte, episantrları ise içi kırmızı dolgulu daireler ile ifade edilmiştir. Çalışma alanı sol üst köşedeki şekilde gösterilmiştir. b) 1999 İzmit depremi sırasında hareket eden dört fay parçası nedeniyle oluşan gerilme değişimi (içi beyaz renkli fay parçaları). Kırılma batıya İzmit Körfezi girişine doğru devam etmiş olabilir; ancak bu modele dahil edilmemiştir. İzmit kırığının doğu ucunun devamında bulunan fay parçaları (C-C' boyunca ve pembe renkli) İzmit depremi nedeniyle çok yüksek oranda gerilme yüklemesine maruz kalmış ve 12 Kasım 1999 Düzce depremi (M=7.2) sırasında hareket etmiştir. İzmit kırığının batı ucunda yer alan ve içi kırmızı renkle ifade edilen fay parçaları da yüksek oranda gerilme yüklenmiştir. Küçük pencere şekillerde A-A', B-B' ve C-C' kesitleri boyunca meydana gelen Coulomb gerilme değişimleri gösterilmiştir. A-A' kesiti içi kırmızı renkli her iki fay boyunca gerilme değişimini göstermektedir. Çünkü her iki fay da hemen hemen aynı oranda gerilme yüklemesine maruz kalmışlardır. c) 1900 yılından günümüze meydana gelen bütün depremler nedeniyle oluşan gerilme değişimi. Artçı şoklar dikkat çekecek şekilde gerilme yükseliminin olduğu bölgelerde birikmişlerdir. Bununla birlikte, 1963 Çınarcık depreminin gerilim boşalttığı gölge bölgesinde hemen hemen hiç deprem olmamıştır.

rem aktivitesinin İzmit depremi episantr bölgesinde yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. İzmit depremi, gerilme yüklemesinin olduğu bölgeden başlamış ve dört ana kırık üzerinden en az 110 km uzunluğunda ve 5 m'ye varan sağ-yanal atımla ile meydana gelmiştir (Şekil 1a). 1999 İzmit depremi, civarındaki gerilme dağılımını önemli ölçüde değiştirerek, Adalar ve İstanbul'un güneyinden geçen KKAF'ın 25 km'lik kısmı üzerinde 5 ile 1 bar arasında, yaklaşık üç ay sonra Düzce depreminin meydana geldiği fay üzerindeyse 10 bar'a varan bir yükleme yapmıştır (Şekil 1b). 12 Kasım 1999 Düzce depremi 5 m'ye varan sağ-yanal ve kısmi olarak 4 m'ye varan düşey bir faylanmayla meydana gelmiştir. Her iki büyük deprem üzerinde Bursa'nın da yer aldığı KAF'ın güney kolunun (GKAF) 120 km'lik bir bölümünde, gerilmeyi 15 ile 3 bar arasında azaltarak, bu kol üzerinde gelecekte olası bir depremi, daha ileriki bir tarihe erteleyerek bölgeyi rahatlatmıştır (Şekil 1b). Kandilli Rasathanesi'nin kaydettiği büyük artçı şoklar, 1999 İzmit depremi gerilme haritası ile karşılaştırıldığında, artçı şokların ya ana fay parçaları üzerine ya da gerilmenin en çok arttığı deprem kırığının her iki uç bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 1c). Daha önce oluşan depremler modellemeye dahil edildiğinde, 1999 İzmit depremi kırığının batı ucuna yakın bir yerde meydana gelmiş olan, 1963 Çınarcık depremi kırığı boyunca oluşan gerilmenin düştüğü gerilme gölgesi bölgesine hemen hemen hiç artçı şok düşmemektedir. Buysa aradan geçen 36 yıl sonra bile gerilme gölgesinin etkisinin sürdüğünü göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın sismik davranışı 1700 yılından günümüze kadar oluşan M>6 bütün depremlerin gerilme alanlarının modellenmesi ile daha iyi anlaşılabilir (Şekil 3a). 1700-1900 yılları arası oluşan depremlerin yaptığı hasar dağılımıyla ilgili bilgiler elimizdedir. Bu bilgiler, haritalanmış aktif fay verileri ve faylanma-deprem büyüklüğü arasındaki amprik bağıntılarla birleştirildiğinde, gerilme alanı modelleme çalışmaları için gerekli giriş verileri elde edilebilmektedir. Küresel konumlama sisteminin (GPS) verilerine göre, küresel tektonik hareketlerden (göreceli levha hareketleri) dolayı Kuzey Anadolu Fayı'nın yüksek bir yıllık kayma oranına sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu tektonik hareket, KAF boyunca ayrı bir gerilme alanı (seküler gerilme alanı) oluşturduğundan hesaplamalara dahil edilmiştir. Bu gerilme, kırılgan kabuğun altında plastik hareket gösteren alt kabuğun hareketi kaynak kabul edilerek, GPS verilerine göre hareket eden bir kayma yüzeyinin sonucu olarak modellenmiştir (çerçeve yazı ve Şekil 2). Gerek 1700 yılından 1999 İzmit depremi öncesine kadar oluşan bütün depremler (M>6), gerekse tektonik hareketler nedeniyle oluşan gerilme dağılımı Şekil 3b'de görülmektedir. Modelleme, deprem sonrasında alt kabukta meydana gelen ve ortamı dengelemeye yönelik viskoz hareketlerin gerilme değişimini içermemektedir. İzmit depreminin oluştuğu gerilmeli bölge, 40 km ile sınırlıdır ve deprem episantrı ile batıya doğru gelişmiş bütün kırıkları içermektedir. Doğuya doğru uzanan kırıklar deprem öncesi homojen bir gerilme ile yüklenmemiştir. Fakat kırılma ilerledikçe gerilme ile yüklenmiş-



Şekil 2. Depremler arasındaki zamanda (intersismik dönemde) meydana gelen gerilme yüklemesi modeli. Kalın siyah çizgiler sismojenik derinliğin altında modele konan kayma yüzeylerini göstermektedir. Gri renkli oklar GPS'le saptanan yıllık tektonik hareketin hızlarını ve hata elipslerini gösterirken, siyah oklar model sonucu elde edilen ve gözlemlerle en iyi uyuşan hız oranlarını göstermektedir. Sağ alt köşedeki pencere şekil ise 6 km derinlikte bu tektonik hareket nedeniyle oluşan gerilme yüklemesini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu (KKAF) boyunca en büyük gerilme birikimi 0.4 bar/yıl iken güney kolu (GKAF) boyunca 0.1 bar/yıl'dır.

lerdir. İzmit depremi modellemeye katıldığında (Şekil 3c), gerilmenin arttığı bölge 160 km uzunluğunda Marmara Denizi'nin yer aldığı bölgeyle sınırlı kalmıştır. Bu karmaşık çek-ayır baseninde, 1766 depremlerinden sonra geçen 233 yıl boyunca üzerinde herhangi bir büyük deprem olmadan büyük bir gerilme biriktirmiş (yaklaşık 100 bar) ve kırılmaya yaklaşmış durumdadır. Deniz içindeki gerilme dağılımının büyük bir kısmını büyük ölçekli atım boşalmasının olmaması şekillendirmektedir.

Bu büyük ölçekli atım birikimi özelliklerini daha iyi araştırmak için KAF'ın kuzey kolu üzerinde biriken yer değiştirmelerin, depremler nedeniyle boşaltılmasının incelenmesi gerekir (Şekil 3d). Tarihsel dönemde (1700-1900) göreceli tektonik hareketin fay parçalarına paralel yer değiştirme bileşenlerinin, 1719 ile 1766 yılları arasında meydana gelen ve büyüklükleri, M>7 olan büyük depremlerle boşaltıldığı görülmektedir (Şekil 3d). Bu depremler sırasında hangi fay parçalarının hareket ettiği kesin olarak bilinmese de yukarda bahsedildiği gibi eldeki bütün bilgiler kullanılarak yaklaşık olarak belirlenmiştir. Özellikle 1894 depreminin yerini belirlemede çok zorlanılmıştır. Bununla birlikte, depremin yerindeki olası farklılıklar, gerilme alanını çok fazla değiştirmemektedir. Aynı zorluk fay geometrisinin çok iyi bilinmediği Marmara Denizi için de geçerlidir. Bununla birlikte, denizdeki bütün aktif faylar 20-25 km'lik bir bölge içinde kalmaktadır. Farklı fay parçaları da hareket etse, gerilme dağılımı yaklaşık aynı kalkalmakta, fayların yerine göre biraz yer değiştirmiş olmaktadır. Marmara Denizi'nin doğusunda KAF'ın 500 km'lik bir bölümü değişik depremlerle 1668 yılında kırılmıştır. Bu aktivitenin bir devamı olarak, 1719-1766 yılları arasında Marmara Denizi içindeki faylar, batıya doğru göç eden bir seri depremlerle, daha önceden biriken yer değiştirmeleri boşaltmışlardır. 1766 yılından sonra Marmara Denizi'nde yeniden gerilme birikimi başlamıştır. 146 yıl sonra KAF'ın kuzey kolu üzerinde 3.5 m'lik bir atım birikmiş ve 1912 de KKAF batı bölümü üzerinde Mürefte-Şarköy depremi (M=7.3) olmak üzere sadece bir deprem meydana gelmiştir. 1939 yılında KAF üzerinde doğuda Erzincan'dan başlayıp Marmara Denizi'nin doğusuna kadar devam eden büyük bir deprem göçü hareketi başlamıştır (Büyüklüğü M>7 olan 1957 ve 1967 depremleri Şekil 3d de görülmektedir). Bu deprem dizisi başladığı sıralarda, KAF üzerinde 1766 yılından beri levha hareketleri nedeniyle hali hazırda 5 m'lik bir kayma birikimi var-

Metot

Coulomb Gerilme Modellemesi

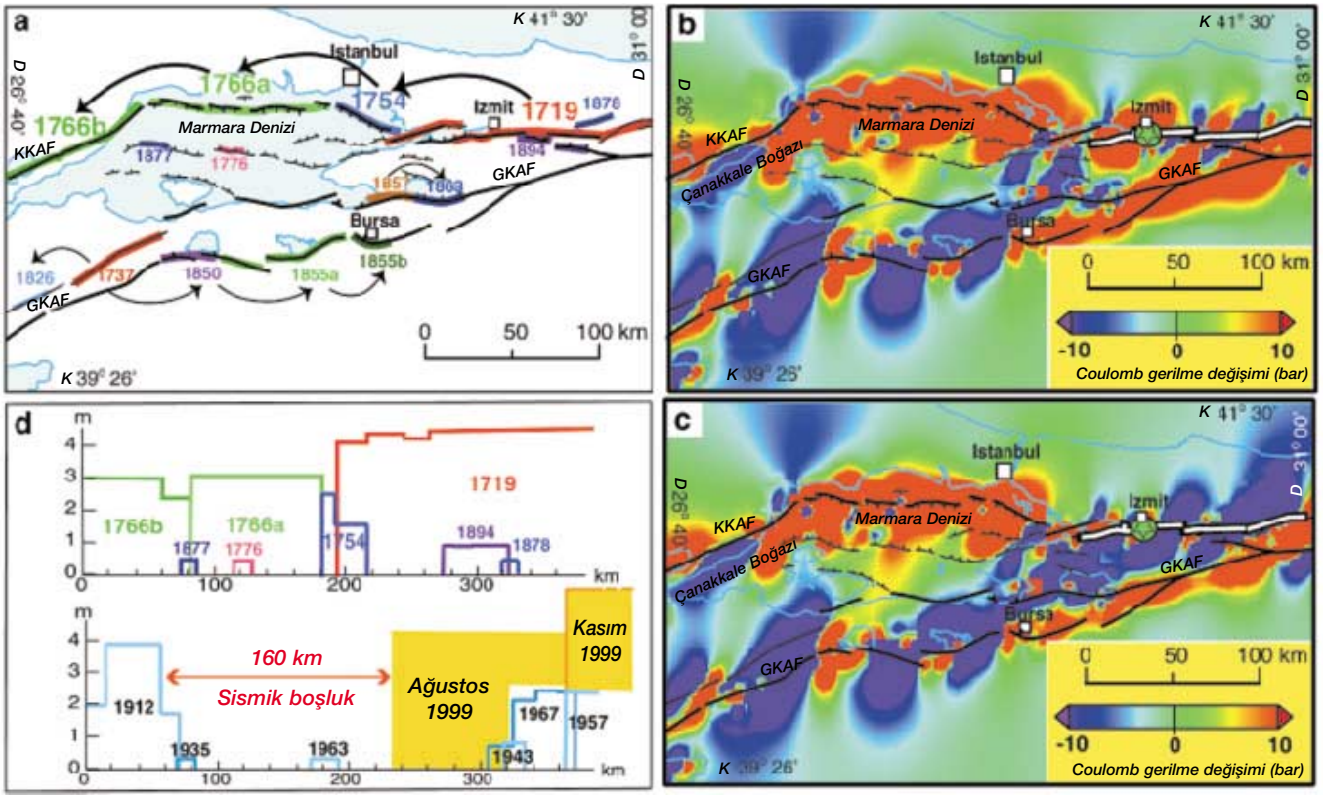
Depremler nedeniyle oluşan gerilme alanı dislokasyon (yerdeğiştirme) teorisi kullanılarak hesaplanmaktadır. Buna göre her bir deprem geometrisi, boyutları ve atım miktarlarına göre hareket ettirilebilen birim ölçekte faylarla ifade edilebilir. Gerilmenin arttığı ve gelecekte olası depremlerin yerleriyse Coulomb kriterine göre 6 km derinlikte hesaplanmaktadır. Bu kritere göre gelecekte hareket edebilecek fay üzerindeki en büyük gerilme değişimi, ya da Coulomb gerilme değişimi ($\Delta\sigma_f$),

$$\Delta\sigma_f = \Delta\tau - \mu' \Delta\sigma_n$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\Delta\tau$ ve $\Delta\sigma_n$ sırasıyla bu fay boyunca kayma ve normal gerilmelerdeki değişimleri göstermektedir. μ' ise görünür sürtünme katsayısıdır ve hesaplamalarda genelde 0.4 ortalama değer olarak alınır. Faylar yüzeyden 15 km derinliğe uzanacak biçimde hesaplamalara eklenmiştir. Bu derinlik daha önceki çalışmamızda kullandığımız 12.5 km'den biraz daha fazladır. Nedeniyse tektonik hareketle oluşan yükleme modeliyle uyum sağlamak içindir.

Tektonik Yükleme Modeli

Levha hareketleri nedeniyle oluşan gerilme yüklemesi, tektonik yükleme olarak adlandırılmıştır. Bu gerilme yüklemesi 15 km derinden başlayıp litosfer kesitince oluşan elasto-plastik hareket nedeniyledir. Bu hareket dikdörtgen kayma yüzeyleri şeklinde simule edilmiştir (Bu model astonesfere kadar olan ve 100 km derinliğe ulaşan plastik hareketin tanımlamasıdır). Levha kayma hız oranları jeolojik oranlar (2.0 cm/yıl), jeodetik oranlar (2.5-3.0 cm/yıl), önerilen Avrupa/Anadolu arasındaki dönme kutbuna ve Marmara Denizi civarında yerel olarak ölçülen GPS oranlarına uygun olarak seçilmiştir. Modelimizi bu verilerle çakıştırabilmek için 3 cm/yıl'lık bir orana ihtiyaç duyulmaktadır (0.6 cm/yıl GKAF üzerinde ve 2.4 cm/yıl hareket KKAF üzerinde). Tektonik model sonucu elde edilen vektörleri yerel GPS vektörleri ile çakıştırmak için KKAF üzerindeki hareketin açılma ya da normal bileşeni dönme kutbuna uyumlu olarak azaltılmıştır. Sismojenik derinlik ortalama değer olan 15 km alınmıştır. Gerçekte 10-20 km derinlikler arasında bir değer içinde GPS vektörleri ile bir çakışma sağlanabilirdi. Ancak 10 km'lik bir sismojenik derinlik 7.4 büyüklüğünde bir depremi üretmek için çok küçüktür. Bununla birlikte 20 km'lik bir derinlik değeri için nerdeyse 3.5 cm/yıl'lık bir hareket hızı gereklidir.



Şekil 3. 1700 yılından günümüze hem deprem hem de tektonik hareket nedenli gerilme değişimi. a) 1700 ile 1900 yılları arası oluşan depremleri modellemede kullanılan fay parçalarının yerleri. b) 1999 İzmit depremi öncesi gerilme değişimi. İzmit depremi episantrı yüksek gerilmeli bölgede yer almıştır (yeşil renkli yıldız). c) İzmit depremi sonrası gerilme değişimi. Gerilme Marmara Denizi altındaki faylar üzerinde artarken, GKAF üzerinde azalmıştır. d) 1700 yılından günümüze 26°40' ve 31°10' boylamları arasında kalan Kuzey Anadolu Fayı ve onun kuzey kolu (KKAF) üzerinde depremler sırasında oluşan kayma miktarlarının, göreceli levha hareketi yayına paralel olarak izdüşümleri. Buna göre 18. yüzyılda Marmara bölgesindeki bütün faylar boşluk bırkmayacak biçiminde hareket etmişlerdir (üstte). Yani 1766 yılına kadar biriken atım miktarları depremler ile boşaltılmıştır. Küçük depremler toplam birikimin küçük bir kısmını karşılamaktadır. 1900 yılından günümüze Marmara Denizi'nin doğu ve batı bölgelerinde yer alan büyük depremler ile biriken atım boşaltılırken (allta) Marmara Denizi içinde 160 km uzunluğunda biriken atımın boşaltılmadığı, bir sismik boşluk olarak ifade edilebilecek bölge kırılmadan kalmıştır. 1999 İzmit ve Düzce depremleri Marmara Denizi'nin doğu kısmındaki biriken atımları boşaltarak o bölgelerdeki boşlukları doldurmuşlardır.

dır. 17 Ağustos 1999 İzmit depremi, KKAF üzerinde biriken 5 m'lik bu kayma birikimini boşaltmıştır (Şekil 3d). 12 Kasım 1999 Düzce depremiyse İzmit depremi kırık zonunu doğuya KAF'ın 1944 yılında kırılan kesimine doğru uzatmıştır. KAF'ın Düzce bölümünün kırılmasıyla Erzincan ile Marmara Denizi arasındaki bölüm tümüyle kırılmış oldu. Kırılmanın niye Marmara Denizi'nde devam etmediği sorusu üç olasılık içinde yanıtlanabilir. İlk olasılık, 1963 Çınarcık depreminin oluşturduğu gerilme gölgesi koridorunun etkisi (Şekil 1a), kırılmayı durdurucu bir etki yapmış olabilir. İkinci olasılık Marmara Denizi'ndeki fayların geometrisiyle ilgili olabilir. 1719 ve 1999 depremlerinde hareket eden ve baskın olarak yanal hareket karakterinde olan faylar, Marmara Denizi'nin doğusunda aynı biçimde sürmüyor olabilir. Adaların ve İstanbul'un güneyinden geçen fayların hareket bileşenlerinin büyük bir kısmının düşey hareket olması nedeniyle, farklı fay sistemlerine hareketin aktarılması kolayca mümkün olmayabilir. Son olasılık, fay parçalarının geometrisine ve atım bilgisine dayalı olan gerilme modellememizin gösterdiğine göre, hareket daha önceki depremlerin (1963 depremi dahil olmak üzere) neden olduğu gerilme düşümüyle ilgili olarak sürmemiş olabilir (Şekil 3b). Modele İzmit depremi de dahil edildiğinde, 1766'dan günümüze Marmara Denizi'nde 160 km uzunluğunda, KKAF boyunca biriken 5.5 m'lik atım kendini göstermektedir. KKAF'ın tersine olarak, GKAF'ın 1700'den günümüze hangi dönemde tümüyle kırıldığı bilinmemektedir. Bununla birlikte, bu fay kolu boyunca Bursa'nın batısında büyük depremlerin oluştuğu bilinmektedir. Bu zaman aralığında Bursa'nın doğusunda hiçbir büyük deprem olmamıştır. Bursa'nın doğusunda olan en son büyük deprem 1417'de meydana gelmiştir. Bu zamana kadar, GKAF'ın 125 km'lik bu kısmı boyunca 3.5 m'lik bir atım birikmiştir.

İzleyen modeller Marmara Denizi'ndeki fayların davranışı hakkında yaptığımız kabullerin doğruluğuna bağlıdır. Bölgede KAF'ın 3 cm/yıl bir hız ile hareket ettiği kabul edilmiştir. Bu oran çok yüksek görülebilir; ancak aksi halde, gerek Ganos (Tekirdağ) bölgesinde (ortalama deprem atımı 3-4 m), gerekse İzmit Körfezi'nde (4-5 m atım) meydana gelen depremlerin ortaya çıkardığı atımları açıklamak oldukça zordur. Gerek tarihi depremlerin atım miktarı, gerekse kollar üzerindeki levha hareketlerinin hızları olduğundan daha yüksek alınmış olabilir. KAF boyunca oluşan levha kayma hızını 2 cm/yıl aldığımızda, biriken atım miktarları 1/3 oranında azalacaktır. Buna karşın tarihi depremler için öngörülen atımların genliği azalsa da dağılımın şekli

bozulmayacaktır (Şekil 3d). Benzer bir genlik azalımı gerilme dağılımında da olacaktır. Yani öngörülen yıllık levha hareket hızlarının değişmesi modelimizi çok fazla etkilemeyecektir. Modelimizi önemli olarak etkileyecek tek etken, Marmara Denizi'nin altındaki faylarda büyük oranda krip (sürünme) ya da sünme hareketinin olmasıdır. Halbuki bu faylarda tarihsel dönem boyunca bir çok deprem olmuştur. Bu gerçek krip ihtimalini ortadan kaldırmaktadır.

Gerilme alanı değişimiyle atım birikiminin birlikte tartışılması, gözlemlerin önemini daha çarpıcı bir şekilde ortaya koyabilir. Marmara Denizi altındaki faylarda 5 m'lik bir atım birikimi bulunmaktadır. Bu birikim 1719 depremini izleyen 1754 ve 1766 depremleriyle ortaya çıkan atım miktarlarından daha büyük olabilir (Şekil 3d). Marmara Denizi'nin gerek doğusu gerekse batısındaki faylar, bu yüzyılda olan depremlerle gerilme yüklenmişlerdir (Şekil 1). Batıdaki gerilme artımı 1912 Müreftе-Şarköy depreminden bu yana devam ederken, doğuda İzmit depremiyle bir yükleme oluşmuştur. 1719 yılında İzmit depremine benzer büyük bir deprem olmuş ve onun batıya doğru devamındaki faylarda 35 yıl aradan sonra bir deprem daha meydana gelmiştir (1754 depremi). Aynı fay, 1999 İzmit depremi nedeni ile 1 ile 5 bar arasında bir gerilme yüklenmiştir (Şekil 1b). Bu nedenle, bu fayın özellikle artçı depremler dönemi süresince hareket etmesi olasılıklardan biridir. 1754 depreminden 12 yıl sonraki 1766 depremi geri kalan fayları hareket ettirmiştir. Benzer bir davranış tekrar görülebilir.

Bu çalışma sonucu KAF'ın depremlerle ilgili davranışı şu biçimde özetlenebilir: Levha hareketleri nedeniyle fay zonu üzerinde sürekli bir gerilme birikimi oluşmaktadır. Bütün fay sistemi kırılmaya yakın bir hâle ulaştığında, sistemin farklı bölümleri arasında kuvvetli bir benzerlik oluşmakta ve küçük gerilme değişimlerine son derece duyarlı, kritik bir döneme girilmektedir. Böylece, küçük gerilme yüklemeleri (1-5 bar) üst kabuktaki kırılmaları tetikleyecek kadar yeterli olmakta ve fay zonunun büyük bir kısmı birbirini izleyen depremler dizisi şeklinde kırılma eğilimi göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay zonunun büyük bir kısmı 1668 ile 1766 yılları arasındaki yaklaşık 100 yıllık bir dönemde sözedildiği biçimde kırılmıştır. Bu yüzyılda KAF, İzmit ve Düzce depremleri son depremler olmak üzere, doğudan batıya doğru büyüklüğü M>7 olan bir dizi depremle hareket etmiştir. Gelecek birkaç onyılda (30-40 yıl) KAF'ın Marmara Denizi altındaki bölümü de hareket ederek bu deprem dizisi tamamlanacaktır.

Teşekkür: Çalışmanın bazı bölümlerinde laboratuvar imkanlarından yararlandığımız TÜBİTAK-MAM'a ve makaleyi okuyup yapıcı katkılarda bulunan Doç.Dr. Semih Ergintav'a teşekkür ederiz.

Aurélia Hubert-Ferrari[1], Aykut Barka[2], Süleyman S. Nalbant[3], Eric Jacques[4], Bertrand Meyer[4], Rolando Armijo[4], Paul Tapponier & Geoffrey C. P. King[4]

1 Department of Geosciences, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA., 2 İTÜ, Maden Fakultesi, Jeoloji Bölümü, Ayazağa, Istanbul, Turkey. , 3 İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeofizik Müh. Böl., Sismoloji A.B.D., Istanbul, Turkey., 4 Observatoire des Sciences de la Terre de Strasbourg (UMS 830 of CNRS), Strasbourg, France. Laboratoire de Tectonique et Mécanique de la Lithosphère (UMR 7578 of CNRS), Institut de Physique du Globe, Paris.

1700 – 1900 Yılları Arasındaki Depremler İçin Fay Parametreleri

Türkiye'deki büyüklüğü M>6.0 olan depremlerle oluşan kırıklar yeryüzünde fark edilebilecek jeomorfolojik değişiklikler oluşturmaktadır. Bu da fayın geometrisini haritalamaya fırsat vermektedir. Her fay parçasının karakteristik parametreleri vardır (uzunluk, doğrultu, eğim ve dalım). Bu bilgiler tarihi depremleri tanımlayan hasar dağılımı, sismik deniz dalgaları ya da sıvılaşma bilgileriyle birleştirildiğinde, tarihsel depremlerin parametrelerini yaklaşık olarak bulma fırsatı sağlamaktadır. İstanbul çevresinde 1700-1900 dönemi için büyüklüğü M>6.0 olan 15 deprem bulunmaktadır. Bu deprem kayıtlarında M>7 depremler iki veya daha fazla kırıkla oluşurlarken daha küçük depremler tek bir kırıkla oluşmaktadır. Bu depremler sırasında oluşan kırıklar başlıca hasar dağılım bilgilerinden faydalanılarak saptandılar. Depremlerin büyüklük ve momentleriyse ölçekleme bağıntıları ile saptanmaktadır. Modelleme aşamasında, ilk olarak fayları gösteren kayma yüzeyleri üzerine kayma miktarları atanmıştır. Kayma doğrultularıysa göreceli olarak hareket eden levha hareketlerinin doğrultusuna paralel alınmıştır. Gerekli diğer parametrelerse iki ölçüt kullanılarak belirlenmiştir: Birincisi, eğer bir deprem diğerinden büyükse, onun büyüklüğü ve oluşturduğu faylanma da diğerinden daha büyüktür. İkincisi, aynı bölgede olan iki deprem varsa ve onların hangi fay üzerinde olduklarını gösterir açık bir bilgi yoksa, büyük olasılıkla bu depremler birbirine yakın veya birbirinin devamı olan faylar üzerinde meydana gelmişlerdir. Bu son ölçüye en iyi örnek 1719 ve 1999 depremleridir. Her iki depremin de hasar dağılımı hemen hemen aynı yerlerde olmuştur. Ancak 1719 depremi İstanbul'da daha fazla hasara sebep olmuştur. Eğer aynı faylanma 1999 depreminde tekrarlansaydı, İstanbul'da daha fazla hasar olması gerekirdi. Bu nedenle 1719 depreminde, 1999 İzmit ve Düzce depremlerindeki faylanmaya ek olarak İstanbul'a daha yakın başka bir deniz altındaki fayın da hareket etmiş olabileceği sonucuna varılmıştır. Birinci ölçüte uyan örnekler ise batıya doğru göç eder şekilde oluşan 1719, 1754, 1766a ve 1766b depremlerinde görülmektedir. Bu depremler devamlı olan fayın farklı kısımlarında meydana gelmişlerdir. Oluşan bu büyük altı tarihi depremin gerek yerleri gerekse deprem parametrelerini belirlemek daha küçük depremlere göre çok daha kolay olmuştur. Diğer depremler için 20 km aralıklı iki hatta üç değişik bölge saptamak mümkündür. Örneğin 1894 depremi 1999 ve 1719 depremlerinin oluşturduğu hasar dağılımına benzer bir dağılım göstermiştir. Fakat neden olduğu yıkım çok daha azdır. Dolayısıyla bu depremin kırığı daha kısa, birden fazla iki parçadan oluşmalıdır. Ancak daha küçük olan bu depremlerin genel atım boşalımına katkıları küçüktür ve yerlerindeki hata çalışmanın sonuçlarını etkileyecek derecede büyük değildir.

Kaynaklar

Barka, A.A. 17 August 1999 Izmit earthquake. *Science* 258, 1858-1859 (1999).

Barka, A.A. The North Anatolian Fault zone. *Ann. Tectonicae* VI (suppl.), 164-195 (1992).

Reilinger, R.E. ve diğ. Global Positioning System measurements of the present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. *J. Geophys. Res.* 102, 9983-9999 (1997).

Hubert, A. La faille Nord-Anatolienne (cinématique, morphologie, localisation, vitesse et décalage total) et modélisations utilisant la contrainte de Coulomb sur différentes échelles de temps. Doktora Tezi, Denis Diderot University, Paris VII (1998).

Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A. & Barka, A. Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics. *Geology* 27, 267-270 (1999).

Ambraseys, N.N. Some characteristic features of the North Anatolian fault zone. Tectonophysics 9, 143-165 (1970).

Ambraseys, N.N. & Finkel, C. Long-term seismicity of Istanbul and of the Sea Marmara region. Terra Nova 3, 527-539 (1991).

King, G.C.P, Stein, R.S. & Lin, J. Static stress changes and the triggering of earthquake. Bull. Seismol. Soc. Am. 84, 935-953 (1994).

Nalbant, S.S., Hubert, A. & King, G.C.P. Stress coupling between earthquakes in northwest Turkey and the north Aegean Sea. J. Geophys. Res. 103, 24469-24466 (1998).

Stein, R.S., Barka, A.A. & Dieterich, J.H. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering. Geophys. J. Int. 128, 594-604 (1997).

Straub, C., Khale, H.G. & Schindler, C. GPS and geological estimates of the tectonic activity in the Marmara Sea region, NW Anatolia. J. Geophys. Res. 102, 27587-27601 (1997).

Barka, A.A. & Kadinsky-Cade, K. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonophysics 7, 663-684 (1988).

Harris, R.A. Stress triggers, stress shadows and implications for seismic hazard. J. Geophys. Res. 103, 24347-24358 (1998).

Harris, R.A. & Simpson, R.W. In the shadow of 1857- Effect of the great Ft. Tejon earthquake on subsequent earthquakes in southern California. Geophys. Res. Lett. 23, 229-232 (1996).

Kanamori, H. & Anderson, D.L. Theoretical basis of some empirical relations in seismology. Bull. Seismol. Soc. Am. 65, 1073-1095 (1975).

Wittlinger, G. et al. Tomographic evidence for localized lithospheric shear along the Altyn Tagh fault. Science 282, 74-76 (1998).

Pollitz, F.F. & Dixon, T.H. GPS measurements across the northern Caribbean plate boundary zone; impact of postseismic relaxation following historic earthquakes. Geophys. Res. Lett. 25, 2233-2236 (1998).

Ambraseys, N.N. & Finkel, C.F. in Historical seismograms and earthquakes of the world (eds. Lee, W.H.K., Meyers, H. & Shimazaki, K.), 173-180 (Acad Press, 1988).

Dieterich, J. A constitutive law for rate of earthquake production and its application to earthquake clustering. J. Geophys. Res. 99, 2601-2618 (1994).

Sornette, A. & Sornette, D. Self organized criticality and earthquake. Europhys. Lett. 9, 197 (1989).

Bowman, D.D. et al. An observational test of the critical earthquake concept. J. Geophys. Res. 103, 24359-24372 (1998).

Okada, Y. Internal deformation due to shear and tensile fault in a half-space. Bull. Seismol. Soc. Am. 82, 1018-1040 (1982).

Segall, P. & Harris R. Slip deficit on the San Andreas Fault at Parkfield, California, as revealed by inversion of geodetic data. Science 233, 1409-1413 (1986).



Bir İnsanlık Ayıbı
Mayınlar

Mayınları bu denli ürkütücü yapan şey, ayrım gözetmeden yok etmeleridir. Mayın için bir askerin adımıyla bir çocuğun adımı arasında hiçbir fark yoktur. Korkunç patlamadan sağ kurtulanları, ciddi ameliyatlar, uzun hastane günleri ve eksik bir bedenle sürdürülecek bir yaşam bekler. Son yirmi beş yılda dünyada üç yüz milyonun üzerinde kara mayını üretildi. Bunların 110 milyonu şu anda toprak altında kurbanlarını bekliyor. Her yirmi dakikada bir, dünyanın değişik bir köşesinde bir insan bu mayınlara basıyor. Bundan böyle bir mayın döşenmese bile toprak altındaki mayınlar 21. yüzyılda hem can almayı hem de insanları sakat bırakmayı sürdürecekler.

Mozambik, Şubat ayının başından bu yana son elli yılın en büyük sel felaketiyle boğuşuyor. Yollar, elektrik hatları, su ve kanalizasyon boruları, kısacası tüm altyapı tesisleri, sözcüğün gerçek anlamıyla büyük hasar gördü. On dokuz milyon nüfuslu Mozambik'te bir milyon kişi evsiz kaldı. Sel suları tarım alanlarını harab etti. Ürünler yok oldu. Açlık tehlikesi belirdi. Bütün bunlar yetmiyormuş gibi, çok ciddi bir başka sorun daha ortaya çıktı: Mayınlar.

1992'de sona eren iç savaş sırasında, iki milyonu anti-tank mayını olmak üzere on milyon dolayında kara mayını döşenmişti, Mozambik'te. Bunların büyük bir bölümünün haritaları çıkarılmıştı; yerleri belliydi. Geri kalanlarınsa nereye döşendiğini kimse bilmiyordu. Bugüne değin köprülerin çevresine ve yollara döşenmiş ancak 200 000 dolayında anti-tank mayını temizlenebilmişti. Ama son sel felaketi sırasında sular, bu mayınlardan bir bölümünün yerlerini değiştirdi. Uzmanlar, dört yüz bin ile iki milyon arasında mayının bu yolla taşınmış olabileceğini tahmin ediyorlar. Güçlü akıntılar plastik mayınları 20 km kadar öteye götürmüş olabilir. Mayınların yeni yerleri, sular çekilip insanlar evlerine geri döndüklerinde, gelecek ilk kaza haberleriyle belli olacak.

Topraklarındaki mayınlarla başıdertte olan tek ülke Mozambik değil gerçekte. Bosna'da toprak altında 3 ile 6 milyon arasında mayın olduğu tahmin ediliyor. Şu anda Bosna'da çatışmalar durmuş durumda. Ama çiftçilerin rahatça tarla sürebilmesi, çocukların güvenli bir biçimde oyun oynayabilmesi ve Bosnalıların dağlık ve ormanlık bölgelerde canlarını ya da bacaklarını kaybetme korkusu duymadan dolaşabilmeleri pek olası değil. Bunun için 20-30 yıllık ciddi, özverili ve pahalı bir mayın temizleme çalışması gerekiyor.

Bosna, topraklarındaki mayın sayısı en fazla olan ülke değil. Daha önde 10 milyon mayınla Afganistan, Mozambik ve Kamboçya ile 10-15 milyon mayınla Angola geliyor. Angola'da, ülke nüfusundan çok mayın döşeli. Bu beş ülkenin yanı sıra 23 ülkenin daha topraklarının bir bölümü bugün mayınlar yüzünden kullanılamıyor.

Bütün dünyada tarlalarda, otlaklarda, ormanlarda, yol boylarında, patikalarda 110 milyon mayın insanları, hayvanları öldürmek için bekliyor. Her hafta 500 kişi (yılda 26 000 kişi) mayınların kurbanı oluyor. Bu, her yirmi iki dakikada bir insanın sakat kalması ya da ölmesi demek. Bu açıdan bakıldığında kara mayınının aslında yavaş yavaş çalışan bir tür kitle imha silahı olduğu söylenebilir.

1975'ten bu yana, çoğunluğu sivil olmak üzere bir milyona yakın insan, mayına basarak yaralandı ya da öldü. Ölen sivillerin büyük bir bölümünü de çocuklar oluşturuyor. Çocukların, boyları kısa olduğundan yaşamsal organları patlamaya daha yakın oluyor. Bu nedenle de mayına basan bir çocuğun hayatta kalma şansı çok az.

Patlamadan sağ olarak kurtulabilenler, mutlaka bir ameliyatla en azından bir organını ya da organının bir bölümünü yitiriyor, uzun süre hastanede kalıyor ve ciddi bir psikolojik tedaviden geçiriliyorlar. Kamboçya'da 35 000, Angola'da da 70 000 den fazla insan bu süreçten geçmiş. Dünyada mayın yüzünden sakat kalmış 250 000 kişi var. Bunlar hayatta kalabilenler. Kaza kurbanlarının büyük bir bölümü ya patlamanın olduğu yerde kan kaybından ya da bir sağlık kuruluşuna ulaştırılamadığı için ölüyor.

Gerçekte kara mayınlarının asıl amacı öldürmek değildir. Çünkü mayın bir askeri öldürürse öykü orada sona erer; ama bacağını parçalarsa iş değişir. Yaralıya bakılması gereklidir. Bu da karşı tarafın doktorlarının ve öteki sağlık görevlilerinin çalıştırılması anlamına gelir. Düşman, ameliyat, ilaç,







Mayın temizlemede karşılaşılan en büyük sorunlardan biri, mayın döşeli alanı bulmaktır. Çevredeki öteki alanlardan daha gür bitki örtüsüne sahip, üzerinde araç enkazları, insan ya da hayvan iskeletleri bulunan yerler, büyük bir olasılıkla mayın döşelidir. Bir bölgenin mayınlı olduğu anlaşılınca, hemen uyarı levhaları konur. Sonra temizlemeye girişilir. Bu çok tehlikeli bir iştir. Temizleme uzmanları işin başında, dünyadaki 350 tür mayından hangilerinin o alanda gömülü olduğunu bilemezler. Değişik türlerin patlama düzenekleri de farklı çalışır.

hastane, protez vb. için yeni harcamalar yapacaktır. Ayrıca patlama anında acıyla çığlık atan, ayağı parçalanan ve sonra da topal kalan bir asker, arkadaşları ve ailesi arasında büyük bir moral bozukluğuna yol açar.

Mayınlar savaşların sinsi silahlarıdır; ama mayınların böylesine nefret uyandıran bir silah olmalarının nedeni, yok etmek için herhangi bir ayrım yapmamaları olsa gerek. Onlar kurşun, roket ya da top mermileri gibi yönlendirilebilir silahlar değiller. Onlar için ateşkeslerin bir anlamı yok. Yerlerinden sökülmedikçe kurbanlarını beklerler. Anlaşmazlıklar, savaşlar bittikten onlarca yıl sonra bile mayınlar insanlar için tehdit olmayı sürdürür. Su almaya giden bir kadın, hayvan güden bir çocuk ya da tarlada çalışan bir adam onlarca yıl önce yerleştirilmiş bir mayının kurbanı olabilir.

Savaş yüzünden ekonomileri zaten altüst olmuş ülkeler, savaş sonrasında bir de mayınlı alanlarla uğraşmak zorunda kalıyorlar. Mayınlı olduğu için kullanılmayan ormanlık alanlar, otlaklar ve tarım alanları ekonomi için büyük bir kayıp. Bugün Afganistan ve Kamboçya topraklarının % 35'i mayınlar yüzünden kullanılamaz durumda. Bu alanların temizlenmesi için çok büyük paralar harcamak gerekiyor. Çok sık olan mayın kazalarında yaralıların ameliyat, ilaç ve bakım harcamaları da çok fazla. Ayrıca yaralanan kişilerin ekonomiden kaybedilen birer güç olduğunu da unutmamak gerek.

1995 yılında bütün dünyada 80-100 bin arasında mayın söküldü ve imha edildi. Ne yazık ki, aynı yıl içinde iki milyon yeni mayın döşendi; sökülen her mayına karşılık 20 yeni mayın. Sökülen ve yeni döşenen mayın sayıları arasında, böylesi büyük bir fark olmasının iki temel nedeni var: maliyet ve süre. Bir anti-personel mayının maliyeti iki milyon lira gibi ucuz olabiliyor. Onu döşemek için de yaklaşık bir saat yeterli. Öte yandan bir mayını saptayıp sökmek için yüz saatten fazla bir zaman gerekiyor. Bu işin maliyeti de 600 milyon lira kadar. Dünya ülkelerinin mayın temizlenmesine ayırdıkları para, savunma sanayisine harcadıklarının yanında çok küçük kalıyor. Sonuç olarak her yıl ancak yaklaşık 100 000 mayın temizleniyor. Kaba bir hesapla bu hızla gidilirse dünyadaki tüm mayınları temizlemek (yenileri döşenmezse eğer) 1000 yıl kadar sürecek.





Mayınlı bir alandaki mayınların yerinin saptanmasında yaygın olarak kullanılan araç, metal detektörüdür. Değişik modelleri olan bu detektörler, toprak altındaki metal cisimleri bulurlar. Ne var ki bulunan cisim genellikle mayın değil de bir mermi, şarapnel parçası, konserve kutusu gibi savaş kalıntılarıdır. Tek bir mayının yerini saptarken, bu tür yanlış alarmlardan ortalama 1000 tane olur.

Tanklara Karşı

İlk kara mayınları 1862'de, Amerikan İç Savaşı sırasında kullanıldı. Bu yeni ve etkili silah sayesinde güneyliler on binlerce kuzeyli askeri yaraladı ya da öldürdü. O dönemin mayınları görece hantal ve kolay fark edilebilen bombalardı. I. Dünya Savaşı sırasında tankların kullanılması sonucunda ilk anti-tank (AT) mayınları geliştirildi. Bu mayınlar büyük, kolay sökülebilen, hantal patlayıcılardı. Yerleri saptanıp sökülen AT mayınları, sıklıkla onları ilk yerleştiren tarafa karşı yeniden kullanılıyorlardı. Bu durumun önüne geçmek, AT mayınlarının düşman asker-

lerince kolaylıkla sökülmesini engellemek amacıyla anti-personel (AP) mayınları geliştirildi. Bunlar AT mayınlarının çevresine döşeniyordu. 1918-1939 arasında AP mayınlarının geliştirilmesine, ordular büyük önem verdiler. II. Dünya Savaşı'nda her iki tür mayın da çok yaygın olarak –toplam 300 milyon dolayında– kullanıldı.

1960'lı yıllara değin mayınlar kontrollü bir biçimde kullanılıyordu. Mayınları ordular kullanıyor, onları yine askerlere ya da askeri hedeflere yönlendiriyor, düzenli bir biçimde kayıtlarını tutuyor ve haritalarını çıkarıyorlardı. Ama zamanla yeni tip mayınlar geliştirildi. Bunları uzun uğraşlarla toprağa gömmek gerekmiyor; uçaktan, helikopterden ya da kamyondan atılarak belirli bir alana saçılabiliyorlar. 1960'lı yıllarda Laos'ta Amerikalılar, 1979'da Afganistan'da da Sovyetler Birliği bu yöntemle milyonlarca mayın döşediler. Artık yeni döşenen kara mayınlarının büyük bir bölümünün ne kaydı tutuluyor ne de haritaları çıkarılıyor.



Mayınlara Hayır...

Ekim 1991'de iki uluslararası sivil toplum örgütü, İnsan Hakları Gözlem Komitesi ve İnsan Hakları İçin Doktorlar, "Korkakların Savaşı: Kamboçya'daki Mayınlar" adlı bir kitap yayımladı. Kitapta kara mayınları gerçeği, çok çarpıcı ve ayrıntılı bir biçimde anlatılıyordu. Bu kitap dünyada kara mayınlarına karşı bir kamu oyunun oluşmasında etkili oldu. Daha sonra Ekim 1992'de altı uluslararası sivil toplum örgütü, , İnsan Hakları Gözlem Komitesi, İnsan Hakları İçin Doktorlar, Uluslararası Engelliler Örgütü, Uluslararası Doktorlar, Mayın Danışma Grubu ve Amerikalı Vietnam Gazileri Vakfı, dünya çapında bir girişim başlattılar: Kara Mayınlarının Yasaklanması İçin Uluslararası Kampanya. 1995'e gelindiğinde dünyanın birçok ülkesinden onlarca sivil toplum örgütü kampanyayı destekliyordu. O yıl Uluslararası Kızılhaç Teşkilatı da kara mayınlarına karşı benzer bir kampanya başlatınca bu alanda çok önemli bir atılım yaşandı.

Mart 1995'te ilk olarak Belçika bir yasa çıkarttı ve ülkede mayın üretimini, satışını ve taşınmasını yasakladı. Belçika dünyanın önde gelen mayın ihracatçılarından biriydi. Belçika'yı, Avusturya ve İrlanda izledi.

1996'da Kanada'nın Ottawa kentinde elli ülkenin temsilcilerinin katıldığı çok önemli bir konferans yapıldı. Konferansta temsilciler, kara mayınlarının yasaklanmasına yönelik bir deklarasyon imzaladılar. Konferansın sonunda Kanada Dışişleri Bakanı, Aralık 1997'de bu deklarasyonun bir antlaş-

Kara Mayınları

Kara mayınları, patlayıcı madde ve bir patlatma düzeneği içeren bir insan ya da aracın dokunmasıyla patlayan bombalardır. Genellikle yerin 10-15 cm altına gömülürler ya da yüzeye bırakılırlar. Mayın üretmek çok kolaydır. Küçük bir miktar plastik patlayıcı ve ona eklenen bir tetikleme düzeneği bir mayın oluşturur. Bu nedenle mayınlar değişik boyutlarda ve biçimlerde olabilirler. 350 değişik mayın tipi vardır. Yapıldıkları malzemeler de çeşit çeşittir. Bunlar arasında metal, tahta ve plastiği sayabiliriz. Kara mayınları iki ana grupta toplanır:

- anti-personel (AP) mayınları
- anti-tank (AT) mayınları

Anti-personel mayınları insanları yaralayacak ya da öldürecek biçimde tasarlanırlar. İki temel tipte olurlar: patlama etkili mayınlar ve parçacık etkili mayınlar

En çok kullanılan AP mayınları patlama etkili mayınlardır. Amaçları ayağı parçalamak, ayakkabı parçalarını, tozları ve kemik parçalarını ayak bileğine iterek enfeksiyona yol açmaktır. Bunların fiyatları iki milyon lira gibi ucuz olabiliyor. Toprak altına ya da yüzeye, elle ya da havadan bırakılarak döşenirler. Bu mayınların bir bölümü söküm işlemini güçleştirecek biçimde üretilirler. Örneğin, Sovyetler Birliği'nde üretilmiş olan *PMN 2* mayınları ani ve sert darbelerle patlamazlar. Onların patlaması için yavaş yavaş artan bir basınç uygulamak -tıpkı bir insan ayağının uygulayacağı gibi- gerekir. Söküm ya da imha işlemini güçleştirecek bir başka düzenek de Çin üretimi *12 Bravo* mayınlarında vardır. Bu mayınlara yerleştirilen elektronik bir düzenek, mayın 10°den fazla döndürülürse mayını patlatır.

Parça etkili mayınlarda metal kaplar kullanılır. Patlamayla birlikte bu kap küçük parçalara ayrılır ve parçaların her biri öldürücü bir mermi gibi hareket eder. Bu tür mayınların bir bölümünde de kabın içine saçma ya da küçük metal oklar konur. Patladığında ayak, mide ve göğüste çok ağır yaralar açar. Birçok AP mayını, içindeki parçaları yer düzlemiyle 60°lik bir açıda fırlatır. Böylece 50 m yarıçaplı bir çember içinde öldürücü etkisi olur. Bunlar genellikle toprağa gömülmezler; uzun otların, çalıların arasına ya da ağaç diplerine bırakılırlar. ABD üretimi *Claymore* mayını fiberglas bir kabın içine yerleştirilmiş 682 g C4 patlayıcı ve 700 küçük çelik küreden oluşur.

Anti-personel mayınları arasında en öldürücü olanları kuşkusuz parça etkili "sıçrayan mayınlar"dır. Bunlar genellikle 1,5 kg kadar bir basınçla bile tetiklenebilirler. Tetiklenen mayın, küçük bir ön patlamayla bel hizasına yükselir ve o noktada patlar. İçindeki parçaların, 35 m yarıçaplı bir çember içinde öldürücü etkileri vardır. Son yıllarda yüksek teknoloji içeren mayınlar da geliştirilmiştir. Örneğin kimi mayınlarda mikroişlemcier vardır. Bu mayınlar belli sayıda basıştan sonra patlamaları için programlanırlar. Ayrıca araç, hayvan ve insanı ayırt ederler.

Anti-tank mayınları mayınlarından çok daha büyük ve güçlü mayınlardır. Tank ve başka zırhlı araçları çalışamaz duruma sokmak için kullanılırlar. Bu nedenle 14 kg'a varan patlayıcı madde içerirler. Bu mayınların tanklar üzerinde yıkıcı etkisi vardır. Ama daha hafif bir araç, örneğin bir otomobil, jip, kamyon ya da otobüs çarparsa sonuç korkunç olur. Bunların tetiklenebilmesi için en azından 100 kg'lık bir basınç uygulanması gerekir. Ancak eklenecek basit bir düzenekle, yalnızca bir insanın basmasıyla bile patlar duruma getirilebilirler. Bir insan bir AT mayınını tetiklerse, patlamadan sonra herhangi bir parçasını bulmak çok zordur. Bunların da fiyatları 18 milyon lira gibi ucuz olabiliyor.



Bütün kara mayınları şu beş yöntemden biri ya da birkaçıyla patlar:

- üzerine basıldığında
- bağlı bir ip çekildiğinde
- bağlı gergin bir ip kesildiğinde
- üzerine konmuş bir cisim kaldırıldığında
- dokunulduğunda ya da hareket ettirildiğinde

Mayınlar çok seyrek olarak tek kullanılırlar. Genellikle üç ya da daha fazla mayından oluşan üçgen desenler biçiminde döşenirler. Eğer bir mayın usulüne uygun olarak döşendiyse onu fark etmek olanaksızdır. Mayın tarlalarının çoğunda bir işaret yoktur bu nedenle mayınlı olduğu anlaşılamaz. Mayınlar genellikle insanların ya da araçların belirli bölgelere girmesinin engellenmesi ya da belirli bölgelere yönlendirilmesi için kullanılırlar. Bir başka kullanım amacıysa ekonomik ve sosyal hedefleri korumaktır. Bu amaçla köprülerin, barajların, doğalgaz ve petrol boru hatlarının, tren istasyonlarının korunması için kullanılırlar. Savaş sırasında da mayınlar, eldeki bölgeyi savunurken düşmanın yaklaşmakta olduğunu haber vermek için kullanılır. Mayınlar kusursuz askerlerdir; uyumazlar, yemek yemezler. Sürekli görevlerinin başında düşmanı –ya da kurbanlarını– beklerler.





Mayınları bulmak için kullanılan bir başka yöntem de sondadır. Bu yöntemde, bir bıçak, süngü ya da özel olarak hazırlanmış ince uzun bir çubuk, 30°den küçük bir açıyla yavaş yavaş toprağa sokulur. Her metrekare alanda yaklaşık 400 sonda yapılarak ilerlenir. Bulunan mayınlar özenle sökülür. Alandan sökülen ve bir çukurda toplanan bütün mayınlar güvenli bir biçimde patlatılır.

maya dönüşeceği bir konferansa evsahipliği yapmak istediğini açıkladı. Böylece Ottawa Süreci olarak bilinen süreç başladı. Bu süreçte hükümetler kadar sivil toplum örgütleri de yer aldılar.

3-4 Aralık 1997'de konferans yapıldı ve 123 ülke temsilcisi Ottawa Konvansiyonu olarak bilinen antlaşmayı imzaladı. Konvansiyon o tarihten sonra New York'taki Birleşmiş Milletler (BM) binasında imzaya açık olarak durmaya başladı. Bugün için 135 ülke o antlaşmayı imzalamış durumda. Bir başka deyişle artık dünyanın 135 ülkesinde her türlü kara mayınının üretimi, kullanımı, satışı ve taşınması yasak. Ne var ki dünyanın en büyük mayın üreticilerinden ABD, Rusya ve Çin antlaşmayı imzalamadılar.

Ottawa Süreci ve ardından gelen konvansiyon, BM'nin yıllardır yapamadığını gerçekleştirdi. Bu başarıda sivil toplum örgütlerinin çok büyük bir payı oldu. Sivil toplum örgütlerinin insanlık adına yürüttüğü bu büyük çalışma Norveç Nobel Komitesi'nce de takdir edildi. 1997 yılının Nobel Barış Ödülü, altmış ülkede binin üzerinde sivil toplum örgütünün desteklediği, Kara Mayınlarının Yasaklanması İçin Uluslararası Kampanya'ya ve onun eşgüdümünü üstlenen bayan Jody Williams'a verildi.

Antlaşmanın imzalanması ve yürürlüğe girmesi kuşkusuz çok önemli bir gelişmeydi. Ne ki, asıl önemli olan ülkelerin vaat ettiklerini bundan sonra yerine getirmeleri. Bunun için, kampanyayı destekleyen sivil toplum örgütleri ülkelerindeki gelişmeleri rapor ediyorlar. İlk kez hükümetlerden bağımsız olarak sivil toplum örgütleri, eşgüdümlü ve düzenli bir biçimde bir araya gelerek ülkelerin bir yasaya uyup uymadığını izliyor ve rapor hazırlıyorlar. 3 Mayıs 1999'da antlaşmaya taraf ülke delegelerine "1999 Kara Mayınları Gözlem Raporu: Mayınsız Bir Dünyaya Doğru" adlı 1100 sayfalık bir kitap dağıtıldı. Bu kitaba göre, ordulaların depolarında saklanan 100 milyon dolayında olduğu sanılan mayın stoklarının, aslında 250 milyon olduğu ortaya çıktı. 1998'de ve 1999'un başında ya hiç yeni mayın döşenmediği ya da çok az döşendiği anlaşıldı. Bu, çok önemli bir gelişmeydi. Mayın üreten ülke sayısı, elli dörtten on altıya düştü. Üreticilerden bir bölümü de tıpkı ABD gibi, iki yıldır yeni mayın üretmiyor. 1998 ve 1999'da uluslararası bir mayın alım-satımı gerçekleşmedi. Antlaşmayı imzalayan ülkelerde 12 milyon mayın imha edildi.

Kara Göründü...

Birleşmiş Milletler, 2000 yılında tüm dünyada mayın temizleme hızını 50 kat arttırmayı amaçlıyor. Ama bir yandan hız arttırılırken bir yandan da maliyetin düşmesi lazım. Amaç bir kilometrekarelik mayınlı bir alanın 2,5 milyar liradan daha ucuza temizlenmesi. Bunun için yeni geliştirilen mayın tarama aygıtları kullanılması planlanıyor. Bu tür aygıtların hangi özellikleri taşıması gerektiği biliniyor. Mayını saptama oranı % 99,9 olması gereken bu yeni aygıtlar, toprak altındaki mayın olmayan cisimleri ayırt etmeli ve saptadığı mayınları sınıflandırabilmeli. Ayrıca mayının bulunduğu noktayı en fazla 50 cm hatayla gösterebilmeli ve 10 cm derine gömülmüş 4 cm çaplı mayınları bile saptayabilmeli. Mayın temizleme ekiplerinin beklentisi de elde rahatlıkla taşınabilen detektörlere kavuşmak. Bu detektörler, metal olsun ya da olmasın, tüm mayınların yerini saptayabilecek özellikte, hafif, dayanıklı, ucuz olmalı; yatarak, çömelmiş durumda ya da ayakta kullanılabilmeli ve çok az yanlış alarm vermeliler. Eğer böyle aygıtlar geliştirilebilirse mayın saptama hızının

Ottawa Antlaşması

Bugüne değin 135 ülkenin imzaladığı Ottawa Antlaşması'nda alınan kararlar, özetle şöyledir:

1) Taraf ülkeler, anti-personel mayınlarını kullanmayacak, üretimeyecek, geliştirmeye yönelik çalışmayacak ve geliştirmeye çalışanları desteklemeyecek, depolamayacak, dışalım ya da dışsatımını yapmayacaktır.

2) Taraf ülkeler, depolarındaki tüm mayınları 4 yıl içinde imha edeceklerdir.

3) Taraf ülkeler, sınırları içindeki mayınlı tüm arazileri saptayacak, çevresini çitle çevirecek, uyarı levhaları koyacak ve insanların girişini engelleyecektir.

4) Taraf ülkeler, sınırları içindeki mayınlı tüm arazileri 10 yıl içinde mayınlardan arındıracaktır.

5) Taraf ülkeler, konuyla ilgili olarak içinde bulundukları durum ve gelişmeleri düzenli bir biçimde rapor edeceklerdir.

6) Taraf ülkelerin temsilcileri, düzenli olarak biraraya gelecek ve antlaşmanın uygulanmasına ilişkin görüşeceklerdir.

7) Taraf ülkeler, beş yılda bir, antlaşmayı gözden geçirme amacıyla düzenlenecek konferansa katılacaklardır.

Mayın Temizleme

Mayınlı alanların büyük bir bölümü, gelişmemiş ve ekonomisi güçlü olmayan, üçüncü dünya ülkelerindedir. Buralardaki mayın temizleme süreçleri Avrupa'dakilerden (örneğin Bosna) çok farklıdır. Angola'dan bir mayın temizleme uzmanının aylık geliri yaklaşık otuz milyon liradır. Kaldı ki bu maaş, ülkedeki birçok işte verilenden çok daha yüksektir. Bu nedenle mayın temizleme ekiplerinin mayınlı ülkelerin insanlarından yetiştirilmesi çok daha ekonomiktir. Ancak mayın temizleme donanımları da o ülkelerin eğitim düzeyi çok düşük olan insanlarına göre hazırlanmalıdır. Bu donanımlar, ucuz, dayanıklı, yedek parçası kolay ve ucuza sağlanabilir olmalıdır.

Anti-personel mayınları genellikle 10 cm'den biraz daha derine gömülürler ve 5 kg'lık bir basınçla patlarlar. Bu tür mayınlar yalnızca basanı yaralar. Sonuç genellikle basan kişinin bilekten aşağısının kesilmesidir. Mayın temizlemenin zorluklarından birisi mayınların gösterdiği çeşitliliktir. Mayın temizlemede kullanılan en basit yöntem sonda yöntemidir. Bir bıçak, süngü ya da özel olarak üretilmiş ince uzun bir çubukla toprağa sonda yapılır. Bir başka deyişle dar bir açıyla yavaşça toprağa sokulur. Bıçak bir cisme dokunduğunda cismin büyüklüğü ve yapısı anlaşılmaya çalışılır. Eğer bölgedeki mayınların tümünün metal kaplı olduğu biliniyorsa yer saptama işleminde metal detektörleri kullanılır. Ama yıllardır sürdürülen mayın temizleme çalışmalarında kazanılan deneyimler, metal detektörlerinin binde birlik bir hata oranının olduğunu göstermiştir. Karşılaşılan cismin, o bölgede bulunması olası bir mayın tipine uygun bir cisim olduğu anlaşılırsa, kazı yapılır ve mayın çıkartılır. Sonra da etkisiz duruma getirilir ya da patlatılır.

Sonda yöntemi tüm mayın türleri için kullanılabilir. Bu yöntemle, bölge mayından % 100 arındırılır. Ayrıca, bubi tuzaklı mayınlar dışındaki tüm mayınlar için, oldukça güvenli bir yöntemdir. Ama çok dikkat ve azim gerektiren bir yöntemdir. Her metrekarede yaklaşık 400 sonda yapılır. Bu yüzden pek hızlı bir yöntem değildir. Bir uzman, günde 20-50 m^2'lik bir alanı temizleyebilir. Mayınlardan arındırılması gereken alanlarsa çok büyüktür. Bugünkü temizleme hızıyla gidilirse Afganistan'daki mayınların temizlenmesi 4000 yıldan fazla sürecektir.

Her şeyden önce hangi alanların mayınlı olduğunun saptanması gerekir. Bunun için de öncelikle bölge halkından, hangi noktalarda mayın patladığına ilişkin bilgi alınır. Mayınlı bölge bulunduğunda da öncelikle yapılması gereken iş orada hangi tip mayınların döşeli olduğunu keşfetmektir. Mayınların büyük bir çeşitlilik göstermesi, temizlik etkinliklerini zorlaştırır. Çünkü değişik tiplerin, etkisiz duruma getirilme işlemleri de farklıdır.

Kimi mayınlı bölgeler, uzun yıllar terk edildiğinden, bitki örtüsü yoğundur ve mayın temizleme çalışmalarını engeller. O yüzden, öncelikle bölgenin "temizlik" için hazırlanması gerekir.

Mayınların yeri saptanırken karşılaşılan bir başka sorun da metal olmayan mayınlardır. İlk kez 1944'te Almanlar tarafından kullanılan bakalit mayınların metal detektörleriyle saptanması olanaksızdır. Öte yandan bir başka sorun da savaş bölgelerindeki savaş artığı metallerdir. Mermiler, şarjörler, şarapnel parçaları gibi metal parçaları metal detektörlerinde yanlış alarmlara yol açar.

Kamboçya Mayın Hareketi Merkezi'nce yapılan açıklamaya göre, metal bir mayını saptamaya çalışırken, detektörler 300 ile 1000 arasında yanlış alarm veriyor. Tüm bu alarmların da mayın temizleyen uzmanlarca dikkate alınması gerekir.

Bu nedenlerle mayınların yerlerinin saptanması için radar teknolojisi, mikrodalgalardan yararlanma, kızılötesi ışınlarla tarama ve nötron/gama ışını yansımaları gibi birçok yeni yöntem üzerinde çalışılıyor. Ne var ki şu ana değin mayın temizleme uzmanlarının işine çok yarayacak kullanışlı bir aygıt geliştirilebilmiş değil. Şimdilik en iyi işleyen yöntem, köpeklerle yer bulma. Köpekler, 8 yıl önce bile gömülmüş mayınların yerlerini kolaylıkla saptayabiliyorlar. Ama köpeklerin mayınları hangi kokudan dolayı (patlayıcıların kokusu mu yoksa kullanılan yapıştırıcılarınki mi) bulduklarını daha anlaşılmış değil.

Mayının yeri saptanıp işaretlendikten sonra artık etkisizleştirilmesi gerekir. Bunun en basit yolu, mayının yakınına konulan bir başka patlayıcının patlamasıdır. Ne var ki güvenli bir yöntem olmasına karşın o bölgedeki mayın temizleme sürecine zarar verir. Çünkü çevreye saçılan mayın parçaları metal detektörlerinde yanlış alarmlara yol açacak, bu da bölgenin geri kalan bölümünün temizlenmesini zorlaştıracaktır. Öte yandan patlamayla birlikte havaya salınan nitratlar, köpeklerin o bölgede bir hafta kadar iş görememelerine yol açar. Bu nedenle genellikle izlenen yol, mayının topraktan çıkartılması, patlatma düzeneğinin sökülmesi ve öteki mayınlarla birlikte bir çukurda toplanıp orada toplu olarak imha edilmesidir.

Mayınların kaba kuvvet kullanılarak temizlenmesi de düşünülmektedir. Bunun için, mayınlanmış alanın ileride yerleşim yeri ya da tarım alanından başka bir amaçla kullanılması düşünülmemelidir. Çünkü o alan büyük bir yıkıma uğrayacaktır. Uygulanması düşünülen yöntem belli bir alandaki tüm mayınların ucuz bir enerji boşalım yöntemiyle patlatılmasıdır. Bunun için uçakla püskürtülecek bir tür köpük patlayıcı ya da mikrodalgaların kullanılması düşünülüyor. Ancak bunların herhangi biri daha sahada uygulanıp sınanmış değildir.

Önünde döner zincirler bulunan zırhlı özel bir mayın temizleme aracıyla bir günde 15 000 m^2 alan temizlenebilir. Bu, bir mayın temizleme uzmanından 300 kez daha hızlı bir temizlemedir. Bu araç, yolu üzerindeki tüm AT mayınlarını temizlerken (patlatırken) AP mayınlarının % 10'unu temizlemeden geçer.

Bir mayınlı bölge temizlendikten sonra geride hiçbir mayının kalmadığından kuşkusuz emin olunmalıdır. Bunun için kimi bölgelerde küçükbaş hayvanlar temizlenen alana salınır. Profesyonel mayın temizleme ekiplerinin, uyguladığı bir başka yöntem de temizledikleri alanda futbol maçı yapmak. Bu, hem ekibe güven veriyor ve gelecek için güdülendiriyor hem de bölge halkının içini gerçekten rahatlatıyor.

Mayın temizlemeyle uğraşanların yoksul ülkelerde kimi akıl almaz sorunları da oluyor. Herhangi bir alanın mayınlı olduğu saptandığında hemen işaretlenmesi uyarı levhalarının yerleştirilmesi gereklidir. Böylece yöre insanları uyarılmış olur. Ne var ki bazı yçok yoksul ülkelerde yöre halkı bu levhaları çalıp evlerinin onarımında kullanmakta ya da hediyelik eşya olarak satmaktadır. Bu duruma karşı Afganistan'da mayınlı bölgeler kırmızıya boyanmış kayalarla işaretleniyor; taşın hiçbir değeri olmadığı için çalınmıyor da.



Mayın temizlemede kullanılan bir başka araç da "zincirli kamçı" olarak bilinen bu zırhlı araçtır. Bu araç mayınlı bölgedeki AT mayınlarının tamamını patlatırken, AP mayınlarının % 10'unu ıskalar.

30-100 kat arasında artabileceği düşünülüyor. Ne var ki böyle bir aygıt daha geliştirilmiş değil.

Birçok özel kuruluş, üniversite ve ordu laboratuvarı, değişik teknolojiler kullanarak bu tür aygıtlar geliştirmeye çalışıyorlar. Ama bu çalışmaların ürünlerinden şimdilik hiçbiri, her türlü koşul altında istenen başarımı verebilmiş değil.

Mayın tarama ekiplerinin ikinci beklentisi, saptanmış mayınların sökülüp imha edilmesini kolaylaştıracak aygıtların üretilmesi. Bunlar iple uzaktan yönlendirilebilen basit bir mekanik düzenek de olabilir, küçük bir robot da. Aslında mayın temizlemede ideal olarak amaçlanan; mayınlı bölgelere hiç insan girmeden, helikopterlere yerleştirilecek gelişmiş sistemler sayesinde, üzerinden geçilen alandaki mayınların yerlerinin saptanması ve sonra o alandaki mayınların robotlarla temizlenmesidir. Robotlar bugün için daha yeteri kadar gelişmiş değiller. Her türlü ortamda, örneğin çölde, cangılda ya da su altındaki çeltik tarlalarında, çalışamıyorlar ve yerel işgücüyle karşılaştırıldığında da çok pahalılar.

Ama hem hukuk hem de teknoloji alanındaki gelişmeler çok olumlu. Eğer işler bu doğrultuda giderse, yani mayın temizleme hızını 50 kat arttıracak aygıtlar geliştirilirse, temizlenen mayın miktarı yılda 100 000'den beş milyona çıkacaktır. Bundan böyle hiç mayın döşenmezse bu hızla dünyadaki tüm mayınlar da 20 yıl gibi çok da uzun olmayan bir sürede temizlenebilecektir.

Çağlar Sunay

Kaynaklar
http://www.icbl.org
http://www.mines.gc.ca/english/faqs/intro.html
http://www.un.org/Depts/Landmine/UNDocs/ban_trty.htm
http://www.oneworld.org/media/gallery/landmines/1.html
http://www.formilab.ch/minerats/hackers96/sld001.html
http://www.minesactioncanada.com
http://www.un.org/Depts/dpko/homepage.htm

WAP'la Dünyada, Bluetooth'la Ev ve Ofiste



Kablosuz Gelecek

Dünyadaki cep telefonu kullanıcısı sayısı şimdiden PC kullanıcısı sayısını geçti. Tahminlere göre, 2003'te, İnternet'te akıllı cep telefonlarıyla gezenlerin sayısı, bu iş için kişisel bilgisayarlarını kullananların sayısının üç katını bulacak. Geçtiğimiz şubat ayı ortalarında Microsoft firması San Fransisco'da binbir patırtıyla Windows 2000 işletim sistemini tanıtırken, patron Bill Gates'in aklı, otuz-kırk kilometre ötedeki, sessiz sedasız süren başka bir toplantıda olup bitenlere takılmıştı. O sırada Symbian firması, Silicon Valley'de, cep telefonları için geliştirtirdiği EPOC işletim sisteminin geleceğini tartışıyordu. Gates, daha önce Symbian'ı "Microsoft'un karşısındaki en büyük tehdit" olarak gördüğünü itiraf etmişti. Aynı günlerde, Hannover'de, bilişim sektörünün ünlü fuarı CeBIT 2000'de de kişisel bilgisayar teknolojisi gölgede kalmış, halk ve medya, daha çok çep telefonlarıyla ilgilenmişti. CNN'de, WAP, Bluetooth gibi teknolojilerden bahsediliyor, borsalarda, mobil iletişim firmalarının yıldızı parlıyordu. Bilişim sektörünün kraliçesi İnternet, bu kez cep telefonlarıyla dans etmeye başlamıştı.

MOBİL İLETİŞİM ağlarının tarihçesi, İnternet'inkiyle hem aynı yıllarda başlıyor hem de belli başlı kilometretaşları ve büyüme hızları İnternet'inkiyle örtüşüyor. Geldiğimiz noktada, mobil iletişim terminalleri, geniş kullanıcı kitlesini İnternet'le buluşturmayı başaran asıl ürünler olacak gibi görünüyor. Beklenenler gerçekleşirse, gelecekte İnternet ve mobil iletişimi birbirinden ayrı düşünmek bile olanaksız olacak. Buna karşın, şu ana kadar bu iki öncü teknolojinin yolları tam olarak kesişmemişti.

İnternet'in belirleyici yanı sayısal veri, mobil iletişimin belirleyici yanıysa ses taşımak için tasarlanmış olmaları. İnternet'in başarısı, metinin de, sesin de, hareketli ya da hareketsiz görüntünün de kolayca sayısal veri olarak kodlanıp iletilme esnekliğinde yatıyor. Tarih, sesin her zaman baskın olacağına güvenen mobil iletişim kuramcılarını yanılttı. SMS (kısa mesaj metinleri) trafiğindeki beklenmedik patlama da bunun bir işareti. Ocak 2000'de sadece İngiltere'de 396 milyon SMS gönderilmiş. Bu, Ocak 1999'a göre %900'lük artış demek...

"Birinci kuşak" olarak nitelenen ilk hücresel iletişim ağları 1980'lerin başlarında, sadece ses iletişimi için kurulmaya başlamış. ABD ve Kanada'da AMPS, İskandinavya'da NMT standartlarına dayalı olan analog ağlar, veri iletişimi için fazlasıyla verimsiz kalmışlar. Mobil iletişim, Avrupa'ya ayak bastığında sayısallaşmış. O günden beridir, bu alandaki hemen hemen tüm diğer teknolojik atılımlar da Avrupa kökenli olmayı sürdürmüş. *Newsweek*'in 2000 yılbaşı sayısının

kapağında, mo
bil telefon "Yı
lın Avrupalısı
olarak niteleni
Başlangıçt
Avrupa'da kı
üzere tasar
olan GSM, baş
tan itibaren ve
şimi olanakları
önünde bulun
mış. Yine de, sonradan ikinci kuşak olarak nitelenecek olan GSM de, Amerika'daki kardeş standartlar US-TDMA ve TIA/EIA-95B de, veri iletişimi ön planda tutularak geliştirilmiş standartlar değil.



çalışması, EPOC işletim sistemi, renkli dokunmatik ekran, kamera, GPS ve Blootooth bağlantısı içeriyor.

Nokia, Ericsson gibi devler, daha iyi veri iletişimi sağlamak için GPRS standardını önerdiler ve pek çok ağ GPRS'e geçmek üzere kolları sıvadı bile. Yine de, er ya da geç herkes, "üçüncü kuşak" nitelemesini gerçekten hak eden tek sistem olan UMTS'ye geçecek. UMTS'nin ufukta görünmesi üzerine, halihazırda GPRS'e yatırım yapan servisler için bir "yumuşak geçiş" standardı olarak, veri iletişimi olanakları GPRS'ten üstün, ama yine de tümüyle yepyeni teknoloji gerektirmeyen EDGE ortaya atıldı. EDGE, UMTS'nin de gerektirdiği pek çok özelliğe yatırım yapmayı gerektirdiğinden, GPRS ve UMTS arasında aşamalı geçiş için ideal bir protokol.

Yine de, tüm bu standartlar, iletişim sistemlerinin alt yapısını geliştiren ve gelecekteki üstün verimli ürünlerin zeminini hazırlayan çalışmalar. Bir başka deyişle, kullanıcıların tüm bunlardan haberleri olmuyor ve olması da beklenmiyor. Kusur ve verimsizliklerine karşın, mevcut GSM altyapısı da veri iletişimini desteklediğinden, ses iletişiminin ötesine geçmek, söz gelimi İnternet'e bağlanmak için geleceğin altyapısını beklemek gerekmiyor. Son günlerin gözde teknolojisi WAP, hemen şimdi "ses duvarını aşmak" isteyenler için hazır bile.

WAP

Son zamanlarda yıldızı en çok parlayan iki sektörün, İnternet ve mobil iletişimin bir buluşma noktası bulmaları kaçınılmazdı. Öncelikle cep telefonlarından gönderilen SMS metinlerini e-mail'e çevirip gönderen ve bunun tersini yapabilen servisler türedi. Ne var ki, kısa mesaj metinleri, benzer biçimde İnternet sayfalarını cep telefonlarına taşıyacak araç olarak kullanılamazdı. SMS, salt metin iletişimi için tasarlanmış bir servis. Üstelik, bir mesajın içerebileceği harf sayısı ve normal bir telefonunun saklayabileceği mesaj sayısı çok sınırlayıcı. Phone.com, Nokia, Ericsson ve Motorola firmaları WAP Forum çatısında bir araya gelip mobil İnternet protokolü WAP'ın temelini attılar. Bugün, WAP Forum'un 250'yi aşkın üyesi var.

WAP, (Kablosuz Uygulama Protokolü) İnternet'te kullanılagelen TCP protokolünün bir benzeri. İnternet'teki alışıldık sayfaların hazırlandığı HTML diline benzer bir yapıda olan WML dilinde yazılmış sayfaların paylaştırıldığı bir protokol.

Bir WML sayfasının neye benzediğini görmek için, WAP desteği olan bir cep telefonu gerekiyor. Ancak, bu desteği verebilen, az sayıda telefon modeli var ve bunlar çok pahalılar. Bunun yerine, eğer İnternet bağlantınız ve PC'niz varsa, *www.slobtrot.com* adresine bağlanıp, WinWap adlı programı ücretsiz olarak bilgisayarınıza yükleyebilir ve



Nokia'dan, gelecek için öngörülmüş bir üçüncü kuşak mobil iletişim terminali örneği.

IL'yle hazırlanmış sayfaara gözatabilirsiniz. *wap.superonline.com* unlara Türkiye'den bir rnek.

WML sayfaları, Netsca- ve Internet Explorer'in sı Mosaic programının ersiyonlarıyla gezinilen, ne çağındaki eski İnter- nı andırıyor. Protokolün tasarımındaki esneklik, WML sayfalarının da günün birinde HTML sayfaları kadar zengin içerikli, görsel açıdan yoğun ve etkileşimli olabileceği umudunu getiriyor. Diğer yandan, cep telefonlarının hiçbir zaman İnternet'te gezinmek için kullanılmayacakları, dolayısıyla da WML sayfalarının bugünkü biçimleriyle bile doyurucu olabilecekleri öngörülebilir. Bu varsayımın temelinde, cep telefonuyla İnternete erişecek kullanıcıların belli bir bilginin peşinde olacakları ve bunu, kolay hızlı ve kısa bir biçimde isteyecekleri saptaması yatıyor.

Mobil iletişim teknolojisinin sabit İnternet bağlantılı kişisel bilgisayar teknolojisini yakalamasını beklemek de gerçekçi olmaz. Mobil iletişim ağları, göreli olarak bant kapasitesi bakımından zayıf, veri paketi kayıpları ve hatalara açık olarak kalacak. Kullanılan donanım da, ister cep telefonu, ister el terminali biçiminde olsun, yavaş işlemcili, düşük bellekli, yetersiz güç beslemeli, küçük ekranlı ve kullanışsız veri girişli aygıtlara sahip olacak.

Durum böyleyken, cep telefonu üreticileri ve ağ işletmecileri neden yepyeni bir bilgi altyapısı kurmak yerine İnternet'in bir parçası olmayı seçtiler? Bunun firmalar için en pratik nedeni, İnternet'te içeriğin gönüllüler ve küçük girişimcilerce, olağanüstü hızlı ve kütleli olarak üretilmesi. Yeni doğmuş olan WAP pazarının, diğer İnternet servislerinde olduğu gibi, birdenbire patlaması bekleniyor.



Ericsson'dan tarihin ilk ticari Bluetooth bağlantılı ürünü, kablosuz olarak çalışan bir cep telefonu kulaklığı seti.

Mobil İnternet üzerindeki sayfaların tümü, girişimciler ve amatörler tarafından hazırlanmayacak doğal olarak. WAP ile birlikte, "portalların" öneminin artacağı öngörülüyor.

Portallar, e-mail aboneliği, tarama motorları, kapsamlı linkler, elektronik alışveriş seçenekleri, kişisel web sayfası ev sahipliği gibi belli başlı İnternet hizmetlerinin pek çoğunu bir arada veren büyük sitelerdir. AOL, Yahoo, Hotbot, MSN gibi siteler bunların büyük örnekleri. Bu sayfalar, İnternet'te kendi kendine gezinip keşfe çıkmak yerine, kendileri için derlenip tanımlanmış bilgiye ulaşmak isteyen kullanıcılara hitap ediyor. Bu bilgiler, hava durumu, sinema programları, döviz kurları gibi iyi tanımlanmış talepleri kolayca karşılar.

WAP kullanıcıları da, büyük olasılıkla bir portala bağlanıp iyi tanımlanmış taleplerini karşılamak isteyen insanlar olacak. WAP portallarıysa, ya ağ işletmecileri tarafından ya da bunlarla birlikte çalışan İnternet portallarından oluşacak. Kullanıcı açısından avantajı, bağlantı ücretinin, alınan servis zaten ağ işletmecisi tarafından verildiği için, ucuz tarifelendirilmesi olasılığı.

WAP, başlangıçtan itibaren dünya pazarını hedefliyor oluşuyla öncü nitelikte bir protokol. Oysa, NTT-DoCoMo, Şubat 2000 rakamlarıyla, Japonya'da 300 dolaylarında kayıtlı, 9000 dolaylarında kayıtsız İnternet sayfasını halihazırda cep telefonlarına eriştiriyor. Ancak, bunun için kullanılan I-Mode protokolü de, bunu destekleyen DoCoMo telefonları da Japonya'ya özgü. DoCoMo, dünya pazarı için, ürettiği telefonlarda fazladan WAP desteği sağlamakla kalmıyor, WAP Forum'un araştırma çalışmalarına da aktif olarak katılıyor.

Bluetooth

Bilişim teknolojisinin son 10 yılının en çarpıcı gelişmeleri, deyim yerinde olursa, bir "kablo fetişizmini" beraberinde getirmiştir. Bunu, önemli ölçüde İnternet'e borçluyuz. İnternet'in yeri, yöneticisi, sahibi yok. Bu, "ağların ağını" kafamızda, olsa olsa dünya üzerine yayılmış bir kablolar zinciri olarak canlandırabiliyoruz. Büyük Okyanus'u aşan sualtı kablolarından, bilgisayarımızı telefona bağlayanlara varıncaya kadar...



Günümüzün tipik WAP terminallerinden Ericsson MC 218 ve WAP destekli telefonlarından, Ericsson T28.

bloların önemi
redeyse kahve
arıncaya kadar,
lkli aygıtlar sa-
ır. Böyle olun-
ı sayısal araçla-
birbirine bağ-
veri paylaştır-
mız, bunun

içinde, sayısız tipte, rengarenk kablo, çeşit çeşit adaptör kullanmanız gerekiyor. "Tak ve çalıştır" gibi iletişim standartları, USB gibi çok işlevli ve "akıllı prizler", arapsaçına dönen kablo yığınlarıyla baş etmek için uydurulmuş çözümlerden başka birşey değil.

WAP gibi mobil iletişim girişimleri, İnternet'i kablolarından kurtarmayı amaçlarken, ev ve ofislerimizdeki kablolara seçenek olarak da Bluetooth standardı öne çıkıyor. Fikir çok basit: birbirine yakın duran tüm elektronik araçları, radyo dalgaları aracılığıyla "konuşturmak". Birbirine yakın sayılmanın da standardı konmuş: 10 metre... Seçenek olarak sunulan bir sinyal güçlendirici eklenerek 100 metre öte-



Mobil sayısal fotoğraf makinesi, çalışan prototipi. Ericsson CommuniCam, Cep telefonlarıyla konuşabiliyor, e-mail aracılığıyla fotoğraf gönderebiliyor.

ye de ulaşılabiliyor, ancak güç tüketimi astronomik düzeyde artıyor. 10 metre erimli Bluetooth'un temel özelliği, hemen hemen hiç güç tüketmediği için, taşınabilir aygıtların zayıf pilleriyle dost oluşu.

Ev ve ofislerdeki en büyük kablo karmaşasını yaratan araçlar zaten çoğunlukla 10 metre çapında bir çemberin içinde yer alıyor. Nereye giderseniz gidin, asıl kablo salatası, odanın yükseltilmiş zemininin altında, kimi zaman da, halının üzerinde, ayakaltındadır... Teknolojinin tüm ürünlerini kullanan büyük bir ofisteki kablo sayısı, aynı kentteki binaları birbirine bağlayan kablo sayısından fazla olabilir.

Sınırlı sayıda araç birbiriyle uzun yıllardır özellikle kızılötesi ışınları kullanılarak kablosuz olarak konuşturuluyor. Farklı firmalar, farklı dalgaboy-



Ericsson R380, açılabilir klavyesi kapalıyken sıradan bir GSM telefonunun andırsa da, klavye açıldığında, geniş, dokunmatik ekranlı bir WAP terminaline dönüşüyor.

ları ve iletişim standartları kullanarak az sayıda ürünü kablolardan kurtarabilmiştir. Bu amaçla evrensel bir standart belirlemek için ilk ciddi adım 1999'da Ericsson, Nokia, IBM, Intel ve Toshiba'nın masaya oturup Bluetooth Çalışma Grubu'nu kurmalarıyla atılmış. 1999'un sonlarında 3Com, Lucent, Microsoft ve Motorola da bu öncü firmalara katılıp, organizasyonun bugünkü çekirdek kadrosunu oluşturmuşlar. Bilişim sektörünün diğer belli başlı devlerinden küçük üreticilere uzanan 1200'ü aşkın üyesiyle Bluetooth, rakipsiz bir evrensel standart. Bu standardı kullanan ilk ticari ürün, Ericsson'un CeBIT 2000'de tanıttığı kablosuz cep telefonu kulaklığı oldu.

Bluetooth, kabloları eksiltmekle yetinmeyip, bugün kullanılan iletişim araç ve hizmetlerinin baştan yaratmayı hedefliyor. Vaatler kulağa hoş geliyor: Dışarıdayken GSM ağı üzerinden çalışan cep telefonunuz, ev ya da ofisinize girdiğinizde, masa tipi telefonlarla iletişime geçip, sabit, ucuz telefon hattınız üzerinden çalışmaya başlayacak. Hem daha ucuza konuşacak, hem de tek telefonla tüm hatlarınıza egemen olacaksınız. Bluetooth özelliği olan herhangi bir diğer telefon yakın çevrenizdeyken de, ücretsiz telsiz konuşması yapabileceksiniz. Sayısal video kameranız ya da fotoğraf makinanızla çektiklerinizi, herhangi bir televizyon ya da bilgisayar ekranında, kablo bağlantısı yapmadan izleyebileceksiniz.

Bluetooth ve WAP destekli cep telefonları, kredi kartlarının da yerini alabilir. Senaryoya göre, gazoz otomatının karşısına geçip, otomatın üzerinde yazan seri numarasını ve istediğiniz ürünün kodunu telefonunuzda tuşluyorsunuz. Ücret banka hesabınızdan düşülüyor ve gazozunuz elinizde... Mobil elektronik bankacılığın benzer örnek uygulamaları, Nokia ve bir finans kuruluşu olan X.com'un ortak girişimi PayPal.com tarafından CeBIT 2000 fuarında sergilenmiş.

Bluetooth, 2.4 GHz frekanslı, kamuya açık bir bantta çalışıyor. Saniyede 1 Mb'lık maksimum bant aralığına sahip. Yine de, protokolün iletişime eklediği safra niteliğindeki veriler yüzünden en hızlı veri alışverişi, saniyede 720 Kbit'in biraz üzerinde olabilecek.

Bu çalışma frekansında sinyal yayan mikrodalga fırın, güvenlik sistemleri, tıbbi aygıtlar gibi pek çok kaynak var. Paraziti önlemek amacıyla, 2.402 GHz ile 2.480 GHz frekansları aralığı, 79 banta bölünmüş. Bluetooth kullanan aygıtlar, kullandıkları bantta bir parazit olursa, saniyenin 1/1600'ü kadarlık bir gecikmeyle, bir diğer banta atlayacaklar.

MExE ve SAT

WAP sayesinde, cep telefonları, diğer özellikleriyle henüz bilgisayarları andırmaya başlamadan İnternet gezinti araçlarına dönüştüler. Oysa, evrimsel gelişim açısından öncelikle programlanabilir cep telefonlarının türemesi beklenirdi. Bunun somut nedenlerinden biri, pazar koşullarının WAP'ın bir an önce geliştirilip uygulanmasını dayatmış olmasına karşın, WAP'la koşut olarak geliştirilmesi beklenen MExE ve SAT'a kimsenin gereken desteği vermemiş olması.

MExE, (Mobil İstasyon Uygulama Çalıştırma Ortamı) Java dilinde yazılmış uygulamaların cep telefonlarında çalıştırılabilmelerini sağlayan altyapının adı. Bununla, en basitinden, ses tanıma programı, hareketli imleçler, tuşlara özel işlevler atama gibi özellikler cep telefonlarına, kullanıcının istekleri doğrultusunda sonradan eklenebilecek. Yapılabilecekler sadece programcıların düş güçleriyle sınırlı. PC'lerinizle İnternet'te gezinirken karşılaştığınız, Java'nın sağladığı, HTML ile üretilmesi olanaksız uygulamaları düşünün...

MExE'nin tüm olanaklarından yararlanabilmek için, geleceğin güçlü işlemcili, geniş bellekli cep telefonlarını beklemek gerekiyor. Ancak, basit MExE işlevlerine sahip cep telefonları için fazla beklemek gerekmeyecek. MExE, sınıf numarası olarak adlandırılan bir yeterlilik denetim mekanizmasına sahip. Telefonlar, hangi karmaşıklık düzeyinde uygulamalara güçlerinin yettiğini, bu sınıf numaraları aracılığıyla sunumcuya bildirebiliyor. Yine de, gerekli olan minimum işlemci ve bellek performansı, bugünkü telefonların sunabildiğinin üzerinde. WAP yaygınlaştıkça, kullanıcı beklentilerinin artacağı, ilgili üretici ve standart kuruluşlarının eksiklikleri kapatmak



Ericsson'un, geleceğin üçüncü kuşak mobil iletişim terminalleri için bir ön tasarım çalışması. Katlandığında deri cüzdan görünümü kazanan bu prototip, telefon, renkli dokunmatik ekran, kamera, GPS, klavye ve Bluetooth bağlantısına sahip.

için MExE desteğine mecbur kalacakları öngörülüyor.

Kuramsal olarak WAP ve MExE'nin öncüsü mü, artçısı mı olması gerektiği, hatta, bu iki standart varken yine de gerekli olup olmadığı tartışılan bir diğer teknoloji de SAT, ya da SIM Application Toolkit (SIM Uygulama Araçtakımı). PC teknolojisindeki gelişmelerin BIOS'ları boşa çıkarmaması, hatta BIOS'ların büyüyüp güncellenebilir hale gelmeleri, SAT'ın da her zaman gerekli kalacağına bir kanıt olarak görülebilir. Tabii, SIM kartlarını, BIOS yongalarının özdeşleri olarak görecek olursak...

Pek az insan bundan haberdar olsa da, SAT teknolojisi birkaç yıldır kullanılıyor bile. Bazı ülkelerde, bazı kullanıcılar, telefonlarındaki alışageldikleri menü seçeneklerinden bazılarının esrarengiz biçimde dağıştiğinden şikayetçi olmuşlar. Sonradan, servis firmasının, SIM kartı programını, SAT aracılığıyla, haber vermeden güncellediği öğrenilmiş.

Ağın sizi tanımasını sağlayan, telefon numaralarınızı saklayan ve birkaç diğer basit özelliği sağlayan SIM kartlarının özellikleri, SAT aracılığıyla güncellenebiliyor. Söz gelimi, telefonunuza yeni servis seçekleri, menüler vb. eklenebiliyor.

SIM kartı ne kadar büyük kapasiteli olursa ve ne kadar ayrıntılı ve dikkate değer özellik telefon değil de SIM kartı tarafından üstlenilirse, basit bir SIM güncelleme özelliği olan SAT, gerçek bir çok amaçlı programlama diline o kadar yaklaşır.

SAT kullanarak, ağdan SMS formatında kodlanmış küçük programlar, ya da bu türden programların kullanacağı veri takımları indirebilirsiniz. Söz gelimi, elektronik bankacılık programları, telefon rehberi arayüzleri, hava durumu servisleri vb. uygulamaları SAT aracılığıyla denendi bile. Elektronik mobil bankacılığın ilk örneği, İngiltere'deki, Cellnet ağı üzerinden, Barclay Kredi kartları için 1997'de, SAT teknolojisine dayalı olarak uygulanmış.



Nokia'dan, gelecek için öngörülmüş bir üçüncü kuşak mobil iletişim terminali örneği.

İşletim Sistemi?

Cep telefonları ve diğer mobil elektronik aygıtlar hiçbir zaman bir mikrofon, hoparlör ve kablo yığınından ibaret olmadılar. Yeni servis ve platformlarla en az masaüstü bilgisayarınız kadar karmaşık birer yapıya büründüler. Bugün, Microsoft firmasının bile başlarda öngöremediği derecede işletim sistemine bağımlı bir hal aldılar. Çoktan pes eden Newton ve GEOS işletim sistemlerini saymazsak, 3 firmanın 3 işletim sistemi, pazarı ele geçirmek için kıyasıya yarışıyor: Symbian'ın EPOC'u, Microsoft'un Windows CE'si ve 3Com'un Palm'ı...

Nokia, GEOS kullanan Communicator serisinin yerini alacak makineleri için işletim sistemi ararken öncelikle Microsoft'un Windows CE'sini düşünmüştü. Ancak Microsoft, pazarı hafife alarak, ürün başına yaklaşık 20 dolarlık lisans bedeli istedi. O sıralarda, gelişmiş cep telefonlarının büyük bir pazara dönüşeceği pek öngörülmüyordu. Nokia, bunun üzerine Psion el bilgisayarlarının yazılım ekibine, kendisinden, Ericsson, Motorola ve Panasonic'ten uzmanların katılımını sağlayarak, Haziran 1998'de Symbian firmasının doğuşuna önayak oldu. En büyük 5 cep telefonu üreticisinden sadece Qualcomm, Symbian'a ortak değil. Yine de, Qualcomm ve Symbian, çeşitli konularda stratejik işbirliğine gidiyor.



Nokia 7110, WAP desteği veren ilk GSM telefon ürünlerinden biri oldu.

500 personeli ve 10 ofisi olan Symbian'ın ürettiği mobil işletim sistemi EPOC, bügün liderliği elinde tutuyor. Başlangıçta, Microsoft'un bu pazarı da tümüyle ele geçirmesi olasılığına karşı bir savunma taktiği görünümünde olan EPOC, paylaşılacak pasta hızla büyürken gitgide daha da saldırganlaşıyor.

3Com'un Palm işletim sistemi, uyuyan bir devi andırıyor. 3Com'un Palm avuçiçi bilgisayarları pazarın yarısından fazlasını ele geçirmiş durumda. Windows CE kullanan rakip avuç içi bilgisayar üreticilerinin Palm'a karşı en son kozları renkli ekran kullanmaya başlamış olmalarıydı. Ancak 3Com, geçtiğimiz günlerde piyasaya sürdüğü renkli ekranlı Palm II-Ic ile karşı saldırıya geçti. Palm'ın, bu başarısını, mobil iletişim terminalleri pazarına taşımayı hedeflediğine kesin gözüyle bakılıyor.

Microsoft, kaçırdığı trene yetişmek için geç de olsa kolları sıvadı. Mayıs 1999'da satın aldığı Sendit firmasını, Microsoft'un mobil iletişim araştırma ve geliştirme bölümü olarak yeniden örgütledi. Daha önceleri Sendit, bağımsız olarak, Microsoft'un avuçiçi ürünlerine İnternet özellikleri ekleyen yamalar üretiyordu.

IBM, Intel, Oracle gibi diğer devler de, ister donanım geliştirerek, ister WAP portalları kurarak olsun, mobil iletişim pastasınından dilim kapmak için kolları sıvadı. Mobil iletişim sektörü, şu günlerde en yoğun firma birleşmeleri ve ortaklık anlaşmaları yapılan sektör durumunda. Tüm işaretler, bilişim sektörünün İnternet'ten sonraki yeni yıldızının mobil iletişim olacağını gösteriyor.

Özgür Kurtuluş

Kaynaklar
www.bluetooth.com
www.ericsson.com
www.etsi.org
www.gsm.org
www.nokia.com
www.symbian.com
www.umts-forum.org

İnsanlık tarihi boyunca birçok görüntüyle karşılaşırız. Mağaralardaki resimlerden, kumaş üzerine yapılan yağlı boya tablolara, fotoğraftan elektron mikroskobuna, Hubble teleskobundan elde edilen görüntülere kadar her yanımız görüntülerle çevrelenmiştir. Bu belki de bir görüntünün, herhangi bir şey üzerine söylenmiş pek çok sözcükten çok daha fazla şey ifade etmesindendir.



Bilimsel Görüntüleme Tarihi

Dünyanın çeşitli yerlerindeki farklı kültürlerde resimlerin yapıldığına tanık olmuşsunuzdur. Bunlar, birçok arkeolog ve sosyal antropolog için o kültüre ilişkin, yaşamsal ve düşünsel kavramlandırma üzerine bilgiler sunmuştur. Bu pratiğin bir sanat biçimine dönüştüğü görülebilir. Ancak estetik algılayışlarımızı tatmin etmenin yanında resimler, görüntülenen nesneyi bize aktarırlar. Rembrant'ın 'Yıldızsız Gece' resmine baktığımızda Hollanda toplumsal sınıflarından kesitler görürüz. Bu resim bize keşiflerden sonra toplumsal yapının nasıl değiştiği konusunda bir fikir verir. Tarihsel çıkarımlar yapmanın yanında resimler, fotoğrafın bugünlerde kullanım amacı doğrultusunda da işe yaramıştır. Örneğin 16. yüzyılda Afrika'dan Avrupa'ya getirilen gergedanın çizilen resimleri, bu egzotik ve garip hayvanı, neye benzediğini Avrupa ülkelerine tanıtmakta kullanılmıştır. Bu gravürler, gergedan gibi daha önce hiç görülmemiş, üzerine hikayeler yazılan hatta mitolojide tek boynuzlu at olarak geçen bu hayvanın uzak ülkelerde tanınmasını sağlamıştır.

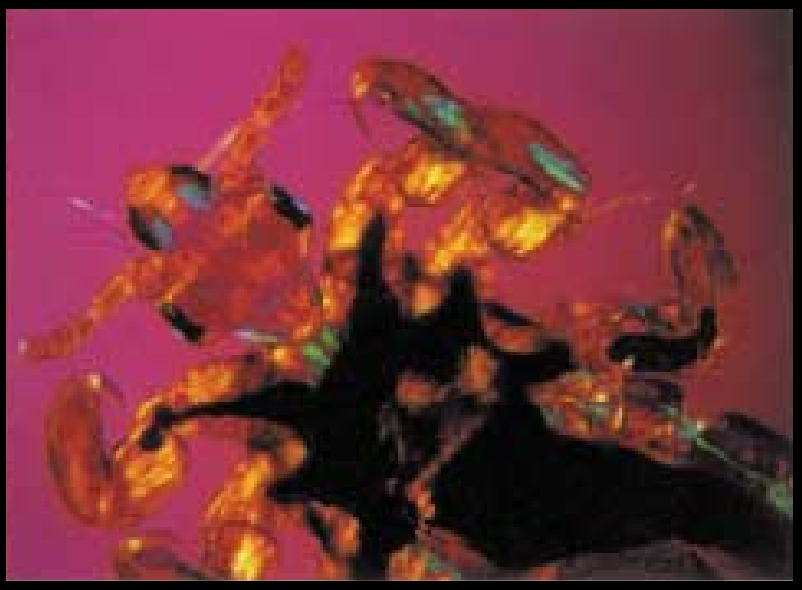
Sanatsal anlayışta resimler bize yeni heyecanlar, algılam ve duygulamlar verir. Ancak bunların da ötesinde pek çoğu, içinde yaşadığımız dünya ve insanoğlunun yarattığı yapılar, bunların ayrıntıları üzerine bilgiler sunar. İşte salt sanat amacıyla yapılan resimlerin yanında, belli bir noktadan sonra bu ikinci gereksinimimizi karşılayacak resimler yapılmaya ve kullanılmaya başlandı.



İlkçağ Resimleri

En eski resimleri insanların bir zamanlar sığınak olarak kullandıkları mağaralarda görüyoruz. Pek çok sanat kitabı bu resimlerle başlar ve bunları insanoğlunun ilk sanatsal yapıtları olarak niteler. Bu yorumun gördüğü yaygın kabule karşın, bu resimler üzerine başka görüşler de var. Mağara resimlerinin pek çoğu hayvanları hareket halinde gösterir. Bunun yanında avlanma sahneleri ve hayvana saldırı yöntemlerini gösteren resimler de vardır. Fransa'nın Font-de Gaumme mağarasında, bir tuzakla yakalanan bir mamutun resmi bulunur. Yine Fransa'da Niaux mağarasında bir bizon resmi vardır. Bu re-





Bu iki görüntüde yastıklarımızda bulunan ve saç kaşıntısına neden olan akar (Pediculus capitis) *görülüyor. Soldaki görüntü 1898 tarihli bir tahta basımı. Sağdaki görüntü ise polarize ışıkla çekilmiş ve yapay olarak renklendirilmiş bir örnek.*

simde ilginç olan, hayvanın yaşamsal noktalarına yönlenmiş okların bulunmasıdır. Prehistorik zamana ait Bengal'de bulunan bir resim bir gergedan avını gösterir. Abbé Henri Breuil ve Johannes Maringer adlı iki bilim adamı bu resimlerin yalnızca süsleme ya da sanat amacıyla yapılmadığını iddia ediyorlar. Bu iki bilim adamı, resimlerin günlük yaşam alanının dışında, daha derin mağaralarda bulunmasını, bunların, didaktik amaçlı kullanıldığını ve avlanma üzerine öğretici yöntemler gösterdiğini ileri sürüyorlar. Avlanma öncesi hazırlıkların bir tür ayin içinde gerçekleştirildiği ve bu ayinlerin öğretici yönleri olduğu düşünülürse ileri sürülen görüşler çok da mantıksız değil. Yine de insanoğlu yerleşik hayata geçip, avcılık daha az önemli hale geldiğinde bu resimlerin bırakılıp çanak, çömlek gibi nesneler üzerinde süslemeye dönük desenlere dönüştüğünü görebiliriz.

Eski Mısır ve Hiyegrolif

Ama resimler çeşitli uygarlıklarda yine karşımıza çıkar. Eski Mısır'da ayrıntılı şekilde yapılmış duvar resimleri bulunur. Firavunun yaşamını anlatan, tarihsel ve sonraki hayata ilişkin dinsel temaların işlendiği bu resimlerin çoğunda farklı türde hayvan ve bitki resimleriyle karşılaşırız. Mısırlıların birçok alanda olduğu gibi tıp ve eczacılık alanında da belli bir bilgi birikimleri olduğunu biliyoruz. Kimi resimler, yenebilen ve sağaltıcı etkisi olan bitkileri göstermek için kullanılıyor olabilirdi. Bu gibi konular henüz açıklığa kavuşmamış ve eldeki kısıtlı kaynaklardan çıkarılan tahminler olabilirse de, Mısır uygarlığının en önemli temellerinden biri, kullanılan yazıdır. Aslında bu yazının bulunması üzerine Plato'nun Phaedrus kitabında Socrates özetle şöyle bir hikaye anlatır. Eski Mısır'da Theuth adlı bir tanrı vardır. Bu tanrı aritmetik, geometri, astronomi gibi bilimlerin ve daha pek çok şeyin yaratıcısıdır. Ama Theuth'un en büyük buluşu "harfler"dir. Bütün Mısır üzerinde hükümranlığı süren tanrı Thamus'dur ve Ammon olarak da bilinir. Theuth tanrı Thamus'a giderek buluşlarını gösterir ve bu buluşların Mısırlıların yaşamlarını kolaylaştıracağı düşüncesiyle hepsini tek tek sunar. Thamus buluşlar üzerine sorular sorar ve kimine izin verirken kimini yasaklar. "Harf"lere geldiğinde Theuth bunların insanları daha bilge yapacağına ve daha iyi bir belleğe sahip kılacağını söyler. Thamus bu görüşe katılmaz ve "harf"lerin insanların ruhunda unutkanlığa sebep olacağına, gerçeğe değil, gerçeği sunan bir gerçekliğe inanılacağını söyler. Bu öyküden farklı çıkarımlar yapılabilir. Konu açısından önemli olan nokta 20. yüzyılda yaşamış bir dil bilimci olan Ferdinand Sassure'ün yaptığı çalışmalarla ilgili olanı; göstergebilimdir. Thamus gösterge ve gösterilen üzerine konuşurken belki de ilk göstergebilimsel çıkarımlara ulaşıyordu. Ama Mısır'da göstergelerin bir işaret ya da harf olmadan birer resim olduklarını hatırlayalım. Bu, Dünya'daki diğer uygarlıklarda da görülebilir, örneğin Aztek ve Maya yazıları, ya da Çinlilerin Kanji yazıları resimlerden oluşmuştur.



Bilinen en eski görüntülemelerden biri 400 yılına ait. Crateus'un bitkiler üzerine yaptığı çalışmanın bir kopyasından.



940 yılından bir Çin gökyüzü haritası. Merkez altta Büyük Ayı'yı seçebilirsiniz ancak diğer takım yıldızları bize pek bir anlam ifade etmiyor.

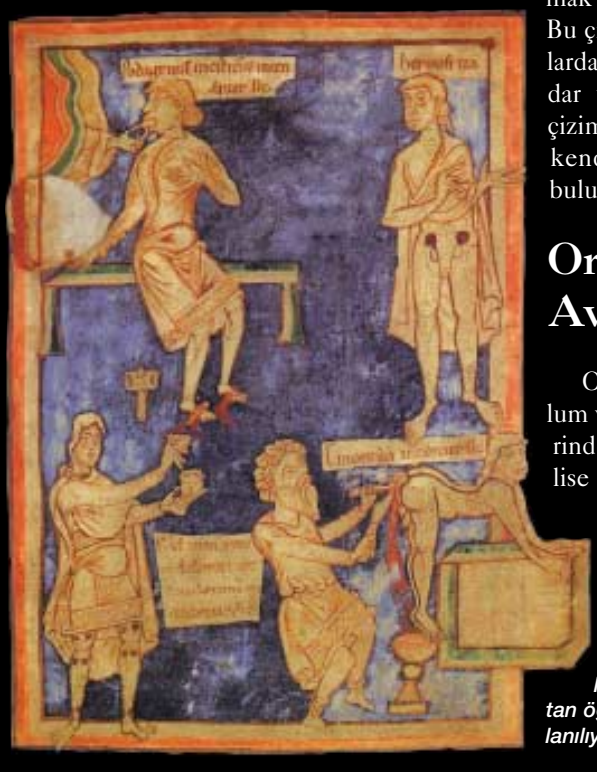
En doğrudan aktarım biçimi olan bu resimler zaman içinde değişerek çizgi haline bürünüp estetik açıdan kusursuz olan harflere dönüşmüştür.

Eski Yunan

Resimlerin harf haline dönüşmesiyle yazılı metinler insanoğlunun bilgi birikimini saklayan en önemli araçlar oldu. Akdeniz'de Yunan uygarlığı altın çağını yaşarken birçok filozofla karşılaşırız. Bu filozoflar doğayı anlamak ve evrenin sırlarını çözmek için çalışmalar yapmıştır. Sokrates, öğretilerini yazılı olarak vermemiştir. Onun öğrencisi olan Plato astronomi, matematikle olduğu gibi sosyal bilimlerle de ilgilenmiştir. Plato'nun öğrencisi Aristotales ise yüksek gözlem yeteneği sayesinde hayvanlar ve bitkiler alemini sınıflandırmış, fizik ve astronomi üzerine kitaplar yazmıştır. Aristotales'in bu çalışmalarına resimlerin eşlik ettiği konusunda elimizde yeterli kanıt olmasa da, Ortaçağ'daki Aristotales çevirilerinde resimlere rastlanır. Adını en çok duyduğumuz bu filozofların bu kadar verimli olmaları ve her konuda yazmaları o zamana kadar varolan bilgi birikimi sayesinde gerçekleşmiştir. Bu bilgi de öncü Yunan filozofları tarafından sağlanmıştır. Sakızlı Hippocrates "Geometrinin İlkeleri" adlı bir kitap yazmıştır. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için en azından kendisinin geomerik çizimler yaptığı düşünülebilir. Onu izleyen Pythagoras ve Euclides'in teorileri günümüzde hâlâ kullanılıyor. İnsanoğlu doğada olmayan düz bir çizgi çekerek teknolojiye yol açacak bir girişimde bulunmuştur. Karelerin, üçgenlerin, çemberlerin çizimiyle alan, hacim gibi bilgilere ulaşılmış ve burada oluşan bilgi birikimi aksiyomatik düşüncenin temellerini oluşturmuştur.

İznik'li Hipparchus astronomiyi bulan kişi olarak bilinir. Güneş tutulmasını hesaplamak için Ay ve Güneş'in hareketlerini inceleyen Hipparchus yaptığı gözlemlerle bir gökyüzü haritası çizmiş ve takım yıldızları belirlemiştir. Onun yaptığı bu belirlemeler modern astronominin temelini oluşturur.

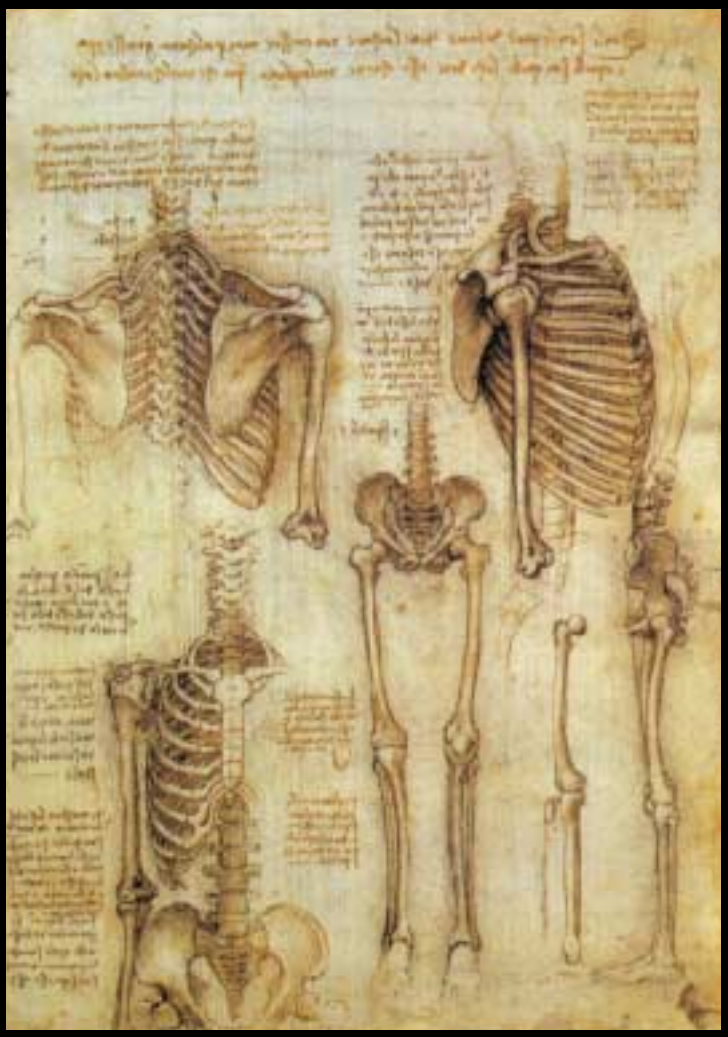
Eski Yunan'da bu bilimsel düşünce büyüdü ve öğreti, kitaplarla ve belki de resimlerle farklı yerlere taşındı. Aslında bilimsel görüntüleme ile ilgili Eski Yunan'a dair kesin kanıtlar olmasa da o dönemlere ait önemli bir yapıt bulunmaktadır. Büyük İskender İ.Ö. 323 yılında öldüğünde generallerinden biri olan Ptolemy Mısır'da bağımsızlığını ilan eder. Üç yüzyıl sürecek olan bu hükümranlık süresince İskenderiye Kütüphanesi kurulur ve burası dünyanın bilimsel merkezi haline gelir. Bu sürecin son dönemlerinde yaşayan Crateuas bitkilerin sağaltıcı etkileri üzerine çalışmalar yapıyordu. Tıbbi önemi olan kimi bitkileri belirlemiş ve bunların tanınmasını sağlamak için resimlerini çizmiştir. Bu çizimlerden yapılan kopyalardan kimileri günümüze kadar ulaşmıştır. Böyle benzeri çizimler, yanmadan önce İskenderiye Kütüphanesi'nde bulunuyor olabilirdi.



Ortçağ Avrupası'nda bunun gibi gravüler çeşitli hastalıkların tedavisini anlatan öğretim araçları olarak kullanılıyor olabilirdi.

Ortaçağ'da Avrupa

Ortaçağ'a gelindiğinde toplum ve bilimsel çalışmalar üzerinde en büyük güç olarak Kilise kurumunu görüyoruz. Kilise Aristotales'in öğretilerine sıkı sıkıya bağlıydı. Aristotales'in mater-





Solda Leonardo'nun insan iskeleti üzerine yaptığı çalışmalar var. Sağdaki görüntü ise Vesalius'un anatomi çalışmaları görülüyor.

yalist bir düşünceye sahip olması bundaki en önemli etkendi. Ruhani ve gerçek olarak ikiye bölünen dünyanın ilk kısmı İncil, ikinci kısmı da Aristotales'in öğretileri tarafından açıklanıyordu. Öğretilerin çok katı olması da önemli diğer bir nokta. Çünkü Aristotales'in öğretilerindeki yanlışlıklar pek çok Yunan ve Romalı filozof tarafından gösterilmiş ve kanıtlanmış olsa da, bu düşünceler bir süre sessizliğe bürünecekti. İnsanların ortaya koyduğu yeni buluşlar ve bilimsel gerçekler bile Kilise ve Aristotales'in öğretilerine aykırı olduğu için bunları ortaya atanların ölümüne bile sebep oluyordu. Ortaçağ'da bilimsel ve teknolojik gelişmenin yavaşladığını söyleyebiliriz. Resimler Eski Mısır'da olduğu gibi dini açıdan kullanılıyor ve İsa'nın hayatını gösteriyordu. Her ne kadar katı bir anlayış hakim olsa da bilimsel çalışmalar sürdürülüyor ve köprü, kilise ve diğer binaların yapımı için teknik çizimin ilk örneklerine dayanılıyordu.

Doğu Bakışı

Avrupa bir duraklama dönemi yaşarken, Yunan düşüncesini alan Arap düşünürler bilimsel açıdan bilgilerini geliştiriyorlardı. Halife Memun'un teşvikleriyle Bağdat bilimsel bir merkez haline geliyor, Yunan filozoflarından çeviriler yapılıyor ve bilim adamları ve filozoflar çalışma yapmak için Bağdat'a davet ediliyordu. Resimleme din tarafından yasaklandığı için bu alanda bir gelişme yoktu. Öte yandan kaligrafi, önem verilen bir sanattı. Böylece görüntüleme farklı bir biçime büründü. Süsleme, yazılı metinler için de önem kazandı. Bu sayede yazılı metinlerin bir tür diyagram halinde verildiklerini görüyoruz. Görme üzerine yazılan bir metin bunun en güzel örneği.



Görme üzerine yazılmış bir İslam kaligrafi harikası.

Aslında bütün yasakların kesin kes uygulanamaması gibi, İslam dünyasında da resim örneklerine rastlıyoruz. Bunların pek çoğu savaş ve sosyal hayatı görüntüleyen minyatürlerdir. Bu minyatürlerin yanında El Cezeri'nin yaptığı otomatların, mekanik aygıtların çizimleri de görülür.

Uzak Doğu'ya baktığımızda en eski resimleri Çin'de buluruz. Bunlar cinsel uzuvları abartılmış kadın resim-



William Hunter 'ın çizimleri bilimsel görüntüleme tarihinin en başarılı örneklerinidendir.

leri, mitolojiye dayalı ejderha ve maymun resimlerinden oluşur. Daha sonra Tao'nun etkisiyle Çin'de, görülenin arkasında gizli olanı bulmak için yapılan resimlerle karşılaşırız. Perspektifi ya da ışık ve gölge oyunları olmayan bu resimler bir bambu dalını, bir dağı, ağaçları ya da hayvanları görüntülemekten çok yaratılan duyguyu aktarmaya çalışan resimlerdir. Çin'de genel gelişim bu yönde olsa da, bilimsel görüntüleme örnekleriyle de karşılaşılır. İ.S. 900'lere ait bir gökyüzü haritası bu resimlerin ilginç örneklerindendir. Ayrıca bir atın üstündeki akupunktur noktalarını ve bunların hangi hastalığın sağaltımına ilişkin olan resim ilk veteriner yazıtlarından biridir.

Bilimsel Görüntülemenin Hız Kazanması

Zamanla birlikte koşullar da değişiyordu. Toplumun yapısında ve algılayışında aydınlanma çağının ilk nüveleri görülebiliyordu. Ancak günümüz anlamında bir bilimsel görüntüleme yapılabilmesi için daha bir hayli zamana gereksinim vardı. Özellikle 18. yüzyıl ve fotoğrafın bulunuşuna kadar altın çağını yaşayacak olan bilimsel görüntülemenin bu aşamaya gelmesinde deniz yollarının kullanılmaya başlanması, yeni kıtaların bulunup buradaki farklı yaşam türlerinin ilgi çekmesi, akılcılığın toplumda egemen olup bilimsel açıdan pek çok gerçeğin bulunması etkilidir. Napolyon'un Mısır seferinde götürdüğü askerler yanında tüm ülkenin doğa yaşamı ve tarihini resmeden birçok ressamın bulunması, o dönemde bilimsel görüntülemenin ne kadar önem kazandığına iyi bir göstergedir.

İnsan Görüntüleri

15. yüzyıl ve sonrasında resmin Avrupa'da önem kazandığını görüyoruz Sanatsal açıdan yapılan resimlerin yanında, insan anatomisi üzerine çalışmalar yapan iki isimle karşılaşırız. Bunlardan ilki Leonardo da Vinci'dir. Büyük bir ressam olmasının yanında, da Vinci Yunan filozofları gibi pek çok şeye birden ilgi duyuyordu. Çalışmalarını çizimlerle yapan da Vinci, bu çalışmalarında insan anatomisinden, mekanik aygıtlar hatta uçmak için kanatlar tasarlamış ve görüntülemişter. Da Vinci'nin 30'dan fazla kadavrayı kendi elleriyle ayırdığı ve hepsini tek tek incelediği söylenmiştir. Bir başka rivayete göre, da Vinci'nin anatomi üzerine olan çalışmaları Papalık tarafından yasaklanmıştı. Da Vinci'den sonra en önemli isim olarak karşımıza Vesalius çıkar. Bir yunan filozofu olan Galen'in tıp üzerine olan çalışmalarına bağlı kalarak yetiştirilen Vesalius, insan anatomisi ve işleyişi üzerine çalışmalar yapmış ve bunları görüntülemişter. Vesalius, Galen öğretilerinde 200'ün üzerinde yanlışı düzeltmiştir. 17. yüzyılda Descartes'ın bile görme üzerine çizimler yaptığı görülür. Bu yüzyılın en önemli isimlerinden biri William Har-



Dürer'in yaptığı bu gravür daha birçok görüntülemeci tarafından kullanılacaktır. Dürer'in görmeden çizdiği bu resim hayli başarılı.





18, yüzyılda bilimsel görüntülemeler bu iki örnekte görüldüğü gibi canlının tüm evre ve yapılarını resmetme amacı güdüyordu.

vey'dir. Kan dolaşımını bulan Harvey birçok canlıyı incelemiş, Galen ve Aristotoles'i kaynak olarak kullanmış ve çalışmalarını sunduğu "De Mortu Cordis" kitabında kan dolaşımını bir insan kolunu resmederek göstermiştir. 18. yüzyıl'da William Hunter'ın kadavralar ve William Cheselden'in kemikler üzerine yaptığı çalışmalar kusursuzdur.

Hayvan Görüntüleri

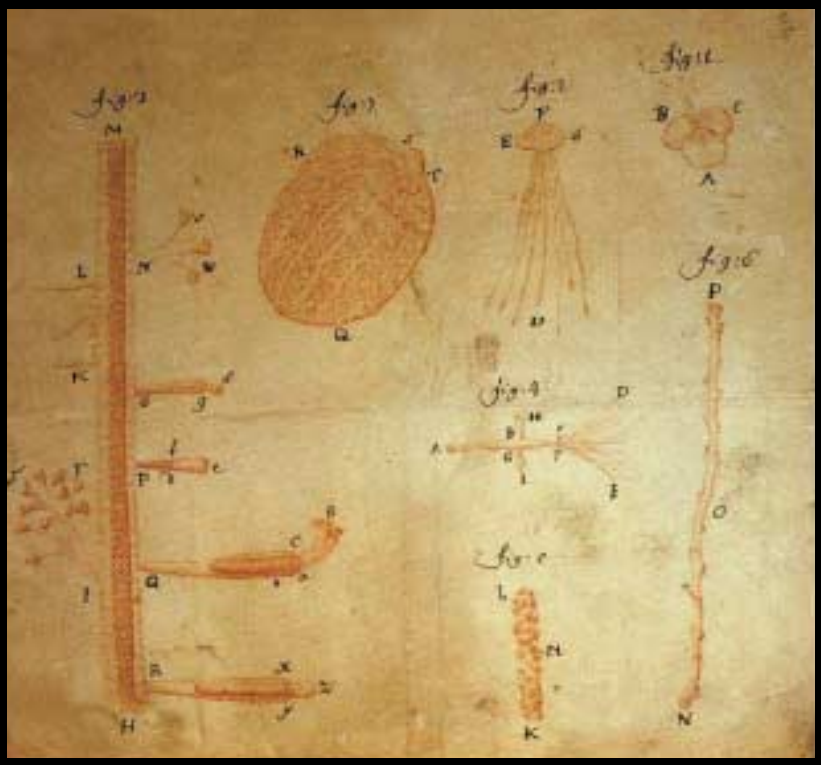
Çağlardan beri görüntülenen hayvan ve bitkiler özellikle deniz yolculukları ve yeni toprak ve kıtalardaki farklı canlıların bulunmasıyla hız kazanmıştır. İlk başlarda birçok canlı eski kıtaya getirilse de yolculuk ve iklim farklılıkları yüzünden bunların çok yaşamadığı görüldü. Nitekim Albrecht Dürer Lizbon'a getirilerek sergilenen gergedanı hiç görememiştir; çünkü gergedan Avrupa'ya geldikten sonra kısa bir süre içerisinde ölmüştür. Ancak Dürer'in 1515'te yaptığı bir gergedan resmi bilimsel görüntülemenin en önemli yapıtlardan biridir. Dürer gergedan hakkında anlatılanlar üzerine aldığı notları birleştirerek o zamanlar Avrupa için çok gizemli görünen bu yaratığı görüntülemiştir. Küçük yanlışlıklar dışında Dürer'in resmi o kadar gerçekçidir ki, bu, yeni canlılar üzerine anlatılan bir mitolojinin sonunu getirmiştir. Uzak diyarlardaki canlıları göstermek amacıyla keşif gezileri yapılmaya başlandı. Hatta ticaret gemileri mürettebatına ressamlar da katılmaya başladı. Özellikle çok fazla türde bulunan kuşlar ve böcekler işlenen konuların başını aldı. Konu alınan canlının, farklı yaşam evrelerinin, aynı kağıt üzerine çizildiği resim tabakaları soyluların duvarlarını süslemeye başladı.



800 yılından kalan bu resim, gerçekçi üslupla yapılan en önemli görüntülerden biridir.

Bitki Görüntüleri

Eczacılıkta kullanılmaları açısından bitkiler üzerine olan çalışmalar çok daha eskiye dayanır. Crateuas'ın çalışmalarından kopyalanan çizimler "Codex Vindobonensis" adındadır ve bitkiler üzerine yazılan ve bitkilerin görüntülendiği en eski el yazmasıdır. Bunun dışında 800 yılından Serapion'un kusursuz çizimleri de önemli bir kaynaktır. Bitkiler üzerine yapılan çalışmaların aslında 1400'ler gibi hayli olgunlaştığı ve doğal çalışmalarla kusursuza yakın çalışmalar yapıldığı görülür. Bu alandaki çalışmalar yeni kıtaların keşfiyle daha da kusursuzlaşacak





Solda Leeuwenhoek'un hidra üzerine yaptığı çalışmalar var. Sağda ise Leeuwenhoek'un bulduğu tek hücreli canlılar üzerine yapılmış ayrıntılı bir görüntüleme yer alıyor.

ve tomurcuk, yaprak, çiçek, meyve, tohum gibi bitkinin farklı yaşamsal evreleri de resmedilecektir.

Gökyüzü Görüntüleri

Çeşitli nedenlerden dolayı Dünya'yı evrende bir yere oturtma çabaları, belki de geleceğin okunabildiğini düşünen astrologlar tarafından yapılan yıldız haritaları yüzünden en eski görüntülemeler kuşkusuz ki gökyüzü üzerinedir. Birçoğu Yer merkezli olan bu çizimler, gözlemlerin artması ve yeni buluşlarla yerlerini Güneş merkezli bir düzleme bıraktı. Gökyüzü üzerine Arap gökbilimcilerin ve Çinlilerin de çizimleri olduğu biliniyor. Teleskobun bulunmuş olması, Tycho Brahe, Keppler ve Galileo'nun çalışmalarında şüphesiz ki çok etkiliydi. Onların bu bilgilere ulaşmaları ve bu bilgiler için çizimleri kullanmaları gökyüzü üzerine olan bilgi hazinesinin korunması ve gelişmesi açısından önemlidir.

Küçük Dünyalar

Teleskobun yepyeni bir uzam yaratması gibi aynı etkiyi mikroskop da yaratmıştır. Bizi daha önce bilmediğimiz dünyalara götürmüştür. Batı'da ilk örnekler 16. yüzyılda verilmiştir. Bunlar kar tanelerinin kristal yapısını ortaya koyan görüntülerdir. Daha sonra, mikroskobun kullanımı yayıldıkça, bu aygıtın sunduğu yeni dünyayı resmetmek ve görülmeyeni gözler önüne sermek uğraşı, birçok bilim adamının uğraş konusu oldu. 1665 yılında yayınlanan Robert Hooke'un Micrographia kitabı bit, pire, akar gibi canlıları resmediyordu, bilimsel görüntüleme açısından çok önem taşıyan bu kitabı, Leeuwenhoek'un çizimleri izledi. Mikrobiyolojinin babası olarak bilinen Leeuwenhoek, gözle görünmeyen canlıları inceliyor ve bunların resimlerini yapıyordu. Leeuwenhoek'un hidra ve spermatozoa çalışmalarını, de Graf'ın alyuvarı izledi. Bundan sonra da bakteriler, tek hücreli canlılar, mikroskobik yosunlar ve mantarlar üzerine verilen resim örnekleriyle bilimsel görüntüleme daha da hız kazandı.

Keppler'in Ay yüzeyi üstüne olan çalışması.



Kuşku yok ki bilimsel görüntüleme tarihi burada anlatılanlardan çok daha geniş ve zengin. Hatta zooloji, botanik, astronomi görüntülerinin dışında, teknik resim, haritalandırma gibi diğer görüntüleme dallarıyla da ilişkisi olan bilimsel görüntülemenin yalnızca gelişimi ve en önemli örneklerini aktardık. Tabii 1800'lerin sonunda fotoğrafın bulunması ve hızla yayılmasıyla görüntüleme bambaşka bir anlam kazanacak ve çok daha geniş kitlelere aktarılacaktır. Bu yeni tekniğin kullanımıyla bilim fotoğrafçılığı gelişecek ve daha önce hiç görülmeyen dünyalar gözler önüne serilecektir.

Özgür Tek

Kaynaklar
Basalla, G., *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, 1998
Bixby, W., *Galileo ve Newton'un Evreni*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1997
Ford, B. J., Images of Science, The British Library, 1992
Hodges, E R S., The Guild handbook of scientific illustration Van Nostrand Reinhold, 1989
James, P., & Thorpe, N., Ancient Inventions, Ballantine Books, 1994
Plato, *Phaedrus*, Liberal Arts Press New York 1977



Bilim Fotoğrafçılığı



Fotoğraf tekniği 1839 yılında bulundu. Bu buluşla bilim dünyası, daha sonraki yıllarda, bilimin pek çok alanında yararlar sağlayacak önemli bir araca kavuşmuştu. O yıllarda, bilim adamları, mikroskopla ya da teleskopla gördüklerinin kalıcı görüntüsünü elde etmek istediklerinde kâğıt-kaleme başvurmak zorunda kalıyorlardı. Oysa geliştirilen fotoğraf tekniğiyle gözlemledikleri nesneleri, tıpkı göründükleri gibi, kalıcı görüntüler haline dönüştürebileceklerdi. Böylece, bilim fotoğrafçılığı başlamış; objektif, kameranın yanılmaz gözü olmuştu. O yıllarda çekilen fotoğraflar arasında özellikle Eadweard Muybridge adındaki bir İngilizin çalışması ilgi çekmişti. Muybridge, ilk kez, bir atın koşarken nasıl adım attığını tüm detaylarıyla görüntülemeyi başarmıştı. 19. yüzyılın sonunda, bir Alman profesörü Wilhelm Conrad Röntgen'in keşfettiği X-ışınları, bilim fotoğrafçılığı alanında devrim yaratmıştı. Günümüzdeyse, teknolojideki hızlı gelişmeler sayesinde, bilimin her alanı için değişik görüntüleme teknikleri geliştirilmiştir. Bilim adamları, ışık ışınlarından çok daha ince ışınlarla çalışan elektron mikroskoplarıyla, en küçük canlıların, tek tek hücrelerin ve atomik yapıların fotoğrafını çekebiliyor, ultrasonografi adlı görüntüleme tekniğiyle de anne karnındaki cenini görebiliyorlar. Bugün tıp alanında kullanılan tomografi yöntemindeyse milimetrik incelikteki vücut kesitlerine ait bilgiler, bilgisayarda üç boyutlu görüntülere dönüştürülüyor. Bu teknik sayesinde, araştırmacılar, örneğin beynimizin nasıl çalıştığını görebiliyorlar. Günümüzde bilim fotoğrafçılığı, küçük boyuttaki nesnelerin görüntülenmesinin yanı sıra, çok büyük yapıların ve olguların görüntülenmesinde de yaygın olarak kullanılıyor. Nitekim gökbilimciler, uzaya fırlatılan dev teleskoplar yardımıyla, milyonlarca ışık yılı uzaklıktaki bulutsuların, gökadaların ve yıldızların fotoğraflarını çekebiliyorlar. Dünya'nın çevresinde dönen uyduların gönderdiği yeryüzü fotoğrafları sayesinde meteoroloji uzmanları hava tahminleri yapabiliyor, okyanusbilimciler ve yerbilimciler, denizlerde ve karalardaki pek çok değişimi gözlemleyebiliyorlar. Bilim fotoğrafçılığına yeni bir boyut katan bilgisayar teknolojisiyse araştırmacılara bilimin değişik alanlarında pek çok kolaylık sağlıyor. Gözün göremediği kimi karmaşık süreçlerin ve olguların bilgisayarda yapılan benzetim modellerinde görselleşmesiyle bilim adamları, kimi sorunlara daha kolay çözüm bulabiliyorlar. Günümüz fotoğrafçılığının bilime tanıdığı olanaklar sınır tanımıyor; gün geçtikçe bilimin görüntülenmesine yeni boyutlar kazandırılıyor. Bu olanaklar, bilim adamlarının düşlerini gerçekleştirmelerini kolaylaştırıyor. Onlar, 2009 yılında, Şili'deki Atakama Çölü'ne dev bir teleskop yerleştirmeyi planlanıyorlar. Altmış dört aynaya sahip olacak bu teleskopla, uzayın o güne kadar hiç göremedikleri derinliklerine bakabilecekler. Bu teleskop, belki de evrenin oluşumuna ilişkin bilgi edinmelerini sağlayacak.

Tıp alanındaki görüntüleme teknolojisi 1895 yılından sonra hızla gelişti. Fizikçi Wilhelm Konrad Röntgen'in keşfettiği X-ışınlarıyla, ilk olarak eşinin elinin görüntüsünü elde etmesi, tıp alanında devrim yaratmıştı.

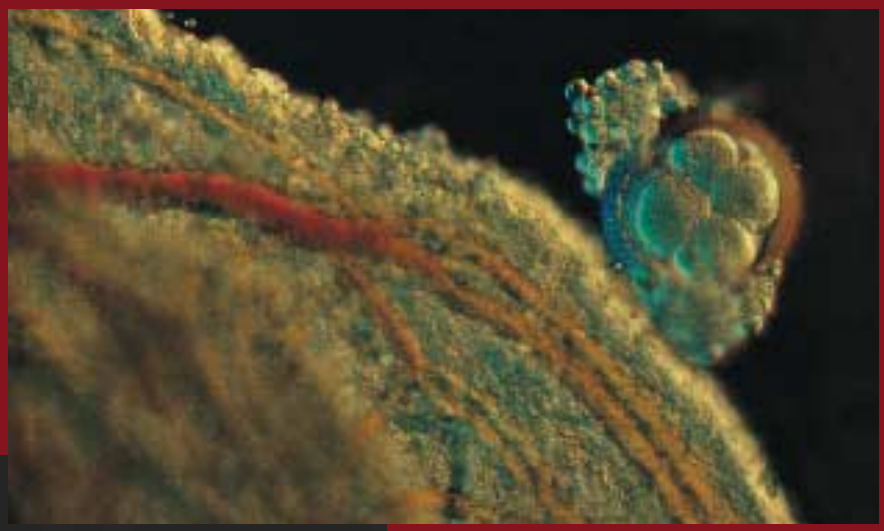






Tarih boyunca insanoğlu, vücudunun iç yapısının nasıl olduğunu merak edip durdu. Ne var ki vücudun içinde neler olup bittiğine ancak fotoğraf tekniğinin geliştirilmesiyle tanık olabildi. Fotoğrafta, atardamarlara ait kılcal damarların, tıpkı bir ağ gibi, insanın kalbini nasıl çevreledikleri belirgin bir biçimde görülüyor.
Kalbe oksijen taşıyan bu damarlarda bir pıhtıdan dolayı tıkanıklık olduğunda kas dokusu yırtılabiliyor. Böyle olduğunda, yüksek basınç altındaki kan, kalpten dışarı fışkırıyor. Bu da kalbin birkaç dakika içinde durmasına yol açıyor.

İnsanın oluşum serüveninin başlangıcı: Bir ışık mikroskobuyla elde edilen bu fotoğrafta, iki gün önce bir sperm tarafından döllenen bir yumurta görülüyor. Yumurta kanalından geçerek dölyatağına ulaşacak olan yumurta burada bölünmeye başlayacak.





Erkeğin sperminin kadının yumurtasını döllemesinden beş ay sonra, anne karnındaki ceninin yüz hatları belirginleşmiş oluyor.



Bilim adamları, AIDS'e yol açan virüsü (HIV) ilk olarak 1983'te bulmuşlardı. 1986 yılının Haziran ayında, Lennart Nilsson adlı bir araştırmacı, tarayıcı elektron mikroskobu yardımıyla bu ölümcül virüsleri (mavi renkte), insanın bağışıklık sistemini oluşturan T hücrelerinden birinden çıkarlarken görüntüleyebilmişti (30 000 kez büyütülmüş).

Dünya'yı kuş bakışı gören uyduların, yeryüzüne sürekli gönderdiği görüntüler sayesinde meteoroloji uzmanları, fırtınaların ve rüzgârların yönüne ilişkin bilgi ediniyorlar. Dakar'ın ve Senegal Nehri'nin kuzeyinde, rüzgârların Sahra Çölü'nden kaldırdığı bir toz bulutu batıya doğru yol alıyor. Sahra Çölü üzerinden esen rüzgârlar, her gün yaklaşık bir milyon ton Sahra tozunu Atlas Okyanusu üzerinden değişik bölgelere taşıyorlar. Rüzgârlar yükün bir bölümünü genellikle Güney Amerika'ya kadar götürüyorlar. Organik maddeler ve minerallerce zengin olan bu toz tanecikleri, bu bölgeki yağmur ormanlarını besliyor.





Gelecekte, bilim adamlarının araştırmalarında yaygın olarak kullanacakları görüntüleme teknolojilerinden biri de simülasyon olacağa benziyor. Uçak tasarımcıları, bilgisayar simülasyonuyla yarattıkları doğal ortamda, tasarladıkları uçakların pilot kabinine oturarak bunların uçuş yeteneklerini deniyorlar.

Felç Aşısı Yolda mı?

Felç, dünyada önde gelen ölüm nedenleri arasında. Her yıl milyonlarca insan bu yüzden yaşamını yitiriyor; kurtulanlarda da düşünsel ya da bedensel sakatlıklar bırakıyor. Gerçi yeni tedavi yöntemleri felcin yol açtığı hasarı bir ölçüde sınırlayabiliyor. Ama bunların etkili olabilmesi için kısa sürede uygulanması gerekiyor. Şimdiyse araştırmacılar, fareler üzerinde yürüttükleri deneylerle, beynin yaralanmaya gösterdiği tepkiden yararlanıp beyin hasarlarını önleyecek bir strateji geliştirmiş bulunuyorlar.

Aslında yapılan, felç ve şiddetli sara nöbetinin yol açtığı beyin hücresi ölümlerine karşı farelere bağışıklık kazandırmak. Yeni Zelanda'daki Auckland Üniversitesi'yle ABD'nin Philadelphia Eyaleti'ndeki Thomas Jefferson Üniversitesi nöroloji uzmanlarından Matthew During ve ekibi, genetik mühendisliği yöntemine başvurmuşlar, NMDA almacının bir bölümünü barındıracak biçimde değişime uğratılmış bir virüsü farelere aşılamışlar. Felcin ardından büyük miktarda salgılanan glütamat, almacı aşırı ölçüde uyarıyor; bu da beyin hücrelerinin ölümüne yol açıyor. Ekip, deneylerini, özel virüsün felcin hasara uğrattığı beyin bölgesine girip NMDA almaçlarını bulacak ve bunların öldürücü bir biçimde uyarılmalarını önleyecek antikorların üretimini hızlandıracağı varsayımına dayandırmış.

Yöntem, şaşırtıcı ölçüde başarılı olmuş. Londra'daki King's College Psikiyatri Enstitüsü'nden Brian Meldrum'a göre sonuçlar, umulabileceğin en iyisi. Ancak Kuzey Carolina (ABD) Duke Üniversitesi'nden James McNamara, insanları nöral antijenlerle aşılamanın istenmeyen olası etkileri konusunda uyarıda bulunuyor. Araştırmacıya göre yöntem, hem öğrenme bozukluklarına hem de beyin iltihabı gibi sorunlara yol açabilir.

NMDA almacını tıkamak için geliştirilmiş başka bazı ilaçlar da klinik olarak kullanılıyor. Ancak bunların istenen etkiyi yapabilmesi için felcin üzerinden bir saat geçmeden verilmesi gerekiyor. Oysa felçli hastalara bu süre içinde tıbbi yardım ulaştırabilmek oldukça güç. Hemen uygulanabilecek bir tedavi yöntemi peşinde olan During ve arkadaşları, felç ya da benzer bir travmatik olayın ardından kan-beyin bölmesinin yıkılması olgusundan yararlanmışlar. Bu, normal olarak protein gibi büyük moleküllerin beyne girmesini önleyen bir zar. Bu engel ortadan kalkınca kan dolaşımındaki NMDA antikorları beyne sızabiliyorlar.

Varsayımı sınamak için ekip adeno ilintili bir virüsün yapısını değiştirmiş. Bu işlem sonucu virüs NMDA almacının bir bölümünü yaptırtacak bir DNA parçası kazanmış. Araştırmacılar farelere bu virüsten bir doz aşılamışlar ve antikorların kanda birikmesi için 1-3 ay



süreyle beklemişler. Daha sonra, felç etkisi oluşturmak için beyne giden atardamarlardan birine, çeperlerinin büzülüp kapanmasını sağlayan bir ilaç uygulamışlar. Kan akışının böylelikle kesilmesi, normal olarak beynin büyük bir bölümünde ağır hasara yol açar. Oysa aşılanan farelerin beyinlerindeki hasarlı bölgenin (lezyon) boyutları, aşılanmayan kontrol grubundakilere göre %70 daha küçük çıkmış.

During ve ekibi, yöntemin etkisini denemek için farelerde *status epilepticus* denen, uzun ve giderek şiddetlenen sara nöbetleri de oluşturmuş. Bunun için başka bir grup fareye, büyük ölçekte glütamat salgılanmasına yol açan *kainate* adlı bir bileşik aşılanmış. İnsanlarda uzun süreli nöbetler, beynin hipokampus bölgesinde hücre ölümlerine yol açabiliyor. Korunmamış gruptaki farelerden %68'i, bu işlemden sonra ağır nöbetler geçirmeye başlamışlar ve hipokampuslarında büyük ölçüde hücre ölümü gerçekleşmiş. Oysa daha önce değiştirilmiş virüsle aşılanan farelerin ancak % 22'sinde nöbet görülmüş. Bu farelerdeki hipokampus hasarı da neredeyse belirlenemeyecek kadar az olmuş.

Bütün bunlara karşın, McNamara dikkati elden bırakmıyor. Araştırmacı, antikorların NMDA almaçlarını nasıl bastırdığı konusunun tam olarak aydınlanamadığını söylüyor. Gene de McNamara'ya göre sonuçlar umut verici. "Eğer sonuçları gerçekten antikorlara borçluysak, felçle birlikte başlayan yerel kan-beyin bölmesi çöküşü sırasında bunları el altında bulundurmak kuşkusuz yararlı olur" diyor.

Şimdilik havada kalan önemli bir konu da, stratejinin insanlara da uygulanabilir bir tedavi yöntemine nasıl dönüştürülebileceği. Halen felç tedavisinde kullanılan NMDA ketleyici ilaçlar, insanlarda sanrı (halüsinasyon) ve benzeri psikoz belirtilerine yol açıyorlar. Bunların, beyin dokularında ağır hasarın önlenmesi için göze alınabilecek bir bedel olduğunda kuşku yok. Gene de beyin hasarını önlemek için felç öncesinden NMDA ketleyicilerini kan dolaşımına sokmanın yol açacağı etkilerin, bir önlem stratejisinin parçası olarak kabullenilmesi kolay değil. Antikorlar ayrıca, NMDA almaçlarını tıkayarak ya da yaralayarak öğrenme sürecine de zarar verebilir. Ancak During, ilk sonuçların bu yönde bir etki göstermediğini vurguluyor.

During, önleyici aşının, felç hasarına karşı tek yol olmadığını da öne sürüyor. Araştırmacıya göre felçten sonra NMDA antikorlarının doğrudan beyne aşılanması da istenen etkiyi yaratabilir. Araştırmacı, bir süre sonra çok yüksek felç riski taşıyan insanlara da NMDA antikorları aşılayarak yöntemi kesin bir sınava tutabilmeyi umuyor. Örneğin beyin yüzeyinde bir kanama geçiren insanlara bir hafta içinde felç gelme olasılığı %50. During, geliştirdiği yöntemle beynin, felaket kapıyı çalmadan önce kurtarılabileceğini düşünüyor.

Helmuth, L., New Stroke Treatment Strategy Explored, Science, 25 Şubat

Çeviri: Raşit Gürdilek

Omurgalıların Evrim Bilmecesi

Doğa tarihi müzelerinden birini gezerseniz omurgalı canlılara epeyce bir yer ayrıldığını görürsünüz. Omurgalı canlıların tarihi ta dinozorlardan, mağara ayılarına kadar fosil kayıtlarıyla gözümüzün önüne serilir. Buna karşın, omurgasız canlıların fosilleri küçük bir bölüme tıkılmış, gözden ırak bir köşededir. Gerçekte omurgasızlar, milyonlarca türüyle dünya biyokütlesinin çok büyük bir kısmını oluşturur. Öyle ki omurgalıların yalnızca bilinen 42,000 türü vardır. Ama doğa tarihi müzelerini omurgalılar takımına ait insanlar gezer. İnsanlar da insana benzer canlılar görmekten hoşlanır: Omurgası, kafatası, büyük karmaşık beyni olan canlılar... Ancak yeni bulgular, dikkatleri omurgalıların evrimi süreci üzerine çekmeye başlamış bulunuyor.

Omurgalıların evrimi üzerine dikkatli ve özenli çalışmalar yapılmış olsa da, omurgalıların omurgasızlardan ne zaman ve nasıl evrimleştiği yanıtsız bir soru olarak kalmış. 20. yüzyıl boyunca omurgalıların en ilkel türlerine ait fosiller, paleontologlar için kafa karıştırıcı bir yığın olmaktan ileri gidemedi. Bilim adamları bu canlılara ait, beyin ve kemiklerin ilk ortaya çıkışıyla ilgili ipuçlarını veren fosiller bulmada ve bunları korumada yeteri kadar şanslı olamadılar. Omurgalıların temel anatomilerine yakın anatomilere sahip, yaşayan yakın akrabaların üzerindeki çalışmalara 70 yıl kadar önce başlandı. Bu çalışmaların amacıysa omurgalıların atalarının neye benzediğini anlamaktı. O zamandan bu yana ne yazık ki istenilen yere ulaşılamadı, yalnızca birkaç görüş elde edilmişti. Nitekim, ABD, Scripps Oşinografi Enstitüsü'nden Nicholas Holland geçmiş çalışmalar için "Bunlar çalışma alanının durgun bir alan olarak algılanmasına neden oldu." diyor.

Ama geçen birkaç yıl içinde, pekçok farklı bilim dallarında yapılan çalışmalarla, omurgasızlardan omurgalılara geçişin tablosu şaşırtıcı bir biçimde belirmeye başladı. Bu resim, geçmiş 70 yılda öne sürülen bazı düşüncelerin yanlış olduğunu gösterdi. Değişik bilim dallarında yapılan çalışmalar işe yaramıştı. Örneğin, genetikçiler, omurgalıların hem beden planını oluşturan genleri hem de onların yaşayan omurgasız akrabalarının genlerini tanımlamaya başladılar. Nörobiyologlar da, bu basit görünen canlıların ayrıntılı nöral bağlantılarını keşfetmeye çalışıyorlar. Paleontologlar da boş durmuyor. Çinli paleontologlar geçen yılın sonlarında, 530 milyon yıl öncesine uzanan omurgalılara ve yakın akrabalarına ait şimdiye kadar elde edilen en eski fosilleri bulduklarını ilan ettiler.

Önceki çalışmalarda omurgalıların evriminde öncelik iskelet yapısına veriliyordu. Şimdiyse öncelik beyinde; çünkü bazı bulgular, omurgalılar için çok belirgin bir özellik olan mineral düzeyde iskelet oluşumundan çok önceleri, beynin evriminin omurgasız atalarla başladığını ortaya koyuyor. Dahası iskeletin hiç beklenmedik bir yapıyla ortaya çıktığı düşünülüyor: Dişler. Böyle bir değişim embriyonik dokularda değişim gerektiriyor. Böylesi bir dürtünün altında da duyu organlarını geliştirmek yatıyor olabilir. Gelişen duyu organları varsayımı Çin'de bulunan ilkel omurgalı fosilleriyle birleşince yeni bir avcı nesil ortaya çıkıyor. Anlaşılıyor ki omurgalıların evrimi, bilim adamlarının şimdiye değin sandıklarından çok daha karmaşık; ama yeni bulgularla daha kolay anlaşılır bir süreç.

Beyin ve Kemik

Omurgalıların evrimsel tarihini ortaya çıkarmanın bir yolu da onların yaşayan yakın akrabalarını incelemek. Anatomik ve moleküler araştırmalara konu olma onurunu da bu yakın akrabalardan "batrak" kazanıyor. Batrak latince ismi *Amphioxsus* olan 5 cm uzunluğunda, kumda yaşayan ve sudan besinlerini süzen bir canlı. Omurgalılar takımına ait olmasının bazı nedenleri var. Öncelikle çok ilkel bir iskelet yapısına ve basit bir merkezi sinir sistemine sahip. Ayrıca sırtı boyunca duran bu merkezi sinir sistemini destekleyen bir kas dokusunun olması da önemli bir etken.

Bilim adamları, omurgalıların, 545 milyon yıl öncesine uzanan Kambriyen döneminde yaşayan batrak benzeri canlılardan evrimleştiğini düşünüyorlar. Bunun yanında, batraklar ve bugünün omurgalıları arasında yapılan moleküler çalışmalarda ortaya çıkan gen benzerlikleri bu ilişkinin 750 milyon yıl öncesine dayandığını söylüyor.



Gelişmekte olan bir batrak, omurgalılarla şaşırtıcı bir benzerlik gösteriyor . Batrak embriyosu (yukarıda sağda).

Ama fosil kayıtlarından bu bilgiyi edinmek henüz olanaksız; çünkü o yaşta hayvan fosilleri bulunmuyor ve bulunsa da fosilin ara bir türe ait olması gerekiyor. Bu çalışmalara kadar, en erken omurgalılaların 475 milyon yıl öncesine tarihlendiği tartışmasız kabul ediliyordu. Bu küçük, çenesiz ve derisi kemik plakalarla kaplı canlıların deniz tabanındaki omurgasızlarla beslenip, sırtlarındaki zırhla da kendilerini avcılardan korudukları düşünülüyordu. Bu canlıya ait fosil kayıtları beynin bulunduğu bölgedeki izlerden yola çıkarak, beynin çağdaş omurgalı beyni özelliklerinden bazılarını taşıdığını, arka beyin, orta beyin ve ön beyin, yani zaten çoktan evrimleşmiş bir beyin olduğunu gösteriyordu. Bu gösterge, omurgalı evriminin daha öncelere dayandığının su götürmez bir kanıtıydı.

Bilim adamları "Eğer bu zırhlı balıklar en ilkel omurgalıları gösteriyorsa, beynin ve kemiklerin birlikte evrimleşmiş olduğunu da söyleyebiliriz" diyorlar. Günümüzde hâlâ fosil kayıtlarından daha basit, yılan balığına benzer çenesiz balıklar yaşıyor.

Belirgin bir aratür ne fosil olarak ne canlı olarak bulunmadığından bilim adamları omurgalı iskeleti ve sinir sisteminin kökenini açıklamakta güçlük çekiyorlardı. 1983'te iki araştırmacı, bu bulmacayı sıkıcı olmaktan çıkaran bir kuram sundular. Kanıtları embriyoloji bilimine dayanıyordu. Kaliforniya Üniversitesi'nden Glenn Northcutt ve Teksas Üniversitesi'nden Carl Gans, omurgalı evriminin anahtar bölümünün baş olabileceğini ve yeni tür bir embriyonik hücrenin evrimiyle başın oluşabileceğini savunuyorlar.

Yaşayan omurgalıların üzerinde yapılan çalışmalar, embriyo oluşurken, embriyo üzerindeki, "nöral taç" denen bir sıra hücrenin kıvrılarak tüp benzeri bir yapı oluşturduğunu ortaya çıkarıyor. Bu yapıya da nöral tüp deniyor ve embriyo geliştikçe yapı, beynin de içinde olduğu merkezi sinir sistemini oluşturuyor. Merkezi sinir sistemini oluşturacak nöral taç hücrelerinin köşelerinde kalan kısımlarsa embriyo etrafında gelişerek kafatası, kafa kasları, burun, sinirler ve göz gibi yapıların biçimlendirilmelerinde görev alıyor.

Gans ve Northcutt, yukarıda saydığımız duyu organlarının gelişmesini sağlayan bu özel hücrelerin, omurgalıların yeni tür bir beden, yani karmaşık duyu organları ve büyük beyinler oluşturabilmesinde esneklik kazandırdığı görüşündeler. Onlara göre yeni beden planlarıyla omurgalılar kendilerine yeni bir ekolojik alan da yaratmış oluyorlar. Edilgin, küçük bir besin filtresiyken, birden etkin, büyük avcılara dönüşüyorlar. "Eğer filtre ederek beslenen bir canlıysanız, çok da büyüyemezsiniz. Gelişimdeki değişimler hayvanda yeni yapılanmalara yol açtı ve başka şeyler yapmasına olanak sağladı." diyor Northcutt.



Göz yeri. Batrağın sinir dokusunun üç boyutlu bilgisayar görüntüsü. Pembe ve turkuvaz renkli, şişe biçimli fotoreseptör hücreleri iki sıra halinde. Kırmızı bölgede ilkel omurgalı gözünü temsil eden pigment hücreleri görülüyor.

Bu gelişimsel devrimin, ayrıca kemik dokusunun da kökenini oluşturduğunu savunuyor Gans ve Nortcutt. Embriyo üzerinde bu gelişimi sağlayan nöral taç hücreleri, bir balık vücudunun hatlarını oluşturan elektroreseptörleri meydana getirir. Araştırmacıların kuramlarına göre, bu reseptörler yani algılayıcılar bir kez evrimleşti mi, embriyoda bulunan özel hücreler, vücudun diğer kısımlarından ayrılmak için mineral düzeyindeki kemik dokusuyla kendilerini yalıtırlar. Daha sonra bu kemikler, ilkel kemikli balıklarda görüldüğü gibi vücut dışında birer kemiksi zırha dönüşürler.

Nicholas Holland bu anlaşılır model için "omurgalıların kökeni sorunu için yapılmış en önemli yardımlardan biridir; çünkü farklı kanallarda bulunan kanıtların bir araya getirilerek bilim adamlarına bunu sınamaları için olanak sağlıyor." diyor. Ancak bilim adamlarının bu sınama için gerekli araçlara kavuşmaları için on yılın geçmesi gerekecek. Çıkarılan model bu yeni araştırmalarla desteklense de, bazı beklenmedik ve model üzerinde şaşırtıcı yenilikler yapmak gerekti.



Omurgalıların alçakgönüllü başlangıcı. Günümüzde de hâlâ yaşayan ilkel, dişsiz, yılanbalığına benzer bir balık türü.

Batrakları Yetiştirmek

Araştırmacılar, Gans-Northcutt modelinin batraklarda işe yarayıp yaramadığını görmek istiyorlardı. Ama kimse batrakların laboratuvar ortamında nasıl yetiştirileceğini bilmiyordu. Sonunda 1990'ların başlarında Nicholas ve Linda Holland yaz akşamlarında Florida'nın sahillerinde ergin batrakları toplamanın bir yolunu buldular. Hollandlar elektrik akımı vererek, topladıkları batraklardan yumurta ve sperm örnekleri almayı başardılar ve sonra da embriyoları oluşturdular. Linda Holland yaptıkları işlem için, "Çalışma görece yavaş ilerliyordu; çünkü en şanslı olduğumuz zamanlarda bile embriyo elde edebildiğimiz gecelerin sayısı bir düzineyi geçmiyordu." diyor.

Hollandlar ve arkadaşları üretebildikleri az sayıda batrak embriyosu üzerinde çalışmaya başladılar. Bu genlerin gerçekten söylenen dokuların oluşumunda yer alıp almadıkları incelenecekti. Düzinelerce gen üzerinde çalışıldıktan sonra resim ortaya çıktı: İlkel omurgalı beyni. Batraklarda gerçek nöral taç yoktu ama aynı yerde nöral taç hücrelerine benzer hücreler vardı. Bu hücreler de tıpkı nöral taç hüc-

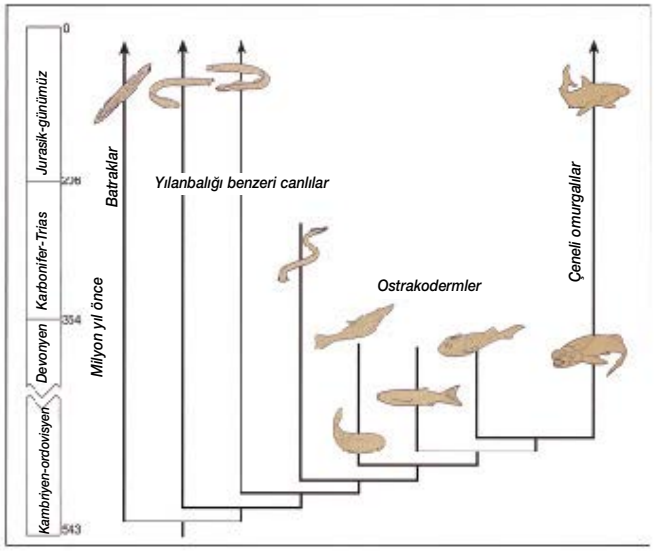
releri gibi göç etmeye başlamadan önce aynı genleri kodluyorlardı. Bu genler, önemli bazı organların oluşumunda yardımcı oluyorlardı. Ayrıca göç yolları da farklıydı. Nöral taç hücreleri içeri doğru küçük yığınlar halinde hareket ederken, batrak embriyosunda bulunan hücreler embriyonun üzerinde bir örtü biçiminde hareket ediyorlardı. Linda Holland bu hücrelerin hareketi için, "Bunlar sürüden kopup kendi başlarına gezinemiyorlar." diyor. Ama tüm bunlara karşın Hollandların çalışmaları Gans ve Northcutt'ın nöral taçın önemi konusundaki düşüncelerini hem doğrulamış, hem de geliştirmiş oluyor. Linda Holland "Omurgalıların getirdikleri en önemli yeniliklerden biri, hiç kuşku yok ki işte bu gezinen nöral tacın icadı olmuştur." diyor.

Bundan başka Hollandlar ve arkadaşları gerçek bir nöral taçı olmadan dahi bartak sinir kordonunun ön tarafındaki şişkin topakçığın, bir omurgalı beyniyle olağanüstü benzerlik taşıdığını gösteren kanıtlar buldular. Omurgalı beyninin önemli ön, orta ve arka bölgelerini düzenleyen genlerin ayrıntılı yapısı, batrak sinir kordonundaki bu küçük hücre kümesinde de aynı örüntüyü sergiliyordu. Buradan yola çıkarak, örüntülerin omurgalı beyninin atlası olduğu çıkarımı yapmak zor değil. Ama Holland yine de sakınımlı davranarak "batrakların genleri aynı bölgede temsil ediliyor olsa da omurgalılarda bulunan genlerden farklı bir görev üstlenmiş olabilirler" diyor.

Batrak Beynini İncelemek

Hollandlar batrakların gelişimini genetik açıdan incelerken, Saskatchewan Üniversitesi'nden biyolog Thurston Lacalli de paralel bir araştırmayla batrakların ayrıntılı sinir anatomisini ortaya çıkarmaya çalışıyordu. 1991'de başlayan çalışmada Lacalli'nin teknisyeni Jennifer West, batrak larvalarındaki sinir kordonunun ön ucundan 2000 kesit alarak bunları fotoğraflamıştı. Lacalli yaklaşık 300 nöronun biçim ve bağlantılarının 3 boyutlu bilgisayar görüntüsünü oluşturmaya çalışıyordu. Bu iş oldukça yavaş ilerliyordu. Lacalli şimdiye kadar nöronların üçte ikisini tanımlayarak bunların da yarısının verisini yayınlayabildi. Diğer batrak araştırmacıları için bu bekleyiş dayanılır gibi değil. Nicholas Holland bu durumu "Sanki bu bir Boeing 747'yi milimetrik dilimlere bölmek gibi birşey." diye açıklıyor.

Ama şimdiden Lacalli'nin çalışması bartakların sinir dokusunun omurgalı beyni gibi bölümlere ayrıldığını doğruluyor. Batrak sinir kordonu üzerinde Hollandların ön ve orta beyin genleri belirledikleri bölgelerde nöronların yapılanması omurgalıların ön ve orta beyinlerindeki yapıyla uygunluk gösteriyor. Linda Holland bu durum için "İki kanıtta aynı noktayı gösterdiği zaman yaptığımıza güvenimiz artıyor." diyor.



Omurgalıların ağacı sallandı. Yeni analizler conodontların tam bir omurgalı olduğunu ortaya çıkardı.

Lacalli yine de sakınımlı davranarak "batrakların genleri aynı bölgede temsil ediliyor olsa da omurgalılarda bulunan genlerden farklı bir görev üstlenmiş olabilirler" diyor.

Lacalli, iddialarında daha da ileri gidiyor ve az sayıda da olsa batrak beynini oluşturan sinirlerin omurgalı beynindekilerle aynı işlevi gördüğünü söylüyor. Örneğin, batrakların tepesine yakın bölgedeki bir grup pigment hücreleri arasındaki bağlantı retina benzeri bir düzen oluşturuyor. Lacalli bu yığının tek bir göz olarak, omurgalıların çift gözlerinin benzeri olduğunu iddia ediyor. Batrak gözü, benzeri omurgalı çift göze göre, imge oluşturabilmek için fazla ilkel. Yine de Lacalli bu gözün avcıların hareket eden gölgelerini algılayabildiğinden kuşkulanıyor. Ayrıca Lacalli, batrakların ağız çevresindeki tüysü yapıların, yiyeceği kabul ya da red eden alıcılar olduğunu, bu alıcıların sinir bağlantılarının omurgalıların tad alma duyusunu sağlayan hücrelerin bağlantılarıyla aynı olduğunu savunuyor.

Acta Zoologica'ya sunduğu bir makalesinde Lacalli, daha da heyecan verici bir benzerlik sunuyor: Batrakların ilkel yapıda bir limbik sistemi olduğunu savunuyor. Omurgalı limbik sistemi, örneğin hormonları ve sıcaklık seviyesini kontrol eden, vücudun içsel durumunu belirleyen hipotalamusun da içinde olduğu bir sistemdir. Bu sistem ayrıca ne zaman uyuyacağımıza, yemek yiyeceğimize ve ne zaman kavga edeceğimize karar verir. Lacalli batrakların nöronlarının omurgalılardakine benzer biçimde yerleştiklerini buldu. Batraklar ve omurgalıların ortak ataların yüzmek ya da beslenmeye karar vermeleri için ilkel bir limbik sistem kullandıklarını savunuyor Lacalli.

Lacalli, Holland ve diğerlerinin çalışmaları omurgalı başının yeni bir oluşum olmadığını gösterdi. Gezinen nöral taç, Gans ve Northcutt'ın savunduğu gibi omurgalı sinir sisteminin evriminde anahtar rolü oynamış olabilir; fakat baş, zamanla oluştukça bakıyoruz ki omurgalı beyninin temel yapıları zaten oluşmuş bile. "Sizin ve benim düşünmemizi sağlayan beynin bazı kısımları bu canlılarda yoktu, ama koşmamız ya da yemek yememiz için bizi güdüleyen bölümlerin varlığı konusunda işaretler var." diyor Lacalli

Avcılar Av Peşinde

Northcutt da batraklarla omurgalılar arasında tahmin edemiyeceğimiz kadar benzerliklerin çıkacağı konusunda iddialı. Ama ona göre omurgalıların sahip olduğu ve duyu organlarından gelen onca mesajı birleştirme yeteneğindeki baş, evrim sürecinde muazzam bir adım. Bu yüzden de batraklarla omurgalılar arasındaki benzerlik-

lerden çok farklılıklar üzerinde durulması gerektiğini, böylece omurgalı evriminin çözülebileceğini söylüyor.

Örneğin batrakların herhangi bir biçimde koku alamadığı görünüyor. Omurgalı beyninin en önünde bulunan ve koku algılamayı sağlayan talensefolon adlı kısım batrakların sinir kordonunda eksik.

Bu gibi farklar terazide Gans ve Northcutt kefesinin yani, omurgalıların suyu süzerek beslenen canlılardan avcılara dönüştüğü düşüncesinin, ağır basmasını sağlıyor. Ama bölünmüş bir beyin yerine, ilkel omurgalıların basit bir koku alma organın olması anahtar buluşlardan biri olabilir. "Bir batrağın avını koklaması hiçbir zaman gerekli olmadı; ancak ilkel omurgalıların avcı haline gelmeleriyle koku önem kazandı!" diyor Nicholas Holland. Ayrıca avı görmek için gözlere ve onu yakalamak için bedenlerini etkili biçimde yönetebilme yeteneğine sahip olmaları gerekti.

Geçmiş altı ayda paleontologlar evrimin avcılığa atlama basamağını yakalamış olabilirler. Geçtiğimiz Kasım ayında, Çinli araştırmacılar *Haikouella* adlı bir yaratığa ait 300 örnek buldular. Bir açıdan bu taşlar içindeki örnekler batraklara benziyor ama, besin süzmek için yeterli olmayıp, omurgalılara ait bazı özellikler de taşıyorlar: Gözler ve kas kütleleri. Bu ipuçları *Haikouella*'nın omurgalılarla omurgasızlar arasındaki eşikte, omurgalılara batraklardan daha yakın bir yerde olduklarını gösteriyor.

Yine de bazı araştırmacılar bu akrabalık ilişkisine şüpheyle bakıyor. Kas bloklarındaki benzerlikten fazlası olması gerektiğini düşünüyorlar. "Artılarıyla, eksileriyle bu fosil bulgular küçük bir omurgalıya benziyorlar." diyor Linda Holland. Ayrıca fosillerdeki sinir kordonunun ucundaki şişkinlik batraktakilerden daha büyük. "Ön kısımda daha büyük bir kütle var. Bu canlıların bir beyni olduğunu söyleyebilirim." diyor Linda Holland. Eğer böyleyse omurgalı benzeri beyinlerin tarihini bu bulgular 530 milyon yıl öncesine itiyor. *Haikouella*, Gans ve Northcutt'ın 18 yıl önce öngördükleri gibi duyuları gelişmiş bir ilkel omurgalı avcı örneği.



530 milyon yaşındaki Haikuella, omurgasızlardan omurgalılara geçişi temsil ediyor.

Kemik Nasıl Doğdu?

Northcutt ve Gans'ın omurgalıların beyinlerinin kökeni konusundaki kuramlarının büyük başarısına karşın, kemik konusundaki düşünceleriyse ağır darbeler yiyor.



Araştırmacılar batraklarla omurgalılar arasında bir köprü kurmayı başardıktan sonra türsel dallanma diğer yılan balığı benzeri türlerle devam ediyor. Conodontlar omurgalılara, hatta yaşayan ilkel çeneli balıklara daha yakın duruyor. Conodontların yükselişinden hemen sonra bu ağaca göre zırhlı dişsiz ostrakodermler ve sonra da çeneli balıklar oluşmuş gibi görünüyor.

Evrim ağacına göre yaşayan yılanbalığı benzeri canlılar ilkel omurgalıların nasıl olduğuna dair bir örnek oluşturuyor: Mineral iskeleti olmayan ve zırhsız canlılar. İlk kez conodontlarda mineralleşmiş iskelet yapısı görünüyor ve bu ilkel bir omurgalı iskeleti. Ama bu yapı Gans ve Northcutt'ın önerdiği yapı da değil. Kemiklerin oluşumu düşündükleri gibi conodontların derisinde değil, ağızlarında ve bu da onları daha korkunç avcılar haline getiriyor. Bu bulguları Birmingham ve Leicester Üniversitesiteleriyle Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde görevli bir grup paleontolog, omurgalılar için ilk kez conodont adlı garip bir grup hayvanı da içeren yeni bir evrim ağacı çiziyorlar. Bu yaratıklar geride yaklaşık 510 ile 220 milyon yıl arasında değişen, koni ve diken biçimli bir yığın esrarengiz fosil bırakmışlar. Uzun süre bu conodontlar akla gelen her takımla ilintilendirildi. Sonunda 1980'lerde bu diken ve konilerin yumuşak dokuya gömülü olduğu yeni fosiller bulunmasıyla durum aydınlandı.



İlk dişler. İlkel conodontlardan bir parça (solda), yılanbalığı benzeri canlılarda görülen ilk mineralleşmiş iskelet yapısı olabilir (sağda).

Şimdi araştırmacılar conodontların kocaman iki gözü ve dişe benzer kemiksi konilerle dolu koca bir ağzı olan yılanbalığı biçimindeki avcılar olduklarını düşünüyorlar. Ağızlarındaki bu kemiksi yapılar, dentin ve omurgalı iskeletinin öteki malzemelerinden oluşuyor. Bulgular karşısında Northcutt, Gans'la birlikte hata yapmış olabileceklerini kabul ediyor.

Kemiklerin omurgalıların evriminden sonra oluştuğuna dair görüş henüz kesinleşmiş değil ama daha ilkel omurgalılar conodontların ağzındaki yapıların benzerlerinin öncüllerine sahip olabilirler. Yaşayan yılanbalığı benzeri canlılarda, ilerde başka minerallerle desteklenerek dişlere dönüşebilecek fosfat ve keratin bulunuyor. Çinli palaeontolog Jun-Yuan Chen ve çalışma arkadaşları *Haikouella*'nın gırtlağında mineralleşmiş gırtlak dişi olduğunu iddia ediyorlar. Bu dişsi yapıların omurgalı evrimiyle bir ilişkisinin olup olmadığını anlayabilmek için, mikroskobik analizlerin sonuçlarını beklemek gerekiyor. Böylece tartışmalar sona erecek ve bu canlıların omurgalı olup olmadıkları belli olacak.

Şimdi omurgalı evriminin kökenleriyle ilgili veriler akmaya başladı. Bu alan sıkıcı ve durgun bir alan olmaktan çıktı, heyecan kazandı. Veri akışı da azalacakmış gibi görünmüyor. Doğa tarihi müzelerinde görmeye alıştığımız omurgalıların nasıl ortaya çıktığıyla ilgili resim daha da netleşmeye başlayacak.

Zimmer, C., "In Search of Vertebrate Origins: Beyond Brain and Bone", *Science*, 3 Mart 2000

Çeviri: Özgür Ergin



Neden Biz de Yumurtlamıyoruz?

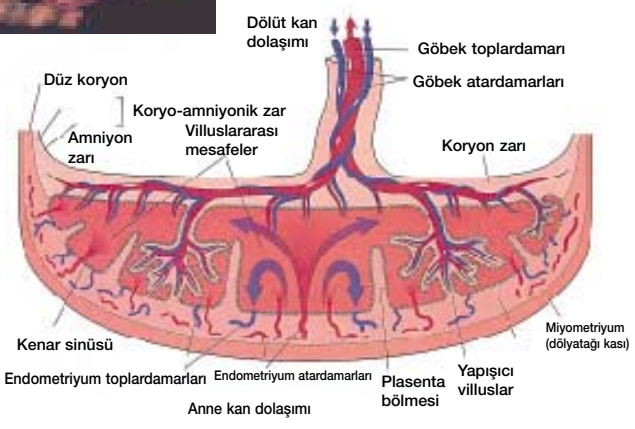
Kuşlar yumurtalarını yuvalarına bırakır ve sonra onlar üzerinde kuluçkaya yatarlar. Memelilerse, yavrularını bedenleri içinde büyütürler. İster inanın, ister inanmayın, bu ayrıcalığımızı bir virüse borçlu olabiliriz.

Zamanda geriye doğru gittiğinizi ve annenizin dölyatağında el ve ayak parmaklarınızın oluşmaya başladığı bir döneme döndüğünüzü hayal edin. Etrafınıza şöyle bir baktığınızda gördüğünüz şeylerden korkabilirdiniz. Siz orada dış dünyanın binbir kirinden korunduğunuzu düşünürken bir iribaşı andıran vücudunuz etrafında AIDS virüsünü andıran çirkin suratlı virüslerin dans ettiğini görürdünüz. Hücrelerinizden milyarlarcası, başkaldırmış gibi, durmadan bu asalakları sentezleyip dışarı pompalarlardı. Plasenta içine bir bakınca korkunuz daha da artardı. Plasentanın içinde virüslerin kaynaştığını ve bu minik askerlerden oluşmuş alayların çevrelerini istila ettiklerini görürdünüz.

Böyle bir enfeksiyondan nasıl olup ta sağ kurtulduğunuza herhalde şaşıp kalırdınız. Oysa herhangi bir embriyolog, size bunun bir hastalık değil, her gebelikte görülen normal bir durum olduğunu açıklardı. Bu HIV (AIDS virüsü) taklitçilerine ERV (endojen retrovirüs) deniyor. ERV'ler her memelinin DNA'sınca kodlanırlar. ERV'ler milyonlarca yıl önce memeli hücrelerini istilâ ettiler ve bu çevre o kadar hoşlarına gitti ki kalmaya karar verdiler. Daha da şaşırtıcı olan nokta şudur: Bazı araştırıcılara göre ERV'ler memelilerin evriminde ve özellikle bu evrimin en önemli aşaması olan canlı yavru doğurulmasında, rol oynamışlardır. ERV'lerin memelilere özgü bir organ olan plasentanın oluşmasında ve dölütün hastalık mikroplarından ve annenin bağışıklık sisteminden korunmasında rol oynadıkları düşünülüyor. Her ne kadar araştırmacıların bazıları kabul etmiyorsa da diğer araştırmacılara göre ERV'ler olmasaydı kadınlar hâlâ yumurtluyor olacaklardı.

Yavrularınızı yumurta yerine vücudunuzun içinde olgunlaştırmanızın üstünlüğü, memelilerin yeryüzündeki baş döndürücü başarısından bellidir. Memeliler kutuplardan tropiklere, denizde ve havada her ekolojik yuvayı işgal etmiş bulunuyor. Bir grup memeli, yarasalar, havayı seçmiş. Keseli memeliler (kanguru vb.) yavrularını karınlarının önündeki bir kese içinde büyütüyorlar. Ördek gagalı platipus ve dikenli karıncayiyen, memeli olmalarına rağmen yumurtluyorlar. Fakat memelilerin hemen hepsi gelişmesini tamamlamış canlı yavru doğuruyor. Evrim sırasında memelilerin kuşlara, sürüngenlere ve balıklara üstünlüğünü iki öğe sağladı: canlı yavru doğurmak ve sıcak kanlı oluş. Böylece dinozorların yokoluşundan doğan ekolojik boşluğu memeliler doldurdu.





A. Plasenta anatomisi
B. Göbek kordonu ve plasentanın kesiti

Bir yumurta yerine dölyatağı içinde büyüyen memeli yavrusu şu bakımlardan üstündür: Her memeli yavrusunun, diğer sınıflara göre büyük olan beyni bol enerji ve oksijen ister ve yavru o oranda fazla atık oluşturur; annenin kan dolaşımı yavrunun bütün bu gereksinimlerini, yumurtadan çok daha iyi karşılar.

Dölyatağı içindeki dölütün büyük sorunlarından biri, annenin bağışıklık sisteminin dölütü reddetmeye (öldürmeye) çalışmasıdır. Bu nasıl olabilir diyeceksiniz belki. Çok basit: Dölütün kromozomlarının yarısı anadan, yarısı da babadan gelir; annenin bağışıklık sistemi doğal olarak dölüte babadan geçmiş antijenleri yabancı ilân eder, onlarla savaşır ve onları yoketmeye uğraşır. Plasenta, anneye yarı yarıya yabancı oluşu yetmiyormuş gibi, dölyatağı çeperini bir tümör gibi istilâ eder ve hâtta anne vücudunun uzak noktalarına genetik açıdan yabancı hücrelerden oluşmuş kümeler gönderir. Ne harika bir doğa olayıdır ki yine de dölüt, bu kendisine yarı yarıya düşman çevre içerisinde hayatta kalmayı başarır.

Yakın Temas



120 milyon yıl kadar önce ilk canlı yavru doğuran memeliler resimde görüldüğü gibi fareye benzeyen küçük canlılardı.

Dölüt kendini anne vücuduna girmiş hastalık yapıcı bakteri ve virüslerden de korumak zorundadır; bu mikroplar dölütte ağır hasar yapabilirler. Örneğin anne dölütün sinir sisteminin gelişmesi sırasında mikrop alırsa, bebek sağır ve geri zekâlı olarak doğabilir.

Dölüt kendini annenin bağışıklık sisteminden ve mikroplarından korumak için, anne ile kendisi arasında aşılmaz bir duvar örmelidir. Dölüt aynı zamanda besin ve oksijen alabilmek ve atıklarını boşaltabilmek için anne kanıyla yakın temas hâlinde olmalıdır. Canlı yavru doğurmayan, balıklar, amfibiler (kurbağa vb.) ve sürüngenler bu işi dölütü hiçbir madde geçirmeyen bir zarla çevirerek hâlletmişlerdir; doğal olarak bu durumda beslenme ve atık boşaltma işi aksamıştır. Memeliler bu problemi daha iyi çözmüşlerdir. Memelilerde plasenta vardır; plasenta dölütle annenin kan dolaşımını birkaç hücre tabakasıyla birbirinden ayırır; genellikle plasentada hücreler birbirleriyle birleşerek "sinsisyum" denilen çok ince bir tabaka yaparlar. Sinsisyum öyle mükemmel bir yapıdır ki oksijeni ve besin maddelerini anneden dölüte ve dölütün atıklarını anneye geçirir; fakat annenin bağışıklık hücrelerinin ve mikroplarının çoğunu dölüte geçirmez.

ERV'ler bu noktada işe karışmışlardır. 120 milyon yıl kadar önce canlı yavru doğuran memelilerin ataları, ERV asalaklarını son derece gelişmiş bir plasenta oluşturmada kullandılar.

Plasenta ERV'leri ilk defa 1970'li yılların başlarında babun maymunlarında bulundu. Araştırmacılar elektron mikroskopuyla henüz doğmamış babun yavrularına kızamıkçık virüsü geçip geçmediğini araştırıyorlardı. Fakat sağlıklı babunlarda kızamıkçık virüsü yerine plasenta hücrelerinin yüzeyinden tomurcuklanan küre biçimli retrovirüsler bularak şaşırdılar. Retrovirüsler de, diğer virüsler gibi, bağımsız yaşayamazlar. Retrovirüsler, içine girdikleri hücrenin DNA'sına kendi genlerini sokarlar ve DNA'yı retrovirüs üretmeye mecbur ederler. Oluşan retrovirüsler hücre yüzeyinden tomurcuklanır ve koparak komşu hücreye saldırırlar. ERV'ler kendi genlerini sperm ve yumurta hücrelerine soktuklarından rahatlıkla kuşaktan kuşağa geçerler.



Yumurtlayan iki memeli: Üstte dikenli karıncayiyen ve altta ördek gagalı platipus. Ortada yumurtadan çıkmakta olan bir deniz kaplumbağası.

Virologlar inceledikleri her memelinin genomunda ERV buldular. İnsan genomunda en az 1000 kadar ERV bulunuyor; bunlar 30 milyon yıldan fazladır bizle beraberler. Vücut hücrelerimizdeki ERV'ler zamanlarının çoğunu, DNA'mızın şurasına burasına serpiştirilmiş fazlalıklar olarak uykuda geçirirler. Fakat plasentada ve bazı fetüs dokularında bir miktar ERV uyanıktır; bunlar içinde bulundukları hücrelere zorla kendi kopyalarını sentez ettirirler.

Bebek doğunca ERV'ler yine uykuya dalarlar. Fakat bazen uyanırlar ve bazı tümörleri daha saldırgan hâle getirirler ya da kırmızı kurt hastalığı (*Lupus eritematosus)* gibi kendine bağışıklık (otoimmünite) hastalıkları başlatırlar [kendine bağışıklık hastalıklarında vücut yabancı hücreler yerine kendi hücrelerini düşman gibi görür ve onlara saldırır; bunun nedeni çoğu zaman bazı etkenlerle (örneğin bazı virüslerle) hücrelerin antijen yapısının değişmesidir]. ERV'ler zararlı olabildiklerine göre acaba neden memelilerin evrimi sırasında doğal seçilmeyle yok edilmemişlerdir? Herhalde ERV'lerin memelilere yararları da vardır ki evrim sırasında devam edegelmişlerdir.

İsveç'teki Uppsala Üniversitesi'nden patolog Erik Larsson 1988'de ERV'lerin dölütü iki şekilde koruduğunu ileri sürdü: plasenta hücrelerini birleştirerek bir sinsisyum oluşturuyorlar ve anneye ait bağışıklık hücrelerini baskılıyorlar. Larsson bu kuramını HIV virüsünün yüzeyindeki kılıf proteiniyle ERV kılıf proteininin benzerliğine dayandırıyor.

HIV ile enfekte olmuş hücreler kılıf proteini sa-



Yumurtakafa: Bundan 245 milyon yıl önce, memeli hayvanları andıran bu kedi kadar küçük sürüngen, thrinaxodon, *yumurtluyordu.*

yesinde sağlam hücrelerle birleşerek enfeksiyonu yayarlar. Larsson'a göre plasenta hücreleri (trofoblastlar) ERV proteini yaparlar ve bu protein sayesinde birbirleriyle birleşerek çok ince bir sinsisyum tabakası oluştururlar.

İnsan hücrelerinin birleşip tek bir dev hücre haline gelmesi az rastlanan bir olay olduğundan, bu düşünce özellikle çekicidir. Sperm hücresi ve yumurta, döllenme sırasında birleşirler; kas hücreleri birleşip iskelet kaslarını ve kanın monosit hücreleri birleşip ölmüş kemiği yiyen dev osteoklast hücrelerini oluştururlar. İlginçtir ki monositler de ERV kılıf proteinleri sentez ederler.

Fakat Larrson'un kuramını en iyi destekleyen kanıt, laboratuvarda büyütülebilen BeWo hücreleri oldu. BeWo hücreleri bazı kimyasal maddelerle uyarıldıklarında birçok plasentada rastlanan sinsisyuma benzer bir yapı oluturacak şekilde birleşirler. Bu sırada BeWo hücreleri en iyi tanınan plasenta ERV'si olan ERV3 yaparlar; hem de pek çok miktarda. Bunun aksine BeWo hücrelerinin ERV3 yapması önlenirse sinsisyum oluşamaz. BeWo hücreleri bir DNA parçası ile temas ettirilirlerse, kimyasal bir uyarı olmadan da ERV3 yapmaya başlar ve kısmen birbirleriyle birleşirler.

Kılıfın Görevleri

Ohio'daki Wright Eyalet Üniversitesinden cinsel bağışıklık uzmanı Neal Rote, ERV proteinlerinin hücreleri basitçe birleştirmekten başka etkinlikleri de olduğunu buldu. Rote ve ekibi ayrıca ERV3 proteini yapmak için uyarılmış BeWo hücrelerinde sinsisyum hücrelerine özgü özelliklerden bir çoğunun, örneğin çekirdek büyümesinin, oluştuğunu saptadılar. "Bu bizi şaşırttı" diyor Rote; "Demek ki ERV3 hücre farklılaşmasının diğer yönlerini de kontrol ediyor; bunu hiç beklemiyorduk".

ERV kılıfı, plasentanın oluşmasına katkıda bulunmaktan başka, dölütün annenin bağışıklık sistemi tarafından reddedilmesini önlemek üzere, bu sistemin dölyatağı içindeki bölümünü baskılar. Almanya'da Paul Erlich Enstitüsü'nden moleküler biyolog Joachim Denner, bir ERV'den elde edilen HERV-K adlı kılıf proteininin, bağışıklık sistemini şiddetle baskıladığını gösterdi. B ve T hücreleri gibi bağışıklık hücreleri kılıf protein parçalarıyla birlikte bırakılırlarsa kimyasal uyarılara bağlı çoğalmalarını durdururlar. Bu kılıf protein parçaları, bağışıklıklık sistemini harekete geçiren interlökin-2 sentezini baskılar ve bağışıklık sistemini frenleyen interlökin-10 sentezini arttırırlar (interlökin-2 ve interlökin-10 bağışıklık hücrelerince salgılanan moleküllerdir).

Fransa'da Villejuif'daki Gustave Roussy Enstitüsünde moleküler biyolog Thierry Heidmann, kılıf proteinlerinin bağışıklık sistemini baskılamasını daha çarpıcı bir şekilde ortaya koydu. Heidmann normal farelere tümör hücreleri enjekte edince bu hücrelerin reddedildiğini gördü. Fakat gen mühendisliği yöntemleriyle fare retrovirüsünün kılıf proteinini sentez edecek şekilde değiştirilmiş tümör hücreleri reddedilmekten kurtuldular ve daha saldırgan bir hal aldılar. Heidmann'ın bildirdiğine göre, bazı yumurtalık ve erbezi tümörleri ERV parçacıkları kullanarak bağışıklık sisteminde tahrip edilmekten kurtulurlar.

Larsson insan genomunda ERV3'ün 3 geninden neden yalnız birinin (kılıf proteini geni) sağlam kaldığını açıklıyor. Mütasyonlar diğer iki geni protein yapamaz hale getirmiştir. Kılıf protein geninin evrim sürecinde seçilerek varlığını sürdürmesinin nedeni, memelilerin, plasenta görevleri için ERV3'ün yalnız kılıf proteinlerine ihtiyaçları olmasıydı. Larsson bunu şöyle açıklıyor: "Memelilerin yalnız ERV kılıf proteinine ihtiyaçları vardı; çoğalan virüslere değil; bu nedenle ERV3'ün yalnız kılıf proteini yaptıran geni insan DNA'sıyla bütünleşti; virüs çoğalmasını sağlayan genlere gerek yoktu; onlar mütasyonla köreldiler".

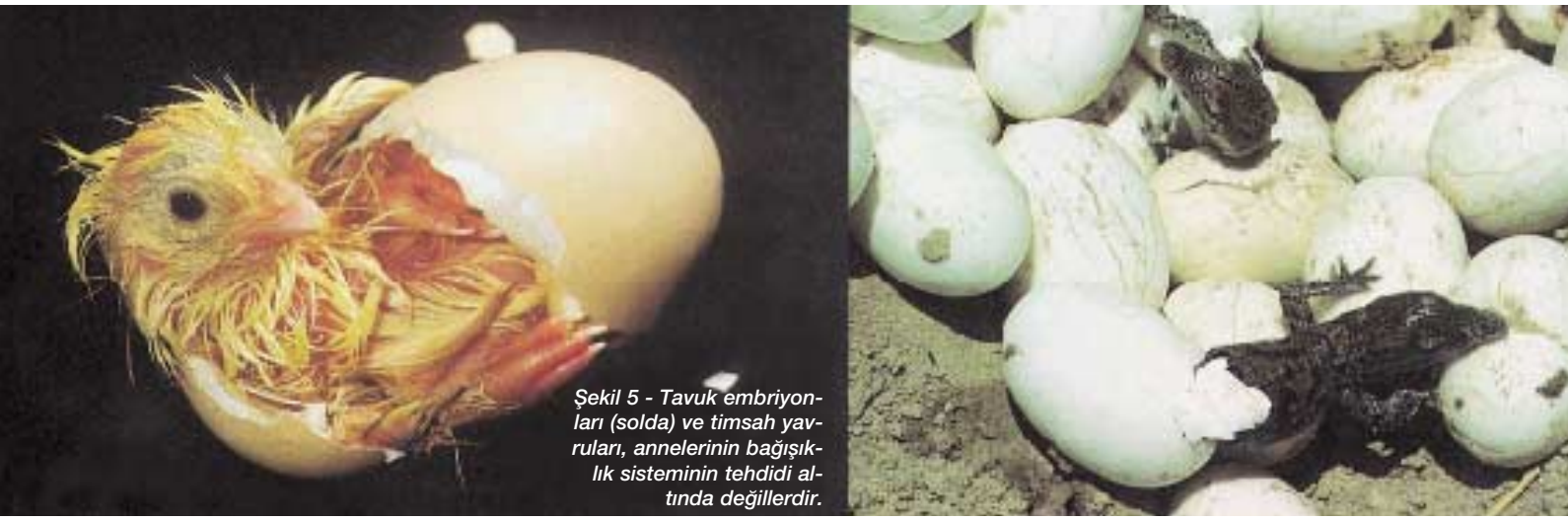
Bu düşüncelere rağmen Larsson kuramını doğru bulanlar bile kanıtların yetersiz olduğu kanısındalar. Onlara göre plasenta ve dölüt dokularının fazla miktarda ERV yapmalarının bir başka nedeni de olabilir: bu virüsler nesilden nesile geçip hayatta kalabilmek için dölütün gelişmekte olan sperm hücreleri ve yumurtası içine girmiş olabilirler.

Suç Ortakları

İnsanın ve öteki omurgalıların genomu, milyonlarca yıl önceden kalma retrovirüsler içerir. Bu endojen (iç kaynaklı) retrovirüsler (ERV) asalak yaşadıkları konakçıya bazı hizmetler sunarlar. Bu virüsler konakçılarının, aynı ya da benzer retrovirüslere karşı direnç oluşturmalarını sağlarlar. Fakat ERV'lerin daha gizli görevleri de olabilir.

ERV bir kere yumurta ya da sperm hücrelerini istilâ etti mi otomatik olarak nesilden nesile geçer. Kendi benzerlerini yapma görevleri olmadığından rastgele mütasyon yaparlar. Konakçı DNA'sı, parçalanmış retrovirüslerle dolu bir çöplüğü andırır. Bazı biyologlara göre bu, başa dert açabilir. Montana'daki Hamilton Bulaşıcı Hastalıklar ve Allerji Enstitüsünden Leonard Evans'a göre, hayvanlar her zaman yeni retrovirüslere rastlarlar ve enfeksiyon sırasında kusurlu EVR'lerle retrovirüsler genetik madde alışverişi yaparlar; böylece çok farklı özellikleri olan yeni virüsler oluşur. Bu yeni virüsler eskilerinden farklı hücrelere ve hücre almaçlarına bağlanırlar. Olaylar Evans'ı haklı çıkardı. Örneğin farelerde lösemi yapan Moloney virüsü, fare ERV'leriyle genetik materyal değiş tokuşu yaparak yeni bir melez virüs haline gelir. Bazı fare soylarında çoğalma yeteneğini kaybetmiş virüsler, bir başka eksik ERV ile genetik materyal değiş tokuşu yaparak çoğalabilir hale gelirler. Bu yeni oluşan virüs bu farelerde lenfomun (lenf bezi kanseri) sık oluşunu açıklayabilir.

İnsan retrovirüslerinin ERV'lerle genetik madde değiş tokuşu yaparak yeni virüsler yaratıp yaratmadığı bilinmiyor. Ancak şöyle bir kuşku var: AIDS'li bir hastaya HIV'in (AIDS virüsü) proteaz enzimini baskılayan bir ilâç verildiğinde bir ERV proteazı, HIV proteazının yerini alabilir; yani ilacı etkisiz kılabilir.



Şekil 5 - Tavuk embriyonları (solda) ve timsah yavruları, annelerinin bağışıklık sisteminin tehdidi altında değillerdir.

Londra'daki Kennedy Romatizma Enstitüsünden romatizma uzmanı Patrick Venables şöyle diyor: "Olaya bu virüsler açısından bakalım; plasenta ve dölütte ERV geninin etkinleşmesinin nedeni açıktır: Evrim açısından eğer kendinizi dölütün seks hücrelerine sokmak istiyorsanız, gebelik sırasında etkin olmalısınız". Bazı araştırmacılar, ERV3 kılıf geninin korunduğuna dair yeterli kanıt bulunmadığı kanısındadırlar. Gerçi bu genin kabaca aynı kaldığı ve bir çeşit protein yaptığı bellidir; çünkü genin kimyasal yapısını bozan önemli bir mütasyon olmamıştır. Fakat Heidmann'a göre tek bir aminoasit yerine bir başkasının geçmesi gibi küçük ve farkedilmesi zor mütasyonlar proteinin canlı hayvanda gerektiği gibi görev yapmasını önlemiş olabilir. Heidmann "ERV3 kılıfı korunmuş olabilir; fakat bu kılıfın görevinin de korunduğunu iddia etmek kolay değil" diyor.

Temel Bir Destek

Bununla birlikte Larsson güçlü bir kanıt buldu: ERV'lerin plasenta görevleri için çok gerekli oluşu yalnız ERV3 ile sınırlı değildir; bu, olayın yalnızca bir yüzüdür. Evrim, çok gerekli görevler için daima yedek bulundurur; bir gen kaybolursa onun görevini bir başkası devralır. İnsan DNA'sındaki 1000 kadar ERV'nin çoğu kusurlu ise de birkaçı - örneğin HERV-K- kusursuz kılıf genleri içerir. Henüz hiç kimse ERV3 geni tembelleşmiş bir kadının gebelikte yine ERV virüsleri yapıp yapamayacağını bilmiyor; bu kuşku giderilmelidir.

Dölüt dölyatağı içinde annenin bağışıklık sistemini baskılamakla kalmaz; kendini korumak için diğer yöntemleri de vardır. Örneğin HLA-G ve fas ligand gibi proteinler oluşturarak annenin bazı bağışıklık hücrelerini etkisizleştirir. Venables şöyle diyor: "Gebelikte annenin bağışıklık sistemini baskılayan 100 kadar mekanizma olduğunu sanıyorum". Hücre birleşmesi ve bağışıklık baskılanması gibi plasenta görevleri için ERV3 kılıf proteininin hayatî olduğu düşüncesini çürüttüğünü ileri süren Heidmann bile bu proteinin başka görevleri olabileceğini, örneğin fetüsü yeni retrovirüs enfeksiyonlarından koruyabileceğini kabul etmektedir. Örneğin ERV proteinleri, HIV'in ve diğer retrovirüslerin bağlanacağı hücre yüzeyi almaçlarını bloke ederek, bu virüslerin dölüt hücrelerine girmesini önlerler. Bu olaya "almaç engelleme" deniyor. Bu mekanizma, doğum sırasında dölütün anne kanıyla doğrudan temasının önlenmesi şartıyla, dölüte anneden HIV bulaşmasının neden pek sık olmadığını açıklar.

Plasenta biyologları, memeli yavrularına besin ve oksijen sağlayan ve sonra dışarı atılan bu gizemli organın nasıl evrim geçirdiğini tartışıp duruyorlar. Kimse ERV kuramının doğruluğundan tam emin değil; fakat en azından memeli plasentasının nasıl bir evrim geçirdiğine dair bir açıklama bulunmuş durumda. ERV kuramı, sağlıklı gebe kadınların plasentasında bu gizemli virüslerin ne aradığını açıklayarak bizleri rahatlatıyor.

New Scientist, 12 Haziran 1999
Çeviri: Selçuk Alsan

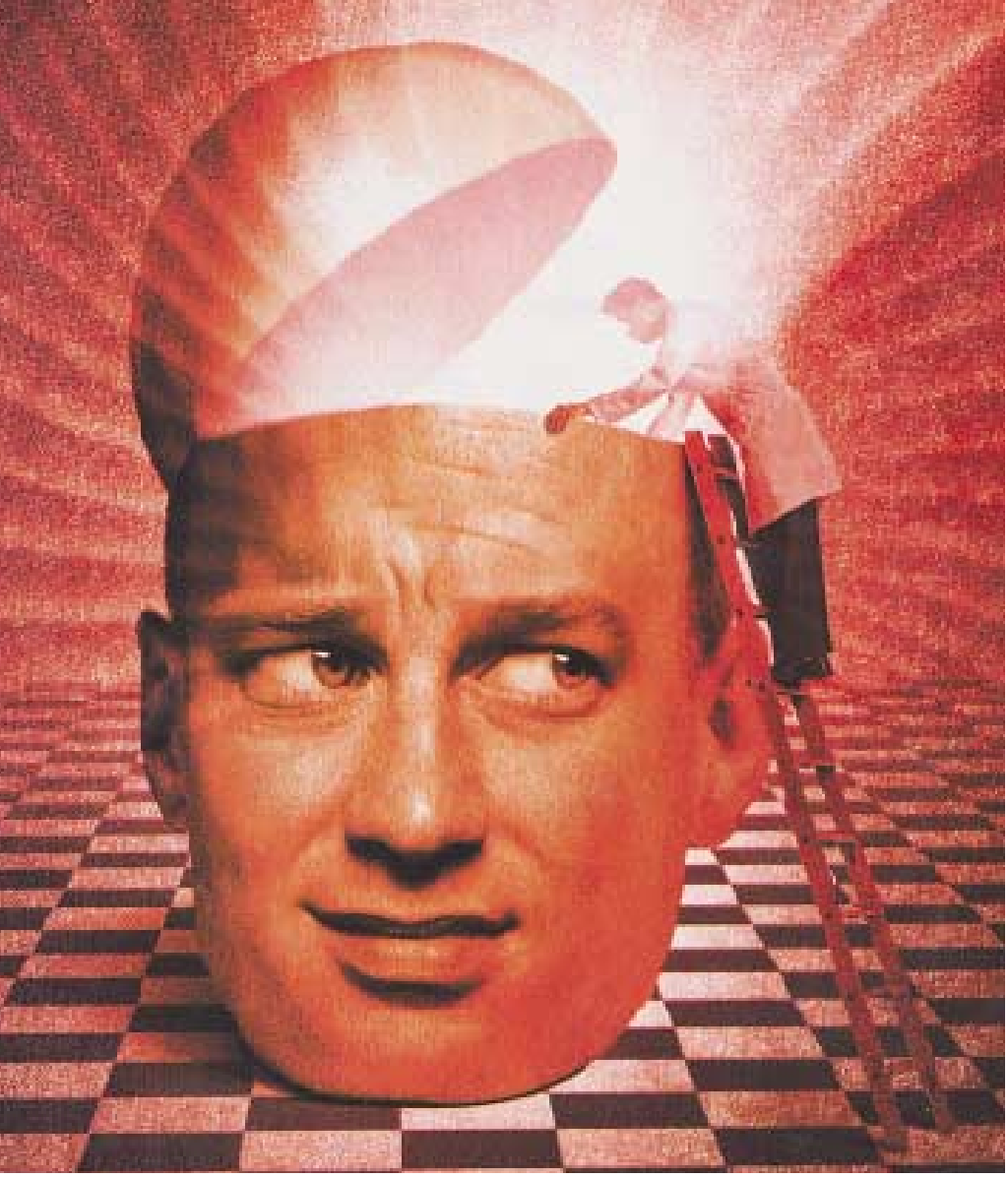
ERV'lerin İnsana Yararları

Endojen retrovirüsler (ERV) milyonlarca yıl önce atalarımızın DNA'sı içine girerek onun bir parçası hâlini aldılar. Bugün insan genomunda ERV'lerin çoğu görev yapmıyor. Ancak vücudun bazı bölgelerinde (plasenta, dölüt gibi) az sayıda ERV, hücrelere kendi proteinlerini sentez ettiriyor ve hatta hücreleri ERV oluşturmaya zorluyor. Bundan şöyle bir sonuca varıldı: Uzak bir geçmişte ERV'ler memeli hayvanların hücrelerine girdiler ve âdeta bu hücrelere tutsak olarak onların verdiği bazı görevleri yapmaya başladılar. Bu olay 1 milyar yıl önce bakterilerin hücre içinde kalarak mitokondri ve bitki kloroplastları hâlini almasına benziyor. Ohio'daki Wright Eyalet Üniversitesinden Neal Rote şöyle diyor: "Hücreler hiçbir görevi olmayan proteinler sentez ettirip de enerji israfı yapmazlar".

ERV'lerin görevlerinden biri, plasentada anne ile dölüt arasında bir duvar oluşturmaktır (ana metne bkz). Bağışıklık sistemi de kendini düzenlemek için ERV'ler kullanıyor olabilir. Bağışıklık hücrelerinden biri olan monositler ERV proteinleri yaparlar. Laboratuvar deneylerinde bu proteinlerin diğer bağışıklık hücrelerinin etkinliğini değiştirdiği gösterilmiştir.

Nihayet plasenta ve akciğerler gibi vücudun giriş kapılarında ve derimizi yağlayan yağ bezlerinde bol miktarda ERV proteinleri yapılır. Ola ki ERV'ler hücre almaçlarını bloke ederek zararlı mikropların hücrelere girmesini önlüyorlar.

Fakat hâlâ ERV'lerin memeli biyolojisindeki yeri tartışmalıdır. Columbus'daki Ohio Eyalet Üniversitesi'nden Timothy Lyden şöyle diyor: "Modern biyoloji, hücrelerin mitokondrilerle bir iç ortak yaşam (endosembiyoz) hâlinde olduklarını kabul ediyor; ERV'lerin de hücreyle böyle bir ilişki içinde olması pekâlâ mümkündür".



Baş Ağrıları Beynin İçinde

Baş ağrısı üzerinde çalışan araştırmacıların en çok başını ağrıtan soru şudur: Ağrı nereden kaynaklanır? Genellikle yanıtı açık gibi görünüyor; ama bu, devrimci bir buluş kadar önemli.

Patrick Rennich'in migreni, bir sinirbilimci (nörolog) dışında hemen herkese bir lanet gibi görünebilir. Onun migreni, hızlı koşmasını gerektiren futbol ya da basketbol benzeri oyunlar oynadıktan sonra inatla, düzenli bir biçimde tutmaktadır. Başının tek yanına giren ve bulantı da yapan ağrı sırasında, Rennich'in sol görüş alanında merkeze yakın bir yerde yavaş yavaş genişleyen bir kör nokta oluşmaya başlıyor. Bir süre sonra, Rennich bir televizyon ekranındaki parazitli görüntüye benzeyen bir görüntü görmeye başlıyor. Acton'da, (Massachusetts) yaşayan, 28 yaşındaki elektrik mühendisi Rennich'in migreni ve görüş alanında oluşan bu sorunu o denli önceden tahmin edebildiği bir şeydi ki, ağrıyı ve görüş alanındaki sorunu istediği zaman başlatabileceğini söylüyordu. Sinirbilimci Michael Cutrer'ın da tam istediği şeydi bu. Boston'daki Massachusetts Genel Hastanesi'yle Brigham Kadın Hastanesi'nde görevli olan Cutrer, yıllardır böyle birini arıyordu. Araştırmacı, böyle bir hastanın beyninin migren atağı sırasında alınan manyetik rezonans görüntüsünün (MRI), kafatasının içinde neler olduğuna ilişkin ipuçları sağlayacağını düşünmüştü. 1998'den önce bunu kimse yapmamıştı; ancak hiçbir migrenlide de kendi isteğiyle ağrı oluşturabilecek bir durum olmamıştı. Ayrıca, çok az sayıda hasta, kapalı yerde kalma korkusunu artıran manyetik rezonans görüntüleme cihazına kendi isteğiyle girip migren ağrısının başlamasını beklemeyi kabul ediyordu. Cutrer, birkaç olasılığı denemişti; ancak hiçbiri işe yaramadı. Hatta bir hasta çiğ soğanı tavsiye etmişti; ancak bu da işe yaramamıştı. Bu nedenle Rennich'in durumu denemeye değer görünüyordu. Cutrer, Rennich ve eşi Jean'la laboratuvarının yakınındaki bir basketbol alanında buluştu. Çift, serbest atışlar yaptı; kaybeden alanın çevresinde koşacaktı. Rennich, kuralda bir değişiklik yapıp, kendi de kaybetse eşi de kaybetse, hep kendisinin koşmasını önerdi.

Bir saat sonra Rennich görüşünde bozukluklar fark etmeye başladı ve hemen Cutrer'ın yakındaki laboratuvarına geçti. Orada MRI makinesinin tüpünün içinde yüzükoyun yattı. İçeri girince, tüpün içindeki ekrana yansıtılan değişken dama tahtası görüntüsüne gözlerini odakladı. Bu arada MRI, Rennich'in beyin kabuğunun, özellikle görmeyle igili bölümlerinin etkinliklerini kaydetti. Daha sonra sonuçlar renklendirildi; sinir hücrelerinde yüksek derecede etkin olan yerler kırmızıyla, daha düşük derecede etkin yerler turuncu ve sarıyla, en düşük etkinlikteki yerlerse beyazla renklendirildi. MRI sonuçlarına göre, Rennich'in tüpün içine girmesinden 38 dakika sonra, beyin görüntüsünde karanlık bir alan belirdi. Bu, beyin kabuğunda küçük bir bölgedeki sinir hücrelerinin (nöronların) artık görmeyle ilgili bir bilgi göndermediğini gösteriyordu. Cutrer, o sırada bu bölgenin "suya atılan bir taşın yaydığı küçük dalgacıklar gibi" yavaş yavaş genişlediğini söylüyor. Rennich'in her zaman yaşadığı o sorun tekrar başlıyordu.

On yıl önce olsaydı, Rennich'in doktoru, migreninin kaynağını bulmak için onun beynini incelemezdi. Gerçekte, baş ağrısı araştırmacılarının, sorunun beyinden kaynaklandığını kabul etmeleri bile zordu. Londra Üniversite Koleji'nde sinirbilimci (nörolog) Peter Goadsby "15 yıl önce böyle bir düşün-



ceyi ileri sürmek bile çok aykırıydı." diyor. Beyin kendi başına duyuları hissetmez; hatta ameliyat sırasında bir aletle dokunulduğunda bile hissetmez. Goadsby, "Beyin duyuları alamadığı için, baş ağrısının verdiği acı beyin çeperindedir. Bu nedenle pek çok kişi sorunun çeperde olduğunu düşünür." diyor. Ancak, giderek artan bulguların da gösterdiği gibi, beyin ağrının yalnızca suç ortağı değil, başlıca sanığıdır.

Migren sırasında beynin elektrokimyasal etkinliklerini gözlemek, baş ağrısının sırlarını çözmede izlenebilecek yollardan yalnızca biridir. Sinirbilimciler (nörologlar), fiziksel bulguları zaten uzun süredir biliyorlardı. Beynin dış yüzeyinde, yani beyin zarlarında bulunan kan damarları aşırı genişleyerek, içlerinden akan kana karşı aşırı duyarlı hale geçiyordu. Ancak, ağrının gerçek nedenini bulduklarında sinirbilimciler de, hastalar da çok şaşırdılar. Cutrer'ın çektiği MRI benzeri gelişmelerle iş daha tartışmalı bir hale dönüştü. Ağrıya giden yol açık olarak belirginleşti, ancak bu yolun neden var olduğu hâlâ bilinmiyor.

Sinir hücrelerinin etkinlikleri, karmaşık olmalarına karşın çoğunlukla tahmin edilebilir özelliktedir. Sinir hücresi uyarıldığında, hücrenin içine sodyum iyonları hücum eder, dışına da potasyum iyonları çıkar. Sonuç olarak sinir hücresi, pozitif elektrokimyasal elektrik yüküne sahip olur. Bu, hücreyi uyarır ve öteki sinir hücrelerine de aynı bilgiyi geçirmesini sağlar. Bir migren hastasında sinir hücreleri "aklı başında" davranmayı bırakırlar. Cutrer, Rennich'in görmeyle ilgili sorunu sırasında, görme işlevini yerine getiren sinir hücrelerinin uyarılmalarında eşzamanlılığın biraz bozulduğuna, hücrelerin birbirlerine bilgi aktarmadan ve görsel bir uyarıcıya bağlı olmadan elektrik yüklerini boşalttıklarına inanıyor. Eşzamanlı uyarılma modeline yakın olan bu durum, MRI'da kıyıya vuran dalgalara benzer bir izlenim veriyordu. Beyin kabuğunda yayılan depresyon (cortical spreading depression) olarak tanımlanan bu durum daha önce yalnızca hayvan deneylerinde gözlenmişti. Cutrer'a göre, Rennich'in MRI görüntüsündeki karanlık alan, sözü geçen bu durumun bir görüntüsüydü ve Rennich'in kör noktasının giderek genişlediğini gösteriyordu. Ayrıca Cutrer, Rennich'in gördüğü ışık titreşimlerinin, sodyum iyonlarının sinir hücrelerinden sel gibi dışarı taşarak görmeyle ilgili hücreleri aşırı uyardığı için oluştuğunu düşünüyor.

Rennich'in görmeyle ilgili bu sorunu yarım saat sonra bitiyordu ve yaklaşık bir saati normal geçiyordu. Bundan sonra migreni başlıyordu. Beyin kabuğunda yayılan depresyon sırasında anormal bir biçimde uyarılan görmeyle ilgili sinir hücreleri, yüksek miktarda potasyum iyonu salgılamaya başlıyordu. Potasyum bir süre sonra, görmeyle ilgili bölümden çıkarak beyin zarlarında bulunan ağrı denetleyici sinir hücrelerine geliyordu. Beyin zarlarındaki kan damarlarının çeperlerinde bulunan bu sinir hücreleri uyarılıp nöropeptit denilen özel proteinleri salgılamaya başlıyor. Nöropeptitler, beyne ağrıyı başlatmasını söylüyor ve kan damarları genişlemeye başlıyor. Genişleyen damarlar ağrıyla ilgili sinir hücrelerinin tekrar uyarılmasını sağlıyor. Temelde, harekete bağlı olarak acıya yol açan bir geribildirim mekanizması migren ağrısını başlatıyordu. Buradakine benzer görme sorunları olmayan migren hastalarında ağrının nedeni daha zor anlaşılır. Bazı sinirbilimciler, beyin kabuğunda yayılan depresyonun, beynin duyuların alınışıyla ilgili olmayan bölümlerinde başlayabileceğini, bu nedenle başlangıç etkilerinin belirgin olmadığını düşünüyorlar.

Çoğumuz gerilim altındayken, çok yorgunken ya da bir önceki gece fazlaca alkol aldığımızda baş ağrısı çekmişizdir. Ancak pek çok kişi belirli bir nedeni olmayan ve güçsüz bırakan baş ağrıları çeker. Araştırmacılar, uzun yıllar boyunca sorunun ya beyin zarlarındaki kan damarlarıyla ilgili olduğunu ya da hastanın kendisiyle ilgili olduğunu düşünmüşlerdi. Goadsby, "Birinin dizine vurursanız, o bu uyarıyı ağrı olarak duyar; bu akla yatkın bir şeydir. Ancak, süreğen (kronik) baş ağrısı olan insanlarda fiziksel bir uyarı olmadan ağrının başladığını görüyoruz; bu pek akla uygun değil." diyor. Hekimler ağrıya olası bir açıklama bulamadıklarında hastayı bir ruh hekimine yönlendiriyorlar. Kendisi de 14 yaşından beri migren ağrıları çekmiş olan Cutrer, "Hekimler sorunun ne olduğunu bulamadıklarında hastayı hayalcilikle de suçlayabiliyorlardı, ama şimdi baş ağrısı araştırmalarında beynin yeni bir alan olduğunu biliyoruz." diyor.

Süreğen baş ağrısı olan insanlarda beyin, ışık ya da gerilim benzeri dış etkenlere, kadınlarda hormonal döngüye ya da çiğ soğan yemek ve basketbol oynamak gibi acayip şeylere karşı duyarlı görünüyor. Goadsby, eskiden beynin bu işte bir rolü olmadığı düşünülürken, bugün artık rolünden kuşku duyulmadığını ve bu konuda araştırmalar yapıldığını söylüyor. Bu yeni bakış açısı, daha şimdiden migren ağrılarını durduran ve önleyen yeni özel ilaçların geliştirilmesini sağlamış.

Neler Ağrıyı Başlatıyor?

Araştırmalar süreğen baş ağrılarının sorumlusu olarak giderek kalıtıma doğru yöneliyor. Bu durumda çikolata, fındık, güneş ışığı ya da gerilim benzeri çevresel etkenlerin ağrılara yol açıp açmadıkları konusu ne olacak? Bilim adamları, onlarca yıldır besinlere eklenen belirli bazı katkı maddelerinin baş ağrısına yol açtığını düşünüyorlardı. Örneğin, kırmızı şarap ve eski peynirlerde bulunan tiraminin kan damarlarını genişlettiği düşünülüyordu. Kopenhag Üniversitesi'nden Jes Olesen baş ağrısı hastalarına tiramin verlidiğini ve bunu baş ağrısını kestiğini söylüyor.

Kafein içermesi nedeniyle kan damarlarını daralttığından eskiden kahvenin etkili bir baş ağrısı ilacı olduğu düşünülürdü, oysa bugün hekimler kafein içeren çay, kahve ya da kolanın baş ağrısını tetiklediğini biliyorlar. New York Baş Ağrısı Merkezi'nden Alex Mauskop kafeinin etkilerinin uyku ilaçlarına benzediğini söylerken, düzenli olarak alındığında, fiziksel bağımlılığın dışında, vücudun ona karşı tolerans geliştirdiğini de sözlerine ekliyor.

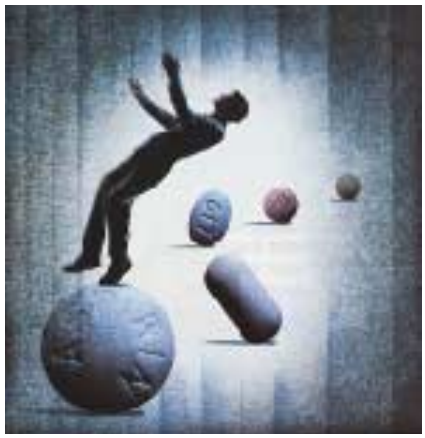
Çalışmalar, günde 2,5 fincan kahve içme alışkanlığı olanların, geri tepme biçiminde ortaya çıkan baş ağrıları çekebileceklerini ortaya koydu. Mauskop, baş ağrısına eğilimi olan birinin bu etkileri daha yoğun bir biçimde yaşayacağını düşünüyor. Mauskop'un hastalarına ilk yaptığı şey, onları kafeinden vazgeçirmek oluyor. Ona göre, kafein almayı sürdürdüklerinde öteki tedaviler de bir işe yaramıyor.



ABD'de 6 milyon insan, herkesin en azından arada sırada çektiğine benzer gerginlik tipi baş ağrısını süreğen olarak çekiyor. Bazılarıysa bu ağrıyı hemen her gün çekiyorlar. Başın bir yarısını etkileme eğilimindeki migrenlerse 23-26 milyon Amerikalı'da var. Migren tanıları ne yazık ki gün geçtikçe çoğalıyor. Neurology adlı bilimsel dergide yayımlanan en son çalışmalardan biri, 1971-1981 yıllarına göre, 1989 yılında migren tanısı sıklığının kadınlarda % 56, erkeklerde % 34 arttığını ortaya koyuyor. Yaklaşık 1 milyon insansa, çoğunlukla erkeklerde görülen ve çok şiddetli olan, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çekiyor. 1700'lerde ilk kez tutulan bir kayıtta bu tip bir baş ağrısını hasta, "ağrı yüzünden gözüm yavaşça yerinden dışarı uğrayacak gibi oluyor ve neredeyse delirecek gibi oluyorum" biçiminde tanımlıyor.

Beynin bu durumdan sorumlu olabileceğine ilişkin ilk ipucu belki de 1940'larda keşfedilmişti. İtalya'daki araştırmacılar, migren ağrısı yeni bitmiş hastaların idrarlarında, sinir hücreleri arasında iletişimi sağlayan bir kimyasal madde olan serotoninin parçalanma ürünleri olabilecek maddeler buldular. Bu bulgu, serotoninin migren ağrılarında önemli bir rol oynadığına ilişkin ipucu oldu, ancak bununla ilgili süreç henüz açıklığa kavuşmamış durumda. Bu düşünce araştırmacıların, daha önceden hiç migren ağrısı çekmemiş bile olsa, bir insana serotonini azaltan özel bir kimyasal madde verildiğinde migren ağrısının başladığını bulmalarıyla hız kazandı. Scottsdale'deki (Arizona) Mayo Clinic'ten sinirbilimci David Dodick, "Artık, sorun serotoninin etkilerini taklit edecek bir ilaç geliştirmek haline dönüşmüştü." diyor. 1990'ların başında bu yaklaşım, triptanlar denilen bir grup ilacın piyasaya sürülmesiyle taçlandı. Bu ilaçlar, beyin zarlarındaki damarlarda bulunan özel bir serotonin reseptörüne bağlanıyordu. Bu, damarların daralması ve nöropeptit salgılayan sinir hücresi uçlarının kapanması, böylece ağrı geribildirim mekanizmasının durmasına yol açıyordu. Ayrıca, kanıtlar yeterince sağlam olmasa da triptanlar bir migren krizini orta evrelerinde durdurabiliyorlardı.

Cutrer'ınki gibi yeni araştırmalar, etkili ilaçların geliştirilmesini daha olası kılıyor. Kopenhag Üniversitesi Sinir-



bilim Bölümü Başkanı ve *The Headaches* (Baş Ağrıları) kitabının da editörü olan Jes Olesen, tedavi açısından yeni bir dönemin başında olduklarını söylüyor. En çok umut veren araştırma, nitrik oksit denilen bir başka bileşiğin rolü üstünde duruyor. Baş ağrısı konusunda çalışan sinirbilimciler, uzun bir süredir olağandışı bir gerçeği biliyorlardı: Bir kalp hastası, krizi önlemek amacıyla dil altına bir nitrogliserin tableti koyduğunda, nitrogliserin vücutta nitrik oksite dönüşür ve kalpteki damarları kısa süre içinde genişletir. Ancak, bu ilaç hastaların bazılarında 6 saat içinde bir migren krizine yol açar. Olesen, bunun çok yaygın bir yan etki olduğunu ve nitrik oksitin yalnızca kalp hastalarında değil, bütün hastalarda migreni tetikleyici bir rolü olabileceğini düşündüğünü söylüyor. Olesen ve öteki bilim adamları, beyinde serotoninin yıkımından sorumlu olduğunu düşündükleri nitrik oksitin rolünü tamamen çözümleyerek, triptanlardan daha etkili baş ağrısı ilaçlarının geliştirilebileceğine inanıyorlar. Olesen, şu aralar ilaç araştırmalarında en sıcak konunun bu olduğunu söylüyor.

Sinirbilimciler giderek artan bir biçimde, hepsinin olmasa da bazı baş ağrılarının temelinde kalıtsal bozuklukların bulunduğundan kuşkulanıyorlar. 1990'larda araştırmacılar, yarım felç yapan ailesel migren (familial hemiplegic migraine) olarak tanımlanan, ender rastlanan bir baş ağrısı tipinin nedeninin izini buldular. Bu migren tipi 19. kromozom üzerindeki tek bir genle baskın olarak yeni kuşaklara geçiyor. Bu kromozom sinir hücrelerinin zarlarında bulunan kalsiyum kanallarının bir bileşenini kodluyor. Kalsiyum kanalları, iyonların sinir hücresinin içine alınışını ayarlayarak hücrenin ne zaman tetikleneceğini kontrol altında tutar. Mütasyon sayesinde beyin çevresindeki sinirler sürekli olarak hiperaktif kalır ve ağrı duyusunu algılar. Olesen, kanallardan kalsiyum iyonu geçişinde bir azalma mı, çoğalma mı olduğunun henüz bilinmediğini söylüyor.

Yarım felç yapan ailesel migrenin ender olarak görülmesine karşın, kromozomal kökeninin bulunması baş ağrısı araştırmalarının tümünün yönünü değiştirdi ve sinirbilimciler baş ağrısı çeken kişilerde başka bozukluklar olup olmadığını bulmak için bazı kromozom bölümlerini incelemeye başladılar. Goadsby, "Bugün baş ağrısıyla ilgili olarak kanser için düşündüğümüz gibi düşünüyoruz." diyor. Goadsby, kısa bir süre önce, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çeken insanlarda hipotalamusun arka kısmının (beynin 24 saatlik ritminden sorumlu bölgesinin) belirgin biçimde daha büyük olduğunu da buldu.

Elbette ki kalıtsal nedeninin bulunmuş olması ağrıyı dindirmiyor. Sinirbilimciler deneylerini sürdürürken hekimler ve hastalar da çare aramayı sürdürüyorlar. Önceden geliştirilmiş ilaçlardan daha etkili olan triptanlar gü-

Büyük Beyinler Daha Çok Baş Ağrısı Çeker mi?

Baş ağrısı tiplerinin kökeni hâlâ bir bilmece. Baş ağrıları, tümüyle normal yapıda bir beynin anormal işlevler göstermesi gibi görünüyor. Ancak, Londra Üniversite Koleji'nden sinirbilimci Peter Goadsby ve arkadaşları, son zamanlarda yaptıkları bir çalışmada üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrıları olan hastaların beyinlerinde bazı yapısal farklılıklar olduğunu gösterdi. Goadsby, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrılarının nörobiyolojisinin yeniden tümüyle gözden geçirilmesi gerektiğini düşünüyor.

1997'de Goadsby ve arkadaşları, bu tip baş ağrıları olan hastalarla normal hastaları karşılaştırmak amacıyla işlevsel görüntüleme yapmaya başladılar. Çalışmalarının sonuçları 1998'de *Lancet* dergisinde, 1999'da *Nature Medicine*'da yayımlandı. Sonuçlar üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çeken hastalarda hipotalamusta bulunan ve vücudun 24 saatlik ritmini düzenlemekle görevli olan bölgenin daha büyük olduğunu gördüler. Bu durum, baş ağrılarının periyodik oluşunu açıklıyor. Goadsby, bu bölgedeki sinir hücrelerinin yalnızca sayılarının mı çok, yoksa kendilerinin mi büyük olduğunu henüz bilmiyor. Bunu bulmak için beynin o bölümünün iyice incelenmesi gerekiyor.

venilir olmaktan uzaklar. Olesen, bu ilaçların % 80 olumlu etki yaptıklarını, ancak bazı hastalarda henüz yeterince bilinmeyen nedenlerden ötürü etkilerini yitirdiklerini söylüyor. Bu durumda hastalar başka seçenekler aramaya zorlanıyorlar; akupunkturdan (serotonin düzeyini etkilemek için) Botox ya da A tipi botulinum toksini olarak bilinen bakteriyel bir karışıma kadar her şeyi deniyorlar. New York Manhattan Baş Ağrısı Merkezi'nden Alex Mauskop "Bu, kasları geçici olarak felç ederek kırışıklıkları azaltmak için alına enjekte edilen maddeyle aynıdır." diyor. Estetik cerrahlar, Botox enjeksiyonlarının şaşırtıcı bir yan etkisini fark ettiler. Botox, migren ağrılarını baskılıyor gibi görünüyordu. 1999'da yapılan bir çalışma, bu toksinin verildiği hastalarda migrenlerin % 50 oranında azaldığını gösterdi. Mauskop, kimsenin bunun mekanizmasını açıklayamadığını, ancak kendisinin de toksinin bu etkisine yüzlerce kez tanık olduğunu söylüyor.

Periyodik migren tipi baş ağrılarının nedenleri ve çareleri pek açık olarak görülmüyor. Periyodik migren tipi baş ağrıları, hastayı günde bir ya da iki kez etkiliyor ve döngü halinde geliyor. Bu tip ağrılar daha çok sigara içenlerde oluşuyor. Ayrıca, alkol tarafından tetikleniyor ve genellikle saf oksijenin solunmasıyla geçiyor. Mauskop, bir hastanın başını arabasının dışına uzatıp 80 km kadar arabayla gittiğinde ancak rahatlayabildiğini söylüyor. Hekimler bu tip baş ağrılarını "intihar ağrıları" olarak adlandırıyorlar, çünkü bazı hastaların son çare olarak böyle bir yola başvurduğu da görülmüş.

Daha etkili tedavilerin geliştirilmesi, hastaların bunları almaya güçlerinin yetebileceği anlamına gelmiyor. Örneğin, triptanlar pahalıdır. Bir migren ağrısına son vermek için ağızdan alınan tek bir doz 10-15 dolara, enjeksiyonla alınan bir dozsa 35 dolara mal olur. Tipik bir hasta buna ayda altı kez gereksinim duyabilir. Ancak, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrıları için bu miktar üstel olarak artıyor. Örneğin, New Jersey'de yaşayan avukat Wayne Weiner süreğen, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çeken ender kişilerden biridir. Öyle ki günde 10-12 kez ağrı gelir ve bir o kadar doz triptan gerekir. Bu hastanın yıllık ilaç gideri 40 000 doları bulmaktadır. Weiner, bu hastalığın insanı maddi-manevi çökerttiğini düşünüyor.

Tedaviyle ilgili şirketler fiyatları düşürmeyi hedefleyerek hastalarını başka ilaçlara yönlendirmeye çalışıyorlar. Bazı durumlarda bu uygulama felaketlerle sonuçlanabiliyor. Philadelphia, Thomas Jefferson Üniversite Hastanesi'nden sinirbilimci David Silberstein, bazı sigorta şirketlerinin hastaları bağımlılık yapan ilaçlara yönlendirdiğine bile tanık olduğunu söylüyor.

Hekimler artık bu durumla savaşmaya başladılar. Baş ağrısı hastalarına standart bir bakım ve tedavi uygulayabilmek için Ulusal Baş Ağrısı Birliği'ni kurdular. Silberstein, şu anda hekim olsun ya da olmasın her isteyenin bir baş ağrısı kliniği açabildiğini ve daha sert standartlarla bu yanlışlığın düzeltilebileceğini söylüyor. Silberstein'a göre, ilaç protokolları daha titizlikle hazırlanırsa hekimler ve hastaneler, sigorta şirketlerini önerdikleri ilaçların fiyatını karşılamaya zorlayabilecek.

O zamana kadar, hastaların kendi tedavilerini kendileri seçmekten, sigorta şirketleriyle baş etmekten ve daha iyi ilaçların araştırmalarla geliştirilmesini beklemekten başka yapacakları bir şey yok. Patrick Rennich, bunu basketbol oynayarak kutlayacağını söylerken şunu da sözlerine ekliyor: "Bir konuda rahatım: Artık biliyorum ki sorun bende değil, beynimde."

Rist, C., "The Pain is in the Brain", *Discover*, Mart 2000

Çeviri: Zuhal Özer

Bir Kadının Öyküsü

44 yaşında olan Catherine Healy, ikinci kızı 1986'da doğduktan sonra, bulantı yapan süreğen baş ağrıları çekmeye başladı. "Ağrılarım her gün benimle birlikteydi ve CT, MRI ya da röntgenler hastalığımı ortaya çıkarmıyordu." diyen Healy'nin yaşamı bu ağrılar yüzünden değişmişti. İlk yıllarda ağrılar ayda 3-5 kez oluyordu, ancak zaman ilerledikçe ağrıların sıklığı ve şiddeti artmaya başladı. "Çok kısa mesafeleri bile yürüyemiyordum, zorla yemek yemeye çalışıyordum, elimdeki bir şeyleri düşürüyordum. Hekimler lupus ve multipl sklerozisten kuşkulandılar. Hatta psikiyatristlerden de konuşmaya başlamıştık." diyor Healy.

Son olarak Masachusetts Genel Hastanesi'nden Micheal Cutrer görme sorunuyla birlikte ortaya çıkan migren tanısı koydu. Healy ağrıların korkunç olduğunu, ancak görmeyle ilgili sorunların daha da beter olduğunu söylüyor. Healy "Bazen eşimin yüzünü göremiyordum, ayrıca havada tehlikeli yılanlar görüyordum, hepsi çok korkunçtu." diye anlatıyor o zaman yaşadıklarını. Hatta bir keresinde merdivenlerde köpeğini gördüğünde şaşkınlıkla bakakalmıştı. "Köpeğim sanki Picasso tarafından boyanmıştı." diyor Healy.

İş yaşamı ağrılar yüzünden bitmişti. Ağrıyı başlattığından kuşkulandığı her şeyi kesmişti. Çok steril bir yaşam sürdüren Healy, turşu, tütsülenmiş yiyecekler, çikolata, muz, elma, portakal ve kabuklu deniz ürünleri yemiyordu. Vitaminler bile sorun çıkarabiliyordu. 1990'larda triptanlar çıktıktan sonra onları kullanmaya başladı. Ancak, zaman içinde bunların etkisi de azalmaya başladı. Şu anda metisergid adında bir ergotamin kullanıyor, ancak bu ilaç da uzun süre kullanıldığında akciğerlerde ve kalpte hasara yol açabiliyor.

Healy "hangi şeytanla uyuyacağımı kendim seçtim" diyor. "Migren mi, yoksa doku hasarı mı?" Bunları dengelemek için Cutrer ilacı altı ay için veriyor. Bu sırada Healy iki ay boyunca yalnızca ağrı kesici kullanıyor ve her gün migren ağrısı çekiyor. Kendisine benzer durumdaki bir grup hastayla birlikte destekleyici grup çalışmalarına katılan Healy 100 farklı kişide 100 farklı tip migren olduğunu düşünüyor.



Doğurganlığın Protein Anahtarı



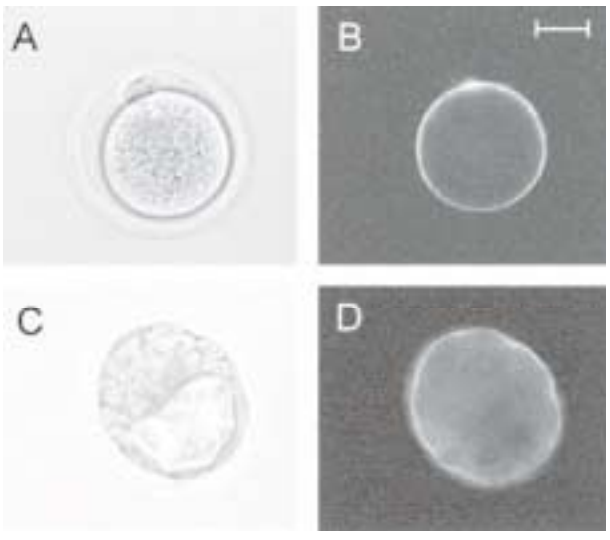
Kısırlığın kuşkusuz birçok nedeni var. Anatomik, biyolojik, ya da genetik. Kiminin tedavisi var, kiminin yok. Araştırmacıları daha çok uğraştıranlar, biyolojik nedenler. Şimdiye değin yürütülen araştırmalarda daha çok, yumurta ya da sperm hücrelerinin özellikleri, ya da bunlardaki bozukluklar üzerinde durulmaktaydı. Ancak kısa süre önce bilim adamları, doğrudan üreme mekanizmasıyla ilgili olmayan önemli bir nedeni de rastlantı sonucu ortaya çıkardılar: Normal işlevi kanserin atlamasını önlemek olan bir tür proteinin eksikliği, yumurta ile spermin birleşmesini de önlüyor.

CD9, vücudun çeşitli zarları üstünde bulunan bir protein. Tetraspanin grubu hücre zarı proteinlerinden biri. İşlevi, hücrelerde yapışma , çoğalma, farklılaşma, sinyal iletimi ve hareketi sağlamak. Molekül yapısında hücre zarını delip geçen dört parça, iki hücre dışı ilmek ve hücre içine giren amino ve karboksil kuyrukları var. Bu moleküler yapı, bütün tetraspanin grubu proteinlerde (CD9, KAI-1/CD82 ve CD63) bulunuyor. Bu gruptaki hücre zarı proteinleri, kanserlerin atlama (metastaz) yapmasını ketliyor. Zarda tetraspaninlerin azlığı, kanserin saldırgınlığını ve uzak organlara atlamasını arttırıyor. CD9 birçok dokuda var; fakat bu proteini içermeyen dokular da bulunuyor.

Tetraspanin molekülleri, zar üzerinde hem birbirleriyle, hem hücrelerarası madde proteinleri için almaç rolünü oynayan b1 integrinlerle (a3b1 ve a6b1) ve hem de kan pıhtılaşmasını önleyen bir madde olan heparini bağlayan epitelyal büyüme faktörü (EGF) benzeri moleküllerle (ProHb-EGF) ilişki içindedirler. Böylece tetraspaninler, hücre yüzeyine özgü proteinlerin büyük moleküler kompleksler halinde gruplaşmasını ve ilişkiye girmesini sağlıyor. Hücre yüzeyinde örgütleyici ve görev kolaylaştırıcı bir rol oynuyorlar.

CD9'un canlılardaki rolünü araştırmak için bilim adamları, fare embriyonu kök hücrelerinde genetik mühendisliği yöntemleriyle, bu proteini kodlayan geni görev yapmaktan alıkoydular.

CD9 geni tamamen etkisizleştirilmiş fareler, başka bir deyişle bu geni hiç taşımayan fareler, erkek ol-



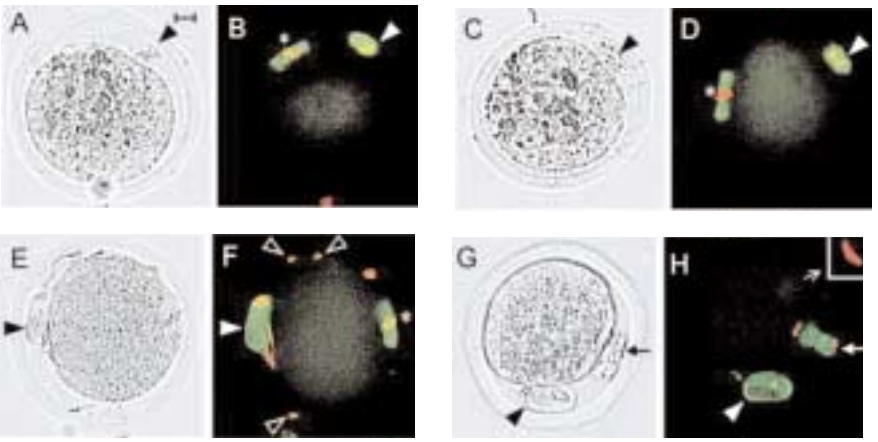
Şekil 1- CD9'u olmayan ya da iki tane olan dişi farelerden elde edilen yumurta ya da embriyonlar. CD9'suz (A) ve çifte CD9'lu (B) yumurtalar, 2.5 gün hücre kültüründe yaşatıldı. Döllenmeden 3.5 gün sonra dölyatağı boynuzlarından yumurtalar ya da embriyonlar alındı. C- CD9'suz dişilerde parçalanmış yumurta bulundu. D- Çifte CD9'lu dişilerde blastosist evresine erişmiş embriyonlara rastlandı.

sun dişi olsun, normal biçimde doğup geliştiler. Öyle anlaşılıyor ki bu proteinin yokluğu, hücre yapışmasını ve hücre büyümesini etkilemiyor. CD9 geni, eş kromozomların yalnız birinde bulunan fareler de normal olarak doğdu ve büyüdü. Buna karşılık, CD9 genleri her iki eş kromozomda da bulunan farelerle, hiçbirinde bulunmayanlar arasında yavrulama bakımından önemli farklar vardı. Normal gen dağılımlı fareler kendi aralarında çiftleştiklerinde normal yavrular doğurdular; erkek ve dişi yavru sayısı eşitti ve Mendel'in heterozigotluk dağılımı gerçekleşmişti (% 25 her iki eşkromozomda CD9 geni taşıyan, % 50 tek kromozomda CD9 geni taşıyan ve % 25 CD9 geni yok).

Hiç CD9 taşımayan erkek fareler, normal ya da çift genli farelerle çiftleştiklerinde % 93-100 oranında normal gebelik ve yavrular meydana geldi. Buna karşılık, her üç türden erkekle çiftleşen CD9'suz dişi farelerin ancak % 50-60'ı yavru doğurabildi. Normal dişi farelerde gebelik, çiftleşmeden 4.5 gün sonra başlarken, bu proteini hiç taşımayan farelerde, 19-30 gün sonra başladı. Normal dişi fareler ortalama 2.3 yavru yaparken CD9 taşımayan dişiler ortalama 1.5-2 yavru yapabildiler. Yavru ölüm oranı çift genli dişi farelerde % 2'den azken, hiç CD9 olmayanlarda % 32-55'e yükseliyordu.

CD9 genleri çift ya da hiç olmayan fareler arasında vaginal tıkaç sıklığı bakımından bir fark yoktu. Bu da, çiftleşme davranışlarında bir değişme olmadığını gösteriyordu. (CD9'suz farelerde çiftleşme sıklığı % 16.9, ötekilerdeyse % 17.4). Bu proteinden yoksun olan farelerin yavru yapamayışlarının nedeni spermin yumurtaya ulaşamaması da değildi; çünkü yumurtayı dölyatağına bağlayan boruda (oviductus) sperm hücreleri bulunmuştu.

6 haftalık CD9 yoksunu farelerde yumurtalıklar mikroskopik olarak incelendiğinde, normal farelere göre bir fark bulunamadı. Çıkmış yumurta sayısı da normaldi. Fakat bu farelerden döllenmeden yarım gün sonra yumurta alındığında, bu yumurtanın hücre kültüründe bölünme yapamadığı ve paramparça olduğu görüldü (Şekil 1). Buna karşılık çift CD9 genli farelerin döllenmiş yumurtası hemen bölünmeye başladı ve 2 gün sonra embriyonal yaşamın 4. evresine erişti. Döllenmeden 3.5 gün sonra CD9'suz dişi farelerin dölyatağında blastosist (bölünmeye başlamış yumurta) yerine parçalanmış yumurta bulundu.



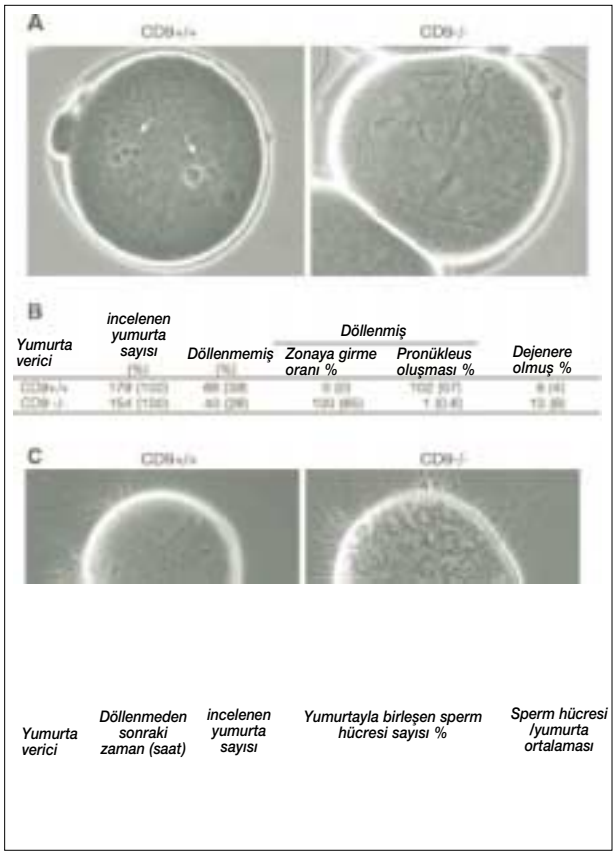
Şekil 2- Yumurta DNA-tubulinle işaretlenmiş. Yumurtalar lam üzerine yerleştirildikten sonra, önce tubulin YL 1/2'ye karşı oluşturulmuş monoklonal antikorlarla ve sonra da keçiden elde edilmiş flüoresan anti-fare antikorlarıyla örtüldü. Hem CD9'suz (A ve B) ve hem de çift CD9'lu (C ve D) farelerde, yumurtanın bölünmesi 2. mayoz bölünmesinin metafaz evresinde durmuştu. Bu, metafaz iğinin ve DNA-tubulin artıkları içeren 1. kutup cisminin varlığından belliydi. (içi dolu ok başları). E ve F- Doğal olarak yumurtlamış ve döllenme yapmış bir CD9'suz farenin 2. mayoz bölünme metafazında bölünmeyi durdurmuş yumurtasının çevresinde sperm hücreleri (içi boş ok başları). G ve H- Doğal olarak yumurtlamış ve döllenme yapmış bir çift CD9 genli dişi farenin yumurtası telofaz evresine kadar bölünmüş ve 2. kutup cismini atmış (ok); 1. kutup cismi hala görülüyor. Küçük resim sperm hücresi DNA'sını kısmen açılmış olarak gösteriyor.

CD9 yoksunu ve zengini farelerden döllenme yapmamış olanlara insan koryonik gonadotropin hormonu hCG enjekte edildi ve 12 saat sonra bunlardan yumurta alındı. Her iki grupta benzer yanıta rastlandı: Her iki grupta da dişi fareler 20 civarında yumurta çıkardılar. CD9'dan yoksun farelerin % 70'inde ve çifte genli olanların da % 74'ünde mayoz I bölünmesinin tamamlandığını gösteren 1. kutup cismi vardı. Monoklonal antikor testleriyle her iki grupta da yumurta bölünmesinin mayoz II metafaz evresinde durduğu görüldü. (Şekil 2 A,B,C,D). Birinci kutup cismi dayanıksızdı; hCG enjeksiyonundan 17 saat sonra yumurtaların % 25'ten azında 1. kutup cismi vardı. Döllenmeden 12 saat sonra, CD9 geni olmayan farelerden alınan yumurtaların çevresinde birçok sperm hücresi görüldü (şekil 2F). Demek ki sperm hücreleri yumurtaya erişiyor, ancak içine giremiyorlar. Bu yumurtalardan birkaçı (% 17) 1. kutup cisminin artığını taşıyordu. DNA-tubulin işaretlemesi testi, CD9 yoksunu farelerde yumurtaların hemen hepsinin 2.mayoz bölünmesinin metafaz evresinde bloke olduğunu gösterdi. Buna karşı döllenme yapmış çift CD9 genli dişi farelerin % 94'ünde bir ya da iki kutup cismi görüldü (Şekil 2 G ve H). Bunlarda DNA-tubulin işaretleme testiyle yumurtaların çoğunun döllendiği ve 2. mayoz bölünmesinin metafaz evresini aştığı gösterildi. Bunun kanıtı metafaz levhasının yok olması ve 2. kutup cisminin (şekil 2 G ve H) atılmasıydı.



CD9'ca zengin farelerin yumurtasında, blastosistinde ve hatta yumurtalıktan henüz çıkmamış yumurtalarında bu protein bulunuyordu. CD9 geni olmayan farelerin yumurtalarındaysa bu protein görülmüyordu.

Daha sonra, çifte CD9 taşıyan ve hiç taşımayan farelerde tüp bebek deneyi yapıldı. Yumurta ve sperm hücrelerine ek olarak, tüplerin bir yarısına CD9 proteinine karşı oluş-



Şekil 3-CD'siz yumurtalarla tüp bebek deneyleri: Zonaları sağlam yumurtalar kullanıldı. Sıfır ve çift CD9'lu farelerden alınan yumurtalar, çift CD9'lu sperm hücreleriyle döllendi. Döllenmeden 6 saat sonra elde edilen çift ve sıfır CD9'lu yumurtaların A'da mikrografları, B'de döllenme hızları görülüyor. Zona pellucidaya girebilmiş sperm hücreleri lakmoid boyası kullanılarak sayıldı. Sıfır CD9'lu yumurtalar sperm hücresiyle birleşemediler ve metafaz II'de kaldılar. Çift CD9'lu yumurtalarsa sperm hücreleriyle birleşerek pronukleus (oklar) oluşturdular. C'de zonasız yumurtalar görülüyor. Döllenmeden 1 saat sonra yıkanan çift ve sıfır CD9'lu yumurtaların yüzeyindeki sperm hücrelerinin sayısı benzerdi. A ve C'de faz kontrast mikroskopuyla 400 kez büyütülmüş canlı yumurtalar görülüyor. D'de çift ve sıfır CD9'lu yumurtaların normal sperm hücreleriyle birleşme oranları veriliyor. Füzyon yapmış sperm hücreleri döllenmeden 1 ve 6 saat sonra sayıldı.

Küçük Sözlük

Mayoz bölünmesi: Seks hücrelerinde kromozom sayısını yarıya indiren, diploid sayıyı haploid yapan bölünme. Üstüste 2 mayoz bölünmesi olur; 1. bölünme kromozom sayısını yarıya indirir; 2. bölünmede kromozom sayısı yarıya inmez; yine haploid kalır. 1. bölünmede 1. kutup cismi, 2. bölünmede 2. kutup cismi hücreden dışarı atılır. Mayozun fazları profaz, metafaz, anafaz ve telofazdır.

İntegrin: Hücre zarı proteinlerinden biri. İntegrinler bir yandan hücre ara maddesiyle, bir yandan hücre iskeletiyle (sitoskeleton), bir yandan da CD9 ve TM4 gibi zar proteinleriyle bağlantılıdır. İntegrinlerin bir çok rolü vardır: hücre içi pH'ı ve kalsiyum düzeyini değiştirmek, fosfolipid metabolizması, protein, tirozin ve serin/treonin fosforilazyonu ve bazı genlerin etkinleştirilmesi.

Homozigotluk: İki eş kromozomda aynı karaktere ait genlerin (alellerin) aynı olması. Örneğin CD9+/+ homozigotluktur.

Heterozigotluk: İki eş kromomozda aynı karaktere ait genlerin (alellerin) farklı oluşu; CD9+/- gibi.

Ekson: DNA'nın aminoasit sentezi yapan parçaları.

İntron: DNA'nın aminoasit sentezi yapmayan, düzenleyici parçaları.

Zona pellucida: Yumurtanın etrafında yumurtanın salgıladığı saydam ve hücresiz tabaka.

Sarı cisim: Yumurtalıkta atılan yumurtanın yerinde oluşan sarı renkli cisim.

Blastosist: Kese biçimi embriyon.

Monoklonal antikor: Tek bir proteinle etkileşen antikor.

turulmuş monoklonal antikor, öteki yarısına da kontrol sıçanı monoklonal antikoru konuldu. 24-48 saat sonra tüpde 2-4. evredeki embriyonlar arandı. Anti-CD9 monoklonal antikor verilmiş farelerin ancak % 4'ünde, kontrol grubununsa % 49'unda embriyon gelişmesi görüldü.

Bir başka tüp bebek deneyindeyse, gene iki uç gruptan alınan yumurtalar, normal fare sperm hücreleriyle birleştirildi. Her iki grupta da 6 saat sonra sperm hücrelerinin yumurtayı saran "zona pellucida" tabakasını geçtiği görüldü. CD9 yoksunu farelerin hiçbirinde yumurtayla sperm hücresi birleşerek pronucleus (ilkel çekirdek) oluşturamadı. (Şekil 3 A ve B). Normal koşullarda zona pellucidayı geçen bir sperm hücresi yumurtanın sitoplazmasıyla birleşerek yumurtayı etkinleştirir. Etkinleşme, yumurtanın zona pellucidaya tanecikler atarak bir başka sperm hücresinin girişini önlemesi şeklinde belirir. Buna karşı CD9'suz farelerde zona pellucidada en az 5 sperm hücresi bulunuyordu (şekil 2 F).

Tüp bebek deneyi, zona pellucidası çıkarılmış CD9 taşımayan yumurtalarla tekrarlandı. Amaç, sperm hücrelerinin doğrudan doğruya plazma zarıyla temasını sağlamaktı. CD9 geni olmayan ve çift olan yumurtalar arasında, bağlanan sperm hücre sayısı bakımından bir fark bulunamadı (Şekil 3). Buna karşı CD9'suz yumurtalarda sperm hücresinin yumurtayla birleşmesi (füzyon) çok aksıyordu. Şöyle ki bu protein bulunmayan yumurtalarda, döllenmeden 1 saat sonra füzyon oranı % 98'den % 4'e ve 6 saat sonra da % 100'den % 21'e düştü. Bir başka deneyde de, yumurtalarının zona pellucidası çıkartılmış CD9 yoksunu ve zengini farelerde sperm hücresi-yumurta bağlanması ve sperm hücresi-yumurta füzyonu arandı. İki grup arasında bağlanma bakımından bir fark bulunamadı; fakat CD9'suz yumurtalarda füzyon oranı % 0 iken, bu protein genlerinin iki tane bulunduğu yumurtalarda füzyon oranı % 56-94 arasındaydı.

Bu deneylerden önce dişi farelerdeki kısırlığın, yumurtanın büyümesi, olgunlaşması ve çıkmasıyla ilgili olduğu düşünülüyordu. Örneğin zona pellicida proteinlerinden ZP3 eksikliğinin kısırlık yaptığı biliniyordu. Bu deneylerle anlaşıldı ki tetraspanin CD9'un yokluğu, yumurtalıkları ve yumurtlamayı etkilemez. Bu proteinin eksikliğinde kısırlığın nedeninin, sperm hücresiyle yumurtanın füzyon yapamayışı olduğu düşünülüyor. Yumurta zarı integrinlerinden biri olan a6b1, sperm hücresi yüzey proteinlerinden fertiline bağlanır ve sperm hücresi almaçı rolünü oynar. CD9, integrinlerle (a3b1, a5b1, a6 ± b1) bağlantılı olduğundan , a6 b1 integrini etkileyerek sperm hücresi-yumurta füzyonunu sağlıyor olabilir.

CD9 proteini eksikliğinin yalnız sperm hücresi-yumurta füzyonuna engel olduğu, döllenmiş yumurtanın gelişmesini önlemediğini göstermek için CD9'suz yumurtalar içine normal sperm hücresi enjekte edildi; bu döllenmeden normal embriyonlar oluştu.

Bu deneyler CD9'un yumurta döllenmesindeki önemini gösterip, tetraspaninlerin biyolojik görevini ortaya koymuş oldu. Şimdi iş, bazı kadın kısırlıklarında CD9 eksikliği olup olmadığını araştırmaya kalıyor.

Selçuk Alsan

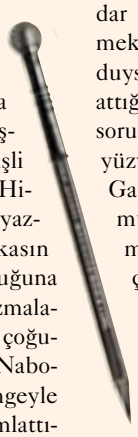
Kaynaklar:
1) Science 287: 319-21, 2000
2) Science 287: 321-24, 2000
3) Proc Natl Acad Sci USA 96: 11830-5, 1999
4) J Immunol Methods 229: 35-48, 1999
5) Biochem J 338: 61-70, 1999

Vitrinde Olmayanlar

Henry Petroski, Kurşunkalem *adlı yapıtında günlük hayatımızda sıradan bir nesne olarak görmeye alıştığımız kurşunkalemin uzun, ilginç ve şaşırtıcı öyküsünü ele alıyor. Gelişmekte olan teknoloji karşısında kurşunkalemin varlığını sürdürebilmesi ve 400 sayfalık bir kitabın konusunu oluşturması bile başlı başına heyecan verici. Kitaptan küçük bir alıntı...*

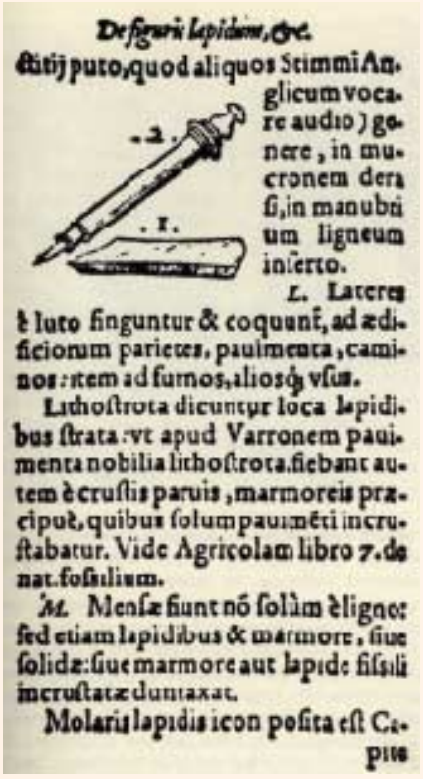


Kurşunkalemin tarihi, tabii yazıldığı söylenebilirse, silintiler ve düzeltmelerle doludur. Belki de bu kaçınılmazdır; çünkü tarih hikâye anlatmakla başlar. Hikâye anlatanlar en çok, en ilginç görünen şeyleri en ilginç biçimde aktarmak ister gibi görünürler. Hikâye anlatıcılarının bile isteye yanıltıcı olduklarını söylemeye çalışmıyorum; ama şüphesiz ki konularını ve kullandıkları sözcükleri seçer ve yalnızca uygun görünmeyen konuları değil, o sırada gerekli veya önemli görünmeyen, daha büyük başka hikâyelerin anlatılmasına elverişli olmayan konuları da es geçebilirler. Hikâye anlatmak, aynı zamanda yazı yazmaktır. Truman Capote'nin "makasın kurşunkalemden daha faydalı olduğuna inanıyorum" derken ima ettiği elyazmalarının düzeltilmesi konusu yazarların çoğuna tanıdık geliyor olmalı. Vladimir Nabokov da aynı düşünceyi farklı bir imgeyle ifade etmiştir: "Bugüne kadar yayımlattığım her sözcüğü –genellikle birçok defa– yazmışımdır. Kalemimin silgisi her zaman ucundan önce bitmiştir."



Kurşunkalemle yazılmış onca yazıya karşın, kurşunkalem hakkında yazılmış çok az şey vardır. Yazarlık ile ilgili yazılmış o kadar şey varken, kim kurşunkalemle ilgili bir şeyler okumuştur? Bilimle ilgili yazılmış o kadar şey varken, kim mühendislikle ilgili bir şeyler okumuştur? Katedrallerle ilgili yazılmış o kadar şey varken, kim fabrika binalarıyla ilgili bir şeyler okumuştur? Ama bu, kendilerinden nadiren bahsedilen şeylerin uygarlık tarihiyle ilgisi olmadığı anlamına gelmez. Bir Alman kurşunkalem firması, ürünlerini pek de yaratıcı olmayan bir biçimde tanıtırken şöyle diyordu: "Çok az sayıda nesne, sanat ve bilimin yaygınlaşmasına kurşunkalemden daha fazla katkıda bulunmuştur. Hatta gündelik kullanımda onun kadar evrensel olan başka bir nesne daha yoktur. Kurşunkaleme olan aşinalığımız ona kayıtsız kalmamıza neden oluyor." Tanıtım yazısı devam ediyor ve belki de tarihsel bir perspektif ortaya koymaktan çok, satılan ürünü desteklemek için şu iddiaya yer veriliyor: "Varoluşlarını, makineleşmeye borçlu olan çoğu nesne gibi Kurşun-Kalem de tamamen çağımıza ait bir üründür."

Kurşunkalemin on yedinci yüzyıldaki uzun ve yavaş gelişimi, o dönemdeki mühendislik çalışmalarının hikâyesine paraleldir. Görünüşe bakılırsa, Endüstri Devrimi'nden önceki yüzyıla dek ne başarılmışsa eskiçağ uygulamalarına öykünerek başarılmıştı. Büyük gotik katedraller inşa edilmiş olmasına karşın, taş köprüler için model hâlâ Roma kemeriydi. Her ne kadar Stonehenge ve piramitler bin yıldır mekanik üstünlük anıtları olarak duruyorduysa da, Galileo, Aristotelesçilerin ortaya attığı ancak tam olarak cevaplayamadığı soruları yeniden soruyordu. On yedinci yüzyılın sonuna gelindiğinde, yalnızca Galileo ve Newton modern bilimin ve mühendisliğin temellerini atmakla kalmayacak kurşunkalem de bugünkü biçimini alacaktı. Bilim ve mühendisliğin ilerlemek için kurşunkaleme ihtiyacı olmayabilirdi; oysa kurşunkalemin gelişimi, mühendislik uygulamalarına giderek daha bilimsel yaklaşılmasından büyük ölçüde faydalanacaktı. Ama bu on sekizinci yüzyılın sonlarından önce gerçekleşmeyecekti.


De figuris lapidum, &c.

titij puto, quod aliquos Stimmi Anglicum voca-re audio) genere, in mucronem desi, in manubrium ligneum inserto.

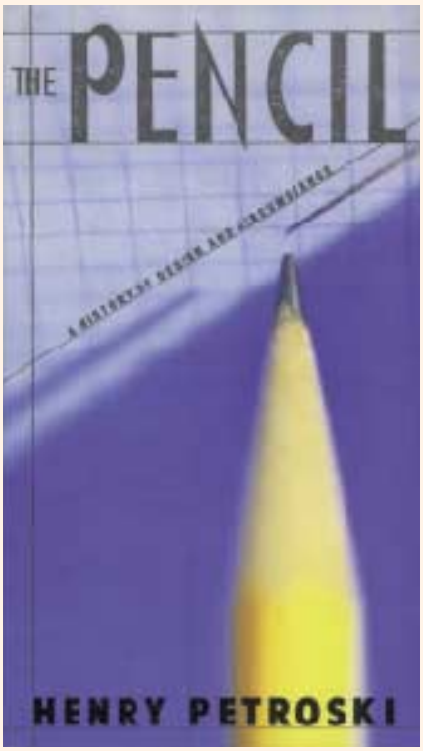
L. Lateres è luto finguntur & coquunt, ad ædificiorum parietes, pauimenta, caminos: item ad fumos, aliosq; vsus.

Lithostrota dicuntur loca lapidibus strata: vt apud Varronem pauimenta nobilia lithostrota fiebant autem è crustis paruis, marmoreis præcipuè, quibus solum pauimẽti incrustabatur. Vide Agricolam libro 7. de nat. fossilium.

M. Mensæ fiunt nõ solùm è ligno: sed etiam lapidibus & marmore, siue solidæ: siue marmore aut lapide fissili incrustatæ duntaxat.

Molaris lapidis icon posita est Capite

Bilinen ilk kurşunkalem çizimi Konrad Gesner'in fosiller hakkındaki 1565 tarihli kitabında yer alıyor.



The Pencil, A History of Design and Circumstance
Henry Petroski
Alfred A. Knopf, Inc., 1989, 434 sayfa

Kurşunkalem kadar sıradan ve görünüşte basit bir ürüne gelinceye kadar, kurşun yazı yazma araçlarının geçirdiği evrimin bu kadar uzun sürmesinin birçok nedeni vardır. Kurşun yazı yazma araçlarını üreten eski zanaatkârlar, maliyet hesabı yapmaları gerekmediği halde, nasıl daha iyi kalemler yapabileceklerini bilmiyorlardı. Bir işaretleme aracı yapmak için gerçekten uygun bir malzemenin keşfedilmesinden önce, kurşundan yapılmış bu kalemleri alaşımlar kullanarak iyileştirme girişimleri sonuçsuz kalmıştı. Temel araç, ancak özel amaçlar için özelleşmiş biçimlerin gelişmesiyle, zaman içinde geliştirildi. O zaman geçerli olan kimya ilkelerinin ilkel ve sistematik olmayan bir biçimde anlaşılması, üzerine yeni şeyler eklenebilecek kuramsal temellerin ve kurşunkalemde kullanılan malzemelerde temel bir değişiklik yapmaya olanak sağlayacak somutlaşmış bir mühendislik uygulamasının da olmadığı anlamına geliyordu. Bugün bile işe yarayan deneme yanılma yöntemleri o zaman da işe yarayabilirdi, ancak elde uygun malzemeler ve bu malzemeleri işleyecek yöntemler olmadan deneme yapma olanağı da zaten yoktu.



Çeviri: Sevil Kıvan

Yayın Dünyası

Murat Dirican

Yaşamın Kökenine Dair Yedi İpucu



A.G. Cairns-Smith
Çeviri: F. Halatçı
Sarmal Yayınevi
İstanbul
Şubat 2000

Çoğumuzun bildiği gibi Sherlock Holmes, bir olayda baştan kolay parçaları ele almak yerine anlaşılmaz görünen öğeleri arar. Ona göre hırsızın kendini ele verecek zili neden çaldığı anlaşıldığında tüm sorun çözülecektir. A.G. Cairns-Smith de yaşamın kökeni sorununu Holmes'a özenen bir yaklaşımla ele alıyor. Yaşamın neden başlamış olabileceğini anlayabilirsek, gerçekte nasıl başladığını bilebileceğimizi düşünüyor.

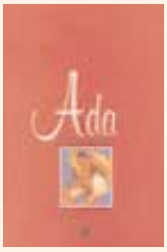
Bu nedenle *Yaşamın Kökenine Dair Yedi İpucu*'nun büyük bir bölümü, yeryüzünde yaşamın kökenine, bunun gizli kalmış yanlarının araştırılmasına ve bu zorlukların sadeleştirilmesine ayrılmış. Kısacası bu kitap, dünyada yaşamın nasıl başladığına ilişkin sorular soruyor ve unutulmaz dedektif Sherlock Holmes'un olayları çözme yöntemiyle bu sorulara yanıt bulmaya çalışıyor. Yazar bu konuda "Hangi açıdan bakılırsa bakılsın yaşamın kökeni dedektiflik gerektiren bir sorun. Yeni kitabı bir dedektif öyküsü tarzında yazmanın keyifli olacağını düşündüm. Eğer istiyorsanız bunu dedektif öyküsü gibi okuyabilir, 10. bölüm civarında ortaya çıkmaya başlayacak olan o meraklı sonu bulmaya çalışabilirsiniz." diyor.

17 Ağustos'un Ardından Deprem, Devlet ve Toplum Depremden Kalanlar



Yalçın Kaya
Otopsi Yayınları
İstanbul
Şubat 2000

Bu kitap, bir yapı uzmanının her biri 4-5 sayfa uzunluğunda deprem anekdotlarından oluşuyor. Kimi gülümsetici, kimi üzücü; fakat hepsi düşündürücü, küçük anekdotlar... Kitapta yer alan "Deprem ve Seks" ya da "Deprem Gecesi Bir Tecavüz Olayı" vb. gibi yazılar, deprem sırasında yaşanmış, güldürürken ağlatan, ağlatırken güldüren trajikomik durumları öykülüyor: "Deprem Çadırında İrtica Bildirisi" gibi yazılarsa, depremin bir siyasi sömürü aracı olarak nasıl kullanıldığını tüm çıplaklığıyla gözler önüne seriyor. Yalçın Kaya, bu kitabında, yalnızca 17 Austos depremi ve sonrakileri değil, Kobe depremi'nden Mexico ve Lizbon depremlerine değin gelmiş geçmiş en yıkıcı depremleri işliyor. Depremin açığa çıkardığı siyasal ve sosyal çarpıklıkları akıcı bir anlatımla çarpıcı biçimde gözler önüne seren yazar, toplumsal belleğin unutmaya başladığı 17 Ağustos'u yazılarıyla unutulmaz kılıyor.



Ada

Aldous Huxley
Çeviri: S. Akar
Ayrıntı Yayınları
İstanbul 1999

Huxley son romanı Ada'da Batı'nın bilimsel-teknolojik üstünlüğüyle Doğu'nun bilgeliğini ustaca kaynaştırırken, özgür ve mutlu bir yaşamın çıkış noktası olarak bu sentezi gösterir.

Düşsel ada Pala'da bireyler sınırsız bir düşünce özgürlüğü içinde yaşarlar; yeteneklerini ve yaratıcılıklarını alabildiğine geliştirme şansına sahiptirler. Mutluluk da bu sınırsız özgürlükten kaynaklanır. Savaşların, kişisel ve toplumsal yıkımların, demografik baskının, amansız rekabetin, yeryüzünü çılgınca saran tüketim tutkusunun, yozlaşan insani değerlerin yol açtığı kozmik umutsuzluğun karşısına umudu, barışı ve sevecenliği koyar Huxley *Ada*'da.

Budist Palalılar için asıl amaç, gerçek dünya ile kendileri arasında duyular yoluyla uyumlu bir ilişki kurmaktır. Beş duyunun yarattığı sınırsız algılama biçimleri insanın benliğini aşmasını sağlar. Bu yüzden, sevişme töresi el üstünde tutulur Pala'da. "... *Ada* belki de Huxley'in en karamsar yapıtıdır. Hırsın, kitlesel iletişimin, petrole doymak bilmeyen taşımacılığın, nüfus artışının, yerleşik düşmanlıkların yoğunlaştığı bir dünyada, Pala'da, özgürlük ve mutluluk vahasında yaşayan barışçı ve işbirlikçi bir toplumun var olma şansının ne kadar az olduğunu gösteren Huxley'in keskin gözlemini yansıtır..."

Çocuklukta Normallik ve Patoloji



Anna Freud
Metis Yayınları
Çeviri: A. Nahit Babaoğlu
İstanbul
Ocak 2000

Psikolojinin önde gelen adlarından Anna Freud, psikanalitik ilkelerin çocuk terapisine uygulanmasına öncülük etmişti. Kendisi gibi çocuk psikanalizini temel alan, ancak nesne ilişkileri kuramını yerleştirmeye çalışan Melanie Klein'le giriştiği kuramsal tartışma, İngiliz psikanaliz çevrelerinde ciddi bölünmelere neden olmuştu. Yazarın son kitabı olan ve görüşlerini özetleyen *Çocuklukta Normallik ve Patoloji*, çocukluk ve gençlikle ilgili pek çok gündelik soruna eğilişiyle, uzmanların yanı sıra çocuk yetiştiren herkesin de ilgisini çekecek temel bir kitap.



Eskiçağda Menderes'in Ötesi
George E. Bean
Çeviri: Pınar Kurt
Arion Yayınevi
Arkeoloji Dizisi
İstanbul, Şubat 2000



Uygarlığın Işıldakları
İsmet Zeki Eyuboğlu
Pencere Yayınları
İstanbul,
Ocak 2000



Camera Lucida
Roland Barthes
Çeviri: Reha Akçakaya
Altıkırkbeş Yayınları
İstanbul
Şubat 2000



Kıyamet
D. Herbert Lawrence
Çeviri: Figen Dereli
Dost Kitabevi Yayınları
İstanbul
Şubat 2000

Gösterimlerin Çözümlemesi
Tiyatro, Dans, Mim, Sinema
Patrice Pavis
Dost Kitabevi Yayınları
Çeviri: Şehsuvar Aktaş
İstanbul, Şubat 2000



Yarim Haziran
Can Dündar
İmge Kitabevi Yayınları
Ankara,
Ocak 2000



Kardiyoloji 2000
C. Heper, Y. Heper, E. Moğol
Alfa Basım Yayım Dağıtım
İstanbul,
Şubat 2000



Deprem Kuşağı Deprem Nedir? Ne Değildir?
Mario Salvadori, Matthys Levy
Çeviri: Turgut Gürer
Doğan Kitapçılık
İstanbul, Şubat 2000



Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Tangram



Yine Mantık

Eiffel Kulesi'ni gezen bütün Minnesotalı kadınlar çiçekli bir şapka giyiyorsa ve Eiffel Kulesi'ni gezen kadınlardan yalnız çiçekli şapkası olanlar Minnesotalıysa şunları diyebilir miyiz: a) Eiffel Kulesi'nde her çiçekli şapkalı kadın Minnesotalıdır. b) Eiffel Kulesi'nde çiçekli şapkası olmayan Minnesotalı olamaz. c) Minnesotalı ve çiçekli şapkalı bütün kadınlar Eiffel Kulesi-'ni gezer. d) Eiffel Kulesi'nde Minnesotalı olmayan çiçekli şapkalı kadınlar da olabilir. e) Eiffel Kulesi'nde çiçekli şapkasız Minnesotalı kadınlar da olabilir. f) Eiffel Kulesi'nde çiçekli şapkası olmayanlar Minnesotalı değildir.

Hedefler

Düşman tankları arasında en fazla 2 km mesafe var. Roketatarınızı nereye koymalısınız ki her tanka erişme şansınız eşit olsun.

Çılgınca Oyunlar



a) İki akıl hastası şöyle bir oyun oynuyor: Sonsuz kareli bir kâğıt üzerinde sırayla bir karenin bir kenarını çiziyorlar. Aynı çizgi üzerinden iki kere geçmek yasak. Hamle yapamayan oyunu kaybediyor. Buna göre şunu kanıtlayınız: 1. oyuncu isterse yenilmeyebilir ve 2. oyuncu ne yapsa asla yenilmez.

b) Aynı iki hasta bir voleybol ağının sırayla karelerini kesiyor. Ağda $n \times n$ kare var ve her keresinde bir kare kesiliyor. Ağı ikiye bölecek bir kesim yapan oyunu kaybediyor. Kim kazanır?

Saf Mantık



Bir satranç tahtasının sıralarının (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) her biri ve sütunlarının (a, b, c, d, e, f, g, h) her biri üzerinde tek sayıda (1, 3, 5 veya 7) taş bulunuyor. Bu koşullarda satranç tahtasının siyah kareleri üzerinde çift sayıda taş bulunduğunu ispatlayınız.

Dost Sayılar

Matematik Şöleni'nde Cin Ruhi'nin gömleğinde 1184, Sonsuz Solen'in 1210 yazıyordu. Deli Ruhiye, üstünde yüzyıllar boyu uğursuz sayılan, şeytan sayısı ya da hayvan sayısı denilen 666 yazılı bir bluz giymişti. Kafaboş'un gömleğinin sırtında kocaman bir sıfır vardı. Şahane Şahsene'nin sayısı 1'di (hayatı boyu yalnız 1 kişiye aşık olmuş). Asılsız Aslı $\sqrt{-1}$ ile öğünüyordu; bu hayali bir sayıymış; onun da herşeyi hayalî imiş. Peri Perihan 1/13, Şeytan Şeyda 13 sayısını gururla taşırken birbirlerine her zaman ters düştüklerini anlatıyorlardı. Küresel bir vücut yapısı olan Balaban Amca kendisine π'yi yakıştırmıştı. Kafaboş dayanamayıp Ruhi'ye sordu: "Neden sen 1184 giydin; Solen neden 1210 giymiş; niye elele tutuşuyorsunuz?" Ruhi "Kafacığım, 1184 ve 1210 dost sayılardır" dedi. "Dost sayıları hatırlayasınız diye elele tutuştuk". Sonra Cin Ruhi kısaca dost sayıları anlattı. Dost sayılar nedir?

Tutuklu İkilemi

A ve B gibi iki kişi bir suç işliyorlar. Polisin elinde suçun kanıtları yok. A ve B ayrı hücrelerde ve birbirleriyle konuşmaları yasak. Dedektif Kafacan, hem A'ya, hem B'ye bazı şeyler söylüyor: fakat A, Kafacan'ın B ile de konuştuğunu; B, Kafacan'ın A ile de konuştuğunu bilmiyor. Kafacan herbirine şunları söylüyor: 1) İkinizden biri suçunu itiraf eder, diğeri etmezse, itiraf edeni delil yetersizliğinden serbest bırakacağız; itiraf etmeyene adaleti kandırmak suçundan en ağır hapis cezasını vereceğiz. 2) İkiniz de itiraf ederseniz delil olmadığından hafif bir hapisle kurtulursunuz, serbest bırakılamazsınız. 3) İkiniz de susarsanız ikinize de hapis verilir; fakat bu cezanın süresi, 1. şıkta susanın alacağı cezadan hafiftir. A itiraf etmeli mi, etmemeli mi?

10 Çift Çizme



10 kişi çamurlu bir havada çizmelerini giyerek bir dostlarına konuk oldular. O sırada deprem oldu ve her biri dışarı fırlayarak eline geçirdiği ilk çizmeyi giymeye çalıştı. (Kendi çizmelerini aramaya zamanları yoktu). Doğal olarak hiç kimse kendi ayağından daha küçük bir çizme giymedi (giyemezdi zaten). En fazla kaç kişi çizmesiz kaldı?

Sonsuzluğu Tadalım

a) Kenarlarının sayısı sonsuz (infinigon), alanıysa sınırlı bir düzlem şekil bulun. b) Yüzlerinin sayısı sonsuz (infinihedron), hacmiyse sınırlı bir çokyüzlü bulun. c) Bir açı 45°, 90°, 350°, 1000°, 1 000 000° ... olabilir. Tabii ki bir açı sonsuz derece de olabilir. 360°den büyük, sonsuz olmayan bir açının trigonometrik fonksiyonlarını bulmak için açıdan 2π'nin k katını çıkarırız. Aradaki farkın trigonometrik değerleri söz konusu açınınkine eşittir. Örneğin 400° nin trigonometrik değerleri 400°-360°= 40° ninkilere eşittir. Bir açı sonsuz dereceyse ne yapmalıyız? Sonsuz 2π'ye bölünmez.

Düzgün Çokgen ve Daire

Her düzgün çokgen etrafına çevrel çember çizilebilir mi? (Çokgenin bütün köşelerinden geçen çember). Hangi düzgün çokgenler pergel ve cetvel yardımıyla çizilebilir?

Alo! Akliye Servisi mi?

Cin Ruhi keşke sormaz olaydı. Aşağıdaki bilmeceyi bir ruh doktoruyla evleneceği gün Deli Ruhiye'ye sordu. Ruhiye düğünü falan unutup odasına kapandı. Odasından hayret, öfke, üzüntü ve nefret ifade eden homurtular, öfkeyle kırılan bardakların şangırtıları ve üst üste yırtılan kâğıtların sesleri geliyordu. Sonunda kapısını açıp şöyle bağırdı: "Mari diye biri olamaz. Ruhi, Anna'ya hemen mektup yaz; de ki çok üzgünüz; bir yanlışlık olmuş; senin yaşın 1500." Nişanlısı Ruhiye'yi acil olarak kendi hastanesine götürdü. Aslında Sam Lloyd'un bu dahiyane problemini deneyimli matematikçiler bile zorlukla çözmüştür. Bir de siz deneyin bakalım. İşte bilmece;

Mari ile Anna'nın yaşlarının toplamı 44. Bir T tarihinde Mari'nin yaşı Anna'nın yaşının 3 katıydı. Anna, Mari'nin T tarihindeki yaşının 3 katına gelince (bu tarihe Z diyelim) kendisinin T tarihindeki yaşının 9 katına erişmiş olacak. Anna'nın Z'deki yaşının yarısından Mari'nin T'deki yaşı çıkarılır ve buna Anna'nın T'deki yaşı eklenirse, Mari'nin bugünkü yaşının yarısı bulunuyor. Mari ve Anna kaç yaşındalar?

Geçen Ayın Çözümleri

Saç Sayısı

Burada çekmece kuralı geçerli. Elimizde *n* çekmece ve *n*+1 top olsa, bunları çekmecelere dağıtırken zorunlu olarak en az bir çekmecede birden fazla top olacaktır. Her çekmecede bir top olsa, çekmecelerin birinde iki top olmak zorundadır.

Bir milyon kutu alıp üzerlerine sıfırdan bir milyona kadar olan sayıları yazalım. Her İngiliz, kafasındaki saç sayısını bir kâğıda yazıp o sayıya karşılık olan kutuya atsın. (Kafasında 50 saç olan 50. kutuya, 86 saç olan 86. kutuya,…, 1 milyon saç olan 1 milyonuncu kutuya kâğıdı atar). 50 milyonda 50 tane bir milyon olduğundan en az bir kutuda 50 kâğıt bulunacaktır. En az 50 İngiliz'in kafasında aynı sayıda saç vardır. (Bu sıfırdan 1 milyona kadar olan sayıların 50 kez yazılması demektir; tabii ki örneğin 86 saçı olan en az 50 kişi olacaktır; çünkü 86, 50 kez yazılmıştır.

Hanoi Kulesi

Örneğin 8 disk olsun. Bunlara yukarıdan aşağıya 1'den 8'e kadar numara verelim. Görev bu 8 diski *A* iğnesinden *B* iğnesine nakletmek. 2 kural vardır: 1. Tek sayılı bir diskin birinci hareketi *A*'dan *C*'ye ve çift sayılı bir diskin birinci hareketi *A*'dan *B*'ye olmalıdır. 2. Bir numaralı disk her iki hamlede bir, iki numaralı disk her dört hamlede bir, üç numaralı disk her sekiz hamlede bir,…, sekiz numaralı disk her 2^8 hamlede bir hareket etmelidir. Şu sıra uygulanır: 1*C*, 2*B*, 1*B* (ilk iki disk *A*'dan *B*'ye nakloldu; problem iki disk için çözüldü), 3*C*, 1*A*, 2*C*,1*C* (disk 1, 2, 3 *C* üzerinde kalır), 4*B*,1*B*, 2*A*, 1*A*, 3*B*, 1*C*, 2*B*,1*B* (ilk dört disk *B* üzerinde).

Bir numaralı disk *C*-*B*-*A*-*C*-*B*-*A*…, iki numaralı disk *B*-*C*-*A*-*B*-*C*-*A*-… sırasıyla vb hareket eder. Bir sonraki hamle beş numaralı diski *C* üzerine getirir ve geçmiş hamleleri tekrar ederek ilk beş diski *C* üzerinde toplar. Sonra altı numaralı disk *B*'ye konur ve geçmiş hamleler tekrarlanarak ilk altı disk *B*'ye getirilir; hamleler tekrarlanarak ilk yedi disk *C*'ye konulur. Sekiz numaralı disk *B*'ye konulur ve yedi disk *C*'den *B*'ye nakledilir.

Altı diski nakletmek için gereken hamle sayısı, *n* diski nakletmek için gereken hamle sayısının 2 katından bir fazladır. Bu nedenle 2^n-1'dir. 64 disk için bu 2^{64}-1 yapar. Her saniye bir disk nakledilirse bu 500 000 000 000 yıldan fazla zaman alır.

İki Jokey

19. yüzyıl Amerikalı bilmece ustası Sam Lloyd'un dahiyane problemi. Ortadaki jokeyler dikdörtgenini 90° dik açıyla merkepler üzerine oturtun. İşte üstlerinde jokeyleriyle 2 merkep.

Ruhiye'nin Düğünü

Haftanın günleri:1, 2, 3, …, 7 (Pazar 1, Pazartesi 2, vb.)

Düğün günü: *X*

1Eylül'ün haftanın hangi gününe rasladığı: W_0

$X=19+(12-W_0) \bmod 7$

1 Eylül Perşembeyse düğün 19 Eylül'de, Çarşambaysa 20 Eylül'de, … , Cumartesiyse 25 Eylül 'de olacaktır. Örnek: 1 Eylül Perşembe (5. Gün).

$X=19+(12-5) \bmod 7$.

$=19+7 \pmod 7$ ve $7 \bmod 7 = 0$

olduğundan $X=19$.

Dairenin Merkezi



Gönyenin dikaçılı köşesini dairenin çevresi üzerine koyun. Çapı gören çevre açı 90° olduğundan *XY* çaptır. Gönyenin dikaçılı köşesini daire çevresi üzerinde başka bir noktaya koyarak yeni bir çap elde edin. İki çapın kesişme noktası merkezdir.

Düşünen Adam

Bu, Fransız heykeltraş Rodin'in "Düşünen Adam" adlı ünlü heykelidir. Adam sağ dirseğini sol dizine dayamış. Normalde sağ dirsek sağ dize dayanır.

Chanukalu Problemi

1'den (3N-1)'e kadar olan bütün X_i tam sayılarını dikkate alarak (2N-1) sayısını kaç türlü elde edebileceğimize bakalım. Matematik dille $\sum_{i=1}^{N} X_i = 2(2N-1)$ eşitliğinin kaç çözümü varsa, o kadar sayıda kutu gerekecektir. Kutuların her birinde aynı sayıda, fakat renklere dağılımı farklı mumlar bulunacaktır. N=2 için kutu sayısı 5, N=3 için 61 ve N=4 için (bizim problemimiz) 1469'dur.

(*N*=2, yani 4 gece için çözüm: mavi ve kırmızı mumlar kullanılsın. 4!/2! 2!=6 permütasyon vardır: *MMKK*, *MKMK*, *MKKM*, *KKMM*, *KMKM* ve *KMMK*. 4 gece için gerekli mum sayıları sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 mum. Permütasyonlara göre şu bileşimde 5 kutu gerekecektir: 1) 5*M*+9*K*; 2) 6*M*+8*K*; 3) 7*K*+7*M*; 4) 5*K*+9*M*; 5) 6*K*+8*M*. [*KMMK*=7K+7*M* tekrar olduğu için dikkate alınmaz]. *MMKK*, *MKMK*,… nin üstüne 2, 3, 4, 5 yazarak kutuların bileşimini bulduk: Örneğin *MMKK* sırasıyla 2, 3, 4, 5 mum sayısına karşılık olduğundan *M*+*M*=2+3=5 ve *KK*=4+5=9. Fakat 2*N*=8 için 2520 permütasyon olduğundan hesabı ancak bilgisayar yapabilir. Deneyiniz.

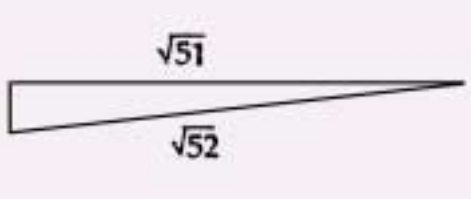
2'nin Kuvvetleri

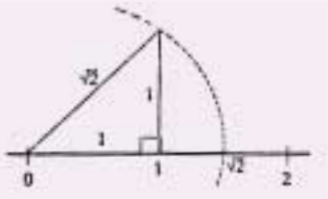
758'i 2'ye böle böle gidelim ve kalanları yazalım: 758/2=379+0; 379/2=189+1; 189/2=94+1;… Bunun sonucunda kalanlar küçükten büyüğe sırasıyla: 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0'dır. 2'nin dokuzuncuya kadar olan kuvvetlerini ve yanlarına parantez içinde sırasıyla kalanları yazalım: 512 (1), 256 (0), 128 (1), 64 (1), 32 (1), 16 (1), 8 (0), 4 (1), 2 (1), 1(0).

Sıfırlı olanları atalım: $758=512+128+64+32+16+4+2=2^9+2^7+2^6+2^5+2^4+2^2+2^1$. 758'I 2'nin kuvvetleri cinsinden yazdık.

Esrarengiz Çinli

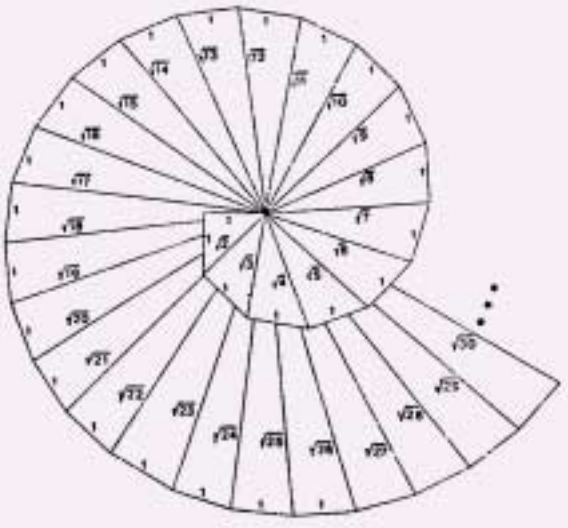
Bunun en doğru yanıtı şu olmalı: Sam Lloyd'un dâhi beyninin kıvrımları arasına saklandı. Lloyd öyle ustalıklı bir çizim yapmıştır ki Çinliler'in her birinin yarısı dış, yarısı iç daire üzerindedir. İç daire döndürülürse bacaklar üzerine yeni gövdeler oturmakta ve bu sırada bir Çinli'nin resmi kaybolmaktadır.





Köklü Sayıların Çizimle Bulunması

$\sqrt{2}$'yi bulmak için kenarları bir olan diküçgenin hipotenüsünü alırız. Kenarları $\sqrt{2}$ ve 1 olan diküçgenin hipotenüsüyle $\sqrt{3}$'ü, $\sqrt{3}$ ve 1'le $\sqrt{4}$'ü, $\sqrt{4}$ ve 1'le $\sqrt{5}$ 'i, $\sqrt{5}$ ve 1'le $\sqrt{4}$ 'yı vb. bulabiliriz. Kenarları $\sqrt{51}$ ve 1 olan diküçgenin hipotenüsü $\sqrt{51}$dir. Genel olarak kenarları $\sqrt{n}$ ve 1 olan diküçgenin hipotenüsü $\sqrt{n+1}$ 'dir.



Afet Zararlarının Azaltılmasında Medya'nın ve Halkla İlişkilerin Önemi

Bilindiği gibi demokratik ülkelerde halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi, merkezi ve yerel düzeydeki yönetimlerin en temel görevleri arasındadır. Özellikle doğal ya da teknolojik afetlerden sonra halkın mevcut tehlike ve riski bilme ve riske karşı neler yapması gerektiğini, yetkililerin bu konuda ne tür önlemler aldıklarını ya da alacaklarını öğrenme hakları, temel insan hakları arasında sayılabilir.

Ayrıca olağandışı durumlarda halkın, en yüksek noktaya ulaşması kaçınılmaz olan, öğrenme ve bilinçlenme ihtiyacı, güvenilir kaynaklardan gelecek ve kolay ulaşılabilecek bilgi akışıyla karşılanmadığı takdirde, bu boşluk, ilgisiz odaklardan kaynaklanacak doğru olmayan bilgiler hem söylentilerle mutlaka doldurulacak hem de halkın zaten yükselmiş olan tansiyonu daha da artacaktır.

Öncelikle, afetler gibi toplumu ilgilendiren olağandışı olaylarda, demokratik ülkelerde halkın bilgilendirilme ve bilinçlendirilmesinde görüldüğü gibi, sorumlu medyanın etkili bir yolda kullanılması da muhakkak ki en uygun bir yöntemdir.

Medyanın halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesindeki rolü yalnızca afet sonrasında değil, aynı zamanda afet öncesi ve sırasında da önemlidir. Sorumlu medya, fırtına, tayfun, su baskınları, kuraklık ve erozyon gibi oluşum yerleri ve etki alanları önceden tahmin edilebilen doğa olaylarının afetlere dönüşmemesi ya da afet zararlarının azaltılmasında halka alarm verme, alabileceği önlemleri duyurma, davranış şeklini yönlendirme gibi çok önemli işlevler üstlenebilir. Ayrıca afetin hemen sonrasında olayın boyutunu ve gereksinimleri belirleme, problemleri yetkililere aktarma, arama-kurtarma ve acil yardım çalışmalarındaki aksaklıkları ve hatalı uygulamaları ilgililerin dikkatine sunma işini yapar. Ayrıca uygulamalardan çıkarılan dersleri, hem topluma hem de yetkililere aktarma gibi çok yaşamsal görevleri de yerine getirebilir.

Ayrıca medyanın afet öncesinde, mevcut tehlike ve riskin halka aktarılması, halkın afet zararlarının azaltılması konusundaki eğitimi konularında da önemli görevleri bulunmaktadır. Ancak bütün bu olumlu katkıların gerçekleştirilebilmesi için, medyanın haber ve yorumlarını halka, tarafsız, dürüst, sansasyon ve izlenme oranı kaygısından uzak olarak aktarabilmesi gerekmektedir.

Maalesef hemen her ülkede olduğu gibi, ülkemizde de medyanın kendi arasındaki yarışma ve çekişmesi, haber ve yorumların sansasyonel, abartılarak ya da dramatize edilerek verilmesine yol açan sonuçları gündeme getirmektedir.

Özellikle toplumun hassasiyeti ve tansiyonunun aşırı artmış olduğu büyük afetlerden sonra, haber ve yorumların gerçekten uzak, taraflı ve çarpıtılarak verilmesi, afetin etkilerini daha da artıracak ve bazen de yeni sosyal afetler yaratabilecek durumlara yol açabilecektir.

İşte bu girişten sonra çok basit bir soruyu yanıtlamamız gerekmektedir.

Haber Nedir?

En yalın anlatımla haberi, genelde topluma önceden bilmediği bir bilginin aktarılması diye tanımlayabiliriz. Ek olarak, haberi; toplum için önem arz eden, değeri olan, günlük hayatta ve toplumsal ilişkilerde kullanılması olanağı veren duyumlar olarak da algılayabiliriz.

Bunlar toplumun haberden bekledikleri olarak da tanımlanabilir. Ancak haberciler için haberin tanımı; rutin olmayan, az bilinen, beklenilmeyen, olumsuz olan, merak edilebilen, sansasyona elverişli olan bilgi ve olaylar olarak da yapılabilmektedir.

Buradan da anlaşılacağı üzere genelde toplumun haber anlayışıyla medya mensubu ve habercilerin haber anlayışları arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Belki de bu anlayış farkı bazı araştırmacıların da ortaya koyduğu gibi, medyanın halkın gözünde yeterli güvenilirliğe sahip olmayan gurup olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır.

17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi'ndeki Gözlemler

17 Ağustos İzmit Körfezi depreminin ilk anlarında, depremin yol açtığı zararların, bölgedeki ihtiyaçların ve sorunların gerek yerel ve gerekse merkezi otoriteye aktarılmasında medyanın olumlu rolü yadsınamaz. Hele hele haberleşmenin tümüyle kesildiği ve ulaşımın bloke olduğu ilk günlerde olayın gerek ulusal ve gerekse uluslararası kamu oyuna aktarılmasında gerçekten yerel ve ulusal medya önemli görevler yapmıştır.

Ancak daha sonraki günlerde hakim olan öne çıkma, farklı olma ve sansasyon yaratma anlayışı, bu olumlu yaklaşımın tümüyle tersine dönmesine ve başta İstanbul olmak üzere Marmara Bölgesi'ndeki 20 milyona yakın nüfusun büyük stres, korku ve panik içerisine itilmesine yol açmıştır.

Bu olumsuz sonuçta maalesef bazı araştırmacı ve bilim adamlarının da büyük payları olmuş, bilim, boy gösterme ve ün yapma kaygılarıyla adeta medyanın izlenme oranını etkileyen bir araç haline getirilmiştir.

Kuşkusuz bu olumsuz ortamın yaratılmasında, halkın bilgi ihtiyacının en yüksek noktaya ulaşmış olduğu afet anında, medya kanalıyla halka en doğru mesajları aktarması gereken, yerel ve merkezi yönetimlerin, tümüyle pasif kalmalarının ve halkı bilgilendiren, bilinçlendiren ve olumlu yönde yönlendiren mesajlar yerine, yalnızca ölü, yaralı ve yıkılan yapı sayılarını açıklamakla yetinmelerinin önemli rolü olmuştur.

Halkın ihtiyacı olan bilgilerin, zamanında ve doğru olarak verilememesinin yarattığı boşluğu, gösterişi seven bilgili ya da bilgisiz bilim adamları doldurmuş, halka bilgi verme ve teknik konuları halk karşısında tartışma konusunda hiç deneyimi olmayan bu kişiler, medyanın da kışkırtmasıyla bölgede tam bir bilgi kirlenmesi yaşanmasına, önemlisi kafalarda açıklık bekleyen soruların daha da kabarmasına ve tedirginliğin artmasına neden olmuşlardır.

Halkın büyük bir kısmı, hiçbir amaca hizmet etmeyen bilimsel tez ve anti-tezlerin günlerce tartışılması karşısında neyin doğru, neyin yanlış olduğu ve ne yapmaları gerektiği konularında tam bir kaos yaşamış ve maalesef bilgili ve sorumlu bilim adamları ve kuruluşların sessiz kalmalarının da etkisiyle, büyük psikolojik sorunlar içerisine itilerek, falcı ve şarlatanlardan yardım bekler duruma gelmişlerdir.

Bu bilgi kirlenmesi ve psikolojik kaos ortamını yaratan medya ve bilim adamları verdikleri mesajların halk tarafından nasıl algılandığı ve anlaşıldığı, neye ve kime hizmet ettiği konularına eğilme ihtiyacı hissetmemişler ve aşırı bencillik duygusu altında, kendi spekülasyonları ve varsayımlarının doğruluğunu, aynen bir bilimsel sempozyum ortamında olduğu gibi, halkın hiç anlamadığı teknik terimler, modeller dia ve resimlerle tartışarak birbirlerine üstünlük sağlamaya çalışmışlardır.

Depremin ilk saatlerinden itibaren, gündeme hakim olma otoritesini yitirmiş yerel ve merkezi afet yönetimi birimlerine ek olarak, ilk saatlerinde depremin büyüklüğünü dahi polemik konusu yapan bilim adamı ve araştırmacıların, ilerleyen günlerde yapay olarak yarattıkları kaos ve stresi azaltma

amacıyla, fay zonlarını dahi dama taşı gibi, kuzeye-güneye kaydırmaları, birbirlerini küçümseyen düşük düzeyli kişisel tartışmaları yaşanmış, bu tartışmaların kurumların üstünlüğü mücadelesi haline dönüştürülmesiyle maalesef bilim adamı ve araştırmacıların da önemli ölçüde güven ve saygınlık yitimine uğramalarına yol açmıştır.

Özetlersek, 17 Ağustos 1999 depremi, ülkemizde halkın bilinçlendirilmesi görevi bulunan yalnızca kamu kurum ve kuruluşları değil, bilim adamları, araştırma kurumları ve medyanın, ülkemizin yüzyıllardır bilinen bir gerçeği olan deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesiyle deprem zararlarının azaltılması konularında ne denli bilgisiz ve birikimsiz olduklarını, acı sonuçları ve ağır faturasıyla bir kez daha gözler önüne sermiştir.

Ne Yapılabilir?

Binlerce yıllık tarihi incelendiğinde, ülkemiz başta depremler olmak üzere, su baskınları, heyelanlar, kaya ve çığ düşmeleri, erozyon, vb. gibi doğa olaylarından en çok etkilenen ülkelerden birisidir. Bu gerçek, hemen tüm toplum kesimlerince bilinmesine karşın, bu sorunun özellikle sorumlu kesimlerce ısrarla gözardı edilmesi, basın, medya ve hatta araştırma kurumlarının dahi, olaya ancak güncellik süresiyle sınırlı ilgi gösteriyor olmaları, bugün ödediğimiz ağır faturanın temel nedenlerinden biri olarak kabul edilmelidir. Gelecekte daha ağır faturalar ödenmek istenmiyorsa, ilgili ve sorumlu tüm kişi ve kuruluşların son depremlerden elde ettiği derslerin ışığı altında, deprem ve diğer doğal afet zararlarının, ancak afetler olmadan önce alınacak, yasal, yönetsel ve teknik önlemlerle azaltılabileceği gerçeğini mutlaka anlaması, kabul etmesi ve hazırlıklarını buna göre yapması gerekmektedir.

Unutulmamalıdır ki doğal afetlerle mücadele her şeyden önce, doğadan gelen bu tehlikelerin doğadaki kaynaklarının çok iyi bilinmesi, her yönüyle tanınması ve yol açacağı can kayıpları ve yaralanmalar, ekonomik, sosyo ve psikolojik kayıpları azaltabilmek için, doğanın en akılcı yol ve yöntemlerle kullanılmasını gerektiren topyekün bir savaşımdır. Bunda da en sade vatandaştan en yetkili makamlara kadar herkese görev ve sorumluluk düşmektedir.

Ancak bu yazıda yalnızca ana konumuzu oluşturan medya ve halkla ilişkilerin önemi üzerinde duracağız.

Doğal afet zararlarının azaltılmasında, afetin öncesi, sırası ve sonrasında medyanın rolü ve gücü yadsınamayan bir gerçek olarak tüm dünyada bilinmektedir. Buna göre, yapılması gereken medyadan, bu alanda etkili ve pozitif doğrultuda nasıl yararlanılabileceğine karar vermek olmalıdır.

Bunun da bilinen ve kabul edilen tek yolu, gerek merkezi ve gerekse yerel otoritelerin, ana görevleri olan, halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi konusunda gündeme hakim olmaları ve etkili "halkla ilişkiler" birimleri kurarak ve bu birimlerde, özellikle olağandışı durumlarda uzman kişiler görevlendirerek, bilgi boşluğu yaratmamalarıdır.

Günümüzde gerek yerel ve gerekse merkezi kurum ve kuruluşlarda mevcut basın ve halkla ilişkiler üniteleri maalesef çağdaş anlamda yeterli ve etkili olmamaktadır; çünkü rutin görevler yapabilecek düzeyde personelle çalışmaktadır. Aslında çağımızda normal koşullarda dahi basın ve halkla ilişkiler başlı başına uzmanlık alanıdır. Afet anları gibi normal olmayan olağandışı koşullardaysa, bu kuruluşlarda, geçici olarak, konularında uzman kişilerin görev alması kaçınılmaz olmaktadır.

Zira afet anları, önceden tahmini güç olan, beklenmeyen ve aniden ortaya çıkan durumlardır ve bu durumlarda ne oldu, nerede oldu, ne zaman oldu, ne sonuçlar doğurdu, nasıl ve niçin oldu, ne planlandı, ne yapılıyor, ne yapılacak vb. gibi birçok soru sorulacaktır ve afetin ilk anlarında bilgi eksikliği nedeniyle de bu ve benzeri soruları doğru yanıtlama olanağı yoktur.

Bu durumlarda yetkililer hem zaman yitirmeden çok hızlı biçimde davranabilme ve hem de medyadan gelen bu tür soruların baskısı altında, bir ikilemle karşı karşıyadırlar. Ya doğru olmayan bilgileri ve tahminleri aktaracaklar ya da doğru bilgileri elde etmek için çok zaman kaybedeceklerdir.

Böyle durumlarda unutulmaması gereken ana amacın kurumların güvenirliliği ve açıklığının korunması olmalıdır. Bu ikilem, ancak her gün düzenlenecek basın toplantılarıyla basın ve halka niçin yalnızca kesin bilgilerin verildiğinin, bilgi alınmasıdaki sorunların neler olduğunun, doğru olmayan bilgi, söylenti ve spekülasyonların niçin verilmek istenmediğinin ve güvenilir bilgiler elde edildikçe bu bilgilerin zaman kaybedilmeden yeniden açıklanacağının anlatılması ile ortadan kaldırılabilir.

Muhakkak ki bu arada bazı önyargılı medya mensupları, gündeme sürekli söylentileri ve spekülasyonları getireceklerdir. Ancak unutulmamalıdır ki, asıl görev medya mensuplarını tatmin ve mutlu kılmak değil, halka doğru bilgileri zamanında ulaştırmak ve güven kaybını önlemektir.

Aslında yukarıdaki kavramlar bilimsel mesleki etik sahibi ve gerçek amacı halkı bilgilendirmek ve bilinçlendirmek olan araştırmacılar için de geçerlidir.

Medya kanalıyla halka bilgi aktarmak isteyen her düzeydeki yetkili ve araştırmacıların davranış biçimleri ana hatlarıyla aşağıda özetlenmiştir:

- Görüşme yapacağınız kişinin adını ve kurumunu öğreniniz.

- Mümkünse görüşme zamanını siz belirleyiniz ve ayak üstü demeç vermekten kaçınınız.

- Ad ve soyadınızı, kurumunuzu ve uzmanlık alanınızı açıkça belirtiniz.

-Sakin, sabırlı ve tahammüllü olunuz. Aynı sorular tekrar tekrar sorulsa dahi, inandığınız aynı doğru cevapları veriniz.

-Medya hakkındaki kişisel düşüncelerinizi açıklamayınız ve polemiğe girmeyiniz.

-Alçak gönüllü ve işbirlikte olunuz ve bir hata yaptığınızda anında düzeltiniz.

-Halkın anlamayacağı teknik sözcükler kullanmaktan kaçınınız. Açık, kısa ve düzgün cümleler kullanınız.

-Dikkatli olunuz ve devrik cümlelerle uzun cevaplar vermekten kaçınınız.

Yapılmaması gerekenler ise ana hatlarıyla aşağıda özetlenmiştir:

- Yorum yok demeyiniz ve kayıt dışı cevaplar vermeyiniz.

-Kişisel görüş ve yorum yapmayınız.

-Spekülasyon, blöf ve şaka yapmayınız.

-Asla yalan söylemeyiniz.

- Bilmediğiniz ya da kesin emin olmadığınız konularda kaçamak yanıtlar vermeyiniz.

- Dedikodu ve söylentilere yanıt vermeyiniz.

- Kişisel ve kurumsal suçlamalar ve polemiklere girmeyiniz.

-Halkı bilmediği konularda karar vermeye zorlamayınız.

- Zaman kazanmak amacıyla sık sık sorunun yinelenmesini istemeyiniz ya da soruyu anlamadım demeyiniz.

- Korkmayınız, heyecanlanmayınız ve savunmaya geçmeyiniz.

Medyaya bilgi aktarmak isteyen özel ve resmi kişiler dışında medyanın kendisinin de yapması veya yapmaması gereken konuların, kendi içlerinde tartışılması ve gerçekçi çözümlere kavuşturulması gerektiği için bu konu medyanın sorumluluğuna bırakılmıştır.

Ancak medya mutlaka kendi etik kurallarını kendisi belirlemeli ve bu kurallara uyulmasını kendi içerisinde çözümlemelidir.

Ayrıca medyanın mutlaka afetler gibi özel uzmanlık isteyen konularda, özel eğitilmiş, araştırmacı muhabir ve yöneticilere sahip olması kaçınılmazdır.

Oktay Ergünay
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
Yüksek Fen Kurulu Üyesi

Kaynaklar:
O. Ergünay "The Roles fo Media and Public Relation Units for Public Disaster Awarencess. Report of International Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management. 10-12 March 1999 Rapor No: METU/DMC 99.02. Ankara
O. Ergünay "Afet Yönetimi Nedir? Nasıl Olmalıdır?
TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı 15-16 Şubat 1996-Ankara.
Disaster Prevention and mitigation Volume 10, Public Information Aspect, UN, New York, 1979.
M.S. Mortensen: Public Relations in Crisis and Disaster, Atlantic Press, 1997.



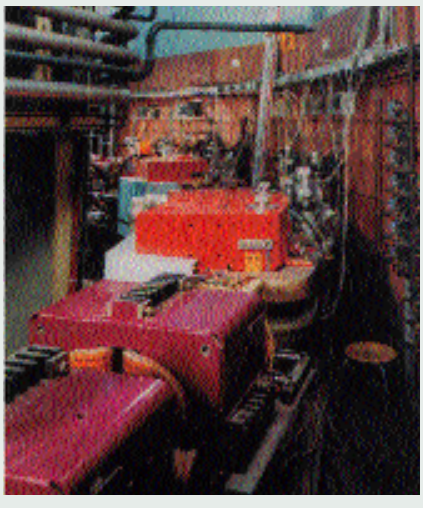
Alp Akoğlu - Raşit Gürdilek

Susam Nerede Açılacak?

Avrupalı ve Amerikalı fizikçiler bilim için masalsı bir ortam istiyor olmalılar ki, Almanya'nın devreden çıkardığı güçlü bir sinkrotron X-ışını kaynağına ev sahipliği için yarışan ülkeler arasında Ürdün ön plana çıktı. Tesisin isteklileri arasında Türkiye de bulunuyor.

Bir halka (daha doğrusu bir sekizgen) içinde mıknatıslarca hızlandırılan elektronların, köşeleri dönerken yitirdikleri enerjiye sinkrotron ışınımı deniyor. Bu ışınım, güçlü ve "temiz" X-ışınları biçiminde ortaya çıkıyor. Moleküllerin yapısının belirlenmesi, moleküler çevre bilimi, yüzey ve arayüz bilimi, mikro-elektromekanik makineler üretimi, X-ışını görüntülemesi, arkeolojik mikroanaliz teknikleri, malzemelerin sınıflandırılması gibi alanlarla tıpta büyük kullanım alanına sahip bu gibi sinkrotron kaynaklarına istem artıyor. Bu nedenle daha modern ve güçlü sinkrotron tesisleri yapılıyor ve Almanya'da bu kervana katılmış bulunuyor. Söz konusu makine, Berlin'de bulunan Bessy-1. Futbol sahası büyüklüğünde ve 0.8 GeV (milyar elektronvolt) gücündeki tesis, yerini daha güçlü Bessy-2'ye bırakmaya hazırlanıyor. Ancak Avrupalı ve Amerikalı X-ışını fizikçileri, Bessy-1'i çürüğe çıkarmak yerine, geliştirerek bir Orta Doğu ülkesine göndermeyi kararlaştırmış bulunuyorlar. Tesisin yeni adı da, yeni yerine uygun: SESAME (susam): İngilizce "Orta Doğu'da Deneysel Bilim ve Uygulamaları için Sinkrotron Işınımı" sözcüklerinin baş harflerinden oluşuyor. Amaç, bilimsel olduğu kadar biraz da siyasal. İsviçre'de bulunan Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı (CERN) gibi, bölgesel temelde bilimsel işbirliğini geliştirecek bir merkez olması planlanıyor. Merkezin öteki üyeleri, Ermenistan, Fas, Filistin, İsrail, Kıbrıs Rum Yönetimi, Mısır, Umman ve Yunanistan. SESAME bu ülkelerce finanse edilecek ve işletilecek. Ayrıca aralarında ABD, Almanya, İtalya, İsveç, İsviçre, Japonya ve Rusya'nın da bulunduğu bir grup ülke de destek sağlayacak. Önemli bir koşul, merkezin tüm üyelerin bilim adamlarına açık olması. Bilimsel işbirliğinin, siyasi uzlaşmazlıkların çözümünü kolaylaştıracağı düşünülüyor.

Rus ve Ermeni bilim adamlarından oluşan bir ekip, Bessy-1'in söküm işini Eylül ayına kadar bitirmeyi hedefliyor. Tesisin Ürdün'e taşınması yolundaki tavsiye kararı, üye ülkelerin temsilcilerinden oluşan bir geçici konseyin 11 üyesinin Nisan ortalarında Paris'te yaptıkları bir toplantıda alındı. Projenin Ürdün'de gerçekleştirilememesi halinde sıradaki aday Ermenistan. Ancak alınan kararların, geçici konseyin tüm üyelerinin haziranda yapacakları bir toplantıda onaylanması gerekiyor.



CERN'in eski yöneticisi ve SESAME geçici konsey başkanı Herwig Schopper, yedi aday ülke içinden Ürdün'ün seçilmesinin kolay bir karar olmadığını, ancak kararın yansız bir tutumla ve bir işbirliği havası içinde alındığını vurguluyor. Schopper'e göre projenin amacı da zaten bu: "Değişik ulusları biraraya getirmek ve bilimi barış için bir araç ve katalizör olarak kullanmak. " Ürdün'deki Al-Balqa Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Rektörü Halid Toukan'a göre Ürdün'ün seçilmesinin nedeni, ülkenin bölgedeki merkezi konumu. Bölge ülkeleriyle, projenin denetleyicisi UNESCO'nun katkılarına karşın, merkezin finansmanı ve kuruluş masraflarının karşılanması sorunları tümüyle çözümlenebilmiş değil. Ürdün Kralı II. Abdullah, merkeze beş yıl süreyle yılda 1 milyon dolar katkıda bulunmayı taahhüt etmiş durumda. Öteki üyelerin de gerekli paranın kalan bölümünü aralarında paylaşmaları isteniyor. Schopper, yalnızca sinkrotron halkasının kurulması ve geliştirilmesinin maliyetini 20 milyon dolar olarak hesaplıyor. 10 elektron demet hattı ve tesisin yer alacağı binanın beş yıl süreceği sanılan inşaatının da benzer bir fiyat etiketi taşıyacağı düşünülüyor. Tesisin yıllık işletme masraflarınınsa 3.5 milyon doları bulması bekleniyor.

Nature, 20 Nisan 2000

Yalnız Kalan Glashow Harvard'ı Terk Ediyor



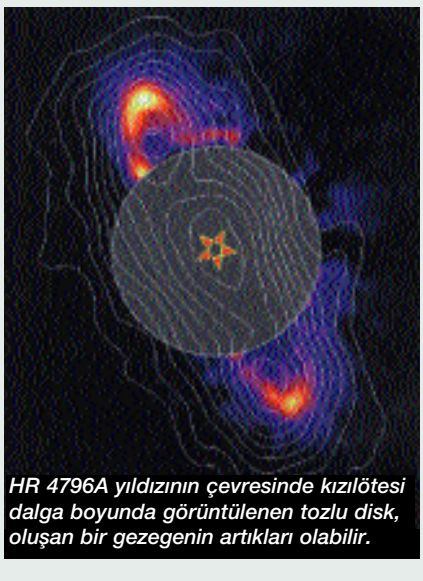
Amerikalı ünlü fizikçi Sheldon Glashow, Harvard'daki kürsüsünden ayrılarak, daha mütevazi Boston Üniversitesi'nde sıcak bir ortam arıyor. Glashow, Abdus Salam ve Steven Weinberg ile birlikte temel doğa kuvvetlerinden elektromanyetik kuvvet ile zayıf çekirdek kuvvetinin aslında aynı kuvvetin değişik görünümleri olduğunu kanıtlayarak 1979 Nobel ödülünü almıştı. Ünlü kuramcı kararında, alacağı daha yüksek maaşın değil, daha yakın bir işbirliği ve ortak çalışma ruhu arayışının etken olduğunu söylüyor. Meslektaşlarıysa, asıl nedenin, Harvard Üniversitesi'nin fizik araştırmalarında sicim kuramına yönelmesini ve Glashow'un kendini yalıtılmış hissetmesi olduğunu söylüyorlar. Boston Üniversitesi'ndeyse parçacık fiziğinin standart modelini benimsemiş daha çok sayıda fizikçi bulunuyor. Bu alanda ağırlık, deneylerle ya da astrofizik gözlemleriyle doğrulanabilen olgulara ağırlık tanıyor. Temmuzda Glashow'u kadrosuna almaya hazırlanan Boston Üniversitesi Fizik Bölümü Başkanı Lawrence Sulak, sicim kuramını, heyecan verici ve gelecek vaat eden, ancak deneysel bulgularla doğrulanması çok zor bir kuram olarak tanımlıyor. Sulak'a göre Harvard'da Glashow dışında aynı disiplinden tek kuramcı Sidney Coleman kalmış bulunuyor ve yalnızca iki kuramcı arasındaki ilişki fazla üretken olamıyor; "çünkü kritik kütleye ulaşabilmek için yeterli sayıda araştırmacıya gereksinim var." Glashow da "eski İngiliz üniversitelerinde olduğu" gibi,kişilerin sıkça biraraya gelerek konuşup tartıştıkları bir ortamın daha yararlı olacağına inanıyor.

Sicim kuramı, standart modelde nokta parçacık olarak tanımlanan tüm parçacıkların, aslında 11 boyutlu uzay zamanda titreşen son derece küçük, iplik, zar, ya da topak biçimli yapıların özel titreşim modlarına karşılık geldiği görüşünü savunuyor. Kuram ayrıca tüm kuvvetleri özdeşleştirecek bir "her şeyin kuramı" için şimdiye değin aşılamayan bir engeli de aşarak, kütleçekimini açıklayan Einstein'ın genel görelilik kuramıyla, atomaltı dünyadaki etkileşimleri açıklayan kuantum mekaniğini de birleştirebilme savında. Ancak sicim kuramcıları, bunun için gerekli matematik araçları tümüyle geliştirebilmiş değiller.

Nature, 22 Nisan 2000

Yeni Yıldızlarla Yeni Bilgiler

Gökbilimciler, Güneş'e oldukça yakın bir bölgede keşfettikleri yeni tür bir yıldız topluluğunun, yıldız oluşumu ve gezegen sistemleri konusunda yepyeni bilgiler sağlayacağını düşünüyorlar. Güneş'e 150 ışıkyılı uzaklıkta, Kova Takımyıldızında bulunduğu için TW Hydrae diye adlandırılan topluluk, modellerde gezegen oluşumunun başladığı yaşta bulunuyor ve gökbilimciler bu yıldızlardan biri çevresinde bir gezegen yakalayıp görüntüleyebilmeyi umuyorlar. Gruptaki yıldızlar, Güneş'in üçte biri ya da onda biri kütlesine sahip küçük ve genç yıldızlar. Yalnızca içlerinden biri, HR4796A, Güneş'ten iki kat büyük ve 20 kat parlak. Grup, daha önce Boğa Takımyıldızında belirlenen T-Tauri türü küçük kütleli genç yıldızlarla benzerlikler gösteriyor. Parlaklıkları, bunlar gibi değişkenlik gösteriyor, tayflarında güçlü atomik hidrojen emisyon çizgileri görülüyor. Ayrıca Büyük Patlama sırasında yaratılan hafif elementlerden olan ve yıldızlardaki sıcaklıklarda kolayca tepkimeye girdiği için uzun süre varlığını koruyamayan lityum, bu yıldızlarda bol miktarda bulunuyor. Anlamı, yıldızlar oldukça genç. T-Tauri yıldızlarından farklarıysa, bunlar gibi yoğun gaz ve toz bulutları içindeki yıldız oluşum merkezlerinde görülmüyorlar. Tersine, içinde doğdukları buluttan eser yok. Bu yıldızların hızları da hayli düşük. Dolayısıyla başka bir bölgede doğup da yuvalarını terk etmişe de benzemiyorlar. BU durumda geriye kalan tek açıklama, bunların küçük kütleli gaz ve toz bulutlarından doğmuş olmaları ve buluttan arta kalanların da dağılmış olması.



HR 4796A yıldızının çevresinde kızılötesi dalga boyunda görüntülenen tozlu disk, oluşan bir gezegenin artıkları olabilir.

Gökbilimcileri asıl heyecanlandıransa, yakınlıkları nedeniyle bunların çevresindeki gaz ve toz disklerinin daha yakından izlenebilmesi ve var olabilecek gezegenlerinin Dünya'daki güçlü teleskoplarla görüntülenebilmesi olasılığı. 10 milyon yaşında olduğu sanılan TW Hydrae grubundaki yıldızlar, 1 milyon yıl yaşındaki T-Tauri yıldızlarıyla, Güneş'e görece yakın açık yıldız kümelerinin yaklaşık 50 milyon yıllık yaşları arasında bir geçiş durumunda. Gezegen oluşumları, yaklaşık 10 milyon yaşında başladığından, gökbilimciler dikkatlerini bu yıldızlar üzerinde yoğunlaştırmış bulunuyorlar. Grubun içindeki yıldızların bazılarının çevresindeki disklerden gelen kısa kızılötesi ışınımındaki dağılım, disklerin yıldıza bakan tarafında süpürülmüş bölgeler bulunduğunu ortaya koyuyor. Bu boşluklar, gökbilimcilere göre oluşmuş ya da oluşmakta olan gezegenlerin imzası olabilir.

Science, 7 Nisan 2000



Kozmik Dans

Hubble Uzay Teleskopu, üçlü bir yıldız sisteminden uzaya fışkıran ve her biri 12 ışık yılı uzunlukta bir çift gaz sütunu görün-



tüledi. Yıldızlar, içinde doğdukları, simit biçimli büyük bir gaz diskinin yanında görülüyorlar. Kenar düzleminden görüntülenen disk, resmin altında koyu bir çizgi halinde görünüyor. Uzmanlara göre üç yıldız arasında birkaç bin yıl önce meydana gelen kütleçekimsel etkileşimler yıldızlardan birini uzaklara gönderirken (diskin üzerindeki parlak topağın solunda), ötekiler yakın bir ikili oluşturmuş (diskin altındaki kırmızı topak). Gaz sütunu, bu ikili sistemdeki yıldızlardan birinden kaynaklanıyor. Zaman zaman satte 1 milyon km hızla püskürtülen gaz, daha önce fışkırmış ve daha ağır yol alan gaz kümelerine yetişip arkadan baskı yapıyor ve onlara parlak topaklar görünümü veriyor.

http://oposite.stci.edu/pubinfo/pr/2000



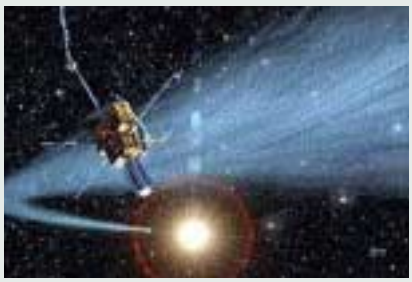
Samanyolu - Andromeda Buluşması

Gökadamız Samanyolu ve komşusu Andromeda, saatte yaklaşık 500 bin kilometre hızla birbirlerine doğru yaklaşıyorlar. Birbirine 2,2 milyon ışık yıl uzaklıktaki iki gökada yaklaşık üç milyar yıl sonra çarpışacak. Kanada Teorik Astrofizik Enstitüsü'nden John Dubinski, çarpışmanın nasıl olacağını bilgisayar canlandırmalarıyla bulmaya çalışıyor.

Dubinski, 100 milyon yıldız ve karanlık madde parçacığının hareketlerini ve iki gökadanın kütleçekiminin yıldızlar üzerindeki etkilerini hesapladı. Böyle bir çarpışma sırasında, gökadalardaki yıldızların ve gezegenlerin birbiriyle çarpışma olasılığı çok düşük. Çünkü, aralarında muazzam uzaklıklar var. Aslında olaya bu açıdan bakınca çarpışma demek de pek doğru olmuyor. Bu, bir bakıma iç içe geçme. Bu olay yaklaşık üç milyar yıl sonra gerçekleşeceğinden, o zaman Dünya üzerinde nasıl bir yaşam olur bilinmez ama, çok etkileyici bir manzarayla karşılaşacakları kesin. Yaklaşık üç milyar yıl sonra, şimdi bile karanlık gecelerde çıplak gözle görebildiğimiz Andromeda tüm gökyüzünü kaplayacak. Güneş'in yaklaşık 4,5 milyar yıl ömrü daha var ve Dünya'nın da bu sürenin büyük bir bölümünde yaşamı barındırması olası.

http://www.newsandevents.utoronto.ca/bin/000414b.asp

Uzunkuyrukluyıldız



Ulysses uzay aracının gönderdiği sinyallerin yeniden incelenmesi, 1996 yılında bizi ziyaret eden Hyakutake kuyrukluyıldızı'nın kuyruğunun sanılandan çok daha uzun olduğunu ortaya koydu. Uzunluk, yarım milyar kilometreyi buluyor. Bu, Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının üç katından fazla. Bu gök cisimleri, Güneş sisteminin çok uzak köşelerinden geldikleri için, sistemin oluştuğu zamanların bozulmamış bilgilerini saklarlar. Dünya'ya hayat veren suyun da kuyrukluyıldızlardan geldiği sanılıyor. Kuyrukluyıldızlar, donmuş halde gaz ve suyun yanı sıra toz da içeriyorlar. Kuyrukluyıldız, Güneş'e yakınlaşınca artan sıcaklık nedeniyle içerdiği gazlar ve su buharlaşmaya başlar. Güneş rüzgârıyla Güneş'ten öteye itilen bu gazlar uzun bir kuyruk oluşturur. Bu sırada serbest kalan toz parçacıkları da gaz moleküllerine göre daha büyük kütleli olduklarından genellikle kuyrukluyıldızın hareket yönüne bağlı olarak ikinci bir kuyruk oluştururlar.

Ulysses uzay aracı, 1990 yılında, Güneş'i, güneş rüzgârını ve onun manyetik alanını incelemek için fırlatılmış, Güneş çevresinde gezegenlerin düzlemine dik bir yörüngeye oturtulmuştu.

NASA Haber Bülteni, 5 nisan 2000

Kuyrukluyıldıza Sinekkuşu

NASA'nın, tasarladığı yeni araç, bir sinekkuşunun çiçeğe yaklaştığı gibi, kuyrukluyıldıza yaklaşacak; nektarını alır gibi örnek alıp hemen uzaklaşacak.

Araç, önce kuyrukluyıldızın çevresinde yörüngeye girecek; bir yıl süreyle, gaz ve toz örnekleri toplayıp atmosferinin bileşimini inceleyecek. Daha sonra, çekirdeğe yaklaşacak; ancak yüzeyine inmeyecek. Zaten, kuyrukluyıldızların çapları 20-30 km'yi aşmadığından, kütleçekimleri çok azdır.

Üzerinde durmak bu nedenle pek de kolay olmaz. Ayrıca, kuyrukluyıldızlar, birer aktif gökcismi olduklarından; yani gaz ve toz püskürttüklerinden, onlara yaklaşmak tehlikeli olabilir. Bu nedenle, gökcismine zaten çok tedbirli bir biçimde yaklaşacak olan uzay aracı, ölçüm ve örnek toplama işini iki saniyeden kısa bir süre içinde tamamlayacak. İki kolundan biri, sıcaklık, sertlik gibi değerleri ölçecek. Ötekiyse, bir kazıcıda olduğu gibi keskin döner bıçaklarla yüzeyden madde toplayacak. Sonra, araç itici motorlarıyla hemen uzaklaşacak.



New Scientist, 22 nisan 2000

ABD Füzelere Karşı Savunmasız mı?

ABD'nin 30 milyar dolar harcayarak geliştirmeye çalıştığı ulusal füze-savar sisteminin, çok kolaylıkla aldatılabileceği öne sürüldü. Savunma Bakanlığı'nca (Pentagon) geliştirilen sistem, ülkeyi örneğin Irak ve Kuzey Kore gibi balistik füze geliştirme potansiyeline sahip ülkelerden gelebilecek saldırılara karşı koruyacak. Ancak, Sorumlu Bilim Adamları Birliği adlı bağımsız bir kuruluş ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) güvenlik araştırmaları programında görevli uzmanlarca yapılan teknik bir değerlendirme, tüm projenin rafa kaldırılması gerektiği sonucuna vardı. Bilim adamlarınca oluşturulan ortak panelin görüşü şu: Kimyasal savaş başlıklarını ayrı bombacıklar halinde taşıyan, savaş başlıklarını saşırtmaca balonlarıyla gizleyen, ya da öldürücü yükü sıvı azotla soğutulmuş bir kılıfla



örtülü füzelerin savunma kalkanını hiçbir güçlük çekmeden delebilirler.

Savunma sistemi, fırlatıldıktan sonra taşıyıcı füzeden ayrılıp düşman savaş başlıklarını yeniden atmosfere girmeden saptayıp, çarparak yok edecek "katil" araçlara dayanıyor. Araştırmacılara göre, balistik füze üretebilecek teknolojik olgunluğa erişmiş bir ülke, savaş başlıklarını saklayacak teknolojiyi çok daha kolayca geliştirebilir. Örneğin, sıvı azotla soğutulan bir kalkanla korunmuş bir savaş başlığı, "katil" aracın kendisini saptayabileceği mesafeyi bin kat azaltır. Hava direncinin olmadığı atmosfer dışında şaşırtma balonları savaş başlığıyla aynı hızda yol alacağından, başlık bunlardan birinin içine gizlenebilir. Panel üyeleri, raporun Başkan Bill Clinton'u projenin hayata geçirilip geçirilmemesi yolunda sonbaharda verilecek kararı erteletmeye yönelteceğini umuyorlar. Ancak projenin siyasi karşıtları daha karamsar; asıl amacın Kasım ayında yapılacak başkanlık ve Kongre seçimleri öncesinde Clinton'un Demokratların savunma konularını hafife aldıkları yolundaki Cumhuriyetçi Parti savlarını boşa çıkartmak olduğunu söylüyorlar.

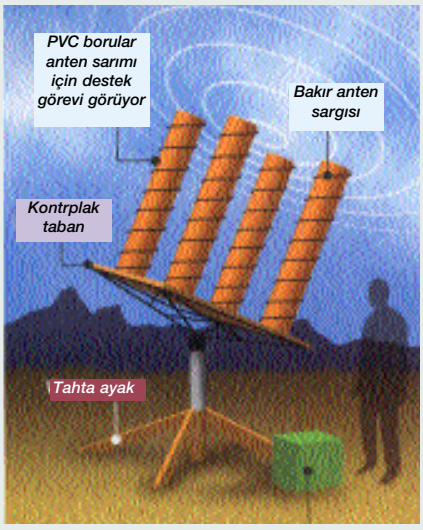
Nature, 20 Nisan 2000

İnternet'le Uydu Bozma

ABD Hava Kuvvetleri, İnternet'te gezinmesini bilen bir bilgisayar kullanıcısının, serbestçe edindiği bilgiler ve piyasada satılan elektronik malzemeler kullanarak, uydu sinyallerini rahatlıkla bloke edebileceğini ortaya koydu.

Hava kuvvetleri yetkilileri, uydu haberleşme ve uzaydan yer belirleme sistemlerinin güvenliğini sınamak için "Uzay Saldırı Müfrezesi" adı verilen ve uydu güvenliğindeki zayıf noktaları belirlemeye çalışan düşman ajanları rolünü oynayan bir ekip kurmuş. Ekip, İnternet'teki Web sitelerini dolaşıp, biraz da kitap ve dergi karıştırdığında, yalnızca uydu yapmak ve işletmek için değil, bunları işlemez hale getirmek için yazılmış bilgilerin de fazlasıyla bulunduğunu saptamış. Ekibin başı Tim Marceau'ya göre "Uydu iletişimini bozma" sözcüklerini yazdığınızda, İnternet arama motorlarının önünüze koyduğu sayfalar, şaşırtıcı sayıda karşınıza çıkıyor.

Marceau, verilen bilgilerin doğruluğunu sınamak için, Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı'nda yeni işe başlamış iki çaylak mühendise, yalnızca İnternet adreslerinden ve piyasadan satın alabilecekleri malzemeden yararlanarak bir uydu yayını bozma sistemi geliştirmelerini istemiş. Deney, korktuğu gibi sonuçlanmış. Yalnızca 7,500 dolar harcayan mühendisler, uydu antenlerini ve askeri UHF (çok yüksek frekanslı) haberleşmesini bozabilecek güçte, gezgin bir UHF parazit kaynağı yapmayı başarmışlar. Marceau "Yapılan iş, radyonuzun sesini, komşunuzunkini bastıracak kadar açmaktan farklı bir

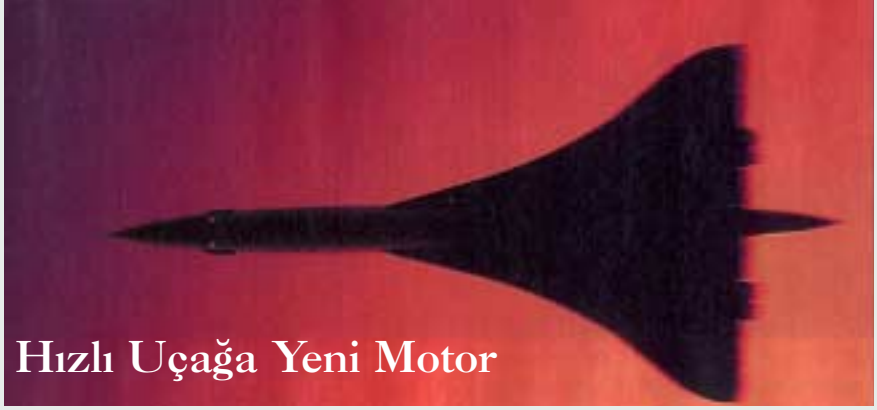


Benzinle çalışan jenaratör ve güçlü UHF kaynağı

şey değil" diyor. Mühendislerin yaptığı ev yapısı sinyal bozucu için kullandıkları malzeme, benzinle çalışan bir jeneratör, birkaç tahta parçası, birkaç plastik boru, biraz bakır tel ve amatör elektronikçilerin zaman zaman kurdukları değiş-tokuş pazarından edindikleri elektronik ses kaynağı ve yükseltici. Plastik boru çevresine sarılmış bakır tel, aygıtın antenlerini oluşturmuş. Bunlar kontrplak bir tabana yerleştirilip tahtadan ayaklar üzerine oturtulmuş, jeneratörden güç alan ses kaynağı ve yükseltici de düzeneğin yanı başına, yere konmuş.

Ekibin başarısına karşın, bunun abartılmaması gerektiğini savunan uzmanlar da var. Washington'daki ABD Bilim Adamları Federasyonu'nun Uzay Politikaları Bölüm Başkanı John Pike'a göre Küresel Yer Belirleme Sistemleri oldukça düşük güçlü sinyaller kullanıyorlar. Bu nedenle birkaç saat çalışmayla, bu sinyallerin işlemez hale geleceği elektronik balonlar yaratabilmek olanaklı. Ama aynı uzmana göre çok yüksek frekanslı haberleşme uydu kümelerini ev yapısı sinyal bozma araçlarıyla etkisizleştirmek öyle kolay değil.

New Scientist, 22 Nisan 1999

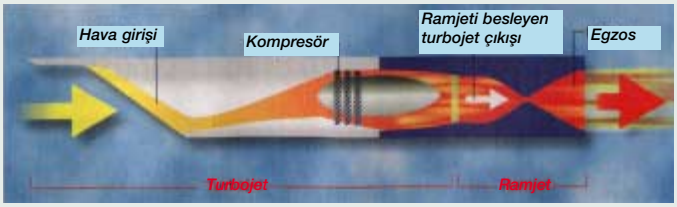


Hızlı Uçağa Yeni Motor

Devrim yaratacak yeni bir jet motoru, geçen ay Tokyo Havacılık Fuarı'nda tanıtıldı. Japonya'nın Yeni Enerji ve Endüstri Teknolojisi Geliştirme Organizasyonu'nun fikir ürünü motor, sesten beş kat hızlı uçabilecek yolcu uçakları için tasarlandı.

Motoru geliştirmek ve üretmek için, Kawasaki, Mitsubishi ve Ishikawajima-Harima firmaları, biri turbojet; öteki ramjet olan iki motoru arka arkaya birleştirdiler. Mach 3'den düşük hızlarda, uçak (henüz tasarlanmadı) gücünü turbojet motorundan, alıyor; daha yüksek hızlardaysa ramjet motorundan alıyor.

Bir turbojet motorunda, motorun önünde bulunan bir fan, havayı içeri alarak sıkıştırır ve yanma odasına iter. Burada, havaya yakıt karıştırılır ve yakılır. Yanan gaz, büyük bir hızla motorun arkasından dışarı püskürür ve böylece itme elde edilir. Ramjet motorundaysa, uçağın ileri doğru hareketi, havanın yanma odasına yeterli hızda ve basınçta girmesini sağlıyor. Turbojet motordaki gibi, burada hava yakıtla karıştırılıp, yakılıyor.



Yaklaşık on yıl önce başlatılan projenin altında, Japonlar'ın Tokyo'dan New York'a 3 saatte varabilen ve yaklaşık 20 000 metre yüksekten uçan bir uçak yapma düşü yatıyor. Motordaki gelişmeler ümit verici olsa da ortada henüz bir uçak yok. Mitsubishi'den Akihiro Tobita, bu uçağın tasarımının ve üretiminin ancak, uluslararası bir işbirliğiyle sağlanabileceğine inanıyor. Bazı yabancı firmalar; özellikle de Rolls-Royce, General Electric ve United Technologies, projeyle yakından ilgileniyorlar.

Yeni motorun, gelenksel jet motorlarına göre daha sessiz olacağı, ayrıca havayı da daha az kirleteceği söyleniyor. Araştırmacıların hedefi, bu motoru daha da sessiz ve verimli hale getirmek.

New scientist, 15 Nisan 2000

Kaç Sıçrarsın Çekirge...

Bir grup İngiliz ve İsviçreli araştırmacı, çekirgelere "Yıldız Savaşları" filminden heyecanlı savaş sahneleri seyrettirerek, otomobil kullanımını daha güvenli hale getirmeye çalışıyorlar. Amaçları, üzerine gelen cisimlerden kaçınabilen bir robot geliştirmek. Daha önce bu gibi sistemler için radar ya da kızılötesi ışınlardan yararlanılmaktaydı. Ancak bu yöntemlerin sorunu, önemli ölçüde bilgisayar işlemi gerektirmesi. Böceklerse, zayıf görüş yeteneklerine ve ilkel beyinlerine karşın, üzerlerine gelen cisimlerden kolaylıkla kaçabiliyorlar. Çekirgelere bu yeteneği sağlayan, bileşik gözlerinin gerisindeki birer iri sinir hücresi. Lobula Dev Hareket Algılayıcısı (LGMD) denen bu hücrenin, çekirgelere kaçış sıçramalarında ve uçuş sırasındaki manevralarında yardımcı olduğu sanılıyor. Newcastle Üniversitesi nörobiyologlarından Claire Rind, LGMD'nin işleyiş biçimini taklit etmenin, otomobiller ve uçaklar gibi taşıtlar için hızlı ve etkin kaçınma sistemleri geliştirilmesine yarayacağını düşünmüş. Bu hücre üzerinde özellikle durulmasının nedeni, doğrudan çekirgenin üzerine gelenlerle, çarpışma rotası üzerinde bulunmayan cisimleri ayırabilmesi. Hücrenin nasıl çalıştığını anlayabilmek için araştırmacı, bir çekirgeye hızla hareket eden cismler seyrettirirken hücrenin hareketlerini izlemiş. Özellikle de Yıldız Savaşları filminden, uzay uçaklarının doğrudan seyircinin üzerine geldiği izlenimi veren savaş sahneleri seçmiş. Rind, daha sonra Zürih'teki İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları Mark Blanchard ve Paul Verschure ile birlikte, çekirgenin görüş sistemine sahip bir robot geliştirmiş. Üç tekerlekli küçük robot, çekirgenin görüş yeteneğine yakın, 20 x 20 piksel çözünürlükte bir kamera taşıyor. Çekirgede olduğu gibi bu fotoalgılayıcılardan gelen sinyaller, önce robotun nöral ağ denen ve girdilere göre kendi çözümlerini üretebilen bir bilgisayar programınca ön işleme tabi tutuluyor ve burada kenardaki hareketler belirleniyor, daha sonra da LGMD gibi çalışan hareket algılayıcısına iletiliyor. Araştırmacılar, deneyler sonunda geliştirdikleri robotun, tepki için çok kısa bir zaman verilmesine karşın üzerine gelen cisimlerin yüzde 91'inden başarıyla kaçındığını belirlemişler. Gene de Rind, geliştirilen teknolojinin ticari kullanıma sunulabilmesi için yeni araştırmalar gerektiğini vurguluyor. Araştırmacıların şimdiki hedefleri, çekirgelerin film yerine gerçekten hareket eden cisimlere karşı tepkilerini izlemek. Bu yolla, hareketli cisimlerin hızlarının deneklerin davranışlarını nasıl etkilediği belirlenebilecek.



New Scientist, 1 Nisan 2000



Altın Arıtmada Siyanüre Son

Avustralyalı bilim adamları, altın madenciliğinde öldürücü siyanür kullanımına son verecek yeni bir teknik geliştirdiklerini açıkladılar. Günümüzde kullanılmakta olan altın arıtma teknolojisinde, cevher halindeki maden ezildikten sonra siyanürle yıkanıyor; böylelikle oluşan altın siyanür iyonları, gözenekli etkin karbonca emiliyor va ancak bundan sonra altın yalıtılabiliyor. Siyanür, zehirli bir bileşim olduğundan, altın madenciliği için kullanıldığı bölgelerde büyük çevre felaketlerine yol açıyor. Geçtiğimiz aylarda Tuna Irmağı ve Karadeniz'i etkileyen siyanür sızması belleklerde tazeliğini koruyor. Monash Üniversitesi fizikçileri, bu soruna bir çare ararken, siyanürden çok daha az zararlı bir madde olan kloru bu işte kullanmanın yolunu bulmuşlar.

Normal olarak klor, karbonla temasa gelir gelmez tuttuğu altın cevherini bırakıyor; bu da arıtma işlemini güçleştiriyor. Ancak Monash ekibi, altın klorür iyonlarını dağılmadan tutacak bir etkin karbon türü keşfetmiş. Arıtmada klor kullanımının, sızmaların yol açacağı çevre kirliliği tehdidini büyük ölçüde ortadan kaldıracağına inanılıyor.

New Scientist, 1 Nisan 2000

Felçliyi Yürüten Teknoloji

Felçli bir hastanın, henüz deneme aşamasında olan bir yöntem sayesinde 10 yıl sonra ilk adımlarını attığı bildirildi. Fransa'nın Strasbourg kentinde yaşayan Marc Merger, bir baston üzerindeki düğmelere basarak yürüyebiliyor. Düğmeler, beline bağlı küçük bir bilgisayarla ilintili. Bu bilgisayar, yürümemiz için beynimizce gönderilen sinir ileti örüntülerinin benzerini üretiyor. Daha sonra bu sinyaller, radyo dalgalarıyla hastanın karnı içine yerleştirilmiş bir aygıt aracılığıyla kalça ve bacak kaslarındaki 50 elektroda komut veriyor. Geliştirilen yöntem, Avrupa Birliği'nin desteklediği sekiz yıllık bir projenin bir parçası. Merger, gerçi yürürken denge sağlamak için bir yürüteç kullanmak zorunda; ama gene de sağaltım yönteminin bir "mucize" olduğunu söylüyor.

New Scientist, 25 mart 2000



Kendi Kemikleriniz

Kaza sonucu, eklem iltihabı nedeniyle ya da ur alınması sırasında kemiklerinin bir bölümünü kaybedenler için yeni bir tedavi yolda. Avrupa şirketlerinden oluşan bir konsorsiyum, birkaç ilik hücresinden yeni kemikler üretmek üzere bir yöntem geliştirdi.

Şimdilik, eğer kemik kaybedilirse, doktorlar genellikle bu kemiklerin yerine metal protezler takıyorlar. Ancak metal, kemiklerre iyi kaynamıyor, ayrıca da kemikler gibi esneklik göstermiyor. Hastanın kendi kemiklerinden alınan parçaların 'aşı' yoluyla takılması da mümkün; fakat bu uygulamada da, kemiğin alındığı yer bir yıl kadar uzun bir süre ağrı yapıyor. Ayrıca, kemik aşısı hastanın kendi bağışıklık sistemi tarafından kabul edilmeyebiliyor.



Hollanda'daki IsoTis şirketinden araştırmacılar, hayvanlardan kemik dokusu kültürleri alarak bunları kemik büyüme faktörleriyle birlikte, kemiklerin mineral bileşenlerinin bulunduğu parçalara (hydroxyapatite) "ekiyorlar". Bundan dört ile altı hafta sonra, ekilen hücreler, normal bir kemik tabakası salgılayarak parçaları birleştirip bunları kütle haline dönüştürüyor.

Bu daha sonra iliği sağlayan hayvana aşılanıyor. Büyüme faktörleri, çevredeki kemiğin büyümesini ve eklentinin kaynamasını sağlıyor.

Araştırmacılar, bu yolla tavşanların radius kemiğine 2 cm uzunluğunda kemik parçaları yerleştirmeyi başarmış. Bir sonraki hedef, keçilerin kalça kemiğine beş cm uzunluğunda bir parça yerleştirmek. Ayrıca, insan ilik hücrelerinden de kemik üretmeyi başarmışlar.

Aslı Zülal

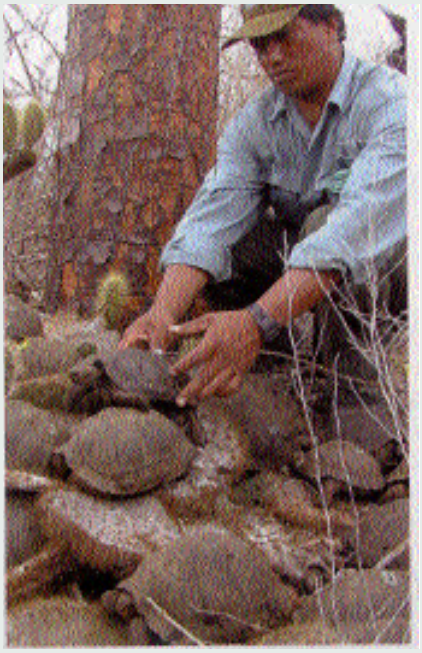
http://www.newscientist.com/news/news_223524.html

Dev Kaplumbağalar Geri Dönüyor

Soyları tükenmek üzereyken koruma altına alınıp yurtlarının dışında üretilen dev kaplumbağalardan binincisi de bu Mart sonunda Galapagos adalarına geri götürülerek doğaya bırakıldı.

Pasifikteki ünlü takımadada yer alan Espanola adasında yaşayan dev kaplumbağaların *Geochelone elephantopus hoodensis* sayısı, yüzyıllar boyunca insanların ve onlar tarafından adaya sokulmuş başka hayvan türlerinin uyguladığı katliam nedeniyle 1963 yılında yalnızca 14'e inmiş ve hayvanlar üreme içgüdülerini yitirmişlerdi. Aynı yıl başlatılan bir koruma programı çerçevesinde ada da bulunabilen kaplumbağalar toplanmış ve başka bir adada kurulan üretme çiftliğinde çoğaltılarak yeniden doğal ortamlarına geri döndürülmeye başlanmıştı.

Galapagos adalarının önemi, karadan çok uzaklarda olduklarından uzun süre üzerlerinde yaşayan canlı türlerinin, binyıllar boyunca değişen çevre koşullarına uymak için uğradıkları değişimlerin izlenmesine olanak sağlayan bir doğal laboratuvar olarak kalmaları. Charles Darwin, Beagle araştırma gemisiyle çıktığı yolculukta



bu adalara uğramış ve evrim kuramıyla ilgili öngörülerini burada yaptığı gözlemlere dayandırmıştı.

Dev kaplumbağaların yeniden üretilmesi programını, gene Galapagos'lardaki Santa Cruz adasında bulunan Charles Darwin Araştırma Enstitüsü yürütüyor. Enstitünün gündeminde, adadaki öteki kaplumbağa türleri için de yeni bir koruma programı başlatmaya hazırlanıyor.

Nature, 30 Mart 2000

Kötü Kader mi, Tarihi Yanılgı mı?

Antik Orta Doğu'da yapılıp yapılıp yeniden yok olan tarihi Megiddo kentinin kötü kaderi, zalim düşmanları çeken zenginliği yerine, kenti ilk kuranların farkında bile olmadıkları bir yanlıştan kaynaklanıyor olabilir. Stanford Üniversitesi yerbilimcilerinden Amos Nur'a göre, Mısır'ı, Mezopotamya'ya bağlayan yol üzerindeki stratejik kalekent, "Orta Doğu'nun San Andreas Fayı" üzerinde kurulu. Kent, 2000 yıl içinde 30 kez yıkılıp, yeniden kurulmuş. Araştırmacılara göre bu döngü, bronz çağı uygarlığının çökmesine yol açmış olabilir. Nur, "istilacıların kente bir miktar zarar verdiklerinden kuşku yok, ama asıl yıkım depremlerden kaynaklanmış olmalı" diyor. "Aksi halde istilacılar neden kentin duvarlarını, ahırlarını, kapılarını yerle bir edip sonra hemen bunları yeniden inşa etmeye koyulsunlar?"

Kentte yıkımın ölçüsü öyle boyutlara varmış ki, bugün İncil'de geçen adı "Armageddon" Batı'da hâlâ kıyamet anlamına gelen bir deyim olarak kullanılıyor.

New Scientist, 22 Nisan 2000

Dinozorlara Karşı Petrol

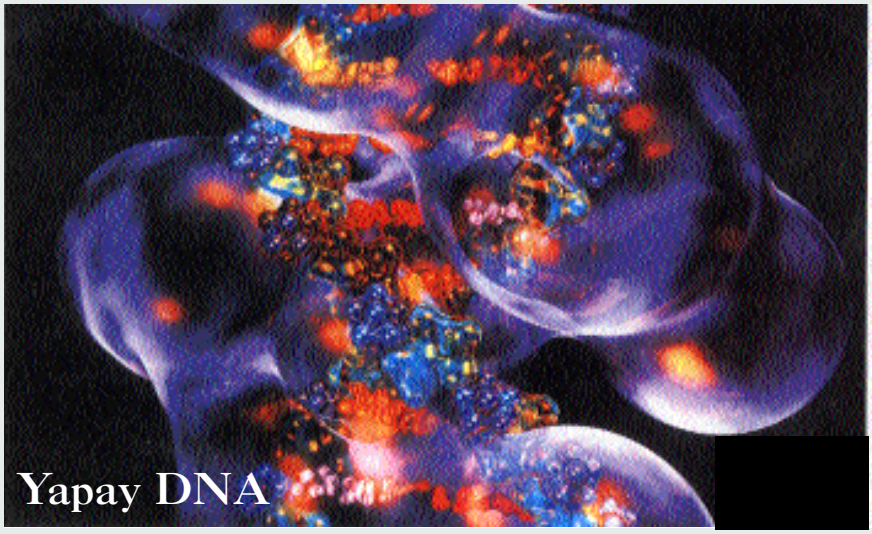
Günümüzden yaklaşık 65 milyon yıl önce, dinozorları yeryüzünden silen olay Meksikalılar'a yaramış gibi görünüyor. Meksika Körfezi'nde, Yukatan'a düşen bir göktaşı, dünya ikliminde önemli değişimlere yol açmış, bu dev sürüngenleri ortadan kaldırmıştı. Ancak, Meksika'nın petrol gelirinde bu göktaşının önemli payı olduğu ortaya çıktı.

Günde 1,2 milyon varil petrolün çıkarıldığı Cantarell bölgesi, Meksikanın en önemli petrol kaynağı. Buradaki petrolün kaynağı yaklaşık 150 milyon yıl öncesinin organik çökeltilerine dayanıyor. Göktaşı, Canterall'ın yaklaşık 350 km uzaklığındaki sığ sulara düştüğünde, çok büyük tsunamilere yol açarak, bu çökeltilerin üzerinin yaklaşık 300 metre kalınlıkta kireçtaşıyla örtülmesine yol açmış. Daha sonra, göktaşının çarpmanın etkisiyle fışkırttığı madde bunun üzerine çökmüş.



O zamandan bugüne kadar geçen sürede, birtakım kimyasal tepkimelerne, kireçtaşı, magnezyumca zengin, daha gözenekli bir yapıya sahip olan dolomite dönüşmüş. Yeraltındaki basınç ve sıcaklık yardımıyla, burada bulunan organik madde, yaklaşık 15 milyon yıl önce petrol yataklarını oluşturmuş. Çarpışmanın yardımıyla oluşan petrol yatakları, ülkenin petrol üretiminin yaklaşık üçte birini oluşturuyor. Ayrıca, bu bölgede, çok daha fazla petrol bulunduğu sanılıyor.

New Scientist, 15 Nisan 2000



Yapay DNA

ABD'li bir grup araştırmacı, her canlının doğal kalıtım şifresi olan DNA'yı, yapay yeni eklerle "zenginleştirmeye" çalışıyor. Hedefleri, bu yolla şimdiye değin doğada hiç görülmemiş proteinler elde etmek.

Yalnızca RNA (ribonükleik asit) taşıyan bazı virüsler dışında , tüm canlı organizmalar, genetik bilgilerini hep aynı dört bazdan oluşan, yangın merdiveni gibi sarmal biçimde birleşmiş DNA (deoksiribonükleik asit) dizelerinde taşırlar. Bu bazlar, adenin, timin, sitozin ve guaninden oluşuyor. Bunlardan adenin, yalnızca timin; sitozin de yalnızca guaninle birleşiyor. Bazlar, kodon adı verilen üçlü dizeler oluşturuyor. Her kodon da doğada bulunan 20 amino asitten birini seçerek protein zincirlerine ekliyor.

La Jolla'da (California) bulunan Scripps Araştırma Enstitüsü moleküler biyologlarından Floyd Romesberg başkanlığındaki ekip, orijinal dört DNA bazına sentetik yeni bazlar ekleyerek kodon modeli sayısını arttırmayı denemiş. Araştırmacılara göre bu yeni kodonların yapay amino asitler üretmeleri, bunların da yepyeni proteinler oluşturmaları gerekiyor.

Gerçi doğal olmayan bazlarla yapılan deneyler, 1980'li yıllara değin gidiyor; ama şimdiye kadar bunların eklendiği DNA örnekleri hep kararsız duruma dönüşmüş. Romesberg ve ekibiyse, bu engeli aşmış görünüyor. Araştırmacıların oluşturduğu 20 yapay baz, tıpkı doğalları gibi şekerlere bağlanıp nükleosid oluşturmuş. Ekip daha sonra bu yapay bazlardan birini, tek bir DNA şeridine eklemiş. DNA'nın kendini kopyalama sürecinde polimeraz denen enzimler, tek şerit halinde dizili kalıpları okuyup, gerekli bazları ekleyerek çiftler oluştururlar. Örneğin, adenini timine, sitozini guanine bağlarlar. Doğal olmayan bir bazsa, değişik biçimde olduğundan gene değişik bir bağ kurar.

Daha önceki araştırmalarda polimerazların bu yapay bazları da gene yapay çiftlere bağladığı görülmüş. Ancak karşılaşılan sorun, bu yapay çiftin, DNA'nın kopyalanma sürecini durdurması.

Sorunu aşmak için ekip, değişik yapıdaki polimerazları, yapay bazlarla deneyerek sonunda sistemi durdurmadan işleyen bir model elde etmiş. Deney sonunda kopyalama işleminin, yapay baz çiftinde kesilmeyerek sürdüğü görülmüş. Ancak, araştırmacılar sınama ve yanılma yöntemiyle çalıştıklarından süreç ağır işliyor.

Ekibin en son amacı, yapay DNA'yı bakterilere aşılayarak, hücre etkinliklerini kesintiye uğratmadan yeni kodonların okunup kopyalanmasını sağlamak. Hedef gerçekleşirse, tıpta ve kimya sanayiinde kullanılabilecek yepyeni proteinler elde edilebilecek.

New Scientist, 8 Nisan 2000

Celera'nın Sirke Sineği Genomu Defolu mu?

20 Nisan 2000 tarihli Los Angeles Times'daki habere göre. Celera Genomics adlı biyoteknoloji şirketinin açıkladığı sirke sineği genomuna ait verilerin içinde, insan genomuna ait bilgiler yer aldığı bulundu. Buna göre, Celera Genomics'in açıkladığı veriler veriler arasındaki 69 parça kod, yani 150 000 DNA parçası, sirke sineğine değil, insan genomuna ait. Başka bir söyleyişle, sirke sineği genomunda olduğu tahmin edilen 180 milyon DNA yapı taşının % 0,1'i insan DNA'sından alınmış.



Yanlışlık, Ulusal Biyoteknoloji Bilgileri Merkezi, GenBank adlı, sirke sineği ve başka canlıların genetik kodlarını içeren ve halka açık bir Web sitesini kontrol ederken ortaya çıktı. Karışıklık ortaya çıktıktan hemen sonra da, Celera'nın söz konusu bilgileri Web sitesinden geri çektiği bildirildi. Bu haberle birlikte, insan genomunun dizilimi konusundaki yarışa yeni bir tartışma konusu daha eklendi. Özel bir kuruluş olan Celera Genomics, insan genomunun dizilimini daha önce bulmak üzere bilim adamlarının oluşturduğu halka açık bir konsorsiyum olan İnsan Genom Projesi'yle rekabet ediyor. Sirke sineğinin genom haritası, insan genomunun diziliminin ortaya çıkarılması konusunda ilk ve önemli bir basamak olarak kabul ediliyordu. Ancak, ortaya çıkan karışıklığın, bilimsel açıdan kalıcı bir hasara yol açmayacağı bildirildi.

Bu son gelişmeler, tam da Celera'nın yöneticisi Craig Venter'in, İnsan Genom Projesi'ni, projede çalışan bilim adamlarının genomu daha önce tamamlayabilmek için kestirmeden gittikleri konusunda Kongre'ye şikayet etmesinden sonra oldu.

Aslı Zülal

http://www.discovery.com/news/briefs/2000420/tech_genome.html

Neredeyse İnsan

İnsan ve fare, DNA'ları dikkate değer ölçüde benzer. İkisi de ortak bir ataya sahip. Her ikisinin de genleri, yaklaşık üç milyar baza sahip. Bunların sadece yüzde üçü fonksiyonal kodlara sahip. Bu yüzde üç, pek fazla mutasyon geçirmediğinden, büyük oranda değişmeden kalmış.

Kanadalı araştırmacılar fare genomunun haritasını çıkarmaya çalışıyor. Bu harita yardımıyla, DNA'yı tümüyle kopyalamadan, sadece eksikleri doldurarak yeniden yapabilmeye çalışıyorlar.

Celera adlı bir biyoteknoloji şirketiyse, "tüfek yöntemi"yle, tüm genomu rasgele parçalara bölüyor. Güçlü bilgisayarlar yardımıyla yeniden birleştiriliyor. Geleneksel sıralama yöntemine göre hata payının daha büyük olmasına karşılık, bu yöntem daha hızlı. Tüm bu çabalar, insan genomunun haritasını çıkarabilmek için. Tüm dünyada, bunu önce başarabilmek için büyük bir yarış var.

Sigaranın Cilde Zararı

Cildimizin sağlıklı ve genç kalması için, vücudumuzda iki maknizmanın sağlıklı çalışıyor olması gerekli. Bunlardan biri eskiyen deriyi parçalarken, öteki yenisini üretir. Vücudumuz, collagen adlı proteini içeren eski deriyi parçalamak için, MMP olarak bilinen enzimlerden yararlanır. Collagen, normal derinin yüzde sekseninde bulunur.

Nagoya Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden akimichi Morita ve çalışma arkadaşları, sigaranın bu mekanizmaların düzgün işlemesini engellediğini gösterdi. Yaptıkları deneyde kullanmak üzere bir sigara dumanı çözeltisi hazırladılar. Bunun için, her iki saniyede bir emilen sigara dumanını tuzlu su çözeltisime pompaladılar. Daha sonra, bu duman çözeltisini, collagen üreten insan derisi hücrelerinin bulunduğu kaplara azar azar eklediler.



Yaklaşık bir süresince duman çözeltisiyle temas halinde bulunan deri hücrelerinin ne kadar yıkıcı MMP enzimi ürettiğine bakıldı. Araştırmacılar, sigara dumanına maruz kalan hücrelerin normalden çok daha fazla MMP enzimi ürettiğini keşfettiler. Ayrıca, ne kadar yeni collagen üretildiğine bakıldığında, yaklaşık %40'lık bir azalma olduğu görüldü. İki etkinin bir araya gelmesi; yani bir yandan daha fazla yıkıcı MMP enzimi üretilirken bir yandan da daha az collagen üretilmesi, sigara içenlerdeki erken cilt yaşlanmasını açıklıyor. Araştırmacılar, laboratuvarda yaptıkları bu deneyi sınamak için, sigara içen ve içmeyen kişilerden alımnacak deri örnekleri üzerinde çalışmayı düşünüyorlar.

Bu deneyin sonucu, öteki dermatoloji uzmalarını da etkiledi. Philedelphia'daki Ululuslararası Dermatoloji Merkezi'nin başkanı Lawrence Parish, uzun zamandır bildikleri bir gerçeğin bilimsel olarak kanıtlandığını ve yapılan deneyden de çok etkilendiğini belirtiyor.

New Scientist, 15 Nisan 2000

Kolay Yaşam

Alman araştırmacılar, laboratuvar ortamında yaşayan bir tür kemirgen olan gerbillerin, yabani türdeşlerine göre testislerinde büyüme, beyinlerinde de küçülme olduğu saptadılar. Deneyde kullanılan bu kemirgenler, 1935 yılında yakalanmış 20 yabani havyanın soyundan geliyor. Berlin'deki Hayvan Biyolojisi ve Yaban Hayatı Araştırma Merkezi'nden Steffen Blottner, laboratuvar ortamında, rahat bir yaşam süren bu hayvanların daha çok sperm ürettiklerini ve beyinlerinin de yabanilerine oranla daha küçük olduğunu belirtiyor.



New Scientist, 22 Nisan 2000

TÜBİTAK 2000



TÜRKİYE Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) kırk yıla yakın bir süredir ülkemiz biliminin hizmetinde. Bir kuşak, onunla büyüdü. Adını duymayan yok gibi. Ancak kurum yeni bir binyılın başlangıcında yeni atılımlara hazırlanırken, bilimle görece daha yakından ilgili kişilerin bile TÜBİTAK'ın amacı, işlevleri ve gerçekleştirdikleri konusunda çok net bilgileri yok. Bilim ve Teknik, bu soruları sizlerin adına TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak'a iletti.

TÜBİTAK'ın kurulmasından bu yana 36 yıl geçti. Geriye baktığımızda, bugünkü bilim ortamının 36 yıl önceki bilim ortamı olmadığını görüyoruz. Kuşkusuz TÜBİTAK da 36 yıl önceki TÜBİTAK değil. Hem kendisi büyümüş, hem de kendisi büyürken Türkiye'de bilim ve teknoloji sisteminin bugünkü durumuna gelmesinde epeyce önemli roller oynamış. Bugün Türk bilim teknoloji sistemini oluşturan aktörlere bakarsak, 72 üniversite, yüksek öğretimde 1,5 milyon öğrenci, 60 binin üzerinde akademik personel, binlerce firma. Bu rakamları 1963 yılına, TÜBİTAK'ın kuruluş günlerine çekersek, manzara bugünkü rakamlarla karşılaştırılamayacak kadar farklı: 3-5 üniversite, herhalde birkaç on bin öğrenci ve en iyimser tahminle birkaç bin öğretim üyesi. Burada önemli bir ölçü parametresi üzerinden de çarpıcı bir gelişme görüyoruz. Bence en kolay parametre, dünya bilimine yapılan katkının ölçütü sayılabilecek yayın sayıları açısından dünya sıralamasındaki yerimiz. Türkiye bugün Citation Index'te yayınlanmış 6000 civarında yayınıyla dünyada 25. sıraya gelebilmiş. Bu yerin, daha 1985'te 45. sıra olduğu, 500 civarında bilimsel yayın yapıldığı dikkate alınırsa ciddi bir sıçrama olduğu görülür. Demek ki sistem büyümüş.

BT: Citation Index'te gelişmiş ülkelerin haksız avantajları olduğu, handikap hesaplarını dikkate alan yeni bir sistem gerektiği yolunda görüşler var.

Pak: Doğru, bu sayıları belli normalizasyon faktörlerinden geçirerek anlamlı hale getirmek mümkün. Bunlardan bir tanesi, harcanan her birim para karşılığı, bilimsel kazanım nedir; ya da fert başına çıktı nedir? Ama burada bence en doğrusu, harcananla ilişkilendirilen çıktı miktarları. Sistemi büyütürken, ki TÜBİTAK bunda önemli bir rol oynamış, Türkiye'nin böyle önemli bir maliyet hesabı yaptığını söylemek mümkün değil. Bilim ve teknolojiye yapılan yatırımların 1967'de ve 1993'te yapılan anket sonuçlarına göre GSMH içindeki payı binde 3 olarak seyretmiş. 1993'ten itibaren sistematik biçimde yapılan anketler de, binde 5'lere yaklaştığını söylüyor. Bugünkü rakamlara çevirmek gerekirse, Türkiye'nin kişi başına 3000 dolar civarında GSMH'si var. Yaklaşık 60 milyon da nüfusu var; demek ki 200 milyar dolar civarında bir GSMH'den bahsediyoruz. Bunun da binde beşini alırsak, yaklaşık 1 milyar dolarlık bir Ar-Ge harcaması var. Acaba bu, nüfus başına kaç paraya denk düşer diye sormak mümkün. Belki daha anlamlısı şu: Üniversitelerde 60 000 akademik çalışan var dedik; firmalarda kesin bilmiyoruz ne kadar araştırmacımız olduğunu, ama yuvarlayıp belki bir 20-30 bin de oraya koysak, demek ki, kafa hesabıyla 80-90 bin civarında araştırmacımız olsa, 1 milyar doların kişi başına düşen miktarı 10 000 dolar kadar. Çok kötü görünmüyor. Ama bunu, gelişmiş ülkelerdeki rakamlarla karşılaştırdığınız zaman, 2-3 faktörü kadar düşük. Gene de girdilerdeki tedrici ilerlemenin, çıktıları iyileştirdiği belli. TÜBİTAK'ın kuruluşunun, gelişiminin, getirdiği destek yöntemlerinin sistemde gerçekten bir hizmet gördüğünü söylemek mümkün: Ülke, Citation Index'te 45. sıradan 25.liğe yükselmiş. Tabii burada ciddi bir uyarı da var: Türkiye tedrici olarak 15 sene içinde 20 basamağı atlayarak geldi. Şu anda önümüzdeki ülke Finlandiya. Finlandiya ile ülkemizin yayınları arasındaki fark 2000. Geçebileceğimiz ülkeleri geçtik artık. Şu ana kadar kullandığımız tedrici iyileştirme yöntemleriyle önemli bir sıçrama yapmamız mümkün değil; dolayısıyla Türkiye dönüm noktasında. Daha yükseklerde yer aramak istiyorsa, ekonomide ve pek çok diğer sektörde olduğu gibi, artık "kuantum sıçrayışları" anlamında yeni önlemler gerekiyor. Aksi halde Türkiye'nin bu 25. sırayı koruması bile başarı sayılabilir.

BT: Peki bu sıçramada TÜBİTAK'ın üstlendiği asıl işlev nedir? Bilimi üretmek mi, eşgüdümlendirmek mi, üretimini kolaylaştırmak mı?..

Pak: TÜBİTAK'ı 1963'te kuran değerli büyüklerimiz dünyadaki modelleri iyice araştırmışlar. Akademi modelleri varmış; bir Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'daki akademiler, ve bir de Sovyet akademileri. Bunlar yapı olarak farklı. Batı dünyasındaki akademiler, bilimin ve bilim insanlarının ayrıcalıklarını tescil eden prestij kurumları. Doğu blokundakilerse, fabrika gibi, araştırma enstitüleri görünümünde olan, profesyonel bilim insanlarının çalıştığı yerler. Bir de konsey türü modeller var ki, bilimsel araştırmaları destekleyen, araştırma fonu yönetimi işlevlerini de yerine getiren yapılar. Uzun değerlendirmeler sonunda saptanan sorunların çözümünde en etkili olabilecek olan aracın konsey modeli olduğunda karar kılınmış. Kanunu hazırlarken öngördükle-

ri araçları da iyice tarif etmişler. O da temel felsefelerini yansıtıyor: Önce kendi belirlediği alanlarda araştırma yapacak, dışındaki üniversite ve araştırma kurumlarında faaliyette bulunan bilim insanlarına kaynak sağlayarak destek verecek, pozitif bilim alanlarında bilim adamı yetiştirecek bir kurum yaratmak.

BT: Bu işlevleri yerine getirirken TÜBİTAK'ın izlediği bir strateji, bir vektör var mı? Şu anlamda: Gelişmekte olan ülkelere özellikle ekonomik gelişmeye, üretime yönelik bilim öneriliyor. Oysa Pakistan asıllı Nobel ödüllü fizikçi Abdus Salam, gelişmekte olan ülkeler için kuramsal araştırmaların da çok önemli olduğunu vurguluyor.

Pak: Seçenekler iki tane değil. Üçe, dörde de çıkabiliyor. Türkiye'de bunu ağırlıklı olarak hissetmek mümkün. Bilgi toplumu ve bilgi ekonomisi, enformasyon ekonomisi denen yeni modaliteye doğru kayılıyor. Elektronik ticaretten tutun artık pek çok sistemin İnternet'e girişi ve getirdiği yenilikler tüm yaşamımızı bir şekilde etkileyecek gibi. Onun için bütün politikaların, ekonomik politikalar kadar bilim ve teknoloji politikalarının da buna uyumlu bir biçimde değiştirilmesi lazım. Bizim gibi geriden gelip de olsa olsa iyi taklit, akıllıca taklit yapabilme durumunda olan ülkelerin dünyadaki fazları izlerken hata yapmamaları gerekiyor. 1990'daki büyük dönüşüm çok ciddi dersler öğretti. Kuzey Bloku çöktü. Kuzey Bloku'nun çökmesiyle ondan 15-20 sene önce başlayan Pasifikte'ki yükseliş arasında ciddi karşılaştırmalar yapmak mümkün.

Dünyanın en iyi bilim insanlarının büyük çoğunluğu Kuzey Blokundadır. Ancak bilgi üretim mekanizmasından toplumsal refaha dönüşebilme mekanizmalarının tüm araçları tarif edilmemiştir. Buna karşılık, aşırı örnekleri olsa da Pasifik kıyısında, Japonya, Kore, Singapur, Tayvan vb. ülkeler temel altyapıyı ihmal etmeden ekonomik refaha gidebilen araçların hepsini tarif ettiler.

Kore'yle biz 1960'lı yıllarda aynı bilimsel üretimdeymişiz. Aynı kişi başına GSMH düzeyindeymişiz: Yaklaşık 500 dolar. Aynı üniversite sayısındaymışız. Bilimsel yayın sayısı 500 civarında. Şimdi onlar bizim kişi başına ulusal gelirimizin dört katındalar, yayın sayısında da aşağı yukarı dört mislindeler ve bunlar birbiriyle el ele gidiyor. Ama ayrıca 130 milyar dolarlık da bir ihracat hacmi var. Şimdi bunlar öylesine yakından ilişkili ki… Onlar inovasyon sistemini, firmalarını kurdular, o firmaları ayakta tutacak , ürün üretebilecek, piyasada rekabet edebilecek duruma getirmek için mali ve gereken diğer tüm mekanizmaları kurdular. Oradaki firmaların ulusal Ar-Ge sistemi içinde hem aktör olarak hem de finansör olarak payları yüzde 70 civarında. Türkiye'deyse bu firmaların payını, yeni getirdiğimiz bazı önlemlerle yüzde 30'a kadar çıkarabildik. 93'teki ülke incelemesini yaptığımızda %15 civarındaydı. Bakın iyi bir enstrümanın ne kadar etkili olduğunu göstermek için söylüyorum: 1995'te sanayiye Ar-Ge diye bir mekanizma



geliştirdik. 98'de bunu iyileştirecek yeni önlemler de aldık. Sanayideki o gizli Ar-Ge potansiyelini hayata geçirdik.

BT: Nasıl? Para aktarımı mı yaptınız?

Pak: Evet ama %100 değil. Piyasadaki firmalara, "eğer Ar-Ge yaparsanız, bunun maliyetinin yarısını devlet olarak vereceğiz" diyoruz. Ar-Ge yaptırarak, olumlu sonuçları görmelerine yardım ediyoruz, daha iyi ürünlerle piyasaya çıkmalarını, uluslararası piyasalarda rekabet edebilme koşullarını hazırlıyoruz. 1995'li yıllarda Türkiye Avrupa Birliği'nin kapılarını zorlarken Gümrük Birliği'ne girdi. Dünya Ticaret Örgütü'nün, GATT, Uruguay Round antlaşmasını imzaladı. Global planın bir parçası haline geldi. Bu hem avantajlı, (silkinmek, yukarı doğru çıkabilmek için) hem de tehlikeli: Global pazarlara açılırken, kendi pazarınızı da global piyasaya açıyorsunuz. Dolayısıyla sizin piyasanıza giren daha kaliteli ve daha ucuz mallarla rekabet edememe durumu sözkonusu. Türkiye için bu bir hayat memat meselesi . Artık anlaşıldı ki, ben 60 milyon tüketiciye daha iyi ve ucuz mal sunmak zorundayım. Bu da innovasyondan; yenilikçi hareketlerden geçiyor. O halde bunlara Ar-Ge yeteneği kazandırmak lazım.

BT: TÜBİTAK'ın kendi Ar-Ge'si ne durumda?

Pak: ULAKBİM'le başlamak isterim: İnterneti TÜBİTAK getirdi Türkiye'ye. Enformasyon toplumuna hazırlanma yolunda, çok fazla görülmeyen, ama maddi ve manevi külfeti yüksek büyük bir hizmettir. 1991 ve 92'deki yoğun çalışmalarıyla Türkiye'yi İnternet ailesine kattı. 23 Ekim 1992'de ilk bağlantı kuruldu. 5 Nisan 1993'de ilk hat kuruldu. 21 Nisan 1993'te ilk ateş yandı ve İnternet Türkiye'de genel kullanıma sunuldu.

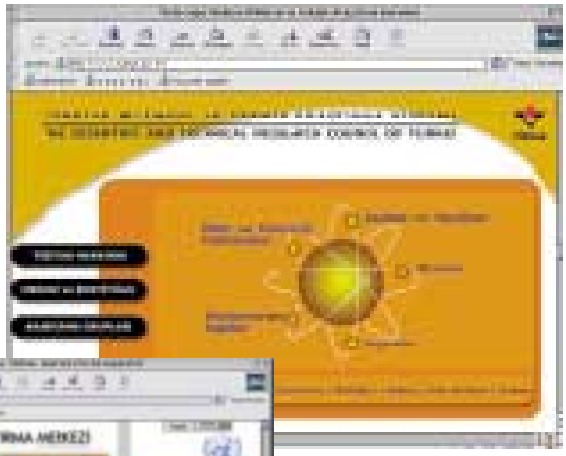
Şimdi TÜBİTAK'ın 10 tane enstitüsü var. 8 araştırma grubu var, akademik Ar-Ge için uğraşan, TİDEB'i var sınai Ar-Ge için uğraşan, 2100 kişilik personeli var yaklaşık. Her yıl 1000'e yakın proje stokuyla akademik sektöre, 500'e yakın proje stokuyla sanayi sektörüne hizmet veriyor. Türkiye'de aşağı yukarı 1000'e yakın elit bilim insanının yetişmesine katkıda bulunmuş. 10 000'e yakın proje desteklemiş bir kuruluş. Ve bütün bunları devletten aldığı ve değişebilen, 30-40 milyon dolarlık bir yardımla yapıyor. 10 tane araştırma merkezi ve enstitü içinde MAM, BİLTEN, Ulusal Gözlemevi ve ÇİTTAGE'sine kadar geniş bir yelpaze var. O halde TÜBİTAK gerçekten Türkiye'de birkaç başka kuruluşla birlikte en ağırlıklı bilim ve teknoloji üretimini yapmış.

Örneğin Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ne iş yapar. Orada aşağı yukarı teknolojinin bütün dallarında faaliyet gösteren enstitülerimiz var; uygulamalı araştırmalar yapıyoruz. Yani bilgisayar yongası da üretiyoruz, Malzeme Enstitümüzde en yeni seramik malzemeleri de üretiyoruz. Bunları piyasaya sürebiliyoruz. Üretici şir-

ketlerle ortaklıklar da kurmak dahil her türlü esnek yöntemi kullanıyoruz.

BT: Yani para da kazanılıyor.

Pak: Para kazanıyoruz. Örneğin Marmara Araştırma Merkezimizde, ulusal bütçeden aldığımız kaynak dışında özgelir diyebileceğimiz miktarı %30'lara kadar çıkartabildik. Aynı kampüste bulunan kriptoloji merkezimizde, silahlı kuvvetlerimizin ağırlıklı olarak yararlandığı, çok önemli, üretime yönelik projeler yürütüyoruz. Burada %80'e varan özgelirimiz var. SAGE adlı birimimizde, gene silahlı kuvvetlerimizle belli ölçüde işbirliği içinde füzeler ve optik araştırmalar yapıyoruz. En son olarak, geliştirdiğimiz bir füzeyi 100 km uzağa attık. Daha da geliştirmek, güdüm mekanizması da eklemek mümkün. Bütün bunlar, sözleşmeli araştırmalar dediğimiz, piyasa için bir gelir karşılığı yapılan araştırma hizmetleridir. Problem çözmeye, ürün yaratmaya ve ilgili üretici kuruluşlarla birlikte "üretime" yönelik olarak yaptığımız faaliyetlerdir. Temel araştırmalar yaptığımız bir temel bilimler araştırma enstitümüz var İstanbul'da; Feza Gürsey Enstitümüz.







BT: Araştırmalar fizik ağırlıklı mı?

Pak: Bu, oldukça yeni bir enstitü. Önce Marmara Araştırma Merkezi bünyesinde bir enstitü olarak işlev görüyordu. 1997'de bunu TÜBİTAK Başkanlığı'na bağlı bağımsız bir enstitü haline getirerek Kandilli'ye taşıdık. Ağırlıklı olarak matematik ve kuramsal fizik alanında faaliyetler, araştırmalar ve yetiştirmeye yönelik periyodik çalıştaylar aracılığıyla yürütülüyor. Demek ki TÜBİTAK araştırmaları bağlamında çok geniş bir yelpazemiz olduğunu söylemek rahatlıkla mümkün.

BT: Üretilen bilim "karatahta bilimi" değil. Peki MAM, ABD'deki, Avrupa'daki büyük ulusal laboratuvarlarla karşılaştırılabilir mi?

Pak: Lawrence Berkeley Lab'a, Brookhaven'a benzeyen bir laboratuvar.

BT: Donanım açısından?

Pak: Donanım açısından oldukça iyi.

BT: Parçacık hızlandırıcısı?

Pak: Hızlandırıcımız yok. Çok küçük hızlandırıcılar var; bunlar deneysel akselaratörler değil. Bizim böyle büyük yüksek enerji projelerine ulus olarak girmemiz söz konusu değil; önemli projelere "taraf" olarak konsorsiyumlarla girmemiz söz konusu. CERN'de iki projede yer alıyoruz. TÜBİTAK Başkanlığı'nca yapılan protokoller çerçevesinde. Bugünlerde Avrupa Uzay Ajansı ESA ile görüşmelerimiz sürüyor; üyelik için çabalarımız var. Avrupa Birliği'nin ortak bilim konseyi haline gelmek yolunda adımlar atan Avrupa Bilim Vakfı'nın yönetim kurulunda temsil ediliyoruz. Pek çok uluslararası projede ikili ve çoklu düzeyde tarafız. NATO'dan oldukça büyük kaynaklarla "İstikrar için Bilim" ve "Barış için Bilim" prograları bağlamında taraf olduk.

TÜBİTAK belli bir noktaya geldi. Büyük bir kuruluş; daha önemli roller oynamaya da aday bir kuruluş. Yenilerde de deprem konusunda, depremin bilimsel ve teknolojik bütün boyutlarından sorumlu, "Deprem Konseyi"ni kurup işletmekle sorumlu kılındık. Bu konuda, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'ndan, Türkiye için "mega proje" sayılabilecek üç proje için kaynaklar çıkarttık. Uluslararası planda da Fransızlarla, Amerikalılarla, NATO ile bu büyük projelere yaklaşmak için ilişkilerimiz sürüyor.

Bu bağlamda TÜBİTAK, gerçekten önemli işler gören, ama daha da büyük işler görmeyi hedefleyen bir kuruluş. Az kaynakla çok iş yapmayı öğrenmiş, oldukça seçkin faaliyetleri olan ve seçkin insanları çalıştırabilecek düzeye gelmiş bir kurum. Ama bir şeyi atlamayalım: TÜBİTAK Türkiye'de bilimi popülarize etmek bağlamında da çok, ama çok önemli işlevler görüyor. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin Türkiye'nin en çok satan dergisi olması çok anlamlı. Ama herhangi bir dergi 50 000 – 60 000 adet satmakla mı bu noktaya gelmeliydi. 60 milyonluk bir ülkede olması gerektiği gibi 1 milyon satarak bu noktaya gelmeliydi. Ama bu, ülkenin genel ayıbı. Bilim ve Teknik'le, hedef kitle olan her yaştaki gence bilimi taşıyabilme işini belli bir ölçekte yaptık. Daha da iyi yapmak durumunda olacağımızı biliyorum. Ama benim biraz da duygusal anlamda, daha da önem verdiğim bir program, Popüler Bilim Kitapları. Bunlar şu anlamda önemli: Benim yetiştiğim yıllar, ki biz 68 kuşağıyız, ülkemizde aydınlanmanın ara ara şaha kalktığı, patladığı yıllardı. Biz Hasan Âli'nin (Yücel) klasikleriyle büyüdük. Ödüllendirilmemiz gerektiği zaman bize bir demet klasik kitap verdiler. Plato'yla orada tanıştık. Poincare dizilerini üç-beş kez, küçükken, ortaokul ortamında okumaya çalıştım. "Bir gün acaba buna benzer bir şey yapılabilir mi?" Bu, sürekli gördüğüm bir rüyaydı.

TÜBİTAK'a yönetici olarak geldiğim 1990 Kasım'ından beri de hep aklımdaydı bu. Bunun yapılabileceğini gördük ve 1992-1993 yıllarında hayata geçirdik. Geldiğimiz nokta iyi (130 kitap); daha iyiye de götürmek mümkün. Popüler Bilim Kitapları programıyla Hasan Âli'nin klasikler programının devamını hayata geçirdik denebilir.



5 Mayıs'ta Gezegenler Toplanıyor

Ne zaman eşine az rastlanır bir gök olayı olsa, bilim dışı çevrelerce hemen birtakım tartışmalar başlatılır. İşte, bu gök olaylarından biri, 5 Mayıs günü gerçekleşecek. 5 Mayıs'ta, çıplak gözle görebildiğimiz beş gezegen (Merkür, Venüs, Mars, Satürn ve Jüpiter), Ay, Dünya ve Güneş hemen hemen aynı doğrultuya gelecekler.

Söylentilere bakılırsa, Dünya 5 Mayıs'ta "kıyamet gününü" yaşayacak. Tüm gezegenlerin, Ay'ın ve Güneş'in kütleçekimi biraraya gelecek ve bu olay yeryüzünde felaketlere yol açacak. Dünya'nın dönme ekseni kayacak, çok şiddetli depremler, fırtınalar olacak, her yeri sel basacak.

Bu inanışların temeli, biraz da astrolojiye dayanıyor. Astroloji, geçmişi çok eskiye dayanan, gezegenlerin, hatta yıldızların insanlar üzerinde bir takım etkileri olduğunu savunan yanlış bir inanış. Ne yazık ki, günümüzde bile, birtakım çıkarlar uğruna, yıldız falcılığı gazete ve televizyon gibi bir takım iletişim araçlarında yer alıyor. Gerçekte gökcisimlerinin üzerimizdeki etkisi o kadar az ki, çevremizdeki eşyalar bile bizi onlardan çok daha fazla etkiler.

Yörünge düzlemlerinin birbirine yakın oluşu nedeniyle, iki ya da daha fazla gezegen sık sık gökyüzünde bir araya gelir. Bu tür buluşmalar, genellikle fazla bilimsel değer taşımasa da amatör gözlemcilerin en çok gözledikleri gök olayları arasındadır. Aslında bu, gerçek bir buluşma değildir. Bakış açımızdan dolayı, hemen hemen arka arkaya duran gezegenleri, yan yana duruyor gibi görürüz.

Bugün, bilgisayar programları sayesinde, Güneş sistemindeki dizilmeleri kolaylıkla hesaplayabiliyoruz. Oysa, bilgisayarların olmadığı dönemlerde bu tür hesaplamaları yapmak büyük emek gerektiriyordu. 5 Mayıs'taki dizilmeye dikkati çeken ilk kişi, 1000 ile 2400 yılları arasındaki dizilmeleri elle hesaplayan Belçikalı gökbilimci Jean Meeus oldu. Meeus'un bu hesaplamaları, bundan



5 Mayıs'ta, Güneş battıktan 40 dakika sonra Güneş, gezegenler ve Ay'ın konumları

yaklaşık 40 yıl önce, 1961'de ünlü gökbilim dergisi Sky & Telescope'da yayımlandı. Bu tarihten sonra, bu dizilme, pek çok gazete ve kitapta felakete yol açacağı iddialarıyla ele alındı.

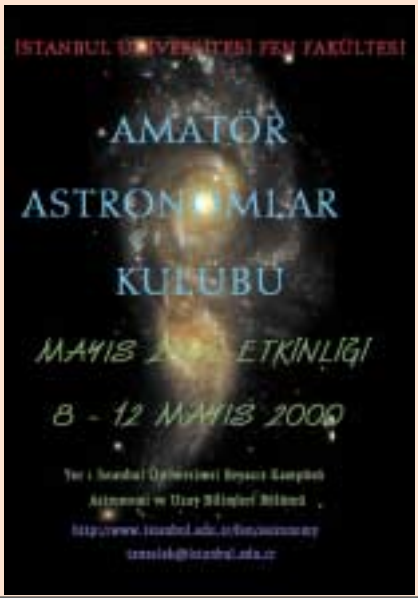
Peki, gezegen dizilmelerinin üzerimizdeki etkisi ne kadar? Aslında bu etki yok denebilecek kadar az. Dün-

İstanbul'da Gökbilim Etkinlikleri

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Amatör Astronomlar Kulübü (İÜFF-AAK) gelenekselleşmiş Mayıs Etkinlikleri'nin beşincisini hazırladı. Etkinlikler, 8-12 Mayıs 2000 tarihlerinde İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nde yapılacak. Etkinliklerde, amatör gökbilim ile ilgili seminerler, Güneş ve gece gözlemleri, video gösterileri yer alacak.

Seminerler kapsamında, Türkiye'deki Gözlemevleri, Gökyüzü Fotoğrafçılığı, Işık Kirliliği, Gökküre ve Görünen Hareket, Takımyıldızlar ve Gök Atlası, Amatör Gözlemler, Bilimsel Gözlemler, Değişen Yıldızlar, Teleskoplar, Güneş, Yıldızlararası Yolculuklar gibi konuların yanı sıra; Kozmolojik Evrim ve Neden Düşünmek İstemiyoruz adlı geniş perspektifli konular da var. Ayrıca gökbilim ile ilgili çeşitli kitap, poster ve resimlerin yer alacağı stantlar da etkinlik süresince açık olacak. Etkinlikler, İstanbul Üniversitesi Beyazıt yerleşkesinde yapılacak.

Tel: (212) 522 35 97'den Tansel Ak
e-posta: tanselak@istanbul.edu.tr
salis@isbank.net.tr
İnternet: http://www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy



4. Amatör Astronomlar Yaz Okulu

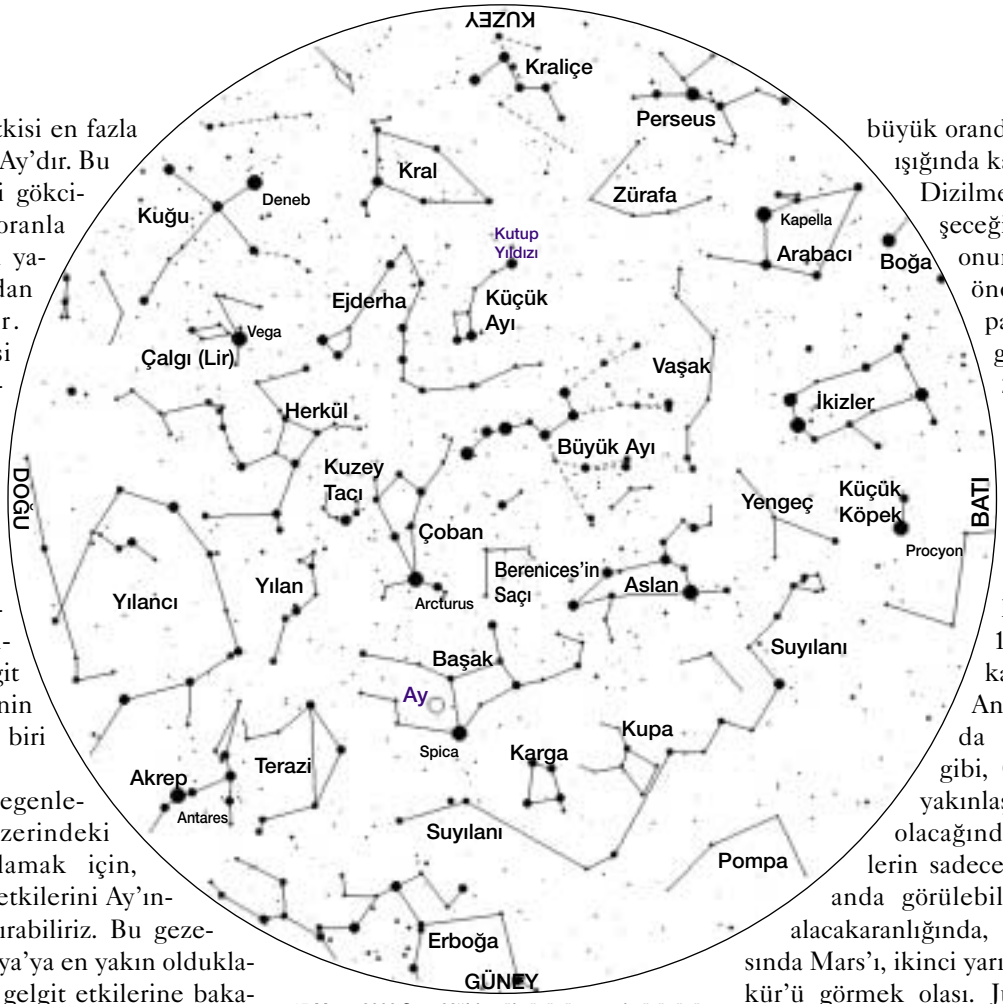
Ege Üniversitesi Gözlemevi ve Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nün İzmir'de düzenlediği Amatör Astronomlar Yaz Okulu'nun dördüncüsü bu yıl 3 Temmuz-12 Ağustos 2000 tarihleri arasında yapılacak. Bu yaz okullarının amacı, gökbilimi seven ve merak eden herkese bilimsel bir ortam içinde temel gökbilim eğitimi vermek; gece boyunca gözlem yaptırmak.

Yaz okulu, birer haftalık altı dönem olarak yapılacak. Okul, gökbilime ilgi duyan ve bu alanda en temel bilgilere hızlı bir şekilde ulaşmak isteyen 15 yaşından büyük herkese açık. Yaz okuluna katılmak isteyenler, bu dönemlerden kendileri için uygun herhangi bir dönem için başvuruda bulunabilecek. Okula katılacaklar, kente 17 km uzaklıkta ve 632 m yükseklikteki Kurudağ'da bulunan Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde konuk edilecekler ve konaklayacaklar. Başvuru için belirlenen son tarih, 9 Haziran 2000'dir.

Adres: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 4. Amatör Astronomlar Yaz Okulu, 35100 Bornova-İzmir
e-posta: sevren@astronomy.sci.ege.edu.tr;
Üniversite Tel: (232) 3884000/2322, Gözlemevi Tel: (232) 4411752

ya üzerinde etkisi en fazla olan gökcismi Ay'dır. Bu da onun öteki gökcisimlerine oranla Dünya'ya çok yakın olmasından kaynaklanır. Ay'ın etkisi kendini en belirgin olarak gelgitlerle gösterir. Güneş, Ay'a oranla çok daha büyük bir gökcismi olmasına karşılık, onun gelgit etkisi Ay'ınkinin yaklaşık üçte biri kadardır.

Öteki gezegenlerin Dünya üzerindeki etkilerini anlamak için, onların gelgit etkilerini Ay'ınkiyle karşılaştırabiliriz. Bu gezegenlerin, Dünya'ya en yakın oldukları konumdaki gelgit etkilerine bakalım. Merkür'ün gelgit etkisi Ay'ınkinin on milyonda üçü; Venüs'ünki yüz binde beşi; Mars'ınki milyonda biri; Jüpiter'inki milyonda altısı; Satürn'ünki on milyonda ikisi olur. Ancak, 5 Mayıs'taki durum daha farklı. Tüm gezegenler Güneş'in öteki tarafında; yani neredeyse Dünya'ya en uzak konumlarında yer alacaklar. Bu durumda, yakınlığı nedeniyle Dünya'ya (Ay ve Güneş'ten sonra) en fazla etkisi olan Venüs'ün etkisi, en yakın olduğu konuma göre yaklaşık 500 kez azdır.



15 Mayıs 2000 Saat 22[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

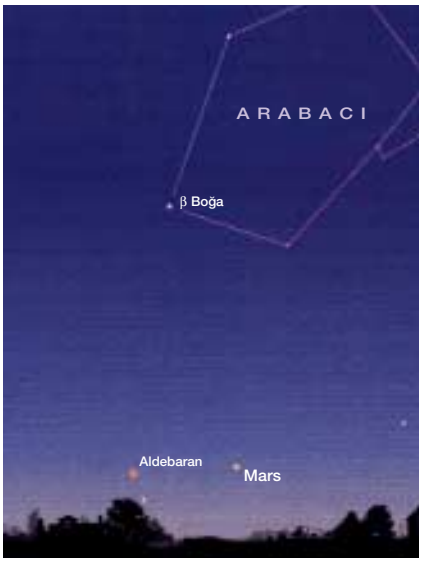
Yukarıdaki değerlerden de anlayacağımız gibi, 5 Mayıs'ın korkulacak bir yanı yok. Şimdi, olayın bizi en çok ilgilendiren, gözlemsel yanına dönelim. Yarattığı etkiye karşılık, dizilme, gözlemsel bakımdan pek de tatmin edici nitelikte değil. Çıplak gözle gözlenebilen gezegenlerin tümü Güneş'in öteki tarafında kaldığından, büyük oranda onun parlak ışığında kayboluyorlar.

Dizilmenin gerçekleşeceği 5 Mayıs'ta ve onun birkaç gün öncesinde, beş parlak gezegen, gökyüzünde 27 derece çaplı bir alan içinde bulunacaklar. Ayın 27'sinde, bu alanın çapı daha da küçülerek 19,5 dereceye kadar düşecek. Ancak, yukarıda da değindiğimiz gibi, Güneş de bu yakınlaşmanın içinde olacağından, gezegenlerin sadece bir-ikisi aynı anda görülebilecek. Akşam alacakaranlığında, ayın ilk yarısında Mars'ı, ikinci yarısında da Merkür'ü görmek olası. Jüpiter ve Satürn'se, sabah gökyüzündeler; ancak, ikisi de Güneş'e çok yakın olduğu için ayın başlarında gözlenemeyecek. Ayın sonlarına doğru, bu gezegenler biraz daha iyi konuma gelecekler. Ancak, yine de rahat bir gözlem yapmak için henüz erken. Sabah gökyüzündeki bir başka gezegen de Venüs. Ancak, bu gezegeni görmek için de epeyce uğraşmak gerekiyor. Çünkü, o da Güneş'e çok yakın konumda.

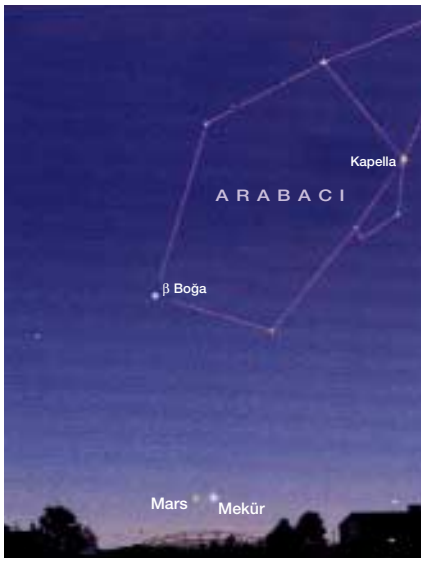
Ötekilere oranla daha rahat gözleyebileceğimiz Mars, yaklaşık 1,5 kadir parlaklıkta. Gezegen, Mayıs'ın ilk haftalarında, Güneş battıktan yaklaşık bir saat sonra batıyor. Mars'ı gözleyebilmek için, Güneş battıktan yaklaşık 45 dakika sonra batı-güneybatı ufku üzerine bakmalısınız. Gezegen ufka çok yakın olacağından, yüksekçe bir yerden gözlem yapmalısınız. Ayın ilk haftasından sonra, gezegen Güneş'in parlak ışığında kaybolacak.

4 Mayıs'tan sonra, Ay, hilal evresinde olarak batı ufkunda yükselmeye başlayacak. Uydumuz, 4 Mayıs'ta yeniay, 10 Mayıs'ta ilkdördün, 18 Mayıs'ta dolunay, 26 Mayıs'ta sondördün evrelerinden geçecek.

Alp Akoğlu



12 Mayıs, Güneş battıktan 40 dakika sonra



18 Mayıs, Güneş battıktan 40 dakika sonra



21. Yüzyılın Yörünge Araçları

DÜNYA'nın çevresine uydu yerleştirmek, artık hem sıradan hem de basit bir iş halini aldı. Uzay çağını başlatan Rusya ve ABD'nin yanı sıra bugün Çin, Japonya ve Fransa'nın başını çektiği on kadar ülke, kendi geliştirdikleri roketlerle yörüngeye yük taşıyabiliyorlar. Ne var ki günümüz koşullarında geleneksel insansız roketler, artık pahalı ve verimsiz kalmaya başladı. Bunlarla Dünya yörüngesine bir uydu taşımanın maliyeti, kilogram başına on bin dolar dolayında. Uzay mekikleri, bu konuda roketlere göre daha güvenilir ama daha da pahalılar; kilogram başına yirmi bin dolara yakın.

Dünya çevresine yerleştirilen uydu sayısı her yıl, bir önceki yıldan daha fazla oluyor. Örneğin, yalnızca 1997'de 150 yeni uydu fırlatıldı. Bu sayı 1996'da fırlatılan uydu sayısının neredeyse üç katı. Uzmanlar, 2007'de, Dünya yörüngesindeki yalnızca iletişim uydusu sayısının 1200'ü aşacağını tahmin ediyorlar. Bunlara ek olarak, askeri ve sivil amaçlı daha birçok uydu olacak. Yörüngedeki etkinlikler yalnızca uydu yerleştirmekle sınırlı değil. Önümüzdeki on yıl içinde 50 dolayında bilimsel gözlemevinin uzaya gönderilmesi planlanıyor. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun yapımı için 43 kez yörüngeye çıkılması gerek. Daha sonra da 15 yıl boyunca istasyona sürekli insan ve kargo taşınacak. Bütün bunlarla birlikte, patlamaya hazır bir "yörünge endüstrisi" de kapıda bekliyor. Dünya yörüngesindeki mikroçekim ortamında üretim yapma, uzay turizmi, yörüngede film çekme ve gösteri düzenleme, yörünge hastaneleri, uzun mesafeli hava taşımacılığının yörüngede yapılması gibi birçok alan, uzay taşımacılığının ucuzlamasını ve güvenilirliğinin artmasını bekliyor.



Böyle bir durumda, teknolojik yenilikler içeren, güvenilir ve işletmesi ucuz fırlatma araçlarının geliştirilmesi, ticari anlamda büyük önem kazanıyor. Yüz milyarlarca dolarlık bu pazar, havacılık ve uzay şirketlerinin iştahını kabarttıkça kabartıyor. ABD'de on kadar özel şirket yaklaşık on yıldır yeni kuşak uzay araçlarının tasarım ve denemeleri üzerinde çalışıyor.

Uzay Mekiği

Yirmi yıldır kullanılan uzay mekikleri, ABD'nin uzay taşımacılık sisteminin temel öğesidir. Hemen her türlü uzay araştırmasında ve uygulamasında kullanılırlar. Uzay mekiği, bugün için uzaya gidip geri gelebilen ve yeniden kullanılabilen, insanlı ilk ve tek araçtır. Bir bakıma, Amerikalıların "Ay yarışı"nı kazanmalarından sonra başlayan uzay istasyonu yarışının bir yan ürünüdür, uzay mekiği.

1969 yılının sonlarında, Ay'a inişin üzerinden daha birkaç ay geçmemişti ki ABD'de yeni bir uzay taşımacılık sisteminin çalışmalarına başlandı. NASA, katı yakıtlı roketleri olan, yeniden kullanılabilen, insanlı bir uzay aracının





Yeniden kullanılabilen, tek aşamalı ve insanlı uzay aracı projelerinden biri de Mc Donnell Douglas şirketinin yapmaya çalıştığı DC-X'ti. Ne var ki denemeler pek başarılı sonuçlanmayınca proje NASA'ya devredildi.

maliyet ve tasarım çalışmalarına girişti. Bu araç Dünya yörüngesine yerleştirilecek bir uzay istasyonuna, mürettebat ve kargo taşıyacaktı. Böylece uzay mekiği düşüncesi gerçekleşmeye başladı.

İki yıl sonra NASA, uzay mekiği filosunun üretimi konusunda Boeing şirketiyle anlaştı. Boeing şirketi ilk uzay mekiğini dokuz yıllık bir çalışmanın sonunda ancak 1981'de bitirebildi. Bu mekiğe *Columbia* adı verildi. Columbia, gerçekte 1792'de Kaptan Robert Gray komutasında, bugünkü Washington ve Oregon eyaletlerinin keşfinde kullanılan geminin adıydı.

1980'li yılların başında Sovyetler Birliği'nde de bir mekik projesi başlatılmıştı. Hatta, *Buran* (kar fırtınası) adlı bu mekiğin ilk deneme uçuşu pilotsuz olarak, yerden kumandayla yapılmıştı. Ne var ki gereken para bulunamadığı için bu önemli proje durduruldu.

Boeing daha sonra *Challenger*, *Discovery*, *Endeavur* ve *Atlantis* adlı dört uzay mekiği daha üretti. Tıpkı ilk mekiğe olduğu gibi sonra üretilen mekiklere de ABD tarihinde önemli görevler üstlenmiş gemilerin adları verilmişti.

Columbia, yörüngeye ilk yolculuğunu, 12 Nisan 1981'de yaptı. Bu ilk görev, 2 gün 6 saat sürdü. Uzay mekikleri, o günden bugüne değin, geçen ayki son görevle birlikte, toplam 98 kez uzaya gittiler. Bu görevlerde çok önemli bilimsel ve teknolojik çalışmalar gerçekleştirildi. Örneğin, yörüngedeki mikroçekim ortamında tıbbın birçok alanında ve farmakolojide birçok deney yapıldı; çok sayıda uydu yörüngeye yerleştirildi; Dünya'daki yeni petrol yatakları ve madenler araştırıldı; Uluslararası Uzay İstasyonu'nun modülleri birleştirildi; çöllerin ortasındaki yitik antik kentler ortaya çıkarıldı, vb.

Şu anda ABD'nin elinde dört uzay mekiği bulunuyor. İkinci uzay mekiği Challenger, ne yazık ki 28 Ocak 1986'da, mürettebatın tümünün ölümüyle sonuçlanan bir patlamayla yok oldu. Bu olaydan sonra mekik çalışmalarına bir süre ara verildi.





İlki 1981 yılında tamamlanan ve göreve başlayan uzay mekikleri, yeniden kullanılabilen, insanlı uzay araçlarıdır. Ne var ki tek aşamalı değillerdir. Kendi roket motorlarına ek olarak büyük bir sıvı yakıt tankı ve onun iki yanında yer alan ek katı yakıt roketleri bulunur. Tıpkı bir roket gibi kalkar ve uçak gibi inerler.

Görev

Uzay mekiklerinin fırlatıldığı yer, NASA'nın Florida'daki John F. Kennedy Uzay Merkezi'dir. Kontrol merkezi fırlatma rampasından 3-4 km uzakta yer alır. Mekik fırlatma için hazırlanınca ek sıvı yakıt tankı ve onun iki yanındaki katı yakıtlı roketlerle birleştirilir. Sonra bütün sistem rampaya taşınır. Fırlatma sırasında katı yakıtlı ek roketler ve sıvı yakıt tankı çalışır. Mekik havalanır. Fırlatmadan yaklaşık iki dakika sonra katı yakıtlı roketlerin yakıtı tükenir ve mekikten ayrılırlar. Bu roketler paraşütlerini açarak okyanusa düşer; sonra da yeniden kullanıl-





Rotary Roket Şirketi'nin uzay aracı Roton, tıpkı klasik bir roket gibi fırlatılıyor. Dünya yörüngesine ulaşıp, yükünü bıraktıktan sonra hızla atmosfere giriyor. Yere inerken aracın önündeki büyük pervaneler açılıyor ve araç tıpkı bir helikopter gibi iniyor.

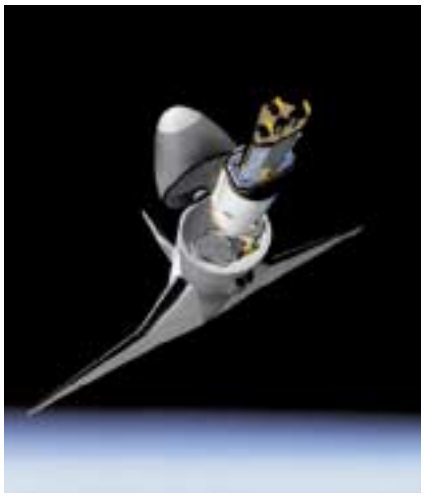




mak üzere uzay üssüne götürülürler. Katı yakıt roketlerinin kopmasından yaklaşık sekiz dakika sonra büyük sıvı yakıtlı roketin yakıtı tükenir ve mekikten ayrılır. Bu roket de okyanusa düşer, ama yeniden kullanılmayacağı için toplanmaz.

Yörüngeye giren mekik, saatte 28 000 km'lik bir hızla Dünya'nın çevresinde dolanmaya başlar. Dünya çevresindeki bir turunu, yaklaşık 90 dakikada tamamlar. Bir görevde 8-10 kişilik bir ekip mekikle yörüngeye çıkar. Ekibin komutanını, pilotunu ve görevin uzmanı NASA saptar. Yörüngeye taşınan yükle ilgili özel kişiler NASA dışından olabilirler; bunların astronot olması da zorunlu değildir. Mekikteki astronot ve bilim adamları her 45 dakikada bir Güneş'in doğuşunu ve batışını görür. Uzay mekikleri Dünya'dan 250-950 km yukarıda ve 57° Kuzey ile 57° Güney enlemleri arasında çalışır.

Mekiğin görev süresi genellikle 10 gün olur. Ancak mekikte 2-3 günlük yedek oksijen, yakıt ve yiyecek bulunur. Çünkü iniş bölgesindeki olası kötü hava koşullarına karşı hazırlıklı olmak gereklidir. Görevi sona eren mekik atmosfere girer. Sürtünmeden dolayı dışı çok ısınır. Ama mekiğin dış yüzeyi ısıya dayanıklı özel karolarla kaplanmıştır. Bunların ısı yalıtımı o denli iyidir ki bir yüzündeki sıcaklık 1300°yi bulurken öteki yüzüne çıplak elle rahatlıkla dokunulabilir. Fırlatma sırasında ya da iniş sırasında hasar gören karolar görevin sonunda yenilenir.





Lockheed Martin ve Rotary Roket şirketlerinin yanı sıra, yeni kuşak uzay araçları üzerine çalışan iki başka şirket Kelly Uzay ve Teknoloji ile Kistler Havacılık ve Uzay'dır. İki şirketin tasarımları birbirinden oldukça farklı. Kistler'in tasarımı klasik roketleri andırırken, Kelly'ninki daha çok günümüz uçaklarına benziyor.

Mekik 325-375 km/saat'lik hızla tıpkı bir uçak gibi iner.

Mekik, Kennedy Uzay Merkezi'nin pistine ya da California'daki Edwards Hava Kuvvetleri Üssü'ndeki kuru göl yatağına iner. Eğer iniş yeri olarak ikinci seçenek seçilmişse, mekik daha sonra NASA'nın mekik taşımada kullandığı özel bir Boeing 747 ile Kenedy Uzay Merkezi'ne götürülür.

Şu anda kullanımda olan dört mekikten her biri yılda en çok 7 kez kullanılabiliyor. Mekiklerin hem bu denli az kullanılabilir oluşu hem de uzaya yük çıkarma maliyetinin çok pahalı oluşu NASA'daki bilim adamlarını yaklaşık on yıldır yeni mekik tasarımlarına yöneltmiş durumda. Bunun için kimi özel şirketlerle ortak çalışmalara giren NASA yetkilileri, mekikleri yenilemenin çok pahalıya mal olacağını görmüşler. Bu nedenle NASA, mekikleri en fazla 2012 yılına değin kullanmayı planlıyor. O tarihte, her bir mekik, ömrü olan 100 uçuşu tamamlamış olacak ve artık mekiklerle yörüngeye yük taşımak da ekonomik olmaktan iyice çıkmış olacak.

Yeni Kuşak Uzay Araçları

1993'te ABD'de Yeniden Kullanılabilir Fırlatma Aracı Teknolojisi Programı adında bir program başlatıldı. Bu, NASA, ABD Hava Kuvvetleri ve endüstri işbirliğiyle gerçekleştirilen bir

program. Programın amacı yeni kuşak yeniden kullanılabilir uzay taşımacılık sistemlerinde, işletme maliyetini düşürecek yeni teknolojiler geliştirmek. Bundan böyle NASA işletmeci değil müşteri olacak.

Ancak uzay mekiğinin yaptığı işleri yapacak, hem de daha güvenilir ve daha ucuza yapacak bir uzay aracı geliştirmek pek kolay değil. Ne var ki böyle bir araç geliştirdikten sonra kazanılacak para çok büyük. Bu aracı ilk olarak kim geliştirirse pazardaki en büyük payı da kuşkusuz o alacak. Bu nedenle, eskiden NASA'da çalışmış birçok mühendis ve bilim adamını bünyelerine katan on kadar özel şirket, çoktan bu işe soyunmuş durumda.

Şirketlerin geliştirdiği uzay aracı tasarımlarının büyük bir bölümü birbirine benziyor. Tasarım aşamasını bitirmek kuşkusuz önemli; ama asıl önemli olan, tasarımları yaşama geçirebilmek. Yani uzay aracını yapmak ve sonra da sınamak. Bunlar için de yine para gerekiyor, hem de yüz milyonlarca dolar. Şirketler arasında ancak ikisi şimdilik bu aşamayı geçebilmiş; Lockheed Martin ve Rotary Roket. Ancak Kelly Uzay ve Teknoloji adlı başka bir şirket de yakında yapım sürecine geçecek.

Bu şirketin uzay aracı, tıpkı bir uçak gibi hareket eden tek aşamalı bir araç. Tek aşamalı demek, bugünkü uzay mekiği gibi, fırlatıldıktan bir süre sonra uzay aracından ayrılıp yeryüzüne düşen yakıt tankları ya da roketlerin bulunmaması demek. Bir başka deyişle, bildiğimiz uçak kavramına daha yakın bir uzay aracı demek. Bu araç, günümüz mekiklerinden biraz daha küçük olacak ama daha fazla yük taşıyabilecek. Yörüngedeki işini bitirdikten sonra, yine tıpkı mekik gibi bir piste inecek. Şirket yöneticileri bu araçla yörüngeye yük taşıma maliyetini onda bire indirmeyi planlıyorlar.

California'daki Rotary Roket Şirketi'nin geliştirdiği uzay aracının adı *Roton*. Tek aşamalı bir roket motoru bulunan Roton'un fırlatma sırasında ek yakıt tankları ve roketlere gereksinimi yok. Biçimi koniyi andırıyor. Bir roket gibi kalkan Roton dönüşte büyük pervanelerini açıp tıpkı bir helikopter gibi piste konabiliyor. 1999'da deneme uçuşlarına başlayan Roton'un, ilk yörünge uçuşunu bu yıl içinde gerçekleştirmesi planlanıyor. Uçuş ve yer denemelerinin tamamlanıp, aracın ticari olarak kullanıma girmesiyse daha 3-4 yıl kadar alacak.



Venture Star, uzay mekiği gibi yılda yalnızca yedi kez uzaya çıkmıyor; her hafta çıkabiliyor. X-33'se Venture Star için üretilmiş bir deneme aracı.

Venture Star

Şirket projeleri arasında en çok umut vaat eden proje, Lockheed Martin'in *X-33*'ü. Bu projede Lockheed Martin, NASA ile ortaklaşa çalışıyor. Şirketin amacı, tıpkı öteki projelerde olduğu gibi yörüngeye yük taşıma maliyetini onda bire düşürmek.

X-33, üçgen biçimli, dikine kalkan, insansız bir uzay aracı; yeniden kullanılabiliyor ve tek aşamalı. X-33'ün kanadı yok; yalnızca uçuş kararlılığını sağlayacak dümen ve kanatçıkları var. Gerçekte bu, bir deneme aracı. Çünkü, eğer X-33 tüm denemelerden başarıyla geçerse, şirket onun iki katı büyüklükteki *Venture Star*'ı üretecek. Venture Star'ın, X-33'ten farkı; boyutları, insanlı oluşu ve dört kat fazla olan maliyeti olacak.



Deneme uçuşlarında X-33 tıpkı bir roket gibi kalkacak, 95 km yükseğe çıkacak, bu sırada hızı, ses hızının 15 katına ulaşacak. Yeni araç yörüngeye hiç çıkmayacak hatta ek bir yük bile taşımayacak. Yalnızca belirli yüksekliklerde uçarak, ısıl koruma sistemi, aerodinamik özellikler, otomatik uçuş gibi, araçta kullanılan yeni teknolojilerin sınanmasını sağlayacak. Sonra uçak gibi süzülerek tıpkı uzay mekiği gibi piste inecek.

Venture Star'ınsa yörüngeye çıkarken ses hızının 25 katı bir hıza, yani yaklaşık 30 000 km/saat hıza ulaşabilemesi planlanıyor. Sıvı hidrojen ve oksijen içeren yakıt tankları aracın içinde yer alıyor. Aracın ısı yalıtımı uzay mekiğindeki kırılgan seramik karolarla değil sağlam metallerle yapılıyor.

Kargo bölmesi: 15,25 m uzunluğunda 4,58 m genişliğinde ve 4,58 m yüksekliğinde olan Venture Star, alçak Dünya yörüngesine 25 ton yük taşıyabilecek. Uluslararası Uzay İstasyonu'naysa en çok 12 ton yük götürebilecek. Bunlar, uzay mekiğinin kapasitesinin neredeyse aynı. Bu özellikleriyle Venture Star'ın asıl hedefi Uluslararası Uzay İstasyonu'na mürettebat, oksijen ve malzeme taşımacılığının belkemiğini oluşturmak.

Önümüzdeki on yıl içinde Dünya yörüngesinde çok yoğun bir etkinlik gözlenecek. Öyle görünüyor ki bu etkinlikte farklı tasarımlarıyla yeni kuşak uzay araçları baş rol oynayacaklar. Ama bu uzay araçları eskiden olduğu gibi devletlere değil özel şirketlere ait olacak.

Çağlar Sunay

Kaynaklar
http://www.panix.com/~^kingdon/space/markets.html
http://www.boeing.com/defense-space/space/rss_shuttle
http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/5421/gallery1.htm
http://www.geocities.com/Yosemite/Geyser/6468/space/rlv.html
http://pioneer.arc.nasa.gov
http://observe.ivv.nasa.gov
http://x33.msfc.nasa.gov



Füzyon Deneylerinden Umutlu Haberler

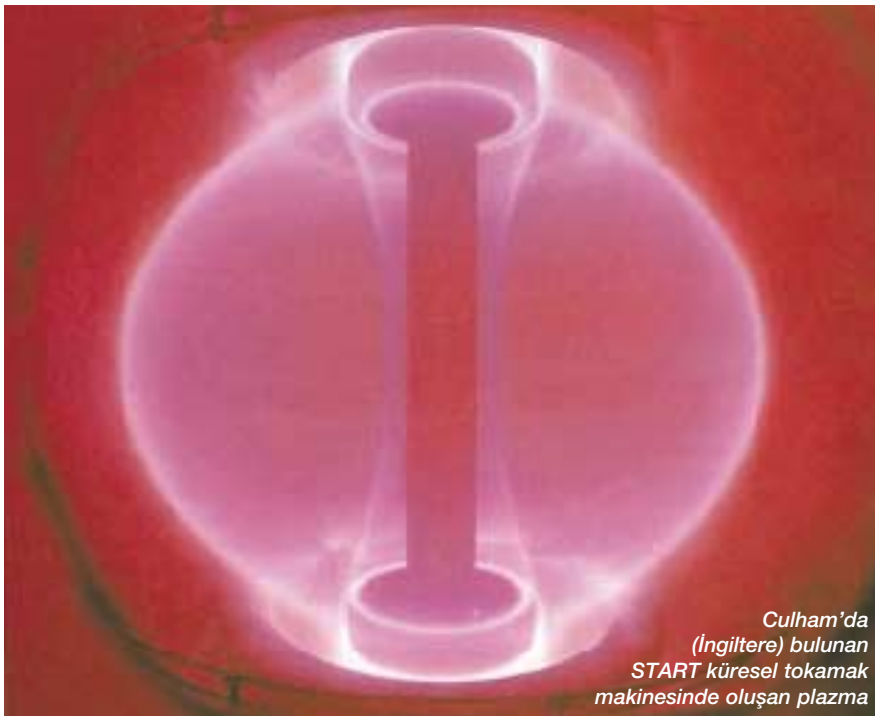
FÜZYON, yıldızların merkezlerinde gerçekleşen süreci, yeryüzünde oluşturmak üzere hidrojen çekirdeklerini birleştirerek enerji elde etme yöntemi (Bkz: Bilim ve Teknik, Sayı 388, ss 54-64). Bu amaç için geliştirilen deney reaktörleri, simit biçimli tepkime odaları içeriyor. Bunlara "tokamak" türü reaktörler deniyor. Manyetik füzyon da denen tokamak türü füzyon, döteryum ve trityum gibi ağır hidrojen izotoplarına dayanıyor. Süperiletken mıknatıslar, ısıtılarak plazma haline getirilmiş yakıtı (yani yüksüz atomlardan elektronların kopmasıyla oluşan serbest elektronlar ve protonlar), tepkime odasında çeperlere değmeden asılı biçimde tutuyor. Yakıt 100 milyon dereceye ısıtıldığında döteryum ve trityum çekirdekleri birleşerek yüksek enerjili nötronlar ve alfa parçacıkları (helyum çekirdekleri) yayıyorlar. Helyum plazmayı daha da ısıtıyor. Eğer yeterli sayıda alfa parçacığı varsa, plazma yanışı sürecek, birleşme süreci devam edecek ve reaktör tükettiğinden daha fazla enerji üretecek. Şimdiye değin tükettiğinden fazla enerji üretmeyi, JET (Euratom), TFTR (Princeton) ve JT-604 (Japonya) olmak üzere üç füzyon makinesi sağlayabilmiş. Bir tokamak reaktöründe füzyon için muazzam sıcaklıklar gerektiğinden, plazmayı reaktör çeperine değip soğumadan, asılı durumda tutabilecek güçte manyetik alanları oluşturmak önemli bir sorun. Ancak İsviçreli fizikçiler, toroidal kabı bir mikrodalga kılavuzu gibi kullanıp, bir tokamak içine güçlü mikrodalga demetleri göndererek güçlü ve sürekli bir manyetik alan oluşturmayı başarmışlar. Bu süreklilik, füzyona dayalı enerji santralları hedefinin gerçekleşmesi yolunda önemli bir adım. Tabii, bu hedefin gerçekleşmesi için alınması gereken daha bir hayli yol var. Buluşlarını *Physical Review Letters* dergisinde (c 84, s 3322) yayımlayan İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, mikrodalga kaynağını yalnızca iki saniye süreyle işletebilmişler. Ancak ekipteki fizikçiler, daha uzun süreli mikrodalga kaynaklarının geliştirilmekte olduğunu belirtiyorlar.

Füzyon alanında daha büyük projeleri yaşama geçirmek isteyenler de havlu atmış değil. Avrupalı ve Japon



Almanya'daki Max Planck Plazma fiziği Enstitüsü'nün Garching'de bulunan ASDEX füzyon reaktöründe, 2050 yılında füzyon enerji santralları hedefine yönelik deneyler yürütülüyor.

Ginter, P., *Bild Der Wissenschaft*



Culham'da (İngiltere) bulunan START küresel tokamak makinesinde oluşan plazma

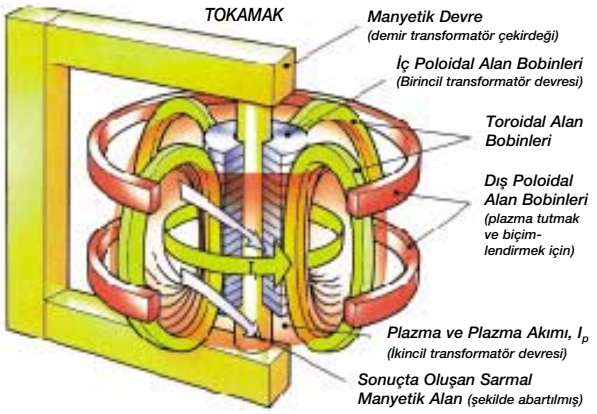
füzyon fizikçileri, iddialı Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü (ITER)'in küçültülmüş bir modelinin gerçekleştirilmesi için bazı parasal ve teknolojik sorunları çözmeye çalışıyorlar. 1986 yılında ABD, Rusya, Avrupa Birliği ve Japonya'nın işbirliğiyle hazırlanan proje, 10 milyar dolara malolacak ve füzyon enerji santralları için kapıyı aralayacak büyük bir deney reaktörü yapılmasını öngörüyordu. Ancak 1996 yılında bazı fizikçilerin olumsuz görüş bildirmesi üzerine ABD işbirliğinden çekildi ve proje de rafa kalktı. Proje karşıtlarının savı, ITER gibi dev bir makinede oluşacak türbülansın önemli sıcaklık yitimine yolaçacağı varsayımı. Ancak geçtiğimiz kasım ayında bir araya gelen ITER yanlıları, bütçenin 3 milyar dolara inmesine karşın daha "küçük" (27 m yüksekliğinde) ve 400 megawatt enerji üretecek yeni bir modeli gerçekleştirmeye çalışıyorlar. ITER yöneticisi Robert Aymar'a göre, reaktör, gerçekleştirildiği taktirde, enjekte edilenin 10 katı enerji üreterek 500 saniye süreli bir tepkime seansında 400 megawatt güç üretecek. ITER'in orijinal tasarımıysa, 31.5 metre yüksekliğinde bir reaktörle, aynı sürede 1500 megawatt güç elde edilmesini öngörüyordu. Küçültülmüş haliyle makine, plazmayı ateşleyemeyecek. Ama Aymar için bu bir sorun olmadığı gibi gerekli de değil. ITER yöneticisine göre, plazma ateşlenmesi, girdiden 50 kat güç çıktısı sağlaması hedeflenen ticari füzyon reaktörleri için gerekli bir yükseltme faktörü. Küçültülmüş ITER ise, 10 katlık yükseltmeyle, nihai hedef için bir köprü oluşturacak.

Projenin gerçekleştirilmesini savunan öteki araştırmacılar da, türbülansın sorun olmayacağı görüşüne katılıyorlar. Genel kanı, ısıtılmış plazmanın kendi kendini yalıtma eğiliminin plazma yanması hedefine yardımcı olacağı biçiminde. Son deneyler de genel iyimserliği körüklüyor. Japonya'nın en büyük tokamak reaktörü olan JT-60U'da görevli araştırmacılar, sanal girdi çıktı eşitliği noktasının aşıldığını belirtiyorlar. Anlamı, makinede yakıt olarak yalnızca döteryum değil de enerji potansiyeli daha yüksek olan döteryum-trityum karışımı kullanılmış olması halinde girdi-çıktı dengesinin sağlanabilmesi, İngiltere'de bulunan Avrupa ortak füzyon reaktörü JET de, denge noktasını aşmış ve 16 megawatt güç çıktısı sağlamış bulunuyor.

ITER ekibini asıl düşündüren, plazma soğumasından çok, ABD'nin "siyasi" düşüncelerle desteğini çekmiş olması. Projenin savunucuları, ABD'nin füzyon enerjisine mesafeli duruşunu, bu ülkenin zengin petrol ve kömür yataklarına sahip olmasına bağlıyorlar. Oysa Japon araştırmacılar, ülkelerinin çok sınırlı enerji kaynakları nedeniyle füzyonu bir tür sigorta gibi gördüklerini söylüyorlar.

Avrupalı ve Japon nükleer enerji yetkilileri, ITER projesinin finansman stratejisini Haziran ayında belirleyecekler. Araştırmacılar, işlerin yolunda gitmesi durumunda ITER'in 15 yıl içinde kurulabileceğini ve sonuçların 25 yılda alınabileceğini söylüyorlar. Ancak füzyon topluluğunun canlı tutmaya çalıştığı umut, ABD'nin projeye yeniden katılması.

Geleneksel tasarımlı büyük tokamaklar plazma yakma hedefine doğru yaklaşırken, öteki bazı araştırmacılarsa, işin püf noktasının boyutta değil, geometride olduğunu düşünüyorlar. Klasik tokamak makinelerde plazma manyetik alanlarca "hapsediliyor". Manyetik alanlardan biri, simit biçimli tepkime odasını, yani simidi uzunla-



Tokamak manyetik alanı üç parçadan oluşur. Bunlardan ilki küçük çevre etrafında bulunan bir dizi bobin tarafından oluşturulur. Bu bobinler makinenin büyük ekseni çevresindeki toroidal manyetik alanı oluşturur. İkinci parça (poloidal alan) transformatörce plazma içinden geçmesi sağlanan büyük bir akım tarafından oluşturulur. Bunların bileşkesi, plazmayı vakum halkasının çeperlerinden uzak tutan bir sarmal manyetik alan oluşturur. Alanın son bölümü, plazmayı biçimlendirip kararlı halde tutan bir dizi çember bobin tarafından üretilir.

masına dolanan bir alan. Buna toroidal alan deniyor. Tepkime odasındaki yüksek plazma akımı da, ikinci bir alan oluşturuyor. Direksiyon simidine sarılmış koruyucu bir şerit gibi, toroidal eksene dik olan bu alana da "poloidal" alan deniyor. Bu iki alan etkileşerek sarmal (helical) bir alan oluşturuyorlar. Sarmal, mükemmel biçimde olmasa da, plazma içindeki iyon ve serbest elektronların dağılmasını engelliyor ve plazmayı vakum odasında çeperlere (olabildiğince) değmeden boşlukta asılı biçimde hapsediyor. "Küresel tokamak" denen bir tasarımdaysa, simit biçimli oda neredeyse küresel bir biçim alıyor. "Büyük çapı minimize edilmiş" simit biçimli odanın ortasından da akım taşıyan bobinler geçiyor. Bu küreye yakın biçimin önemi, manyetik alan çizgilerini görece düzgün hale getirmesi. Çünkü plazma içindeki parçacıklar, bu alan çizgilerini izleyerek hareket ediyorlar. Plazma sıcaklığı arttıkça, içindeki parçacıkların hareketi hızlandığından, bu yüksek enerjili parçacıklar, genel doğrultıdan sapan "kötü" manyetik alan çizgilerini izleyerek kütleden kaçabiliyorlar. Bu da plazma içinde çalkantılara ve sonuçta, oda duvarlarına çarpma sonucu sıcaklık azalmasına yol açıyor. Küresel tokamak makinelerinin, daha yayvan biçimli klasik tokamaklara göre bir üstünlüğü, manyetik alan çizgilerindeki bu sapkın çizgilerin görece az olması, ya da daha kolay düzelebilmesi.

1995 yılında İngiltere'de devreye sokulan START adlı küresel tokamak makinesi görece küçük bir plazma kütlesi oluşturuyor. Plazmanın yarıçapı yaklaşık 30 cm, yüksekliğiyse enine uzama katsayısıyla 106 cm. Ancak küçük boyutlarına karşın, 300 000 amperin üstünde plazma akımları taşıyabiliyor. Bu etkili hapis ortamında plazma yoğunluğu ve sıcaklığı plazma kütlesi içinde yüksek değerlerde kalıyor ve ancak plazmanın sınırına birkaç santimetre kaldığında düşüyor. Toroidal alanın etkin kullanımı sayesinde START yüksek bir β değerine ulaşmış. Bu değer, bir plazma içinde termal enerjinin, manyetik enerjiye oranı. Füzyon güç yoğunluğu da $\beta^2 B^4$ formülüyle tanımlandığından, β değeri önemli. START ekibi, deneylerde %40 gibi yüksek bir β değerine ulaşmış. Klasik tokamak makinelerindeki olağan β değeriyse yalnızca yüzde birkaç düzeyinde. En güçlü makinelerde bile elde edilen değer yüzde 12'yi aşmıyor. START içinde elde edilen plazma sıcaklığı, büyük tokamakların performansına yaklaşıyor. Küresel tokamak içinde 300 eV (yaklaşık 3.5 milyon derece) sıcaklık elde edilmiş. Elde edilen plazma yoğunluğuysa, metreküpte 6×10^{19} (60 milyar kere milyar) parçacık. Plazma sıcaklığı, klasik tokamaklarda elde edilenlerden oldukça düşükse de, plazma yoğunluğu neredeyse aynı ölçülere erişiyor.

Küresel tokamaklarla yapılan deneylerin sonuçları, tüm plazma dinamiği için geçerli olabilecek ve plazma hapsi kuramı ve geleceğin füzyon enerji santral tasarımları için önem taşıyan bir bulguyu ortaya koymuş: Plazmanın, çalkantılı, zayıf tutulumlu bir düzeydeyken, kendiliğinden, kolayca yönetilebildiği yüksek tutulumlu düzgün moda geçmesi, plazmanın tepkime odasındaki hızıyla ilgili görünüyor. ABD'nin San Diego kentindeki General Atomics DIII-D tokamak makinesindeki sonuçlar, bu geçişin, genellikle plazma kütlesinin kenarlarındaki dolaşım hızında meydana gelen bir değişimden sonra gerçekleştiğini ortaya koymuş. Culham'daki START deneylerindeyse plazma dolaşımının, çalkantıların durulmasından sonra hızlanmaya başladığı, yüksek düzeydeki tutulum ortamında da ivmelenmenin arttığı belirlenmiş.

START deneylerinin başarısı üzerine aynı geometride daha güçlü makineler de geliştirilmeye başlandı. Bunlardan biri, ABD'deki Princeton Üniversitesi'nde bulunan NSTX makinesi. Ötekiyse, Culham'da START makinesinin yerini alan MAST. Boyutları START'ın iki katı olan her iki makine de 1 milyon amperin üzerinde plazma akımı taşıyabiliyor. Devreye girmek üzere olan bu makinelerle gerçekleştirilecek olan deneyler, START'da elde edilen yüksek β değerlerinin, daha güçlü toroidal alanlarda da elde edilip edilemeyeceğini gösterecek. Ayrıca START makinesinde gözlenen etkin plazma hapsinin, daha büyük makinelerde de gerçekleşip gerçekleşemeyeceği ortaya çıkacak.

Klasik tokamaklarda olsun, küresel tokamak deneylerinde olsun gelinen aşama, sürekli füzyon hedefine doğru koşunun hızlandığını gösteriyor. Bu, aynı zamanda manyetik füzyonla, füzyonun başka bir yöntemi olan duragan (inertial) füzyon arasında süren yarışın seyrini de değiştirmeye aday. Duragan füzyon, bilye biçimli küçük yakıt toplarının aynı anda farklı yönlerden lazerlerle bombardıman edilmesi yöntemine dayanıyor. Bu baskı altında yakıt bilyesi kendi içine çöküyor ve sıkışan ağır hidrojen atomları birleşiyor. Tokamaklarla sürdürülen deneylerin umulan sonuçları vermemesi ve özellikle ITER projesinin çıkmaza girmesi üzerine ABD'de araştırmaların odağı, bu duragan yönteme kaymıştı. Ancak bunun için sanılandan çok daha güçlü (ve o ölçüde pahalı) lazerler gerektiğinin anlaşılması ve tokamak tasarımlarında sağlanan gelişmeler, ilgiyi yeniden manyetik füzyon üzerinde toplamış görünüyor. Bu alanda şimdi fizikçilerin hedefi, plazma yanışını gerçekleştirmek. Yaklaştığı anlaşılan bu hedefe ulaşılması, belki de insanlığı bol, temiz ve ucuz bir enerji kaynağına sanılandan çok daha kısa bir sürede ulaştırabilecek.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Ariza, L.M., "Burning Times for Hot Fusion", *Scientific American*, Mart 2000
Hot Doughnut, *New Scientist*, 8 Nisan 2000
Snipes, J., A Good START for Fusion, *Physics World*, Nisan 2000

Karanlık Maddenin Keşfi Hâlâ Karanlık

Evrendeki maddenin %90'ını oluşturduğu düşünülen karanlık maddenin varlığıyla ilgili ilk kanıtların bulunduğu savı, bilim dünyasında tartışmalara yol açtı. Karanlık madde, ışıma yapmadığı için gözlenemiyor. Ancak büyük kütleçekim etkisiyle varlığını belli ediyor. Yıldızlar ve gaz bulutları gibi gözlediğimiz ışıyan kaynakların kütlelerini topladığımızda, galaksimizi birarada tutmak ve yıldızların galaksi merkezi etrafındaki dolanma hareketlerini sağlamak için gereken kütleye göre epey eksik kaldığını görüyoruz. Gökadaların dış kenarlarında çok büyük hızlarla dolanan yıldızların uzaya dağılmamaları için gerekli kütleçekimini, karanlık maddenin oluşturduğu düşünülüyor. Bu madde, gökadaları büyük bir küre gibi kuşatıyor. Gökbiliminde bu küre "karanlık hâle" diye adlandırılıyor. Bazı bilim adamları, karanlık maddenin genellikle soğumuş yıldız artıkları (beyaz cüceler), dev yıldızların merkezlerinin çökmesiyle oluşmuş çok yoğun nötron yıldızları, ya da nükleer tepkimeler başlatıp yıldız haline gelebilecek kütleye erişememiş dev gaz küreleri gibi sıradan maddeden oluştuğuna inanıyorlar. Bunlara Büyük Kütleli Küçük Hale Cisimleri (MACHO) adı veriliyor. Bazı gökbilimciler, uzaktaki yıldızların önünden geçerken yol açtıkları mikromercek etkisi sayesinde bu cisimlerden birkaçını belirlediklerini söylüyorlarsa da ölçümlerin duyarlılığı henüz tartışma konusu. Karanlık madde için önerilen aday türler arasında en gizemli olansa, Zayıf Etkileşimli Ağır Parçacık (WIMP) adı verilen tür.

Italya'daki Gran Sasso Ulusal Laboratuvarı'nda Karanlık Madde Deneyi'nde (DAMA) görevli fizikçiler, 25 Şubat'ta uluslararası bir toplantıda yaptıkları açıklamada, yeraltı detektörüne giren parçacık sayısının mevsimlere göre küçük değişimler gösterdiğini, bunun da Samanyolu'nun büyük bir WIMP bulutu içinde dönmekte olduğunu kanıtladığını öne sürdüler. Ancak ABD'nin Stanford Üniversitesi'ndeki Soğuk Karanlık Madde Araştırması (CDMS) ekibinde görevli fizikçiler, aynı toplantıya sundukları raporda böyle parçacıkların izine rastlayamadıklarını belirttiler.

DAMA ekibi, yerin 1 km altında bakır bir kutu içinde, her biri 1 kg ağırlığında 9 sodyum iyodür kristalinden oluşan bir dizgenin ürettiği ışınımları saymış. Bunlar, kristal içinden geçen olası WIMP'leri gösteriyor. Işınım sayıları dört yıl süreyle izlenmiş. Aranan, haziran ayında doruk noktasına ulaşan bir artış, sonra da aralıkta en düşük düzeyine inen azalış. Nedeni, gerçekten de gökadamız hareketsiz bir WIMP bulutu



içinde dönüyorsa, Dünya'nın (gökadayla birlikte dönüşü nedeniyle) saatte ortalama 220 km hızla esen bir WIMP rüzgârına çarpması gerektiği. Ancak Dünya'nın Güneş çevresindeki dönüşü nedeniyle mevsimlere bağlı olarak bu rüzgârın hızında küçük değişimler olmalı. Haziran ayında Dünya rüzgâra ters yönde hareket ettiğinden, WIMP rüzgârının hızı, ortalamadan saatte 15 km daha fazla oluyor. Aralıktaysa gezegenimiz rüzgâr yönünde hareket ettiğinden, rüzgâr hızı aynı oranda azalıyor. Bir motosiklet sürücüsünün yağmura karşı giderken daha çabuk ıslanması gibi, DAMA'daki detektörün, Dünya WIMP rüzgârına karşı giderken daha fazla çarpışma kaydetmesi gerekiyor. DAMA ekibi, ilk kez geçen yıl bildirdiği mevsimsel değişimlerin, artık kuşkuya yer bırakmayacak kadar belirgin olduğunu açıkladı.

Öteki araştırmacılar daha sakınımlı davranılması gerektiğini vurguluyorlar. Chicago Üniversitesi'nden evrenbilimci Michael Turner, mevsimsel değişimlere yeryüzüne daha yakın yerlerde ortaya çıkan parçacıkların, örneğin nötron gibi sıradan parçacıkların da neden olabileceği uyarısında bulunuyor. Araştırmacıya göre kesin bir savda bulunmadan önce her türlü "kirlenme" olasılığı tartılıp değerlendirilmeli.

CDMS araştırmacılarıysa, kendi detektörlerinde saptadıkları 13 ışımanın tümünün de başıboş nötronlardan kaynaklandığından kuşku duymuyorlar. Detektör çok daha küçük ve şimdiye değin yalnızca 13 "olay" saptayabilmiş. Araç, toplam ağırlığı yarım kilogram olan, neredeyse mutlak sıfıra (-273°C) kadar soğutulmuş üç germanyum diskinden oluşuyor. Bir parçacık bu soğuk yarıiletkene çarptığında araştırmacılar hem parçacığın düzenekten fırlattığı elektrik yüklerini, hem de yol açtığı sıcaklık yükselimini ölçüyorlar. Elektrik yüküyle sıcaklık arasında düşük bir oran, WIMP ya da nötron gibi ağır ve yüksüz bir parçacığın germanyum çekirdeklerinden birine çarpıp sektiğinin göstergesi. Bu imzayı taşıyan az sayıda çarpışma da, Stanford araştırmacılarına göre nötronlarca gerçekleştirilmiş görünüyor.

Turner'a göre DAMA sonuçları doğrulansın ya da doğrulanmasın, karanlık madde avında son yakın görünüyor. Çünkü araştırmacıların çoğu, nötrino ya da oluşamamış yıldızlar gibi eskinin temel zanlılarının, evrende gözlenen madde eksikliğini kapatmakta yetersiz kaldığı üzerinde birleşiyorlar. Bu durumda açığı kapamak için temel aday WIMP'ler oluyor. Chicagolu evrenbilimci, önümüzdeki yıllarda daha duyarlı deneylerle aran kesinlikte sonuçlar alınabileceği konusunda güvenli konuşuyor: "Karanlık madde, 70 yıldır süren bir polisiye öykü; artık sanığın tutuklanması için zaman geldi."

Cho, A., "WIMPs at Last? Or More Wimpy Sightings?", *Science*, 3 Mart 2000

Çeviri: Raşit Gürdilek

Yeni Binyılın Tedavi Araçları
Kök Hücreler

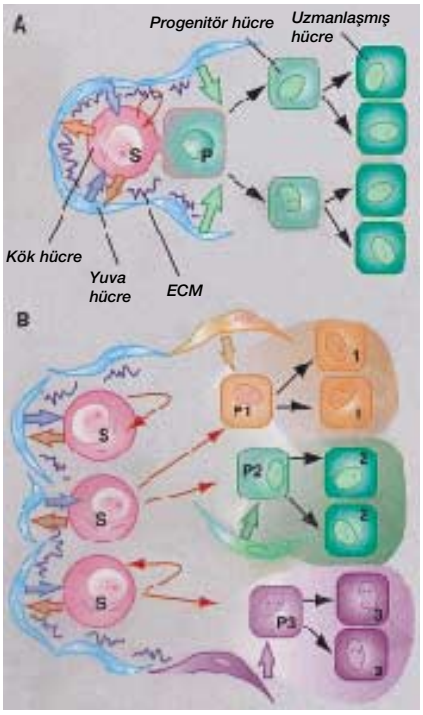
Kök hücreler (KH'ler) iki nedenle günümüzün bilim haberleri arasında yer alıyor: İnsan embriyonundan elde edilen KH'lerin hücre kültüründe üretilmesi başarıldı ve erişkinlerden elde edilen belli bir dokuya ait KH'lerin bir diğer dokunun KH'lerine dönüştürülmesi mümkün oldu; örneğin sinir KH'leri kan KH'lerine çevrilebiliyor. KH'lerin hangi cins hücrelere dönüşeceğini belirleyen iç ve dış sinyallerden bazıları belirlenmiş bulunuyor. KH'lerin içinde yaşadıkları mikroskopik çevreye "yuva" deniliyor. Şurası da anlaşıldı ki farklı dokuların KH yuvaları benzerlikler gösteriyor; bu sayede KH'leri doku naklinde kullanmak mümkün olacak.

Düşük yapmış kadınların düşürdüğü fetüs parçalarından ya da tüp bebek elde edilişi sırasında artan embriyonlardan hücre kültürü yoluyla elde edilen kök hücreler hem coşku, hem de dirençle karşılandı. Bunların gelecekte hastalık tedavisi için doku naklinde kullanılması olasılığı heyecan yarattı; fakat henüz çözümlenmemiş etik sorunlar bu heyecanın hızını kesiyor. Son zamanların en büyük buluşlarından biri, erişkin dokularının sanıldığından çok daha geniş bir farklılaşma gizilgücüne sahip olduğunun anlaşılması. Bugüne kadar bilinmeyen bu çok yönlülük, bu değişebilme gücü, bir canlının kendi dokularını çoğaltarak doku nakli yapmak umudunu doğurdu.

Eğer kök hücrelerin gizilgücünden tam yararlanmak ve bu sayede Parkinson hastalığı (titremeler ve hareket yavaşlaması) ya da kas erimesi (müsküler distrofi) gibi dejeneratif hastalıkları tedavi etmek istiyorsak, bu konulardaki bilgi boşluklarını doldurmalıyız. Herşeyden önce kök hücrelerin kök hücre olarak kalmasını ve zamanı gelince belli hücre tipleri oluşturmasını sağlayan iç kontrol mekanizmalarını bilmek zorundayız. Bu gibi iç kontrol mekanizmaları, KH'lerin normalde içinde kaldıkları mikroskopik ortamla (mikroçevre ya da yuva) yakından ilgilidir. kök hücrelerin barındığı cennet neresi? Bunlardan doğan hücreler, farklılaşmak ya da ölmek üzere bu cennetten nasıl dışarı çıkıyorlar?

Kök Hücre Nedir?

Kök hücre, bir canlının vücudunda çok uzun bir süre bölünmeye devam ederek kendini yenileyebilen ve bu sayede farklılaşmış hücreler oluşturabilen farklılaşmamış hücrelere verilen ad. Kök hücreden doğrudan oluşan hücrelere progenitor hücreler (PH), kök hücrelerle farklılaşmış hücreler arasında değişik farklılaşma evrelerinde olan geçiş hücrelerine de "çoğaltıcı transit hücreler" adı veriliyor (şekil 1). Çoğaltıcı transit hücrelerin birincil görevi, kök hücrelerin bölünmelerinden doğan farklılaşmış hücrelerin sayısını çoğaltmak; bu sayede KH'ler sınırsız bölünme yeteneğine sahip olmalarına karşın yapmaları gerekenden daha az bölünme yapabilirler.



Şekil 1- Kök hücre iki türlü bölünme yapar: A- Kök hücre (S) asimetrik olarak bölünerek bir kök hücre ve bir progenitor hücre (P) oluşturur. P hücrenin çoğalma gizilgücü daha sınırlıdır; P hücre dış sinyallere cevap olarak farklılaşır. Kök hücre, etrafındaki yuva hücreleriyle etkileşim halindedir (renkli kalın oklar) B- Popülasyon asimetrisi. Kök hücreler (S) bölünerek yine kök hücreler ya da progenitor hücreler (P) oluştururlar. P'ler dış sinyallerin etkisi altında çeşitli hücreler (1,2,3) yapacak şekilde farklılaşırlar. ECM: ekstrasellüler matriks.

Kök hücreler, farklılaşmış hücrelerin artık bölünme yapmadığı ve az yaşadığı, fakat sürekli olarak yeniden oluşturulduğu kan ve üstderi gibi dokularda incelenmiş bulunuyor. Aslında bunlar karaciğer ve beyin gibi kendini yenileme gücü çok sınırlı olan organlarda da bulunurlar; ancak onları oralarda bulmak kolay değildir.

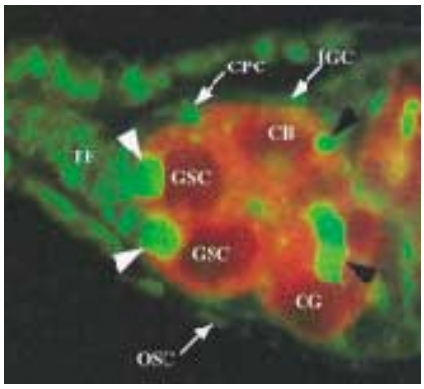
Kök hücreler dokularda diğer hücrelerden nasıl ayırt edilecek? Bazen dış görünümleriyle ya da bulundukları yerle tanınırlar. Örneğin meyva sineği *Drosophila*'ların eşeysel organlarında, çevresel sinir sistemlerinde kök hücreler ve PH'ler, komşu hücrelere göre çok belirli bir yön alırlar (şekil 2). Öte yandan birçok dokuda bunların yeri ancak yaklaşık olarak bellidir ve kök

hücre kompartmanını ya da havuzunu belirlemek üzere, kendilerine moleküler etiketler takılır; bu etiketlere "işaretleyici" (marker) deniliyor. Bedende doğal olarak bulunan bazı işaretleyiciler kök hücrelerin bulunmasında yardımcı olabilir; örneğin üst deri kök hücreleri fazla miktarda β-1-integrin yaparlar ve mikroskop altında bunun boyanmasıyla tanınırlar (şekil 3).

Kök Hücrelerin Bölünme Stratejileri

Kök hücreler (KH), farklılaşmış hücreler oluşturmak üzere iki çeşit bölünme yaparlar. 1) Asimetrik bölünme (invariyant ya da değişmez bölünme); 2) Simetrik bölünme (düzenleyici bölünme) (şekil 1). Asimetrik bölünmede kök hücre ikiye bölünerek bir KH ve bir de ilerde farklılaşacak olan progenitor hücre (PH) verir. Bu bölünmeye bu nedenle simetrik olmayan deniliyor; çünkü simetrik bölünmenin KH→ KH+KH şeklinde olması gerekir; asimetrik bölünmedeyse KH→ KH+PH durumu vardır. PH'ler ileride bölünerek farklılaşmış hücrelere dönüşeceklerdir. Tek hücreli canlılarda ve omurgasızlarda, örneğin *Drosophila* yumurtalıklarında, asimetrik bölünme örnekleri görülmüştür. Simetrik bölünmedeyse bir kök hücre, KH→ KH+KH ya da KH→ PH+PH olacak şekilde bölünür. KH+KH mı, PH+PH mı olacağını şans belirler; fakat ortalama alınırsa, bölünmeler sonucunda eşit sayıda KH ve PH oluştuğu görülür. Buna rağmen bu ikinci tip bölünmelerin sonucunda dokuda KH ve PH sayıları eşit değildir; buna "popülasyon asimetrisi" denir. Ortalama olarak eşit sayıda KH ve PH oluşmuşken dokuda KH ve PH sayılarının farklı oluşunun nedeni, doku gereksinimlerine göre KH ve PH bölünme hızlarının değişebilmesidir. Genellikle dokularda PH'lerin sayısı KH'lerden çok daha fazladır. Memelilerin kendini yenileyebilen dokularının çoğu ikinci tip bölünme yapar ve popülasyon asimetrisi gösterir.

Çok farklı olsalar da, bu iki strateji de geri kontrol (feedback) ve hücrelerarası etkileşim sistemleri içerirler. Hücre nüfusunun simetrik olmayışı çeşitli fizyolojik gereksinimlere yanıtı kolaylaştırır; bir yaralanmadan sonra kan ya da üstderi hücreleri gerektiğinde, bunlar daha çabuk oluşturulabilir.



Şekil 2- Meyva sineği Drosophila'nın boyanmış yumurtalığında eşeysel kök hücreleri (GSC) yuvası. Yuvayı saran kılıf hücreleri yeşil (OSC). Kahverengi altalta iki kök hücrenin (GSC) içinde yeşil spektrosom görülüyor (beyaz ok başları). Kök hücreleri, farklılaşmış üç somatik hücre tipi çevreliyor: hepsi yeşil renkte terminal filament (TF), takke hücreler (CPC) ve yuva iç hücreleri (İGC). Üst kök hücrenin arkasında ondan oluşan sistoblast (CB) hücresi var. Sistoblast içinde spektrosom görülüyor (üst siyah ok). Onun da altında sistoblastın kistik şekli (CG) var. Bu kistik hücre dallanmış bir füzom içeriyor (alt siyah ok).

Kök Hücrelerin İç Kontrolü

Asimetrik hücre bölünmesinden doğan iki hücreden herbiri, ötekinden farklı bir gelişme gizilgücü taşır: bu iki şekilde sağlanır; hücre kaderini belirleyici öğelerin iki hücreye eşit olmayarak dağılımı, ya da çevreden gelen farklılaştırıcı etkiler. Yapısal proteinler ve özellikle hücre iskeleti (sito-skeleton), hücre kaderini belirleyici öğelerin bölüşülmesinde önemli rol oynarlar. *Drosophila* duyu organı öncül hücresinin asimetrik bölünmesi, birçok gen grubunca kontrol edilir; bunlardan biri *İnsc* gen grubu. *İnsc* proteini asimetrik bölünmenin en az üç evresini kontrol eder: hücre zarına bağlı hücre kaderini belirleyici moleküllerin, asimetrik dağılışı, haberci RNA'nın (mRNA) asimetrik dağılışı ve mitoz iğlerinin yönlendirilmesi. İnsc proteininin merkez bölgesi, mitoz iğini ve yönlendirmede rol oynar. Bölünen öncül sinir hücrelerinde Insc'in asimetrik yerleşmesi hücre iskeletinin incecik liflerine (mikrofilament) sağlanır.



Şekil 3- İnsan üst derisinde popülasyon asimetrisi. Beta 1 integrinler yeşile boyanmış. Beyaz sınır çizilmiş hücreler, fazla integrin içeren epitel kök hücreleri. Aralarında daha az integrin içeren kırmızı çekirdekli "çoğaltıcı transit hücreler" görülüyor.

Drosophila yumurtalığında her kök hücre, asimetrik bölünme yaparak bir başka kök hücre ve yuvasından çıkarak sonunda olgun yumurta halini alacak farklılaşmış bir hücre yaratır. Bu iki hücre tipi farklılaşmış komşu hücrelerle etkileşim içindedir (şekil 2). Kök hücrenin asimetrik bölünmesini "spektrosom" denen bir hücre organcığı sağlar. Spektrosom hücre zarına bağlı hücre iskeleti proteinlerinden "spektrin"leri ve düzenleyici protein "siklin A" yı içerir. Spektrosom, mitoz iğine bağlanarak kök hücre bölünmesini yönlendirir. Spektrosom ayrıca kök hücre'nin kaderini belirlemede önemi olan moleküllerin yerini belirler ve onların PH'lere geçmesini sağlar.

DNA Kopya (transkripsiyon) Faktörleri

Drosophila'da asimetrik kök hücre bölünmesini düzenleyen *Insc* gibi genlerin omurgalılarda türdeşleri bulunduysa da bunların kök hücre kaderini belirlemedeki rolleri belirsiz. Fakat DNA kopya faktörlerinin kök hücre kaderini belirlemedeki rollerine dair yeterli kanıt var. Örneğin kan hücreleri yapımında (hematopoez), evrim sırasında korunmuş çok sayıda DNA kopya faktörünün rol oynadığı biliniyor.

Son zamanlarda üst deri ve bağırsak epitelinde Tcf/Lef grubu kopya faktörlerinin önemi anlaşıldı. Her iki Tcf4 geninden yoksun farelerin incebağırsaklarında kök hücreler yoktu; her iki (alel) Lef 1 geni mutasyona uğramış farelerdeyse kıl ve bıyık oluşumu tam değildi. β-katenin, Tcf/Lef aracılı DNA kopyalanmasını etkinleştirir.

β-katenin adlı proteinin fazlalığı kök hücre sayısını artırır. β-katenin, üst derinin boynuzsu madde içeren hücrelerini (keratinositler) plüripotent yapar. (Plüripotent, çoğul gizilgücü olan demektir; plüripotent bir hücre çok çe-

şitli hücreler oluşturabilir. Kök hücre plüripotent bir hücredir); plüripotent keratinesitler kıl kökleri (foliküller) ya da üstderi hücreleri oluşturabilirler; kıl köklerinden bazıları tümörleşebilir.

Saatler

Bir kök hücre yuvasını terkettikten sonra eninde sonunda farklılaşacaktır; acaba tamamen farklılaşmadan önce kaç kez bölüneceğini belirleyen öğeler neler? Bölünmeyi hızlandıran ya da baskılayan maddeler oluşturan hücre-içi saatlerin olabileceği düşünülüyor. Hücre devri hızlandırıcılarına örnek olarak, *Chaenorhabitis elegans*'da cul-1 proteini, hücre devri baskılayıcılarına örnek olarak sıçanlarda p27/Kip1(p27) gösterilebilir; bu son maddenin birikmesi sıçan oligodendrosit (beyin destek hücresi) öncül hücrelerinin çoğalmasını kısıtlar ve farklılaşmasını artırır.

Üçüncü bir saat düzeneğiyse, telomer (kromozom uç cismi) uzunluğu. İnsan dokularının çoğunda telomeraz etkinliği az ya da ölçülemez düzeyde. Telomerlerin giderek kısalması bir mitoz saati etkisi yaparak hücre bölünmelerini azaltır. Kök hücreler yaşlanmaz; çünkü telomeraz etkinlikleri yüksektir. Telomeraz geni yokedilmiş birinci kuşak farelerde kan hücreleri yapımı normaldir ve bağırsak, erbezi ve üstderi bozuklukları yoktur. Fakat daha altıncı kuşağa gelmeden kan kök hücrelerinin yapımı azalır: erkek fareler kısırlaşır; kıl dökülmesi başlar ve deri yaralarının epitelle örtülmesi gecikir.

Kök Hücrelerin Dış Kontrolü

Kök hücrelerin çoğalmasını ve kaderini düzenleyen salgılar çok çeşitlidir. Bunlardan ikisi önde gelir: TGFβ'lar ve Wnt'ler. Wnt'ler, β-kateninleri içeren karmaşık bir yolla DNA kopyalanmasını etkinleştiriyor. Embriyondaki sinir kök hücreler farklalışması TGFβ grubundan en az iki madde ister. Kan yapımı, melanin sentezi ve çocuk yapabilmek için kök hücre faktörü (SCF) ve onun bağlandığı tiozin kinaz c-Kit almaçı gereklidir.

İntegrinler ve Hücrelerarası Madde

Hücrelerin hücrelerarası maddeye yapışması birçok almaçla sağlanır; bunlardan en önemlisi integrinlerdir. Keratinositlerin MAP kinaz sinyaliyle farklılaşmaları ve üstderi kök hücrelerinin devamı için β1 integrinler gerekiyor. İntegrinler hücreyi dokuda gereken yerde tutarlar (bir gemiyi rıhtıma bağlayan halatlar gibi); integrinler olmazsa ya da değişirlerse kök hücre yuvasından kurtularak ya farklılaşır ya da apoptozla ölür.

İç Ortamın Kontrolü

Yuva modeli şunu söyler: bir kök hücre ikiye bölününce hücrelerden yalnız biri yuvada kalır; diğeri yuvayı terkeder ve başka bir yuva bulamazsa farklılaşmak zorunda kalır. Asimetrik bölünme yapan dokularda oluşan iki hücreden birinin yuvadan nasıl atıldığını anlamak zor değildir; mitotik iğ öyle bir yön alır ki hücrelerden biri yuva dışına yönelir ve dışarı fırlamak zorunda kalır (şekil 2). Düzenleme tipi kök hücre popülasyonlarında, kök hücre yuvası için kök hücreleri arasında rekabet olduğunu düşünmek işi aşırı basitleştirmek olur. Örneğin bir fareden diğerine kan kök hücreleri nakledilirse, verici kök hücrelerin alıcı kök hücre yuvalarına yerleşmesini,

Kök Hücrelerinin Evrimi ve Gelişmesi

KH'ler embriyonal gelişmenin görece geç bir evresinde ortaya çıkarlar. Görevleri dokuları yenileyerek canlının ömrünü uzatmaktır. Son zamanlarda dokuya özgü sanılan erişkin KH'lerinin aslında birçok erişkin dokusu oluşturabilmek gizilgücü taşıdığı anlaşıldı.

KH'lerin kendilerinden direkt olarak oluşan progenitor hücrelerden (PH) iki temel farkı vardır: KH'ler çok uzun bir süre kendilerini yenileyebilirler ve farklılaşmak zorunda değildirler. PH'ler bir süre sonra bölünmeyi durdurur ve farklılaşırlar. Erişkin bir memelide KH'ler incebağırsaklarda görüldüğü gibi hızla bölünebilir ya da beyinde olduğu gibi sessiz olabilirler. KH'ler asimetrik bölünmeyle hem kendilerini yeniler, hem de ilerde başkalaşacak olan PH'leri oluştururlar. Memelilerde KH'lerin bölünmesi rastgeledir; yani şansa bağlı olarak KH ya da PH oluşabilir. Doğa KH bölünmelerinin sonuçlarını değil, hızını düzenler.

KH'lerin evrimi

Acaba evrimde ilk tek hücreli canlı bir KH miydi? Hayır; çünkü bölünerek kendini yenileyebiliyordu ama başkalaşma yapamıyordu. Basit çok hücreli hayvanlarda hücreler KH özellikleri taşırlar; bir polip (hidra) kütlesi %2'ye inse bile kendini yeniler; ayrıca poliplerin her hücresi çok çeşitli görevler yapar (plüropotans). Son araştırmalar memeli ön beynindeki bazı astrositlerin KH özellikleri taşıdığını gösterdi.

Eldeki kanıtlar çok hücreliliğin hayvan ve bitkilerde ayrı ayrı evrimleştiğini gösteriyorsa da benzerlikler vardır. Örneğin *Drosophila*'larda eşeysel hücre KH'lerini kontrol eden piwi geniyle Aribidopsis bitkisindeki sürgün KH'lerini kontrol eden ZWILLE geni türdeştir. Bu gözleme göre hayvanlar ve bitkilerdeki KH'ler tek hücreli ya da çok hücreli ortak bir atadan evrimleşmiş olabilirler. Bitkileri epey göz ardı etmiş gibiyiz. Unutmamak gerekir ki gelişmiş havuç ya da tütün bitkisinin tek bir KH'sinden bütün bir bitki elde edilebiliyor. Memelilerin kan, beyin, bağırsak ve deri KH'leriyle bitkilerin yaprak ve çiçek oluşturan meristem (sürgen doku) hücreleri benzerdir. Bunların türdeş (homolog) olup olmadığı araştırılıyor.

Gelişme

Memelilerin embriyonal KH'leri (EKH) denilince embriyondan alınıp hücre kültürlerinde büyütülen hücreleri anlıyoruz. Bunların plüripotent olduğuna kuşku yoktur. Farelerde gen yoketme ve gen değiştirme deneyleri bu EKH'lerle yapılıyor. EKH'ler gerçek KH'leri mi? Memelilerin diğer hayvanlardan büyük farkı, erkeklerin hayat boyu spermatogoni hücrelerinin KH'lerini taşımasıdır. Yumurtalıktaki yumurta hücreleri sayısı doğumda belirlenir ve hayat boyu aynı kalır; yani yumurta KH'leri yoktur. Erbezlerindeki spermatogoni hücreleri sürekli çoğalarak sperm hücreleri yaptıklarından, doğa bunlara KH'ler vermiştir.

Farede döllenmeden 7 gün sonra, embriyon besin kesesinin duvarlarında kan hücreleri yapan adacıklar belirir. 8. ve 10. günler arasında aort damarı yanı odaklarda kan hücreleri yapımı başlar. 10. ve 11. günlerde fetal karaciğerin kan hücreleri yapmaya başladığı görülür. 15. günden sonra fetal dalak ve kemikiliği kan hücreleri yapımına katılır; bu odaklar en önemlileridir. Kan hücreleri yapımı arttıkça kan KH'leri sayısı da artar. Yine farelerde embriyonal hayatın geç evrelerinde önbeyin KH'leri belirir. Memelilerde ön beyindeki yan karıncıkların ependim zarı altı bölgeleri yeni nöronların yapıldığı yerlerdendir. Burada oluşan yeni nöronlar, kemircilerde glial yolları izleyerek alın lobundaki koku soğanlarına gelirler. Maymunlardaysa ependim altında yapılan yeni nöronlar bellek alanlarına göç ederler. Daha da ilginç 1999'da yapılan şu deneydir: erişkin ön beyin KH'leri, röntgen ışınları verilerek kemikiliği hücreleri öldürülmüş erişkin konakçıların damarına verilmiş ve beyinden kaynaklanan bu KH'lerinin kan hücreleri yapmaya başladığı görülmüştür.

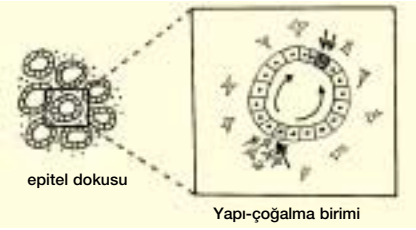
Bu son deneyin tersi bir deney de başarıyla sonuçlandı; kemikiliği hem kan KH'leri, hem de destek doku (stroma) KH'leri içerir; destek doku KH'leri mezenkim orijinli kemik ve kıkırdak dokularına dönüşebilir. Erişkin farelerin kanına karışık kemikiliği kök hücreleri verildiğinde çok çeşitli dokular oluştu: beyinde yeni astroglia ve mikroglia denilen destek hücreleri, dejenere edilmiş bacak kaslarında kas hücreleri ve karaciğerde yeni oval hücreler (bunlar karaciğer hücrelerine dönüşürler). Daha yeni olarak stroma KH'leri yeni doğmuşların yan karıncıklarına doğrudan enjekte edildiğinde farklılaşmış astroglia hücreleri oluştu. Kan KH'lerinin kas ve kas KH'lerinin kan hücrelerine dönüşebildiği de gösterilmiştir.

alıcı kök hücre sayısının verici kök hücre sayısına oranı belirler. Bunun önemli bir sonucu şudur: Kan PH nakli yapılırken, nakledilen kök hücrelerine yer açmak için alıcının kök hücrelerini yuvalarından çıkarmaya gerek yoktur.

Kök Hücreler Değişicidir

Erişkin insanlardan alınan kök hücrelerin diğer insanlara nakli sırasında bir şey öğrenildi: Bunlar bir doku tipinden bir başka doku tipine dönüşebiliyorlar. Örneğin vericinin A dokusuna ait kök hücreler nakilden sonra alıcıda B doku tipi kök hücrelere dönüşebilirler. Genellikle A ve B dokuları embriyolojik bakımdan birbirlerine yakındırlar. Fakat bazen A ve B dokuları birbirine hiç benzeyemeyebilir. Örneğin sinir kök hücreleri, kan kök hücrelerine dönüşebilirler. Kök hücrelerin bu tip çarpıcı değişmeleri üzerinde ancak tahminlerde bulunabiliyoruz. Kan hücreleri yapımıyla ilgili iki gözlem konuya biraz ışık tuttu. Birinci gözlem: Kök hücrelerin DNA'sında çok çeşitli dokular oluşturabilecek genler bulundu; yani her kök hücre, kendinde çeşitli dokuların kök hücrelerine dönüşebilme gizilgücünü taşıyor. Demek ki kök hücre plüripotentdir. Kök hücre kendi bünyesinde hangi dokunun genlerini etkinleştirirse o dokunun hücrelerini oluşturur.

İkinci gözlem: B lenfositlerin farklılaşması, Pax5 geni yokedilerek bloke edilirse, B lenfosit kök hücreleri çok çeşitli kan hücreleri yapacak şekilde farklılaşırlar. Demek ki kök hücre naklinden sonra bunlar kendilerine yeni bir yuva bulurlarsa, hedeflediklerı farklılaşmadan tamamen farklı bir farklılaşma ya da yeniden programlanma yoluna gidebilirler. Birçok faktör bu olasılığı arttırır. Örneğin bir kök hücrenin farklılaşma sinyallerine yanıt verişi, komşusu olan hücrelerin bu sırada farklılaşma yapmakta oluşuyla artar. Ayrıca komşusu olan hücrelerden emredici sinyaller almakta olan kök hücreler bu ortamdan çıkartılırlarsa, değişmelere uğrarlar; şöyle ki gelen sinyallere karşı duyarlıkları, yüzey almaçları ve gen etkinlikleri değişir; böylece çok sayıda yeni sinyale duyarlı hale gelirler ve geldikleri yeni yuvada yeni sinyaller alarak yeni görevler edinirler.



Şekil 4- Yapı çoğalma birimleri. Sol resim: Halka biçimi yapılar tüp biçimi bezlerin kesitleri. Sağ resim: Solda yuvası içinde bir kök hücre (kısa tek ok), sağda karşı kutupta apoptozla ölen bir hücre (kısa iki ok) görülüyor. Uzun oklar kök hücrenin bölünmesiyle oluşan hücrelerin ilerleme yönünü gösteriyor.

Epitel Dokusu Kök Hücreleri

Epitel dokularının çoğu kök hücre içerir. Bu hücreler doku onarımından ve dokunun yeniden yapılmasından sorumludurlar. Memeli dokularının %60'ı epiteldir. Epitel ya salgı yapar (tükrük bezleri, pankreas), ya emicidir (bağırsakların astar hücreleri), ya da yüzeylerin bütünlüğünü sağlar (deri). Deri ve bağırsak epitelindeki hücreler hızla yenilenir; buna karşı karaciğer ve pankreas epitelinde hücre yenilenmesi çok yavaştır, fakat onarım gerekince hücre yapımı hızlanır.

Bütün epiteller normal olarak ya da yaralanmadan sonra kaybolan hücrelerinin yerine yenilerini koyabilirler. Epitel kök hücreleri de, diğer kök hücreler gibi iki özellik taşırlar: Canlının hayatı boyunca kendini yenilemek ve farklılaşmış hücreler yapabilmek.

Epitelyal Kök Hücrenin Görevi

Epitelyal kök hücrelerde daha embriyonal hayatta görev dağılımı yapılmıştır. Her epitelyal kök hücre ancak kendi epitel dokusunu oluşturabilir; diğer epitel dokularını oluşturamaz. Örneğin üstderi kök hücreleri, karaciğer kök hücrelerine dönüşemez. Bir hücreye daha embriyonal hayatta belli bir görev nasıl verilebilir? Bunun yanıtı şudur: Bu hücreye yapacağı göreve uyan DNA kopyalama (transkripsiyon) faktörleri verilmiştir; o artık bu DNA kopyalama faktörlerinin emrindedir; başka tür hücre yapamaz; DNA'ca tek bir hücre tipi yapmak üzere programlanmıştır. Epitelyal kök hücre DNA kopyalama faktörleri bilinmiyor.

Kök hücrelerin bölünmeleri yavaştır ve bu nedenle dokularda sayıları azdır. Buna karşı "transit hücreler" hızla bölünür ve sonlu bölünmelerden sonra mutlaka farklılaşırlar. Doğanın (evrimin) bu dahiyane planı sayesinde az sayıda kök hücreden çok sayıda farklılaşmış hücre elde edilir.

Üstderi epitel hücreleri birbirine yapışıktır. (Koruyucu deride böyle olması gerekir). Bu nedenle yüzeylerinde fazla miktarda hücre yapışma molekülleri ve β katenin taşırlar. Kıl kökünde sitokeratin 15 molekülü kök hücre işaretleyicisidir. İncebağırsak epitelinin çoğalması TCF4 kopyalama faktörünü gerektirir; bu faktör Wnt sinyaline cevap vererek β kateninle birleşir.

Yapı Çoğalma Birimleri

Dokunun mikroskopik yapısıyla kök hücre etkinliği arasında kesin bir ilişki görülüyor. Dokuda kök hücreler bir yerde, farklılaşmış hücreler bir başka yerdedir. Örneğin ince bağırsağın iç yüzünde "villus" denilen 0,5-1,5 mm yükseklikte besin emici çıkıntılar ve bunların arasında kript (bağırsak bezleri, Lieberkühn bezleri) denilen çukurlar görürüz. Bağırsak KH'leri kriptin dibinde bulunurlar. Çoğaltıcı transit hücreler kriptin 1/3 üst bölümünde ve villuslardadır. En dipte en hızlı bölünen, en yüzeyde hemen hiç bölünmeyen -farklılaşmış- hücreler yer alır. Öteki epiteller de daima yapısal birimlerden oluşur. Şekil 4'de tüp biçimi dış salgı bezi epitelinde, kök hücre ile en yaşlı hücrenin bezin karşıt kutuplarında olduğu görülüyor. Bez epiteliyle hücreler arası madde (stroma) arası etkileşimler sonucu, halka biçimli bezin bir ya da birkaç hücresi kök hücre olarak kalır ve çoğalır. Burası yuvadır. Kök hücrenin karşı kutbunda apoptozla (programlanmış hücre ölümü) ölen en yaşlı hücre vardır. Kök hücreyle en yaşlı hücre arasında çoğaltıcı transit hücreler yer alır. Bu hücreler bölündükleri için, kök hücreden karşı kutba doğru ilerlerler. Diğer epitelyal dokularda da yapı-çoğalma birimleri olabilir; yani birkaç kök hücre, organın belli bir yapısının hücrelerini sağlayabilir. Örnek; mide bezleri, tükrük bezleri, karaciğer lobülleri, böbrek nefronları.

Mültipotent ve Ünipotent Hücreler

Çok çeşitli epiteller vardır (yassı, silindirik- kübik, kirpikli, bez vb). Bu

epitellerin hepsini yapma gizilgücünü taşıyan bir hücre mültipotentdir. Yine ince bağırsağa gelelim. Burada 4 tip hücre vardır: Besin emici hücreler, sümük (mukus) yapıcı kadeh hücreleri, Paneth hücreleri ve serotonin vb yapıcı bağırsak iç salgı hücreleri. Bunların hepsinin mültipotent tek bir hücreden kaynaklandığı kanıtlandı.

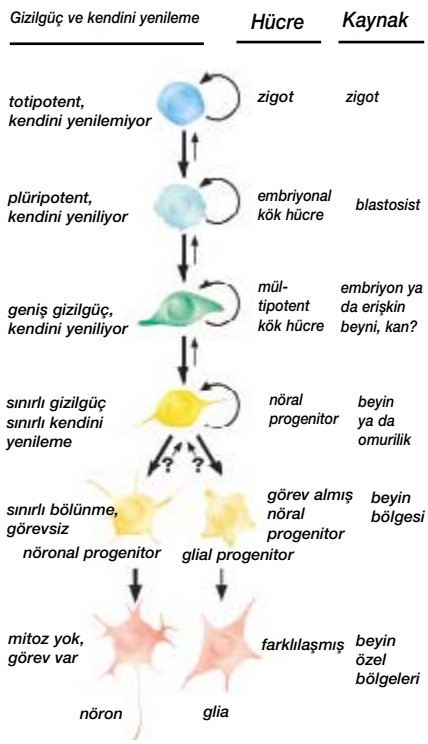
Başka dokularda da mültipotent hücreler vardır: embriyonik hücreler hem üstderi, hem kıl kökü; hem karaciğer hücresi, hem safra kanalı hücresi; hem pankreas dış salgı hücresi, hem pankreas iç salgı (insülin) hücresi yapabilirler. Organlarda yaralanmalardan sonra mültipotent hücreler belirebilir. Bunlar özel durumlarda safra kanalcıkları, karaciğer hücreleri, pankreas kanalları ve pankreas hücreleri yapabilir.

Doku tahribi yoksa kök hücreler genellikle ünipotentdir (tek gizilgüçlü); içinde bulundukları organın dokularından yalnız birini oluştururlar. Son zamanlarda ince bağırsak kök hücrelerinin %80-90'ının ünipotent olduğu, emici hücre ya da mukus hücresi yaptığı, ancak %10-20'sinin mültipotent olduğu görüldü. (Kök hücre genel anlamda plüripotentdir; fakat bir dokuya yerleşmişse orada ünipotent olabilir).

Metaplazi

Kök hücreleri genellikle içinde bulundukları organın dokularını oluştururlar. Yaralanmalardan sonra tuhaf bir olay görülebilir: bir organın kök hücreleri o organın dokuları yerine bir başka organın dokularını yapmaya başlarlar. Adeta yaralanma sonucu kök hücre şaşırmış ve görevini değiştirmiştir. Bir doku içinde normalde orada olmaması gereken bir doku oluşmasına "metaplazi" denir. Bu yabancı doku oluşması bir süre sonra durur; kök hücrenin aklı başına gelmiştir! Genellikle bir organda, embriyonda ona komşu olan bir organın dokuları görülür. Hiç de nadir olmayarak midede ince bağırsak epiteli, mesanede kalınbarsak epiteli, vaginada dölyatağı epiteli ve pankreasta karaciğer hücreleri görülebilir. Bu pratikte önem taşır. Örneğin, mide fıtıkı (hiatus hernisi) yemek borusuna midedeki Hcl'in girmesine neden olur; bu tahriş sonucu yemek borusunda bir ada şeklinde mide epiteli oluşur (metaplazi); bu adada mide ülseri ve mide kanseri oluşabilir.

Gizilgüçlü Sinir Kök Hücreleri



Şekil 5- Nöron oluşturan memeli kök hücrelerinin sınıflandırılması. En üstte en ilkel, gizilgücü (değişik hücreler yapma gücü) ve bölünerek kendini yenileme yeteneği en yüksek hücre var. Aşağı inildikçe bölünme hızı, gizilgücü ve kendini yenileme yeteneği azalıyor. Yukarı doğru ince oklar, hücrenin daha ilkel hale dönüşebileceğini gösteriyor.

Sinir Kök Hücreleri

İnsan dahil bütün memelilerin gerek embriyonik, gerekse erişkin sinir dokularında nöral (sinirsel) kök hücreleri (NKH) bulunur.

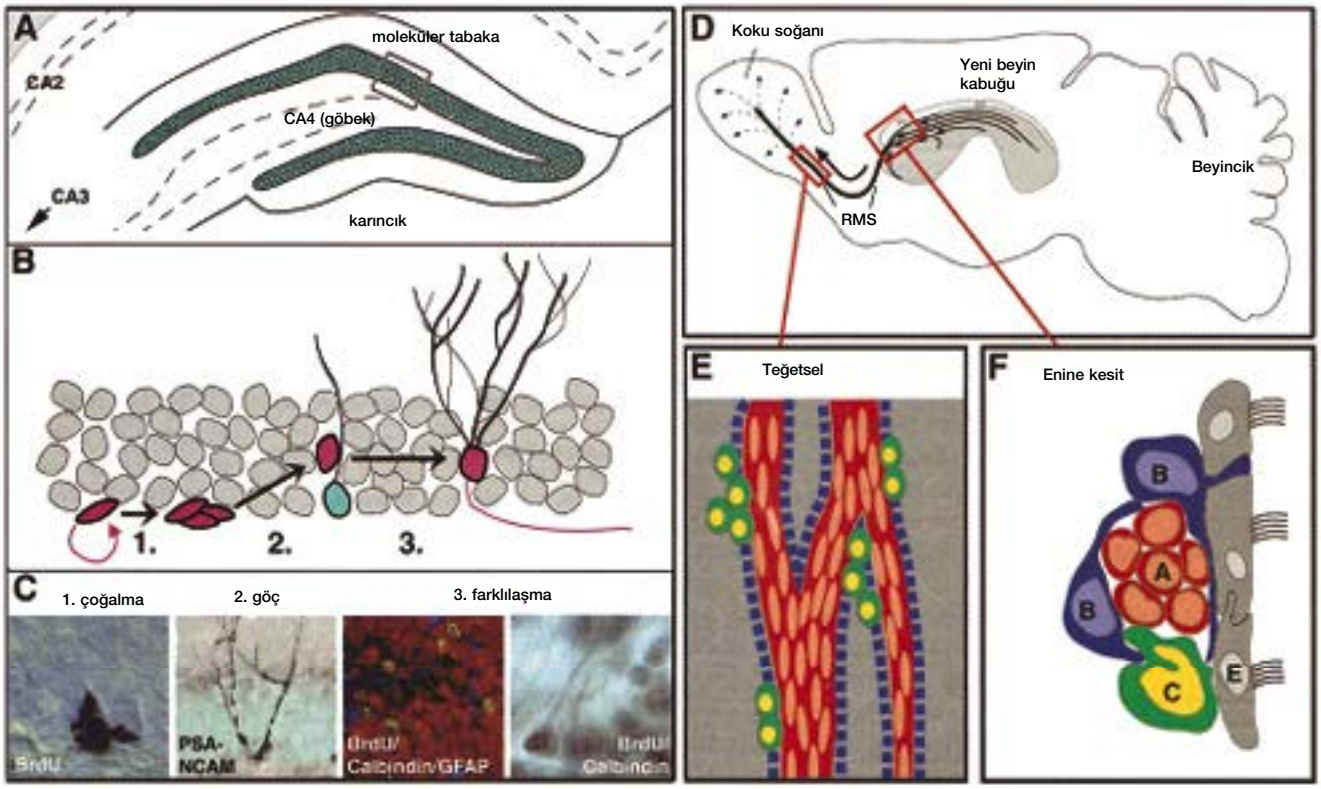
Bunlar şu özellikleri taşır: 1) Sinir dokusu yapabilir ya da sinir dokusundan elde edilmiştir. 2) Kendi kendini kısmen yenileyebilir. 3) Asimetrik hücre bölünmesi yaparak kendinden farklı hücreler de oluşturabilir. Sinir kök hücreleri, diğer dokuların kök hücrelerinden ya da daha ilkel (embriyonik) hücrelerden elde edilebilir (şekil 5). Totipotent (tam gizilgüçlü) sinir kök hücreleri canlı bir hayvanın dölyatağına konulursa, çevresel ve merkez sinir sistemleri de dahil bütün bir canlı oluşturabilir. Plüripotent (çoğul gizilgüçlü) olanları, plasentanın trofoblast hücreleri hariç, canlının her hücresini oluşturabilirler. Plüripotent kök hücreyle embriyonik kök hücre aynı şeydir; bunlar transgenik (genleri değiştirilmiş) hayvanlar oluşturmakta kullanıldığı gibi tıpta da kullanılabilecek. Kök hücreler sıklıkla içinde bulundukları organın adıyla anılırlar. beyin kök hücreleri, kan kök hücreleri vb.

Sinir kök hücrelerinin semender, polip(hidra), planarya yassı solucanları, balık vb gibi daha ilkel canlıların evrimsel artığı olduğunu düşünenler var. Bu ilkel canlılar vücutlarının eksilen bir bölümünü (polip, kuyruk, yüzgeç vb) yeniden yapabilirler. Bir başka görüşe göre de; beynimizin bellek ve öğrenme yükü giderek arttığından, doğa beyne sınırlı olarak kendini büyütme ve onarma yeteneğini vermiştir. Beyin çevreden de etkilenir. Günümüzün egemen görüşüyse şu: Beyin davranışları kontrol eder, davranışlar da beynin yapısını değiştirebilirler.

Tüpte sinir kök hücreleri elde etmek için, fetüs ya da erişkin beyninin bu hücreleri içeren bölümü alınır. Sonra beyin epitel büyüme faktörü (EGF) ya da fibroblast büyüme faktörü 2 (FGF-2) uygulanır. Bunlar hücre sayısını arttırır. Kök hücreler astrosit, oligodendrosit ve nöronlara karşı oluşturulmuş antikorlarla boyanarak tanınır. Bunların kök hücre olduğuna emin olmak gerekir; bunun için hücreler tüpte retrovirüslerle enfekte edilir. Retrovirüsler hücre DNA'sıyla bütünleşerek gelecek hücre nesillerine geçerler. Bu yöntemle tek bir hücreden oluşmuş kök hücre klonları tanınabilir; böyle bir klonun bütün hücrelerinde retrovirüs bulunacaktır. Çalışmaların çoğu kemiricilerde yapılıyorsa da son çalışmalarda insan fetüsü sinir kök hücreleri de kullanılmaya başlandı. Sinir kök hücreleri hücre kültüründe kültür kabının dibine tek tabaka olarak yapışırlar ya da sinirsel küreler (nörosfer) şeklinde kabın içinde yüzerler.

Canlılara NKH Nakli

Yukarda anlatılan yöntemlerle tüpde elde edilen sinir kök hücreleri, ne olacağını görmek için beyne nakledilebilirler. Fetal kök hücreler, embriyon-da merkezi ve çevresel sinir sisteminin her yanına göç ederler. Bunlar erişkin sıçan beynine nakledilirlerse nöron ve glia olarak farklılaşırlar. Beyni tahrip edilmiş embriyonlara verilen fetal kök hücreler tahribat bölgesine göçederek oradaki eksik hücrelerin yerini alırlar (gelecek için bir umut!). Bu akıl almaz dönüşebilme yeteneği yalnız embriyonal değil, erişkin sinir kök hücrelerin-



Şekil 6- A, B, C: erişkin dişli kıvrımında kök hücrelerin göçü. D: Aynı göç ependim altı RMS'de. Kırmızı dikdörtgenler E ve F'de büyütülmüş. E ve F: Ependim altı bölgeden kalkan nöronların RMS'de astrosit tünellerinden geçerek göçü. Kırmızı hücreler nöral progenitor hücreler Pembe hücreler astrositler, Yeşil hücreler öncül hücreler, A'daki küçük dikdörtgen B'de gösterilen tanecikli hücre tabakasını gösteriyor. B'deki sayılar C'de gösterilen 3 evreye karşılıktır.

de de görülür. Erişkin beyinlerinin hipocampus kıvrımından alınan sinir kök hücreleri tüpte çoğaltılarak hipokampusa geri verildiklerinde normal nöronlar ve glia oluştururlar. Bu hücreler beyinde uygun bir yere verildiklerinde RMS yolunu izleyerek koku soğanına göçederler (şekil 6). Aynı hücreler beynin nöron oluşturmayan bir bölgesine (beyincik, çizgili cisim) verildiklerinde yalnız glia oluştururlar. Ama herhalde en ilginci şu: Farenin embriyonik ya da erişkin tip sinir kök hücreleri radyasyonla kemikiliği öldürülmüş farelere verilirlerse, akyuvarlar, lenfositler ve diğer kan hücrelerini yapan kan kök hücrelerine dönüşürler. Demek ki sinir kök hücreleri, beyinde kendi alanlarının sınırlarını aştıkları gibi (hipokampustan koku soğanına) beynin sınırlarını da aşarlar. Bu nakillerde şöyle bir güçlük var: Beyinden alınan sinir kök hücrelerinin bir bölümü tüpte çoğaltılırken farklılaşır; böylece yapılan hücre nakli, sinirsel kök hücre nakli olmayabilir. Bu güçlüğü önlemek için peşpeşe işaretlenmiş hücre nakilleri yapılır ve kendini yenileyen işaretli hücreler görülürse naklin başarılı olduğu anlaşılır.

Embriyon kök hücreleri sinir kök hücrelerine dönüşebilir. Brüstle ve arkadaşları, fare embriyonik KH'lerini biraz farklılaştırarak oligodendrosit (sinirlerin miyelin kılıfını yapan glia hücresi) oluşturucu bir karışım elde ettiler. Bunlar oligodendrositleri yokedilmiş miyelinsiz sıçanların omuriliğine nakledildiğinde her yere göç ederek sinirlere miyelin kılıfı yaptılar. Böylece mültipl skleroz gibi felçlerle seyreden kronik ve ağır bir nöral dejeneratif hastalığın tedavisi umudu doğdu; çünkü bu hastalıkta temel patoloji, akson miyelin kılıflarının kaybıdır.

Canlıda Nöral Kök Hücreler

Canlıda sinir kök hücreleri retrovirüs bulaştırılarak ya da timidin gibi bazı maddelerle işaretlenerek tanınırlar. Retrovirüsler yalnız bölünen hücrelere girerler ve o hücrelerden bölünmeyle oluşan bütün hücrelerde bulunurlar. Altman'ın erişkin sıçan beyinlerini timidinle işaretlediği öncü çalışmasından sonra erişkinlerde yeni sinir hücreleri oluşmasının en iyi örnekleri ötücü kuşların ön beyninde bulundu. Ötüş öğrenilmesini sağlayan alanda (neostriatum) yaygın olarak yeni nöronlar oluşması ve göç etmesi gözlemlendi.

Kök Hücreleri Düzenleyen Faktörler

Bugün memeli beyninde nöron bölünmesinin en sık olduğu iki alan biliniyor: 1) Yan karıncıkları astarlayan ependim zarı altındaki beyin dokuları (subventriküler zon = SVZ); (1999'da H.G. Khun ve C.N. Svendsen, Almanya'da Regensburg Üniversitesinde kök hücrelerin aslında ependim zarı hücreleri olduğunu gösterdiler). 2) Hipokampus alanının dişli kıvrımındaki (girus dentatus) subgranüler bölge (SGZ). SVZ hücrelerinin bir bölümü sinir kök hücreleridir ve bunlar yüzeylerinde astrositlerin işaretleyicisi olan GFAP molekülünü taşırlar. Sinir kök hücreleri astrositlerle akrabadırlar. Beynin 3. karıncığını astarlayan ependim hücrelerinin de sinirsel kök hücre olduğu gösterildi.

SVZ PH'leri yan karıncıklardan koku soğanına kadar uzun bir yol (RMS) boyunca göç ederler. (Şekil 6) PH'ların üzerinden geçebileceği ışınsal glia hücreleri olmadığından, "zincir göç" adı verilen yeni bir hücre davranışına rastlanır. Göç eden PH'lar özel astrositlerin oluşturduğu bir "tünel"in içinden geçerler. PH'lar tünel-

den bir tutkala (PSA NCAM) bulanmış olarak geçerler.

Sıçan ve farelerde her gün, varolan her 2000 nöron için 1 yeni nöron oluşur. Nöron oluşumu (nörogenez) hızı yaşlanmakla düşer; fakat yaşlı kemirici ve insanlarda, dişli kıvrımda nöron oluşumu devam eder. Ölen nöronlarla yeni oluşan nöronlar arasındaki oran çevreden etkileniyor, hayvanlarda "zenginleştirilmiş bir çevre" nöron yaşamını büyük ölçüde uzatıyor; belli bir şey yapmayı öğrenmek de aynı etkiyi yapıyor. Daha da beklenmedik olan şu: kendi isteğiyle belli egzersizler yapmak dişli kıvrımda nöron hayatını uzatmakla birlikte uzun vadeli belleği de kuvvetlendiriyor.

Böbrek üstü bezinin kabuk hormonlarının (glükokortikoidler) nörogenezi baskılayıcı etkisi çok belirgin: bu bezin çıkartılması nöron çoğalmasını arttırıyor, bu hormonların ilaç olarak verilişiyse nöron ölümünü hızlandırıyor. Glütamat beyindeki sinir iletim maddelerinden biri; glütamat almaçlarının örneğin MK-801 verilerek bloke edilmesi, nörogenezi çok arttırıyor. Bazı aminoasitlerle deneysel olarak şakak lobu tipinde sara nöbetleri oluşturulması dişli kıvrımda nörogenezi hızlandırıyor; ancak bu artış sara nöbetleri pahasına olduğundan arzu edilmiyor.

Vücutta büyüme faktörleri denilen moleküller var; bunlar hücre çoğalmasını hızlandırıyorlar. Örneğin erişkin sıçan ve farelerde beynin yan karıncıklarına epitelyal büyüme faktörü (EGF) verilişi, SGZ'de nöron artışı yapıyor; SGZ'deyse yapmıyor; fakat SGZ'de glia/nöron oranını yükseltiyor; yeni doğmuş hayvanların kanına fibroblast büyüme faktörü (FGF) verilişiyse nöron sayısını önemli ölçüde arttırıyor; bunun mekanizması bir giz. Beyinden elde edilen sinir besleyici (nörotrofik) faktörün farelerin yan karıncıklarına verilişiyse koku soğanındaki nöronları çoğaltıyor. Bilim, nöronları çoğaltıcı maddeler peşinde; çünkü bugün sinir sistemi hastalıkları için çok az şey yapılabiliyor.

Bu sonuçları şöyle toplayabiliriz: Fare, sıçan ve insanların fetal ya da erişkin dokularından alınan sinir kök hücreleri, embriyon ya da erişkinlerin tahrip olmuş ya da normal beyinlerine nakledilebiliyor ve orada uzun mesafelere göçedebiliyor. Beyne verilen bu yeni nöronların orada yaşayabildiği ve yayıldığı bir gerçekse de görev yapıp yapmadıkları henüz bilinmiyor. Bu hücre nakillerinin tedavide kullanılabilmesi için bu sorunun yanıtlanması gerek. Kök hücrelerin istenilen dokuya yöneltilebilmesi için gen mühendisliği tezgâhlarından geçmesi gerekebilir. Bir de "komşu" faktörü var; verilen hücrelerin komşuları olan hücrelerce eğitilmesi gerekiyor; bu sağlanmadan yapılan nakil başarısız olabilir. "Fesleğen ektim, gül bitti" hesabı, bazen kan kök hücreleri beyin hücrelerine ve beyin kök hücreleri kan hücrelerine dönüşebiliyor. Bu gerçek tedavide kullanılabilecek.

Belki "ne çok şey bulunmuş" diyorsunuz. Ama henüz yanıt bekleyen şu sorulara bir bakın: Sinir kök hücreleri neredeler; beyinde mi, kanda mı yoksa her ikisinde mi? Bir sinir kök hücresini diğer kök hücrelerden nasıl ayırtedebiliriz? Mitoz yaptırıcı etkenler (mitogenler), kanser yaptırıcı genler (onkogenler) ya da tüpde izole edilmek, kök hücrelerin gizilgüçlerini değiştiriyor mu? Beyinde ve omurilikte nörogenezin ne zaman ve nerede olacağına bir kısıtlama var mı? Bir sinir kök hücresinin simetrik ya da asimetrik bölünmesini, nörona ya da gliaya dönüşmesini, etkisizleşmesini ya da ölmesini sağlayan etkenler nelerdir? Erişkin beynine verilen yeni nöronların görevleri nelerdir? Bir gün gelecek, ölümsüzleştirilmiş kök hücreleriyle dokular, organlar ve dolayısıyla canlılar çok daha uzun süre yaşatılabilecek mi? Bu buluşlar kötüye kullanılabilecek mi? Örneğin geri zekalıların nöronlarını ileri zekâlı olanlara naklederek toplumları aptallaştıracak savaş yöntemleri bulunacak mı; ya da bunun aksi yapılarak dahiler toplumu elde edilecek mi? Bu gibi çalışmalar ulusal ve uluslararası çok sıkı etik kontroller altında. Yine de kuşku yok ki kök hücrelerin insanlığa getireceği yararlar, zararlarından çok fazla olacaktır. Şimdilik şöyle teselli bulalım: kök hücreler varken insanlığın kökünü kazımak kolay olmayacak ve kök hücreler tıp tarihine altın harflerle yazılacak.

Selçuk Alsan

Kök Hücreler İçin Kılavuz Protein

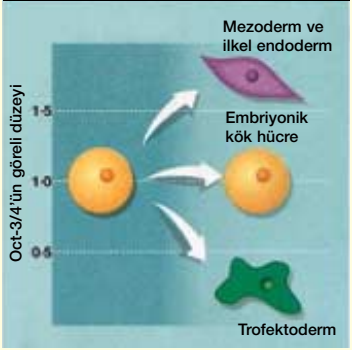
İki yıl önce insan embriyon kök hücrelerinin (EKH) üretimi için geliştirilen bir teknik, uzmanlaşmış hücreler, hatta nakledilebilecek organlar için sınırsız bir kaynağa kavuşma yolunda umutlar doğurmuştu. Ancak araştırmacılar, bu kök hücrelere yön veren biyokimyasal komutları tam olarak belirleyebilmiş değillerdi. Şimdi bu amacın gerçekleşmesi yolunda önemli bir adım atılmış gibi görünüyor. ABD'li araştırmacılar, fare embriyon kök hücreleriyle yürüttükleri deneylerde Oct-3/4 adlı bir "kapıcı" proteinin farklı miktarlarının, bir kök hücreyi plasenta, beden dokuları ya da yeni kuşak bir EKH oluşturmaya yönelttiğini keşfettiler.

EKH'leri uzman hücrelere dönüştüren protein sinyaller, büyük çeşitlilik ve karmaşıklık gösteriyor. Üstelik her nakilde gerekli milyonlarca hücreyi elde edebilmek için araştırmacılar insan EKH'lerini üretmenin daha kolay bir yolunu bulmak zorundalar. Günümüzde insan EKH'leri, yapay ortamda ancak fare hücreleriyle karıştırıldıkları zaman çoğalıyorlar. Ayrıca gelişmelerinin bir noktasında, geriye dönerek "trofektoderm" denen ve plasenta oluşturan hücrelere dönüşme eğilimi taşıyorlar.

Edinburgh Üniversitesi'nden Austin Smith ile Osaka Üniversitesi araştırmacılarından Hitoshi Niwa, gen etkinliklerini düzenleyen bir kopyalama faktörü proteini olan Oct-3/4'ün, bu süreçte rol oynadığını düşünmüşler. Genetik mühendisliği yöntemleri kullanarak fare EKH'lerini değişik düzeylerde Oct-3/4 üretecek biçimde programlamışlar. Sonunda bu proteinin kritik düzeydeki bir miktarının, EKH'leri, uzmanlaşmadan çoğalacak bir durumda tuttuğu ortaya çıkmış. Bu düzeyin üzerindeki protein, EKH'leri mezoderm ve ilkel endoderm denen, beden hücreleriyle embriyonun hücre kesesini oluşturan dokular oluşturmuş. Daha alt düzeylerde aynı protein, EKH'leri trofektoderm haline getirmiş.

Avustralya'nın Monash Üniversitesi'yle, Singapur Üniversitesi araştırmacılarından kurulu ayrı bir ekipse, insan EKH'leriyle yaptığı deneylerde, bunların da Oct-3/4 ürettiğini belirlemiş. İki araştırmanın, insan EKH'lerinin kültürde üretilmesinde karşılaşılan sorunların, özellikle de trophektoderm'e dönüşme eğiliminin aydınlatılmasına yardımcı olacağı düşünülüyor.

Kök hücrenin üç seçeneği



Kaynaklar
Int J Biochem Cell Biol 1999 Oct; 31 (10): 1037-51
10- Bioessays 1999 Aug; 21 (8): 625-30
"Kök Hücreler Özel Sayısı" *Science*, 25 Şubat 2000
New Scientist, 8 Nisan 2000
Robbins Pathologic Basis of Disease. Cotran-Kumar-Collins, Saunders Co., 6th ed. 1999
Wintrob's Clinical Hematology, G. Richard Lee ve ark. Williams-Wilkins, 1999. 10th ed. I. ve II. ciltler.

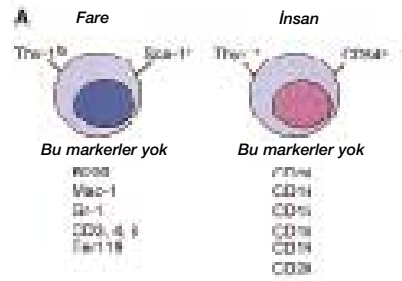


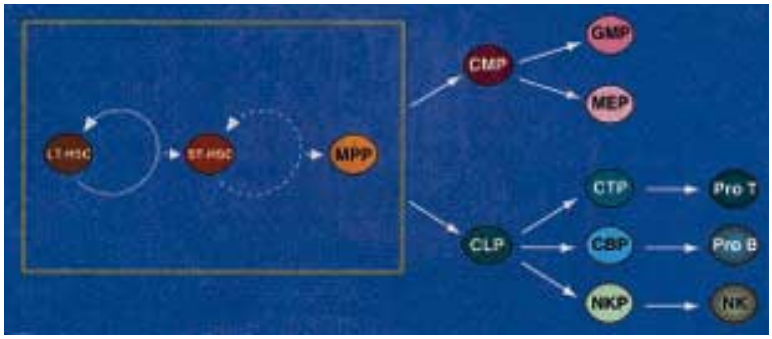
Kök Hücrelerin Tıpta Kullanımı

Kök hücre (KH) ve onun ilk nesli olan progenitor hücre (PH) ilk defa 1945'de sivil halkın atom bombasının öldürücü dozlarına maruz kalmasıyla gündeme geldi. Radyasyonla kemik iliği yokedilmiş fareler kemik iliği nakli yapılarak ölümden kurtarıldı. Kemik iliği nakli, kan kök hücreleri aracılığıyla bütün kan hücrelerini yeniden oluşturabiliyor. 1961'de Till ve McCulloough dalakta plüripotent (çeşitli hücre soyları oluşturmak gizilgücünü taşıyan) kan kök hücreleri bularak bunlara "dalak koloni yapıcı hücreleri" (CFU-S) adını verdiler. Bunlar hematopoetik (kan yapıcı) kök hücreleriydi (HKH). Kan yapıcı kök hücrelerin özellikleri 1) Kendini yenileyebilmek 2) Çeşitli kan hücre soyları oluşturmaktı.

Bu deneyler kan yapıcı kök hücrelerin varlığını kanıtladıysa da onların elde edilmesini sağlayamadı. Bunlardan bazılarının kimliği, yüzeylerindeki işaretleyicilerin, yani kimlik belirtici moleküllerin, floresan monoklonal antikorlarla birleştirilmesiyle tanındı. İşaretleyici taşıyan ve taşımayan hücreler, floresan hücre ayırma tekniğiyle ayırt edildi. Daha sonra belli bir işaret profiline sahip plüripotent klon yapıcı kan yapıcı kök hücreler olduğu gösterildi (klon= aynı hücrenin defalarca bölünmesiyle oluşan hücreler topluluğu) (Şekil 1). Bu hücrelerin bir altkümesi kendini sürekli olarak yenileyebiliyordu; bunlara "uzun vadeli hematopoetik kök hücreler" (UV-HKH) adı verildi; bunların hepsi radyasyondan koruyucuydu ve fare kemik iliğinde bunlardan başka radyasyondan koruyucu hücre yoktu. Daha sonra insanlarda da klon yapıcı kan yapıcı kök hücreler ve progenitor kan-lenf hücreleri olduğu gösterildi.

Şekil 1- Fare ve insan hematopoetik klon yapıcı multipotent hücrelerinde yüzey markerleri





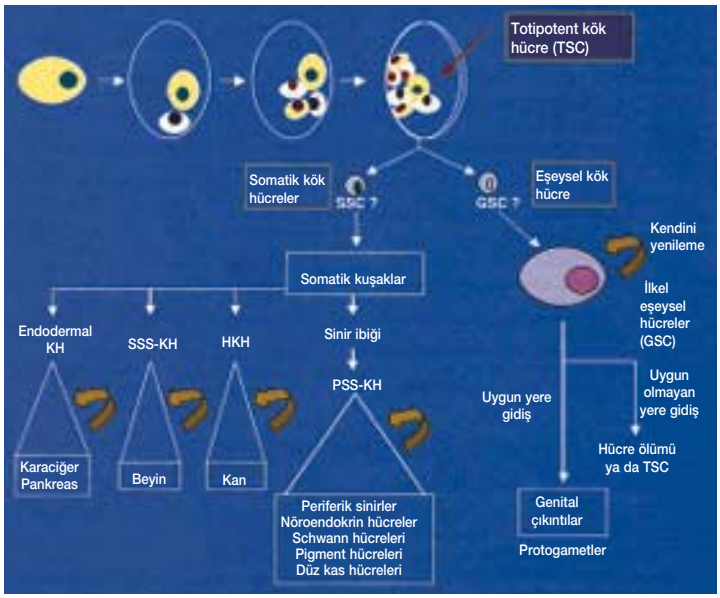
Şekil 2- Farede hematopoetik kök hücre farklılaşması. Şekilde LT-HSC, uzun vadeli hematopoetik kök hücre; ST-HSC, kısa vadeli hematopoetik kök hücre; MPP, mültipotent progenitor hücre; GMP, granülosit-monosit progenitor hücre; MEP, megakaryosit eritroid progenitor hücre; CTP, T lenfosit progenitor hücre; CBP, B lenfosit progenitor hücre; NKP, doğal katil progenitor hücre; NK, doğal katil hücre; pro-T, T lenfosit öncül hücresi; pro-B, B lenfosit öncül hücresi. Bütün bu hücreler yüzey markerleriyle ayırtedilebilirler.

Şekil 1'de izole edilen fare ve insan kan yapıcı kök hücrelerinin yüzey işaretleri görülüyor. Daha sonraları kan yapıcı kök hücreler arasında CD4 yüzey işareti bulunanların çoğunlukta olduğu gösterildi. Bunlar bazı boyaları (Hoechst 33324 ve rodamin) hücre dışına atmakla tanınırlar. İnsan kan yapıcı kök hücreleri AC133 monoklonal antikoru ile de tanınıyor.

Lösemili ve kanserli hastalarda yüksek doz radyasyon (radyoterapi) ya da ilaç (kemoterapi) kullanarak vücuttaki bütün tümör hücreleri öldürülebilir; fakat ne yazık ki bu sırada hastanın kemik iliği hücreleri de ölürler. Kan, kemik iliğinde kan yapıcı kök hücreler tarafından yapıldığından, bunlar yok olunca hiçbir kan hücresi yapılamaz ve hasta ölür. Kemik iliği nakli yapmak, hastaya canlı kan yapıcı kök hücreleri nakletmek demektir; bu nakil sayesinde bu gibi hastaların kemik iliği ve dolayısıyla bütün kan hücreleri yeniden oluşabilir ve hasta ölümden dönebilir. Ne kadar fazla sayıda kan yapıcı kök hücre verilirse hastanın kemik iliği o kadar çabuk normalleşir.

Kök Hücre Kavramının Genişletilmesi

Omurgalılarda döllenmiş yumurta, yani zigot, totipotent (tam gizilgüçlü) bir kök hücredir; plasenta dahil, her organı yapabilir. Zigottan, kese biçimi embriyon (blastula) oluşur; blastulanın "iç hücre kütlesi" denilen hücre yığını hücreleri, totipotent kök hücreleridirler. Embriyonal kök hücreler "iç hücre kütlesi" hücrelerinden oluşurlar. Embriyonal kök hücrelerin yeni doku ve organ oluşturabilmesi, belli doku ve organları yapabilecek kök hücreler elde edilebileceği umudunu uyandırdı. Fakat bugün için iç hücre kütlesi hücrelerinin doku ve organ oluşturmak üzere nasıl programlandığını bilmiyoruz.



Şekil 3- Totipotent kök hücresinin (TSC) eşeysel olan ve olmayan progenitor hücreler yapışı. Totipotent kök hücreleri ilkel eşeysel kök hücrelere (GSC) ve somatik (eşeysel olmayan) kök hücrelere (SSC) ayrılır. Soldaki organa ve dokuya özel kök hücreler, klinikte organ ve doku naklinde kullanılacaktır. Sağdaki eşeysel kök hücrelerin ileride organ ve doku yapımında kullanılması planlanıyor.

Omurgalılarda organları ve dokuları embriyonal ektoderm (dış deri), mezoderm (orta deri) ve endoderm (iç deri) tabakaları yapar. Bilinmeyen nokta şu: Acaba her doku kan yapımında olduğu gibi kendi kök hücre ve PH'lerini kullanabiliyor mu? (Şekil 3). Mantıken hepsi değilse bile, doku ve organların çoğu, kök hücre ve PH'lerden yapılıyor ve onarım için hayat boyu içlerinde kök hücreler taşıyorlar. Eğer bu tez doğruysa kan yapma sisteminin yenilenmesi ve onarılmasından öğrenilen dersler, diğer organ sistemlerinde de yararlı olacak.

Sıçan embriyonlarından sinir kök hücreler (NKH) izole edilmiş, bunlar hücre kültürlerinde çoğaltılmış ve aralarından fetal merkezi sinir sistemi (MSS) kök hücreleri (MSS-KH'ler) seçilmiş bulunuyor. MSS-KH'lerin varlığı bu hücrelere retrovirüsler sokularak gösterildi. MSS-KH'lerin beyne nakli, MSS mikroçevresine göre nöron ya da glia (sinir destek dokusu) verir. Erişkin beyninde nörogenez, dişli kıvrımda ve yan karıncıkların ependim zarı altı bölgesinde devam eder. MSS-KH'ler, kültürde çeşitli sinir hücrelerinden oluşan sinir kürecikleri (nörosfer) şeklinde yüzerler. Bu sinir kürecikleri, bağışıklık eksikliği olan yenidoğmuş farelere ya da bağışıklık sistemleri baskılanmış erişkin sıçanlara verilirlerse hem nöron hem de glia yapmaya başlarlar.

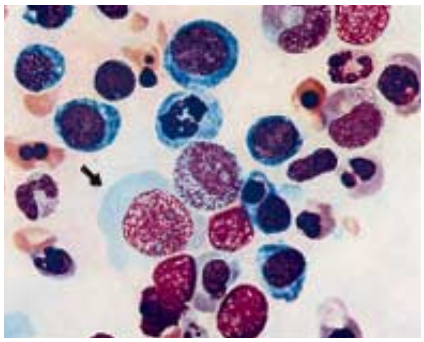
Kas oluşmasının (miyogenez) kök hücreleri, uydu hücrelerdir; bunlar deri ve kan damarı kök hücreleriyle zenginleştirilebilirler.

Birçok sıra dışı hücre nakilleri yapılmış bulunuyor: 1) Sinir kök hücrelerinin kan yapışı; 2) Kas uydu hücrelerinin kan yapışı; 3) Kemik iliği ve kan kök hücrelerinin kas ve damar yapışı; 4) Kan kök hücrelerinin sinir dokusu ya da karaciğer oluşturması. Bu değişimlerin nasıl olduğuysa bugün için gizini koruyor.

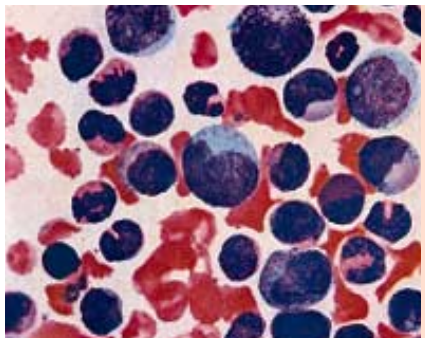
Klinikte Kök Hücre

Kemik iliği nakli (KİN) şu amaçla bulundu: bir kanserli hastaya çok yüksek dozda radyoterapi ya da kemoterapiyle bütün kanser hücreleri öldürülebilir. Ancak yukarıda belirtildiği gibi, bu yüksek dozlar doğal olarak hastanın kemik iliğini de öldürür. Kemik iliği ölmüş bir hasta fazla yaşayamaz; çünkü ne oksijen taşıyıcı alyuvarlar, ne de bağışıklığı sağlayıcı akyuvarlar yapabilir. Bu hastalar ancak ilik nakli yapılarak hayatta tutulabilirler. İlk başarılı nakil özdeş ikizlerin birinden ötekine yapıldı; özdeş ikizlerin DNA'ları aynı olduğu için doku HLA (human leucocyte antigen-insan lökosit antijeni) grupları da aynıdır; bu nedenle nakledilen iliğin alıcı tarafından reddi ya da verici hücrelerin alıcıya karşı tepki gösterişi söz konusu değil.

Hastanın kendi kemik iliğinin kendine verilişine "otolog kemik iliği nakli" deniyor. Bu tip nakle şu hastalıklarda başvuruluyor: Kan kanserleri (lösemi), lenf bezi kanserleri (lenfom), plazma hücre kanserleri (mültipl miyelom) ve meme kanserleri. Bu tümörler kanser ilaçlarına duyarlı iseler de hastaların ancak bir bölümü tümör hücrelerinden tamamen temizlenebilir. Neden? Bir kere birçok hastada kanser tekrarlıyor; demek ki verilen tedavi, kanser hücrelerini tamamen yokedemiyor. Ayrıca nakledilen kemik iliğine çoğu defa kanser hücreleri bulaşmış oluyor; bunun nedeni verilen radyasyon ve ilaç tedavisinin yetersiz oluşu. Nakledilecek kemik iliğinden CD34+ Thy+ hücrelerin (kan kök hücrelerinin) ayrılması, kanser hücrelerinin ayıklanmasını sağlıyor. Kuşkusuz kanserlilerde otolog kemik iliği nakli, kanserin henüz iliğe yayılmadığı erken bir evrede yapılmalıdır. Ayrıca nakille birlikte, bedenin tümör hücrelerine karşı bağışıklığını arttıracak bir tedavi de uygulanmalıdır. Tümörlerle savaşan temel bağışıklık hücreleri T lenfositlerdir. Tümör hücrelerinin yüzeyinde, doku grubu antijenleriyle (HLA antijenleri) tümöre özgü antijenler ve tümör peptidleri birlikte bulunurlar. Örneğin T hücre almaçları, melanomlarda (ben kanseri) HLA-A2 doku antijeni ile birlikte bulunan melanomun MAGE peptidini tanırlar. T hücreleri kimden alınırsa alınsın, bu tanıma olayı değişmez; böylece T hücre almaç geni naklederek tümöre karşı bağışıklığı arttırmak yolu açılmış durumda. Belli HLA-tümör peptid komplekslerini tanıyan T hücreleri, yeni bir teknikle (floresan -MHC-peptid tetramerleri) ayırtedilebilirler. Böylece kan yapıcı kök hücre naklinden sonra, uygun bir



Şekil 4. Kemik iliğinde hematopoetik kök hücresi





Şekil 5- Kronik miyeloid lösemide kan yayması. Akyuvarların genç şekilleri kemik iliğinden kana geçmiş. Akyuvar sayısı 500 000/mm³. Normali 11 000/mm³.

T lenfosit almacı enjekte edilerek tümöre karşı bağışıklık arttırılabilir. Daha başka bağışıklık tedavileri de düşünülmektedir. Genleri değiştirilmiş tümör hücreleriyle aşılama ya da tümöre karşı oluşan T hücre cevabını arttırmak ve uzatmak.

Aynı Türden Kan Yapıcı Hücre Nakli

Aynı türden olan canlılar arasındaki doku nakline "allogeneik", tek yumurta ikizleri arasında olana "singeneik" deniyor. Kanser tedavisinde allogeneik kan kök hücre nakilleri kullanılabilir; çünkü aynı türden bir başka canlıya (örneğin insandan insana) yapılacak bu kan kök hücre nakillerinde, otolog nakillerde olduğu gibi kanser hücreleriyle bulaşmak olasılığı yoktur. Fakat bu tip kök hücre nakillerde bir pürüz ortaya çıkıyor: Kemik iliği hücreleri arasında T lenfositler de bulunur. Vericiden nakledilen T lenfositleri, konakçının bütün dokularına karşı bağışıklık reaksiyonu oluştururlar; buna "gref-konakçı bağışıklık hastalığı (graft-versus-host disease= GVHD) deniyor. Kan, kan ürünleri (alyuvarlar, trombosit, granülosit ve hatta plazma) ve kemik iliği, canlı T lenfositleri içerirler. Nakledilen T lenfositleri alıcının kanında çoğalarak GVHD başlatırlar. Grup uygun nakil yapıldığından, alıcı, vericinin T hücrelerini yabancı kabul etmez; bu nedenle onlara saldırmaz; aksine çoğalmalarına izin verir. Fakat 1-2 hafta sonra vericinin T lenfositleri alıcının dokularını yabancı kabul ederek onlara şiddetle saldırırlar. Sitokinler (interlökin-1, interlökin 2, tümör nekroz faktörü veya TNF) GVHD'i şiddetlendirir. Akut GVHD'de en büyük tahribat şuralarda görülür: deride epiteliyal kök hücreleri, ince bağırsakta kript hücreleri, kıl kökleri ve karaciğerde küçük safra kanalları. Dokular lenfositlerle kaplanmıştır ve apoptozla hücre ölümü meydana gelir.

Bunların sonucu olarak akut GVHD'de deri döküntüleri, bağırsak bozukluğu ve sarılık görülür. Kan nakline bağlı GVHD'de bütün kan hücreleri azalır (pansitopeni). HLA uygun kardeşten kemik iliği nakli yapıldıktan sonra GVHD oranı % 50'dir; ölüm olabilir. GVHD tanısı deri biyopsisiyle ya da alıcı kanında verici lenfositlerini özel tekniklerle göstererek konulur. Etkili bir tedavisi yok; prednison, antitimosit globulin ve siklosporin bazen iyi gelebilir. En iyisi GVHD'den korunmak. Bugün en sık uygulanan korunma, ilik naklinden sonra bağışıklık azaltıcı ilaçlar, örneğin siklosporin ve metotreksat vermek. Kronik GVHD, ilik naklinden 60-400 gün sonra başlar: Zayıflama, deri ve iç organ lezyonları, göz ve ağız kuruması var. Tedavi edilmezse ölümle biter. Prednizon ölümleri % 20'ye düşürüyor.

Vericideki T lenfositleri yoketmek ışınlama, monoklonal antikorlar, soya lektinleri ve özel santrifüjlerle T lenfositleri ayırmakla olası; fakat bu GVHD'i önlemek için iyi bir çare değil. Örneğin bunu yapmak kronik miyeloid lösemilerde hastalığın tekrarını % 50 arttırıyor ve aplastik anemide gref reddini sıklaştırıyor. Göbek kordonu kanı, kan kök hücrelerince zengindir ve kemik iliği yerine nakledilebilir; bununla GVHD daha az görülüyor. Kemik iliği nakli başlıca şu kan hastalıklarında kullanılıyor: akut ve kronik lenfoid ve miyeloid lösemi, lenfoma (lenf bezi kanseri), aplastik anemi (ili-

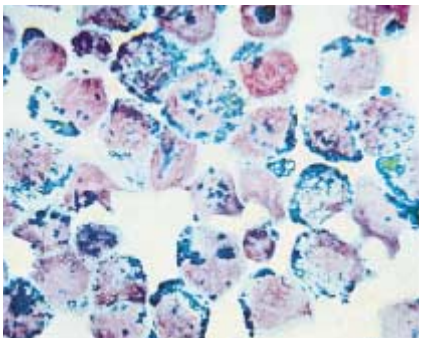
Kan Yapıcı Kök Hücrelerin Biyolojisi

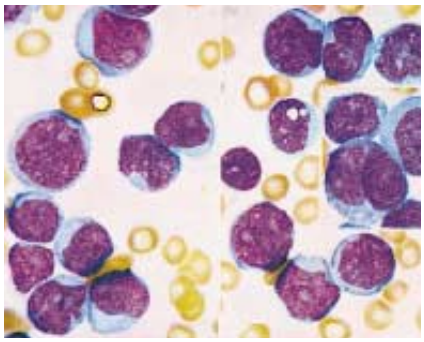
Farelerde UV-HKH'ler kısa vadeli HKH'ler ve bunlar da müllipotent progenitor hücreler (MPP) yaratırlar (Şekil 2). HKH'lar ilk önce embriyonun besin (vitellus) kesesi içindeki kan adacıklarında bulunmuştur; embriyonal HKH'lerinin nakliyle bütün kan hücreleri oluşturulabilir. HKH'ler embriyonun kendisinde de mevcuttur. HKH'lar daha sonra fetüs karaciğerinde, dalağında ve kemik iliğinde de bulundular. Genç erişkin farelerde UV-HKH'lerin % 8'i rastgele ikiye bölünür; kandaki hücre sayısını normal tutabilmek için, varolan kemik iliği hücrelerinin ortalama yarısı UV-HKH'ler olmalıdır. HKH'ler MPP'lere dönüştükçe bölünen UV-HKH sayısı artar; çok yaşlı farelerde UV-HKH'ların çoğu bölünme yapar.

Bölünen HKH'lar dört farklı gelişme gösterirler: 1) Kendilerini yenilemek; 2) Farklılaşmak; 3) Apoptozla (programlanmış hücre ölümü) ölmek; 4) Göç etmek. Kan hücreleri yapıcı organlarda HKH'ların oranını bu dört öğe belirler. HKH'lerde gen mühendisliği yoluyla gen değişikliği yaparak apoptoz önleyici Bcl-2 geninin etkinleştirilmesi kemik iliğinde HKH sayısını arttırır. Bcl-2 geni etkinleşmiş HKH'ler radyasyonla ve kanser ilaçlarıyla kolay kolay ölmezler; bu, tedavi açısından çok önemlidir.

HKH'ler birincil kan hücreleri yapıcı yataklar arasında hayat boyu göç edip dururlar. G-CSF (granülosit koloni stimülan faktörü; granülosit= tanecikli akyuvar) gibi sitokinlerin, yani kan hücrelerince salgılanan çoğalma faktörlerinin, yalnız ya da hücre azaltıcı ilaçlarla birlikte verilişi, HKH'lerin kemik iliğinden kana geçmesine neden olur; bu sayede nakil için HKH'ler kandan toplanabilir. HKH'lerin doğal ya da uyarılmış seferberliği, HKH'lerin mitoz yaparak çoğalmasıyla başlar; bundan sonra, G1 HKH'ler ikincil kan yapma bölgelerine dağılırlar.

Şekil 2'de hücre oluşturma gizilgücü sınırlı (oligopotent) progenitor hücrelerin farklılaşma yolları görülmektedir. HKH iki türlü hücre oluşturur; lenfoid progenitor hücre (LP) ve miyeloid progenitor hücre (MP). MP'ler iki türlü farklılaşır: 1) Megakaryosit-eritrosit progenitor hücreler (MEP); 2) Granülosit-monosit progenitor hücreler (GMP). [megakaryosit=kanda pıhtılaşmayı sağlayan trombositleri (kan pulcukları) oluşturan kemik iliği dev hücresi; eritrosit= alyuvar; granülosit= tanecikli akyuvar; monosit= fagositoz yapıcı iri akyuvar.] Bu farklılaşmış progenitor hücrelerin hiçbiri farklılaşmamış hale geçemez ya da kendini yenileyemezler.





Şekil 6- Kronik miyeloid lösemide kemik iliği nötrofil miyelositlerle (genç akyuvarlarla) istila edilmiş. Tanecikler peroksidaz ile maviye boyalı (solda). Şekil 7- Akut lenfoblastik lösemi. Alyuvarlar arasında çok sayıda genç lenfosit (lenfoblast) hücreleri görülüyor (sağda).

ğin kaybı sonucu kansızlık), makroglobulinemi, doğuştan immün yetmezlikler, bazı kalıtsal hemoglobin bozuklukları. Dünya'da 200'den fazla ekip yılda 2000'den fazla ilik nakli yapıyor ve bunlar Uluslararası Kemik İliği Nakli Arşivi'nce kaydediliyor. Aplastik anemide kemik iliği nakli % 87 başarılı. Yüksek doz bağışıklık azaltıcı ilaçlar ve tüm vücut ışınlaması ilik naklinde reddi azaltıyorsa da GVHD'i, zatürreeyi ve ölüm oranını arttırıyor.

İlik Naklinde Doku Uygunluğu

HLA uygun kardeş olmayan vericilerden yapılan kemik iliği nakli % 23 başarılı oluyor. ABD'de 1986'dan beri Ulusal İlik Verici Programı kardeş olmayan, fakat HLA'sı çok benzer olan vericilerin adreslerini verebiliyor. Nakil 40-50 yaş altında en iyi sonuçlar veriyor. Kronik miyeloid lösemide (KML) hastalığın 1 yıldan az sürmüş olması, 35 yaş altında oluş ve sitomegalovirüs olmayan alıcı ve verici ile HLA uygun kardeşten ilik nakil % 70 üstünde tam iyileşme sağlıyor.

KML'de allogeneik ilik nakli yapılanların % 15-20'sinde hastalık tekrarlar. Nakilden sonra GVHD görülenlerde tekrarlanma, görülmeyenlere göre daha azdır; buna gref-versus- lösemi (GVL) reaksiyonu deniyor. Singeneik (özdeş ikizler arasında) ilik nakli yapıldığında allogeneik nakle göre GVHD oranı çok düşük, fakat tekrarlanma oranı (GVL) çok daha fazladır. Tekrarlanmasını önlemenin en iyi yolu nakil yapılmış hastaya verici lenfositleri vermektir; doz 5 x 10^7 hücre /kg olmalıdır. Bu doz tekrarlanmayı azaltır ve GVHD'i önleyebilir.

KML'de beyazların % 75'i nakil için uygun bir verici bulabilir. HLA uygun verici bulamayanlarda şu yollar denenebilir; otolog ilik, periferik kan kök hücreleri, uygun fakat akraba olmayan vericiler ve uygun olan ve olmayan göbek kordonu kan hücreleri.

Nakil için HKH'ler "sitaferez" tekniğiyle kandan seçilir. Önce kemoterapi ve sitokin (kök hücre faktörü, İL-6, İL-8, G-CSF ya da GM-CSF (granülosit ya da granolüsit-monosit koloni stimülan faktör) ve VLA 4 ve VCAM-1 gibi yapışma faktörleri verilerek HKH'ler kemik iliğinden kana sevkedilir ve oradan özel bir makineyle toplanır. Bu hücreler dondurularak saklanır ve eritilerek damara verilir.

Kemik iliği naklinde HLA uygun olmayan ilik genellikle reddedilir. HLA doku antijenleri, alyuvar gruplarından (A, B, AB ve 0) farklı olarak çok çeşitlidir (polimorfizm). Bu nedenle akraba olmayanlar arasında HLA uygunluğu nadir görülüyor. İyi bir nakil için HLA-A, HLA-B ve HLA-DR1 antijenleri uygun olmak zorunda. Kardeşler arasında bile HLA uygunluk oranı % 25'tir. HLA uygunluğu olan kardeşler arasında bile "minor HLA" uyumsuzlukları olabilir. Minor HLA uyumsuzlukları gref reddinin ve GVHD'in önemli nedenleridir. HLA uygunluğuna karşın graft-versus-host (GVH) (grefin konakçıya bağışıklık tepkisi) ve host-versus-graft (HVG) (konakçının grefe bağışıklık tepkisi) ancak bağışıklık sistemini baskılayan (immüno-süpressif) yoğun bir tedaviyle önlenebilir; o zaman da kronik bağışıklık ketlenmesi riskleri doğar: Enfeksiyon ve tümör artışı ve AIDS'e benzer bir durum.

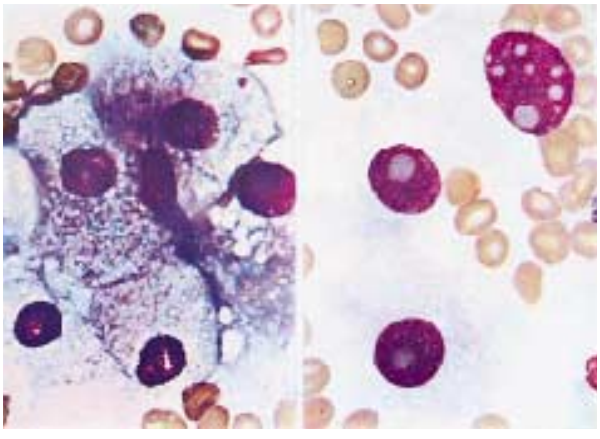
Verici, T hücre içermediği zaman nakil kolay tutmaz; T hücre içeren nakil tutar; fakat GVHD'a neden olur. T hücrelerinin grefi "kolaylaştırdığı" söylenebilir. Kan kök hücrelerini kolaylaştırıcı T lenfositlerle beraber vererek GVHD olmadan kemik iliği nakli yapılabileceği umuluyor.

Kanserli olmayan hastalarda KİN yerine yüksek doz kan kök hücreleri vermek yeterlidir. Klinikçiler kan kök hücreleri naklinden sonra "verici lenfosit infüzyonu" (VLİ) yaparlar. KML'de VLİ'den sonra birçok hasta remisyona, yani geçici iyileşme dönemine girer.

Allogeneik kan kök hücre ve PH'lerinin nakli kanser dışında da kan-lenf sistemini düzeltebilir. Örneğin çocukların "ağır kombine bağışıklık yetmezlikleri"nde ve hemoglobin bozukluklarında tedavi olarak allogeneik kan kök hücre nakilleri ya da genleri düzeltilmiş otolog kan kök hücreleri nakliyle kusurlu enzimler ve globinler onarılabilir.

Allogeneik Kan Kök Hücreleri Naklinin Devamlı Gref Toleransı Yaratışı

1950'li yılların sonlarından beri biliniyor ki ışınlanmış konakçılara allogeneik ilik nakli yapıldığında konakçıda verici organ ve dokularına karşı bir ömür sürecek bir tolerans belirir; yani konakçı, bu vericinin hücre, doku ve organlarını ömür boyu yabancı kabul etmez. Bunun nedeni açık: Konakçının kan yapma sistemi kısmen ya da tamamen verici kök hücrelerinden oluşmuştur. Böylece örneğin alıcıya



Şekil 8- Kemik iliğinde kanser hücreleri. Solda mide kanserinin, sağda akciğer kanserinin kemik iliğini istila etmiş hücreleri.

verici kan kök hücreleri ile birlikte verici kalbi nakledilirse konakçı bu kalbi reddetmez; çünkü konakçının kan kök hücre HLA grubuyla vericininki aynıdır (her ikisi de aynı canlıdan alınmıştır).

Otoimmünitede Allogeneik Kan Kök Hücre Nakli

Otoimmün hastalıklar (bir canlının bağışıklık sisteminin o canlının hücrelerini yabancı kabul edişi) genellikle genetik bir durum. Özellikle T hücrelerinin organ ya da dokuya özel antijenlere duyarlık kazandığı tip I diyabet (pankreasın insülin yapıcı Langerhans adacıkları başlıca hedefleridir) ve mültipl skleroz (sinirleri sarmalayan miyelin kılıfları hedefleridir) gibi hastalıklar bu gruba düşerler. Farelerde normal vericilerden lenf sistemleri tahrip edilmiş diabetojenik konakçılara kan kök hücreleri nakli, devam etmekte olan diabet yapıcı T hücre cevabını durdurabilir. Konakçı, verici Langerhans adacıklarının nakline tolerantdır (onu reddedemez). Demek ki kan KH nakilleri, otoimmüniteyi yokedip nakledilecek KH, doku ve organ greflerine tolerans yaratabilir.

Kan Hücresi Olmayan Kök Hücrelerin Nakli

Son zamanlarda kültürde çok sayıda MSS-kök hücreleri büyütüldü; bunlar acaba nöral ve glial onarım yapabilecekler mi? Bugün insanların Parkinson hastalığında ve bunların hayvan modellerinde, tedavi amacıyla adrenal bezin orta bölümü (medulla), fetal ortabeynin alt yüzü ve teratomlar gibi dopamin yapıcı dokular deneniyor. Kemirici MSS hücre soyları (ki bazen v-myc ile ölümsüzleştirilmiş MSC-kök hücreleri içerir) farelerin nörodejeneratif genetik hastalıklarının (miyelin yokedici -demiyelizan-hastalıklar; beyin gangliosidozu vb.) tedavisinde denendi. Mültipl sklerozda devam edegelen T hücre yanıtı, allogeneik kan kök hücreleri nakli ya da güçlü bir bağışıklık baskılayıcı yöntemle durdurulabilir. Bu hastalıkta miyelinin tekrar oluşması için bunlar yetmeyebilir ve nörojenik kök hücreler, onlardan oluşan oligopotent (sınırlı gizilgüçlü) hücreler ve miyelin yapıcı glianın (oligodendrosit) öncül hücreleri de verilmek zorunda. Benzer hücre nakilleri, beynin damar tıkanmalarında ve yaralanmalarında da kullanılabilir.

Hepatoloji dergisinin Ocak 2000 sayısında Newyork Üniversitesi Tıp Fakültesinden Dr. N.D. Theise ve Yale Üniversitesinden Dr. Diane Krause'nin önemli bir çalışması yayımlandı: Farelerde kemik iliği naklinin karaciğer hücreleri oluşturması. Bu çalışmada dişi farelerin kemik iliği radyasyonla tahrip edildikten sonra erkek farelerden kemik iliği nakli yapıldı. 6 ay sonra farklılaşmış karaciğer hücrelerinin % 2.2'sinin verilen kemik iliğinden türediği gösterildi. Verici hücreleri, erkeklere özgü Y kromozomu bulunarak tanındı. Bu deney klasik embriyolojiyi altüst etti; çünkü karaciğer, embriyonun endoderm ve kemik iliği mezoderm tabakasından oluşur ve klasik embriyolojiye göre bu iki tabaka birbirlerinin organlarını oluşturamazlar. Hücre farklılaşması embriyolojik kökenle sınırlandırılamaz. Bu deney klasik kök hücre ve farklılaşma kavramlarını da sarstı. Ayrıca sanıldığı gibi karaciğer hücrelerinin kemik iliği hücrelerine dönüşmesi için karaciğerin toksinlerle vb. harabiyeti de gerekli değil. Aslında normalde de kemik iliğinden karaciğere yavaş fakat sürekli bir kök hücre nakli var. Bu deneyin iki sonucu şunlar: Karaciğer naklinin yerini kemik iliği nakli alabilecek ve nakledilen ilik hücreleriyle kalıtsal hastalıklarda gen tedavisi mümkün olabilecek. Daha önce de kemik iliğindeki kan kök hücrelerinin farklılaşmış kas hücresi yapabildiği ve yaralanmış akciğeri onarabildiği gösterilmişti. Dr. Teise şöyle diyor: "bu hücrelerin sürekli olarak karaciğer hücreleri olup olmayacağını bilmiyoruz; yolculukları başka organlarda da bitebilir. Ama şuna eminiz: Bir canlının her hücresinde aynı DNA bulunur ve bir kök hücre uygun bir mikroskopik çevrede kendini değiştirebilir".



Şekil 9- Kalıtsal kas erime hastalığı (Duchenne tipi müsküler distrofi) Omuz, kol ve bacak kasları adeta yokolmuş. Ayaklar bir yay çizecek şekilde biçimini yitirmiş. Hastalık 3 yaşında başlamış. Hasta 17 yaşında. Yürüyemiyor. Bugüne kadar tedavisi olmayan ve erken ölüme yol açan bu hastalık kaslara kas kök hücreleri (uydu ya da satellit hücreler) nakledilerek tedavi edilebilecek. Verilen kök hücreler yeni kaslar yapacak ve hasta yürüyebilecek.

Nature Medicine tıp dergisinin Kasım 1999 sayısında, St. Louis'deki Washington Üniversitesi Tıp Fakültesi araştırmacılarının önemli bir deneyi yayımlandı. Omuriliği yaralanmış sıçanlara fare embriyonu kök hücreleri nakledildiğinde bunlar eksilen nöronların yerini aldılar; felçli sıçan iyileşti ve yürümeye başladı. Araştırmacılar kök hücre naklini omurilik yaralanmasından 9 gün sonra yaptılar; oysa klasik bekleme süresi 24 saati aşmaz. Bu, insanlarda 8 saate karşılık geliyor; yani insanlarda omurilik yaralanmalarında hücre nakilleri ancak ilk 8 saatte yapılırsa başarılı olabilir. ABD'de her yıl 250 000 omurilik yaralanması oluyor ve bu sayı her yıl 10 000 artıyor. Kök hücre nakli omuriliğin tümörlerinde, dejeneratif ve genetik hastalıklarında da başarılı olabilecek. kök hücreler genleri en kolay değiştirilebilen ya da yokedilebilen hücreler arasında bulunuyor. Nakledilecek kök hücreler, gen mühendisliği yöntemleriyle değiştirilerek büyüme faktörleri yapan ve baskılayıcı salgıları yokedilmiş bir hale getirilebilirler. Bu buluş Parkinson hastalığı ve mültipl skleroz gibi dejeneratif sinir sistemi hastalıklarının tedavisi için yeni ufuklar açıyor.

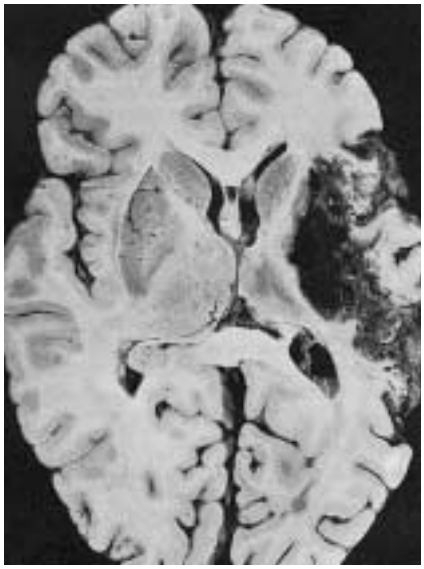
ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) özel sektör için serbest, kamu sektörü için (etik nedenlerle) yasak olan kök hücre araştırmalarının sıkı bir etik kontrol altında tamamen serbest bırakılmasını istemeye hazırlanıyor.

1999 Kasım'ında ABD'de Baylor

Tıp Fakültesi araştırmacıları Proceedings of the National Academy of Sciences tıp dergisinde şu ilginç araştırmayı yayımladılar: erişkin farelerden alınan kas hücreleri, kemik iliği radyasyonla tahrip edilmiş bir başma fareye nakledildiklerinde çeşitli kan hücrelerinin farklılaşmış şekillerini oluşturdular. Alıcıda yeni oluşan kan hücrelerinin % 56'sı kas hücrelerinden oluşmuştu. Kas hücrelerinin kan hücresine dönüşme olasılığı, kemik iliği hücrelerine göre 10-14 kat fazla. İlginçtir ki birinci alıcılardan ikinci bir alıcıya nakledilen kas hücreleri kemik iliğinde hâlâ kan hücreleri yapma özelliklerini koruyorlardı. Nasıl büyük adamları ailesel kökenleri değil, yaşadıkları toplum yaratıyorsa (Abraham Lincoln okumamış bir çiftlik yamağıydı) kök hücreleri de aileleri (embriyonal kökenleri) değil içinde bulundukları mikro-çevre yaratıyor. Kemik iliği nakli için (ki kolay verici bulunmuyor) yeni bir kaynak bulunmuş oluyor: Kas.

Kasım 1999'da İngiltere'de Kraliyet Bilim Derneği (Royal Society), hükümeti "dondurulmuş kök hücre bankaları" oluşturmaya çağırdı. Ünlü Science bilim dergisi kök hücre araştırmalarını 1999'un "dönüm noktası" ilan etti. Embriyonal kök hücreler en güçlü kök hücrelerdir (erişkin doku kök hücrelerinden daha güçlü). İnsan embriyonlarının araştırmada kullanılmasına, her ne kadar canlı olsa da yaşama olasılığı olmayan embriyonlar alınıyorsa da, bazı çevreler dinî ve etik açılardan nefretle karşı çıkıyorlar. Erişkinlerde kasta, beyinde, kanda vb. bulunabilecek kök hücreler ancak saflaştırılıp çoğaltıldıktan sonra kullanılabilecekler.

Florida Üniversitesi araştırmacılarından immünolog profesör A. B. Peck, Kasım 1999'da Nature dergisinde tek bir pankreas kök hücreleri enjeksiyonuyla farelerdeki şeker hastalığını tamamen tedavi ettiğini yayımladı. Verilen kök hücreler diabetik farelerde insülin yapmaya başladılar. 7-10 gün içinde kan şekerleri normalleşti. Verilen kök hücreler, fare embriyonlarından alınmış hücrelerin tüpte Langerhans adacıkları (pankreas içindeki insülin yapan bölgeler) evresine kadar büyütülmesiyle elde edildiler. Verilen pankreas kök hücreleri pankreasın Langerhans adacıkları görevini yapıyorlar. Operasyon yok; iğne derialtına yapılıyor. Tek bir pankreas kök hücresi kültürde, insülin ve dış salgı yapıcı normal büyüklükte bir pankreas da yapabiliyor! Daha önce benzer deneyler kan ve deri kök hücreleriyle yapılmıştı. Fakat ilik kök hücreleri tüpde büyümeye devam edemez; vücuda geri verilmeleri gerekir. Daha önce (1990 başlarında) aynı araştırmacı, tüpde büyütülen pankreas dokusunu diabetik farelerin böbreğine nakledince (yalancı pankreas) diyabetin iyileştiğini yayımlamıştı. Maymun ve insanlardan insülin adacıklarının nakli üzerinde deneyler devam ediyor.



Şekil 10- Sağ beyin yarım küresi içine kanama. Beynin enine kesitinde sağ beyinde kan pıhtısı görülüyor. Bu hasta yaşarsa ömür boyu felçli kalacaktır. Bugün beyine nöral kök hücreleri naklederek bu gibi felçlerin tedavisi umudu doğmuştur. Nöral kök hücreler bölünerek normal nöron ve glia (destek) hücreleri oluşturacak ve beyni onaracaktır. Bundan sonra felçli hasta yürüyebilecek.

Neuron tıp dergisinin Şubat 1999 sayısında Boston Çocuk Hastanesinden ve Harvard Tıp Fakültesinden nöroloji doçenti J. Macklis ve Rockefeller Üniversitesinden C. Scharff ve F. Nottebohm ilginç bir gözlem yaptı. Her sonbahar kanaryaların beynindeki ötme merkezindeki nöronlar ölür ve kuş dilsizleşir. Kışın bu alandaki nöronlar yeniden oluşur ve ilkbaharda kanaryalar yeniden ötmeye başlarlar. Zebra ispinozlarında bu mevsimsel devir yoktu. Bu özellik başka beyinlere de nakledilemez mi? Memeli beyninde yalnız koku soğanında, hipokampusta ve yan karıncık ependim zarı altında yeniden büyüme yeteneği bulunur. Zebra ispinozlarında ötme nöronlarının bir bölümü tahrip edilirse ötme durur; fakat 3 ay sonra ötüş az çok geri döner; burada beyinde yeni nöronların kendiliğinden oluşabildiğini görüyoruz.

Filedelfiya Çocuk Hastanesi'nden A. W. Flake, doğuştan kan hastalıklarının tedavisinde dölyatağı için kan kök hücreleri nakli üzerinde çalışıyor.

İsviçre'de Kantonsspital Basel'de J. Passweg ve ekibi HKH'ler nakliyle kendine bağışıklık (oto-immünite) hastalıklarında immün tolerans oluşturulmasına, yani T lenfositlerin doku hücrelerini yabancı gözüyle görmemesine çalışıyor. Bu tip çalışmalar romatoid artrit (sakatlayıcı romatizma), lupus eritematosus (kırmızı kurt hastalığı), mültipl skleroz (sinirlerin miyelin kılıfının kaybı sonucu felçler) ve İTP (otoimmün trombosit azalışı) üzerinde yapılıyor.

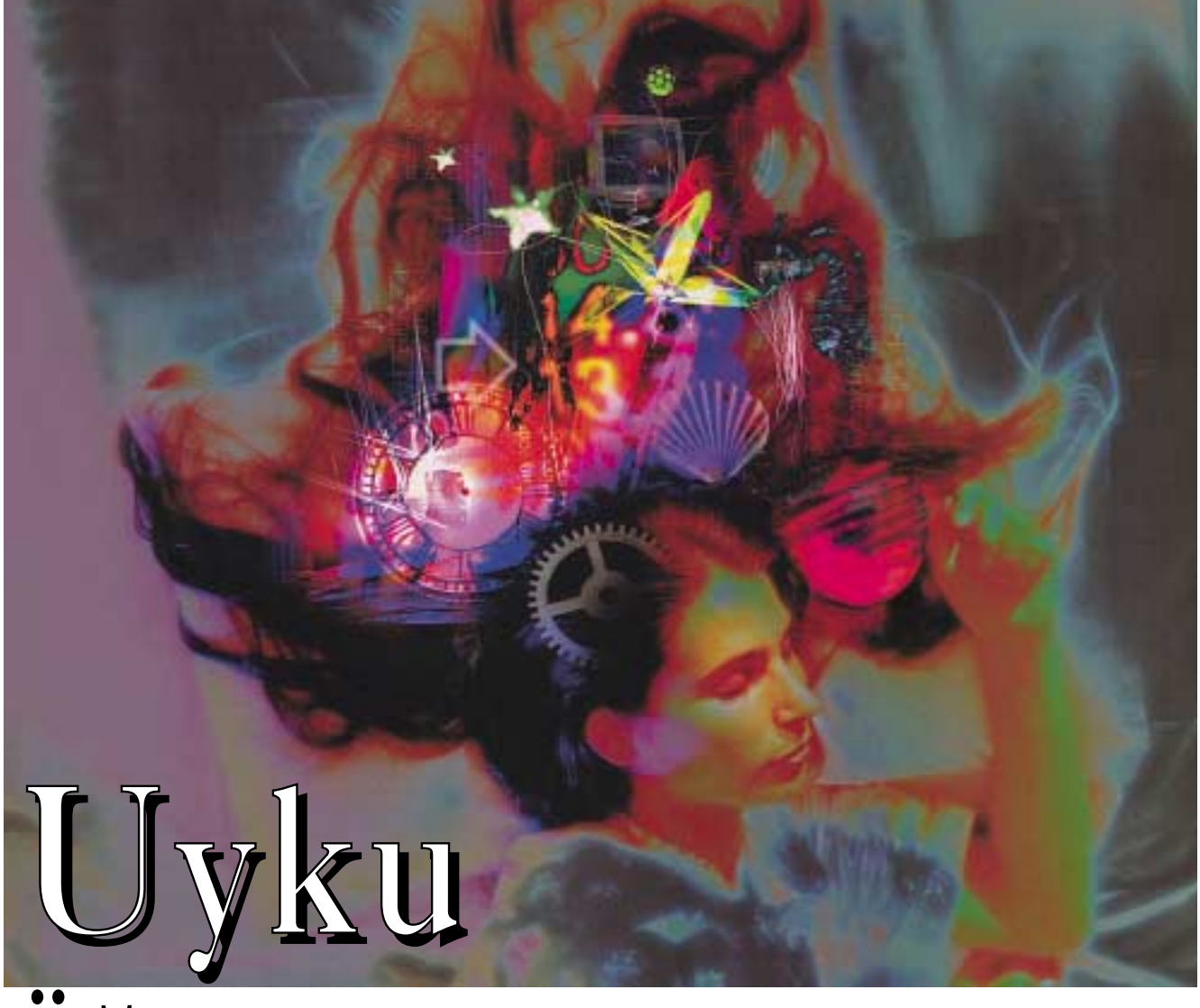
Karaciğerin virüsler (hepatit virüsleri), toksinler ve ilaçlarla tahribinde ve genetik hastalıklarında karaciğer nakli yapılıyor. Bu nakil yeni ölmüş bir verici gerektirir ve uzun bekleme listeleri vardır. Karaciğer naklinde HLA uygunluğu sağlamak zordur; bu nedenle alıcının bağışıklık sistemi ilaçlarla etkisizleştirilir. Bunun yerine bir kardeşden alınan karaciğer kök hücreleri ya da progenitor hücreler de kullanılabilir.

Kas yaralanmalarında ve kas erimesi hastalığında (müsküler distrofi) uydu hücre denilen kas kök hücreleri kullanılabilecek; bu henüz deneme evresinde. Ne yazık ki kalp krizi (enfarktüs) sonucu ölen kalp kası hücrelerinin yerine henüz yenisi konulamıyor; çünkü kalp kası uydu hücreleri henüz bulunamadı.

Gelecek 20 yıl kuşkusuz kök hücre nakli dönemi olacak; birçok organ naklinin yerini daha ucuz ve kolay olan kök hücre nakli alacak. Bunun için kök hücre biyolojisi ve immünolojisi üzerinde tıp dünyası vargücüyle çalışıyor.

Selçuk Alsan

Kaynaklar:
Science, 25 Şubat 2000
Wintrob's Clinical Hematology, G. Richard Lee ve ark., Williams-Wilkins, 1999, I. ve II. ciltler
http://unisci.com/stories/2000/0103003.htm (Unisci)
wysiwyg://50/http://www.usnews.com/usnews/issue/991213/stem.htm (U.S. News)
http://unisci.com/stories/19994/1207995.htm (Unisci)
http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_661000/661299.stm (BBC News 18.11.199
http://unisci.com/stories/20001/0301001.htm (Unisci)
http://unisci.com/stories/20001/0224002.htm
Schweiz Med Wochenschr 1999 Nov 20; 129 (46): 1733-9
Curr Opin Hematol 1999 Nov; 6(6):400-5



Uyku Öğrenmenin Mayası mı?

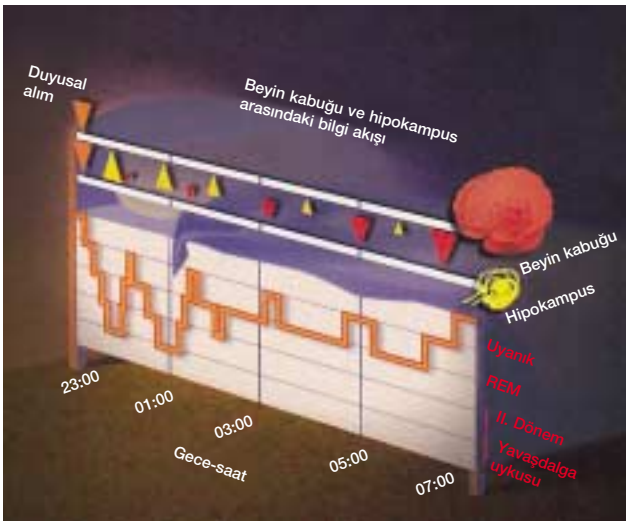
Memeliler ve kuşlar yaşamlarının uzunca bir süresini uykuda geçiriyor. Günde 8, haftada 56, ayda 240, yılda 2920 saat… Yaşamımızın yaklaşık üçte biri uykuda geçiyor. Gözlerimiz kapalı, kaslarımız gevşek, soluk alışverişi düzenli. Dışarıdan çok sakin geçirilen bir süreymiş gibi görülse de uyku süresince beyin son derecede etkin. Eskiden bunun tam tersi düşünülürdü ve uyku sırasında tıpkı vücut gibi beyin etkinliklerinin de azaldığına inanılırdı.

Bilim adamları neden uyku uyuduğumuzu, rüyalarımızı ve belleği uzun yıllardır inceliyorlar. Ancak, uykunun birçok yönü hâlâ sır olarak kalmayı sürdürüyor. Uykusuzluğun ne gibi zararları olduğu da çok merak edilen konulardan biri. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalar, uyku uyumayan farelerin vücutlarının sıcaklık dengesinin 2-3 hafta içinde bozulduğunu ortaya koymuş. İnsanlardaysa uykusuzluğun düşünme becerilerini, duyguları ve motivasyonu olumsuz etkilediği belirlenmiş, ancak bu durumun nedenleri konusunda henüz pek bir açıklama yok.

Uyurken vücut hareketleri azalır ve yavaşdalga uykusu denen evrede metabolizma hızı düşer, protein sentezi artar; böylece fiziksel bir yenilenme sağlanmış olur. Ancak uyku uyurken neden bilinçsiz olduğumuzu açıklayan bir bulgu henüz yok. Bazı araştırmacılar, sinir hücrelerinin REM uykusu sırasındaki etkinliklerine bakarak belleğimizi güçlendirmek için uyuduğumuzu ileri sürüyor. Bir başka grup araştırmacıysa rüyaların, kurtulunması gereken zihinsel atıklar olduğunu düşünerek unutmak için uyuduğumuzu söylüyor. Ancak, bu iki görüşü birleştiren bir başka bakış açısı daha var. Bu bakış açısına göre, uyku sırasında bize gereksiz olanları unutuyoruz, gerekli olanları da işliyoruz.

Uyurken, hatta rüya görürken, günlük yaşamımızdaki olaylarla ilgili olarak belleğin yenilendiği görüşü giderek yaygınlaşıyor. Geceleyin bir türlü çözemediğimiz bir problemi sabah kalkınca kolayca çözüverdiğimiz olmuştur. Başka bir zaman, bulmaca çözerken anımsayamadığımız bir sözcüğü sabah kalktıktan sonra anımsamışızdır ya da yüzüne bakıp adını çıkaramadığımız bir kimsenin adını çıkarabilmişizdir. Belki de pek çoğumuzun aklına takılmıştır uyurken teypten dinlediğimiz şeylerin aklımızda kalıp kalmayacağı, yani uyurken duyduklarımızı öğrenip öğrenemeyeceğimiz. Gündelik yaşamda karşılaştığımız tüm bu durumlar, "Acaba uyurken öğrenmeyi ya da problem çözmeyi sürdürüyor muyuz?" sorusunu akla getiriyor. İşte, bu soruların peşinden giden bazı araştırmacılar bakın neler bulmuşlar.:

Harvard Tıp Fakültesi Psikiyatri Bölümü'nden Robert Stickgold, öğrenme, becerilerin gelişmesi ve belleğimizdeki bilgilerin özümlenmesi için birbiri ardına oluşan yüzeyel ve derin uyku dönemlerinin gerekli olduğunu düşünüyor. Hatta öğrenmenin belirli



Uyku Evreleri

Bir gece uykusu, REM (Hızlı Göz Hareketleri) uykusunun ve bir dizi Non-REM uykusunun 90 dakikalık döngüsünden oluşur. Uyku araştırmacıları bu dönemleri beyin dalgalarındaki, göz hareketlerindeki ve kas gerginliğindeki farklılıklardan tanırlar. Rüyalar, çoğunlukla REM uykusu sırasında görülürler. Bunun ardından oluşan Non-REM uykusu iki ayrı dönemden oluşur. Daha yüzeyel olan I. ve II. Dönem ve daha derin olan yavaşdalga uykusu. Yavaşdalga uykusunun da III. ve IV. olmak üzere iki dönemi vardır. Bir uyku döngüsü yaklaşık 90 dakika içinde REM ve Non-REM uykularının olduğu bir dönemdir. Gece ilerledikçe REM dönemleri daha uzun olur. Yine bu saatlerdeki Non-REM uykusu çoğunlukla II. Dönem uykusu biçimindedir.

Harvard Tıp Fakültesi'nden Robert Stickgold, birbirini izleyen bu REM ve Non-REM uykularının gündüzden bellekte kalanları uzun süreli depoya aktarırken, anlamlarını ararken ve onları daha önceki bellek birikimiyle ilişkilendirirken hipokampus ve beyin kabuğu arasında bir dizi "konuşma" yapılmasını sağladığını düşünüyor.

aşamalarının uyku olmadan gerçekleşemeyeceğini de ileri sürüyor. Uyku evrelerinin öğrenmeyle ilişkili görüneni olan REM uykusu çokça rüya gördüğümüz bir uyku biçimidir. Laboratuvar fareleri arasında, uyanık oldukları saatleri labirentte yiyecek bulmayı öğrenerek ya da yeni birtakım etkinliklerde bulunarak geçirenlerin daha çok REM uykusu uyudukları belirlenmiş. Ayrıca, labirentte yiyecek bulmayı öğrendikten sonra, REM uykusu uyumasına izin verilmeyen farelerin labirentteki başarılarının düştüğü de saptanmış.

İsrail'de, Rehovot'taki Weizmann Bilim Merkezi'nden Avi Karni, bir araştırma sırasında deneklere bilgisayarda bir eğitim uygulaması yaptırdı. Bu uygulama sırasında deneklerin bilgisayar ekranının tam ortasında görünen bir harfe bakarken, arka planda gördükleri desenin düşey mi, yoksa yatay mı olduğunu söylemelerini istiyordu. Bunu hiç yapmamış deneklerin bunu başarmaları 100 milisaniye sürüyordu ve bu denemeler sırasında denekte bir gelişme gözlenmiyordu. Ancak, bir gece uyuyup ertesi sabah yeniden bu uygulamayı yapmaya çalışan deneklerde başarma süresi 15 milisaniye daha kısa oluyordu. Üstelik de bu gelişme birkaç yıl sonra bile kalıcı oluyordu. Karni, bu uygulamadan sonraki gece deneklerinin REM uykusu uyumalarına izin vermeden bir deneme daha yaptı. Ne zaman REM uykusu başlayacak olsa, onları uyandırdı. Bu koşullar altında deneklerde hiçbir gelişme gözlenmedi. Araştırmanın sonuçları REM uykusunun önemli olduğunu gösteriyordu.

Bundan sonra Stickgold, deneklerin REM uykusu uyumalarının engellenmesinin, öğrenme sürecinin tümünü mü yoksa yalnızca temel bir aşamasını mı durdurduğunu bulmak istedi. Bunu bulmak için Karni'nin uygulamasından birkaç gün sonra, kaç deneğin gelişme gösterdiğini belirlemek üzere harekete geçti. Ancak, deneklerin REM uykusu uyumalarını engellemek yerine, deneklerin her bir uyku evresinde ne kadar süre geçirdiklerini ve bunların derinliklerini ölçtü. Onun varsayımına göre, REM uykusu uzun olanlar daha çok öğreneceklerdi, tıpkı farelerde olduğu gibi. Ancak, araştırmasının sonunda, en iyi öğrenenlerin yalnızca en uzun REM uykusunu uyuyanlar olmayıp, aynı zamanda REM uykusunu gecenin son iki saatinde uyuyanlar ve en derin uyku olan yavaşdalga uykusunu ilk iki saat içinde uyuyanlar olduklarını da buldu. Stickgold'a göre bu, öğrenme sürecinin hem yavaşdalga uykusu hem de REM uykusuyla ilişkili olduğunu gösteriyordu. Stickgold, yalnızca altı saat uyku uyuyan deneklerde hiçbir gelişmenin gözlenmediğini söylüyor. Eğitim uygulamasından sonra gece boyu uyumayan deneklerin hiçbir şey öğrenemedikleri de ortaya çıkan gerçekler arasında.

Uyku, öğrenmenin tüm biçimleri için gerekli gibi görünmüyor. Stickgold, uykunun bir şeyin "ne" olduğunu öğrenmektense "nasıl" olduğunu öğrenmekle ilgili olduğunu düşünüyor. Bu durumda, bir telefon numarasını 50 saniye sonra unutuyorsanız uykunun size pek bir faydası yok. Ancak bir piyano parçasını çalmayı öğrenirken notaların dizilişini anımsamakta zorluk çektiyseniz, sabah uyandığınızda notaları anımsama şansınız var. Stickgold bir grup arkadaşıyla yaptığı bir başka çalışmasında rüyaların öğrenmeyle ilişkisini incelemiş. Çalışma sırasında, bir bilgisayar oyunu olan Tetris'i öğrenen deneklerin gördükleri küçük rüyalar incelenmiş. Tetris öğrenmeye çalışan deneklerin çoğu, uykuya daldıktan sonra oyunda kullanılan blokları rüyalarında görmüşler. Gördükleri görüntüler özellikle oyunun en çarpıcı, en belirleyici özellikleriyle ya da kurallarıyla ilgiliymiş. Örneğin, deneklerden biri oyunda onu en çok zorlayan taşı görmüş rüyasında. Stickgold'un bir gözlemine göre, en çok rüya görenler oyunu öğrenmeye başlarken en az bilgi sahibi olanlar, yani öğrenme uygulaması sırasında en çok şeyi öğrenenler olmuş. Deneklerden birinin, çocukken değişik bir uyarlamasını oynamış olduğu bu oyunla ilgili rüyaları çocukluğundan kalma müzikler ve renkli taşları da (yapılan uygulamada oyunun taşları renksizmiş) içeriyormuş. Stickgold bu bulgunun, beynin bellekteki eski anıları yeni öğrenme deneyimleriyle de kaynaştırdığını gösterdiğini düşünüyor.

Stickgold'un bir başka çalışmasında tırmanma, kano, kayak ve bisiklet gibi becerilerle birkaç gün uğraşan deneklerin yukarıda sözü geçenlere benzer rüyalar gördükleri de belirlendi. Ontario'daki Trent Üniversitesi'nden Carlyle Smith, Stickgold'un yalnızca birtakım ilişkileri ortaya çıkardığını, ancak tam bir neden-sonuç ilişkisinin belirlenemediğini söylüyor. Bu düşüncesinden hareketle Smith, yavaşdalga uykusunu ve REM uykusunun öğren-



meyle ilişkisini ayrı ayrı incelemek üzere bir çalışma yapıyor. Onun bu çalışması hem REM hem de Non-REM (REM olmayan) uykularının becerilerin öğrenilmesi bakımından önem taşıdığını gösteriyor.

Almanya'daki Bamberg Üniversitesi'nden Werner Plihal ve Jan Borg öğrenme için en önemli uyku evresinin, ne öğrendiğimize bağlı olarak değiştiğini söylüyorlar. Onlar, yaptıkları çalışmada deneklerin yavaşdalga uykusu uyumaları engellendiğinde, uzaysal ilişkilerin kavranması ve sözcükler arasında çağrışımlar yaratılmasının daha zor başarıldığını buldular. Beyinde bu tip işlevleri gerçekleştiren yer hipokampus olduğundan, gözler bu çalışmadan sonra hipokampusa çevrildi. Hipokampus, uzaysal bellekle ilgili bilgilerden ve günlük olarak yaşanan olaylardan gereklilerini kaydeder. REM uykusu yalnızca hipokampusla ilgisi olmayan, beceri öğrenme işlevi açısından daha önemli görünüyor. Hipokampusun, alınanların tümünü depolayamayacağını söyleyen Smith, hipokampustaki kısa süreli bellekteki bilgilerin daha kalıcı olan uzun süreli belleğe, yani beyin kabuğuna aktarılması için uykunun önem taşıdığını ileri sürüyor. New Jersey'de Newark'taki Rutgers Üniversitesi'nden Gyorgy Buzsaki'ye göre, bu iş yavaşdalga uykusu sırasında yapılıyor. Buzsaki çalışmalarını ilerlettiğinde, REM uykusu sırasında bilgi akışının tam ters yönde de olabildiğini gördü. Buzsaki, bir gece uykusunu hipokampusla beyin kabuğu arasındaki söyleşmelerle geçirdiğimizi düşünüyor.

Yakın zamanda Pullmann'daki Washington Eyalet Üniversitesi'nden Gina Poe'nun yaptığı bir araştırmada beyin kabuğunun hipokampusa ne tür bilgiler gönderdiği belirlendi. Poe, çalışmasında hipokampustaki hücrelerin REM uykusu sırasındaki elektriksel etkinliklerini kaydetti. REM uykusu sırasında hipokampustaki hücrelerin etkinliği, saniyede 4-10 kez düzenli yükselmeler ve alçalmalar gösterir. Buna teta ritmi denir. Bu, tıpkı fareler uyanıkken ve çevreyi keşfederken onlarda gözlenen ritme benzer. Poe, fareler yeni bir labirenti öğrenmeye başladıktan birkaç gece sonra beyin kabuğunun eletriksel etkinliklerinin teta ritmine benzerlik göstermeye başladığını belirledi. Poe, bu durumun, sinir hücreleri arasında iletişimi sağlayan sinaps bölgelerinin güçlenmesini sağlayarak belleği yenilemeye yaradığını düşünüyor. Bu yenilenme işinin REM uykusu sırasında olmasının nedenini de Poe, sinapsları güçlendirmek için gerekli olan ve kimyasal iletişimi sağlayan asetilkolin miktarının bu evrede en yüksek düzeyde olması olarak görüyor. Bundan sonraki süreç içindeyse öğrenilenlerin beyin kabuğuna tümüyle depolandığını ve hipokampustan silinecek hale geldiğini düşünüyor.



Stickgold ve Poe yavaşdalga uykusu sırasında başka şeylerin de olabileceğine inanıyorlar. Bu konuda yapılan çalışmalar, yavaşdalga uykusu sırasında enerji düzeyinin yeniden yükseltilmesi ve protein yapılması yönünde daha çok kanıt ortaya koymaya başladı. Poe'ya göre, beyinde yeni sinir hücresi bağlantıları, yani öğrenme oluştuktan sonra, eğer protein yapımı engellenirse ya da az enerji sağlanırsa öğrenilenlerin kalıcı hale geçmesi zorlaşır.

REM uykusuna ve rüyalara dönecek olursak, Stickgold ve arkadaşları, bu uyku evresinin yalnızca öğrenilenlerin aktarımıyla ilgili olmadığını, aynı zamanda bellekte eskiden depolanmış bilgilerle yeni depolanan bilgiler arasındaki ilişkileri de bulmaya yaradığını düşünüyorlar. İşte, uykudan uyandığımızda akşamdan çözümü yarım kalmış bir problemi sabah çözebilmemizin nedeni olarak da eski ve yeni bellekteki bilgilerin birbiriyle ilişkilendirilmesini görüyorlar.

Stickgold, tüm bu bulgular bir bütün olarak ele alındığında şöyle bir benzetme yapılabileceğini düşünüyor: Bir gecelik uyku bir terapistle geçirilen beş seansa benzer. Hipokampus günün anılarını depolamış bir hastadır, beyin kabuğuysa terapisttir. İlk olarak yavaşdalga uykusu sırasında, hipokampusta depolanmış o günün anılarını tekrarlayarak neler olduğu hakkında konuşurlar. REM uykusu sırasında beyin kabuğu yanıt verir ve bu bilgilerin birbiriyle tutarlı olup olmadığına birlikte bakarlar. Daha uzun yavaşdalga uykusu daha uzun açıklama demektir. Bu her iki bellek sistemi karşılıklı konuşarak, bellekteki bu anıların ne anlama geleceği konusunda ortak bir düşünceye varırlar.

Uyku araştırmacıları çalışmalarını var güçleriyle sürdürdururken, Stickgold'un hepimize önerisi sekiz saatlik uykuyu ihmal etmememiz.

Zuhal Özer
Konu Danışmanı: Hamdullah Aydın
Prof.Dr., GATA Psikiyatri Ana Bilim Dalı

Kaynaklar
Phillips, H., "Unchain your mind", New Scientist, 25 Eylül 1999.
http://www.sciam.com/0796issue/0796infocus.html
http://bisleep.medsch.ucla.edu/SRS/srs/vertes.htm

2000 Dünya Matematik Yılı

2000 yılı Uluslararası Matematikçiler Birliği IMU ve UNESCO tarafından "Dünya Matematik Yılı" olarak ilan edildi. Yıl boyunca, bilim ve teknolojinin temel taşı ve insanlığın ortak kültürünün vazgeçilemez bir bölümü olan matematiğin önemini ve yararını topluma anlatmak için tüm dünyada matematikçiler konferanslar verecek, makaleler ve kitaplar yazacak. Oysa matematik hakkında matematikçi olmayanlar için makale yazmak ya da konferans vermek hiç de kolay değil. Hele matematik araştırmalarının derin sonuçları olan teoremleri ve uygulamaları matematikçi olmayan okurlara veya dinleyicilere gerektiği gibi aktarabilmek özen ve ustalık gerektirir. Matematik sanki etrafına aşılması zor duvarlar örerek matematikçi olmayanları kendi gizemli bahçesinden uzak tutmayı seçmiştir. Bu duvarların ardında neler olduğunu pek merak etmeyiz. Araştırmalarında matematikten yararlanan bilim insanları bile çoğu zaman matematiği salt bir araç olarak algılar. Tıpkı bir mikroskop, bir bilgisayar ve hatta bir vinç gibi. Sanatçılar içinse matematik kendi dünyalarının çok uzağında, soğuk, karanlık ve cansız bir nesnedir. Oysa, yirminci yüzyılın büyük düşünürlerinden Bertrand Russell matematiğin en yüksek sanatın gösterebileceği kesin kusursuzluğa erişebilen, yüce bir güzelliği olduğunu yazmıştır.

Matematiğin önemini anlatmanın bir yolu da matematiğin uygulamalarından söz etmektir. Günümüzde fizik, kimya, biyoloji gibi doğa bilimlerinin yanısıra, mühendisliğin hemen her alanında, ekonomide hatta dilbilimde matematik yaygın olarak uygulanır oldu. Doğa bilimlerinde matematiğin uygulanışı çok gerilere gider. Galileo, zamanımızdan dörtyüz yıl kadar önce "doğanın yüce kitabı yalnızca onun yazıldığı dili bilenlerce okunabilir; bu dil de matematiktir" demiştir. Ancak çoğu zaman matematikçi uğraştığı problemin, ispat etmeye çalıştığı teoremin doğa bilimlerinde veya başka alanlardaki uygulamalarına aldırmaz. Matematiğin gizemli bahçesi onun için yeterince zengindir. Matematikçi olmayanları dışarıda tutan o yüksek duvarların ötesinde neler olduğunu matematikçi de pek merak etmez; ama yaratılan matematik kuramları birgün gelir doğanın bir temel yasasının keşfinde baş rolü oynar. Onyedinci yüzyılın başlarında Kepler, gezegenlerin hareketlerini açıklayan üç ünlü yasa açıkladı. Astronomide devrim yaratan bu yasalardan birincisi her gezegenin yörüngesinin bir elips olduğunu, Güneş'in de bu elipsin bir odağı üzerinde olduğunu söyler. Kepler bu çalışmasında Appollonius'un "Konikler" adını taşıyan eserinden yararlanmıştı. Appollonius bugün Antalya'nın doğusunda kalıntılarını gezebildiğimiz Perge şehrinde M.Ö. 200 yıllarında yaşamış antik çağın en önemli matematikçilerinden biriydi. "Konikler" aslında sekiz kitapçıktan oluşan; çember, elips, parabol ve hiperbolleri içeren eğriler topluluğunu sistematik bir biçimde inceleyen bir başyapıttır. Perge'li Appollonius bu yapıtında koni kesitlerini analitik yoldan da tanımlamıştır. Bir düzlem üzerinde sabit bir noktadan sabit uzaklıkta hareket eden bir noktanın bir çember çizdiğini biliriz. İki ayrı sabit noktadan uzaklığının toplamı sabit kalacak şekilde hareket eden bir noktanın yörüngesiyse elipstir. Bu iki sabit noktaya da elipsin odakları denir. Perge'li Appollonius'un sekiz kitabından sonuncusu kayıptır. İlk yedi kitapsa önce Yunanca'dan Arapça'ya, sonra da Arapça'dan Latince'ye çevrilerek yazılışından onsekiz yüzyıl sonra Kepler'e ulaşmış ve gezegenlerin hareketini açıklayan doğa yasalarının keşfinde baş rolü oynamıştı. Appollonius ise koni kesitlerini incelerken bu kuramın gerçek hayatta uygulanabilirliğini pek düşünmemiştir.

Bugünün dünyasında karmaşık ve soyut bir düşünceyle, bir öğretiyle karşılaştığımızda "peki bunun bana ne ya-



Karl Friedrich Gauss



Cahit Arf

rarı var?" diye sorup, kendimizce daha yararlı, daha gerçek dünyaya ait işlere dönüveririz. Matematikçiyse "yarar" veya "uygulanabilirlik" aramadan çalışır; ama Appollonius örneğinde olduğu gibi, yarar veya uygulama çok sonraları ortaya çıkar. Riemann, Gauss ve Bolyai gibi matematikçiler tarafından ondokuzuncu yüzyılda geliştirilen eğrisel uzay geometrisi, daha sonra görelilik kuramını açıklamak için Einstein tarafından kullanıldı. 1830'larda Galois ile başlayarak gelişen ve o zamanlar soyut matematiğin doruğu olarak nitelendirilen gruplar kuramı bugün modern fizikte yaygın olarak kullanılmakta. Matrisler kuramı, icadından altmış yıl kadar sonra Heisenberg tarafından kuantum mekaniğinin matematiksel modelini kurmak için kullanıldı. Bu matematik kuramlarının hiçbiri bir "yarar" gözetilerek geliştirilmemişti. Oysa her biri gerçek dünyayı anlamak, doğanın temel bir yasasını ifade etmek için çok pratik birer alet haline geldi. Nobel ödüllü fizikçi Wigner, "matematik dilinin fizik yasalarının ifade edilmesine elverişli olması mucizesi, anlayamadığımız, harikulâde bir lütuftur" diye özetlemiş bu olguyu.

Doğayı anlamaya çalışan bilimciler, durmaksızın gerçeğin peşinde koşarlar. Gerçekse yakalanmaz bir türlü. Doğa bilimlerindeki "gerçek" aslında pragmatiktir. Örneğin bir fizikçi elindeki kuramı, gerçeği bilinen olgularla, gözlemlerle karşılaştırır ve deneylerle sınar. Eğer doğayla kuram yeterince uyuşmuyorsa, "daha doğru" bir kurama, yeni bir gerçeğe doğru arayışlar başlar. Doğa bilimcisinin uğraşı hep daha doğru olanın peşinde koşmaktır. M.S. birinci yüzyılda Ptoleme, merkezi dünya olan bir evren modeli ortaya attı ve yüzyıllarca bu model "doğru" olarak kabul gördü. Onaltıncı yüzyılda Kopernik bu modele karşı çıktı. Kepler ise merkezi Güneş olan, gezegenlerin güneşin etrafında elipsler çizerek döndüğü evren modelini gözlemlere dayanarak açıkladı. Kepler'in yasalarından yola çıkan Newton, yerçekimi yasasıyla gök mekaniği diye bir bilim dalını yarattı. Ancak Newton'un gök mekaniği, Güneş'e en yakın gezegenimiz olan Merkür'ün yörüngesi hakkındaki gözlemleri açıklamakta yetersiz kaldı. Einstein'in görelilik kuramı, Newton yerçekimi yasasını değiştirince Merkür'ün hareketini de kapsayan yeni bir doğruya kavuştuk! Sanki doğanın gerçekleri tam yakalandıklarında kılık değiştirip elimizden kurtulan masal perileri gibi bizleri peşinden koşturuyor.

Yarın yeni gözlemlerle ya da deneylerle değişmeyecek gerçekler arıyorsanız, onu matematikte bulursunuz. Matematikte "doğru", zamanla değişmez. Dünya Matematik Yılı'nda matematiğin yaşgününü kutluyor olsaydık, pastamızın üzerine herhalde ikibinbeşyüz tane mum sığdırmak zorunda kalırdık. Milet'li Thales'in üçgenler ya da Perge'li Appollonius'un elipsler hakkındaki ikibinikiyüz yıllık teoremleri, bugün de gerçek. Gene o çağlardan bize miras kalan asal sayıların sonlu tane olmadığını ifade eden teoremin ispatının duru ve yalın güzelliğini bugün bile algılayabiliriz. Matematik insan zekasının binlerce yıldır, taş üstüne taş koyarak yükselttiği yüce bir yapı, görkemli bir anıt. Bu anıtın alt sıralarında yer alan bir taş bugün biraz tozlu olabilir, ama üzerini şöyle bir silersek o eski taşın sağlamlığı ve güzelliği bugün de gözlerimizi kamaştırır. Matematik birikimseldir, kalıcıdır. Akıp giden zaman içinde kaybolmaz ve değerini yitirmez.



Leonhard Euler

Tosun Terzioğlu
Sabancı Üniversitesi, Türk Matematik Derneği Başkanı

Popüler Matematik Eğlence, Mantık ve Bilmece Kitapları

- Bil Bakalım, Bilim ve Matematik Bulmacaları. Yuri B. Cheryok ve Robert M. Rose, Çeviri: Hatun Özgür, Fen Kitapevi, Ankara; Sarmal Yayınevi-İstanbul, 1996. 222 sayfada birbirinden güzel fizik ve matematik temeline dayanan bulmacalar ve yanıtları.

- Matematikçi Gazete Okuyor, Prof. Dr. Allen Paulas (Temple Üniversitesi Matematik profesörü) Çeviri: Celal Kapkın. Evrim Yayınevi, 1999, 241 sayfada 5 Bölüme ayrılmış, toplumsal hayatla ilgili, düşündürücü, herbiri 1-2 sayfalık bilmecemsi yazılar. Politika, ekonomi, yaşam biçimi, iş hayatı, bilim, tıp, çevre, besin, spor vb. konuları işleniyor.

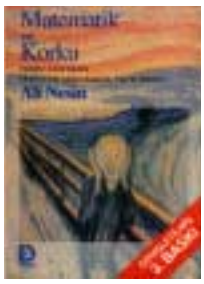
- Matematik ve Korku, Popüler Matematik Yazıları-I. Prof. Dr. Ali Nesin. Genişletilmiş 3. baskı. Düşün Yayıncılık, 1994. Aziz Nesin'in, hemen hepsi oğlu Ali Nesin'in (ABD'de California Üniversitesi Matematik profesörü) mektuplarından oluşan, 56 sayfalık önsözü ve 225 sayfada, matematik ve mantık temeline dayalı bilmeceler ve yanıtları. Bazı başlıklar: Evliliğin matematiği, Bu Ne Biçim Seçim, Matematiğin Emekleme Çağı (Eski Çağ Matematiğinden örnekler); Bachelard ve Möbius, Bertrand Russell Paradoksu, Hilbert, Gödel, Pisagor, Sihirli kareler.

- Matematik ve Mizah, Prof. Dr. Allen Paulos. Çeviri: Aliye Kovanlıkaya, Sarmal Yayınevi, 1996. 110 sayfa içinde mizahî bir zemin üzerinde matematik öğretici bir kitap. Aksiyomlar, olmayana ergi, asal sayılar, Öklit dışı geometri, paradokslar öğretiliyor.

- Matematik ve Doğa, Prof. Dr. Ali Nesin, Düşün Yayıncılık, İstanbul, 1995, 209 sayfa içinde hem matematik öğretici, hem de eğlendirici ve dinlendirici problemler ve yanıtları. Bol şekil ve karikatürler. Bazı başlıklar: Zenon'un Paradoksları, Konken Partisi, Şapkadan Güvercin Çıkarmak, Cemal Amca Kaç Kez Şeş Attı, Gizli Duvarlar, Blöfün matematiği, Ramsey teoremi vb..

- Önermeler Mantığı, Prof. Dr. Ali Nesin, Düşün Yayıncılık, İstanbul,





1994. 160 sayfa içinde çok öğretici matematiksel mantık konuları. Bazı başlıklar: Tümevarım, Kanıt ve teorem, Her Teorem Bir Hepdoğrudur, Her Hepdoğru Bir Teoremdir, Hangi Sözcükler Önermedir vb.

- Kim Korkar Matematik'ten, Prof. Dr. Nazif Tepedelenlioğlu, 6. baskı. Sarmal Yayınları, İstanbul, 1993. Ali Nesin'in önsözüyle, eğlendirerek, sıkmadan, bilmeceler sorarak matematik öğreten bir kitap. Yanıtlar var. Bazı başlıklar: İrrasyonel sayılar, Fibonacci Dizisi, Altın Oran, Pi'nin öyküsü, Ortaçağ Arapları, Takvim, Algoritma vb.

- Altın Oran, Mehmet Suat Sergil. Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 1988. Eskiçağlardan bu yana devam edegelen ve çok çeşitli uygulamaları olan altın oran 114 sayfada bol resim ve örneklerle anlatılıyor. Bazı başlıklar: Altın Dikdörtgen, Eşit Açılı Sarmal, Çokgenlerde Altın Oran, Çokyüzlülerde Altın Oran, Altın Oran ve Fibonacci Dizisi, Doğa ve Altın Oran, Sanat ve Altın Oran.

- Düşünme Kutusu, I ve **II**. Doç. Dr. Selçuk Alsan. Gün Yayıncılık. 4. baskı, 1995, 208 sayfada 371 mantık, matematik - zeka bilmeceleri ve yanıtları. Bazı başlıklar: Uzay Yaratığı, Tek Yönlü Ev, Islanmayan Adam, Kibrit Oyunları, Çince, Bunlar da Ne?, Satranç Problemleri vb. **II**. kitap: Mantık-matematik-zeka bilmeceleri ve yanıtları. Bazı başlıklar: Uzay Mantığı, Bağ

Bir Milyon Dolar İster misiniz?

Yapacağınız, 2'den büyük her çift sayının, iki asal sayının toplamı olduğunu kanıtlamak. Örneğin, 24 = 11 + 13 gibi. Bunun böyle olması gerektiğini, ilk kez 1742 yılında, Rus çarlık ailesine öğretmenlik yapan Prusyalı matematikçi Christian Goldbach ileri sürmüş. Bu nedenle "Goldbach Varsayımı" diye adlandırılıyor. Asal sayıların özelliği, yalnızca kendileriyle, ya da 1'le bölünebiliyor olmaları. İnsanın "Ee, ne var bunda" diyesi geliyor; ama bir milyon dolar ödülü de boşuna koymamış olsalar gerek…Küçük sayılar için iş kolay. En fazla birkaç saniyenizi alır. Ancak çift sayıları sonsuza kadar uzatabilirsiniz ve her biri için aynı kuralın geçerli olduğunu kanıtlamak için ya hepsini teker teker inceleyeceksiniz, ya da tümü için geçerliliği su götürmez bir kanıt bulacaksınız. Ne yapalım; matematikte "herhalde" yok. İlle de kesinlik istiyor. Ortada öyle ödül falan olmadığı halde, çeyrek binyıldır matematikçiler bu işle uğraşmışlar, ama ortaya kanıtı getirip koyan olmamış. Süper bilgisayarlar da varsayımım geçerliğini, şimdiye kadar 400 trilyon sayısına kadar doğrulamışlar. Ama bu, daha büyük bir sayının iki asal sayının toplamı olarak ifade edilemeyeceği anlamına gelmiyor. Aranan kanıta en çok yaklaşan, Chen Jing-Run adlı Çinli bir matematikçi. Her çift sayının, bir asal sayıyla, iki asal sayının çarpımının toplamı olduğunu kanıtlamış . Örnek: 24 = 3 + (3 x 7). Ama bu da yeterli değil. Bu durumda iş size kalıyor. Kendine güvenen, kanıtı Faber and Faber adlı İngiliz ve Bloomsbury USA adlı Amerikan yayın grubuna gönderebilir. Yalnız kağıdı kalemi hemen ele almanız gerekiyor. Kanıt 15 Mart 2002 tarihine kadar saygın bir matematik dergisinde yayınlanmak, ve sponsorların belirleyeceği altı kişilik bir jüri tarafından onaylanmak zorunda.



Ödülün amacı promosyon. Adı geçen kuruluşlar, Apostolos Doxiadis adlı matematikçinin yeni romanı "Petros Amca ve Goldbach Varsayımı" adlı romanını yayınlıyorlar. Aslında ödülü verecek olan, yayınevleriyle iş yapan sigorta şirketi. Şirket yetkilileri, belirtilen süre içinde birinin geçerli bir kanıtla ortaya çıkması olasılığını hesaplamakta zorlanmış, ama anlaşılan bu olasılığı pek de yüksek görmemiş. Yayınevleriyse, bir yandan ödülün yaratacağı satış artışının hesabını yaparken, bir yandan da altı kişilik jürinin beklenen "çözüm" yağmuruyla nasıl baş edeceğini düşünüyor.

Science, 31 Mart 2000

dat Faciası, Firavun Mezarı, Hanoi Kulesi, Dedektif Olabilir misiniz, 12 Bilye ve Yamyamlar, Hint Fakirinin İkilemi vb. Tangramlar. Satranç Problemleri.

- Düşünme Kulesi, Doç. Dr. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınevi, İstanbul, 2. baskı, 1996. Kapak Flaman ressam Hieronymus Bosch'dan: "Zevkler Bahçesi", 300 sayfada 434 mantık-matematik-zeka bilmecesi ve yanıtları. Bazı başlıklar: Fareler şehri, Möbius bandı, Dahiler Satrancı, Trenlere Manevra Yaptırmak, Dedektif Olabilir misiniz, Bilge Yargıç, Asılan Adam paradoksu, Casus Yuvası vb.

- Matematiğinin Gizli Dünyası, David Wells, Çeviri: Doç. Dr. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1997. Matematiğin bugüne kadar hiç duymadığınız, okulda öğrenmediğiniz yönleri. 470 sayfada birkaç yüz şekil ve bir o kadar problem ve yanıtları. Bazı başlıklar: Üçgenlerin Gizli Dünyası, Bir Bilim Olarak Matematik, Sezgi ve Hayal Gücü, Kesinlik, Kanıt ve Aydınlatma, Matematik ve Gerçeğin Aranması, Yeni Matematik Oyunları vb.



- Geometrinin Gizli Dünyası, David Wells, çeviri: Doç. Dr. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1998, 352 sayfa. A'dan Z'ye alfabetik olarak bütün geometri teorem ve kavramları sıralı olarak veriliyor. Bazı başlıklar: Kardioid (yürek eğrisi), Düğümler, Altın Oran, Apollonius teoremi, Arşimed çokyüzlüleri, Feuerbach Teorem vb.

- Liselerarası Matematik Yarışması Soruları ve Cevapları, 1969-1983. Genişletilmiş 5. Baskı TÜBİTAK, BAYG, 1983.

- Sayılar Teorisinde İlginç Olimpiyat Problemleri ve Çözümleri, Prof. Dr. Halil İ. Karakaş ve Doç. Dr. İlham Aliyev. TÜBİTAK, 1998, 2. baskı.

- Analiz ve Cebirde İlginç Olimpiyat Problemleri ve Çözümleri, Prof. Dr. Halil İ. Karakaş ve Doç. Dr. İlham Aliyev TÜBİTAK, 1998.

- Beş Altın Kural, J. Casti (Sabancı Üniversitesi Yayınevi) Bu kitapta 1900'lerin önemli beş matematik kuramı ve bunların uygulamaları ayrıntılı biçimde, zengin örneklerle anlatılmakta.

- Konikler, A. Nazmi İlker ve Nazım Terzioğlu, Şirketi Mürettebiye Basımevi, İstanbul, 1966, 3. Baskı. Matematik Dünyası dergisinin hediyesi. 168 sayfada elips, hiperbol ve parabol soru ve yanıtları. Pascal ve Brianchon teoremleri, koniklerde doğrultman, kutup ve kutup doğrusu, çap ve merkez.

- Matematik Tarihi, İletişim Yayınları. Marcel Boll. 125 sayfa.

- Matematiğin Aydınlık Dünyası, Sinan Sertöz, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, No: 36, 1996, 10. baskı.

- Bir Matematikçinin Savunması, G.H. Hardy, ibid No: 3, 1996, 9. baskı. Ünlü matematik profesörünün matematiğe bakışı.

- Bir Gölgenin Peşinde (Rakamların Evrensel Tarihi), G. Ifrah, ibid, No: 18, 9. Baskı.

- Çakıl Taşlarından Babil Kulesine, G. Ifrah, ibid, No: 23, 7. baskı.

- Sıfırın Gücü, G. Ifrah, ibid, No: 42, 6. baskı.

- Matematik Sanatı, J.P. King, ibid, No: 49, 7. baskı. Matematiğin estetik yönü.

- Hint Uygarlığının Sayısal Simgeler Sözlüğü, G. Ifrah, ibid, No: 72, 3. baskı.

- Çarpım Tablosu, Çocuklar için, R. Treays, ibid No: 81, 7. baskı.

- Kesirler ve Ondalık Sayılar, Çocuklar için, K.B. Mole, ibid, No: 88, 5. Baskı.

- Çarpma ve Bölme, Çocuklar için, K.B. Mole, ibid, No: 91, 6. Baskı.

- İslam Dünyasında Hint Rakamları, G. Ifrah, ibid, No: 90, 2. baskı.

- Bir Sayı Tut, M.E. Lines, ibid, No: 96, 3. baskı.
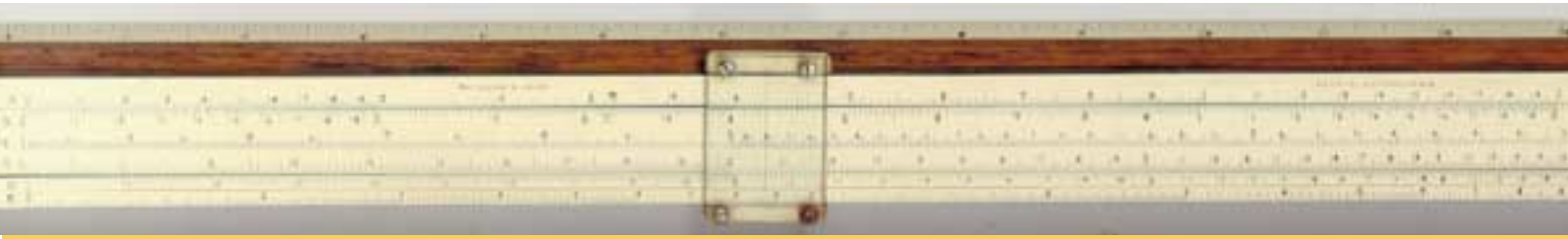
- Toplama ve Çıkarma, Çocuklar için, K.B. Mole, ibid, 2. baskı.

- Rastlantı ve Kaos, David Ruelle, 1999, 12. baskı. Bazı başlıklar: Piyangolar, Oyunlar, Kaos, Kuanta, Entropi, Güdel Teoremi, Zeka vb.

- Matematik ve Oyun, Prof. Dr. Ali Nesin. Düşün Yayıncılık, İstanbul, 1994. Bazı başlıklar: Pokenin Matematiği, Olasılık Hesapları, Yoksulun Şansı vb.

Selçuk Alsan





Türk Matematik Derneği

1948 yılında kurulmuş olan Türk Matematik Derneği'nin amaçları arasında matematikle ilgili bilim dallarının gelişmesini ve yurt içinde yaygınlaşmasını sağlamak, ekonomik, sosyal ve teknolojik alanlarda matematiğin ve matematikçinin katkısını arttırmak, orta ve yüksek öğretimde matematik eğitiminin çekiciliğini, düzeyini ve etkinliğini yükseltmek var. Dernek, o dönemde İstanbul ve İstanbul Teknik Üniversitelerinde aşağıda belirtilen görevlerde olan değerli bilim adamları tarafından kurulmuş;

Prof. Dr. Cahit Arf, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Doçent Dr. Lütfi Biran, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Prof. Dr. Hamit Dilgan, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimari Fakültesi; Ord. Prof. Dr. Kerim Erim, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Prof. Dr. Nüzhet Gökdoğan, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Prof. Dr. Feyyaz Gürsan, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi; Prof. Dr. Mustafa İnan, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi; Prof. Dr. Ali Rıza Özbek, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi; Prof. Dr. Ferruh Şemin, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Prof. Dr. Nazım Terzioğlu, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Ord. Prof. Dr. Salih Murat Uzdilek, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi; Prof. Dr. Ali Yar, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi; Prof. Dr. Fahir Yeniçay, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi.

Türk Matematik Derneği, Türkiye'yi Uluslararası Matematikçiler Birliği'nde (IMU) temsil etmekte.

Yayınları

Eşitsizlikler; P. P. Korowkin, Çev. H. Şahinci.
Geometrik Eşitsizlikler; N. D. Kazarinoff, Çev. A. Y. Özemre
Yalnız Cetvelle Yapılan Çizimler; A. S. Smogorzhevski, Çev. Ş. Yamantürk
Rasyonel ve İrrasyonel Sayılar; I. Niven, Çev. A. Kıral
Çeşitli Geometriler; L. Godeaux, Çev. F. Şemin
İndirgemeli Diziler; A. I. Markuschewitsch, Çev. A. P. Özbek-M. A. Özkan
Geometri I; B. V. Kutuzov, Çev. H. Demir
Geometri II; B.V. Kutuzov, Çev. H. Demir
Geometri III; B. V. Kutuzov, Çev. H. Demir
Algoritmalar ve Otomatik Hesap Makinaları; B. A. Trakhtenbrot, Çev. T. Tuncer
Konum Teoremleri; B. I. Argunov-L.A. Skornyakov
Matematiksel Sonsuz; G. Verriest, Çev. A. N. İlker
Sayılar ve Şekiller; H. Rademacher-O.Toeplitz, Çev. O. Ş. İçen
Eşdeğer ve Eşparçalanabilen Şekiller; V. G. Boltyanskii, Çev. A. Büke
Oyunlar Teorisine Giriş; E. S. Ventsell, Çev. H. Yüksel
İhtimaliyet ve İnformasyon; A. M. Yaglom-I. M. Yaglom, Çev. L. Biran
Matematikte Endüksiyon ve Benzetme I; G. Polya, Çev. O. Ş. İçen
Matematikte Endüksiyon ve Benzetme II; G. Polya, Çev. O. Ş. İçen
Gök Mekaniği; Y.. Ryabov, Çev. S. M. Uzdilek
Geometride İndüksiyon; L. I. Golovina-I. M. Yaglom, Çev. A. Büke
Geometrik Transformasyonlar; I. M. Yaglom, Çev. V. K. Güney
Diferansiyel ve İntegral Hesap; E. Landau, Çev. N. Terzioğlu
Cebir Temrinleri; P. Aubert-G. Papelier, Çev. N. Terzioğlu
Konikler; A. N. İlker- N. Terzioğlu
Modern Geometri I, II, III; G. Papelier, Çev. N. Karahöyüklü-N. Terzioğlu
Bilimin Uyanışı; B. L. van der Waerden, Çev. O. Ş. İçen.
The Collected Papers of Cahit Arf
Çokrenk Problemleri; E. B. Dynkin-W. A. Uspenski; Çev. A. R. Özbek-M. A. Özkan
Sayılar Teorisinden Problemler; E. B. Dynkin-W. A. Uspenski, Çev. A. N. İlker
Tesadüfi Hareketler; E. B. Dynkin-W. A. Uspenski, Çev. A. R. Özbek-M. A. Özkan
Geometrik İspatlarda Hatalar; I. S. Dubnow, Çev. A. N. İlker
Mekaniğin Matematiğe Bazı Tatbikleri; V. A. Uspenski, Çev. H. Yüksel
Yalnız Pergel Kullanarak Yapılan Geometrik Çizimler; A. N. Kostovski, Çev. Ş. Yamantürk
Denklemlerin Tam Sayılarla Çözülmesi; A. O. Gelfond, Çev. O. S. İçen
Gruplar Teorisine Giriş; P. S. Alexandroff, Çev. A. Yar
Eşitsizliklere Giriş; E. Beckenbach-R. Bellman, Çev. H. Yüksel
Matematiksel İndüksiyon Metodu; I. S. Sominski, Çev. B. Asral
Sayılar Teorisine Giriş; H. W. E. Jung, Çev. O. Ş. İçen
İhtimaller Hesabına Giriş; B. W. Gnedenko-A. J. Chintschhin, Çev. L. Biran

Şimdiki Yönetim Kurulu

Prof. Dr. Tosun Terzioğlu (Başkan), Sabancı Üniversitesi; Prof. Dr. Alev Topuzoğlu (İkinci Başkan), Sabancı Üniversitesi; Prof. Dr. Hülya Şenkon (Genel Sekreter), İstanbul Üniversitesi (emekli); Prof. Dr. Yusuf Yağcı (Sayman), İstanbul Üniversitesi; Prof. Dr. Okay Çelebi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Adresi, telefonu

Sabancı Üniversitesi, Karaköy İletişim Merkezi, Bankalar Cad., No: 2, 80020 Karaköy, İstanbul Telefon: 0212 292 49 39

web : http://www.tmd.org.tr

Ulusal Sempozyumlar

Türk Matematik Derneği, onikincisini 1999 Eylül ayında İnönü Üniversitesi'nde Dünya Matematik Yılı etkinlikleri çerçevesinde gerçekleştirdiği Ulusal Matematik Sempozyumlarını her yıl düzenliyor. Üniversitelerimizden lisansüstü öğrenciler ve öğretim üyelerinin katıldığı sempozyumlarda matematikte güncel gelişmeler ve araştırmalar tartışılıyor.

Matematik Dünyası: Dernek, 1991 yılından bu yana yılda beş kez yayınlanan Matematik Dünyası adında bir dergi çıkarıyor. Bu dergi lise ve üniversite öğrencileri ile matematiğe ilgi duyan kişilere yönelik.

Büyüklüklerin Ölçülmesi

Boyutlar, Birimler

Sayılar... Yaşantımızın her bölümünde onlarla karşı karşıyayız. Doğum tarihimiz, boy ve kilomuz, hastalanınca ateşimiz, ekmeğin fiyatı, arabanın beygir gücü, depremin büyüklüğü, Sirius'un parlaklığı, en yakın gökadanın uzaklığı, evrenin yaşı... Hepsi sayılarla belirli. Ya boyutlar; birimler?

Sayısal belirlemelerde, sayılarla birlikte söylenen, ölçek veya birim anlamı taşıyan sözcük veya sözcük kümeleri çoğu zaman dikkatimizden kaçar; sanki sayıya otomatik olarak eklenmiştir. "Üç kilo almışım", "12 hektar orman kül oldu", "bebek dört ayda yedi santim boy attı" gibi örneklerde, sayılarla birimler birbirinden ayrılmayan, âdeta kalıplaşmış bir bütün oluşturur. Bütünlük bağı bazen o denli kuvvetlidir ki, birimi söylemeye dahi gerek duymayız: "1.80 boyunda biri", "Ateşim 40'a fırlamış" derken bu eksikliğin farkına bile varmayız. Günlük hayatta bu farkına varmayış hiç de önemli değil. Ama, karşılaştığımız benzer bir ifadedeki en küçük bir kalıpdışılık hemen dikkatimizi çeker. "3 ton almışım", "12 orman kül oldu", "bebek 4 cm'de 7 ay uzadı" sözlerini duyar duymaz, ortada bir yanlışlık olup olmadığını, yanlışlık yoksa, sayısal belirlemenin alışılagelmiş veya yadırgamayacağımız bir formda nasıl olacağını bulmaya çalışırız. "Ateşim 100'e çıkmış" diye yakınan dostumuzun bu olağanüstü ateşini inanılır kabul edebilmek için, onun yurtdışından yeni dönmüş olduğunu hatırlayarak, biraz düşünme ve hesaptan sonra, "O kadar da kötü değil; ateşin normalin biraz üstünde!" deriz. Ortada gerçekten de bir yanlışlık yoktur. 100 derece (Fahrenheit) ateş, normal vücut sıcaklığının bir-iki derece üstünde olan 38 derece ateşle hemen hemen aynıdır. Demek ki 100 derece Fahrenheit sıcaklık 38 derece Celsius sıcaklıkla (veya başka bir sıcaklıkla) karşılaştırılabiliyor; çünkü ikisi de sıcaklık belirtiyor. Öte yandan, 6.5 kilo geldiği söylenen bir bebeğin, 4 ayda 7 cm uzadığı iddia edilen bebeğe göre daha mı ağır veya hafif olduğunu, hangisinin daha hızlı geliştiğini (bu bilgilerle) kestirmek mümkün değil.



Elmalar ve Armutlar

Nedir bu iki örneği birbirinden bu denli farklı yapan şey? Karşılaştırmanın mümkün olduğu ve olmadığı, basit veya karmaşık pek çok örnek bulabilirsiniz. 1200 g demir ve 1 kg tuzdan hangisinin daha ağır olduğu sorusu anlamlıdır ve cevabı vardır. Ama, 1 kg tuz mu yoksa 10 m halat mı daha ağırdır (ya da uzundur, veya sıcaktır) diye sormak; bir tarlanın yüzölçümünü beygir gücü cinsinden vermek saçmadır; en azından bazı ek bilgi veya kabullere dayanmadan cevaplandırılamaz. Büyüklüğü ölçülebilen çokluların (niceliklerin) büyüklüklerinin birbirleriyle karşılaştırılabilmeleri için, bu büyüklüklerin bazı ortak nitelikleri olmalıdır. Bu ortak nitelikler genel anlamda birer *boyut*tur. *Uzunluk, ağırlık, sıcaklık, zaman* birbirleriyle karşılaştırılamayan, o nedenle de toplanıp çıkarılamayan, farklı boyutlardır. Tıpkı elmalarla armutlar için söylendiği gibi... Ne yazık ki o örnek belleklerde ilkokuldan bir hatıra olarak kalır; yükseköğrenimde dahi konunun temeline pek dokunulmaz. Teknik öğrenim yılları, birimler, çeviri tablo ve formülleri içinde boğuşarak geçer.

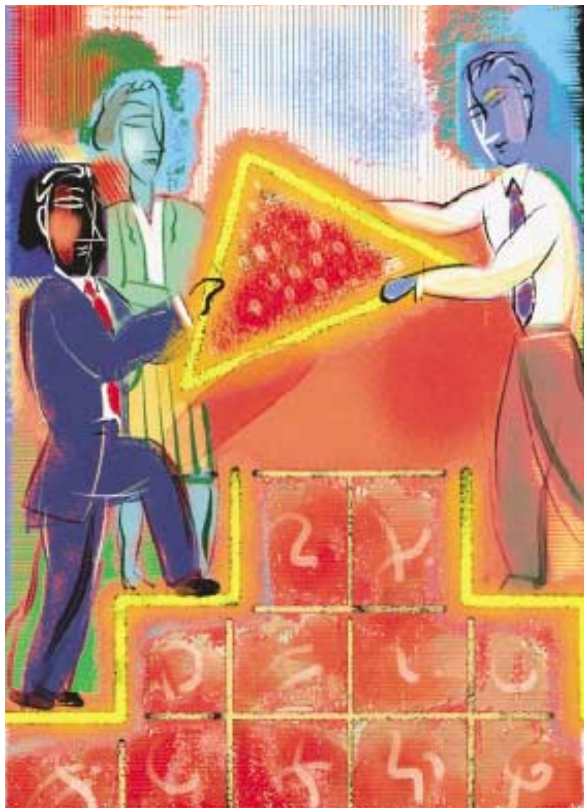
Acaba boyut, birim kavramları nasıl ortaya çıktı? Kullanılabilmeleri için önce tanımlanmaları, biliniyor olmaları gerekli miydi? Belki de gerekmiyordu. Durum aslında pek çok başka kavram için de geçerli; uzun süre kullanıldıktan, değişik koşullarda doğru veya yanlış uygulandıktan sonra, daha fazla yanlışı önleyebilmek için kavramın tanımlanmasına ihtiyaç duyulabilir. İnsanlar herhalde önce birimlere ihtiyaç duyup, ihtiyaca göre onları icadetmek, kullanmak zorunda kaldılar. Çok uzun, değişik uygulamalardan sonra, boyut ve birimlerin tanımlanması, sağlam bir temele

dayandırılması ancak son birkaç yüzyıl içinde gelişebildi. Sayma fikrini geliştirip sayıyı icadettikten sonra, insanlar başlangıçta ancak "tane tane" sayabildikleri türden çokluklar yanında başka çokluların da bulunduğunun farkına vardılar. Karşılaştıkları yeni bir şeyin, "az" veya "çok" diye nitelendirebilecekleri bir çokluğun ne kadar "büyük" olduğunu anlamak ve anlatmak için, onu, aynı "büyüklük"te kabul edebilecekleri eşit parçalara bölerek, kaç "tane" eşit parça ortaya çıkmış olduğunu saymış olmalılar. Bu, bugün *birim* ve *ölçme* adını verdiğimiz uygulamaların doğuşudur. "Büyüklük", insanın o zamanki deneyim ve yeteneklerine bağlı, dolayısiyle onlarla sınırlı olarak algılayabildiği bazı özelliklerdi: Görünür hacim, uzunluk, elde veya sırtta taşınırken duyulan ağırlık gibi. Bir çokluğu eşit parçalara bölebildikten sonra, bölünme sayısını değiştirerek, ortaya çıkan eşit parçaları değişik sayılarda yeniden biraraya getirerek, yeni büyüklükler, yeni birimler yaratmak da mümkündü. Bu da, bir yandan ölçmeye kolaylık getirirken, bir yandan da çeşitliliği arttırıyordu.

Geçmişte Yaşam

O çağlarda yaşadığınızı düşünün. Yaşamınız için gerekli olan ve önceleri doğadan kendi kendinize karşılayabildiğiniz temel ihtiyaçlarınızın çeşidi ve miktarı, yaşamınızı daha da iyileştirmeyi, karşılaştığınız güçlükleri, riskleri azaltmayı istediğiniz ölçüde, gittikçe genişliyor. Benzer gelişmeleri yaşayan komşularınızda ve komşu topluluklarda gördüğünüz bazı şeylere de sahip olmak istiyorsunuz, ama onları üretemiyorsunuz. Aynı durum komşularınız için de söz konusu; onlar da kendilerinde olmayan ve sizin ürettiğiniz bazı şeylere ilgi duyuyor. Böylece, yapılması, üretilmesi imkânsız veya güç olanı komşudan tedarik etme fikri ortaya çıkıyor. Akla gelebilecek ilk iki çözümden biri zorbalık, öteki değiş-tokuş gerektiriyor. Acaba hangisine daha önce başvuruldu, bu önemli değil; ama savaşın da ticaretin de günümüze kadar sürüp gelen baş uğraşlar olduğu ortada.

İlkel ticaretin, hattâ savaş ganimetini paylaşmanın kavgasız çözümü, tarafların bir birim ve ölçü sistemi üzerinde uzlaşmasını gerektiriyordu. Henüz para icadedilmemişti; ama, meselâ bir avuç tuz yirmi avuç buğdayla, kavgaya gerek duymadan değiştirilebilirdi. Yirmi kulaç ip karşılığında dört sazan alabilirdiniz. Böylece, her toplulukta, her pazar yerinde, ve her çağda değişik olabilen, sayısız birimin ortaya çıkacağı açık. "Avuç" yanında "kulaç"ı da icadetmek gerekiyordu; aksi halde tuz karşılığında ip alamazdınız; çünkü ipi avuçlayarak veya tuzu kulaçlayarak ölçemiyordunuz. Fakat boyut kavramıyla henüz tanışmamış olmanız kullanmanıza engel değildi. Kavram sizi farkında olmadan kullanmaya zorluyordu: Ölçmek için tasarladığınız özel büyüklükteki parçayı, yani birimi, elde ederken, eşit parçalara böldüğünüz asıl çokluğun bu bölünme şekline en



uygun düşen özelliğiyle, yani boyutuyla, biriminizin boyutu aynı olmalıydı. Puzu ipmiş gibi, balıkları tuzmuş gibi bölmek pek uygun değildi. Avuç, kulaç, ve taneyi bu yüzden ayrı ayrı icadetmek zorundaydınız. Ama, aynı bölünme tarzına uygun olarak seçeceğiniz eşit parçaların, yani birimlerin büyüklüklerinin seçiminde serbestti-

niz. Meselâ ip gibi, bez gibi *uzunluk* boyutundaki ölçmeler için arşın da, kulaç da, endaze de kullanılabilirdi; sadece, seçim kullanışlılığa veya alışkanlığa bağlıydı. Benzer şekilde, *hacim* boyutunda ölçme yaparken, avuç, tas, kazan gibi birimler de birbiri yerine geçebiliyordu.

Böylece, bir yandan yeni farkına varılan ve eski birimlerle ölçülemeyen boyutların ortaya çıkması, öte yandan birim oluşturmadaki seçme özgürlüğü sayesinde, birim kolleksiyonu alabildiğine zenginleşti. Dünya üzerinde son yüzyılda geçerli olan birimleri araştırıp toparlasaydınız, elde edeceğiniz liste, birimler diyarına uyarlanmış çetrefil bir "Babil kulesi" olurdu. Sadece uzunluk veya uzaklık ölçmede yakın zamanlarda kullanılmış (bazıları hâlâ da kullanılmakta olan) birimleri hatırlayın: parmak, karış, ayak, adım, arşın, endaze, kulaç, merhale, fersah, mil, deniz mili,… ve dünyanın değişik ülkelerinde daha pek çoğu. Üstelik, metrik dediğimiz birimleri, astronomide kullanılan birimleri henüz saymadık. Globalleşme, bu ünlü deyimin doğuşundan yıllar önce birimler dünyasında başarıldı; ve Türkiye de dahil pek çok ülke, standart olarak bir Uluslararası Birimler Sistemi (SI, Systéme International d'Unitès) kabul ettiler. Rasyonel ve ortak bir birimler sisteminin iletişimde sağlayacağı ekonominin, bilim ve teknoloji alanındaki, endüstrideki, gelişmeleri hızlandırıcı rolünün ne derece önemli olduğu açık. Dünya üzerinde artık, özel bazı farklılık ve ekler dışında, SI birimleri yaygın olarak kullanılıyor. Fakat alışkanlık, eski birimlerden vazgeçmeye büyük engel. Atmosfer, dönüm, beygirgücü, parmak (inch), deniz mili gibi birimler hâlâ işlerliklerini koruyorlar.

Boyut ve Birim

Gelin, şimdi bu iki önemli kavramı, boyut ve birim kavramlarını, daha yakından tanımaya çalışalım. Bir çokluğun ne kadar büyük veya küçük, ne kadar fazla veya az olduğunu bilmek



isteriz. Çünkü onu bir başka çoklukla karşılaştırıp, büyüklüklerinin, mıktarlarının, vb. eşit olup olmadığını; eşit değilse, hangisinin ne kadar farklı olduğunu söyleyebilmemizi gerektiren bir durumla karşı karşıyayızdır. Bu bilimin temelinde vardır: ölçmek ve karşılaştırmak… İşin özüne inersek, karşılaştırdığımız iki çokluğun maddesel dünyada neye ait veya neyle ilişkili olduğunun, bazı özel durumlar dışında, hiç de önemi olmadığını görürüz. Eğer 1200 g demir 1 kg tuzdan daha ağırsa, 1200 g tuz da 1 kg demirden daha ağırdır. Ayrıca 1200 g süt 1 kg pirinçten, 1200 g sülfürik asit 1 kg havadan daha ağırdır. Aslında sadece 1200 gramla 1 kilogramı (1000 gramı), yani herhangi iki kütlenin büyüklüklerini karşılaştırmaktayız. Örnekleri çoğaltabilirsiniz.

Belli bir süre içinde 500 watt (gücünde bir motor, ısıtıcı, lâmba) mı daha çok enerji harcar, 600 watt (yutan sürtünmeli fren, çeken saç kurutucu, buzdolabı) mı?

Saatte 30 kilometre (giden bir bisiklet, koşucu, uçan serçe) mi, yoksa saniyede 1 metre (esen rüzgâr, akan ırmak, yanan fitil) mi daha hızlıdır; hangisi (eğer gerideyse) ötekine yetişir?

Karşılaştırdığımız "şey"lerin sonucu etkilemediğini vurgulamak için onları parantez içinde verdik. Güçlerin karşılaştırıldığı birinci örneğin cevabı çok açık: 600, 500'den büyük olduğu için 600 W güç `e 500 W güçten büyüktür; o halde, eşit bir sürede, buzdolabı, fren, veya kurutucu, daha küçük güçteki motor, ısıtıcı, veya lâmbadan daha çok enerji harcayacaktır. İkinci örnekte ise, saatte 30 km ile saniyede 1 m olan iki "hız"ı karşılaştırıyoruz. Bu mümkün, ama birimler farklı. Yapılacak şey, önce birimleri eşitlemek, meselâ saniyede 1 m'yi saatte 3.6 km'ye çevirmektir. Artık, hangi grubun daha hızlı olduğuna karar vermek için, sadece 30 ile 3.6 sayılarını karşılaştırmamız yeter; ortak birime ihtiyacımız yok.

Demek ki, karşılaştırma ancak *uzunluk*, *kütle*, *ağırlık*, *güç*, *hız*, *sıcaklık*, *zaman*,… gibi özelliklerden veya kavramlardan sadece biri esas alınarak yapılabiliyor. Bunların genel adı *boyut*; daha açık olarak belirtmek için, *uzunluk boyutu*, *kütle boyutu*, *hız boyutu* gibi ifadeler de kullanabilirsiniz. Uzunluğu ağırlıkla, zamanı sıcaklıkla karşılaştıramazsınız. Fizikteki bazı kanunları veya tanımları kullanarak bunlar arasında bağlar kurabilir, yeni boyutlar tanımlayabilirsiniz: *Hız = Uzaklık / Zaman* gibi. Ama yine de, meselâ *hız*ı ne *uzaklık*la ne de *zaman*la karşılaştıramazsınız.

Burada önemli bir noktanın da hatırlanması gerekir. Boyut ortaklığı aritmetik toplama ve çıkarmanın da ön koşuludur. Aynı boyutta değerlendirilebilen fiziksel çokluklar, gerektiğinde birbirine eklenebilir veya farkları alınabilir. İki uzunluğun toplamı veya farkı da bir uzunluktur. Uzunluğa hızı ekleyemez, zamanın sıcaklıktan farkını düşünemezsiniz. İki fiziksel çokluğun aynı boyutta olması, bunların aralarında karşılaştırılabilmelerine, toplanıp çıkarılabilmelerine izin verir. Bununla birlikte, sonucu sayısal olarak elde etmek için bazı işlemlere gerek olacaktır. Önce çoklukların büyüklükleri ölçülerek *ölçü*leri bulunmalı, ve eğer iki ölçme farklı birimlerle yapılmışsa, sonra bu ölçüler aynı (ortak) birimi baz alan değerlere dönüştürülmeli. Olabilecek yanlış anlamaları, karışıklığı önlemek için, *büyüklük*, *birim*, ve *ölçü* kavramlarını titizlikle birbirinden ayırmamızda yarar var. Yukarıdaki düşünce ve bilgilerden, bu üç kavramın birbirine şu şekilde bağlı olması gerektiğini çıkarmışsınızdır:

BÜYÜKLÜK = ÖLÇÜ × **Birim**

Büyüklüğü **B** ile ifade edilen herhangi bir fiziksel çokluk için, yukarıdaki bağıntı sembolik olarak da yazılabilir. Eğer birimi **b** ile, ve o birimle ölçüldüğünde elde edilen ölçüyü de B ile gösterirsek,

$\mathbf{B} = B \times \mathbf{b}$

eşitliği genel olarak herhangi bir fiziksel çokluk için geçerli kabul edilebilir. Büyüklük ve birim aynı boyuttadır; çünkü birimi, aynı boyuttaki bir başka büyüklüğü eşit parçalara bölerek elde etmiştik. Büyüklük ve birimin aynı boyuta sahip olduklarını göstermek için onları **kalın** harflerle (**B** ve **b**) gösterdik. Normal büyük harfle, B ile, gösterdiğimiz ölçü ise boyutsuzdur, yani sadece bir sayıdır. Belli bir ipin uzunluğu, uzunluk boyutunda bir büyüklüktür. Onu ölçmekte kullanmayı tasarladığımız birim ip parçasının uzunluğu da uzunluk boyutunda bir büyüklüktür; ama, *ölçü*sünün "1" (bir) olduğunu kabul ettiğimiz özel bir büyüklüktür. Eğer ipi tam 8 tane "birim uzunlukta" parçaya bölebiliyorsak şöyle yazabiliriz:

İPİN UZUNLUĞU = Sekiz × **Birim uzunluk**

veya

$$\mathbf{L} = 8 \times \mathbf{l}$$

Burada ipin uzunluğu **L** büyüklük, L = 8 ölçü, ve birim uzunluk **l** de birimdir. Bir eşitliğin -daha genel olarak büyük, eşit, veya küçük olma, toplama-çıkarma ilişkilerinin- tutarlı olması, yani bir anlam taşıması için, ilişkide yer alan her "terim"in aynı boyuta sahip olması gerekir. Yukarıdaki eşitliğin tutarlı olmasını da, her iki tarafta görülen uzunluk boyutunun aynı olması sağlıyor. Boyut olan *uzunluk*, sanki terimlerdeki bir ortak çarpanmış, ve kısaltılabilirmiş gibi düşünülebilir.

Peki, birim dediğimiz parçayı nasıl seçeceğiz? Son örneğimizde, elimizdeki ipi önce ikiye katlayıp kat yerini işaret ederek, sonra aynı şeyi iki defa daha yaparak, sekiz "tane" birbirine eşit uzunlukta parçaya bölmüş ve bu parçalardan birini de birim kabul etmiş olduğumuz anlaşılıyor. Böylece ipin uzunluğu da tam tamına sekiz birim geliyor. Şimdi de, boyları sekiz birime yakın, ama birbirinden farklı ip parçalarının uzunluklarını ölçmek istediğimizi düşünelim. Aynı birimle başka bir ipi ölçtüğümüz zaman, ne tam 8 birimle, ne de tam 9 birimle denk düşmediğini, arada bir yerde olduğunu görürsek ne yapacaktık? Belki de elimizdeki birim **l** yi tekrar ikiye bölüp, daha küçük yeni bir birim olan **l'** (**l'** = $^1/_2$ **l**) ile ölçüyü tam getirme şansımızı deneyecektik. Yeni ölçmenin sonucu tabii ki 16'dan fazla 18'den az çıkacaktı. Tam 17 diye ölçmüşsek, sonucu bildirmek için önümüzde iki yol olacaktı; uzunluk yeni birimle de eski birimle de ifade edilebilirdi:

$\mathbf{L} = 17\,\mathbf{l'}$ veya $\mathbf{L} = (8 + {}^1/_2)\,\mathbf{l}$

Başka bir ipin uzunluğu belki de tam 17 yeni birim gelmeyecekti. O zaman da yeni birimi biraz daha küçültmek için tekrar ikiye bölecek, ve elde edeceğimiz yeni yeni birim **l''** (**l''** = $^1/_4$ **l**) sayesinde, meselâ ip biraz daha uzunsa,

L = 35 l" = (17 + 1/2) l' = (8 + 1/4 + 1/2) l
= 17 1/2 l' = 8 3/3 l

veya, biraz daha kısaysa,

L = 33 l" = (17 - 1/2) l' = (8 + 1/2 - 1/4) l
= 16 1/2 l' = 8 1/4 l

yazabilecektik. Görüyoruz ki, bu şekilde devam ederek, daha küçük birimlerle ölçme duyarlılığını yükseltmek mümkün. Bu, sadece uzunluk birimleri değil, bütün birimler için söz konusu. İlk birimden hareketle, yeni, daha küçük birimler elde etmekte değişik yollar kullanılabileceği için, ortaya aynı boyutla ilgili sayısız birim sistemi çıkması da doğal karşılanmalı. Eldeki ilk birimi 2'ye bölebileceğimiz gibi, 3'e, 6'ya, 10'a, 12'ye, 60'a da bölebilir, hatta bunları karıştırabilirdik de. Anglo-sakson birimlerinin uygulamada yolaçtığı güçlük ve karışıklıklar, 2, 3, 12 gibi birim katsayılarına dayandırılmış olmalarındandır. 10'a dayalı SI birimleriyse, yaygın olarak ondalık (onlu) sayı sistemini kullandığımız için, gerek gösterimde gerekse hesaplamalarda büyük ekonomi ve kolaylık sağlar. (12"(inch) = 1'(foot) olduğuna göre, 5' 8 9/64" + 2' 5 7/16" toplam uzunluğunun nasıl hesaplanacağını düşünün, ve dengi olan 1.731 m + 0.748 m ile karşılaştırın.)

Küçüklü-Büyüklü Birimler; Anlamlı-Anlamsız Rakamlar

Yeni birimlere, sadece ölçü duyarlılığını yükseltmek için değil, ölçüm sonucu çok büyük sayılara erişebilecek büyüklükleri daha kolay ölçebilmek ve sonucu makul büyüklükte sayılarla ifade edebilmek için de ihtiyaç duyulur. O takdirde, başlangıçtaki birim bazı katsayılarla çarpılarak büyültülür. SI birimlerinde bu katsayı yine 10 ve 10'un kuvvetleridir. Ölçülen büyüklüğün ölçüsünün çok büyük veya çok küçük bir sayı çıkmaması, böylece, sayısal gösteriminin kolay anlaşılır, büyüklük derecesinin kolay kavranabilir olması, seçilen birimle sağlanır. Örnek vermek gerekirse, yol haritalarında şehirlerarası uzaklıkların *ölçü*sü, üçü dördü geçmeyen, birkaç rakamlı sayılarla verilir. Bu, birim olarak kilometrenin seçilmesiyle sağlanır. Bu suretle, başka birimler kullanıldığında ondalık virgülün solunda veya sağında verilmesi gerekli olacak bol sıfırlı rakam kalabalığından kurtulunur. Ankara-İstanbul arasının 454 262 metre, 454 262 370 milimetre, veya 0.000 000 000 048 ışıkyıl şeklinde verildiğini düşünün, ve bunları 454 kilometre ile karşılaştırın.

Ayrıca, ilk iki ölçüdeki (veya ikinciyi kilometreye çevirerek elde edilecek 454.262 370 km'deki) 454'ü izleyen rakamların gereksizliğini de kolayca görebilirsiniz. Bu gibi sayısal ölçü belirlemelerinin büyük çoğunluğunda üç, bilemediniz dört *anlamlı rakam* verilmesi yeterlidir. Yolun 450-küsur kilometre şeklinde bilinmesi, kaç saat yolculuk yapacağınız hakkında yeterli fikir verdiği için önemlidir. Ama, 450 km'den sonra kaç kilometre, kaç metre daha gideceğiniz, yola çıkışta ve varışta seçeceğiniz ara yollara, vi-



rajları ne kadar içten veya dıştan aldığınıza, molalara; milimetrelerse, yapacağınız ufak tefek manevralara bağlı olarak değişir. Çok özel bir durum bu ayrıntıların belirtilmesini gerektiriyor olabilir. O takdirde, artık *anlamlı* olduğu kabul edilen altı veya dokuz rakam verilirken, bunların ölçüm veya hesap sonucu elde edilebilecek (tekrar tekrar elde edilebilecek!) gerçek rakamlar olması beklenir. Bunların dayandırıldığı özel durum da ayrıntılarıyla biliniyor demektir. Bilinmiyorsa, 454'ten sonraki rakamlar hiç bir anlam taşımadığı için, belirtilmeleri ne gereklidir, ne de beklenir. (Anlamsızlığı vurgulamak için ölçünün 454.Σμ∀ 0♣© km şeklinde yazıldığını düşünün.) Başka bir ifadeyle, kilometreden daha küçük birimler varsa, bunlar Ankara-İstanbul arası yolculuk düşünülerek yaratılmamıştır. Zaten çok değişken olan Ay'ın Dünya'dan uzaklığı içinse hiç değildir. Ama öte yandan, bir Dünya-Ay seyahati veya Jüpiter yakın geçişi için metreler, mikrosaniyeler önemli olabilir; çok küçük hatalar bile başarıyı etkileyebilir. Böyle durumlarda ölçeğinizi küçültür ve alışılagelmişin çok üstünde sayıda *anlamlı rakam* bilmek istersiniz; ve ancak onları doğru olarak elde edebiliyorsanız, yani gerçekten anlam taşıyorlarsa kullanırsınız.

Birim Dönüşümü

Öğrenilmesi güç gelen ve doğrudürüst kavranılmadığı takdirde kolaylıkla pek çok yanlışın yapılmasına neden olan konulardan biri de birimleri birbirine dönüştürmektir. Temel ders ve referans kitapları, teknik elkitapları vb. ayrıntılı birim dönüştürme tablolarıyla doludur. Çok az sayıda temel birim üzerinde yapılandırılmış olan SI ile bunun dışındaki sistemler arasında, tutarlı, birebir ilişkiler olması gerekir. Ama, aklınıza gelen her dönüşüm çiftini bulabileceğiniz bir sayısal dönüştürme tablosu hazırlamak ne mümkündür, ne de gereklidir. Birbirine dönüştürülmesi istenilen iki birim sisteminin kendi iç yapıları biliniyorsa, aralarındaki bağın sadece temel birimler için kurulması, karşılaşılabilecek bütün dönüşüm bağıntıları için yeterlidir.

Çerçeve içinde gördüğünüz örneklerden ilki, 20 mph (saatte 20 mil) rüzgâr hızının saniyede kaç metreye karşılık geldiği sorusunu ele alıyor. İlk yaklaşım (i), direkt bir dönüşüm tablosunu kullanmak. Tabiidir ki böyle bir tablo karşılaşabileceğimiz bütün hızları göstermez; ara değerler için hesap yapmak gerekir. Diğer bir yol, sonucu orantı ilişkileriyle bulmak (ii); daha sağlam bir yaklaşım ise (iii), hızı hıza dönüştürmek yerine, dönüşümü hızın türetildiği temel boyutlar olan uzaklık ve zaman için yapmaktır. Böylece, sayıca çok az olan (bu nedenle kolay hatırlanabilen) temel boyutlardaki dönüşüm bağıntılarından yararlanarak, bütün türetilmiş boyutlar için, birim dönüşümü sistematik olarak gerçekleştirilebilir. Metodun temelini, verilen büyüklüğü uygun olarak seçilmiş, boyutsuz "1" lerle çarparak (yani büyüklüğü ve boyutunu değiştirmeden), ve

elde edilen ifadede açıkça görülen temel birimleri kısaltarak, istenilen birime ulaşmak teşkil eder. Meselâ *1 mil = 1609 m* birim ilişkisinden iki değişik "1" elde edilebilir.:

$$\frac{1\,mil}{1609\,m} = 1 \quad veya \quad \frac{1609\,m}{1\,mil} = 1$$

Her ikisi de uzunlukların oranı olduğu için boyutsuzdur. Ama bunların yalnız ikincisi, 20 mil/saat ile çarpılınca "mil" biriminin kısaltılmasına imkân verir; öteki uygun değildir. Karşılaşılan birim ne kadar karmaşık veya alışılmadık olursa olsun, uygun birimlerle oluşturulan yeterli sayıda "1" leri doğru şekilde düzenleyerek, her zaman sonuca varmak mümkündür. Çerçeve içinde başka bir örnek görüyorsunuz. Mühendislik bilgilerine dayanarak yapılan hesapların sonucu, acaip bir hız birimiyle ortaya çıkmış olsa da doğru. Hızı, söz konusu olayı zihinde kolayca canlandırmaya elverişli bir birime, saniyede milimetreye, çevirmek için sonucun hangi "1" lerle çarpılması gerektiği görülüyor.



Yeni Boyutlar, Yeni Birimler

Bilimin gelişmesi, doğada karşılaşılan yeni olayların açıklanması ve yapılan yanlışların ayıklanıp, yerlerine doğruların (veya daha doğruların) konmasıyla olur. Bu ise, olayların gözlemlenmesi ve yorumlanması yanında, ölçmeyi de gerektirir. Yaptığımız bir gözlem, getirdiğimiz açıklama, veya ileri sürdüğümüz yeni bir model veya teori, sayılarla desteklenmedikçe inandırıcılığı zayıftır. Sayılar ise, burada kullandığımız terminolojiyle, gerekli ölçmeler sonunda ortaya çıkan *ölçü*lerdir. Ölçülmesi gereken şey, yeni bir teorinin veya kanunun tanımladığı yeni bir kavram olabilir. Bundan da basit olarak, pratik bir ihtiyacı karşılamak üzere ortaya atılacak bir ölçme modeline veya işlemine dayanan yeni bir büyüklük de olabilir. Temelde, ister teorem veya kanun, ister model adını alsın, yeni bir kavramı tanımlayan bir bağıntı vardır karşımızda.

Sadece uzunluk ölçmeyi becerebiliyorken, bir gün bir tarlanın büyüklüğünü ölçmek zorunda kaldığımızı düşünün. Eşit parçalara bölerek birim elde edip bunlardan kaç "tane" olduğunu sayma fikrini tarlaya uyarlamanın bir yolu, meselâ dikdörtgen şeklindeki bir tarlanın kenarlarını aynı uzunluk birimine bölüp işaretleyerek, elde ettiğimiz noktaları karşılıklı birleştirmektir. Ortaya çıkan birbirine eşit kare şeklindeki *birim* tarla alanlarının sayısı, tarlanın büyüklük ölçüsü olacaktır. Bunları ya teker teker sayarız, veya çizgilerle ayrılan enine (veya boyuna) sıraların sayısını her sırada yer alan birim karelerin sayısıyla çarparız. Bu sayılarsa, aslında tarlanın bitişik iki kenarının uzunluklarının ölçüsüdür. Bu düşünceyle

Tarlanın alanı = Kenar uzunluğu × Öteki kenar uzunluğu

veya

$$\mathbf{S} = \mathbf{L}_1 \times \mathbf{L}_2$$

tanımını yapabiliriz. Her büyüklüğün ölçü ve birimini ayrı ayrı göstererek yazarsak (ölçü ve birim arasındaki çarpma işaretinden vazgeçerek)

$$S\,\mathbf{s} = L_1\,\mathbf{l} \times L_2\,\mathbf{l} = L_1\,L_2\,\mathbf{l}^2$$

olur. Öte yandan, tarlanın ölçüsünü

$$S = L_1\,L_2$$

şeklinde bulmuştuk; o halde tarla alanının ölçüldüğü birimin de

$$\mathbf{s} = \mathbf{l}^2$$

olması gerekir. Böylece yeni bir birim, alan birimi, uzunluk biriminin karesi şeklinde tanımlanmış olur. Buna paralel olarak da, yeni bir boyut olan alan boyutu, uzunluk boyutunun ikinci kuvvetine eşit olmalıdır.

Benzer şekilde, sadece uzunlukları ve zamanı ölçebiliyorken, birim zamanda alınan yolun "çabukluk" ölçüsü olabileceğini düşünerek, ve buna "hız" adını vererek, hızı şöyle tanımlayabiliriz:

Hız = Uzaklık / Zaman

$$\mathbf{V} = \mathbf{L} / \mathbf{T}$$

$$V\,\mathbf{v} = (L\,\mathbf{l}) / (T\,\mathbf{t})$$

Artık hızın ölçüsü V ve birimi **v** şu şekilde belli olur:

$$V = L / T \; ; \; \mathbf{v} = \mathbf{l} / \mathbf{t}$$

Ve boyutu da uzunluğun zamana bölünmesiyle elde edilir. $\mathbf{l}$ = 1 m, **t** = 1 s ise, **v** = 1 m / (1 s) = 1 m/s demektir; kilometre ve saat birimleri de **v** = 1 km/saat verir.

Üçüncü bir örneği kuvvetin tanımıyla verebiliriz. Newton'un bir cismin hızını belli bir çabuklukla değiştirmek için ne büyüklükte itilmesi (veya çekilmesi) gerektiğini belirten meşhur "hareket kanunu", *kuvvet* adını verdiğimiz bu itme büyüklüğünün tanımı olarak kabul edilebilir:

Kuvvet = Kütle × İvme

veya

$$\mathbf{F} = \mathbf{M} \times \mathbf{A}$$

Burada *ivme* diye adlandırılan, hızın değişme çabukluğunu (hızını), tıpkı uzaklığın değişme çabukluğu olan *hız*ın tanımına benzeterek ifade edebiliriz:

İvme = Hız / Zaman = (Uzunluk / Zaman) / Zaman = Uzunluk / Zaman²

$$\mathbf{A} = \mathbf{V} / \mathbf{T} = \mathbf{L} / \mathbf{T}^2$$

Artık hareket kanununu kullanarak, kuvvetin hem birimini hem de boyutunu kütle, uzunluk, ve zaman cinsinden belirleyebiliriz.

$$\mathbf{F} = \mathbf{M}\,\mathbf{L} / \mathbf{T}^2$$

$$F\,\mathbf{f} = (M\,L / T^2)\,(\mathbf{m}\,\mathbf{l} / \mathbf{t}^2)$$

Eğer ölçüler arasında

$$F = M\,L / T^2$$

bağıntısının olmasını istiyorsak, kuvvetin birimini $\mathbf{m}\,\mathbf{l} / \mathbf{t}^2$ ye eşit seçmemiz gerekir. Eğer **m** = 1 kg, $\mathbf{l}$ = 1 m, **t** = 1 s ise **f** = 1 kg m/s² dir. Bu yeni birime Newton'un anısına ayrı bir isim verilmiştir: newton (1 N = 1 kg m/s²). Bu ve buna benzer, yeni bir isim vererek yapılan kısaltmalar birim gösteriminde kolaylık ve rahatlık sağlar. Meselâ 1 N/m² = 1 kg/m s² basınç veya gerilme birimidir; ve pascal (Pa) adını alır.

Nereye Kadar?

Yeni tanım ve ilişkilerin yeni boyutlara ve dolayısiyle yeni birimlere ihtiyaç gösterebileceğini, bunların büyüklükler arasında kurulan yeni ilişkiden doğduğunu, ve yeni boyut ve birimlerin eskileri cinsinden belirlenebileceğini gördük. Meselâ, yukarıdaki örneklerden sonra adım adım *enerji* veya mekanik *iş*i, onun hızı olan *güç*ü, *momentum* ve *basınç* gibi kavramları tanımlayarak boyut ve birim bağıntılarını çözebiliriz; boyut ve birimlerin sayısı için belirli bir sınırlama yok. Peki, öteki yönde de ilerleyebilir miyiz? Yani, yukarıda bildiğimizi, tanıdığımızı varsaydığımız üç temel büyüklük olan kütle **M**, uzunluk **L**, zaman **T**, ve bunlara karşılık gelen boyutların sayısı daha aza indirgenebilir mi? Bu büyüklükleri içeren yeni bir fiziksel ilişki

varsa, onun böyle bir sonuç çıkarmaya imkân vermesi beklenebilir. Meselâ, gine Newton'a borçlu olduğumuz "kütleçekim kanunu" bu amaçla denenebilir. Kanun, çekim kuvvetinin, birbirini çeken kütlelerin büyüklükleriyle doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu iddia eder. Kuvveti zaten temel büyüklükler cinsinden çözmüştük. Şimdi elimizde bunları birbirine bağlayan yeni bir ilişki daha var:

$$F = M_1 \times M_2 / L^2$$

İlişkiyi eskiden yaptığımız gibi ölçü ve birimleri ayırarak çözümlersek

$$F\ (m\ l / t^2) = M_1\ m \times M_2\ m / (L\ l)^2$$

$$F\ (m\ l / t^2) = (M1\ M_2 / L^2)\ (m^2 / l^2)$$

$$F = M_1\ M_2 / L^2 \quad \text{ve} \quad m\ l / t^2 = m^2 / l^2$$

ve buradan da

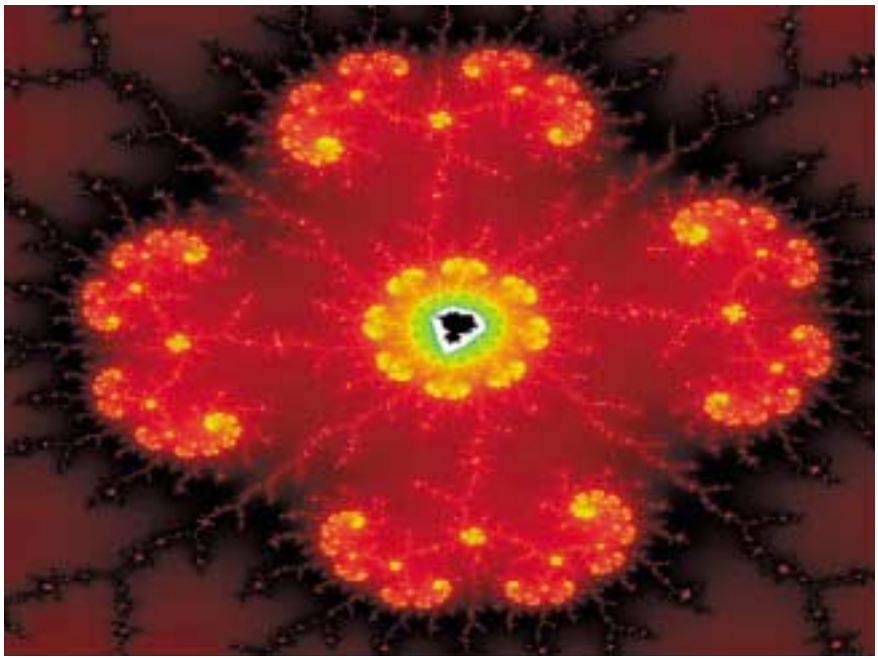
$$m = l^3 / t^2$$

elde ederek, temel boyutları da birimleri de üçten ikiye indiririz: Uzunluk ve zaman! Artık bütün diğer bileşik boyut ve birimlerin sadece uzunluk ve zamana, yani kinematiğe bağlanabileceği kolayca görülebilir. Meselâ kuvvet birimi için yeni bağıntı $f = l^4 / t^4 = (l / t)^4$ olacaktır: hızın dördüncü kuvveti! Bunun da ötesi, yani bütün boyutları tek bir temel boyuta indirgemek de akla gelebilir. Bu ise, uzunluk (uzay) ve zaman arasında doğal bir bağıntı beklentisini getirir.

Öte yandan, maddesel evrenin işleyişini gözönünde bulundururken, onu meydana getiren, vazgeçilmez temel büyüklüklerin de birbirinden ayırdedilmesi gerekir: Kütle, elektrik yükü, uzunluk, ve zaman… Yukarda yapıldığı gibi, gravitasyon ve atalet ilişkilerini kullanarak, kütle boyutunu yapay şekilde ortadan kaldırmak, maddenin temel ölçütü olan kütlenin olmadığı anlamına gelmez. Üstelik, temel birimlerin sayısında bu kadar aşırı bir tasarrufa ihtiyaç olmadığı da açıktır. Kütle, elektrik yükü, uzunluk, ve zaman üzerine yapılandırılan SI birimleri bugünkü haliyle hemen bütün ihtiyaçlara cevap verebilen, tutarlı, pratiğe elverişli bir sistemdir.

Kesirli Boyutlar

Bilinen birimlerden çarpma ve/veya bölme işlemleriyle yeni, bileşik birimlerin elde edilebildiğini gördük. Bu, bileşik bir birimin temel veya bilinen birimler cinsinden ifadesinde, o



birimlerin sadece tamsayı kuvvetlerinin bulunabileceği anlamına gelir. Tabii ki boyutlar için de aynı durum vardır. Meselâ bir uzunluk birimi olan metre (m) kendisiyle çarpılarak, uzunluğun ikinci kuvvetindeki alan boyutuna ait birim, metrekare (m^2) türetilir; zaman birimi saniye (s) ile iki kez bölünerek ivme birimi m/s^2 elde edilir. Ama, $m^{2/3}$ veya $m^{\sqrt{2}} / s^{4/3}$ gibi birimler (ve bunlara denk gelen boyutlar) düşünülmez; çünkü bunlar, içinde yaşıyor olduğumuzu varsaydığımız ve düzgün olarak alcıladığımız uzay-zamanda edinilen makroskopik deneyimlere uygun düşmez. Acaba gerçekten öyle mi?

Birimi nasıl elde ettiğimizi hatırlayalım: Eldeki büyüklüğü eşit parçalara ayırdık. Bunu yaparken, daha doğrusu, nasıl yapılabileceğini düşünürken, o sırada belki de bilinç altından bizi yönlendiren iki varsayıma dayanmak zorundaydık. Biri, büyüklüğün kendi boyutunu koruyarak gerçekten eşit parçalara bölünebileceği varsayımı; öteki, büyüklüğün değişmez olduğu varsayımı. Acaba eşit parçalara bölünme süreci her zaman gerçekten başarılabilir mi? Acınacak derecede buruşturulmuş bir dosya kâğıdını nasıl 10, 100, 1000 eşit alanlı parçaya bölebilirsiniz? Kâğıt düzgün bile olsa, 1 mikrometrekarelik bir alanını nasıl belirleyebilirsiniz? Kâğıdın yüzey alanının gerçekten 297 mm × 210 mm = 623.7 cm^2 olduğuna inanıyor musunuz? Eğer inanıyorsanız, gerçek bir kâğıdı değil, farkına varmadan onunla özdeşleştirdiğiniz, Euclid uzayında ona model olarak seçtiğiniz, matematiksel bir düzlem parçasını düşünüyor olmalısınız. Kâğıdın üzerindeki mikroskopik engebeleri (giderek, moleküllerinin diziliş geometrilerini de) gözönüne alsaydınız, ne ölçüde bir alan elde etmeyi beklerdiniz; 1 m^2, 100 m^2 ?

Bu düşünceler, bütünden birim elde etmenin gerçek hayatta pek de kolay olamayacağını akla getiriyor. Çizgi veya yüzey deyince genellikle zihnimizde canlandırdığımız geometrik varlıklar -ilk başta eğri, kırıklı, köşeli, buruşuk da olmuş olsa- belli bir ölçeğe indiğimizde artık düzgünleşmelerini beklediğimiz şeyler oluyor. Küçülterek veya büyülterek elde ettiğimiz ölçekler de (ölçü çubukları, kareleri) hep birbirine benzer kalıyor. 4 m^2 lik bir halı satın alırken onun "hangi yüzey"inin 4 m^2 olduğunu düşünmüyoruz. Dokusundaki elyafın, ara boşlukların, kalınlığın neden olabileceği belirsizliklere aldırmadan, aynı düzgün 1 m^2 lik birim yüzeyle ölçüyoruz. Halının *gerçek* büyüklüğü 4 m^2 mi? *Gerçek büyüklük* diye birşey var mı? *Büyüklük* neden onu ölçmek için seçilen birime bağlı olmasın? Bu mantık dışı gibi görünüyorsa, yani büyüklüğün değişmezlik özelliğinden vazgeçemiyorsak, acaba ölçü sonuçları seçilen birime beklenmedik bir şekilde bağlı olabilir mi? Örnek olarak, birimi küçültüp binde birine indirsek, yeni ölçümüz eskisinin 1000 katından daha farklı olabilir mi? (Edre-

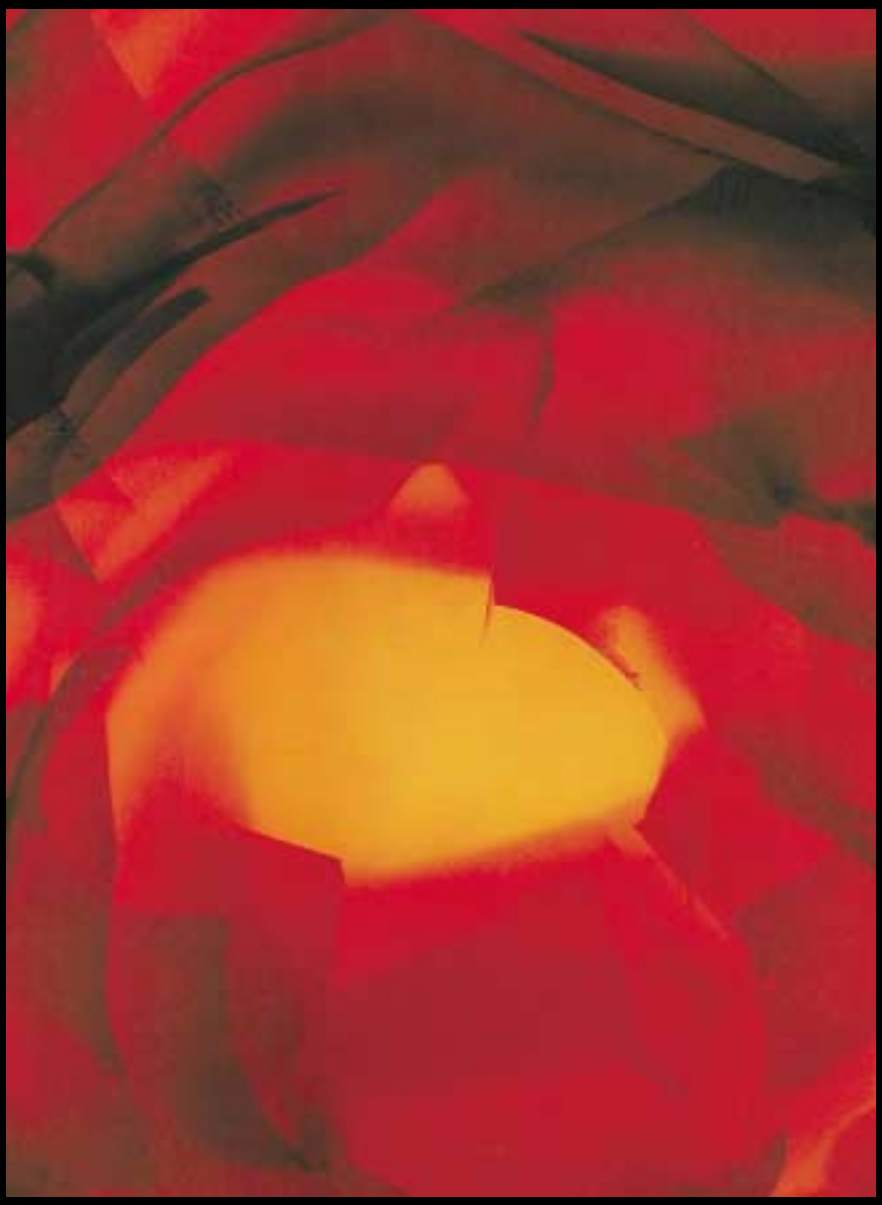
Doğanın Gizli Kalmış Renkleri

Doğaya, özellikle de minerallere karşı özel bir ilgi duyan Alman fotoğrafçı Konrad Götz, yakın çekimle minerallerin ve bunları oluşturan kristallerin gizli güzelliklerini ortaya çıkarıyor. Mineralleri birer sanat eseri olarak kabul eden, onlara bir ressamın bakış açısıyla bakan fotoğrafçı, birkaç milimetrekarelik alanlardaki güzellikleri yakalayarak bunları birer tabloya dönüştürüyor.



Farklı Yapılar

Kayaçları oluşturan belli başlı minerallerden olan kuvars (SiO_2), saydam altıgen kristal yapısı dışında doğada çok daha farklı yapılarda bulunabiliyor. Ortamdaki sıcaklık, basınç ve su oranı gibi etkenlerdeki en küçük değişimler sonucunda agat, kalsedon, opal ya da farklı renklerde kuvars oluşabiliyor. Üstteki fotoğraflarda kuvars minerali iki farklı yapıda gösterilmiştir. Büyük resimde görülen agatın gerçek boyutu 5 milimetredir. Saydam ve altıgen biçimindeki kuvars kristali yaklaşık gerçek boyutundadır.



Sonsuzluğa Açılan Pencere

Bir agatın üç santimetrelik bölümünün alındığı bu fotoğrafta, fotoğrafçının uyguladığı bir ışıklandırma tekniği sayesinde ışık, taşın düzensiz tabakalarının farklı derinliklerine ulaşabilmiş. Böylece üç boyutlu derinliği olan bir görüntü ortaya çıkmış.



Farklı Bir Taş

Agat, arokarya adlı bir çam ağacının içine sızarak onun dokularının çözülmesine yol açmış. Daha sonra oluşan çatlak, fotoğrafa dramatik bir görünüm kazandırıyor.

Ağacın yaşı: 170 milyon yıl
Gerçek boyut: 8x8 mm



Estetik

Bu fotoğrafta fosilleşmiş bir arokarya ağacının ipliksi dokusu görülüyor. Ağaç dokusuna kalsedon dolmuş olmasına karşın tek tek ağaç hücreleri seçilebiliyor. Dokunun bir boşluğundaysa küçük bir kuvars kristali oluşmuş.

Ağacın yaşı: yaklaşık 180 milyon yıl
Gerçek boyut: 2,5x1,5 mm



Su Yosunu

Bir tür fossilleşmiş su yosunu türü olan bu stromatolitler, en eski canlılardan sayılır. Bu fotoğrafta, demir pigmentleri, organizmaların bıraktığı izleri kırmızıya dönüştürmüş. Gümüş renginde parlayan minerallerse hematitlerdir.

Taşın yaşı: 2,5 milyar yıl
Gerçek boyut: 9x9 mm



Göl Manzarası

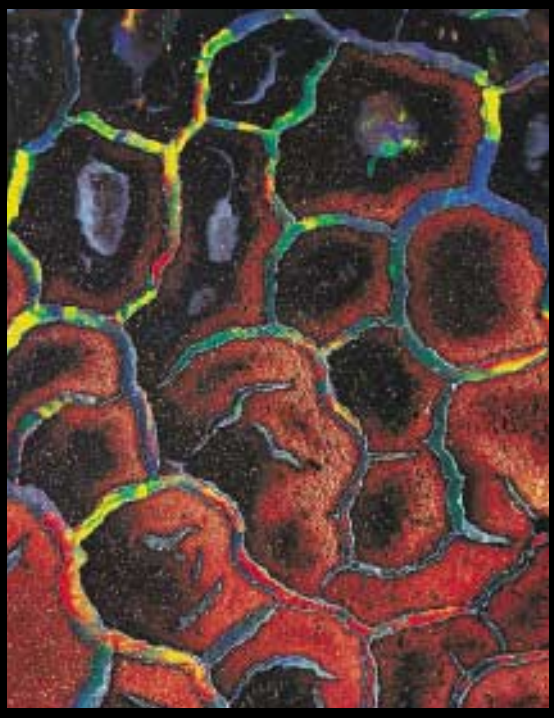
Mavi renkteki kalsedonla taşlaşmış bir ladin ağacının yalnızca 8x11 milimetrelik bir bölümünün çekildiği bu fotoğraf, bir göl manzarasının yansıtıldığı bir tabloyu andırıyor. Fotoğrafta görülen öteki renkleri değişik metaller ortaya çıkarmış. Bakır ve nikel, yeşilin farklı tonlarını; demir, kahve, kırmızı, turuncu ve sarı renkleri; mangan ise koyu kahve ve siyah gibi daha koyu renkleri oluşturmuş.

Taşlaşmış ağacın bulunduğu yer: Petrified Forest, ABD
Ağacın yaşı: 150 milyon yıl



Bir Neceftaşı

Bu fotoğrafta, bir neceftaşının yalnızca 9x9 milimetrelik bir bölümü alınmış. Neceftaşı, saydam, düzgün kristalleşmiş bir kuvars mineralidir. Eski devirlerde yaşayan insanlar, bu taşın hiçbir zaman erimeyen bir buz parçası olduğunu sanırlarmış. Yunanlı filozof Theophrast bu taşa "krystallos" adını vermiş.



Kumtaşıyla Opalin Birlikteliği

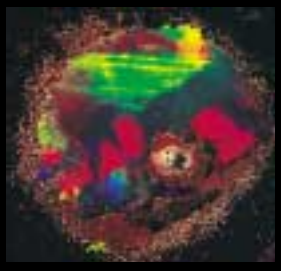
Bu fotoğrafta görülen kumtaşı tanelerinin arasındaki boşlukları, kuvars içerikli eriyikler doldurmuş. Bu eriyiklerin kristalleşmesi sonucunda opal oluşmuş.

Gerçek boyut: 18x12mm



Renk Oyunları

Bir taşın yalnızca bir santimetre genişliğindeki bir bölümünden alınan bu fotoğraf, soyut bir tabloya benziyor. Taşın içindeki bir çatlağı doldurmuş olan opal, beyaz ve koyu parlak renklerde görülüyor. Beyaz renk, opalin kimyasal bileşiminden kaynaklanırken, parlak koyu renk opalin fiziksel bir özelliğidir.



Bir Opal

Şaşırtıcı güzellikte renkler içeren bu opal Avustralya'dan getirilmiş. Taşın fotoğrafta yansıtılan bölümü gerçekte yalnızca 1 santimetre karedir.



Alevler

Namibya'da bulunan bir süs taşı olan bu Pietersit adlı mineralin oluşturduğu çok ince, sarı-turuncu renkteki damarlar alevleri andırıyor. Pietersit minerali, kuvars ve krokidolit adlı minerallerin karışımından oluşuyor. Benzersiz parlaklık, bu mineralin ince damarlarının saydam bir kuvars kütlesinin içinde oluşmuş olmasından kaynaklanıyor.

Gerçek boyut: 3x2 mm



Geçmişten Bir Canlı

Mesozoik zamanının en önemli fosillerinden sayılan amonitler, salyangozların kabuklarına benzer kabukları olan bir mürekkepbalığı türüydü. Bu hayvanların kabuklarının iç yapısı, tebeşir zamanının sonlarına doğru giderek daha karmaşık bir biçim aldı. Hayvanın sedeften oluşan kabuğunun bir bölümü şans eseri bozulmamış. Kabuğunun yüzeyinde görülen dairesel biçimli desenler, hayvanın kabuğunun içine yaptığı odacıkları gösteriyor.

Gerçek boyut: 10x8 mm
Amonitin yaşı: 70 milyon yıl



Sonsuzluğa Doğru

Taşlaşmış bir arokarya ağacının bir bölümünün çekildiği bu fotoğrafta, minerallerin ve çatlakların oluşturduğu yapı, hareket halindeki bir insan figürüne benziyor. Mineralden yapıların oluşum öyküsüne gelince. Daha önce taşlaşmış olan ağacın içinde oluşan çatlaklara önce yeşil renkteki kalsedon dolmuş. Bu çatlaklar yeniden açılıp içlerine demir oksit dolunca, işte bu insan figürü oluşmuş. Bu örneğin alındığı, ABD'nin Arizona eyaletine ait Petrified Forest'teki (taşlaşmış orman) ağaçların çoğu bütün olarak taşlaşmış ve o halde korunmuş. Ne var ki ağaçların büyük bir bölümünün iç kısımları bozulmuş. Bu fotoğraftaki arokaryanın yaş halkaları belli belirsiz seçilebiliyor.

Gerçek boyut: 5x3 cm
Ağacın yaşı: 170 milyon yıl

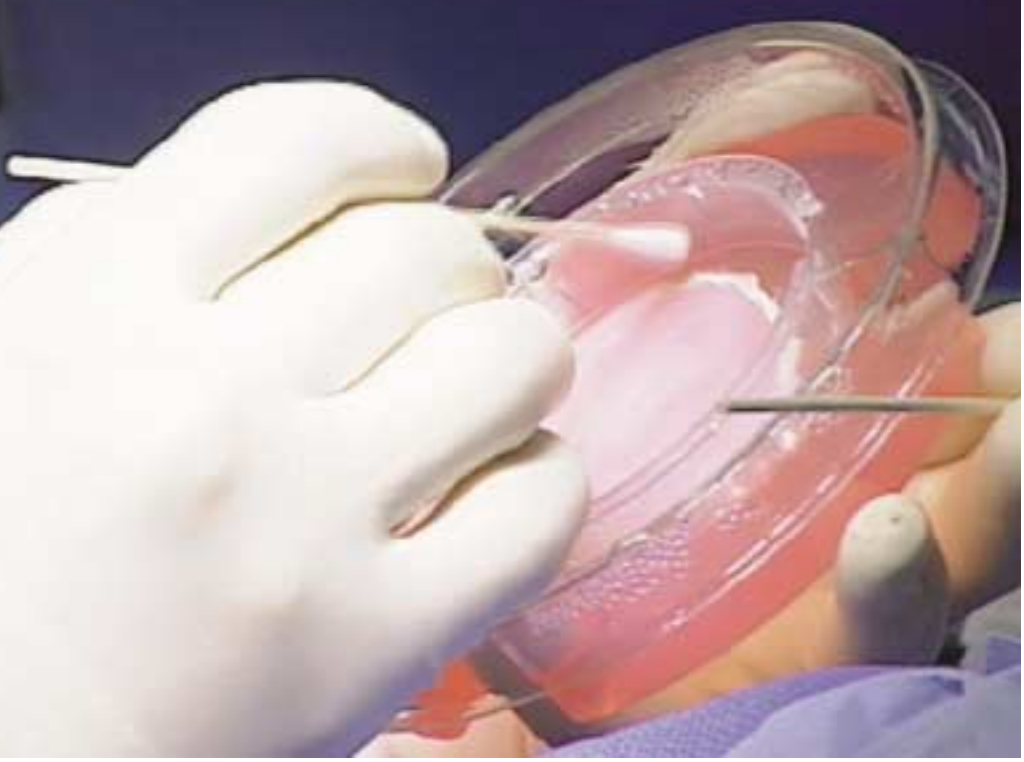


Bir Taşın Öyküsü

Fosilleşmiş bir çam ağacından alınan bu kesitte birden fazla gelişim evresi görülebiliyor. Önce kırmızımsı-kahve renkteki kalsedon, ağacın dokusuna girmiş. Daha sonra, taşın ince çatlakları yeniden beyaz kalsedon tarafından doldurulmuş. Bir süre sonra bu damarlar, fotoğrafın sağ bölümünde görüldüğü gibi, tektonik hareketler nedeniyle kırılmış. Bundan sonra, boşlukların içinde dolaşan eriyikler, ince bir tabaka oluşturarak kahverengimsi yeşil agat olarak kristalleşmiş. Kalan boşlukları ve ince çatlaklarıysa demiroksitler doldurmuş.

Ağacın yaşı:180 milyon yıl
Gerçek boyut: 4x2,5 cm

Rasper, M., "Im Innern Der Steine", *Natur&Kosmos*, Nisan 2000
Çeviri: Ayşegül Yılmaz Günenç



Doku mühendisliği, bilimsel ve teknolojik açıdan çok hızlı bir ilerleme kaydediyor. Bu alandaki son gelişmeler, insanlık için heyecan verici yeni ufuklar açıyor. Günümüzde yapay deri gibi ilk uygulamalar tıbbın hizmetine sunuldu bile. Gelecekteyse doku mühendisleri tarafından hazırlanacak "biyoyapay" organların, koroner by-pass ameliyatları gibi, rutin bir biçimde kullanılabileceği umut ediliyor.

Doku Mühendisliğinde Şaşırtıcı Gelişmeler

Çok yakın bir zamana kadar, hasar görmüş ya da fonksiyonunu yitirmiş doku ve organların yalnızca transplantasyonla ya da tamamen yapay olan plastik ya da metal implantlarla değiştirilebileceği bilinmekteydi. Canlı hücrelerle doğal ya da sentetik polimerlerin birleşiminden oluşan ve "biyoyapay organ" olarak adlandırılan organların asla yapılamayacağı ve donör (verici) eksikliğinden kaynaklanan transplantasyon sorunlarının yalnızca hayvanlardan alınan organlarla giderilebileceği düşünülmekteydi. "Biyonik insan" kavramı yalnızca bilim-kurgu filmlerinde yer almaktaydı. Oysa günümüzde, tüm dünya üzerindeki laboratuvarlarda yürütülen çalışmalar, biyoyapay organ üretiminin mümkün olduğunu gösteriyor. Doku mühendisliği henüz bilimkurgu filmlerindeki düzeye ulaşamadı; gene de çeşitli biyoteknoloji firmaları tarafından yaklaşık 4 milyar dolarlık pazar payına sahip doku mühendisliği ürünleri geliştirilmiş bulunuyor ve bu firmalar yatırımlarını her yıl % 22,5 oranında artırıyorlar.

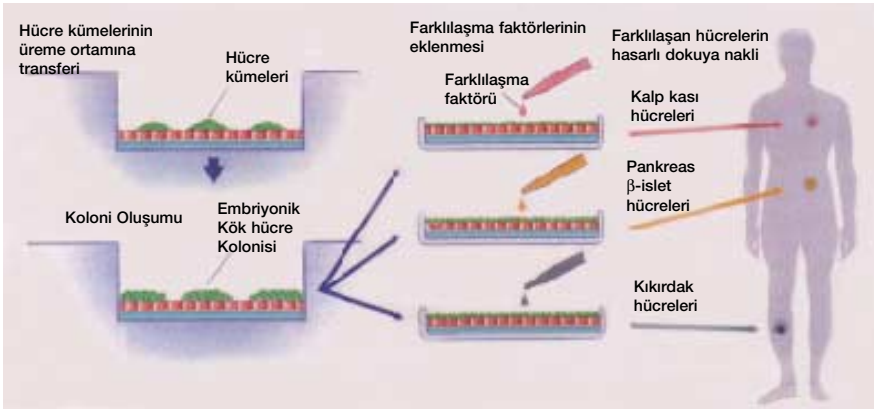
ABD'de yapılan bir istatistik, 1997'de 40 000 kalp hastasından yalnızca 2300'ünün yeni bir kalp bulabildiğini gösteriyor. İşte bu noktada en heyecan verici çözüm, insan yapımı doku ve organların oluşturulması, yani "doku mühendisliği"nin gündeme gelmesi. İlk yaklaşım olarak, doku mühendisi bir molekülü -örneğin büyüme faktörünü- hasarlı doku veya organa enjekte eder veya uygun bir biçimde yerleştirir. Bu molekül, hastanın kendi hücrelerinin yaralı bölgeye hareketini sağlar ve onları istenilen tür hücreye dönüştürerek dokuyu yeniden üretir. İkinci yaklaşımda, çeşitli kaynaklardan (insan veya uygun hayvan) sağlanan hücrelerin uygun polimerik taşıyıcılardaki kapsülleri hazırlanarak vücuda verilir. Son yöntemdeyse, hastanın kendi hücreleri ya da uygun bir vericiden alınan hücreler, biyolojik ortamda bozunabilen polimerlerden hazırlanan üç boyutlu desteklere tutturulur, hazırlanan yapı hasarlı bölgeye yerliştirilir, hücreler çoğalıp yeni doku yapısını oluştururken polimer matris parçalanır ve tamamen doğal olan ürün, yani doku elde edilir. Bu tür yeni organların inşası, materyal bilimindeki gelişmeler ve temel biyolojik bilgilerle mümkün oluyor.



Petri kabında üretilmiş deri dokusu (Apligraft).

Doku mühendisliği halen ABD'deki bazı sağlık kuruluşlarında sınırlı ölçüde uygulanıyor. Sürdürülmekte olan klinik çalışmalar, yapay kıkırdak, kemik, ligament ve tendonların çok kısa bir süre içerisinde eczanelerin raflarında yerini alacağı konusunda cesaret verici. İnsan yapımı deri, doku mühendisliğinin ilk ticari ürünü olarak piyasaya sürüldü bile. Klinik araştırmaları tamamlanmakta olan kıkırdak dokusuysa, önümüzdeki birkaç yıl içerisinde pazarda yerini

alacak. Bilimsel araştırmalar karaciğer, böbrek, bağırsak ve meme gibi, çok sayıda farklı hücreden oluşan daha kompleks yapılı ve büyük organların üretiminin de teorik açıdan mümkün olduğunu, pratik açıdan ise uzun zaman alacağını gösteriyor.



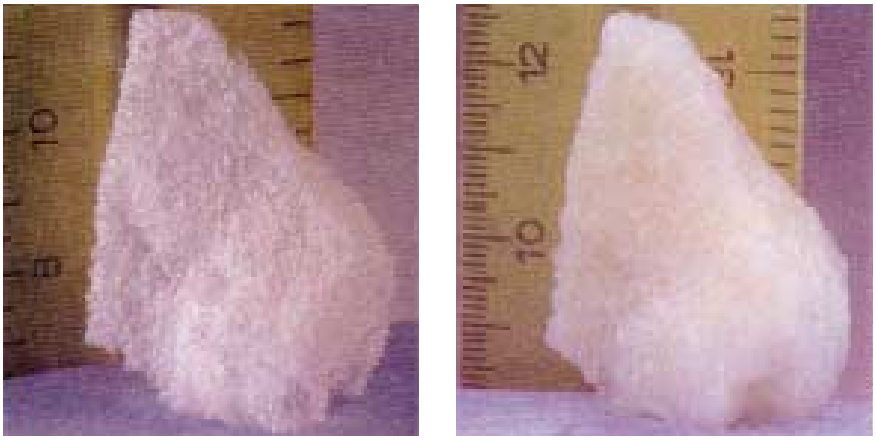
Embriyonik kök hücre kültürleriyle çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmak üzere değişik hücreler üretilebilecektir.

Doku Mühendisliği İçin Hücre Kaynakları

Doku mühendisliğinde kuşkusuz en öncelikli konu, uygun bir hücre kaynağının bulunması. Uygulamalarda hayvan (örneğin domuz) hücrelerinin kullanımı olanaklı; ancak bunlar, bağışıklık sistemi tarafından reddedilebileceklerinden, insan hücreleri tercih ediliyor. Bu konudaki son gelişme, insan embriyonik kök hücrelerinin kullanımı. Kök hücreleri (stem cells), üreme ve farklılaşma kabiliyetine sahip hücreler olarak bilinirler. Kök hücreleri ürerlerken, bir yandan da farklılaşarak ait oldukları organın, (örneğin kalp, karaciğer veya beyin) temel işlevlerini kazanırlar. Embriyonik kök hücreleriyse alışılmışın dışında çok özel hücreler. Çünkü, farklılaşma sonucu vücut içerisindeki tüm hücre türlerini, dolayısıyla tüm dokuları oluşturabilirler. "Science" dergisinin 6 Kasım 1998 sayısında, farede deri altına yerleştirilen insan kök hücrelerinin bilinen çok çeşitli dokuları oluşturduğu gösterildi. Araştırmacılar bu hücrelerin kıkırdak, kemik, kas, bağırsak, ve sinirsel epitelyum dokularını nasıl oluşturduğunu açıkladılar; ama henüz konunun başlangıç aşamasında bulunuluyor.

Daha hızlı bir çözüm, dokulardan "progenitör hücre" (geçiş hücresi) olarak adlandırılan hücrelerin izolasyonu. Bu hücreler spesifikleşme yolunda adım atmışlar ama henüz tam anlamıyla farklılaşamamış durumda bulunuyorlar; ancak, çok sayıda değişik hücre türünü oluşturmak için yeterli esnekliğe sahiptirler. Cleveland Clinic'ten Arnold Caplan ve arkadaşları, insan kemik iliğinden progenitör hücreleri izole etmişler ve bu hücreleri laboratuvarda üreterek kemik ve kıkırdakdokuyu oluşturacak osteoblast (kemik hücresi) ve kondrositleri (kıkırdak hücresi) elde etmişler. North Carolina Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı da, yetişkin insan karaciğerinde küçük, oval yapıda progenitör hücreleri tanımlamışlar ve bu hücrelerin kültür ortamında olgunlaşarak hepatositleri (safra üreten ve toksinleri parçalayan hücreler) veya safra bezlerini oluşturan epitel hücreleri ürettiklerini göstermiş bulunuyorlar.

Hücre temininde başka bir yaklaşım, "genel verici" hücre hatlarının oluşturulması. Araştırmacılar, verici (donör) hücre yüzeyindeki proteinleri maskeleyecek molekülleri kullanarak bu tür hücreleri hazırlıyorlar. Domuz hücrelerinin bazı türleri, insanlara transplantasyonu mümkün olacak şekilde maskeleniyor. Bu yöntem uyumsuz insan donörler arasındaki hücre transplantasyonuna da olanak sağlayacak şekilde kullanıldı. İlke olarak, hazırlanan hücrelerin alıcı tarafından reddedilmeyeceği düşünülüyor. Yöntem başarılı olursa, genel verici hücreler çeşitli doku hücrelerinden hazırlanabilecek ve gereksinme olduğunda kültür ortamında üretilecekler. Fakat henüz büyük ölçekli uygulamalarda nasıl kullanılacakları fazla açık değil.



Burun şeklindeki sentetik polimer (solda) üzerinde kıkırdak hücreleri üretilmekte ve polimer yapının parçalanması sonucu tamamiyle doğal olan kıkırdak doku oluşmaktadır (sağda).

Hücrelerin Büyük Miktarda Üretimi

Doku mühendisliğinde, yukarıda açıklanan uygun kaynaklardan sağlanan hücrelerin yüksek kapasitede üretilmesi de önemli. Bu amaçla araştırıcılar; besin maddesi, O_2, CO_2 gibi gazlar, ve atık ürünleri uygun miktarlarda sağlayacak/uzaklaştıracak sensörler ve karıştırıcılarla donatılmış biyoreaktörleri kullanıyorlar.

Araştırmacılar diz kıkırdağındaki bir yırtığı onarmak amacıyla kıkırdakdokuyu üretmeyi başardılar. Ancak doku belli kalınlığa ulaştığında, iç kısımlardaki kıkırdak hücreleri dışarıdaki besi ortamından çok uzakta kaldıklarından besinleri ve gazları alamıyorlar, atık ürünler de uzaklaşamıyor. Bu problem, kıkırdak hücrelerinin üç boyutlu polimerik taşıyıcı-







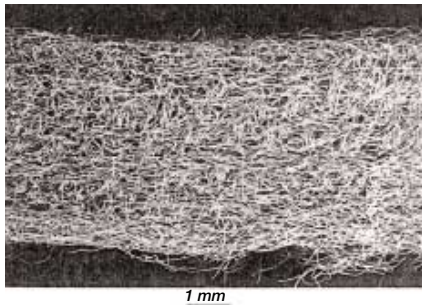
Yapay kıkırdaklar oynak yerlerdeki hasarın giderilmesi için yeni olanaklar sağlıyor (1 ve 2). Sağda biyoloji ve doku mühendisliğinin evliliği için iyi bir örnek olan yapay kalp damarı görülüyor. Damarın özelliği kalbe oksijen akışını düzenleyebilecek biçimde genişleyip büzülebilmesi.

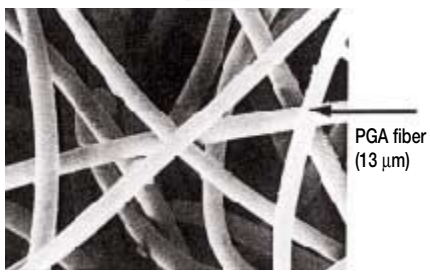
ları içeren biyoreaktörlerde üretilmesi ile kısmen çözüldü.

Doku, biyoreaktörlerde büyürken, mekanik özelliklerinin istenilen düzeye (gerçek dokuya yakın) getirilmesi çok önemli. Doku mühendisliğiyle üretilmiş kıkırdakdokusu, içerdiği hücredışı matris (Extra Cellular Matrix, ECM) proteinleri nedeniyle, dış ortamdan gelecek etkilere daha açık. Kolajen partikül destekli biyoreaktörlerde karıştırılarak üretilen kemik hücrelerinin de, durgun ortamda (petri kaplarında) üretilenlere göre daha yüksek miktarda kemik minerali içerdikleri saptanmış bulunuyor.

Hücrelerin Beslenmesi ve Kan Damarı Oluşumu

Biyoyapay organlarda kritik bir konu da hücrelerin beslenmesi. Birkaç milimetreden daha kalın dokular, beslenebilmeleri için kan damarlarına ihtiyaç duyarlar. Judah Folkman'ın yaklaşık 30 yıl kadar önce başlattığı çalışmalar, bedendeki hücrelerin yeni kan damarları oluşturabileceğini ortaya koydu. Folkman 1972'de kan damarı oluşumunu, diğer adıyla "angiogenesis"i durduracak spesifik moleküller önerdi. Bu yaklaşım, 1998'de kanser tedavisi için değerlendirildi. Folkman'ın çalışmaları doku mühendisleri tarafından da uygulanmaya başlanmış durumda. Özellikle pankreas, karaciğer ve böbrek gibi çok miktarda kan gereksinmesi olan organların doku mühendisliğiyle hazırlanmasında angiogenesis temel noktayı oluşturuyor. Araştırmacılar, laboratuvar koşullarında angiogenesisi başarıyla gerçekleştiriyorlar. Günümüzde angiogenesisi destekleyen çok sayıda molekül, rekombinant formda ticari olarak üretiliyor. Önemli olan, bu moleküllerin ilgili doku veya organa gönderilmesi. "Kontrollü salım teknolojisi" ile bu sorunlara çözüm getirmeye çalışılıyor.





Doku üretiminde kullanılan bozunur yapıdaki polimerik matrisler.

Hücre Davranışlarının Düzenlenmesi

Doku mühendislerinin üzerinde çalıştıkları başka bir konu, hücre davranışlarının nasıl düzenleneceğinin öğrenilmesi. Örneğin insan karaciğeri altı değişik türdeki hücrenin "lobül" adı verilen yerleşiminden oluşur. Her bir hücre, yüzlerce farklı biyokimyasal reaksiyonu gerçekleştirir. Hücrelerin biyokimyasal etkinlikleri, bunların diğer hücreler ve hücre dışı matris ile etkileşimine bağlı. Araştırmacılar hepatositlerin (karaciğer hücreleri), üzerinde üredikleri materyalin yapıştırıcı özelliğine bağlı olarak, değişen miktarlarda protein ürettiklerini gözlemişler. Bu nedenle, yapay organlar geliştirilirken, hücrelerin normal fizyolojik rollerini sağlayacak şekilde üretilmeleri de büyük önem taşıyor.

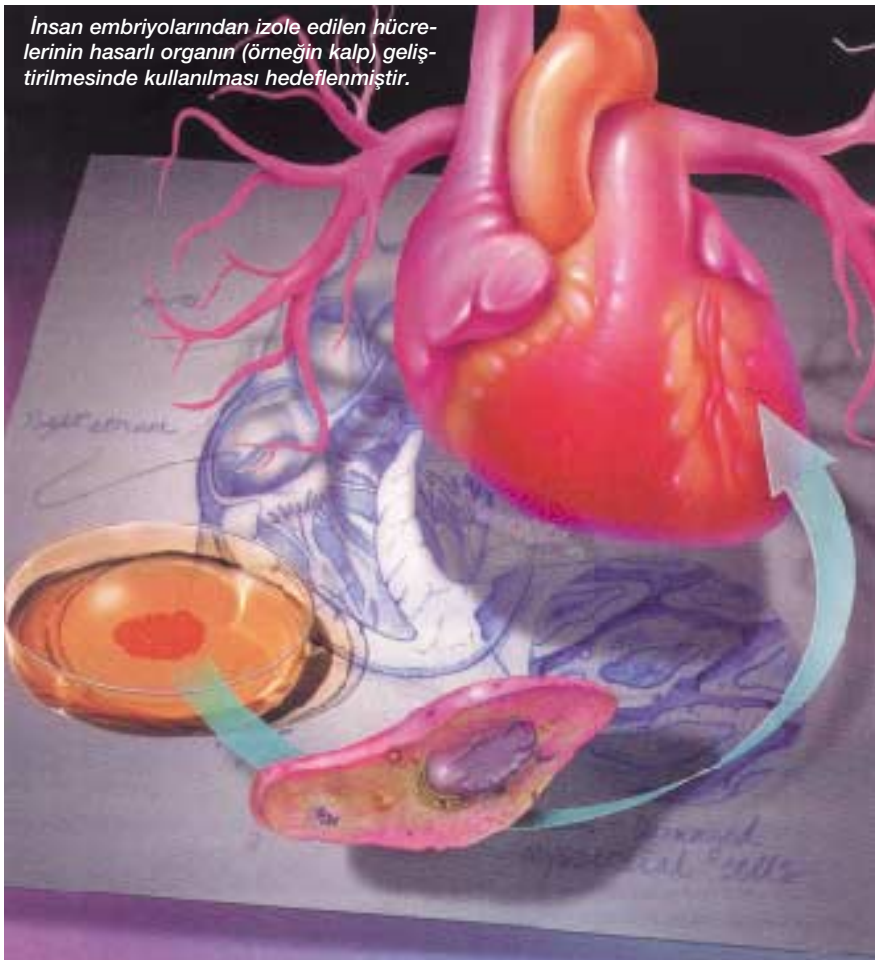
Polimer Taşıyıcılar ve Geliştirilmeleri

Doku mühendisliğinde önemli bir konu da, doku oluşumunu gerçekleştirecek yeni destek malzemelerinin geliştirilmesi. Yaygın olarak kullanılan materyaller polimerik yapıda olup, iki gruba ayrılırlar. Bunlardan birincisi, bozunabilen yapıdaki sentetik polimerler, ikincisiyse kolajen ve aljinat gibi doğal polimerler. Sentetik materyallerin avantajı, mekanik dayanım, bozunma (degradasyon) hızı, mikroyapı, ve geçirgenliğin üretim sırasında kontrol edilebilir olmasından kaynaklanıyor. Doğal materyallerse hücre yapışmasını, dolayısıyla üremesini daha iyi desteklerler.

Araştırmacılar bu iki grup materyalin istenilen özelliklerini birleşti-

rerek yeni materyal türlerini geliştirmeye çalışıyorlar. Örnek olarak RGD ile modifiye edilmiş polimerler verilebilir. RGD, hücredışı matris proteini olan fibronektinin bir parçası. RGD yapısı üç amino asitten oluşmuştur: Arjinin (R), Glisin (G) ve Asparajin (D). Pek çok hücre türü fibronektine bağlandığından, RGD içeren polimerler hücreler için daha doğal bir ortam sağlarlar.

Bir grup araştırmacı tarafından da ortopedik uygulamalarda kullanılmak üzere yeni, enjekte edilebilir ve bozunabilir yapıdaki polimerler geliştirilmiş bulunuyor. Bu polimerler 10-15 dakikada katılaşır ve enjekte edildikleri boşluğun şeklini alırlar. Mekanik özellikleri de kemiğinkine çok yakındır. Polimerler aynı zamanda, kontrol edilebilir bir hızla parçalanarak, hafta ya da ay periyodunda ortamdan ayrılırlar. Enjekte edilebilir ve bozunabilir hidrojeller (jelatin benzeri, suda şişmiş polimerler) de dişlerde meydana gelen bozukluklara müdahale etmek üzere geliştiriliyor.



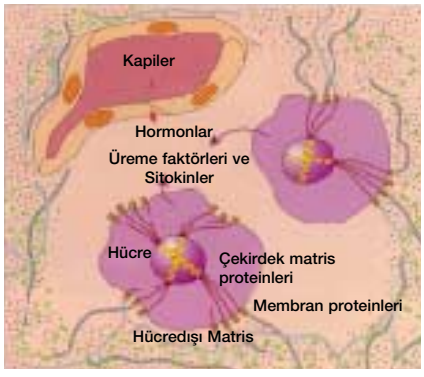
İnsan embriyolarından izole edilen hücrelerinin hasarlı organın (örneğin kalp) geliştirilmesinde kullanılması hedeflenmiştir.

Hazırlanan Dokuların Korunması

Önemli bir nokta da, hazırlanan dokunun üretim aşamasından ameliyathaneye gelene kadar korunması ve nakil sırasında hücre ölümünün engellenmesi için yeni metodların geliştirilmesi. Nakilde, organ hasarının önemli bir kısmı, reperfüzyon sırasında yani organ hastanın kan damarıyla birleştiğinde oluyor. Reperfüzyon, oksijen serbest radikallerinin oluşumunu hızlandırır, bu da hücre membranında boşluklar meydana getirerek hücreleri öldürür. Bu durumun engellenmesi için cerrahlar, organı sakladıkları çözeltiye serbest radikalleri söndürecek kimyasal maddeler ilave ediyorlar. Doku mühendisleri, ürünlerini, özellikle kan akışı yetersiz olduğunda ortaya çıkacak bu tür hasarlardan korumak için, daha mükemmel maddeler bulmaya çalışıyorlar. Ayrıca, dondurarak saklama (cryopreservation) tekniklerini geliştirerek, yapay doku ve organları ihtiyaç anına kadar korumaya çalışıyorlar. Bu amaçla, hâlen hücreler için kullanılmakta olan yöntemleri daha büyük dokulara uygulama konusunda araştırmalar sürüyor.

Doku Mühendisliği Ürünleri

İlk "canlı" doku mühendisliği ürünü olan deri, Organogenesis firması tarafından geliştirilerek Apligraft ticari ismiyle piyasaya sürüldü. Apligraft, dermis (iç tabaka) ve epidermis'den (dış tabaka) oluşmuştur. Mayıs 1998'de FDA (Food and Drug Administration) onayı alan ürün, ABD ve Kanada'da Novartis firması tarafından pazarlanıyor. Taze olarak piyasaya sunulan Apligraft, oda sıcaklığında 5 günlük raf ömrüne sahip. Apligraft'ın ana fikri 20 yıl öncesinde Eugene Bell tarafından yapılan çalışmalara dayanıyor. Bell, dermisi oluşturan hücrelerin, yani fibroblastların, kolajen jel üzerinde filtre edildiklerinde, fibroz denilen, canlı bir matrise dönüştüğünü gözlemiş. Kolajen, ECM'in temel elemanı olup, hücreleri yerlerinde tutan yapıştırıcı molekül olarak bilinir. Bell, 1981 yılında tamamladığı çalışmalarda, epidermal tabaka hücreleri olan keratinositlerin dermal substrat üzerinde üretiklerinde basit deri eşdeğeri bir yapı oluşturduklarını açıkladı ve daha sonra bu ürünü sıçanlara greftledi. Bell'in çalışmalarını uygulamaya dönüştürmek üzere 1985 yılında Organogenesis firması kuruldu. Apligraftın geliştirilmesinde en önemli engel, hücre üremesini des-



Doku mikroçevresi.

tekleyecek, istenilen özelliklerdeki kolajenin temini oldu. Bu güçlük, sığır tendonlarından kolajen elde edilmesini sağlayan bir yöntem geliştirilerek giderildi. Fibroblast ve keratinosit kaynağı olaraksa, olağanüstü üreme potansiyeline sahip yeni doğan hücreleri kullanıldı.

Advanced Tissue Sciences adlı bir başka biyoteknoloji firması tarafından da iki değişik deri ürünü hazırlandı. Bunlardan biri cansız, yara örtücü, TransCyte, diğeri ise canlı hücreleri içeren Dermagraft. TransCyte, Mart 1997'de "ilk insan doku mühendisliği ürünü" olarak FDA'dan onay alıp, üçüncü derece yanıklarda kullanılmaya başlandı. Ekim 1997'de ise ürünün ikinci derece yanıklarda da kullanımına izin verildi.

TransCyte, yeni doğmuş erkek bebeklerin sünnet derisinden elde edilen fibroblastlardan hazırlanmış. Hücreler, steril koşullardaki polimerler üzerinde ve vücut içerisindeki fizyolojik koşullara uygun bir ortamda üretilmişler. Hücreler, 2 haftalık üreme periyodunda bölünmüş ve fonksiyonel insan dermis'ini oluşturmak üzere kolajen ve diğer proteinleri üretmişler. TransCyte, depolama ve kullanım için dondurulana kadar canlıdır.

Dermagraft ise canlı doku olarak kalır ve özellikle şeker hastalığına bağlı olarak ayaklarda meydana gelen yaraların tedavisinde yeni deri olarak kullanılır. Dermagraftın klinik denemeleri tamamlanma aşamasında olup, yakın bir tarihte piyasaya sunulması bekleniyor. TransCyte ve Dermagraft'ın hazırlanma teknikleri birbirlerini andırıyor. Dermagraft dondurulur ve –70° C'da saklanır. Kullanım öncesi, oda sıcaklığına yükseltilerek yaranın şekil ve boyutuna uygun biçimde kesilir. Dermagraft, tek tabakalı dermisten oluşur.

Doku mühendislerinin üzerinde çok çalıştıkları ve başarılı oldukları ikinci doku ise kıkırdak. Kıkırdak, beslenme gereksinmesi çok düşük bir doku olduğundan yeni kan damarlarının oluşumunu da gerektirmez. Bu durum, kıkırdak dokunun üretimi açısından büyük bir avantaj sağlamış ve yapılan çalışmalar başarıyla sonuçlanmış bulunuyor.



Genzyme Tissue Repair adlı bir firma, diz kıkırdağındaki hasarı, hastanın kendi hücrelerinden hazırlanan dokuyla tedavi etmek için FDA onayı almıştır. Bu amaçla, hasarlı dizden alınan hastaya ait hücreler laboratuvar koşullarında üretilir ve daha sonra yaralı bölgeye yerleştirilir. Hastaya ve yaranın derecesine bağlı olarak iyileşme (doku rejenerasyonu) 12 ile 18 ay arasında tamamlanır. Araştırmacılar, kıkırdak dokusunu kulak, burun ve diğer bilinen formlarda da hazırlayabiliyorlar.

Deri, kemik ve kıkırdak dokusu üretimindeki başarı, bu dokuların diğer dokulara göre daha basit yapıda oluşlarının sonucu. Bir grup araştırmacı, karaciğer hücrelerini hayvanlara naklederek, karaciğer benzeri bir doku oluşturdu. Diğer bir çalışmadaysa, karaciğer benzeri doku geliştirmek üzere yeni bir biyomateryal hazırlandı. Tüm bu çalışmalarda geliştirilen yeni dokular, hayvanlarda karaciğerin yalnızca tek bir kimyasal fonksiyonunu sağladı ve henüz tam bir organ olmaktan uzak bulunuyorlar.

Araştırmacılar, böbreğin süzme işlevini gerçekleştirmek üzere böbrek hücreleriyle de çalışıyorlar. Bağırsak dokusunun hazırlanmasıyla ilgili araştırmalar da hâlen devam ediyor. Çok sayıda biyoteknoloji firması tarafından yapay kalp ile ilgili çalışmalar da sürdürülüyor.

Doku mühendisleri, bir yandan yukarıda söz edilen doku ve organları geliştirmeye çalışırken, bir yandan da çeşitli biyomoleküllerin (örneğin protein) eksikliğinden kaynaklanan birtakım hastalıkların tedavisinde kullanılmak üzere, genetik olarak değiştirilmiş hücreleri içeren polimerik kapsüller geliştirmeye çalışıyorlar (encapsulated-cell therapy). Bu hastalıklar arasında, dopamin eksikliğinden kaynaklanan Parkinson hastalığı, insülin eksikliğinden kaynaklanan şeker hastalığı, eritropoietin eksikliğinden kaynaklanan anemi (kansızlık), kan pıhtılaşmasında önemli olan Faktör VIII ve Faktör IX proteinlerinin eksikliğinden kaynaklanan hemofili, ve insan büyüme hormonu eksikliğinden kaynaklanan cücelik (dwarfism) sayılabilir. Hızlı üreme özelliğine sahip hücreler, söz konusu proteinleri üretmek üzere genetik olarak değiştirilmektedirler. Hücrelerin bağışıklık sistemi tarafından reddedilmesiyse, çeşitli doğal (aljinat, kolajen, vb.) veya sentetik polimerlerden hazırlanmış kapsüller içerisine hapsedilmeleriyle engelleniyor. Önümüzdeki 20 yıl içerisinde bu tedavi yöntemlerinin de klinik uygulamalarda yerini alacağı kuşkusuz.

Menemşe Gümüşderelioğlu
Prof. Dr. , HÜ, Kimya Mühendisliği ve Biyomühendislik Ana Bilim Dalları
Hilal Türkoğlu
HÜ, Kimya Mühendisliği ve Biyomühendislik Ana Bilim Dalları

Kaynaklar
"The Promise of Tissue Engineering", Special Report, Scientific American, April 1999, p. 59-89.
M. Kiremitçi-Gümüşderelioğlu, "Doku ve Organ Kaybı İçin Yeni Bir Yaklaşım: Doku Mühendisliği", Bilim ve Teknik, vol. 372, 92, 1998.
M. Kiremitçi-Gümüşderelioğlu, Doku Mühendisliği, Ders Notları, Hacettepe Üniversitesi, 1999.



Dünya'da Yaşamın Başlangıcı

Ünlü bilim dergisi *Science*, Haziran 1999 tarihli sayısını, "Evrim Kuramına ve Evrim Kuramının Gerçekliğine" ayırdı. Bu sayı için giriş yazısı yazan ünlü evrimci Stephen Jay Gould şöyle demekte: "Evrim bir gerçektir ve ancak gerçek bizi bağımsızlığa kavuşturabilir!" ve Gould eklemekte, "Darwin'in ilk teorileri açıklandığı zaman, bir soylu 'Darwin'in söylediklerinin doğru olmadığını umalım; ama tutun ki doğru, o zaman tüm dünyaya yayılmaması için dua edelim!' demişti; ne yazık ki, 21. yüzyıla girerken, bu şahsın söyledikleri çıktı: Evrim kuramı doğru, ama dünyanın çoğunluğu, en azından ABD ulusunun büyük kısmı tarafından bilinmiyor". Gerçekten de, 21. yüzyıla girerken, evrim kuramının gerçekliği hakkında onca yayın yapılmasına, onca kanıt bulunmasına karşın, bilim insanları ile halk arasında evrim kuramını değerlendiriş açısından uçurumlar var. Bu konudaki en büyük zorluk, öncelikle, evrim kuramı ile ilgili bazı biyolojik, kimyasal, fizyolojik, paleontolojik bilgilerin anlaşılabilmesi için yoğun bir bilim eğitimine, detaylı anlaşılmış bazı kavramlara gereksinim duyulması. İkinci önemli zorluksa, evrim kuramını açıklarken ifade edilen bazı kavramların (örneğin milyonlarca yıllık süreçler olan evrim, doğal seleksiyon, biyokimyasal protobiyogenezis vb) günlük hayatın mantığı ve akışı açısından pek de kolay anlaşılamaması. Bu konuda Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi'nin (National Academy of Sciences) son yayımladığı halk kitabı *Science and Creationism* (Bilim ve Yaradılışçılık), bu konudaki en yetkili ağız tarafından son noktayı koyuyor ve evrim kuramının bir gerçek olduğunu savunuyor.

Türk bilim insanları olarak, gerek halkı, gerekse diğer bilim insanlarını ve aydınları bu konuda bilgilendirmek konusunda çok ciddi sorumluluklar taşıdığımıza inanıyorum. Bu sorumluluklardan birisi, "kendini bilimsel elit zümre olarak görüp, bilimsel yaradılışçıları yanıt verilmeyecek kadar küçümsemek yerine", onları iddia ettikleri tezlerde, aynı ABD'li bilim insanlarının yaptıkları gibi, bilimsel olarak çürütmek; yapmakta oldukları çarpıtmaları ve bilimsel sahtekârlıkları, halkın önünde anlaşılır bir dille ve bilimsel kaynaklarla ortaya koymaktır!

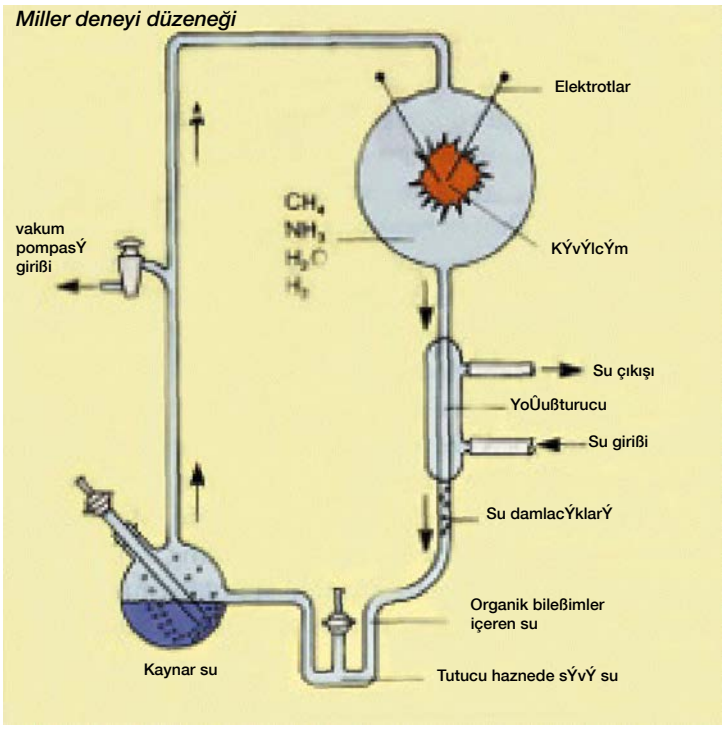


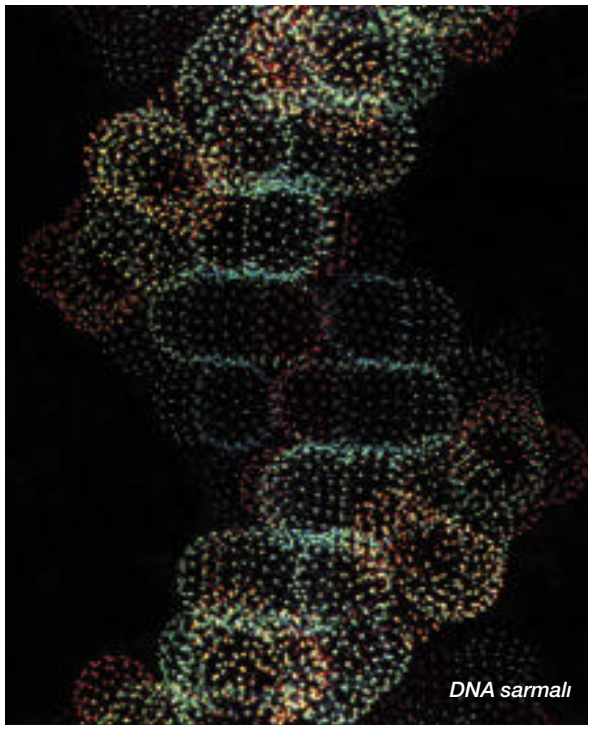
Evrim kuramcısı Charles Darwin

Dünya'da yaşamın başlaması ile ilgili en önemli sorulardan ve problemlerden birisi, primordial (ilk) koşullarda canlıların temel yapıtaşları olan organik moleküllerin nasıl meydana gelebilecekleri konusuydu. Bilim ise bu konuda bilimsel yaradılışçılardan farklı görüşlere sahip. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar dünyada ilk organik maddenin oluşumu konusunda yeni bir bakış açısı getirdi.

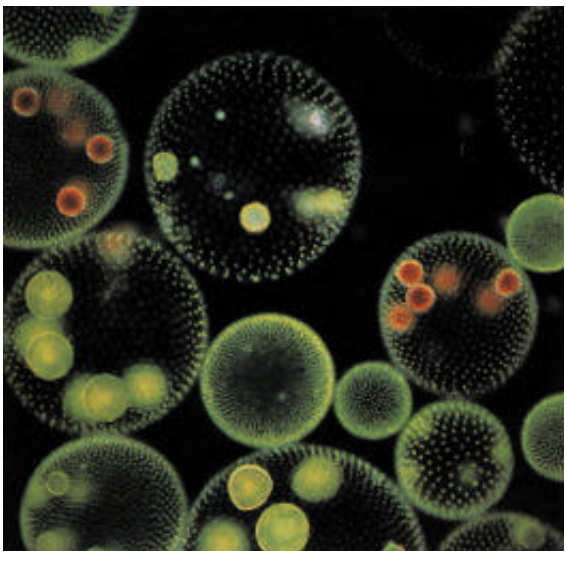
Stanley Miller Deneyinden Günümüze

Dünya'da yaşamın başlaması için, yaşamın temel taşları olan organik maddelerin, amino asitlerin ve DNA ile RNA'nın yapısında var olan nükleik asitlerin bir şekilde dünya ortamında (okyanuslarda, göllerde, sıcak su kaynaklarının aktığı yerlerde) bol miktarda var olması gerekmekteydi. Bu konuda doğru fikir yürütebilmek için, 4,5 milyar yıl önce soğuyarak, var olan dünya gezegeninin atmosfe-

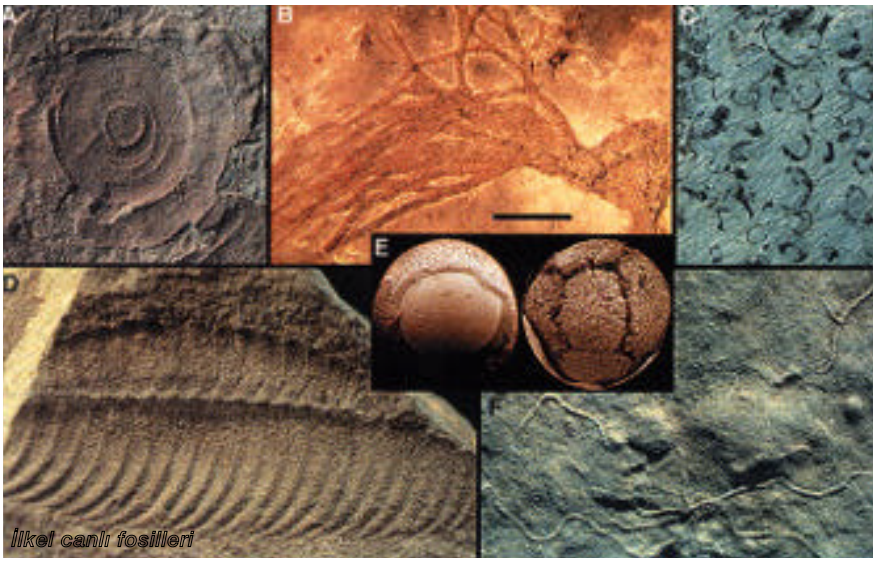




ri ve içerdiği elementler konusunda doğru tahmin yapmak gerekliydi. Bu konudaki ilk tahminleri Oparin, Haldane, Urey yapmışlardı. Onlara göre ilk dünya atmosferi metan (CH_4), amonyak (NH_3), su buharı (H_2O) ve moleküler hidrojenden (H_2) oluşmaktaydı. İlk atmosferde oksijen (O_2) bulunmadığı pek çok araştırıcı tarafından fikir birliği ile kabul edilmiştir. Ama en önemli sorun dünyanın gençlik günlerine ait bilgi alınamamasıdır. Bilinen en yaşlı kayalar olan Grönland'daki Isua kayaları bile 3,8 milyar yıl yaşındadır. Yaklaşık 700 milyon yıl- 1 milyar yıllık döneme ait hiç bir iz, kanıt ve bilgi yoktur; bu da ilk atmosfer veya ortam konusunda tahmin yapmayı çok güçleştirmektedir. Tahminler, olası modellere göre yapılmaktadırlar ve spekülasyonlardan ibarettirler. William Rubey, Holland, Walker ve Kasting'e göre ise, başlangıçta çok az miktarda amonyak vardı; atmosferde başlıca karbon dioksit (CO_2), azot (N_2), su buharı (H_2O), biraz da karbon monoksit (CO) ve hidrojen gazı (H_2) vardı. Son yıllarda bu görüşün bilim ortamlarına hâkim olmasına rağmen, kimse 4 milyar yıl öncesine gidip, ortamda amonyak olup, olmadığını gözlememiştir. Ayrıca, uzaydan her yıl 40 000 ton toz yeryüzüne düşmektedir, gerek bu tozda, gerekse uzaydan gelen meteoritlerde HCN (hidrojen siyanit), CO_2, Formaldehit, CO (karbon monoksit), amino asitler ve organik maddeler bulunmuştur; 1999 verilerine göre, uzaydan dünyaya günde dökülen tozla birlikte 30 ton organik madde düşmektedir. Dünya koşullarında amonyağın ve organik madde sentezinin çok az olması durumunda bile organik maddeleri oluşturan bileşenlerin ve bizzat organik maddelerin uzaydan yeterli miktarda gelme olasılıkları her zaman vardır. İlk atmosfer koşullarında hemen hemen hiç oksijen olmadığı hesaba katılırsa, organik maddenin "yaratılmadan" dünya ortamında ilk gazlar ve çözünmüş iyonlardan sentezlenmesi de mümkündür. Oksijensiz dönem 2-2,5 milyar yıl kadar sürmüştür. Siyanobakterlerin verdikleri oksijen sayesinde atmosferde, ilk dünya canlıları için bir zehir olan oksijen miktarı artmıştır.



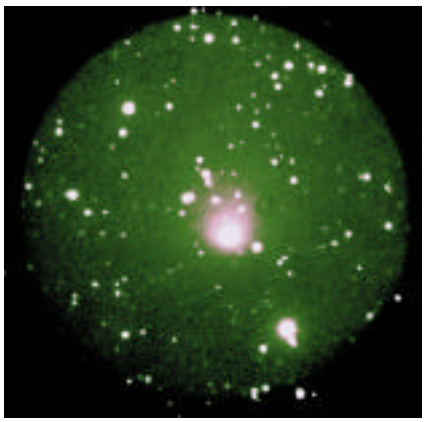
Chicago Üniversitesi'nde, Harold Urey'in öğrencisi Stanley Miller 1953'te dünyayı yerinden sarsan ünlü deneyini gerçekleştirdi. Urey'in varsayımına uyan (metan, amonyak, hidrojen ve su) gaz koşullarında, 150-200 bin voltluk akımı gazların bulunduğu özel aparattaki karışımdan geçirdi. Sonuç çok şaşırtıcıydı; pek çok temel organik madde bu enerjinin etkisi sonucunda gazları bir reaksiyonla birleştirmiş, glisin, alanin, aspartik asit, glutamik asit (bu dördü temel amino asitler), formik asit, asetik asit, propionik asit, üre, laktik asit, ve diğer yağ asitlerini oluşturmuştu. Deney Pavlovskaia ve Peynskii tarafından Rusya'da; Heyns, Walter, Meyer tarafından Almanya'da; Abelson tarafından ABD'de, çok farklı bileşiklerle, farklı gaz ortamlarında tekrarlandı; oksidasyonun engellendiği ve metan, amonyak ve su buharının olduğu koşullarda hep amino asitler ve organik maddeler oluştu. Gabel ve Ponnamperu-


İlkel canlı fosilleri

ma, çok farklı enerji ortamlarında (sıcaklık, radyasyon, lineer akseleratörden çıkan parçacıklar, mikrodalgalar vb) benzer sonuçlar buldular, ayrıca bazı şeker moleküllerini de primordial ortamda sentezlemeyi başardılar. Genetik materyali taşıyan DNA ve RNA'nın temel taşları olan nükleik asitlerin bazıları da ilk atmosfer şartlarının farklı biçimlerde ele alındığı koşullarda kimyasal olarak sentezlendi ve nükleik asitlerin temel yapı taşlarının primordial ortamda yeterli temel madde ve enerji sonucunda kendiliğinden oluşabileceği gösterildi.

Yaradılışçılar, ilk dünya koşullarında amonyak olmadığını, Miller'ın ise soğuk tuzak denilen bir yöntemle amino asitleri elde ettiğini, Miller'ın koşullarının bilinçli olarak çok yapay hazırlandığını ve sonuçların bilimsel bir sahtekârlık olduğunu söylemektedirler. Öncelikle Miller'ın düzeneği tabii ki yapaydır; ama biyokimyada yapay olmayan koşullarda kontrollü deney yapılamaz ki; soğuk tuzak denilen ve reaksiyon ürünlerini soğutan bir düzenek kullanılmış olabilir; ama doğada bunun bir benzerinin var olmadığını söylemek, üstelik de 3,5-4,5 milyar yıl öncesinde gelişen olaylardan çok emin ifadelerle bahsetmek ancak, peşin yargılı insanlarda görülebilen bir düşünce hatasıdır. Örneğin, okyanusların tabanlarındaki sıcak su kaynaklarının birden soğuyarak okyanusa karışması, bahsedilen "soğuk tuzağı" doğal koşullarda oluşturabilir. Doğada bugün tahmin edilemeyen pek çok yapı, bunu meydana getirebilir. Nitekim, sadece sıcak su kaynaklarının bu sıcaklığının bile sığ okyanus sahillerinde, suda çözünmüş amonyum (NH_4), metan (CH_4) ve karbon dioksiti (CO_2) (veya su yüzeyindeki atmosferdeki gazları) reaksiyona sokabileceğini gösterir. Organik maddelerin ve ilk yaşamın denizlerdeki, göllerdeki, volkanik ortamlardaki sıcak su kaynaklarının bulunduğu yerde oluştuğu konusunda pek çok fikir de ortaya sürülmüştür.

Ortamda amonyağın çok az olması koşullarını Miller tekrar irdelemiştir. İlk koşullarda, atmosferin redükleyici (elektron kazandırma) özellikte olduğu düşünülmektedir, ama kesinleşmiş bir bulgu yoktur. Atmosferde var olan amonyağın bir kısmının amonyum (NH_4+) iyonu olarak okyanuslarda çözüneceği bilinmektedir; atmosferde çok az miktarda amonyak olması koşullarında bile, su ortamlarında ya da sıcak su kaynaklarının olduğu, okyanusun sığ ve atmosferle


Bazı kuramcılar Dünya'ya yaşamın, resimde görülen Hale-Bopp gibi kuyruklu yıldızlarda bulunan organik maddelerce taşınmış olabileceği görüşündeler.

buluştuğu sahillerde amonyum iyonu, atmosferde çok az miktarda bulunan amonyak, metan gazı ve karbon dioksitle reaksiyona girecek ve organik bileşikleri oluşturacaktır. Miller, eser miktarda amonyağın bulunduğu ortamlarda yaptığı deneylerde bile organik maddelerin ve amino asitlerin sentezlenebildiğini görmüştür.

Yaratılışçıların başka bir iddiası, Miller deneyinde sağ elli (D-dextro izomeri) ve sol elli (L-levo izomeri) amino asitlerin eşit miktarlarda sentezlendiği, oysa yaşamda görülen 20 çeşit amino asitin tümünün sol elli olduğu, öyleyse organik maddenin ve canlı yaşamın belli bir amaçla ve dizaynla yaratılmış olması gerektiğidir. Öncelikle, 1993'te Arizona State Üniversitesi'nden John R. Cronin uzaydan gelen meteoritlerde ve donmuş tozda daha fazla L-aminoasitlerine rastlandığını kanıtlamıştır. Bu, dünyada var olan ve amino asitlerle reaksiyona giren maddelerin zamanla sol elli amino asitleri tercih etmesini sağlayabilir. İkincisi, moleküler yapılardaki zayıf çekirdek kuvveti birbirinin ayna görüntüsü olan moleküllerde (yani izomerlerde) farklıdır. Bu bir molekül için çok ufak bir farktır, ama moleküller bir araya gelince etki büyür. Yani bir molekülün reaksiyona girerken veya suda çözünmüş bulunurken içinde bulunan moleküler bağ yapma yetenekleri ve belli bir konfigürasyonda dururken gereksimleri olan enerji onların doğa tarafından seçilmelerini sağlamaktadır. Doğa tutumluluğu sever ve genelde en düşük enerji formunu tercih eder; L ve D formları arasındaki enerji farkı çok az da olsa, yapılan hesaplara göre en az enerji ile durabilen izomer, yaklaşık 100 bin yılda doğada % 98 olasılıkla baskın bulunan izomer formunu oluşturacaktır. Üçüncü ve güçlü bir olasılık, ilk koşullarda, şu anda bilmediğimiz ve ilk dünya koşullarında var olan ve sol elli amino asitlere bağlanamayan bir X maddesinin özellikle D-(sağ elli) amino asitlerle birleşerek kelat (çözünmeyen bileşik) oluşturması ve onları göl veya okyanus dibine çökertmesidir. Bu ise sol elli amino asitlerin bir anda doğal seleksiyonla artmasını ve doğada daha fazla kullanılabilir hale gelmesini çok kolay sağlayabilir. Fakat kimse 4

milyar yıl önceye gitmemiştir; o günden bu güne de tek iz kalmamıştır; bilimsel yaradılışçılar ne söylerlerse söylesinler, 4 milyar yıl önceye ait kesin kanıtlarla evrimcilerin karşısına gelmeden evrimcilerin hiçbir söylediğini çürütmüş sayılamazlar; üstelik, bilimsel yaradılışçıların büyük bir çoğunluğu, binlerce kanıta rağmen, dünyanın 4,5 milyar yaşında değil, çok daha genç olduğuna inanmaktadır (10 bin yıl gibi)...

Uzaydan Gelen Organik Madde

Son bulgular, pek çok organik maddenin uzaydan gelen tozda, meteorlarda bulunduğunu kanıtlamıştır. Dünya'da okyanuslarda ve atmosferde amonyum, metan, karbon dioksit, amonyaktan sentezlenebilen organik maddenin, uzaydan da gelebileceği NASA'nın araştırmalarının kesin bir sonucudur. Eğer günde 30 ton organik madde uzaydan düşen tozla Dünya'ya karışmaktaysa, (kuyruklu yıldızlarla, meteorlarla gelenleri saymıyoruz) yılda, 10 000 ton çeşitli organik madde okyanuslara karışır. Bu ilk bir milyar yıl için $10^9 \times 10^4 = 10^{13}$ ton (10 trilyon ton) organik madde eder. Bu miktarda organik madde, Dünya'da girdikleri reaksiyonlar da işin içine katılırsa, kesinlikle ilk yaşamın tohumlarını atabilir.

Halley, Hale-Bopp, Hyakutake isimli kuyruklu yıldızlarda pek çok organik madde olduğu kanıtlanmıştır. Bir kuyruklu yıldız, güneş sisteminin sıcak bölgelerinden geçerken, bir kısmı erir, gaz ve toz olarak dünyanın (veya başak gezegenlerin) çekimine kapılıp, zamanla dünyaya düşer. NASA'daki bilim adamları, ER2 tipi uçakla, yaklaşık 20 km yükseklikte bu tozları toplayabilmektedirler. Scott Sandford, bu parçacıkları analiz ettiğinde %50'den fazla organik kökenli karbona rastlamıştır. Meteoritlerde ise, ketonlara, nükleobazlara, quinonlara (klorofil benzeri yapılarda yer alır), karboksilik asitlere, ve 70 farklı çeşit amino asite rastlanmıştır. Dünya'daki yaşamda kullanılan amino asit sayısı ise sadece 20'dir, yani uzay bize ihtiyacımız olandan çok daha fazlasını hediye etmektedir!



Halley kuyrukluyıldızı

Daha ilginç bir bulguysa Louis Allomandola'nın uzay koşullarının simülasyonunu yaptığı deneylerden gelmiştir. Bu deneyler çok düşük sıcaklıklarda, ultraviyole radyasyonunun kimyasal bağları yıkabileceğini; hatta içinde donmuş metanol ve amonyak (uzayda bulunduğu oranda) bulunan buzlaşmış toz kütlelerinde, ultraviyole ışınlarının ketonları, nitrilleri, eterleri, alkolleri, hatta heksametilentetramini (HMT) oluşturabileceğini göstermiştir. HMT asidik ve ılık ortamda amino asitleri oluşturur. Bu deneyler son yıllarda gerek NASA, gerekse üniversitelerdeki bilim insanları tarafından tekrarlanmış benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu şu demektir: Uzayda donmuş buz kitleleri olarak seyahat eden moleküller uzaydaki farklı ışınların ve ultraviyole enerjisinin etkisiyle sürekli kimyasal yapı değişimine uğramaktadır. Bu değişim, özellikle daha sıcak ve yüksek ışın ve enerji içeren Güneş sistemi bölgelerine girince artmaktadır. Yani gerek uzaya dağılan tozlar, gerek meteorlar, içlerinde Dünya gibi uygun koşullara sahip bir gezegene ulaşınca yaşamın temel taşlarını oluşturacak tüm bileşenleri, organik maddeleri fazlasıyla taşımaktadırlar. Üstelik 4,5 milyar yıllık Dünya tarihini, kolay anlayabilmek için, 1 saatlik bir zaman dilimi olarak alırsanız, doğa ilk 55 dakikayı, bu temel yapı taşlarını ve tek hücreli yaşamı oluşturmak için harcamış, geri kalan beş dakikada da diğer tüm bitkileri, çok hücreli organizmaları meydana getirmiştir.

Sonuç

Dünya'da yaşamın başlaması için, büyük olasılıkla temel yapıtaşları hem uzaydan gelmiş hem de milyarlarca yılda, uzaydan gelenlerin de etkisiyle dünyada okyanuslarda, sıcak su kaynaklarının okyanusa karıştığı yerlerde, bataklıklarda, volkanik yapıların okyanusla birleştiği yerlerde vb. ortamdaki serbest enerji sayesinde sentezlenmişlerdir. Amino asitler, nükleik asitlerin yoğunlaştığı ortamlarda termal proteinler ve RNA, otokatalitik RNA büyük olasılıkla ilk genetik bilginin şekillenmesinde rol oynamışlardır. Burada şu temel unsurlar unutulmamalıdır: 1) Sözü edilen milyar yıllık süreler aklımızda kolayca canlandırabileceğimiz süreler değildir. 2) Doğada kararlı yapıların oluşması çok zordur. Belki bir tek kararlı yapının oluşmasına karşı, binlerce katrilyon kararsız yapı bozunup gitmektedir; biz bilgiyi bu güne kadar gelebilen kararlı yapıdan alabilmekteyiz; kararlı yapıların gelişmesini sağlayan reaksiyon ve biyolojik olay sayısı ise neredeyse sonsuzdur (bu konuda detaylı bilgi için, Evrim Kuramı sayfası http:// www.evrim.cjb.net Veya http:// www.geocities.com/evrimkurami adresinden bilgi alabilirsiniz).

Ümit Sayın
Dr., Wisconsin Üniversitesi

Kaynaklar
"Science and Creationism: A view from the National Academy of Sciences", National Academy Press, Washington D.C., 1999
Sayın, Ü., "ABD'de Bilimsel Yaratılışcılığın Çöküşü", Bilim ve Ütopya, 22-23. Aralık 1998.
Eschenmoser, A., "Chemical Ethiology of Nucleic Acid Structure", Science, 25 Haziran, 1999, 284 (5423):2118-2123.
Brack, A., "The Molecular Origins of Life", Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
Berstein, M. P., Sandford, S. A., Allamandola, L. J. " Life's Far-Flung Raw Materials" Scientific American, Temmuz 1999, 281:42-49.
Orgel, L. E., "The Origin of Life on Earth", Scientific American, Ekim 1994, 271:76-83.
Joyce, G. F., "Directed Molecular Evolution" Scientific American, Aralık 1992, 267:90-97.
Oparin, A.I., "Origin of Life", Mc Millen, New York.1938
Haldane. J.B.S., "Origin of life", Rationalist Annual, New York, 1929
Urey, H.C., "On the early chemical history of the earth and the origin of life", Proc. Natl. Acad. Sci., 1952.
Rubey, W.W., "Development of the hydrosphere and atmosphere, with specail reference to probable composition of the early atmosphere". In Crust of the Earth, ed. A. Polder-vaart HP; pp:631-650,1955.
Holland, H.D., "The chemical evolution of the atmosphere and oceans". Princeton University Press, Princeton, 1984.
Miller, S, " The Endogenous Synthesis of Organic Compounds", [Andre Brack, editor, "The Molecular Origins of Life", Cambridge University Press, 1998.]
Cyba, C.F., Sagan, C., " Endogenous production , exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: an inventry for the origins of life", Nature, 355:125-132, 1992.
Cyba, C.F., Thomas, P.J., Brookshaw, L., L., and Sagan. C., " Cometary delivery of organic molecules to the early Earth", Science, 249:366-373, 1990.
Walker , J.C.G., "Evolution of atmosphere", Macmillen: New York, 1977
Kasting. J.F., "Earth early atmosphere" Science, 259:920-926, 1993..
S.L. Miller, "Production of amino acids under possible primitive Earth conditions" Science, 117:528-529, 1953.
Miller, S.L., and Urey, H. C., "Organic compound synthesis on the primitive Earth", Science, 130:245-251, 1959.
Cyril Ponnamperuma, "The Origins of Life", Thames and Hudson, London, 1972.
Bada J.L., and Miller, S.L., "Ammonium ion concentration in the primitive ocean" Science, 159:423-425, 1968.
Montanesky, R., "The Rise of Life on Earth", National Geographic, Mart 1998. S: 54-81.
Ian Stewart, "Nature's Numbers", Basic Books, New York, 1995.



Yararsız ve Acımasız Çalışmalar mı, Sağlığımız İçin Önemli Bir Gereksinim mi?

Hayvan Deneyleri

Günümüzün koşulları, çelişkileri yaşamımızın kaçınılmaz bir parçası yapıyor. Farklı düzeylerde de olsa hemen hepimiz bunun örnekleriyle iç içeyiz. Duygularla mantığın o rahatsız edici çarpışmasını hangimiz yaşamadık ki? Gözlerimizi ak ve karanın çekici saflığından zorla ayırıp, uzlaşmanın gri tonları içine dalmadık mı? Bu uzlaşma çoğu kez bize çeşitli araçlarla dışarıdan zorla benimsetelir. Örneğin hukuk, bireyselliğimize gem vurur; görev özgürlüğümüzü unutturur. İdeolojiyle ideallerimizi boğazlarız; birlikte yaşama dürtüsünü bastırıp savaşlarda, hatta "spor" karşılaşmalarında birbirimizi öldürürüz. Ama insan, istemediği şeyleri yaparken de, rahatsızlığından kurtulmak, kendi kendiyle barışık olmak ister. İşte toplumca benimsettirilen, roller, görevler, sorumluluklar, bu rahatlama gereksinmesine yanıt veren uygun araçlar olur. Gene de bazı bölgeler olur ki, içinde dolaşırken elimize tutuşturulmuş bir pusula, bir uygulama rehberi yoktur. Kendi kararımızı kendimiz vermek zorunda kalırız. Çoğu kez, kendi bağımsız yargımızı oluşturma konusunda kavuştuğumuz ayrıcalık, bizi aceleciliğe yönlendirir. Bastırılmış bir özlemle, mutlak, saf, seçeneklere atılırız. Güçlü sınır çizgilerine, aka ya da karaya yeniden kavuşmak isteriz. Grinin, tüm sevimsizliğine karşın daha güçlü, daha fazla bilgi içeren (hem ak, hem de kara) bir durum olduğunu unuturuz.



Ameliyatlar, insanlar için güvenli ve standart uygulamalar haline gelmeden önce onlarca yıl hayvanlar üzerinde sınanır. Tıbbi aygıtların geliştirilmesi sırasında da hayvanlardan yararlanılır.

Günümüzde kamuoyunun dikkatini giderek daha çok üzerinde toplayan böyle bir belirsiz bölge de hayvanlar üzerinde yürütülen tıp ve benzeri amaçlı deneyler. Gün geçmiyor ki, hayvan hakları militanlarının bir protesto bildirisini okumayalım, gösteri ya da eylemleriyle ilgili haberleri

dinlemeyelim. Burada da çelişki, farkında olmasak da küçük istisnalar dışında kaçınılmaz oluyor. Bir kanser araştırma enstitüsüne yapılan bir okul ziyaretinde sırtında koca bir urla kafesinde yaşamaya çalışan bir beyaz fareyi görmüş, ve tertemiz yüreğiyle kendini o hayvanın yerine koymuş bir öğrencinin, ileride hayvan haklarının ateşli bir savunucusu haline gelmesi, oldukça yüksek bir olasılıktır. Aynı kişinin, fare deneyleriyle geliştirilmiş bir kanser tedavisini kendisi ya da yakınları için reddetmesiyse kolayca beklenemez. Gene çoğu kez insani gerekçelerle reddettiğimiz hayvan öldürme eylemini, dinsel inanışlarla onaylamanın nasıl bir mantığı olabilir?

Şiddetlenen tartışmada hem deneylere karşı çıkanlar, hem de bunların gerekliliğini savunanlar, istatistik verilerine bolca başvuruyorlar. İlk bakışta sayılar, hayvan hakları savunucularından yana görünüyor: Örneğin yalnızca İngiltere'de bir yıl içinde 2,570 000 hayvan kullanılmış. Amerika'daysa bir yılda deney amacıyla öldürülen hayvanların sayısı 18-22 milyon arasında değişiyor. Bunlar arasında 50 000 kedi, 61 000 maymun, 180 000 köpek ve 554 000 tavşan da bulunuyor.

Buna karşılık deneyleri savunan bilim adamları da kendi istatistiklerini sıralıyorlar. Örneğin on yıl önce ABD'de yüz yaşını aşan kişilerin sayısı 37 000 dolayındaydı. Bugün bu sayı, 70 000'in üzerindedir. Bir başka deyişle her dört bin Amerikalı'dan biri, yüz yaşın üstündedir. Bilim adamları 2050'de bu sayının sekiz kat artacağını ve her 500 Amerikalı'dan birinin, yüz yaşın üstünde olacağını tahmin ediyorlar.

Bilinen bir gerçektir ki, Fransız kimyacı Louis Pasteur ve arkadaşlarının, çiftlik hayvanları üzerinde yaptıkları araştırmalarla hastalıkları yaratanların mikroorganizmalar olduğunu keşfettiler. Bu yönde koruyucu aşılar da geliştirmelerinden bu yana hayvanlar üzerinde deneyler, tıbbi araştırmaların neredeyse standart yöntemi haline geldi. Günümüzde hayvanlar üzerindeki araştırmalar yalnızca bulaşıcı hastalıklara karşı yeni aşıların geliştirilmesinde kullanılmıyor. Bağışıklık sistemini güçlendirme, hastalıklara karşı ilaç ve aşı geliştirme konularında araştırma yapan hemen hemen tüm kuruluşlar, bu tür çalışmalarda kaçınılmaz olarak hayvanlardan yararlanıyor.

Aşılarda olsun ilaçlarda olsun gerçekleştirilen tüm ilerlemelere karşın, bulaşıcı hastalıklar bugün bile insanlık için en büyük tehlikelerden biri. Daha sıtma ve AIDS'e karşı etkin bir aşı geliştirilemedi. Bunun yanında bakteriler, evrim geçirerek antibiyotiklere karşı dirençli hale geldiler ve hatta yeni yeni bulaşıcı hastalıklar ortaya çıkıyor. Bu tür hastalıklara karşı ilaç ve aşı geliştirme çalışmalarında,



Şap, kuduz gibi öldürücü hastalıklara karşı aşı geliştiren Pasteur'ün çalışmaları da hayvan deneylerine dayanıyordu.

hayvanlar üzerinde yürütülen araştırmalar kuşkusuz yine çok önemli bir rol oynayacak.

Dünyada birçok bilim merkezinde ve üniversitede yaşlanmaya yönelik çalışmalar yürütülüyor. Genellikle sıçan genleri üzerinde deneyler yaparak, insan yaşamının uzatılması ve daha sağlıklı bir yaşam üzerinde çalışılıyor. Bilim adamları daha şimdiden birkaç hayvan türünün ömrünü uzatabilmişler. Bunun da şimdilik tek yolu, düşük kalorili bazı diyetleri uygulamak. Uzmanlar da bu diyetlerin, sıçanların ömrünü nasıl uzattığını anlamak için onların gen yapılarını inceliyorlar.

Hayvan deneylerinin, tıbbın başka alanlarındaki ilerlemelerde de çok önemli yeri var. Gerçekte tıbbın belki de hiçbir alanı yok ki o alanın en büyük ilerlemelerinde hayvan deneylerinin önemli bir yeri olmasın. Örneğin cerrahiyi ele alalım. Kalp cerrahisindeki gelişmelerin neredeyse tümü, havyanlar üzerindeki deneylere dayanıyor. Bugün için artık sıradan bir ameliyat olan açık kalp ameliyatı sayesinde, dünyada her yıl bir milyon dolayında insanın yaşamı kurtuluyor. Ancak şunu unutmamak gerek; doktorlar günün birinde böyle bir ameliyat yapmaya karar vermiş de ilk açık

Yıl	Bilim adamı	Kullanılan Denekler	Bilimsel Katkısı
1901	von Behring	kobay	difteri antiserumunun geliştirilmesi
1902	Ross	güvercin	sıtmanın yaşam çevriminin anlaşılması
1903	Pavlov	köpek	hayvan tepkileri
1905	Koch	inek, koyun	tüberküloz ve şarbon patojenleri üzerinde çalışmalar
1906	Golgi, Cajal	köpek, at	merkezi sinir sisteminin anlaşılması
1910	Kossel	kuş	hücre kimyası bilgilerinin geliştirilmesi
1912	Carrel	köpek	kan damarları üzerindeki cerrahi çalışmalar
1919	Bordet	kobay, at, tavşan	bağışıklık sisteminin işleyişi
1922	Hill	kurbağa	kaslarda oksijen tüketimi
1924	Einthoven	köpek	elektrokardiyografinin geliştirilmesi
1928	Nicolle	maymun, domuz, fare	tifüs patojeni çalışmaları
1932	Sherrington, Adrian	kedi, köpek	nöronların işlevi
1936	Dale, Loewi	kedi, kuş, kurbağa	sinir vurumlarının kimyasal iletimi
1943	Dam, Doisy	sıçan, köpek, fare	K vitamininin keşfi
1945	Fleming, Chain, Florey	fare	bakteri enfeksiyonlarında penisilinin etkisi
1949	Hess, Moniz	kedi	beynin işlevsel yapısı
1951	Theiler	maymun, fare	sarı humma aşısının geliştirilmesi
1952	Waksman	kobay	streptomisinin keşfi
1954	Enders, Weller	maymun, fare	çocuk felci aşısının geliştirilmesi
1966	Rous, Huggins	sıçan, tavşan, tavuk	kanserin hormonlarla sağaltımı
1968	Holley, Khorana	sıçan	genetik kodlamanın yorumlanması
1973	von Frisch, Lorenz	arı, kuş	hayvanlardaki toplumsal düzenler
1974	de Duve, Palade, Claude	tavuk, kobay, sıçan	hücrelerin yapısal ve işlevsel düzenlenişi
1979	Cormack, Hounsfield	domuz	bilgisayar destekli tomografinin geliştirilmesi
1986	Levi-Montalcini, Cohen	fare, yılan, tavuk	sinir büyüme faktörünün bulunuşu
1991	Neher, Sakmann	kurbağa	hücreler arasındaki kimyasal iletişim
1990	Murray, Thomas	köpek	organ nakli yöntemleri
1996	Doherty, Zinkernagel	fare	virüslü hücrelerin bağışıklık sisteminde saptanması







kalp ameliyatını yapmış değil. Bugün, artık sıradan sayılan bu ameliyatın arkasında, 20 yıl boyunca, başta köpekler olmak üzere deney hayvanlarıyla yapılmış nice yoğun çalışmalar yatıyor. Aynı biçimde, böbrek yetmezliğinin sağaltımında başvurulan yöntemler de yine hayvanlar üzerinde yapılan deneylere dayanıyor. Bugün dünyada her yıl yapılan on binlerce böbrek nakli sayesinde insanlar yeniden yaşama dönüyorlar. Yalnızca böbrek değil başka organların naklinde çıkan sorunlara çözüm üretmek için de hayvanlardan yararlanılmış. Örneğin bugün ameliyatlarda kullanılan güvenli yöntemler, kediler üzerinde yapılan damar dikme deneyleri sayesinde geliştirildi. Tavşanlar, fareler, köpekler ve maymunlar üzerinde yapılan deneylerle, nakledilen organın, alıcının bağışıklık sistemince reddedilmesinin önüne geçmenin yolları bulundu.

Hayvan hakları savunucularıysa, soruna pratik ve etik açıdan yaklaşıyorlar. Onlara göre bir kere elde edilen sonuçlar, hayvanlara acı çektirilerek öldürülmelerini haklı kılacak düzeyde değil. Yabana atılamayacak bir sav, bu deneylerden çıkan sonuçların güvenilemeyecek kadar değişken olması.

Hayvanın yaşı, cinsiyeti, yemek yeme sıklığı, bulundukları ortamda örneğin bir kafeste kaç tanesinin birarada olduğu, ortamın sıcaklığı, nemi, deneylerin sonucunu rahatlıkla değiştirir. Bir laboratuvarda hayvan deneyleriyle elde edilen bir sonuç, bir başka laboratuvarınkinde bambaşka olabilir. Birbirinden çok farklı yapıya sahip insan ve hayvan, bir hastalığın sağaltımında kullanılacak bir ilaca karşı farklı tepkiler verecektir. Dolayısıyla da etkili sonuçlar alınmayacaktır. Nitekim 10 yıllık bir süre içerisinde, hayvanlardaki felci iyileştirmede yararlı gibi görülen 25 ilacın hiçbirisi insan tıbbında kullanılmamıştır. Yine 35 yıldır, 400 000 kimyasal madde milyonlarca lösemi yapılmış fare üzerinde denenmiş. Kanser Araştırma Enstitüsü bu çalışmalarında tümör karşıtı kimyasal maddeleri aramaktadır. Ama amaçlanan bir türlü elde edilememiş.

Araştırmacılar da elbet bu durumun farkında. Çoğu ilaç, ya da sağaltım yöntemi, klinik kullanıma açılmadan en azından başka umarı kalmamış hastalarda ya da gönüllü denekler üzerinde denenmek isteniyor. Ama bu araştırmalarda da uyulması gereken belirli temel ilkeler var.

Bu ilkelerden biri ve belki de en önemlisi, deneğin kendi istemiyle

Hayvansız Deney Yöntemleri

Topluluk Araştırmaları (Epidemioloji): İnsan toplulukları araştırmaları hep çok verimli olmuştur. Örneğin, kalp hastalıklarının risk etkenlerinin belirlenmesi topluluk araştırmalarından çıkmıştır.

Moleküler epidemioloji yöntemiyle de araştırmacılar, kanser ya da doğum arızalarına maruz kalanların hücre ve molekül özelliklerini inceleyebilirler; ve böylece DNA hasarının mekanizmalarını ve nedenlerini ortaya çıkaracak verimli araştırmalar yapılabilir.

Hasta Araştırmaları: Bu yöntemde hasta insanlar gözlenir. Örneğin, kardiyolog Dean Ornish, hasta araştırmalarıyla, az yağ içeren bir vejetaryen beslenmenin, düzenli egzersiz yapmanın, sigara içmemenin, stres yönetiminin, kalp hastalığını tersine çevirebileceğini göstermiştir.

Görüntüleme: CAT, MRI, PET ve SPECT görüntüleme yöntemleri adeta klinik araştırmalarda birer devrim yaratmıştır. Bu araçlarla hastaların yakından izlenmesi sağlanmıştır.

Otopsi ve Biyopsiler: Otopsiler, birçok hastalık konusunda bilgi edinilmesinde çok önemli rol oynamıştır. Kalp, şeker, alzheimer, apandisit gibi birçok hastalık hakkında bilgimizi otopsilere borçluyuz.

Biyopsi denen, canlı bir dokudan muayene edilmek üzere çıkartılan parçalarla da hastalığın öteki aşamaları için bilgi edinilebilir. Örneğin tanı iğnesi ve endoskopik biyopsiyle, kolon kanserine adenoma adı verilen kötü huylu bir tümörün neden olduğu bulunmuştur.

Bilgisayar Teknolojisi: Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler bu konuda da yararlanılabilecek sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Örneğin bu teknolojiyle bir ilacın hastalar üzerindeki yan etkileri izlenebilir. Bu tür bir veri tabanı tehlikeli ilaçların hemen tespit edilmesini sağlar. Ayrıca ilacın tahmin edilemeyen yararlı yan etkileri de olabilir. Bu veri tabanı bunların da saptanmasını sağlayacaktır.

Kültürleme: İn vitro hücre ve doku kültürü de hayvansız testlerde güçlü araçlardır. Biraz yukarıda daha önce sözünü ettiğimiz, Amerikan Ulusal Kanser Enstitüsü'nün 1950-1980 arasında, 400 000 kimyasal maddenin olası kanser karşıtı maddeler olarak, kan kanserine yakalandırılmış farelerde test edilmesi; ama farelerde etkili olan ilaçların insan üzerindeki etkisinin beklenen sonucu vermemesi nedeniyle, binlerce dolar çöpe gitmişti. Bu program için "parayı sokağa attık" tanımlaması yapılmıştı. Bu program yerine, 100 tane in vitro insan kanser hücresi dizisi kullanılıyor. Bu çalışma hem daha az maliyet getirecek hem de güvenilir sonuçlar verecek.

Testlerde kullanılacak kanser hücreleri insan bağırsak, akciğer, deri, böbrek, yumurtalık ya da kanından alınmakta. Bu hücrelerin temininde de sıkıntı yaşanmıyor; çünkü bu hücreler hastahanelerde, operasyonlar esnasında zaten hastadan çıkartılıyor. Amerika ve İngiltere'de araştırmacılar, insan doku bankalarından, normal ve hastalıklı dokuları test için alabiliyorlar. Ayrıca bu işi yapan ticari şirketler de var. Araştırmacılar bu şirketlerden farklı insan hücre zincirlerini satın alabiliyorlar. Bu hücreler test tüplerinde yetiştiriliyor. İşte, araştırmacıya tüp içinde gelen hücreler önce infekte edilmekte (örneğin insan karaciğer hücresi, hepatit virüsüyle) ve sonra bu hücre kültürüne kimyasal maddeler ilâve edilerek, kültürde virüsün üremesinin sona ermesi denenmektedir.

Buna benzer, insan DNA'sı ile hücreleri kullanan in vitro testler, DNA hasarını hayvan testlerine kıyasla çok daha çabuk ortaya çıkartıyor.

İnsan hücre kültürü, aynı zamanda bir kimyasal maddenin özel bir organa zarar verip vermeyeceğini anlamak amacıyla da kullanılmaktadır.

İnsan hücre kültürlerinin bir diğer kullanımı kozmetik alanında. Bu kültür kornea hücre kültürü olarak anılıyor. Göz bankalarından sağlanan ve transplantasyon için uygun olmayan insan korneası bu testlerde kullanılıyor. Bu hücreler test tüplerinde üretiliyor ve kozmetik ürünlerin zarar derecesinin sınanmasında kullanılıyor; binlerce tavşanın önce gözünün iltihaplanması, bulanması, yaralanması, ve kör olup ölmesine gerek kalmıyor.

İşaretleme: Kimyasal maddeyi denemek için kullanılan bir diğer alternatifse, kırmızıyı

çalışmaya katılmayı kabul etmesi. Her denek adayı, çalışmanın amaçları ve yöntemleri, çalışmadan beklenen yarar ve olası zararlar konusunda bilgilendirilir. Çalışmaya katılır, ya da herhangi bir aşamasında vazgeçebilir. Bir de, elde edilmesi beklenen sonucun önemi, deneğin uğradığı tehlikeyle karşılaştırılabilir büyüklükte olmadığı sürece, insan denekler üzerinde biyomedikal araştırma yasal olarak gerçekleştirilemiyor. Buradan da anlaşılacağı gibi, laboratuvar deneylerinin sonuçlarının insanlara uygulanması, bilimsel birikimin genişletilebilmesi ve acı içindeki insanlara yardım edilebilmesi için geçerlidir. Yani durup dururken, lavabo açıcı bir asidin insan üzerindeki zararları nelerdir gibi, ya da sağlam bir insanı önce kanser yapıp sonra da kanserine çare aranması gibi bir konuda insan, denek olarak elbette kullanılmıyor, kullanılamaz da.

Oysa hayvanlarda son yıllara kadar herhangi bir sınırlama söz konusu olmamış. Hayvanların da merkezi sinir sistemleri olduğu, bu nedenle, bizim kadar dışa vurmayı beceremeseler de acı çektikleri gerçeği göz ardı edilmiş. Hatta bazen hayvanların öldürülmesi









ya da kendilerine acı çektirilmesi, insanların sağaltılması gibi haklı gösterilebilecek bir amaca değil, süslenme, güzelleşme, gençleşme gibi kozmetik gereksinmelere hizmet etmiş. Kimi zaman da mantık yoluyla çıkartılabilecek, ya da canlıların kullanılmasını gerektirmeyen deneylerle elde edilebilecek sonuçlar varken, hesabını soran yok diye hayvanlar kurban edilmiş. Verilen örnekler düşündürücü: Tavşanın tek gözünde piyasaya yeni sürülecek bir göz boyasının denenmesi. Bu deneyde, boya önce hayvanın gözüne bol miktarda sürülecek, sonra gözü bandajlanacak ve bu halde üç gün bekleyecek. Ardından bandaj açılacak ve gözün durumu incelemeye alınacak. Bir başka deney kansere karşı geliştirilen bir ilaçla ilgili. Bunun için kanserli bir hastadan alınan tümör hayvana aşılanıyor, ya da kansere yol açan kimyasal maddeler vücuduna enjekte ediliyor; böylece kanser oluyor. (Bu sırada dayanılmaz ağrılar çekildiğini unutmayın!). Sonra da yeni bulunan bir ilacın hayvanı iyi edip etmeyeceği sınanıyor.

Örneklemeyi sürdürelim: 15 köpek önce suda boğulur, sonra tekrar soluk almaları sağlanır. Daha sonra solunum sistemini felç eden bir ilaç verilir. Hayvanların bu sırada kalbi durur. Sonra kalbi çalıştıran bir ilacın hayvan üzerindeki etkisi sınanır.

Bir aylık kuzular, önce annelerinden ayrılır. Kuzulara elektrik şoku verilir ve bu şekilde stres deneyleri hayvanlar üzerinde sınanır. Sonuç olarak sunulan açıklama şöyle: Kuzular strese girince çok aşırı derecede bağırırlar.

Bir başka deneyde maymunların gözlerine doğrudan lazer ışını uygulanır ve hayvanın gözündeki hasar incelenir.

Yeni doğmuş kedi yavrularının gözleri açılmadan gözkapakları birbi-

çekme testi olarak anılmakta. Kimyasal maddeyi denemek için insan deri hücreleri besleyici bir sıvıya konuluyor ve bir süre sonra üzerine kırmızı bir boya ilâve ediliyor. Sağlıklı hücreler bu boyayı emiyor, ancak zarar görmüş hücreler boyayı ememiyorlar. Bu testler kitler halinde satılıyor, ve ürünlerini test etmek isteyenlerin bu kitlerden satın almaları yeterli oluyor. Hiçbir tavşana acı çektirip, ölümüne neden olmadan yapılan bir test.

Matematik modeller: İnsanlardan elde edilen klinik verilerin kullanıldığı bir yöntem. Bu yöntemde, klinik gözlemler ve hasta topluluklara bakılarak elde edilen veriler, hastalıkların ilerlemesiyle ilgili hipotezler oluşturmada kullanılıyor. Örneğin bir matematik model akciğer kanserinin iki farklı türü olduğunu göstermiş. Mikroskop altında birbirinden ayırt edilmesi çok zor olan bu türlerden biri çok kötü huylu, diğeriyse iyi huylu. Modele göre, daha kötü huylu olan biçim, erken teşhis ve ciddi bir tedavi gerektiriyor. Ama diğer türde o dokuyu ameliyatla çıkartmak tedavi için yeterli olabiliyor.

Veri bankaları: Yine dünyada yapılan milyonlarca araştırmanın sonuçları bir veri bankasında toplanmadığı için, pek çok çalışma tekrar tekrar yapılıyor. Çalışmaların gereksiz yere tekrarını önlemek için veribankaları oluşturulmakta ve depolanan bilgiler kullanıcılara sunulmakta.

Fiziksel ve kimyasal testler: Bu seçeneklerde, fiziksel ve kimyasal modeller kullanılmakta. Örneğin, insülün üretimindeki testlerde, bir üretim serisinde 800 fare öldürülürken, fiziksel ve kimyasal modellerle bu ölümlere gerek kalmamıştır.

Robot kullanımı: Tıp öğreniminde ve deneylerde kullanılmak üzere insan mekanizmasını, reflekslerini aynen yansıtan robotlar geliştirilmiştir. Özellikle, füze, uçak, otomobil çarpışma testlerinde bu robotlar kullanılırsa, kemik yapısı insandan çok farklı olan hayvanlara kıyasla daha doğru sonuçlar alınacaktır.

Tek hücreli organizma kullanımı: Bu organizmalar, kimyasal maddelere insanlara benzer şekilde tepki gösterdiklerinden biyokimya alanında geniş ölçüde kullanılırlar. Örneğin, bir tür *Salmonella* bakterisi kanser araştırmalarında başarıyla kullanılmıştır. Hızla üredikleri için, kısa sürede birkaç nesillik sonuç veren tek hücreliler, ilaç araştırmaları, ve toksikoloji alanında birçok kimyasal maddenin incelenmesinde kullanılabilir.

Yaşlanmayı önleme konusunda yapılan çalışmalar da *Saccharomyces cerevisiae* adı verilen bir tekhücrelide yapılmış. *S. cerevisiae*'da, insanların genç kalmasını sağlayan proteinin benzerini bulmuş bilim adamları.

Plasenta, insan metabolizmasını en iyi şekilde yansıtır. (Plasenta, uterus duvarından çocuğu beslemeye yarayan kanı alan parçadır.) Kanser ve yaşlanma araştırmalarında, immünoloji alanında, biyokimyada kullanılacak mükemmel bir araştırma aracıdır plasenta.

rine dikilir, görmeleri engellenir. Hiç ışık almadan 10 ay yaşayan kediler, 10 ayın sonunda öldürülürler ve sonra beyinleri incelemeye alınır.

Kediler kaçamayacak biçimde bağlanır ve yanlarında 60 kez top ve M-16 tüfekleriyle atış yapılır. Atışlar yapılırken, hayvanların şok halinde, kıpırdamadan, sabit bir noktaya baktıkları gözlenir. Araştırmanın sonunda varılan sonuç şudur: Kedilerin kulakları, insan kulağından daha duyarlıdır. Top atışları, tüfekle yapılan atışlara oranla daha çok sağırlığa yol açmaktadır.

Çarpışmanın etkilerini araştıran bir grup, deneylerinde maymunları kullanırlar. Maymunlar araçlara bağlanır; her bir maymun 19 kez çarpışmaya uğratılır. Araştırmanın sonunda, maymunların çarpışmadan hemen önce panik ve korku içinde olduğu, ayrıca çarpışmanın şiddeti arttıkça sinir sistemine olan hasarın da arttığı saptanır.

Hayvan hakları savunucuları, bu deneylere gerek kalmaksızın da aranan bulguların, bilgisayar simülasyonları, insanlar üzerinde gözlemler, insan hücre ve doku kültürleri, istatistik yöntemleri, kimyasal madde kullanımı, yeni görüntüleme teknikleri, otopsi ve biyopsi gibi yollarla elde edilebileceği görüşündeler.

Hayvan deneyleri konusunda taraflar arasındaki çatışma zaman zaman şiddetlense, laboratuvar basma, bilim adamlarını hırpalama, deneyler sonucu üretilen malların satışını sabotaj yoluyla engelleme gibi uç noktalara tırmansa da, sürtüşmeler genel olarak azalma eğiliminde.

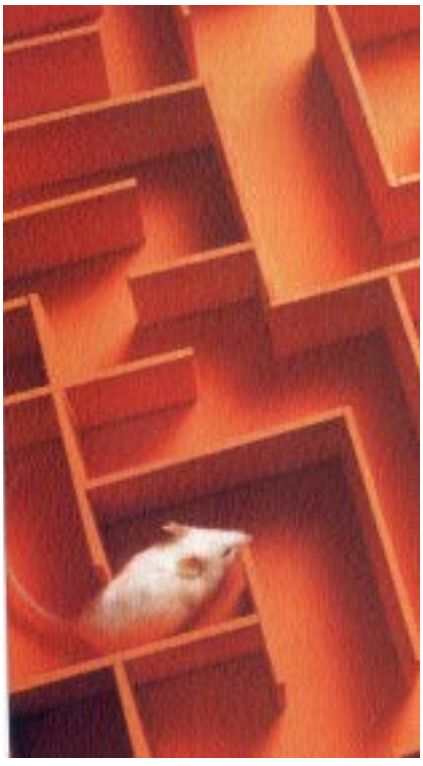
Bilimsel araştırmalarda kullanılan hayvan sayısı 1970'li yılların başında dünyada en yüksek düzeyine ulaşmıştı. Ancak o tarihten bugüne değin sürekli bir düşüş içinde. Otuz yılda yaklaşık yüzde ellilik bir azalma oldu. Bu düşüşte birkaç etkenin payı var. Bunların başında 1970'li yılların ortalarında, hayvan hakları hareketinin büyük bir atılım yapması ve geniş bir kitle desteğine kavuşması geliyor. Bunun yanı sıra, dünyada bilim adamı profilinin değişmesi de önemli bir etken. Son 30 yılda yetişen bilim adamlarının önemli bir bölümü, bu harekete kayıtsız kalmadı. Bunlar, hayvanlar üzerinde yapılan deneyle-



rin yerine geçebilecek ve seçenek oluşturabilecek yöntemler geliştirmeye yöneldiler; kimi alanlarda da gerçekten başarılı oldular.

Aynı dönemde hükümetler ve kimi sivil toplum örgütleri, hayvan deneyleri yerine kullanılabilecek yöntemler üzerinde çalışan araştırma kuruluşlarını parasal olarak desteklemeye başladılar. Avrupa ve Amerika'da bilim adamlarının ve toplumun hayvanlara yaklaşımı hızlı ve köklü bir değişime uğruyordu. Gerek toplumda gerekse bilim adamlarında hayvan deneylerine karşı duygusal bir tepki oluşmaya başladı.

Toplumun hayvanlara bakışı ve bilim adamlarının da hayvan deneylerini sorgulamaya başlaması sonucunda, bugün yalnızca deneylerde kullanılan hayvan sayısı yarıya düşmedi, uygulanan deney yöntemlerinde de değişiklikler yapılmaya başlandı. Ancak tüm bunların olmasında kuşkusuz en büyük pay, hayvan hakları savunucularının baskısıyla çıkarılan yasa ve düzenlemelerindi.



Avrupa ve Amerika'da çıkarılan bu yasalar sayesinde, deneylerde, hayvanların yararına kimi düzenlemeler yapıldı. Laboratuvarlar sürekli izlenmeye ve yasaya uymayanlar cezalandırılmaya başlandı.

Ancak hayvan deneylerine duyulan gereksinmeyi çok daha radikal biçimde sınırlandıracak, belki de tümüyle ortadan kaldıracak bir gelişme, gen mühendisliği alanında kaydedilen göz kamaştırıcı ilerlemeler ve insanın gen haritasının hemen hemen tamamlanmış olması. 21. yüzyıl tıbbının temel araçları, artık hayvan kültürlerinde oluşturulmuş moleküller, hayvanlardan alınmış organlar, hayvanlar üzerinde denenmiş ilaçlar ya da cerrahi teknikleri değil. İnsanın kendi kök hücrelerini kontrol altına alması, yakında kendi bedenini, kendi hastanesi, ya da yedek hücre, doku, hatta yedek organ bankası haline getirebilecek belki de. Artık yıpranan kaslarımızı, kendi büyüme etkenlerimizle güçlendirebileceğiz. Bunu da postacı virüsler aracılığıyla, moleküler motorlarla dolaşım sistemimizde yol alan biyolojik araçlarımızla yapabileceğiz. İnsan artık kendi bedenini daha iyi tanıyor. Kendi genetik şifresini çözmek üzere. Artık kendini tanımak için farelere, hatta primatlara eskisi kadar muhtaç değil. Bu bilgilerle donanmış, kendini daha iyi tanıyan insan, kuşku yok ki daha "insancıl" olacak. Bu gezegenin yalnızca kendine ait olmadığını, kendisine sunulmuş çok nadide bir çiçek olan yaşamın, bu ayrıcalığı paylaşan başka türlerle birlikte sürdürülebileceğini ve bir anlam olduğunu kavrayacak…

Gülgûn Akbaba, Çağlar Sunay

Kaynaklar

Botting, J. H., Morrison, A. R., Animal Research is Vital to Medicine, *Scientific American*, Şubat 1997

Ditfurth H. *"Dinozorların Sessiz Gecesi"*, İstanbul, 1994.

Mukerjee, Madhusree, Trends in Animal Research, *Scientific American*, Şubat 1997

Pieper A. *"Etiğe Giriş"*, İstanbul, 1999.

Tuna G. *"Hayvan Hakları"*, Ankara 1999.

Nature, 16 Mart 2000, "Protestocular Primat Çiftliğini Güç Uygulayarak Kapattılar"

Aktüel, 11 Mayıs 1998, "Eko Teröristler"

www.mrmcmed.org/crit3.html

www.animalliberation.org.au

www.istabip.org.tr/hf197.html

http://www.fbresearch.org/nobels.html

http://www.sfn.drg/pubs/handbook/introduction.html

http://www.the-scientist.lib.upenn.edu/yr1996/august/opin–960819.html

Bir Bilim Dalının Doğuşu



17 Ağustos Kocaeli ve 12 Kasım Düzce depremlerinden sonra yapıların birçoğununun göçmesine zeminlerin neden olduğu saptandı. Bu binalar yapılırken mutlaka zeminlerinin incelenmesi gerektiği birçok mühendisce açıklandı. Hatta öyle ki, zeminlerin depreme dayanıklı olup olmadığını merak eden birçok kişi, bilgisi olmayan kişi ve kurumlara zemin etüdü yaptırdı. Bugünkü Türkiye'de zemin mekaniğini bilen ve yapıların tasarımında zemin mekaniğini uygulayan çok az kişi vardır; oysa zemin mekaniği bilgisi metodolojik olarak ilk kez Türkiye'de geliştirildi ve uygulandı. Bugün gelinen noktaysa şu: Gelişmiş ülkelerde zemin etüdü yapılmadan inşaat projesi tasarımı yapılmazken Türkiye bunu yeni keşfediyor.

Zemin mekaniği, inşaat mühendisliğinin altbirimidir. Doğal olarak, zemin etüdü yapacak kişinin inşaat mühendisi olması gereklidir; fakat yeterli değildir. Bugün anladığımız zemin mekaniği bilimsel olarak ilk kez Karl von Terzaghi tarafından, 1920 yıllarında bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi ve Boğaziçi Üniversitesi'nde geliştirilmeye başlanmış, tüm dünyaya duyurulmuştu.

Karl Terzaghi 1883 yılında Prag'da (o tarihte Avusturya İmparatorluğunun parçası) asker bir ailenin oğlu olarak dünyaya gelir. Daha yedi yaşındayken babasını yitirir. 10 yaşına geldiğinde geleneksel olarak askeri okula gönderilir Terzaghi. İkinci yılında askeri okulun kendisi için iyi bir seçenek olmadığına karar verir ve daha çok coğrafyayla ilgilenir. Yıllar geçtikçe Terzaghi'nin ilgisi daha çok teorik bilgiye, özellikle de gökbilime yönelir.

1898 yazında Graz Landes-Oberrealschule giriş sınavlarına hazırlanır ve kazanır. Yeni okuluna başlarken doğa bilimleri profesörü Hoffer'den etkilenir. 1899 yılının yazında, kendi doğa bilgisini ölçmek için Avusturya Alpleri'nde yerbilim çalışmaya başlar. Doğayı çok sevdiğini gören dedesi, Terzaghi'nin Graz Teknik Üniversitesinde inşaat mühendisliği okumasını ister; fakat öneri "eski kuşaktan" geldiğinden tepkisel olarak makine mühendisliği okumaya karar verir. Derslerin mesleğe yönelik dersler olduğunu görünce makine mühendisliğinden sıkılmaya, okulu asmaya ve tabii ki dağlara tırmanmaya başlar. Bu arada felsefe, fen bilimleri ve yerbilim dersleri almayı asla ihmal etmez. Terzagihi'nin hayatı bir süre böyle devam eder tâ ki Prof. F. Wittenbauer ile tanışıncaya kadar. Terzaghi artık kendini yönlendirecek ve doyuracak birisine rastlamıştır ve bu da kendi hayatının düzene girmesine yardım edecektir. Tam bu sırada Terzaghi'nin bazı disiplin suçları yüzünden üniversiteden atılması gündeme gelmiştir. Prof. Wittenbauer, Terzaghi'yi kurtarmak için savunmaya gelir ve: "Graz Teknik Üniversitesi'nden Tesla ve Riegler atılmıştır. Nicola Tesla AC motorunu üreterek elektrik teknolojisinde bir devrim, Riegler de buhar türbinini yarattı... Öğretim üyelerimiz okuldan atılacak öğrencileri seçmede başarılı değildir" diyerek sözünü tamamlar ve Terzaghi okulda atılmaktan kurtulur. Mezun olduktan hemen sonra makine mühendisi olarak çalışmaya başlar ve bu işten hoşlanmadığını görünce, önerildiği gibi inşaat mühendisi olmaya karar verir. Graz Teknik Üniversitesi'nde yerbilim ve köprü mühendisliği okur, ilk araştırmasını "Güney Styria marine tersces"lerinde yaparak yayımlatır.



1906 yılında Terzaghi, beton tasarımı ve yapımı uzmanı olarak, Adolf Baron Pittel'de çalışmaya başlar. Her nekadar Terzaghi bu işi yapacak bilgilerinin olmadığını düşünerek çalışmaya başlarsa da, firmanının hidroelektrik enerji üretim işleri almasıyla, kendine güven duymaya ve bilgi açığını kapatmak için çalışır. Terzaghi hidroelektrik santralların tasarımında jeolojinin önemini çok çabuk kavrar. Yıllar geçtikçe, yerbilim bilgilerden yoksun olarak yapılan mühendislik yapılarından doğan problemleri çözmek için Terzaghi aranan mühendis olmaya başlamıştır. 1911 yılında, Rusya'da endüstri tanklarının tasarımında karşılaşılan problemleri çözmek için grafiksel metodlar hazırlar. Hazırladığı bu metodu doktora tezi olarak, Graz Teknik Üniversitesi'ne sunar ve yapılan doktora sınavını başarıyla geçer. Daha sonra yaptıklarını Prof. T. Pöschl ile kitap haline dönüştürerek yayımlatır. Ardından Amerikan Jeoloji Kurumunun yapmış olduğu çalışmalardan yararlanmak ve öğrendiklerini Avus-

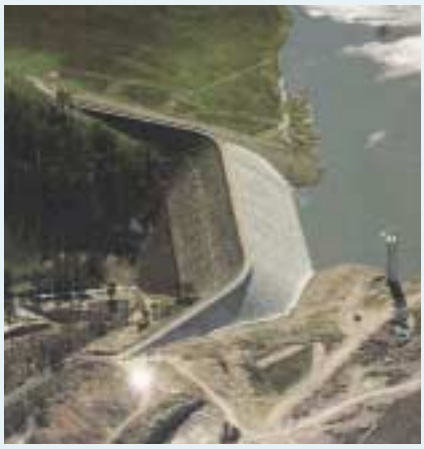
turya'da uygulamak için 1912'de Amerika'ya gider.

Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemlerinde, mühendislik ve askeri ögrencilerinin tümünün eğitimlerininin bir bölümünü Almanya'da yapmaları zorunludur. Avusturya, Almanya'nın entellektüel rakibi olarak, bazı Osmanlı öğrencilerini kazanmak amacıyla Prof. P. Forchheimer'ı, o zamanki Hendese-i Mülkiye, bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi'ne dekan olarak gönderir. Prof. Forchheimer, Graz Teknik Üniversitesi'nden çok etkilendiği Terzaghi'yi burada ders vermek üzere davet eder.

Terzaghi İTÜ'de hayal kırıklığına uğrar; çünkü öğretim üyelerinin mühendislik araştırmaları diye bir şey bilmediklerini, araştırma laboratuvarları ve parasının olmadığını ve öğrencilerin Graz'dakiler ile karşılaştırıldıklarında kendine güven ve enerjiden yoksun olduklarını görür. Yine de, öğretme şansı bulmuş olmasından ve entellektüel bir çevrede bulunmaktan hoşnuttur.

Zeminlerin mühendislik malzemesi olarak tanıtılabilmesi için, ne kadar yük altında ne kadar deforme olacaklarının bilinmesi gerekir. Oluşan deformasyonu kuantatif olarak belirleyebilmek için ölçüm aletlerinin geliştirilmesi gerekir. Terzaghi de bu amaç için kumlar üzerinde metodolojik olarak çalışmaya ve alet geliştirmeye başlar. Oluşturduğu laboratuvar, mutfak malzemeleri, boş sigara kutuları, demir parçaları, ve pazardan almış olduğu eski bir teraziden ibarettir. Araştırma için bütçesi olmadığından bir çok şeyi arkadaş olduğu anahtarcıdan alır veya yaptırır. Yaptığı deneylerle belirli bir derinlikte istinat duvarı üzerinde oluşacak yanal basınç değerlerini belirler. Bulduğu sonuçlarsa bugün hâlâ geçerliliğini korumaktadır.

Bir süre sonra İstanbul, İngilizler tarafından işgal edilir. Üniversitenin işgaliyle de Terzaghi işsiz kalır. Ama işsizlik uzun sürmez. Robert College'da (bugünkü Boğaziçi Üniversitesi) termodinamik ve gaz teknolojisi derslerini verecek birini arıyordur. Terzaghi geciçi olarak Robert College'da çalışmaya başlar. Burada bir yandan mühendislik jeolojisi, kum kaynaması (quick sand), kil setler, sondaj ekonomisi ve kireç taşları üzerindeki yapılar



üzerine kafa yorarken, barajlarda oluşan kum kaynamalarını analiz etmek için bu konudaki ilk deneyini de gerçekleştirir. Prof. Forchhemier'in elektrik akım anolojisini kullanarak kum kaynaması problemini çözmek ister; fakat problem matematiksel olarak çok karmaşıktır. Bunun için kuramı geliştiren Prof. Forchhemier'den yardım ister ancak olumlu bir yanıt alamaz. Yılmadan Robert College'dan almış olduğu küçük araştırma parasıyla laboratuvar kurarak, kumların geçirgenliğini ve kum kaynamasını oluşturan koşulları belirler. Şimdi sırada killerdedir. Terzaghi kendi kendine, toprak yapılardaki problemleri gerçekçi olarak çözebilme başarısının, tamamen bu alanda zeminlerin mekanik özelliklerini ölçecek ekipmanların başarısına bağlı olduğunu düşünür ve zeminlerin mekanik özelliklerini test edecek ekipmanlar çizerek bunlardan elde edilecek sonuçların nasıl yorumlanacağını yazar. İşte bu çizimler zemin mekaniğinin doğuşudur.

Daha sonra toprak yapıları bilimsel tabana oturtmak için gerekli olan killerin mukavemet parametrelerini belirleyen bir rapor hazırlar. İlk önce, basit bir sistem ile kil mineralleri arasındaki sürtünme açısını belirlemeye çalışır; sonra su geçirgenliğini ölçmek için bir permeametre tasarlar. Killerin mekanik özelliklerini belirlemek için bir anahtarcıya bir haftada yaptırmış olduğu ilk odömetre aletiyle deney yapmaya başlar. Ancak killerle çalıştıkça yanıttan çok sorunla karşılaşır. Killer üzerindeki yükü aşamalı olarak artırdığında, oturmanın ilk anda hızlı ve daha sonra yavaşladığını gözlemler. Bu ve bundan sonraki çalışmalar Terzaghi'nin dışarı çıkabilir boşluk suyu basıncının nasıl çalıştığını anlamasına ve geliştirmesine neden olur. Killer üzerinde yapmış olduğu çalışmayı, 12 sayfalık bir makaleye dönüştürerek, Avusturya Mühendisler ve Mimarlar odası dergisinde, 1920'nin sonunda yayımlatır.

1923 yılında yaptığı Toprakların Fiziğine Dayalı Zemin Mekaniği (Erdbaumechanik auf Bodenphsikalischer Grudlage) adlı çalışmasında, uygulanan dış kuvvetlerin suya doygun zeminlerde boşluk suyu basıncını geçici olarak artırdığını belirler ve kontaktaki zemin danelerinin, oluşan boşluk suyu basıncı tamamen yok oluncaya kadar uygulanan dış kuvveti hissetmeyeceklerini matematiksel olarak tanımlar. Bu da bugün modern zemin mekaniğin temelini oluşturan efektif gerilmenin tanımıdır. 1924 yılındaysa "Erdbaumechanik" kitabını tamamlar ve böylece herkesin yapıların inşasında zemin mekaniğinin önemini kavramasını sağlar. Bu sırada Robert College'ın eski profesörlerinden Paul Dike, MIT'de (Massachusetts Institute of Technology) bir görev için Terzaghi'yi önerir ve bu öneri kabul görür. Böylece 18 Haziran 1925'te Amerika'ya yolculuk bir kez daha başlar ve Terzaghi, MIT'de yaptığı çalışmalarıyla büyük beğeni toplar.

1928 yılında Viyana Teknik Yüksekokulu, Terzaghi'ye bölüm başkanlığı görevini önerir ve Terzaghi bu öneriyi kabul eder. 1929 yılında burada çalışmaya başlar ve bu yeni bilim dalına Artur Casagrande, Leo Casagrande, Leo Rendulic, Jull Hvorslov, Wilhelm Steinbrenner, Richard Jelinek gibi önemli isimleri kazandırır. 1936 yılında Terzaghi tekrar Amerika'ya giderek Harvard Üniversitesi'nde ders vermeye başlar. Daha sonra da bir çok üniversite ve ülkeye davet edilir ve onursal doktorayla ödüllendirilir. Ne yazık ki Ekim1963'de, çok istediği mühendislik jeolojisi kitabını bitiremeden yaşama veda eder. Gerideyse hem bir bilim dalı hem de dünyanın her tarafında yetiştirdiği ögrenciler bırakır.

Abidin Kaya
Prof. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi
Arkadaşım Alan Kropp'a "Karl Terzaghi: The Engineer as Artist" kitabını hediye etme inceliğini gösterdiği için kendisine teşekkür ederim. Prof. R. Goodman'e kitabını çevirmeme izin veriği için de kendisine teşekkür ederim.

Kaynak
Goodman, R. E., *Karl Terzaghi: The Engineer as Artist*, ASCE press, 1999

Etkileşime Dayalı Bir Olasılık Hesabı

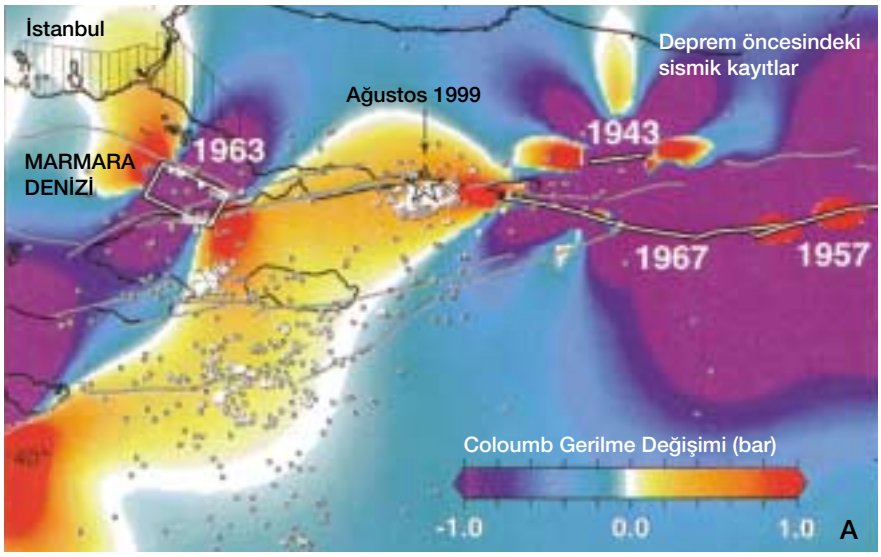
İstanbul Yakınlarında Olası Bir Deprem

Marmara Denizi yakınlarındaki Kuzey Anadolu Fay sisteminde, son 500 yılda oluşmuş depremler dikkate alınarak, 10 milyondan fazla insanın yaşadığı İstanbul'da büyük bir depremin meydana gelme olasılığı hesaplandı ve geçtiğimiz binyıl boyunca İstanbul'da meydana gelen depremlerin sıklığı, deprem kataloğuyla karşılaştırıldı. Günümüzdeki uygulamalardan farklı olarak, 17 Ağustos 1999 (M=7.4) İzmit depremi nedeniyle İstanbul'a yakın faylara aktarılan gerilmenin, zamana bağlı etkisi dikkate alındı. Yapılan hesaplardan, önümüzdeki 30 yıl içerisinde İstanbul'a yakın bir alanda büyük bir deprem olma olasılığı %62 ± 15, önümüzdeki 10 yıl içinde ise %32 ± 12 olarak bulundu.

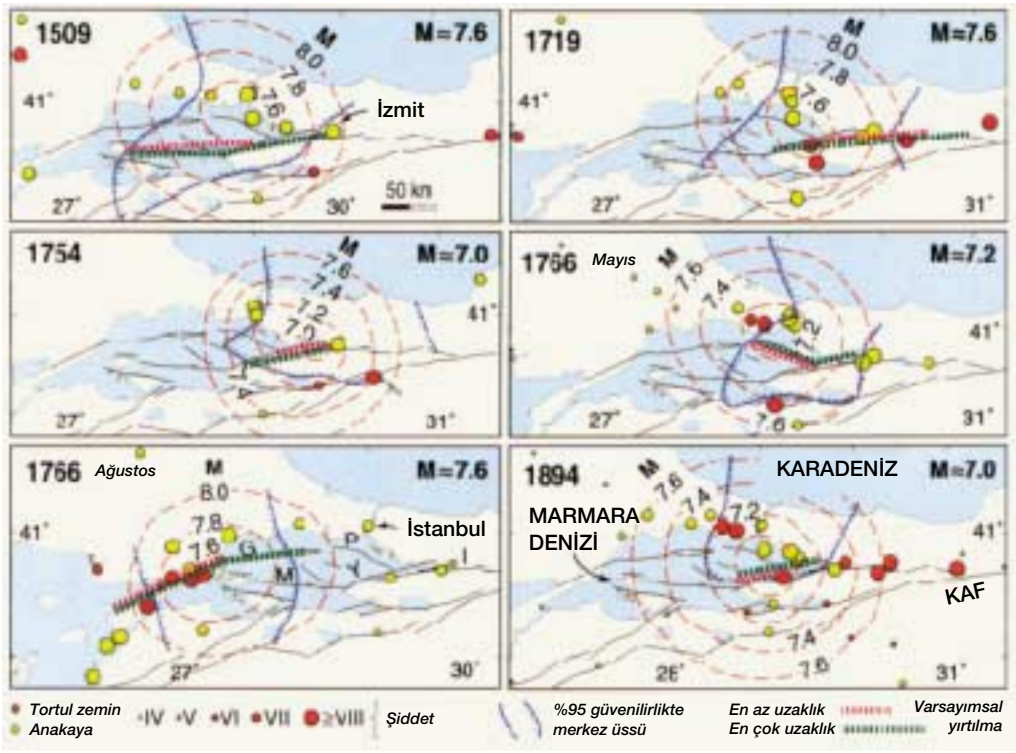
17 Ağustos 1999 (M=7.4) İzmit ve 12 Kasım 1999 (M=7.2) Düzce depremleri 18000 kişinin ölmüne, 15400 binanın yıkılmasına ve 10-25 milyar dolarlık hasara yol açmıştı. İzmit depremi, 1939 yılından bu yana batıya doğru göç eden 7 büyük depremin en sonuncusudur. Bu deprem bölgesinin hemen kuzeyinde bulunan ve çok hızlı bir biçimde büyüyen İstanbul'daysa, son 1500 yılda, 12 büyük deprem olmuş, ağır hasarlara yol açmıştı. Bu çalışmada İstanbul'daki deprem olasılığı, yeni bir yöntem olan, "depremlerin birbirleriyle etkileşimi" dikkate alınarak hesaplandı. Bu yeni yaklaşımda, faylar üzerindeki gerilmenin uzun dönemdeki yenilenmesinin, yakınlardaki diğer faylar üzerinde meydana gelen depremlerden etkilendiği kabul edildi. Diğer bir deyişle, bir fay üzerinde oluşan bir deprem, yakınındaki faylar üzerinde biriken gerilmenin artmasına ya da azalmasına yol açıyor.

İstanbul'a doğru ilerleyen 60 yıllık depremler zincirinin, depremlerin birbirini tetiklemesinin bir sonucu olduğu kabul ediliyor. Bir deprem, üzerinde oluştuğu faydaki gerilmeyi azalatırken, komşu faylar üzerindeki gerilmeleri değiştirir. Deprem sonrası yapılan çalışmalar, sismik aktivitenin gerilmenin arttığı alanlarda arttığını, gerilmenin azaldığı alanlardaysa azaldığını ortaya koymuştur. İzmit depremi ve öncesinde oluşan öncü depremler, yani 1939'dan bu yana magnitüdü 6.5'ten büyük depremler nedeniyle, 1-2 bar'lık gerilim artışının olduğu bir alanda meydana gelmişti (Şekil 1A, 1B) (1). Buna karşılık İzmit depremi, Düzce depreminin meydana geldiği bölgede, yani kırığın doğusunda kalan bölgede, gerilimi 1-2 bar arttırırken, artçı depremlerin yoğun olarak meydana geldiği diğer bir alan olan kırığın batı tarafındaki bölgede, gerilimin 0.5-5 bar artmasına yol açmıştır (Şekil 1B). Bu gerilim değişiminin küçük ve büyük depremlerin oluşumuyla ilişkisi Ferrari ve diğerlerince de saptanmıştı. Bu da, deprem olasılığı çalışmalarında "gerilim transferi"nin de hesaba katılması gerektiğini ortaya koyuyor.

Bir deprem katoloğuna dayanılarak

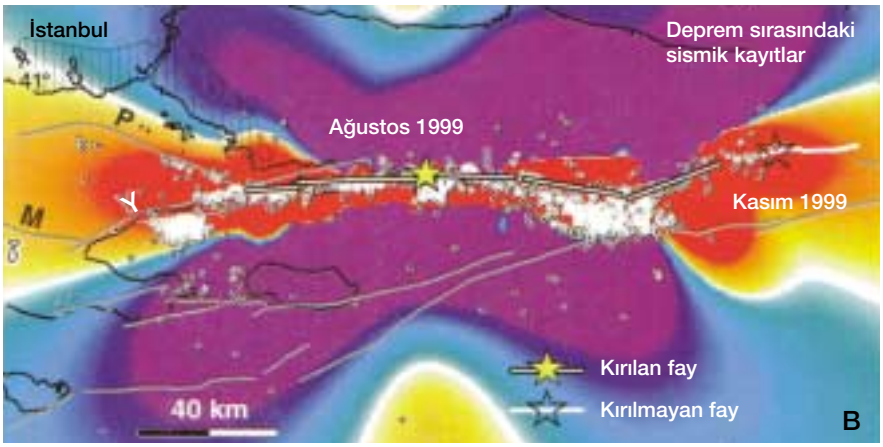


Şekil 1A. 1900 yılından bugüne değin oluşan depremlerin neden olduğu gerilim değişikliği gösteriliyor. Bu şekilde, en uygun yönde, düşey konumlu doğrutu atımlı faylar üzerinde, 0 ile 20 km derinlikleri arasında meydana gelen en çok Coulomb gerilme değişimleri gösteriliyor (1). IZINET'in kurulmasından bu yana (1993-Temmuz 1999) elde edilen sismik veriler, şekilde verilen bölgeyi eşit bir biçimde kapsıyor. Hesaplanmış gerilim artışları; yükselmiş sismisite oranları ve henüz o tarihlerde gerçekleşmemiş olan 17 Ağustos 1999 İzmit depremi ile ilişkilidir. Gerilimin azaldığı alanlarda sismik aktivitenin düşük olduğu gözleniyor. 17 Ağustos 1999 İzmit depreminden önce yapılan iki çalışmada bu bölgede gerilimin arttığı ve gelecekte olacak bir deprem tehlikesi rapor edilmişti.



Şekil 2. 1500 yıldan bu yana meydana gelmiş depremler. Şiddetler (noktalar) Ambraseys ve Finkel ve Finkel ve Ambraseys tarafından çeşitli kaynaklardaki depremlere ait hasarlardan söz eden tanımlamaları derledikleri çalışmalarından alınmıştır. Kesikli kırmızı çizgilerden oluşan konturlar, herhangi bir bölge için verilen gözlemlere uygun olması için depremlerin moment cinsinden büyüklüğünü (M) verir. Çünkü deprem merkezi, gözlem alanından ne kadar uzak olursa, M de buna uymak için o kadar büyük olur. Deprem yerlerinin belirlenmesindeki doğruluk payı bağıl şiddetlere bağlıdır. Depremin büyüklüğüyse kesin şiddetlerin bir fonksiyonudur. M değeri, %95 doğruluk payıyla küçültülerek, depremler faylara atfedilmiştir (3, 4). Y Yalova, P Adalar, M Marmara ortası, I İzmit, G Ganos ve KAF ise Kuzey Anadolu faylarını gösteriyor.

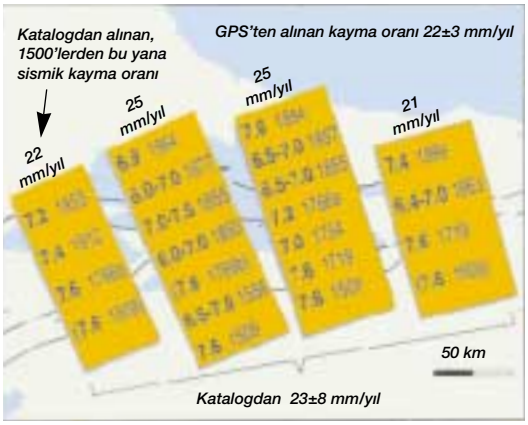
yapılan deprem olasılık analizi, bu kataloğun kendisinden daha iyi olamaz. Yapılan genel gözlemler, en son gerçekleşen depremden bu yana, geçen zamana bağlı olarak artan olası bir deprem tehlikesini, yani bir deprem tekrarlanma sürecini destekler. Bu biçimdeki bir yenilenme olasılığının hesaplanması için, her bir fay üzerinde oluşmuş birkaç büyük depremi gösteren ve depremlerin büyüklüklerini, benzer olayların oluşma aralıklarını ve her fay üzerindeki en son depremden bugüne geçen zamanı doğru bir biçimde belirleyebileceğimiz ideal bir kataloğa gereksinim vardır. Sayıları çok az olan bu kataloglardan biri de Ambrassey ve Finkel'in Marmara Denizi çevresinde, M. Ö. 1500'den bu yana meydana gelen depremlerin tanımlandığı, bir çok belgeden yararlanarak hazırladıkları bir tarihsel deprem kataloğudur (The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review, 1500-1800). Bu katalogda, 200 depreme ait hasar tanımlarından yararlanılarak, Mercalli eş deprem şiddeti eğrileri (MMI) belirlenmiş ve değerlendirilmiş. Ardından ampirik azalım ilişkisinden yola çıkılarak, MMI'den bu depremlerin büyüklüklerinin ve merkezlerinin bulunması için Bakun ve Wentworth'un metodu kullanılmış. Bu bulgular, Marmara Denizi çevresinde olu-



Şekil 1B. Y işaretinin güney doğusundaki Yalova deprem kümeleri ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri gibi İzmit depreminin artçı sarsıntıları (depremden 12 gün sonra IZINET'den alınan verilerden), depremin neden olduğu gerilim artışı ile ilişkilidir. Y Yalova, P Adalar, M Marmara ortası ve I İzmit faylarını gösteriyor.

şan, aletsel olarak kaydedilen ve MMI'si bilinen depremlerle (4) karşılaştırılıp yeniden yorumlanmıştır. Deprem yerlerindeki belirsizlikler tamamiyle MMI'ndeki tutarsızlıklar ve yetersizliklerden kaynaklanıyor.

Bu katalogda, Marmara Denizi ve civarında 1500 yılından bu yana meydana gelmiş ve şiddeti 7'den büyük 9 depremi içeriyor. Aletsel kayıt dönemi öncesinde (1900 yılı öncesi) oluşan 6 büyük depremin şiddeti, depremi meydana getirebilecek yeterli uzunluğa sahip faylar çevresinde (%95 doğruluk payı ile) en az olarak alınmıştır (Şekil 2). Deprem sonucu meydan gelen yeryüzü kırıklarının uzunluğu ve ortalama atım miktarları, kıtalardaki doğrultu atımlı faylar üzerinde meydana gelen depremlerin şiddetleriyle bu parametreler arasındaki ilişkiye bakılarak, elde edilen deneysel formüller kullanılarak hesaplandı. Marmara Denizi içindeki fayların karakterleri ve yerleri hakkında farklı görüşler bulunmakla birlikte, bu çalışmada Parke ve diğerlerinin sismik araştırmalardan elde ettiği sonuçlar dikkate alınmış; İstanbul'da şiddetli bir deprem oluşturmaya uygun 4 fay belirlenmiştir; Yalova, İzmit, Adalar ve orta Marmara fayları. İzmit'te meydana gelen iki depremden (1719, 1999), bu bölgede, yaklaşık her 280 yılda bir deprem olduğu sonucuna varılır. Yalova fayı üzerinde



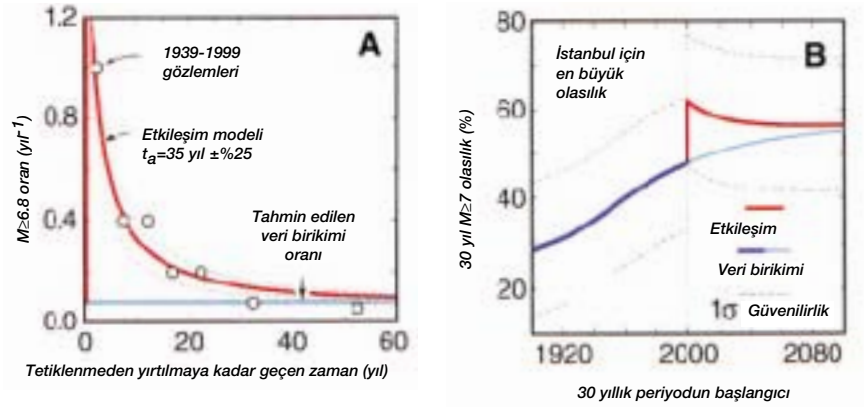
Şekil 3. 500 yıllık kataloğa bağlı kalınarak yapılan Şekil 2'den elde edilen sismik kaymalar, Marmara Denizi ve yakınındaki Kuzey Anadolu Fay sistemine dik alınan dört kesitte özetlenmiştir. Büyüklüğünün yaklaşık 7 ve üzerinde olduğu aletsel verilerle kesin bilinen ya da böyle olduğu hesaplanan bütün tarihsel depremler kullanılmıştır. Ortalama sismik enerji, açığa çıkma oranı GPS verilerinden elde edilen enerji birikimini dengelemektedir. Parantez içinde verilen depremlerin verilen kesitlere kadar uzanıp uzanmadığı tam olarak belli değildir (1766a Mayıs; 1766b Ağustos).

meydana gelen üç depremden (1509, 1719, 1894), deprem tekrarlanma süresinin burada yaklaşık 190 yıl olduğu ortaya çıkar. Adalar ve orta Marmara faylarındaysa, sırasıyla 1766 ve 1509 yıllarında birer deprem olduğu belirlenmiştir. Bu faylar için deprem tekrarlanma aralıkları, katalogdaki bu depremlere ait atım miktarlarının, GPS (Global Positioning System) verilerinden elde edilen kayma hızlarına bölünmesiyle elde edildi. Hesaplamalar Adalar fayı için yaklaşık 210 yıl, Marmara ortası fayı için yaklaşık 450 yıllık bir deprem tekrarlanma aralığını ortaya koyuyor. Buradan da, bu dört faydan en az ikisinin deprem tekrarlanma zamanının çok yaklaşıldığı sonucu ortaya çıkıyor.

Katalogdaki depremlerin büyüklüklerini, yerlerini ve tekrarlanma sürelerinin doğruluğunu sınamanın yollarından biri, küçük büyük depremlerin bağıl bolluğunun, b değeri (Gutenberg-Richter ilişkisi: Deprem magnitüdüyle deprem sayısı arasındaki bir fonksiyonun eğim değeri) ile karşılaştırılması, diğeriyse GPS'den elde edilen gerilim birikiminin, kataloglardan elde edilen sismik gerilim boşaltımıyla tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesidir. Katalogdaki sıklık-büyüklük (frequency-Magnitude) ilişkisinden b değerinin, dünya ortalamasına yakın olarak, en büyük olasılıkla 1.1 olduğu hesaplandı. Faylar üzerinde sünümlü kaymanın (deprem oluşturmadan fayın sürekli kayması-aseismic creep) gözardı edilecek düzeyde olduğu kabul edilirse, yeterince uzun bir zaman boyunca, depremler tarafından açığa çıkartılan enerjinin, faylardaki yüklenme nedeniyle oluşan enerjiyi dengelemesi gerektiği ortaya çıkar. Marmara Denizi ve yakınındaki Kuzey Anadolu Fayı'nın katologda hesaplanan kayma hızıyla (23.5±8 mm/yıl) GPS verilerinden elde edilen kayma hızı (22±3 mm/yıl) karşılaştırıldı (verilen bütün bu hassasiyetler bir standart sapmadır) (Şekil 3). b~1 değeri için, enerjinin büyük bir kısmı büyük depremlerce açığa çıkarılıyor. Bu nedenle, GPS ile katalogdaki deformasyon arasındaki tutarlılık, M~7.6 dan büyük üç depremin yerlerinin ve büyüklüklerinin mantıklı sınırlar içerisinde olduğu anlamına geliyor.

Son 500 yılda oluşan depremleri içeren bu kataloğu sınamanın belki de en iyi yollarından biri, İstanbul'da MMI'nin yaklaşık VIII veya daha büyük olduğu bir sarsıntıyı oluşturabilecek potansiyele sahip olarak gördüğümüz üç fay için bulunan tekrarlanma zamanlarından, tahmin edilen, zamana bağlı olmayan Poisson olasılığının hesaplanmasıdır. Bu olasılık, her bir fay üzerinde oluşan birkaç depremin ortalamasından elde edilen bir değerdir ve gelecekteki otuz yıl için %29±15 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, İstanbul'da M.Ö. 447 ile M.S. 1508 tarihleri arasındaki bin yıllık dönemde MMI'nin yaklaşık VIII ya da daha büyük olduğu depremleri içeren katalogdan elde edilen Poisson olasılığıyla karşılaştırılabilir. Bu katalog, depremlerin yerleri hakkında kesin bir bilgi olmadan, Poisson hesaplamasında kullanılan uzun dönem tekrarlanma aralıklarını verir. M.Ö. 447 ile M.S. 1508 tarihleri arasında en azından 8 deprem İstanbul'da ciddi hasarlara yol açmıştı. Bu da, İstanbul'da önümüzdeki 30 sene içerisinde kuvvetli deprem olma olasılığının, katalogdan hesaplanan değere yakın olarak, %20±10 civarında olduğu anlamına gelir. Dolayısıyla son 500 yılda oluşan depremleri içeren katalogdan elde edilen deprem tekrarlanma süreleri, öteki kaynaklardan elde edilen sürelerle tutarlılık gösterir.

Üzerinde gerilimin arttığı fayların, gerilimi değişmemiş diğer faylardan daha önce kırılacağı göz önünde tutulalarak, deprem olasılık hesaplarına deprem tekrarlanması ve gerilim transferi de eklenmiştir. İstanbul'un 50 km yakınında olan üç faydan ikisinin deprem tekrarlama döneminin sonlarında olduğu kabul edildiğinden, yenilenme olasılığı Poisson olasılığından daha yüksektir. Ayrıca, gerilim transferinin



Şekil 4. A. Gerilim transferine olan geçici reaksiyon. Gelecekte oluşacak deprem merkezlerinde gerilimin ≥0.5 bar arttırıldığı, şiddetleri 6.8 ve daha büyük olan, Kuzey Anadolu Fayı'yla ilişkili 13 deprem, zamanın bir fonkiyonu olarak çizilmiştir. Deprem oranı, Dieterich tarafından ve kendi araştırmalarımızdan da tahmin edildiği üzere (5), artçı depremlere benzer biçimde zamanla ters orantılı olarak (t -1) azalma gösterir. B. İstanbul'da MMI~> VIII şiddetinde bir sarsıntıya neden olabilecek, M≥ 7'den büyük bir depremin olma olasılığı, zamanın bir fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Üç fayın her biri için olan olasılıklar birbirleriyle toplanmıştır (6). Büyük, ancak zamanla azalan olasılık artışına 17 Ağustos 1999 İzmit depremi neden olmuştur. "Veri birikimi" (Background) deprem yenilenmesinden kaynaklanan olasılığı işaret eder; "Etkileşim" (Interaction) ise gerilim transferini ve deprem yenilenmesini içerir. Açık mavi renkli çizgi, 17 Ağustos 1999 İzmit depreminin meydana gelmediği var sayılırsa bu durumdaki olasılığı vermektedir.

neden olduğu kalıcı gerilim artışı, zamanla azalan geçici gerilim artışı tarafından daha da artırılır. Bu geçici artış, hız ve konuma bağlı sürtünmenin bir etkisi sonucunda oluşur ve birbiri ardına olan depremler, deprem kümelenmesi ve artçı depremlerin oluşumu gibi doğal sismik olaylarda ve laboratuvar deneylerinde gözlemlenen davranışları tanımlar. Geçici azalmanın süresi, Kuzey Anadolu Fay kuşağında bir depremin oluşmasıyla, bunun diğerini tetiklemesi arasında geçen zamandan yararlanılarak hesaplanmıştır (Şekil 4.A). Hesaplamalarda kullanılan parametreler yaklaşık olarak belirlenmiştir. Belirsizliklerin boyutu hakkında bilgi sahibi olmak için Monte Carlo simülasyonundan yararlanılmıştır (6). Buradan elde edilen olasılık fonksiyonları (Şekil 4B), her bir fay üzerinde meydana gelen en son depremden bu yana geçen zaman arttıkça, sürekli bir artış gösterirken, Ağustos ayında ani bir sıçramayı ve sonrasında azalmayı da gösteriyor. İstanbul'da önümüzdeki 30 yıl içerisinde kuvvetli bir sarsıntının (MMI ~,> VIII; yer sarsıntısı ivmesi 0.34-0.65g) olma olasılığı % 62±15 olarak hesaplanmıştır. Bu oran önümüzdeki 22 yıl için %50±13 iken, önümüzdeki 10 yıl için ise %32±12 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Hesaplamalara gerilim yenilenmesinin katılması ortalama zaman olasılığını ikiye katlarken, etkileşimin katılması bu olasılığı 1.3 kat arttırmaktadır.

Fay	30 Yıl (%) Etkileşim	10 Yıl (%) Veri Birikimi	1 Yıl (%) Etkileşim	Veri Birikimi	Etkileşim	Veri Birikimi
Yalova	33±21	22±18	14±11	7±7	1.7±1.7	0.8±0.8
Adalar	35±15	26±12	16±9	10±6	2.1±1.6	1.1±0.7
Marm. ort.	13±9	11±8	5±5	4±4	0.6±0.7	0.5±1.0
Toplam	62±15	49±15	32±12	20±9	4.4±2.4	2.3±1.5

Tablo 1. Mayıs 2000 tarihinden itibaren İstanbul'un 50 km civarındaki faylarda meydana gelebilecek deprem olasılıkları. "Toplam" üç fay için verilen olasılıktır (45). Verilen hata payları 1 standard deviasyon değerindedir. "Veri birikimi" yenilenmeyi, "Etkileşim" ise yenilenme ve gerilim transferinin neden olduğu etkileşimi vermektedir.

Geçtiğimiz 1500 yıl boyunca İstanbul'da ciddi boyutta hasara yol açan 12 deprem ve 30 yıllık Poisson ve ortalama zaman olasılıklarından hesaplanan %15-25'lik değer, İstanbul'da gelecekte yaşanacak önemli bir yıkımı doğruluyor. İstanbul yakınlarındaki bu faylaların deprem döngülerinin son döneminde olmaları (1894'den bu yana şiddetli bir depremin olmaması bunun bir göstergesidir) tekrarlanma olasılığını %49±15'e çıkarıyor. Hesaplamalar, 1999 İzmit depreminden sonra meydana gelen gerilim değişikliklerinin sismik aktiviteyi artırmasına neden olduğunu gösteriyor ve 7.2 büyüklüğündeki Düzce depreminin ve Yalova yakınlarında birçok artçı depremin meydana gelmesi de bunu doğruluyor. Yapılan bu hesaplamalar, 1999 İzmit depreminin, Marmara denizi altındaki faylar üzerindeki gerilmeyi aynı biçimde artırdığını ortaya koyuyor. Bu da etkileşime dayalı olasılık değerinin daha da yukarılara, %62±15'e çıkmasına neden oluyor.

Tom Parsons[1], Shinji Toda[2], Ross Stein[1],
Aykut Barka[3], James H. Dieterich[1]

[1]*US Geological Survey,* [2]*Earthquake Research Institute, University Tokyo,*
[3]*Istanbul Technical University*

N. Ambraseys, T. Wright, E. Fielding, A. Ito, J. Parke, and C. Finkel'e görüşlerini ve ön sonuçlarını bizimle paylaştıkları için, W. Bakun'e bilgisayar yazılımı ve bu makaleyi gözden geçirdiği için ve J. C. Savage, and W. Thatcher, C. Straub, and S. Kriesch'e makaleyi gözden geçirdikleri için teşekkür ederiz. Desteklerinden dolayı SwissRe'ye ayrıca teşekkür ederiz.

Dipnotlar:

1. Coulomb kırılma gerilmesi ($\Delta CF \equiv \Delta|\tau_f| + \mu'(\Delta\sigma_n)$, $\mu' = \mu(1 - B_d)$) olarak hesaplanır. Burada $\Delta\tau_f$ gerilimdeki değişiklik, μ sürtünme katsayısı, $\Delta\sigma_n$ normal gerilmedeki değişiklik ve B_d Skempton katsayısıdır. Gerilme değerleri yarı uzayda oluştuğu varsayılan bir elastik yerdeğiştirme modelinden bulunmuştur. Viskoelastik etkiler hesaba katılmadı. İzmit depremi için InSAR'dan (radar uydu interferometrisi) elde edilmiş bir kayma modeli kullanılmıştır; diğer depremlere ait kayma modelleri Nalbant ve diğerlerinden ve Stein ve diğerlerinden alınmıştır. Toplam atımı büyük olan diğer doğrultu atımlı faylarda tespit edildiği gibi, sürtünme katsayısı 0.2 olarak alınmıştır. Kırılmaya müsait bir konumda, sağ yönlü doğrultu atımlı fayların D-B yönünde uzandığı, K55∞B yönünde sıkışan, 100 bar'lık bir deviatorik tektonik gerilim kullanılmıştır.

2. İki tür ihtimal dağılımı kullanılmıştır. μ ve α 'nın sırasıyla ortalama tekrarlanma zamanı ve değişken katsayısını gösterdiği ve $(\mu/2\pi\alpha^2 t^3)exp((t-\mu)^2/(2\pi\alpha^2 t))$ şeklinde tanımlanan Matthews'un Brownian geçiş zaman fonksiyonlarıdır. Ayrıca, zamana bağımlı hesaplamalar için lognormal dağılım metodu kullanılmıştır. Hiç bir katalog, tekrarlanma süresinin değişken katsayısını hesaplamak için yeterli olamamaktadır ve bu nedenle 0.5 gibi makul bir değer alınmıştır.

3. di'nin deprem merkezi ile deprem eş şiddet eğrileri (MMI) arasındaki mesafeyi gösterdiği
$M_i = (MMI_i + 3.29 + 0.0206 d_i)/1.68$
formulasyonu, hem aletsel gözlemlerin, hem de şiddet zonlanması gözlemlerinin yapıldığı, Kaliforniya'da meydana gelmiş 30 depremden elde edilmiştir. Bu ilişkideki RMS turarlılığı, 5X5 km aralıklı gridler halinde rastgele alanlarda hesaplanmıştır. MMI'nin VI'den küçük olduğunu gösteren raporlar hesaba katılmamıştır. MMI'nin VIII'den büyük olduğunu gösteren gözlemler VIII olarak alınmıştır. Çünkü VIII'den büyük sarsıntılardan emin olmak için binalardaki hasarların dışında diğer bazı gözlemler gerekmektedir. Ayrıca çok dayanıksız bir şekilde inşa edilmiş yapılar için MMI=VIII olabilir.

4.1912 Ms=7.4 Saros-Marmara (360 intensiti), 1963 Ms=6.4 Yalova (11 intensiti) ve 1999 M=7.4 (185 intensiti) İzmit depremlerinin şiddet dağılımları kalibre edilmiştir. Deprem merkezleri ve büyüklüklerindeki hata payını hesaplamak için 1912 ve 1999 depremleri için rastgele 50 ve 25 (tarihsel depremler için ortalama bir değer) intensiti değeri seçilmiştir. Buradan, deprem merkezlerinin, %5 bir hata payıyla, ±50 km çaplı bir alan içinde sınırlandığını, bulunan deprem büyüklüklerinin ise ±0.3 bir hata payına sahip olduğu hesaplanmıştır. Lokasyon düzeltmesi yapılmamıştır. Çünkü deprem merkezlerinin çoğunlukla sedimenter alanlarda olduğunu gösteren her hangi bir belirtiye rastlanmamıştır. Ayrıca, bu tür düzeltmelerin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi, ayrıntılı jeolojinin bilinmesi ile mümkündür.

5. Gerilim değişmesinden sonra beklenen bir deprem oranında $R(t) = r_0 / [\exp(-\Delta\tau/a\,\sigma) - 1]\exp(-t/t_a) + 1$ geçici gerilim değişimi, değişken Poisson işlemi $P(t, \Delta t) = 1 - \exp[-\int_t^{t+\Delta t} R(t')\,dt']$ yoluyla, Δt zaman aralığı boyunca verilen bir büyüklükte bir depremin meydana gelme olasılığı ile alakalı olabilir. Burada r_0 background sismisite oranı, $\Delta\tau$ Coulomb gerilim değişimi, a state/rate asli parametresi, σ toplam normal gerilme, t zaman ve t_a geçici azalma süresidir. Geçici olasılık değişimi kalıcı değişiklik üzerine eklenir. Bu durum, gerilimdeki değişikliğin sebep olduğu, beklenen bir depreme kadar geçen süredeki gecikme veya hızlanmadan kaynaklanmaktadır. Beklenen deprem sayısını $N(t)$ zaman aralığı Δt ile entegre edersek
$N(t) = r_0\{\Delta t + t_a \ln((1+[\exp(-\Delta\tau/a\,\sigma) - 1]\exp(-\Delta t/t_a))/\exp(-\Delta\tau/a\,\sigma))\}$
olur. Burada r_0 kalıcı olasılık değişikliği ile ilgili olan, beklenen deprem oranıdır. Bu oran $r_0 = (-1/\Delta t)\ln(1 - P_c)$ olarak tanımlanan sabit Poisson olasılığı denkleminden elde edilir. Burada P_c şartlı olasılık olup, herhangi bir dağılım kullanılarak elde edilebilir. Tekrarlanma aralığı ve bir deprem sonrası geçen zamana ilaveten, bu teknikde her bir fay üzerindeki gerilim değişiminin (burada her fay yüzeyi üzerine düşen ortalama olarak hesaplanmış gerilim değişmesi kullanılmaktadır), geçici gerilim azalmasının (Stein ve diğerlerindeki verilerden yararlanılarak yapılan Şekil 4A) ve gözlemlenen deformasyon oranından (0.1 bar/yıl) ve fay geometrisinden elde edilen, her bir fay üzerindeki gerilim hızı değerinin bilinmesi gerekmektedir. Hata miktarının sınırlarını tespit etmek için 1000 Monte Carlo araştırması yapılmıştır. Bu Monte Carlo simulasyonlarında kullanılan parametrelerden dört tanesi, 0.5 biçim faktörüne sahip deprem tekrarlanma zamanı hariç, her araştırmada 0.25 biçim faktörüne sahip bir normal dağılımdan rastgele çekilmiştir. Sırasıyla yapılan Monte Carlo araştırmaları Brownian geçis zamanı ve lognormal dağılımla yapılmıştır.

6. a-c fayları için birleştirilmiş olasılık formülasyonu $P = 1 - (1 - P_a)(1 - P_b)(1 - P_c)$, deprem tehlikesi için bağımsız bir kaynağın varlığını kabul eder. Çünkü gelecekte olacak etkileşimleri ve de yakın zamanda oluşan depremler dışında, geçmişte meydana gelmiş bütün depremler sonucu oluşan etkileşimleri hesaplamaya dahil edemeyiz.

Kaynaklar
A. A. Barka, Bull. Seismol. Soc. Am. 86, 1238
A. Ito, et al., Precise Distribution of Aftershocks of the Izmit Earthquake of August 17, 1999, Turkey, Eos Trans. 80, F662
C. F. Finkel, N. N. Ambraseys, The Marmara Sea earthquake of 10 July 1894 and its effect on historic buildings, Anatolia Moderna Yeni Anadolu VII (Bibliothèque de l'Institut Français d'Etudes Anatoliennes-Georges Dumézil, Paris, 1996), vol. 43.
C. Straub, H.-G. Kahle, C. Schindler, J. Geophys. Res. 102, 27,587
C. Gürbüz, et al., Tectonophysics in press
D. L. Wells, K. J. Coppersmith, Bull. Seismol. Soc. Amer. 84, 974
The most recent event for the Yalova segment is 1894.6; İzmit segment, 1999.7; Ganos fault, 1912.7; Prince's Islands fault, 1766.7; Central Marmara fault, 1509.8.
D. J. Wald, V. Quitoriano, T. H. Heaton, H. Kanamori, Earthquake Spectra 15, 557
G. C. P. King, R. S. Stein, J. Lin, Bull. Seismol. Soc. Amer. 84, 935
Hubert-Ferrari et al., Nature 404, 269
İ. Ketin, Bull. Min. Res. Explor. Inst. Turkey 72, 1
J. C. Savage, Bull. Seismol. Soc. Am. 81, 862 (1991).
J. Dieterich, J. Geophys. Res. 99, 2601
J. H. Dieterich, B. Kilgore, Proc. Nat. Acad. of Sci. USA 93, 3787
J. R. Parke, et al., Terra Nova , in press.
K. Aki, Bull. Earthquake Res. Ins. 43, 237
M. N. Toksöz, A. F. Shakal, and A. J. Michael, Pageoph 117, 1258
M. V. Matthews, J. Geophys. Res. in press.
Nalbant, S. S., A. Hubert, G. C. P. King, J. Geophys. Res, 103, 24469
N. N. Ambraseys, C. F. Finkel, Terra Nova 3, 527
N. N. Ambraseys, C. F. Finkel, Terra Nova 2, 167
N. N. Ambraseys, C. F. Finkel, The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas: A historical review, 1500-1800 (Muhittin Salih Eren, İstanbul).
N. N. Ambraseys, C. F. Finkel, Annales Geophysicae 5B, 701
N. N. Ambraseys, Earthqu. Engin. and Structural Dynamics 17, 1
P. A. Reasenberg, R. W. Simpson, Science 255, 1687
R. A. Harris, J. Geophys. Res. 103, 24,347
R. S. Stein, A. A. Barka, J. H. Dieterich, Geophys. J. Int. 128, 594
R. S. Stein, Nature 402, 605
S. G. Wesnousky, Bull. Seismol. Soc. Amer. 89, 1131
Includes earthquakes in 1509, 1556, 1719, 1754, 1766, 1855, 1857, 1863, 1877, 1894, 1953, and 1964 from (12-14) and (35).
S. Toda, R. S. Stein, P. A. Reasenberg, J. H. Dieterich, J. Geophys. Res. 103, 24,543
T. J. Wright, P. C. England, E. J. Fielding, M. Haynes, B. E. Parsons, Eos Trans. 80, F671
T. Parsons, R. S. Stein, R. W. Simpson, P. A. Reasenberg, J. Geophys. Res. 104, 20,183
W. H. Bakun, C. M. Wentworth, Bull. Seismol. Soc. Amer. 87, 1502
Working Group Calif. Earthquake Probabilities, Seismic hazards in southern California: Probable earthquakes, 1994-2014, Bull. Seismol. Soc. Amer. 85, 379-439
Working Group Calif. Earthquake Probabilities, U.S. Geol. Surv. Circular 1053
Working Group Calif. Earthquake Probabilities, U. S. Geol. Surv. Open File Rep. 99-517
Y. Ogata, Bull. Seismol. Soc. Am. 82, 1018
Y. Ogata, J. Geophys. Res. 104, 17995

Afet Bilgi Ağı Konferansı 2000



Afetlerle mücadelede, zamanında verilmiş her doğru kararın yaşamsal önemi vardır. Doğru bir karar için doğru bilginin, doğru kişilere, en kısa ve en güvenilir yoldan ulaştırılması gereklidir. Son konferansı geçtiğimiz günlerde Ankara'da gerçekleştirilen Küresel Afet Bilgi Ağı (GDIN) da böylesi bir yaklaşımı benimseyerek, gelişmiş bir iletişim teknolojisini afet yönetiminde kullanmayı hedefleyen uluslararası yeni bir girişim. Henüz kurumsallaşma aşamasındaki bu girişim için, Ankara 2000 konferansının ayrı bir önemi vardı.

Afet Yönetimi Küreselleşiyor

Dünyada her yıl yaklaşık 140 bin kişi doğal ve teknolojik afetler nedeniyle yaşamını yitiriyor, 140 milyondan fazla insan da evsiz kalıyor. Can kayıplarının % 96'sı gelişmekte olan ülkelerde gözleniyor. Bu durumun parasal karşılığıysa yaklaşık 440 milyar dolar. Afet zararlarının en aza indirilmesine yönelik çalışmalar, her ülkenin kurumsal yapısı içinde bir ya da birkaç birimce yürütülürken, pek çok uluslararası örgüt ya da kuruluş da bu çalışmaları destekliyor. İşte bu uluslararası çabalardan biri de kısa adı GDIN olan Küresel Afet Bilgi Ağı (Global Disaster Information Network). Daha üç yıllık bir geçmişi olan GDIN'ın temel ilkesini; afetlerle mücadelede gerekli bilginin doğru kişilere, en güvenli yoldan ve en kısa sürede ulaşması gerekliliği oluşturuyor.

İletişim teknolojisi büyük bir hızla ilerliyor çağımızda. Bu alandaki teknolojinin ve bilgi birikiminin ticaretten sanata kadar pek çok farklı alandaki uygulamalarına her geçen gün yenileri ekleniyor. İşte bunlardan biri olarak da değerlendirebileceğimiz Küresel Afet Bilgi Ağı'ysa, uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi uzaktan algılama teknolojisinin ürünlerini, internet teknolojisiyle birleştirerek, afet zararlarının azaltılmasında kullanmayı amaçlıyor.



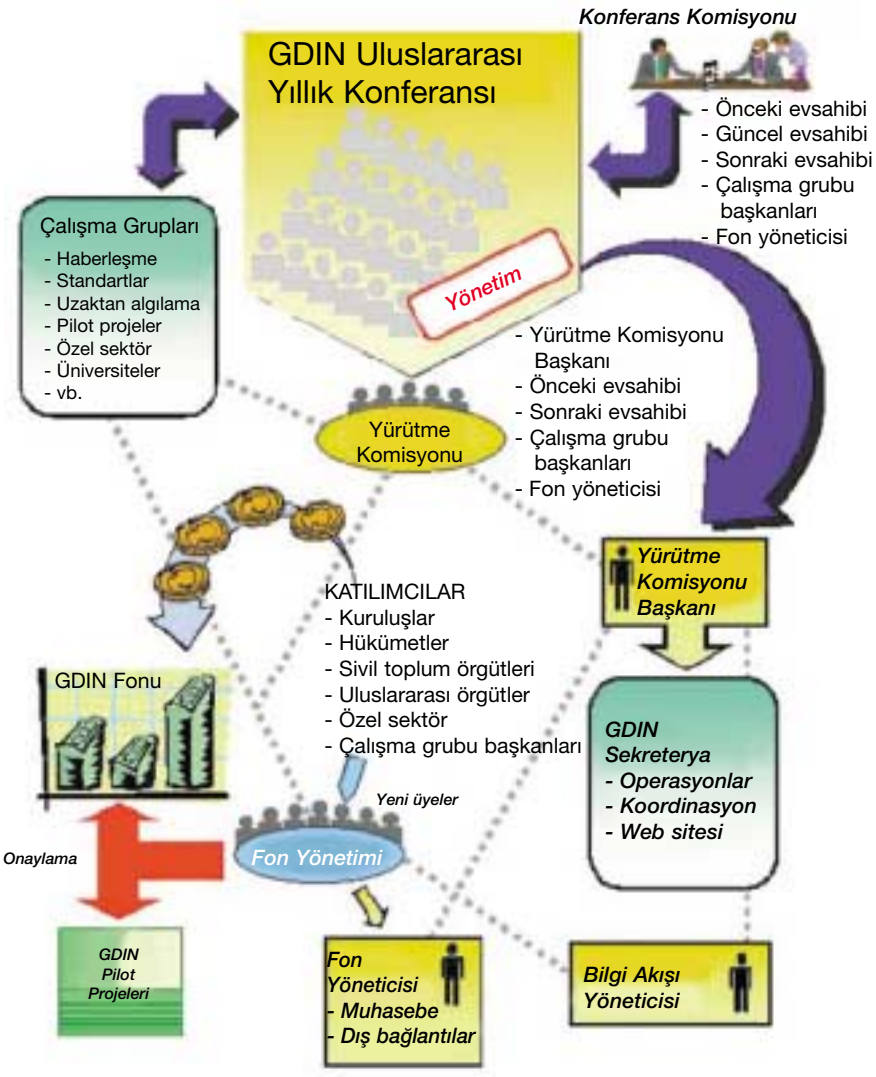
Herhangi bir afet sırasında, afetin boyutları hakkında doğru ve zamanında alınmış bir bilginin, afet zararlarını büyük ölçüde azalttığı göz önüne alındığında, dünya ölçeğinde kurulacak böylesi bir bilgi ağının çok büyük yararları olacağı yadsınamaz. Sözgelimi yaşadığımız son depremlerden sonra, karşı karşıya kalınan afetin boyutlarıyla ilgili, ilk birkaç gün kesin bir fikir edinilememişti. Birkaç dakikanın bile yaşamsal öneme sahip olduğu böylesi bir durumda, afetin boyutlarıyla ilgili, zamanında ulaşmış güvenilir bilginin değeri kuşkusuz ölçülebilecek bir şey değildir. GDIN, özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki uzaktan algılama teknolojilerinin ve bu teknolojinin ürünlerinin, bilgi ağına üye ülkelerle paylaşıl-

masını öngörüyor. Dünyanın %97'sinde internetin hiç kullanılmadığı ya da çok az kullanıldığı düşünüldüğünde, özellikle gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler için GDIN'ın büyük yarar sağlayabileceği su götürmez bir gerçek. Kuşkusuz bu, uluslararası güvenlik sorunları bir yana, farklı ülkelerdeki benzer teknolojilerin birbirleriyle uyum sorunlarının da çözülmesini gerektiriyor.

Çeşitli yöntemlerle, pek çok ülkeden toplanan bilgilerle oluşturulacak büyük bir bilgi veri bankası içinse, derlenen verileri işleyerek anlamlı bilgiler haline getirecek ve buna da kolay ulaşılmasını ya da gereksinim duyulan yere kolay ve çabuk bir biçimde ulaşmasını sağlayacak bir veri işlem ve servis sağlama merkezinin ya da merkezlerinin kurulması da GDIN'ın temel gereksinimleri arasında. Her düzeyde yönetimler, sivil toplum örgütleri, sanayi kuruluşları, yükseköğretim kurumları, özel sektör, kamu kurumları ve araştırma kurumları ya da kuruluşlarının Afet Bilgi Ağı içinde yer alabiliyor olması, GDIN'ın çok geniş bir tabana yayılabilmesini sağlıyor.

Oluşumunu henüz tamamlamamış olmasına karşın GDIN'ın bünyesinde yürütülen bazı pilot projeler de bulunuyor. Bunlardan biri REMAPS (Relief Emergency Mapping System) kısa adıyla bilinen Acil Yardım Haritalama Sistemi. Birleşmiş Millletler örgütüne bağlı İnsani Yardımlar Bölümü'nün önerisiyle ikinci ReliefWeb konferansı sırasında gündeme gelen ve Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen ve yürütülen bir haritalama yazılımı, REMAPS. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (GIS) büyük ölçüde kullanıldığı proje, henüz geliştirilme aşamasında. Bir başka projeyse GDIN etkinliklerinin tümünün üzerinde gerçekleşeceği bilgi veri tabanının oluşturulmaya çalışıldığı bir çekirdek veri tabanı projesi. Sudan'da birkaç uluslararası örgütle birlikte yürütülen Güney Sudan Projesi ise iç savaştan sonra zarar gören haberleşme ağını onarmaya ve mayınlar ya da patlamamış bombalar gibi savaş artıklarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanmış. Peacewing adlı bir başka projeyse, atmosferin üst katmanlarına kadar çıkabilecek ve yüksek çözünürlükte hava fotoğrafı çekebilecek, uzaktan kumanda edilebilen araçların tasarlanmasını hedefliyor. NASA'yla birlikte yürütülen bu projede daha ucuza, yaşamsal ve çevresel hiçbir risk alınmadan veri üretilmesi planlanıyor.

Henüz kurumsallaşma aşamasındaki GDIN'ın oluşumu uluslararası gündeme, 1997 yılında ABD Dışişleri Bakanlığı'nın girişimiyle gelmişti. Ülkemizin de içinde bulunduğu bazı ülkelerin ilgi ve desteği sonucunda, afetlerle mücadelede uluslararası boyutta bilgi paylaşımı olanaklarının tartışılacağı bir koferansın toplanmasına karar verilmiş, Temmuz 1998'de yapılan Washington Konferansı'yla, GDIN gi-



GDIN'ın tasarlanan organizasyon şeması.







GDIN'ın pilot projelerinden biri olan REMAPS, ABD'de gerçekleştirilen ve afetler sırasında kullanılması planlanan sorgulamı bir harita yazılımı (sol üst). Peacewing projesinde de hava fotoğrafı çekebilecek uzaktan kumandalı araçların yapımı için çalışılıyor.

rişiminin uluslarası boyutta resmi bir kimlik kazanması sağlanmıştı. Öncelikle, Birleşmiş Milletler örgütünün afetler ve insani yardımlar konusunda çalışan bölümleriyle yakın bir iletişim kurulmuştu. Afetlere müdahalede özellikle uydular aracılığıyla daha ayrıntılı bilgi toplanması ve gelişmiş veri işlem teknikleriyle elde edilen bilgilerin kullanılması benimsenmişti.

Mayıs 1999'da Meksika'da yapılan ikinci konferanstaysa, GDIN girişimine katılan ülke sayısı artarken, uluslararası örgütler, özel sektörden temsilciler ve hükümet dışı kuruluşlar (sivil toplum örgütleri vb.) da yer almıştı. Ülke sayısı artmasına karşın, katılım daha çok Amerika kıtasıyla sınırlıydı. Avrupa ve Asya'dan az sayıda ülke temsil edilmişti. Bu toplantıda yapılan sunumlarla afetlerle mücadelede bugün kullanılan ya da yakın gelecekte kullanılması planlanan bigi sistemleri üzerinde konuşulmuştu. Çalışma grupları oluşturularak, bir sonraki konferansta GDIN girişiminin yakın bir gelecekte kurumsallaşması için çalışma yapılması ve ortak kabul görecek bir taslak metin hazırlanması benimsenmişti.

Afet Bilgi Ağı'nın bu yılki konferansıysa geçtiğimiz günlerde Ankara'da gerçekleştirildi. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü'yle Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Afet Yönetimi ve Uygulamaları Merkezi'nin ortaklaşa düzenledikleri bu üçüncü konferans, GDIN'ın kurumsallaşması yolunda çok önemli bir adım niteliğindeydi. Konferansta, GDIN girişiminin bundan böyle nasıl bir kurumsal yapılanmaya sahip olacağı konusunda, genel çizgileriyle bir görüş birliğine varıldı. Yaklaşık kırk ülkeden iki yüzün üzerinde temsilcinin yer aldığı konferansın belkide en önemli sonucu, katılımcı ülkelerin fikir birliğine vardıkları Ankara Deklarasyonu'ydu. Sonuç bildirgesi niteliği taşıyan bu deklarasyonla afetlerle mücadelede kullanılacak ileri teknolojilerin belirli standartlar ve düzenlemelerle uluslararası kullanıma açılmasının esasları, ilkesel olarak belirlendi. Uzaktan algılama teknikleriyle elde edilerek işlenen uydu görüntüleri ve coğrafi bilgi sistemiyle değerlendirilen veri tabanları yardımıyla, afetlerin meydana getireceği zararların hızla belirlenmesi ve azaltılması planlanıyor. Bu amaçla her ülkenin kendi afet bilgi sistemleriyle temel veri tabanlarını öncelikle oluşturup, bir afetle karşılaştıklarında, GDIN kanalıyla gelecek görüntü ya da değerlendirmeleri kullanmaya uygun düzenlemeleri yaratmaları gerekiyor. Afetlerle etkili bir mücadelenin ancak, bu ileri teknojinin yerel yönetimlere, bağımsız kurumlara, kuruluşlara ve sade vatandaşlara kadar ulaştırılması halinde mümkün olabileceği, konferansın temel yaklaşımlarından birini oluşturuyordu.

26 Nisan 2000 çarşamba günü, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi'nde başlayan konferansta, üç gün boyunca teknik sunumlar, teknolojik gösterimler ve bir sergi yeraldı. Konferans sonrasındaysa, geçen yıl meydana gelen iki yıkıcı depremle büyük hasar ve can kaybına uğrayan Düzce ile Kaynaşlı'ya teknik bir inceleme gezisi düzenlendi.

Yardımlarından dolayı Polat Gülkan ve Hüseyin Güler'e teşekkür ederiz

Murat Dirican

ODTÜ Deprem Sempozyumu

ODTÜ Afet Yönetimi ve Uygulamaları Merkezi ve ODTÜ Araştırmalar Koordinatörlüğü'nce düzenlenen sempozyum, 27 Mart 2000 tarihinde, Ankara'da gerçekleştirildi. Sempozyumda toplam altı bildiri sunuldu. İlki Afete Hazırlık Değerlendirmesi ve Planlama: Yerel Yönetim ve Toplumların Güçlendirilmesi adını taşıyordu. ODTÜ Afet Yönetimi ve Uygulamaları Merkezi'nden Prof. Dr. Polat Gülkan ve Prof. Dr. Murat Balamir'in hazırladığı bildiride, 17 Ağustos ve 12 Kasım'da yıkıma uğramış alanların yeniden normal yaşama döndürülme projelerinin geliştirilmekte olduğu bugünlerde, aynı sistem üzerinde bulunan ve henüz önemli bir zarar görmemiş olan; buna karşın, önemli deprem tehlikesi altında bulunan yerleşmelerde, olası bir depremin verebileceği zararları azaltmak için yapılabileceklerin belirlenmesi ve uygulanması üzerinde duruluyordu. Bu amaçla Gerede örneği üzerinde; var olan risklerin ve hazırlık durumunun belirlenmesi; genel yerleşme, yapı ve altyapı dayanıklılığının irdelenmesi ele alınmıştı. Ayrıca, imar planında ve yapı stokunda alınması gereken önlemlerin saptanması; Halkın, yerel yönetim ve kurumların afete hazırlıklarının belirlenmesi ve yönetim, kurumlar, hanehalkları ve bireylerin hazırlık programlarının kapsam ve araçlarının geliştirilmesi konuları tartışılıyordu.

ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü'nce hazırlanan ve Prof. Dr. Ülkü Yetiş'in sunduğu bildiriyse Deprem Bölgesinde Tehlikeli Kimyasal Depolayan Tesislerde Ortaya Çıkan Çevresel Sorunların Tespiti adını taşıyordu. Aslında bu bildiri, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, ODTÜ Rektörlüğü ve Çevre Bakanlığı'nın birlikte gerçekleştirdikleri bir araştırma projesinin sonuç bildirisi niteliğindeydi. Araştırma kapsamında deprem nedeniyle çevre sorunu yaşamış olabilecek 37 kimyasal tesis belirlenmiş ve sözkonusu tesislerle yazışmalar sonucu ancak beşinden yanıt alınabilmiş. Bu tesislerden yalnızca AKSA Akrilik Tesisleri'nde çevresel kirlenme sorunların yaşandığı belirlenerek, sorunun çözümüne yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiş.

17 Ağustos 1999 Gölcük-Arifiye Depremleri Sonrası Sakarya İli ve Ona Bağlı Yerleşmeler için Yeni Yerleşim Alanları Araştırma Raporu adını taşıyan bildiriyse TÜBİTAK, ODTÜ ve MTA'nın (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) işbirliğiyle gerçekleştirilen bir araştırmanın sunumuydu. Bildiride, Sakarya ili ve ona bağlı büyük yerleşmeler için sürekli yerleşim alanı seçimine yönelik yerbilimsel araştırmaların sonucunda yeni yerleşim alanı önerileri getiriliyordu.

Sempozyumda sunulan bir başka bildiri de Prof. Dr. Çağlar Güven'in sunduğu, Körfez Depremi Rehabilitasyon, Acil Müdahale Sistemi ve Yeniden Yapılanma Çalışmaları Önprojesi'ydi. Bildiride, 17 Ağustos depremi sonrasında ortaya çıkan olumsuz koşulların üstesinden gelinebilmesi ve benzer afetlere daha iyi hazırlanılabilmesi için, afetlerin yol açtığı süreçlerin hem kendi aralarında hem de toplumsal süreçlerle karşılıklı etkileşen sistemli bir bütün oluşturduklarının iyi anlaşılması gerektiği savunuluyordu. Sorunun çözümüne yönelik olarak da yöneylem araştırması ve sistem düşüncesinin önerdiği bütünleşik yaklaşımlardan yararlanmak gerektiği, başka bir deyişle afet sorunlarını parça parça ele alan yöntemlerle çözüme ulaşılamayacağı belirtiliyordu.

Yapılan pek çok araştırma, deprem gibi doğal afetlerin çocuk ve yetişkinleri psikolojik açıdan derinden etkilediğini ortaya koyuyor. Dolayısıyla afet yönetimi kavramı içinde psikolojinin önemli bir yeri olduğunu söylemek yanlış olmaz. Depremzedelerin Psikolojik Sorunları ve Bunlarla İlişkili Değişkenler adlı bildiride de insanların travma yani afet sonrası geliştirdikleri tepkileri hangi etkenlerin belirlediğinin, risk gruplarının saptanarak koruyucu sağlık hizmetlerinin düzenlenmesi açısından büyük önem taşıdığı söyleniyordu. Bu doğrultuda ODTÜ Psikoloji Bölümü öğrencilerinden oluşturulan bir ekibin Adapazarı ve Gölcük'te gerçekleştirdikleri proje de örnek olarak sunuldu. ODTÜ Eğitim Bilimleri Bölümü'nce gerçekleştirilen Adapazarı Öğretmen – Veli Destek Projesi de sempozyumda sunulan bildiriler arasındaydı. Adapazarı'ndaki üç ilköğretim okulunda gerçekleştirilen proje, öğretmenler, öğrenciler ve veliler olmak üzere üç ayrı grup üzerinde gerçekleştirilmiş.

Sempozyumun son bildirisi ODTÜ-Baraka Kent Projesi'ni özetliyordu. ODTÜ Mezunlar Derneği İstanbul Şubesi ve Eymir Kültür Vakfı'nın ortaklaşa yaptığı çalışmada Değirmendere ve İzmit'teki toplam 57 dönümlük alanda 410 geçici konutun sosyal tesisleriyle birlikte gerçekleştirildiği belirtildi.



Uygarlığın Doğduğu Dönem
Neolitik Çağ

Doğanın uyanışının doruk noktası mayıs ayı. Ekinlerin yeşermeye başladığı, hayvanların doğurduğu, ağaçların çiçeğe durduğu bir ay mayıs. İnsanoğlu çok eskiden beri baharın gelmesini ve toprağın canlanmasını kutluyor. Kutlamaların kökeni çok eskilere, MÖ sekiz bin yıllarında yaşanan neolitik çağa kadar uzanıyor. Tarımın bulunduğu bu dönemde baharın gelmesi ve verimli bir mevsim geçirmek çok önemliydi. Toprakla özdeşleşen ana tanrıça inanışı da bu dönemde ortaya çıkmıştı. Günümüzde bile bu inanışın izlerini görmek olası. İçerdiği anlam zaman zaman değişse de hıdrellez ya da nevruz gibi törenlerde insanlar doğanın uyanışını kutluyorlar hâlâ. Doğanın uyanışı bize şimdi çoktan unutulmuş bir çağı, insanlığın uyanışı olan neolitik çağı anımsatıyor.

GÜNDELİK yaşamımızda neler yaptığımıza dikkat ediyor muyuz? Sabahları uyanıyor, evlerimizden çıkıp işe gidiyoruz. Çalışmamızın sonucu elimize geçen parayla dükkânlardan alışveriş yapıyor, gereksinimlerimizi karşılıyoruz. Gereksinim duyduğumuz her şeyi alışveriş yoluyla edinebiliriz. Bu söylediklerimiz oldukça sıradan, yaşamımızın basit ayrıntıları sanılıyor bugün. Bu tarz bir yaşam, bize binlerce yıl önce neolitik çağda yaşayan atalarımızdan miras kaldı. Çünkü o güne değin yaşadığından çok daha farklı bir dünya kurmaktaydı insanoğlu.

Bütün canlıların doğadaki en temel gereksinimi besindir kuşkusuz. Hayvanlar besinlerini avlayarak ya da buldukları bitkileri yiyerek sağlarlar. İnsansa yiyeceğinin büyük bir bölümünü kendi üretir. Bu üretim elbette ki birdenbire ortaya çıkmadı. İnsanın kendi yiyeceğini üretmesi binlerce yıllık bir sürecin sonunda gerçekleşti. Günümüzden bir-iki milyon yıl önce yeryüzünde beliren insanın tarıma başlaması ve üretici duruma gelmesi ancak on bin yıl önce oldu. Bu dönüm noktasına kadar yaşanan dönem ikiye ayrılıyordu: Avcılık-toplayıcılık dönemi ve uzman avcılık-balıkçılık dönemi. eski taş çağı olarak da adlandırılan paleolitik dönemde insanın hayatta kalmasının tek yolu avcı-toplayıcı bir yaşam tarzı sürdürmekti. Aslında atalarımızın başka türlü bir yaşam sürmek için fazla şansları olduğu da söylenemez elbette. Binlerce yıl boyunca art arda gelen buzul dönemleri farklı bir yaşama olanak vermiyordu.

Buzul çağlarının sona ermesinin ardından dünyadaki tüm canlılarda olduğu gibi insanlarda da büyük gelişme ve değişimler olmaya başlamıştı.

Paleolitik çağda yaşamını avlanarak sürdüren insan neolitik çağda tarımı keşfedecekti.



İnsan, çevresine aklını kullanarak uyum sağlıyordu. Diğer canlılardan farklı olarak, çevresini de kendine uydurma çabası içine girmişti. İlk köy topluluklarının görülmeye başladığı neolitik çağ, günümüzün temellerinin atıldığı bir dönem olmuştu. Yaklaşık MÖ 8500-5000 yıllarını kapsayan bu dönemde, her şeyden önce besin kaynaklarını denetim altına almaya, bazı bölgelerde de yiyeceğini kendi üretmeye başlamıştı insan. Böylece doğa ile insan arasındaki ilişkilerin değiştiği, bir anlamda yeniden tanımlandığı bir çağ oldu.

Yerleşik Yaşamın Getirdikleri

Bu değişim sürecinin ilk adımı, artık kalıcı yerleşmeler kurmaya başlayan insanın geçici kulübelerden kalıcı, dayanıklı konutların yapımına geçmesi sayılabilir. Böylece ilk mimari yapıların ortaya çıktığı görülüyor. İkinci adım da, insanın belirli bir toprağa bağlanmasıyla, daha önce kimseye ait olmayan ya da bir kabilenin ortak av alanı olarak kullanılan topraklarda üretimin başlamasıydı. Buna dayalı olarak da mülkiyet ve miras sorunlarının gündeme geldi. Bu durum gerçek anlamda aile kurumunun doğmasını sağlamıştı. Akrabalık ilişkileri-



nin belirlenmesi de işte ilk kez bu yolla olmuştu.

Neolitik devrimin bu temel sonuçları dışında günlük yaşamı derinden etkileyen başka gelişmeler de olduğu da biliniyor. Ateşte kızartılarak beklenmeden yenen av etinin yerini tahıla dayalı beslenme alışkanlığının alması, yemek için birtakım hazırlıklar yapmayı ve yeni çözümler bulmayı gerektiriyordu. Tahıl tanelerini ufalamaya yarayan öğütücü aletler, pişirmeye yarayan ocak ve fırınlar, sulu yemekleri pişirmekte kullanılan önce taştan sonra kilden yapılan çanak çömlekler hep bu gereksinimden doğdu. Daha önceleri basit bir kullanım eşyası olan bu kapların giderek birer sanat eserine dönüşmesi, kültür tarihi açısından çok önemli bir yeniliktir. Bu nedenle çanak-çömlek yapımındaki evreler tarih öncesi toplumların kültür ve gelişmişlik düzeyini gösterir. Bundan dolayı neolitik çağ iki alt bölüme ayrılır: Çanak-çömleksiz neolitik ve çanak-çömlekli neolitik.



Neolitik çağ, getirdiği köklü değişikliklerle kültür tarihinde gerçek bir devrim yaratmıştır. İlk köy topluluklarının kurulması, tarımın, çömlekçiliğin, mimarlığın doğuşu gibi maddesel kültür öğelerindeki temel gelişmelerin yanı sıra, bütün toplumsal kurumlara damgasını vuran yeni kavramların doğuşu da birer dönüm noktası sayılır.

Özellikle verimli topraklarda tahıla dayalı tarım yapan insanın tüketeceğinden daha fazlasını üretmesi çok önemli sonuçlar doğuran yeni kavramları ve etkinlikleri de beraberinde getirmişti: "artı ürün" değeri ve buna bağlı olarak ticaretin doğuşu. Bu gelişmelerle birlikte insanlar, toprağın her yerde aynı verimlilikte olmadığını ve yeni yeni kullanıma giren hammaddelerin her yerde bulunmadığını fark ettiler. Bu durum yeryüzünün bazı ayrıcalıklı yerleri ve insanlar arasındaki sınıf farkı gibi yeni kavramların yerleşmesiyle sonuçlandı. neolitik çağ'ı izleyen ilk kent toplulukları ve devlet kurumları gibi gelişmelerin temelinde bu kavramların yattığı görülüyor.

Dinsel törenler için kullanıldığı anlaşılan, konuttan farklı özel yapıların ortaya çıkışı da bu döneme rastlar. Bu tür yapıların bilinen en eski ve en ilginç örneklerinden biri Batman'daki Hallan Çemi yerleşmesindedir. MÖ 8000 yıllarına tarihlendirilen bu büyük yuvarlak yapıda, kurban edilmiş hayvanlara ait binlerce kemik bulunmuştur. Bunun gibi bir örnek de Çayönü'nde bulunan MÖ 7200-6500 yılları arasındaki dönemden kalan üç büyük yapıdır.





Tarım Toplumu

Tarımla uğraşmaya başlamak yerleşik yaşamı da beraberinde getirmiştir. Ama yerleşik yaşam, tarımın her zaman doğurduğu bir sonuç değil. Sözgelimi ilk tarımcıların toprakla uğraştığı fakat tam anlamıyla yerleşik olmadıkları biliniyor. Kaldı ki bazı ekim türleri ekicileri bir çeşit göçebe yaşam sürmeye zorlar çoğu zaman. Böyle bir üretim biçiminde toprak sürülmez, gübrelenmez. Ekim için toprak yalnızca temizlenir, kazılır ve tohum atılır. Böyle bir durumda, aradan birkaç mevsim geçince toprak verimsizleşir. Bunun üzerine yeni bir toprak parçasına geçilir. Sözgelimi orman arazisi tarım arazisine dönüştürülür ve bu toprak da verimsizleşinceye kadar ekim yapılır. Çok geçmeden yerleşme alanına yakın tüm topraklar kıraçlaşır. İş bu noktaya gelince, insanlar yollara düşer, başka yörelere yerleşir. Ev eşyaları kolayca taşınacak kadar basittir. Evleri basit olduğundan gittikleri yerlerde yenilerini kolayca yapabilirler. Bu tarımın en basit biçimidir. Buna çapa ekimi ya da bahçe kültürü adı verilir. Neolitik çağın başlarında da yaygın olarak uygulanan tarım biçimi bu şekildeydi. Toprağın kıraçlaşması sorunu bir süre sonra ister istemez daha gelişmiş tarım modellerini de beraberinde getirecekti.

Neolitik çağın ekonomik modelleri içinde en kalıcı olanı, tahıl tarımına ve hayvanların evcilleştirilmesine dayalı Yakındoğu modelidir. Bu ekonomik model ancak buğday, arpa, mercimek gibi tahılların koyun, keçi, domuz gibi hayvanların yabani olarak bulunduğu bölgelerde başlayabilirdi. Günümüzden yaklaşık on bin yıl öncesinin çevre koşullarında bu türlerin doğal yetişme alanı "Bereketli Hilâl" olarak adlandırılan bölgeydi. Filistin'deki Lübnan Dağı'ndan kuzeydeki Amanos Dağları'na uzanan, Doğu Torosların güney eteğini izleyerek Zagros Dağları'yla güneye kıvrılan bu bölgede önce yabani tahılların toplandığı ve öğütülerek yendiği anlaşıldı. MÖ 7000 yıllarına gelindiğinde yabani tahıllarda bazı genetik değişiklikler olmuş ve bugün de var olan daha iri taneli, başakları ken-

diliğinden dökülmeyen türler ortaya çıkmıştı. Aynı süreç içinde koyun ve keçi de evcilleştikçe boynuzları küçülmüş, koyunların gövdelerini örten kıllar yerini yüne bırakmıştı.

MÖ 7000 yıllarında artık Bereketli Hilal'in hemen her yerinde buğday, arpa, mercimek gibi tahıllar üretilir hale gelmişti. Un elde etmek için de bazalttan yapılma öğütme taşları kullanılıyordu. İnsanları sürekli yiyecek arayışından kurtaran bu gelişme hem yerleşmelerin kalıcı olmasını sağladı, hem de büyük bir nüfus artışına yol açtı. Ancak bu dönemde yalnızca kuru tarım yapıldığından, insanların korkulu düşü kuraklık yıllarında hiç ürün alamamaktı. Bu tehlikeye karşı tahılları depolamayı ve zarar verebilecek bütün dış etkenlerden korumayı öğrendiler. Bütün bu gelişmelere karşın av hayvanlarının beslenmedeki önemi uzun süre değişmeden kaldı. Ancak MÖ 6000 yıllarında evcil hayvan sürülerinin yaygınlaşmasıyla beslenme alışkanlıklarında değişmeler görüldü.





Besin üretimi ekonomisinin başlangıcı bir devrim olarak herkesi etkilemiş olmalı. Bu da nüfus eğrisinde görülebilir. Doğal olarak o döneme ait nüfus artışını kanıtlayacak istatistikler yok elimizde. Ama böyle bir artışın varolduğunu kabul etmek için pek çok neden var. Besin toplayan ve avlanan topluluklar bulabildikleri besin maddeleriyle yetinmek zorundaydılar. Bu da onların sayısını sınırlı tutuyordu. insan çabasının bu kaynakları artırabilmesine olanak yoktu. Gerçekten de toplama ve avlanma uğraşıları geliştirildikçe, bir noktadan sonra gerek av hayvanları, gerekse besin bitkilerinin kaynağı kuruyacaktı. Avcı nüfusun ulaşabildiği kaynaklara sayı bakımından uyduğu söylenebilir. Oysa tarım toplumunda besin kaynağı, insanın çabasıyla artırılabilir. Kaynağı artırmak için daha çok tohum ekmek, daha geniş alanları tarıma açmak gerekir. Beslenecek ağız arttıkça, ekecek el de çoğalır. Bu dönemde çocuklar da ekonomik açıdan yararlı olmaya başlamışlardı. Avcılara çocuk yük olur. Aile kilerine katkıda bulunacağı yaşa gelinceye kadar çocuklara karşılık beklemeden bakılması gerekir. Oysa tarım toplumlarında küçücük çocuklar bile tohum ekmekte, kurtları, kuşları kovalamakta yararlı olabiliyordu. Koyun ve sığır sürülerine çocuklar bakabilirdi. Bu nedenle yeni ekonomiyle birlikte nüfusun artmış olması olasılığı yüksek. Bazı yörelerde önceleri boş, ya da çok ıssız alanların birdenbire kalabalıklaşması ancak böyle yorumlanabilir.

Neolitik Çağın Getirdiği Kültürel Değişimler

İnsanlar ölülerini gömmeye paleolitik çağın ortalarında başlamışlardı. Üst paleolitik çağdan beri de ölümden sonraki ikinci yaşam inancının ilk belirtileri görülüyordu. neolitik çağın getirdiği yenilik, artık sabit konutlarda yaşayan insanların ölülerini de evin içine, tabanın altına gömmeleridir. Ölüler, ana rahmindeki gibi dizlerini karnına çekmiş olarak yan yatırılır; yüzleri de genellikle yere bakar. Bu yatış biçimi büyük olasılıkla ölüyü olabildiğince küçük bir yere sığdırma kaygısından kaynaklanmıştır. Ölülerin genellikle büyük bir sepete konularak gömüldüğü, bazen de üstlerine bir hasır örtüldüğü görülür. Bu da tabut geleneğinin ilk belirtisi sayılabilir.

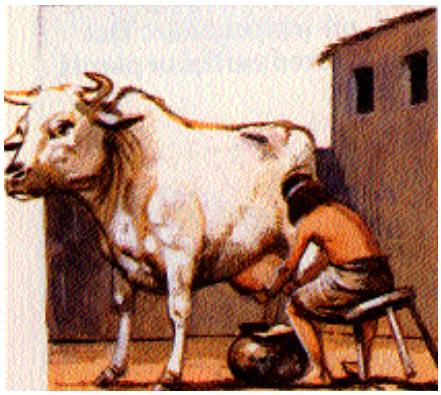
Dönemin başlarına değin uzanan mezarlar arasında cinsiyet ya da toplumsal sınıf ayrımı gösteren hiçbir belirti yoktur. Oysa sonlara doğru bazı ölülere ayrıcalık tanındığı, mezar armağanlarında önemli farklılıkların ortaya çıktığı görülür. Sözgelimi Filistin'deki Eriha (Jericho), Diyarbakır'daki Çayönü ve Konya'daki Çatalhöyük örneklerinde olduğu gibi, bazı ölülerin kafatasları toplanarak özel yerlerde biriktirilmiş, bazı kafataslarıysa Eriha'da ve Niğde Köşkhöyük'te olduğu gibi kırmızı aşı boyasıyla boyanmıştır.

Ölü gömme geleneklerindeki ilginç bir gelişme de geçici bir mezara konan ya da açık havada çürütülen ölünün kemiklerinin sonradan özel bir yere, bazen evlerin tabanının altına taşınarak yeniden ana rahmindeki durumunda dizilmesidir

Neolitik çağa borçlu olduğumuz en önemli gelişmelerden biri de kuşkusuz mimarlıktır. Gerçi insanlar paleolitik çağdan beri saz, kamış ve de-







riden kulübe yapmayı biliyorlardı. Bununla birlikte neolitik çağda mimari gelişmiş bugün anladığımız anlamda konutların ilk biçimleri ortaya çıkmıştı. Eğimli olarak birbirine yaslanan kulübe duvarlarının, düşey duran ve çatı örtüsünü taşıyan gerçek duvara dönüşmesini, temel, kapı, pencere, bodrum, oda içindeki ocak ve baca sorunlarının çözümünü neolitik çağ insanlarına borçluyuz. Bu insanlar yerleşik düzene geçerken, bina yapmaya bildikleri yuvarlak planlı yapılarla başladılar. Ama konutlara bir tahıl deposu ekleme gereği doğunca yapı alanının iyice genişletilmesi gerekti. Bu durumda yuvarlak plandan dörtgen plana zorunlu bir geçiş yapıldı. En büyük güçlük duvarların köşe bağlantıları ile çatı örtüsüne akılcı bir çözüm bulmaktı. Kerpiç tuğlanın bulunmasının ardından düz dama geçildi.

Bu dönemin önemli teknik gelişmelerinden biri de kirecin bulunmasıdır. Kireçtaşının doğal bağlayıcı haline getirilmesi için çok yüksek sıcaklıkta kavrulması gerekir. Bu teknik Yakındoğu'nun bazı yerlerinde çanak çömlek yapımından önce bulunmuş, bazı özel yapıların taban ve duvar sıvalarında kullanılmıştı. Bu yapıların bilinen en iyi örnekleri Ürdün'deki Ayn Gazal, Diyarbakır'daki Çayönü, Şanlıurfa'daki Nevali Çori ve Aksaray'daki Aşıklıhöyük'tedir. Bilinmeyen bir nedenden dolayı bu teknik bırakılacak, insanlık ancak demir çağında söndürülmüş kireçten evler yapmaya yeniden başlayacaktır.

Neolitik çağın yeni yaşam biçimi doğal olarak alet yapım teknolojisini de etkiledi. Tarla açmak, konut ve eşya yapmak için çok sayıda ağaç kesmek gerekti. Bu iş için pek de uygun olmayan çakmaktaşının yerini sert başkalaşım kayalarından biçimlendirilen yassı balta ve keserler aldı. Koyun ve keçinin evcilleştirilmesiyse önce dokumacılığın ortaya çıkmasına, sonra da peynir yoğurt gibi mayalı yiyeceklerin yenmesine yol açtı.

İnsanların bütün paleolitik ve mezolitik çağlar boyunca kullandığı çakmaktaşı, kesici olmasına karşılık darbelere dayanıklı değildir. Bu yüzden bazı işlerde, sözgelimi ağaç kesmekte kullanılamaz. Oysa neolitik çağda tarla açmak ve konut, eşya, tarım aletleri, hatta kayık yapımında kullanılan ahşabı sağlamak için çok sayıda ağaç kesmek gerekiyordu. Bu gereksinim, sürtülerek biçim verilebilen ve sürtüldükçe yüzeyi parlayan serpantin gibi başkalaşım kayalarından alet yapımını başlattı. Cilalı balta olarak adlandırılan, üçgen biçiminde, yassı, keskin ağzı olan baltalar neolitik çağda yaygınlaştı.



Sürtmeyle taşa biçim verme tekniği öğrenildi. Bu teknik, en sert taşları bile delebilen el matkabı gibi aletlerin geliştirilmesi türünden bu dönemin birçok gereksinimini karşılayan yeni bir teknolojinin başlangıcı oldu. Bu yöntemle taş kaplar, bilezik, boncuk gibi takılar ve küçük heykelcikler yapıldı. Yine aynı yöntemle bazalt gibi gözenekli püskürük kayalar da işlenmiş, tahılların un haline getirilmesi, toprak boyaların, özellikle de aşıboyasının ezilmesi için öğütücü, aşındırıcı aletler yapılmıştı. Bu yeni teknoloji paleolitik çağ boyunca doğada yalnızca çakmaktaşı arayan insanın çevresine yeni bir gözle bakmasını sağladı. Böylece malakit, doğal bakır, kurşun gibi kolay bulunan madenlere yönelen insan, bunları taş gibi işlemek yerine ısıtarak biçimlendirmenin daha kolay olduğunu gördü.



MÖ 7000-6000 yılları arasında bütün Yakındoğu'da hammadde ticaretinin etkisiyle büyük bir ekonomik canlılığın yaşandığı görülür. Zenginleşen bölgelerde giderek daha anıtsal kült yapılar belirmeye başladı. Süs eşyaları ve değerli eşyalar hızla yaygınlaştı. Toplumsal sınıflar arasındaki farkın iyice belirginleşmeye başlaması bu döneme rastlar. Bu devre ait mezarlara konulmuş özel eşyaların ve hediyelerin, ölünün toplumsal konumuna göre farklılık göstermesi bunun en açık kanıtıdır.

Doğal yataklarından yüzlerce kilometre uzaklarda kaliteli çakmaktaşlarının bulunması, takasa dayalı ticaretin daha paleolitik çağda başladığını gösteriyor. Ama büyük çaplı ve düzenli olarak sürdürülen ticaretin doğuşu neolitik çağa rastlar. Bu dönemde kazıbilimsel (arkeolojik) veri-

lerle kanıtlanan en önemli ticaret obsidiyen ticaretidir. Genellikle koyu renkli cam görünümünde olduğu için "doğal cam" olarak da bilinen obsidiyen, asitli lavların hızla katılaşmasıyla oluşmuş bir püskürük kayaçtır. Obsidiyenin kullanım alanı çakmaktaşıyla aynıdır. Bununla birlikte, görünümü daha güzel olduğu için neolitik çağda değerli bir lüks madde sayılmıştır. Doğu ve Orta Anadolu yataklarından çıkarılan obsidiyenin takas edildiğini, zamanla bu tür ticaretin yaygınlık kazanarak arttığını biliyoruz bugün. Henüz hiçbir binek ve yük hayvanının evcilleştirilmediği bu dönemde obsidiyen gibi ağır bir taşın yüzlerce kilometre uzaklara büyük miktarlarda taşınması ne kadar iyi bir ticaret ağı kurulduğunu gösteriyor. En yakın obsidiyen yatağından 150 km uzakta olan Çayönü yerleşmesindeki kazılarda bir tondan fazla obsidiyen bulundu. Bu taşın Bingöl'den Filistin'e değin gittiği düşünülürse ticaretin yoğunluğu daha iyi anlaşılır. Obsidiyenin yanı sıra denizkabuğu ve yarı değerli taşların ticaretiyle ilgili veriler de bulunmuştur. Çayönü kazılarında Hint okyanusu ve Akdeniz kökenli deniz kabuğundan yapılma takıların bulunması bu ticaretin çok yönlü olduğunu gösterir.



Yabancı ürünlerin böylesine uzun yollardan taşınmasının nedeni yerleşik tarım köylülerinden başka bol sayıda göçebe halkın da bulunmasıyla açıklanabilir. Göçebelerle çiftçiler arsında ilişki kurulur ve ticaret başlar. Bu madenciliğin başlamasına yol açacaktır.

Neolitik Mısır'a ve Yakındoğu'ya ithal edilen parlak, değerli taşlar önceleri değersiz süs eşyaları sanılmıştı. Ama çok geçmeden bunlar gerekli nesneler olarak kabul edilmişlerdi. Mısırlılar, gözlerini boyamak için malakit taşı kullanırlardı. Bu taş süslü deri torbalarda taşınır, hayvan biçiminde yontulmuş paletler üzerinde çentilirdi. Yeşil renk güneşin parlaklığından gözü korur, taşın içindeki bakırkarbonat da, sıcakta sineklerin taşıdığı göz mikroplarına karşı dezenfektan görevi yapardı. Mısırlıların malakitteki bu etkileri gizemli buldukları ve taşa kutsal bir nitelik tanıdıkları biliniyor. Bu nedenle boya hazırlamak da törenle gerçekleşirdi. Diğer ticaret ürünlerinin de benzer gizsel değerleri vardı. Sözgelimi deniz kabuğundan yapılan süs eşyaları takmanın doğurganlığı ve bereketi artıracağına inanılırdı. Bir süs eşyası olarak birden bire değer kazanan deniz kabukları, Afrika ve Asya'nın bazı yerlerinde para olarak bile kullanıldı. Altın, akik, opal, kantaşı gibi renkli taşlarla, firuze, lapis lazuli gibi daha ender bulunan taşlar, yalnızca parlak oldukları için değil, içlerinde gizsel güçler olduğuna inanıldığı için değerliydiler. Özel bir şekilde yontulursa nesnenin içinde sakladığı gücünün artacağına inanılırdı. Sözgelimi bir firuze boğa biçiminde oyulursa, sahibi yalnızca göğün berraklığına değil, boğanın gücüne de erişmiş olurdu. Böylece muska yapma alışkanlığı başladı. Bunun sonucu olarak mücevhercilik ve taş yontma gibi yepyeni bir sanat da gelişti.

Taşı bir muska biçiminde oymaktansa, üstüne bir nesnenin ya da, sözgelimi "gamalı haç" gibi bir simgenin resmi kazınıp değeri artırılabilirdi. Bu tür kazınmış boncukların özel bir yeteneği vardı: Üzerlerindeki simge, kil gibi yumuşak bir maddeden yapılmış yüzeyler üzerine kopyalanabiliyordu. Büyü ve giz artık yumuşak nesneye de işlenmiş oluyordu. Sonuç tabuların doğmasıydı. Kazılı taş da mühürdü. Bir kabın üstü kille kapatılır ve üstüne mühür basılırsa, kabın içindeki madde bu mühürle korunmuş olur. Mühür kırılınca, tabu kırılmış olur ve cezalandırmayı gerektirir.



İçinde bulunduğu sanılan gizsel nitelikler nedeniyle altın, değerli taş ve kabuk aramak çok önemli sonuçlar doğurmuştu. Tarlasının verimini artırmak, kendi bahtını açmak amacıyla köylü kendi tahılı ve meyvesinin bir bölümünü değerli taşlar karşılığında göçebelere vermeye razı oluyordu. Göçebeler için de bu taşlar, tarım ürünleri elde etmek için takasta kullanılacak taşınabilir nesnelerdi. En eski düzenli ticaretin bu boncuklar ve değerli taşlarla yapıldığı görülüyor.

Bu büyü nesnelerinin yüksek değeri, onların ardından koşulmasıa yol açmıştı. Sonraları altın, değerli taşlar ve amber arayan insanların dünya üzerine yayılmaya başladığı ve uygarlığı beraberlerinde taşıdıkları da öne sürülen savlar arasında. Bu taşların aranmaya başlaması, tarımsal değeri olmadığı için göz ardı edilen arazilerin de araştırılmasına, bu da madenciliğin doğup gelişmesine olanak sağlamıştı.

Günümüzden on bin yıl öncesine baktığımızda karşımıza çıkan tablo bu. Neolitik çağda yaşananlar sayesinde günümüzü daha iyi anlayabiliyoruz. Anadolu toprakları üzerinde yaşayan bizler bu konuda biraz daha şanslıyız aslında. Çatalhöyük, Nevalo Çori, Hallan Çemi, Çayönü gibi birçok neolitik çağ yerleşim alanı topraklarımız üzerinde. Mayıs ayıyla birlikte doğanın uyanışını duyumsadığımız bugünlerde, insanlığın uyanışını daha iyi anlamak için bu güzel bir fırsat olabilir.

Gökhan Tok

Bu yazıda görüşlerine başvurduğumuz Prof.Dr. Berna Alpagut'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar
Childe, G., *Kendini Yaratan İnsan*, Çev: Filiz Ofluoğlu, Varlık, 1996
Maisels, K. C., *Uygarlığın Doğuşu*, Çev: Alâeddin Şenel, İmge, 1999
Morgan, H. L., *Eski Toplum*, Çev: Ünsal Oskay, Payel, 1994
http://www.alekseevmanuscript.com/ChapterVI.html
http://archeo.amu.edu.pl/pe11.htm



Linares

Bu ay Linares turnuvasına bir göz atacağız. Yıllardır çok kuvvetli oyuncuların katılımıyla Linares turnuvası satranç dünyasında kendisine önemli bir yer edindi; hem satranç severlerin hem büyükustaların çok önem verdikleri bu turnuvada devler birbiriyle kapıştı. Yine kuvvetli büyükustaların katıldığı turnuvada birbirinden ilginç oyunlar oynandı. Bu oyunları altta bulabilirsiniz. Sayfalarımızda satranç dünyasından yeni turnuva haberleri de var. Her zamanki gibi Açılış Ansiklopedisi köşemiz ikinci sayfada.



En önemli satranç turnuvalarından biri olan Linares turnuvası geçtiğimiz Şubat ve Mart aylarında yapıldı. Kasparov, Anand, Shirov, Kramnik, Khalifman ve Leko gibi büyükustaların katıldığı turnuvada birinciliği 6 puanla Kasparov ve Kramnik paylaştı. Üçüncülükten altıncılığa kadar olan sıralamayı tümü 4,5 puan toplayan Khalifman, Leko, Shirov ve Anand aldı. Birinciliği iki büyükustanın paylaştığı ve diğer oyuncuların aynı puanları aldığı bu zorlu turnuvadan oyunları aşağıda bulabilirsiniz.

Braingames Dünya Satranç Şampiyonası

Braingames (Zekâ oyunları), Zekâ Oyunu Olimpiyatları Komitesi'nce kurulan yeni bir organizasyon. Bu organizasyon Linares'ten birincilikle ayrılan Kasparov ve Kramnik'in, Braingames Dünya Satranç Şampiyonluğu için tahta başına geçmelerini sağlayacak. 16'nın üzerinde oyunun oynanacağı maçın Londra'da yapılması bekleniyor. Kazanan 1 milyon 333 bin dolar alacak; kaybedeniyse bu ödülün yarısı kadar bir tutar bekliyor. İki yılda bir yapılması düşünülen bu organizasyon hayli ses getireceğe benzer.

Xie Jun-Dünya Maçı

Benzerlerini daha önceden gördüğümüz bir büyükusta-Dünya karşılaşmalarından biri daha. Dünyanın bu kezki rakibi bayanların dişli büyükustası Xie Jun. Internet üzerinde oynanan oyun başladı bile. Bu oyuna katılmak isterseniz adres altta:

http://chess.lotof.com

Turnuvadan Oyunlar

Khalifman, A-Kramnik, V
ECO E59

1. d4 Af6 2. c4 e6 3. Ac3 Fb4 4. e3 O-O 5. Fd3 c5 6. Af3 d5 7. O-O Ac6 8. a3 Fxc3 9. bxc3 Vc7 10. Fb2 dxc4 11. Fxc4 e5 12. Fe2 Kd8 13. Vc2 Fg4 14. dxe5 Axe5 15. c4 Axf3+ 16. gxf3 Fh3 17. Kfd1 Vc6 18. Vc3 Ae8 19. Şh1 Fe6 20. Kg1 f6 21. Kg3 Kd7 22. Kag1 Kad8 23. Fc1 Ff5 24. e4 Fg6 25. h4 Ac7 26. Ff1 Ae6 27. Kh3 Fh5 28. Khg3 Şh8 29. Ve3 Ad4 30. Fg2 Ke8 31. Kh3 Va4 32. Ff1 Vd1 33. Fg2 Vc2 34. f4 Ae2 35. Kf1 Kd1 0-1

Kasparov, G-Shirov, A
ECO C42

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Fd6 7. O-O O-O 8. c4 c6 9. cxd5 cxd5 10. Ac3 Axc3 11. bxc3 Fg4 12. Kb1 Ad7 13. h3 Fh5 14. Kb5 Ab6 15. c4 Fxf3 16. Vxf3 dxc4 17. Fc2 Vd7 18. a4 g6 19. Fd2 c3 20. Fxc3 Kac8 21. Fe4 Kc4 22. Kbb1 Kxa4 23. Fxb7 Ka3 24. Kfc1 Vc7 25. Ka1 Kb8 26. Fe4 Kb3 27. Fd2 Fh2+ 28. Şh1 Kxf3 29. Kxc7 Kxf2 30. Şxh2 Kxd2 31. Kaxa7 Ac8 32. Kab7 Kxb7 33. Kxc8+ Şg7 34. Fxb7 Kxd4 35. g4 h5 36. g5 h4 37. Kc7 Kf4 38. Fc8 Kf2+ 39. Şg1 Kf4 40. Şg2 Şf8 41. Fg4 Şg7 42. Kc5 Şf8 43. Ff3 Şg7 44. Şf2 Ka4 45. Şe3 Ka3+ 46. Şf4 Ka4+ 47. Şe5 Ka3 48. Fd5 Ke3+ 49. Şf4 Kd3 50. Fc4 Kd7 51. Kc6 Ke7 52. Kf6 1-0

Leko, P-Anand, V
ECO B17

1. e4 c6 2. d4 d5 3. Ac3 dxe4 4. Axe4 Ad7 5. Ag5 Agf6 6. Fd3 e6 7. A1f3 Fd6 8. Ve2 h6 9. Ae4 Axe4 10. Vxe4 Vc7 11. Vg4 Şf8 12. O-O c5 13. c3 b6 14. Vh4 Fb7 15. Fe4 Fxe4 16. Vxe4 Şe7 17. dxc5 bxc5 18. Ke1 Af6 19. Ve2 Khd8 20. h3 Şf8 21. Ad2 Fh2+ 22. Şh1 Ff4 23. Ac4 Fxc1 24. Kaxc1 Kd5 25. Ae3 Kd7 26. Kcd1 Kad8 27. Kxd7 Kxd7 28. Şg1 Ad5 29. Ac4 Ab6 30. Ae5 Kd6 31. Ve4 Şg8 32. g3 c4 33. Vf4 Kd5 34. Ke4 Kb5 35. Axc4 Vxf4 36. Kxf4 Axc4 37. Kxc4 Kxb2 38. Ka4 Kc2 39. Kxa7 1/2-1/2

Shirov, A-Leko, P
ECO C42

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Fd6 7. O-O O-O 8. c4 c6 9. Vc2 Aa6 10. a3 Fg4 11. Ae5 Fxe5 12. dxe5 Aac5 13. f3 Axd3 14. Vxd3 Ac5 15. Vd4 Ab3 16. Vxg4 Axa1 17. Fh6 g6 18. Ac3 Vb6+ 19. Kf2 Kfe8 20. Vf4 f5 21. cxd5 Ab3 22. e6 cxd5 23. Axd5 Vxe6 24. Ac7 Vc6 25. Axe8 Kxe8 26. g4 Vc5 27. Şg2 Ad4 28. b4 Ve5 29. Kd2 Vxf4 30. Fxf4 Ae6 31. Fe3 a6 32. gxf5 Ag7 33. Fc5 Axf5 34. a4 Ae3+ 35. Şf2 Ac4 36. Kd7 Ae5 37. Kxb7 Ad3+ 38. Şg3 Axc5 39. bxc5 Kc8 40. Kb6 Kxc5 41. Kxa6 Şg7 42. Ka7+ Şh6 43. Kb7 Kg5+ 44. Şh3 Kh5+ 45. Şg2 Kh4 46. a5 Ka4 47. Kb5 g5 48. Kb6+ Şh5 49. a6 g4 50. f4 Ka2+ 51. Şg1 g3 52. h3 Kc2 53. Kb7 Ka2 54. Kg7 Kxa6 55. Şg2 h6 56. Şxg3 Ka3+ 57. Şg2 Ka2+ 58. Şf3 Şh4 59. f5 Şxh3 60. f6 Ka1 61. Şf4 Kf1+ 62. Şe5 h5 63. Kg5 h4 64. Kf5 Ke1+ 65. Şf4 Kf1+ 66. Şg5 Kg1+ 67. Şh6 Kg8 68. Kg5 Kf8 69. Şg7 Ka8 70. f7 Şh2 71. Şf6 Kf8 1/2-1/2

Leko, P-Khalifman, A
ECO C17

1. e4 e6 2. d4 d5 3. Ac3 Fb4 4. e5 c5 5. a3 Fa5 6. Vg4 Ae7 7. dxc5 Fxc3+ 8. bxc3 Ag6 9. Fd3 Ad7 10. Af3 Vc7 11. O-O Adxe5 12. Axe5 Vxe5 13. Fb5+ Fd7 14. Fxd7+ Şxd7 15. Va4+ Şe7 16. Vb4 Kab8 17. f4 Ve4 18. f5 Vxb4 19. axb4 exf5 20. Kxf5 Şe6 21. Kf2 a6 22. Ff4 Axf4 23. Kxf4 f5 24. Kd4 Kbd8 25. Ke1+ Şf6 26. Ked1 Khe8 27. c4 Ke2 28. Kxd5 Kde8 29. K1d2 Kxd2 30. Kxd2 Ke1+ 31. Şf2 Ke4 32. Kd7 Kxc4 33. Kxb7 a5 34. bxa5 Kxc5 35. a6 Kxc2+ 36. Şf3 Kc3+ 37. Şe2 Kc2+ 38. Şe3 Şe5 1/2-1/2

Khalifman, A-Kasparov, G
ECO D97

1. d4 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 d5 4. Af3 Fg7 5. Vb3 dxc4 6. Vxc4 O-O 7. e4 Aa6 8. Fe2 c5 9. d5 e6 10. O-O exd5 11. exd5 Ff5 12. Fe3 Vb6 13. b3 Kfe8 14. Kad1 Kad8 15. h3 Va5 16. Kfe1 Ad7 17. Aa4 Ab4 18. Fg5 Ac2 19. Fxd8 Vxd8 20. Kf1 Ad4 21. Axd4 Fxd4 22. Kxd4 cxd4 23. Fg4 Fxg4 24. hxg4 Ke4 25. f3 Ae5 26. Vb4 Ad3 27. Vc4 Ae5 28. Vb4 Ad3 29. Vc4 1/2-1/2

Kasparov, G-Kramnik, V
ECO C42

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Ac6 7. O-O Fe7 8. c4 Ab4 9. Fe2 O-O 10. Ac3 b6 11. a3 Axc3 12. bxc3 Ac6 13. cxd5 Vxd5 14. Ke1 Fb7 15. Fd3 Kae8 16. Vc2 h6 17. Fh7+ Şh8 18. Fe4 Vd8 19. Fb2 Ff6 20. c4 Aa5 21. Fxb7 Axb7 1/2-1/2

Kramnik, V-Anand, V
ECO D18

1. d4 d5 2. c4 c6 3. Af3 Af6 4. Ac3 dxc4 5. a4 Ff5 6. e3 e6 7. Fxc4 Fb4 8. O-O O-O 9. Ah4 Abd7 10. Axf5 exf5 11. Vc2 Ab6 12. Fb3 Vd7 13. a5 Abd5 14. f3 Kfe8 15. Axd5 Axd5 16. e4 Af6 17. Vc4 Ff8 18. exf5 Kad8 19. Şh1 Ke7 20. Vc2 1/2-1/2

Anand, V-Shirov, A
ECO C42

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Fd6 7. O-O O-O 8. c4 c6 9. cxd5 cxd5 10. Ac3 Axc3 11. bxc3 Fg4 12. Kb1 Ad7 13. h3 Fh5 14. Kb5 Ab6 15. c4 Fxf3 16. Vxf3 dxc4 17. Fc2 Vd7 18. a4 g6 19. Fe3 Kac8 20. Kfb1 c3 21. a5 Ac4 22. Kxb7 Ve6 23. Ka1 Fb8 24. Fb3 Vd6 25. g3 Axe3 26. Fxf7+ Şh8 27. Vxe3 Vf6 28. Fe6 Kce8 29. d5 Fe5 30. Ka2 Fd4 31. Ve1 Vf3 32. Şh2 Vxd5 33. Fxd5 Kxe1 34. Şg2 Fxf2 35. Kf7 Kxf7 36. Fxf7 Fc5 37. Fb3 Şg7



Frankfurt Chess Classic 2000

Frankfurt Chess Classic 2000 turnuvasına katılacak oyuncuların listesi açıklandı. 16-25 Haziran tarihleri arasında yapılacak turnuvaya Anand, Kasparov, Kramnik, Leko, Morozevich, Shirov katılıyor. Bu büyükusta turnuvasının yanında, bilgisayarlarla oynanacak oyunlar, simultane karşılaşmalar da var. Hatta Fischer'in bulduğu, arka sıradaki taşların bilgisayarca rastgele dizildiği Fischer Rasgele satranç karşılaşmaları da yapılacak. Tam bir satranç şenliği şeklinde geçecek olan turnuvayla ilgili daha fazla bilgiyi alttaki adresten bulabilirsiniz.

http://www.frankfurt-west.de/ChessClassic2000

Özgür Tek

38. Kc2 Fd4 39. a6 Şf6 40. Ka2 Şe5 41. h4 Şe4 0-1

Anand, V-Kasparov, G
ECO B92

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Af6 5. Ac3 a6 6. Fe2 e5 7. Ab3 Fe7 8. O-O Fe6 9. f4 Vc7 10. Ad5 Fxd5 11. exd5 Abd7 12. c4 O-O 13. Şh1 Kfe8 14. Fe3 exf4 15. Fxf4 Ff8 16. Kc1 Vb6 17. Kc2 g6 18. Ff3 Kac8 19. Ac1 Ae5 20. b3 h5 21. h3 Fg7 22. Ae2 Axf3 23. gxf3 Vc5 24. Kc1 b5 25. Vd2 bxc4 26. bxc4 h4 27. Fg5 Ah5 28. Fxh4 Kb8 29. Ag1 Kb2 30. Kc2 Vxc4 31. Kxc4 Kxd2 32. f4 Kxd5 0-1

Kramnik, V-Shirov, A
ECO D17

1. Af3 d5 2. d4 c6 3. c4 Af6 4. Ac3 dxc4 5. a4 Ff5 6. Ae5 e6 7. f3 Fb4 8. e4 Fxe4 9. fxe4 Axe4 10. Fd2 Vxd4 11. Axe4 Vxe4+ 12. Ve2 Fxd2+ 13. Şxd2 Vd5+ 14. Şc2 Aa6 15. Axc4 b5 16. axb5 Ab4+ 17. Şc3 cxb5 18. Kd1 Vc5 19. Ve5 Ad5+ 20. Kxd5 b4+ 21. Şb3 Vxd5 22. Fe2 O-O 23. Vxd5 exd5 24. Aa5 Kfe8 25. Ff3 Kac8 26. Kd1 Ke3+ 27. Şa4 b3 28. Kxd5 g6 29. Kd7 Kc2 30. Şa3 Şg7 31. Kxa7 h5 32. h3 h4 33. Kb7 Kc5 34. Şb4 Kf5 35. Kc7 g5 36. Axb3 Kf4+ 37. Kc4 Kxc4+ 38. Şxc4 f5 39. Ad4 Şf6 40. b4 Ke1 41. b5 Şe5 42. Ac6+ Şd6 43. b6 Kc1+ 44. Şb5 g4 45. b7 Kb1+ 46. Ab4 Şc7 47. hxg4 fxg4 48. Fe4 1-0

Shirov,A-Khalifman, A
ECO C02

1. e4 e6 2. d4 d5 3. e5 c5 4. c3 Vb6 5. Af3 Ac6 6. a3 Ah6 7. b4 cxd4 8. cxd4 Af5 9. Fb2 Fe7 10. Fd3 a5 11. Fxf5 exf5 12. Ac3 Fe6 13. b5 a4 14. bxc6 Vxb2 15. O-O bxc6 16. Axa4 Vb5 17. Ac3 Vc4 18. Ae2 O-O 19. Kc1 Va6 20. Kc3 Kfc8 1/2-1/2

Açılış Ansiklopedisi

Bu ay köşemizde yine Kabul Edilmeyen Vezir Gambiti açılışlarının yarı-Slav varyasyonlarını bulabilirsiniz.

D42 KEVG : yarı-Tarrasch (7.Fd3)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c5 5.cxd5 Axd5 6.e3 Ac6 7.Fd3

D43 KEVG : yarı-Slav
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6

D43 KEVG : yarı-Slav
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 h6 6.Fxf6 Vxf6 7.e3

D43 KEVG : yarı-Slav, Hastings varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 h6 6.Fxf6 Vxf6 7.Vb3

D44/07 KEVG : yarı-Slav, anti-Meran, Denker varyasyonu (1945)
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 e6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5 7.e5 h6 8.Fh4 g5 9.Axg5 hxg5 10.Fxg5 Abd7 11.exf6 Fb7 12.g3 c5 13.d5 Vb6 14.Fg2 O-O-O 15.O-O b4 16.Aa4 Vb5 17.a3 Ab8 18.axb4 cxb4 19.Vg4 Fxd5 20.Kfc1

D44 KEVG : yarı-Slav (5.Fg5 dxc4)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4

D44 KEVG : yarı-Slav, Botvinnik sistemi (anti-Meran)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5

D44/06 KEVG : yarı-Slav, Botvinnik sistemi (anti-Meran a4'le)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5 7.a4

D44 KEVG : yarı-Slav, Ekstrom varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5 7.e5 h6 8.Fh4 g5 9.exf6 gxh4 10.Ae5

D44 KEVG : yarı-Slav, anti-Meran gambiti
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5 7.e5 h6 8.Fh4 g5 9.Axg5

D44 KEVG : yarı-Slav, anti-Meran, Lilienthal varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5 7.e5 h6 8.Fh4 g5 9.Axg5 hxg5 10.Fxg5 Abd7 11.g3

D44 KEVG : yarı-Slav, anti-Meran, Alatortsev sistemi
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.Fg5 dxc4 6.e4 b5 7.e5 h6 8.Fh4 g5 9.Axg5 Ad5

D44/05 KEVG : yarı-Slav, anti-Meran (4...dxc4)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 dxc4 5.e4 Fb4 6.Fg5 b5 7.a4 c6 8.e5 h6 9.exf6 hxg5 10.fxg7 Kg8

D45 KEVG : yarı-Slav (5.e3)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3

D45 KEVG : yarı-Slav, hızlandırılmış Meran (Alekhine varyasyonu)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 a6

D45 KEVG : yarı-Slav (5...Ad7)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7

D45 KEVG : yarı-Slav, Rubinstein (anti-Meran) sistemi
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Ae5

D45 KEVG : yarı-Slav, Stoltz varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Vc2 Fd6 7.Fe2 O-O 8.O-O

D45 KEVG : yarı-Slav, taşduvar savunması
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Ae4 6.Fd3 f5

D46 KEVG : yarı-Slav (Vc2/Fd3) (doğal yol)
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Ac3 Af6 4.e3 e6 5.Af3 Abd7 6.Vc2 Fd6 7.Fd3 O-O 8.O-O dxc4 9.Fxc4 Ve7 10.h3

D46 KEVG : yarı-Slav (Ac3'süz)
1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.e3 e6 5.Abd2 Abd7 6.Fd3 Fd6 7.O-O O-O 8.e4 dxe4 9.Axe4 Axe410.Fxe4 h611.b3 Af6

D46 KEVG : yarı-Slav (6.Fd3)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3

D46 KEVG : yarı-Slav, Romih varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 Fb4

D46 KEVG : yarı-Slav, Chigorin savunması
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 Fd6

D46 KEVG : yarı-Slav, Bogolyubov varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 Fe7

D47 KEVG : yarı-Slav (7.Fc4)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4

D47 KEVG : yarı-Slav, Meran varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5

D47 KEVG : yarı-Slav, yeni-Meran (Lundin varyasyonu)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 b4

D47 KEVG : yarı-Slav, Meran, Wade varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 Fb7

D48 KEVG : yarı-Slav, Meran (8...a6)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6

D48 KEVG : yarı-Slav, Meran, Pirc varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 b4

D48 KEVG : yarı-Slav, Meran, Keynold's varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.d5

D48 KEVG : yarı-Slav, Meran, eski ana yol
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.e5

D49 KEVG : yarı-Slav, Meran, Flumenfeld varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.e5 cxd4 11.Axb5

D49 KEVG : yarı-Slav, Meran, Rabinovich varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.e5 cxd4 11.Axb5 Ag4

D49 KEVG : yarı-Slav, Meran, Sozin varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.e5 cxd4 11.Axb5 Axe5 12.Axe5 axb5 13.O-O

D49 KEVG : yarı-Slav, Meran, Rellstab atağı
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.e5 cxd4 11.Axb5 Axe5 12.Axe5 axb5 13.O-O Vd5 14.Ve2 Fa6 15.Fg5

D49 KEVG : yarı-Slav, Meran, Stahlberg varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 c6 5.e3 Abd7 6.Fd3 dxc4 7.Fxc4 b5 8.Fd3 a6 9.e4 c5 10.e5 cxd4 11.Axb5 Axe5 12.Axe5 axb5 13.Vf3

D50 KEVG : 4.Fg5
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5

D50 KEVG : Been-Koomen varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5

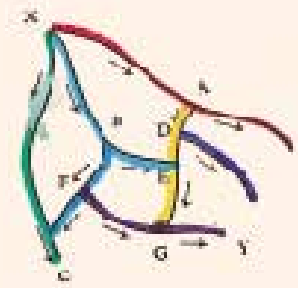
D50 KEVG : yarı-Tarrasch
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5 5.cxd5

D50 KEVG : Kanal (Venedik) varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5 5.cxd5 Vb6

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Tek Yönlü Yollar



Şekildeki oto yolları tek yönlüdür ve yönler okla işaretlidir. Buna göre X'den Y'ye kaç türlü gelinebilir?

Esrarengiz Bir Ölüm

Sıcak bir Temmuz günü sabahı, Sakarya Caddesindeki balıkçılardan biri dükkânının üstündeki depoda tavana boynundan asılmış olarak bulundu. İşin garibi oda bomboştu; hiçbir eşya yoktu ve tavan yüksekti. Olaya dedektif Kafacan el koydu. Büyüteçle döşemeyi incelerken orada ince talaş tozlarına rastladı. Hepsi bu. Kafacan olayı çözmüştü. Acaba nasıl?

Mantığın Gücü



Matematik Olimpiyatlarına katılmak için 15 okuldan toplam 100 öğrenci seçildi. Kanıtlayınız ki en az 2 okuldan aynı sayıda öğrenci seçilmiştir.

Kralların İddiası

Üç kral, zekâlarını denemek için tefeci Feci ile bahse tutuştular.

1. Kral- 100 altınına bahse girerim ki bana 500 altın verirsen sana 1000 altın veririm.
2. Kral- 500 altınına bahse girerim ki bana 500 altın verirsen sana 1000 altın veririm.
3. Kral- 1000 altınına bahse girerim ki bana 500 altın verirsen sana 1000 altın veririm.

Tefeci Feci, hangisinin bahsini kabul etmeli? Tefeci Feci hangi kralı en feci duruma soktu dersiniz? Bir diğer deyişle hangi kral, mantığı ve matematiği zayıf olduğu için, zor duruma düştü?

Mantık Uygulaması

Size bir seri önerme veriliyor.

1- İkinci önerme yanlıştır.
2- Üçüncü önerme doğrudur.
3- Dördüncü önerme yanlıştır.
4- Beşinci önerme doğrudur.
5- Birinci önerme yanlıştır.

1. önerme doğru mu, yanlış mı?

Halkanın Alanı



İki eş merkezli daire var. Küçük daireye büyük daire içinde kalan bir teğet çiziliyor. Sonra da bu teğeti çap alan 3. bir daire çiziliyor. Kanıtlayınız ki bu 3. dairenin alanı eş merkezli daireler arasında kalan halkanının alanına eşittir.

Amip Üremesi-I

Bir amipin ikiye bölünmesi 1 saat alsın a) Bir kavanoza M sayıda amip koyalım. 1 saat sonra N sayıda amip bulursak, amiplerin ikiye bölünme olasılığı nedir? (N/M değil).

Amip Üremesi II

Bu amipin soyunu sonsuza dek sürdürme olasılığı nedir?

Tangram



Kaplan mı Hazine mi?

Cin Ruhi ve arkadaşları Mantıkos yıldızında yalnız kafadan ibaret yaratıklara esir düşmüşlerdi. Yaratıkların koca kafalarının altında küçük ayakları vardı. Düşünce yiyor ve düşünce üreterek çoğalıyorlardı. Kahramanlarımız üç kapı önüne getirildiler: A, B ve C. Şu bilgiler verildi: Bu 3 kapının arkasında ya 2 kaplan ve 1 hazine ya da 2 hazine ve 1 kaplan vardır. Kaplanın (veya kaplanların) kapısı üzerinde yazan yanlış, hazinenin (veya hazinelerin) kapısı üzerinde yazan doğrudur.

A kapısında yazan: B ve C'nin arkasındakiler aynıdır.
B kapısında yazan: A ve C'nin arkasında kaplan var.
C kapısında yazan: Bu kapının arkasında kaplan yok.

Hatırlatalım ki uzay kaplanları insan yemiyor, bir pençe darbesiyle insanı yürüyen kafaya çeviriyorlardı. Bundan en çok Kafaboş korktu: "Dostlar, ben o zaman balon gibi uçarım; Ruhi ne olur kaplandan koru beni" diyordu. Hazineye ulaşmak için Ruhi hangi kapıyı açtı?

Bellek Testi



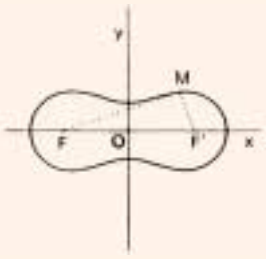
Soldaki resme 2 dakika dikkatle bakınız. Sonra soldaki resmi bir kağıtla kapatıp sağdaki resimde nerelerin hangi renk olduğunu hatırlamaya çalışın (siyah ve beyazlar dahil).

Uydu Fırlatma Hızı

Uzayda uydu taşıyacak bir roketi ekvatordan fırlatmak mı, meridyen doğrultusunda fırlatmak mı daha fazla enerji gerektirir?

İlginç Eğriler

Cassini oval'i



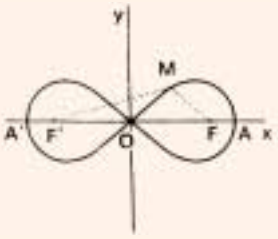
F ve F' gibi sabit iki noktaya olan uzaklıklarının çarpımı k^2 gibi sabit bir sayıya eşit olan M noktalarının geometrik yeridir.

$OF = OF' = c.$

$(x^2+y^2+c^2)^2 = 4c^2x^2+k^4.$

(Cassini 1747-1845)

Bernouilli lemniskat'ı



$MF.MF' = OF^2$

$(x^2+y^2)^2 = a^2 (x^2-y^2)$

(Bernouilli 1654 - 1705)

100 Kent

Bir ülkede 100 kent var. Rastgele seçilen herhangi iki kent arasındaki uzaklık, yine rastgele seçilen herhangi iki kent arasındaki uzaklıktan farklı. Her kent kendine en yakın kente doğrusal bir yolla birleştirilmiş.

a) Kanıtlayınız ki her kentten en fazla 5 yol çıkabilir.

b) Yollardan bazılarının bir çokgen oluşturması olası mıdır?

Yüklü Parçacıklar

Bir elektrik alanda hareket eden yüklü parçacıkların çizdiği yol, o alanın kuvvet çizgileri doğrultusunda mıdır?

Geçen Ayın Çözümleri

Sonsuzluğu Tadalım

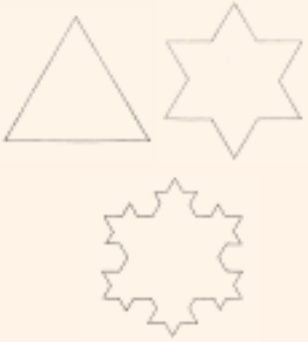
a) Bir eşkenar üçgenin kenarlarını üçe bölün (Şekil 1.). Her kenarın orta üçte birini yeni bir eşkenar üçgenin tabanı olarak alın. Yeni üçgende de aynı işlemi yapın ve buna sonsuza kadar devam edin. İsveçli Helge van Koch'un (kuk okunur) 1914'de bulduğu Koch çokgenini (kar tanesi eğrisi) çizmiş oldunuz. Bu çokgenin kenar sayısı sonsuz, alanıysa sonludur. İlk üçgenin alanı 1 ise Koch çokgeninin alanı 8/5 dir. Üçgenleri dışa değil içe doğru çizerseniz yine kenar sayısı sonsuz ve bu defa alanı 2/5 olan bir şekil bulursunuz. 8/5-5/5=3/5 ve 1-3/5=2/5.

b) Kenarı 1 olan bir küp alalım (Şekil 2.) Küpün her yüzünü 9 eşit kareye bölelim. Her karenin kenarı 1/3 ve alanı 1/9 dur. (şekle bkz). Ortadaki kare yeni bir küpün tabanı olsun. Bu yeni küpün hacmi $1/3^3$ = 1/27 dir. Bu küpde aynı işlemi yapalım ve bu böylece sonsuza kadar devam etsin. Koch eğrisine yaptığımız gibi bunu tekrarlayalım. Sonsuz yüzlü bir şekil elde ederiz. Bu şekil bir küre içine sığar. O halde hacmi sonludur.

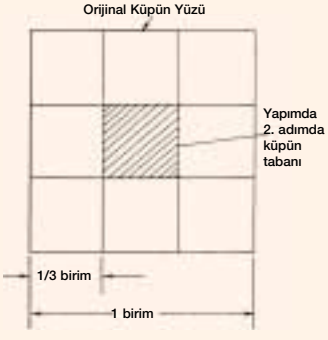
Herhangi bir düzgün çokyüzlü (sekiz yüzlü, on yüzlü, on iki yüzlü, ve yirmi yüzlü) bu şekilde büyütülüp düzgün bir infinihedron haline getirilebilir.

c) Derecesi sonsuz olan açıya α dersek $0 \le \alpha < 360°$ dir. α 0° ile 360° arasında bütün olası açılara karşılıktır. α = 1°, α = 15°, α = 122°, α = 250°, α = 355°.... olabilir.

Sonsuzluğu Tadalım



Şekil 1. Koch Eğrisi



Şekil 2. İnfinihedron yapılışı

Yine Mantık

a) Doğru, b) Doğru, c) Yanlış. Minnesota'lı ve çiçekli şapkalı bazı kadınlar Louvre Müzesini gezmektedir; d) Yanlış, e) Yanlış, f) Doğru.

Alo, alo! Adliye Servisi mi?

Mari 27.5, Anna 16.5 yaşındadır. 27.5+16.5=44. 11 yıl önce (T tarihi) Mari 16.5 ve Anna 5.5 yaşındaydı (3 x 5.5 = 16.5). Anna'nın Z tarihindeki yaşı 16.5 x 3 = 49.5 ve 5.5 x 9 = 49.5, 49.5/2 = 24.75 ve 24.75-16.5 + 5.5 = 13.75. 2x13.75 = 27.5.

Dost Sayılar

1210'un alikot bölenlerinin toplamı 1184, 1184'ün alikot bölenlerinin toplamı 1210'dur (Her sayının bölenleri arasında kendisi de vardır. Bir sayının kendisini içermeyen bölenlerine alikot bölenler denir). Örneğin 6'nın bölenleri 1, 2, 3 ve 6'dır. 6'nın alikot bölenleri 1, 2, ve 3'dür. 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 37 + 74 + 148 + 296 + 592 = 1210 (bunlar 1184'ün alikot bölenleri). 1 + 2 + 5 + 10 + 11 + 22 + 55 + 110 + 121 + 242 + 605 = 1184 (bunlar 1210'un alikot bölenleri). Eskiler dost sayıları biliyorlardı. Pisagor "iki dost 220 ile 284 gibi olmalıdır" demişti. 11. yüzyılda bir Arap matematikçisi sevgilisine 220'yi yedirmiş, kendi de 284'ü yiyerek bir çeşit büyü yapmıştı. İncil'de Yakup'un 220 keçisinin olduğu yazar; belki de 284 keçisi olan Esau'nun dostluğunu arıyordu. Euler 1750'de 60 çift dost sayı verdi; fakat ikinci en küçük çift olan 1184 ve 1210'u atlamıştı; bunları 1866'da B.N.İ. Paganini adlı 16 yaşında bir oğlan buldu.

$a = 3\text{-}2^x\text{-}1$; $b = 3.2^{x-1}\text{-}1$; $c = 9.2^{2x-1}\text{ -}1$ (x>1) alalım. a, b ve c asalsa 2^x ab ve 2^xc dost sayılardır. x=2 için 220 ve 284 bulunur. Birkaç dost sayı çifti verelim: 2620-2924; 5020-5564; 6232-6368; 10744-10856 vb.

Şimdi sürekli olarak alikot bölenleri toplayalım: 20'nin alikot bölenlerinin toplamı= 1 + 2 + 4 + 5 + 10 = 22; 22'nin alikot bölenlerinin toplamı; 1 + 2+ 11 = 14; 14'ün 1 + 2+ 7 = 10; 10'un 1 + 2 + 5 = 8; 8'in 1 + 2+ 4 = 7 ve 7'nin 1.

Birçok sayı bu işlemlerle 1'e iner; bazılarıysa sonsuza gider. Az önceki 6 toplam s(n), s^2 (n), ..., s^6 (n) olarak gösterilir; burada s^2 kare değil, 2. toplamdır (yukarıdaki örnekte $s^2(n) = 14$). Şimdi 12496'ya bakalım: s(n) = 14288, $s^2(n)$ = 15472, $s^3(n)$ = 14536, s^4 (n) = 14264 ve s^5 (n) = 12496 = n. Başlangıca döndük. Fakat en ilginci şudur; $s^{28}(14316) = 14316$. Ayrıntı için Bkz. Recreations in the Theory of Numbers. A. H. Beiler Dover Pub.

Düzgün Çokgen ve Daire

Kenar sayısı 3, 4, 5, 6, 8, 10 veya bu sayıların iki katı olan düzgün çokgenlerin çizimi Pisagor (M.Ö. 530) zamanından beri biliniyordu. Eski Yunanlılar düzgün yedigenin pergel-cetvelle çizilemediğini biliyorlardı. Böylece hangi çokgenlerin pergel ve cetvelle çizilebileceği araştırılmaya başlandı. Bu soruya ancak Gauss (1777-1855) yanıt verebilmiştir. Fermat sayıları ile bu konu yakından ilgilidir. $2^{2^n}+1$ şeklindeki sayılara Fermat sayıları denir; Fermat bütün bu gibi sayıların asal olduğuna inanıyordu. Gerçekten n=0 için 3, n=1 için 7, n=2 için 17, n = 3 için 257 ve n=4 için 65537 asal sayılarıdır. Fakat n=5 için $2^{2^5}+1$ sayısının $(2^{32}+1)$ asal olmadığı Euler tarafından kanıtlandı. Pergel ve cetvelle çizilebilen düzgün çokgenler, kenar sayısı Fermat sayıları olanlardır; yani düzgün üçgen, beşgen, 17 gen, 257 gen ve 65537 gendir. (Ne kadar esrarengiz bir olgu: 2^{2^n} ile bir çokgenin cetvel ve pergelle çizilebilmesi arasında nasıl bir ilişki olabiliyor?); Aslında Gauss teoremine göre m bir tamsayı ve p1, p2, p3 ... Fermat sayıları olmak üzere, kenar sayısı 2^m.p1.p2.p3...pk olan bütün çokgenler pergel ve cetvelle çizilebilir; yani Fermat sayıları esas olmakla birlikte çizilebilen çokgen sayısı 5'in çok üstündedir. Örneğin 2^4.3.7 = 16.21 = 336 kenarlı düzgün bir çokgen de cetvel ve pergelle çizilebilir. Böylece 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 24, 32, 34... kenarlı çokgenler çizilebilir; 7, 9, 11, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33 ... kenarlı çokgenler çizilemez.

Bir çokgenin etrafına çevrel çember çizilebilmesi (veya bir daire içine bir çokgen çizilebilmesi) dairenin n eşit parçaya ayrılabilmesiyle olasıdır; böylece 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 30, 45, 60, 90 ... kenarlı çokgenler daire içine çizilebilir (360, bunların herbiriyle bölünebilir).



Hedefler

Kenarları 2 km olan bir eşkenar üçgenin çevrel çemberini çizelim. Pergeli 2 km açıp A, B ve C noktalarına koyarak BC, AC ve AB yaylarını çizelim. Tanklar beyaz alanda olmak zorundadır (nedenini düşününüz). Dairenin yarıçapı Pisagor'a göre ve yükseklikler birbirini 1/3 h, 2/3 h şeklinde keser kuralı gereğince

$\frac{2\sqrt{3}}{3} = 1.15$ km olmalıdır.

Saf Mantık

Tek sayılı sıralardaki siyah kare kümesine A, çift sayılı sıralardaki siyah kare kümesine B, tek sayılı sıralardaki beyaz kare kümesine C diyelim, A, B ve C kümelerindeki taşların toplam sayısı sırasıyla n, m ve k olsun. 1, 3, 5 ve 7. sıraların her birinde tek sayıda taş var. A ve C kümelerinin toplamı 1, 3, 5 ve 7. sıraların toplamını verir (A kümesi 1, 3, 5 ve 7 sıraların siyahlarını, C kümesi 1, 3, 5 ve 7. sıraların beyazlarını verir. Bu ikisi bir arada 1, 3, 5 ve 7'nin bütün karelerini verir). 1, 3, 5 ve 7'nin herbirinde tek sayıda taş olduğundan, dört tek sayının toplamı ise çift olacağından, n+k çift olmak zorundadır. B ve C kümelerinin toplamıysa b, d, f ve h sütunlarının toplamını verir (1b, 3b, 5b ve 7b beyaz ve 2b, 4b, 6b, 8b siyah; bunların toplamı b sütununu verir; aynı mantık d, f ve h sütunları içinde geçerli). Bu nedenle m+k çift olmak zorundadır (4 tek sayının toplamı çifttir).

n+k = 2a ise (çift) ve m+k = 2b ise (çift)

n+k+m+k = 2a+2b ve m+n = 2 (a+b-k). Demek ki m+n çifttir; yani tahtanın siyah karelerinde (A ve B kümelerinin toplamı tahtanın bütün siyah karelerini verir) çift sayıda taş vardır.

Çılgınca Oyunlar

a) 1. oyuncu kırık çizgiyi aşağı doğru devam ettirdiği sürece oyunu kaybedemez. Hamle yapılamadığı zaman, kırık çizgi kendi üstüne kapanmış demektir. Kırık çizgi yalnız çift sayıda hamleden sonra kapanır. Bu nedenle 2. oyuncu ne yapsa oyunu kaybetmez. (2n. hamleyi 2. oyuncu yapıp kırık çizgiyi kapatır; 1. oyuncu artık hamle yapamaz ve kaybeder).

b) 1. oyuncu tek n ile, 2. oyuncu çift n ile kazanır. Her düğüme, o düğümden çıkan kesilmemiş iplerin sayısını yazalım. Bu sayıların toplamı nxn karelik ağ için $3.4(n-1) + 4(n-1)^2$ olacaktır; bu, 4'e bölünür. Ağı ikiye bölmeyecek maksimal kesi sayısı $2n^2 + 4n-8$'dir. Bu ifade n tek ise 4'e bölünmez, çiftse bölünür. Her kesiş düğüm sayısını 2 azaltır.

Tangram



10 Çift Çizme

En fazla 5 kişi çizmesiz kalabilir. Bütün ayaklar aynı büyüklükte olsaydı kimse çizmesiz kalamazdı. Bunun tam aksi, en kötü olasılık, her ayağın farklı büyüklükte oluşudur. Çizmelerin büyüklük sırasını 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10 ile gösterelim.

1, 10'un; 2, 9'un; 3, 8'in 4,7'nin; 5, 6'nın çizmesini giyer; geriye 1, 2, 3, 4, 5 No lu çizmeler ve ayağı 6, 7, 8, 9, 10 olanlar kalmıştır. 6, 7, 8, 9, 10 tabii ki çizmesiz kalır.

Tutuklu İkilemi

A itiraf ederse 5 veya 10 puan alır; yani ya hafif bir hapis yer (5 puan) ya da serbest kalır (10 puan), A susarsa ya orta derecede bir hapis ya da ağır hapis yer. B için de benzer mantık geçerlidir. O halde ikisinin de en lehine olan durum itiraf etmektir. Bu kararı almak için görüşmelerine gerek yoktur; mantıkla bu sonuca varılabilirler.

A ve B'nin davranışları	A itiraf eder	A susar
B itiraf eder	Durum iyice: 5 puan	Durum kötü: -10 puan
B Susar	Durum iyi: 10 puan	Durum orta : 0 puan

Yayın Dünyası

Murat Dirican



Sokrates İnternet'te
Bir Medya Felsefesi İçin
Denis Huisman
Çeviren: Kerem Eksen
Güncel Yayıncılık
İstanbul Mart 2000

Özel TV ve radyoların kurulmasıyla birlikte ülkemizde de batılı anlamda bir medya kurulmuş oldu. Toplumsal etkisi görece zayıfken bile, devlet yöneticilerinin hışmına uğrayan basın, bir yandan özgürlük temsilcisi olarak görülürken, öte yandan bireysel hayatları da yıkıma sürükledi. Bugün belirli bir okuyucu kitlesi, gündelik haberleri ve değerlendirmeleri medyadan alıyor; ama hepimiz, yakın geçmişin tek kanallı, resmi görüşlü devlet televizyonunun ve gazetelerinin yaydığından daha fazla bir bilgi yığını ve bu yığının hayatlarımızda yarattığı değişikliklerle karşı karşıyayız. Denis Huisman, işte bu etkili aracın toplumsal ve siyasal etkilerini incelemekle kalmıyor aynı zamanda, konuya felsefi bir bakış getirerek, medyanın düşünce hayatında yol açtığı değişiklikleri de sorgulamamızı sağlıyor.

Kitabın ana sorununun bir "medya felsefesi" olduğu söylenebilir. İletişim ve felsefe arasındaki ilişkilerin tarihi, eleştirel düşünce tarafından yalnızlığa terk edilen ve medyanın insafına bırakılan toplumumuzun geçirdiği manevi krizi gözler önüne seriyor bu kitap. Ayrıca, Sokrates'den Habermas'a kadar felsefe öğretilerinin hepsindeki iletişim kavramını irdelerken, iletişim ve felsefe arasında geçmişte yaşanan ayrılığa da dikkat çekiyor.



Bilimsel Devrim
Steven Shapin
Çeviren: Ayşegül Yurdaçalış
İzdüşüm Yayınları
İstanbul Mart 2000

"Bilimsel devrim diye bir şey olmamıştır; bu kitap işte bunu anlatıyor." California Üniversitesi sosyoloji profesörü Shapin, modern bilimsel dünya görüşünün köklerine yaptığı tarihi keşif yolculuğunu, işte bu sav üzerine temellendiriyor. Shapin, erken modern felsefenin hem gündeminden, hem de politik bağlantılardan ve dinsel yaklaşımlarından etkilendiğini gösteriyor. Bilime, pratikte hiçbir işlevi olmayan, uçuk birtakım fikirler toplamı olarak değil, bilmenin ve yapmanın, tarih boyunca geliştirilmiş yolları olarak bakıyor Shapin. Ortaya koyduklarıyla sarsıcı olduğu kadar karmaşık da olmasına karşın, son derece açık ve kolay okunabilir bir kitap. *Bilimsel Devrim* için, bilimsel bilgiye ve uygulamalarına ilişkin anlayışımızı etkileyecek bir tarihsel, sosyolojik ve felsefi duyarlılıklar toplamı da diyebiliriz.



Anadolu'da Büyük İsyan 1591-1611
William J. Griswold
Çeviren: Ülkün Tansel
Tarih Vakfı Yurt Yayınları
İstanbul 2000

Kuyucu Murad Paşa'nın Celali isyanlarını kanla bastırması ünlüdür. Ancak, Anadolu'yu yıllarca derinden sarsan, halkı yerinden edip, "büyük kaçgun"a yol açan bu ayaklanmaların tarihi üzerinde ne yazık ki çok az çalışma yapılmış bugüne değin.

Tarihçi William J. Griswold'un bu kitabı, Celaliler'in güçlenmesine yol açan Haçova meydan savaşıyla başlıyor ve o dönem için büyük Celali hareketinin bastırılmasını simgeleyen Sultan Ahmed Camisi'nin yapımına başlanmasıyla son buluyor. Griswold; Karayazıcı, Deli Hasan, Kalenderoğlu Mehmed gibi Celaliler'in Osmanlı siyasi sistemini yıkma ya da bu sistemden ayrılma amacında olmadıklarını, tersine bu sistemin içinde yer almak istediklerini, oysa Canbuladoğlu Ali Paşa'nın farklı olarak Kuzey Suriye'de ayrı bir devlet kurmak istediğini öne sürüyor. Ama ister Celaliler, ister Canbuladoğlu Ali Paşa'nın ayrılıkçı hareketi olsun, her iki isyan da yönetici Osmanlı seçkinlerini şaşkına çevirmiş ve önemli siyasi değişikliklere yol açmıştı. Yaşlı sadrazam Kuyucu Murad Paşa'nın bu korkunç isyanları bastırmadaki akıl almaz başarısıya İstanbul'a rahat bir soluk aldırmıştı.



Bilimde ve Sanayide
Kimya Tarihi
Zeki Tez
Nobel Yayın Dağıtım
Ankara 2000

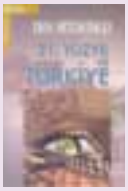
Bilimde ve Sanayide Kimya Tarihi, ülkemizde çok da fazla ürün verilmeyen, bilim tarihi alanında yayımlanmış, az sayıdaki yetkin çalışmalardan biri. İlk kez 1986 yılında *Kimya Tarihi* adıyla yayımlanan kitabın bu baskısında; sanayi devrimi sırasında ve sonrasında kimya sanayisinin biçimlendiği koşullar ve günümüze ulaşan gelişme çizgisiyle ilgili konulara biraz daha geniş yer verilmiş. Kitapta ilginç çizimler eşliğinde İlkçağdan günümüze değin, belli dönemler halinde kimya ve kimya sanayiinin gelişimi (bazı açılardan ilginç ayrıntılarla bezenerek) olabildiğince kolay anlaşılır bir dille anlatılmış. Buna karşılık, konuyla ya da en azından doğa bilimleriyle uzaktan yakından ilgisi olmayan okurlar için bazı kimyasal kavram ve olguların anlaşılmasının da ek bir çabayı gerektirdiğini söylemek gerek.



Kaplan! Kaplan!
Bilimkurgu
Alfred Bester
Altıkırkbeş Yayınları
Çeviren: Serap Şenkul Tezcan
İstanbul, Mart 2000



Herkesin Bilmediği Olağanüstü Yerler
Gezi
Sevan Nişanyan, Müjde Nişanyan
Boyut Kitapları
İstanbul, Mart 2000



21. Yüzyıl ve Türkiye
Araştırma
Erol Mütercimler
Güncel Yayıncılık
İstanbul, Şubat 2000



Amatörler İçin Dijital Fotoğrafçılık
Fotoğraf
Julie Adair King
Çeviren: Caner Özer
Dünya Yayıncılık
İstanbul, Mart 2000

Yirmi Yedinci Adam
Öykü
Nathan Englander
Çeviren: Elif Uras
Dost Kitabevi Yayınları
İstanbul, Mart 2000



Mühendisler ve İdeoloji
Nilüfer Göle
Metis Yayınları / Tarih Toplum Felsefe Dizisi
İstanbul, Haziran 1998



Front Page 2000
Kim Korkar
Bilgisayardan Bilgisayar
Cenk Tarhan
Pusula Yayıncılık
İstanbul, Mart 2000



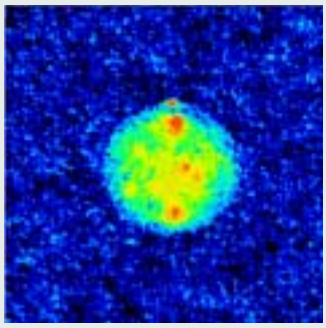
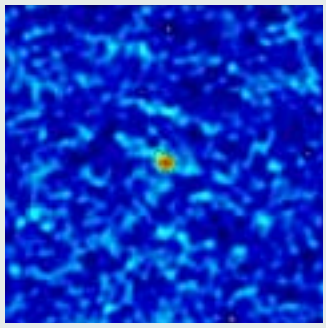
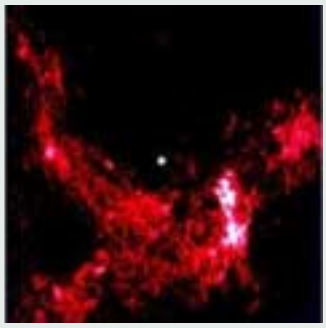
Bir Bakışta Internet Explorer 5
Bilgisayar
Çeviren: S. Buğra Ercilasun
Arkadaş Kitabevi
Ankara, 2000





Raşit Gürdilek

Dev Radyo Teleskop 20 Yaşında

Kendi devrimci tasarımı sayesinde gökbiliminde devrim yaratan buluşlara imza koyan hareketli radyotelekop "Çok Geniş Dizge" (VLA), 30 Mayıs günü 20. yaşını doldurdu. Ancak, teleskop için hazırlanan görkemli "doğum günü partisi" onur konuğu senatör Pete V. Domenici'nin son anda hastalanması nedeniyle belirsiz bir tarihe ertelelendi.

Dizge raylar üzerinde hareket ederek, geniş açı ve zoom konumuna gelebilen, çelik ve alüminyumdan yapılı 27 parabolik çanak antenden oluşuyor. Antenlerin derlediği radyo sinyalleri güçlü bilgisayarlarca birleştirilerek tek bir görüntü oluşturuluyor. Radyo dalgaları, görünür ışık dalgaboyundaki fotonların geçemediği gaz ve toz bulutlarını rahatlıkla aşabildiğinden, VLA, gökadaların yoğun merkezlerinin görüntülerini alabiliyor. Bu nedenle karadeliklerin yıol açtığı dinamikler ve büyük hızlardaki relativistik madde fışkırmaları, radyoteleskoplarla saptanabiliyor. ABD'nin New Mexico eyaletindeki Socorro kenti yakınlarında bulunan VLA dizgesindeki teleskoplar 32 kilometre uzunluğunda dev bir Y harfi gibi açılabiliyor, ya da bir araya toplanabiliyor. Dizgeyi işleten ABD Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi Direktörü, Dr. Paul Vanden Bout, VLA'nın bugüne kadar 2200'ün üzerinde bilim adamı tarafından 10 000'i aşkın gözlem projesi için kullanıldığını vurguladı. Bout, 1970'li yılların teknolojisine dayanan bazı aygıtların değiştirilmesiyle, VLA'nın görüş gücünün önümüzdeki yıllarda 10 kat genişleyeceğini de belirtti

NASA Basın Bülteni, 18 Mayıs 2000.



"Y" biçiminde bir dizge olan VLA'nın bir kolu (altta). Dizgenin 20 yıllık çalışmalarının doruk noktaları arasında, yüzey sıcaklığı 425 °C olan Merkür'ün Kuzey kutbunda saptadığı buz (sol üst resimde tepedeki kırmızı nokta), Evrendeki en şiddetli olaylar olan gama ışını patlamalarını belirlemesi (üstte ortada) ve Samanyolu'nun merkezindeki dev karadeliği keşfetmesi (sağ üst resimin merkezindeki beyaz nokta) bulunuyor.

Samanyolu'nu Gökten Silince

En az 100 milyar yıldızdan oluşan dev gökadamızın arkasında neler olduğunu merak eden gökbilimciler, perdeyi aralayınca Samanyolu'nun arkasında her biri küçük bir gökada oluşturabilecek boyutta karanlık gaz ve toz bulutlarıyla, yüzlerce küçük ve sönük gökada belirlediler.

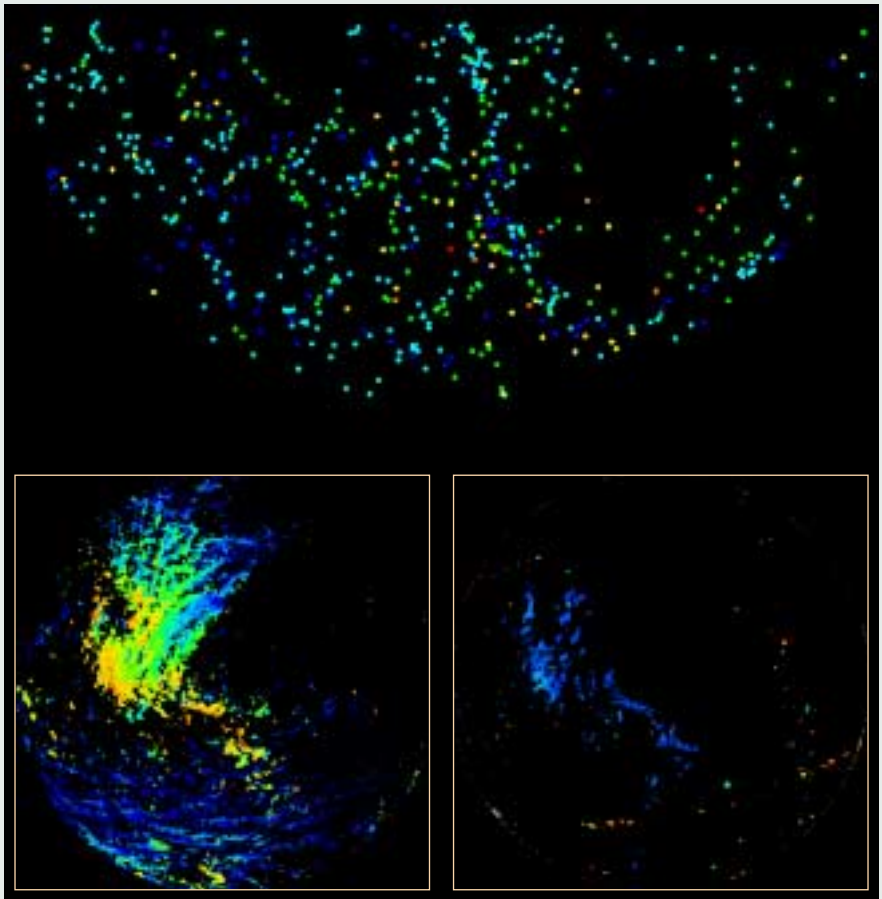
Dört ülkeden 30 kadar gökbilimcinin, Avustralya'daki Parkes radyoteleskopuyla yaptığı gözlemler, ABD'nin New Mexico eyaletinde bulunan Çok Geniş Dizge (VLA) radyoteleskopunun 20. yılını kutlama etkinlikleri kapsamında yapılan "Gaz ve Gökadaların Evrimi" adlı uluslararası bir toplantıda açıklandı. Araştırma evrenin yakın bölgelerinde bulunan normal (baryonik) maddenin miktarı ve dağılımı konularına ışık tutuyor.

Çalışma, yıldızların hammaddesi olan atom yapılı hidrojenin güney gökküredeki dağılımını gösteriyor. Bu görüntüyü elde etmek için gökbilimciler, atomik hidrojenin 21 cm dalgaboyunda ışınım yapmasından yararlanıyorlar. Ekip, şimdiye değin gökadamızın kapadığı bölgeleri de gözleyebilmek için, fondan gelen sinyaller üzerinde Samanyolu'nun ışınım imzasını kazıma yöntemini kullanmış. Ekipte yer alan gökbilimcilerden Dr. Lister Staveley-Smith, "tüm güzelliğine karşın Samanyolu, aslında bir baş belası" diyor. "Penceredeki kirli bir şerit gibi gökyüzünün altıda birinden fazlasını örtüyor". Bilim adamı, "Ama şimdi lekeleri ve örümcek ağlarını temizledik ve şimdiye değin saklı kalmış yüzlerce gökadayı görebiliyoruz" diye ekliyor.

Harvard Smithsonian Astrofizik Merkezi'nden Profesör John Huchra, evrenin yerel bölgesinde daha bilmediğimiz pek çok şey bulunduğunu kaydederek, bu türden araştırmalarla en azından, yeterli kütleye sahip cisimlerin yerlerinin, tayflarındaki kırmızıya kaymayla da uzaklıklarının belirlenebileceğini söylüyor.

HIPASS adı verilen çalışmadan derlenen sonuçlar, 23 Mayıs günü İnternet aracılığıyla dünyaya dağıtıldı. Dr. Staveley-Smith, dağıtılan verinin, herbiri 1000 kanal içeren 1.2 milyon ayrı tayftan oluştuğunu açıkladı.

Aynı araştırmacı, saptanan cisimler arasında cüce gökadalarla, çok sönük gökadalar ve hiç ışımayan, tümüyle karanlık, on milyonlarca hatta yüz milyonlarca Güneş kütlesinde gaz bulutları olduğunu, ve bunların Samanyolu ile komşularının oluşma sürecinden arta kalan ve protogalaksi diye adlandırılan parçalar olabileceğini belirtiyor.



Güney gökkürede 150 milyon ışıkyılı uzaklığa kadar belirlenen parlak gökadalar ve gaz bulutları (üstte). Renkler cisimlerin hız farklılıklarını, dolayısıyla uzaklıklarını gösteriyor. Samanyolunun uydu gökadaları büyük ve küçük Magellan bulutları (altta solda). Resmin altında uzanan Samanyolu'nun uydularından çaldığı gaz bir kol halinde görülüyor. Aynı bölgede 0-1000 km/sn hız dilimindeki cisimlerin görüntüsü (sağ altta). Sağdaki parlak topakçıklar arasında yeni keşfedilen bir karanlık gaz bulutu da bulunuyor. Samanyolu'nun, Magellan bulutlarından çaldığı gaz, daha net görünüyor.

Bulguların, bölgemizde ne kadar olağan madde bulunduğu konusunu aydınlatacağını vurgulayan Staveley-Smith, böylelikle "karanlık madde" nin miktarı konusunda da güvenilir öngörülerde bulunabileceğini söylüyor. Karanlık madde, ışık, radyo dalgası ya da başka türden hiçbir ışınım yayınlamayan ve gökbilimcilerce evrenin toplam kütlesinin %90'ını oluşturduğu sanılan maddeye verilen isim. Araştırmacıya göre bulguların çözmesi beklenen bir bilmece de sönük ve cüce gökadaların nasıl "işlediği"! Bu gökadaların dinamiği, büyük sarmal gökadalarınkinden çok farklı. Yeterli malzeme bulunduğu halde nedense çok az yıldız oluşmuş.

Araştırmayı yöneten Avustralyalı gökbilimci Dr. Rachel Webster, gözlemlerin sürdüğünü ve sonunda 5000 ile 10 000 arasında parlak cisim saptamayı umduklarını belirtiyor. Bunların yaklaşık dörtte biriyse, şimdiye kadar varlığı hiç bilinmeyen cisimler olacak.

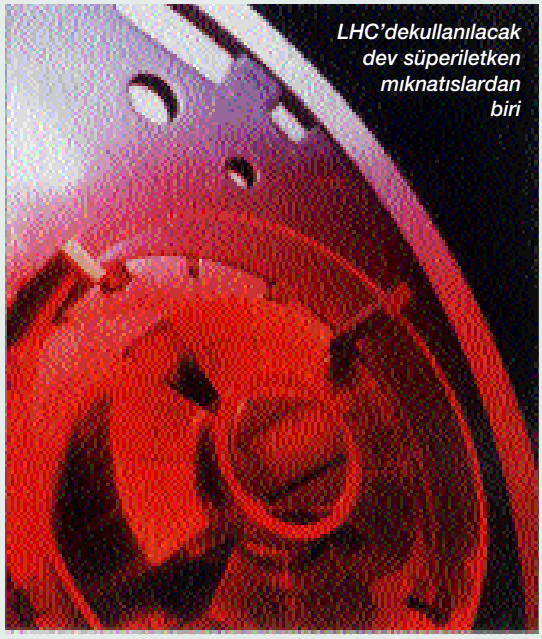
Gökbilimciler gözlemin başarısını, 13 bandı tarayabilen yeni bir düzenekle, gökyüzünün çok geniş bir bölgesinin aynı anda taranabilmesine bağlıyorlar. Dr. Staveley-Smith, bunu oltayla balık tutan biriyle bir trol gemisinin av hacmi arasındaki farka benzeterek, "tek bantlı bir teleskop kullansaydık, araştırma 30-40 yıl sürerdi; oysa bu kadar malzemeyi üç yılda derleyebildik" diyor.

NASA Basın Bülteni 23 Mayıs 2000

CERN, Higgs Avına Başlıyor

Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN, kuramsal Higgs parçacığını bulmak için, uzun süredir kullandığı parçacık hızlandırıcısını çok daha güçlü bir yenisiyle değiştirme hazırlıklarına başladı. Higgs'in, kuarklar ve bozonlar gibi tüm madde parçacıklarıyla kuvvet taşıyıcı parçacıklara kütle kazandırdığı düşünülüyor (bkz. "Maddenin Aslı" BTD Ocak 2000).

CERN, halen bu iş için birçok büyük keşifte yeralan Büyük Elektron Pozitron Çarpıştırıcısı'nı (LEP) normal gücünün ötesinde zorluyor. LEP ekibi, yeraltında 27 km uzunluktaki dairesel tünel içinde elektron ve ters elektrik yüklü ikizleri pozitronları mıknatıslarla neredeyse ışık hızına çıkarıp çarpıştırarak, dev detektörlerle çarpışma enkazında yeni parçacıklar ve bu arada Higgs'i arıyor. LEP'in günümüzde ulaştığı enerji 103 GeV (milyar elektronvolt) düzeyinde. Higgs parçacığını önce bulmak için CERN'in geleneksel rakibi Fermilab (ABD) ile yarışan LEP araştırmacıları, bu aşamada 1 GeV güç artışının bile önemli olduğunu vurgulayarak, halkanın performansını 114 GeV düzeyine çıkarabilmeyi umuyorlar. Ama önümüzdeki birkaç ay içinde hedeflerine ulaşamazlarsa, LEP, Eylül ayında sökülmeye başlanacak ve yeni hızlandırıcının beş yıl sürecek kuruluş çalışmalarına hemen ekim ayında girişilecek.



LHC'dekullanılacak dev süperiletken mıknatıslardan biri

Kuramsal fizik topluluğunun umutlarını bağladığı ve 2 milyar dolara mal olacağı hesaplanan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) daha yüksek enerji düzeylerine erişmek için, elektronlardan çok daha ağır protonları çarpıştıracak. Parçacıkların kafa kafaya çarpışmasıyla ortaya çıkacak "kütle merkezi enerjisi"nin 14 trilyon elektronvolt (TeV) olacağı hesaplanıyor. 2005 yılında hizmete girmesi planlanan LHC'nin Higgs bozonunun yanı sıra temel doğa kuvvetlerinin özdeştirilmesi için gerek olduğu sanılan ve bilinen parçacıkların ters spinli ikizleri olarak düşünülen süpersimetrik parçacıkları da ortaya koyması bekleniyor.

LHC'deki çarpışma izleri, apartman büyüklüğünde ve farklı tasarımlardaki dev detektörlerce izlenecek. Bunlardan ATLAS ve CMS, Higgs bozonu, süpersimetri parçacıklarını araştırırken, LHC-b adlı üçüncü bir detektör, madde ve karşı-madde arasındaki farkı araştıracak. ALICE adlı detektörse, temel yapıtaşları olan kuarklar ve bunları bağlayan gluon adlı kuvvet taşıyıcı sanal parçacıkların ilk kez proton ve nötron gibi parçacıklar içinde bağlı olmadan serbestçe dolaştığı, "kuark-gluon plazması" denen yoğun madde türünü araştıracak. Katı, sıvı ve gaz dışında "maddenin 4. durumu" diye de adlandırılan bu plazmanın, büyük patlamanın ilk anlarındaki muazzam sıcaklıkta var olabildiği düşünülüyor. CERN fizikçileri, birkaç ay önce LEP deneylerinde kuark-gluon plazması saptadıklarını açıklamışlar, nevar ki bu sav, genel kabul görmemişti.

Yukarıda belirtilen detektörlerden ATLAS ve CMS, çarpışma tünelinin çevresine iç içe sarılmış silindirler biçiminde. Aygıtın en içteki bölümünde, elektrik yüklü parçacıkların izlediği yolları saptayan bir tarayıcı, daha dışta, hem yüklü hem de yüksüz parçacıkların enerjilerini ölçen bir kalorimetre ve en dışta da, nötrinoların dışında detektörü bir uçtan bir uca geçebilecek tek parçacık olan müonları (elektronların ağır bir türü) saptayacak bir tayfölçer bulunacak. Her iki makineyle aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 30'dan fazla ülkeden gelen 1700 kadar fizikçi, işbirliği halinde araştırma yapacak.

Deneylerin 2005 yılında başlayabilmesi için her biri 15 metre uzunluğunda 1200 dev süperiletken mıknatısın, 27 km uzunluğundaki halkaya yerleştirilmesi gerekiyor. Daha büyük bir mühendislik sınavıysa, CMS'de kullanılacak dünyanın en büyük süperiletken bobin mıknatısın yapılması. Mıknatıs denemesinin 2004 Martında yapılması ve detektörün daha sonra yerin 100 metre altındaki "mağarasına" yerleştirilmesi bekleniyor.

Bir başka sorun, saçılım kristallerinin uygun nitelik ve yapıda olması. LEP'teki L-3 detektöründe bizmut germanyum oksit (BGO) kristalleri kullanılıyor. Ancak bunların LHC için hem çok yavaş kalacağı, hem de çarpışmanın ortaya çıkaracağı muazzam radyasyon düzeylerine dayanamayacağı düşünülüyor. Bu nedenle salt LHC'de kullanılmak üzere Rusya ve Çin yeni bir kristal maddesi üretiyorlar. CMS detektörü için 11 metreküp toplam hacimde 80 000 kurşun tungstat kristali.

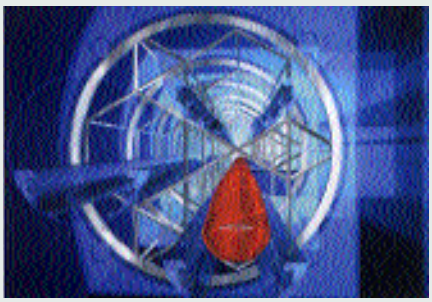
En temel sorun, elde edilecek verilerin işlenmesi. ALICE, ATLAS, CMS ve LHC-b'nin her biri, yılda 1 petabyte (katrilyon byte) tutarında veri üretecek. Bunların çeşitli ülkelerdeki yüzlerce araştırma kurumunda görevli binlerce bilim adamına iletilmesi gerekiyor. Bu hacimdeki bir verinin, gene CERN tarafından yaratılmış www bilgi iletişim ağıyla ulaştırılması olanaksız. Bu nedenle CERN araştırmacıları Grid (ağ) adı verilen ve ABD'nin Argonne laboratuvarı araştırmacılarınca geliştirilen bir veri işlem sisteminin benzerini geliştirmeye hazırlanıyorlar. Hesaplama gücünü büyük ölçüde arttıracak bu sistem üzerinden veriler, öncelikle ABD, Almanya, Fransa, İngiltere ve İtalya'daki "1. kademe" merkezlere, daha sonra 2. kademe ülkelerdeki araştırma kurumlarına ve son olarak da 3. kademe olarak belirlenen üniversitelere gönderilerek işlenecek.

Physics World, Mayıs 2000

İsviçre Süper Tren Peşinde

Teknik, mali ve güvenlikle ilgili soıunlar aşılabilirse, iddialı bir hava treni projesi İsviçre'yi bu alandaki teknolojinin lideri olan Japonya'nın önüne taşıyacak. Proje, İsviçre'nin Lausanne ve Fransa'nın Lyon kenti havaalanlarını birleştirmeyi hedefliyor. Gerçekleşmesi halinde 110 km uzunluğundaki "yarı-vakum" bir tünel, aradaki uzaklığın 15 dakikada alınmasını sağlayarak iki hava alanını tek bir terminal haline getirecek. İki havaalanı, proje için bir yapılabilirlik incelemesinin masraflarını üstlenmiş bulunuyorlar. Ancak yaklaşık 2 milyar dolarlık bir fiyat etiketi taşıyan metro projesine katılmayı düşünen özel sektör kuruluşları, şimdilik toplam maliyetin ancak yüzde 20'si için taahhütte bulunmuş durumdalar.

1970'li yıllarda mıknatısların özdeş kutupları arasındaki itim kuvvetinden yararlanarak raylara değmeden giden hızlı hava treni tasarımları, geleceğin taşıma sistemi olarak büyük ilgi çekmiş, ancak bu projelerden hiçbiri seri üretim aşamasına gelememişti. Bu alanda en büyük başarıyı, 18,4 km uzunlukta bir deney hattında saatte 552 km hıza ulaşan bir uçan treni gerçekleştiren Japonya göstermiş bulunuyor. Berlin ve Hamburg arasında 290 kilometre uzunlujkta benzer bir hat tasarlayan Almanya ise, 4,5 milyar dolar maliyetli bu projeyi geçtiğimiz aylarda rafa kaldırdı.



İsviçre'nin tasarladığı "Swissmetro" projesinde trenler, içi boş bir yeraltı tünelinde gidecekleri için, rakiplerine göre daha hızlı (saate 650 km üst hızda) yol alabilecekler. Yerin 300 metre derinliğine kadar inebilen 5 metre çapındaki tüneller, 10 Pa düzeyinde bir yarı vakum durumunda tutulacaklar. Bu düzey, yerden 18 km yükseklikteki atmosfer basıncına eşit. Metro istasyonlarıyla tüp arasındaki bağlantı, yolcuların rahatça inip binebilmeleri için normal hava dolu yalıtılmış geçitlerle sağlanacak. Projede hattın tam kapasiteyle çalışmaya başladığı zaman her dört dakikada bir 200 yolcu taşıyabilen bir trenin geçmesi öngörülüyor.

Projenin teknik sorunlarından birisi, tüp çeperlerinin tümüyle su ve hava geçirmez ve dayanıklı çelikle kaplanması gerektiği. Ayrıca termal iletkenliğinin de yüksek olması gerekecek. Nedeni, tünel içindeki hava nın ve güdüm sisteminin yol açacağı manyetik direncin, treni hareket ettiren gücün yaklaşık altıda birini termal enerjiye dönüştürmesi.

Elektromanyetik süspansiyon sistemi, trenleri rayların 20 mm üzerinde tutacak. Ayrıca trenlerin gereken yerlerde hızlanıp, yavaşlayabilmeleri için de raylar boyunca her 50 metrede bir 7 MW gücünde lineer motorlar yereleştirilmesi öngörülüyor.

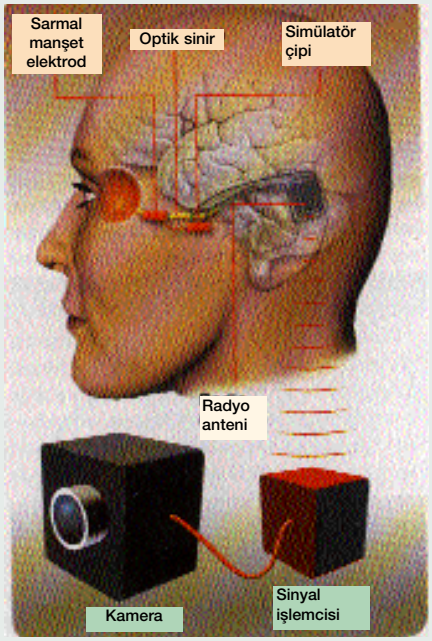
Physics World, Mayıs 2000

İlk Yapay Göz

Doğrudan optik sinire bağlanabilen ilk yapay gözün üç dört ay içinde görmeyen bir kadına takılması bekleniyor. Aracın ileride retinaları zarar görmüş, hatta tümüyle tahrip olmuşlar da dahil, göremeyen pekçok kişiyi sınırlı da olsa yeniden görme olanağına kavuşturacağı sanılıyor. Belçika'nın Louvain kentindeki Katolik Üniversitesi araştırmacılarınca geliştirilen yapay göz, optik sinir üzerindeki değişik noktaları uyararak beyinde görsel duyular uyandırıyor. Deney aşamasındaki başka implantlar retina üzerindeki ganglia hücrelerini, hatta beynin görme korteksini uyarıyorlar. Ancak Louvain ekibini yöneten Claude Veraart'a göre bunlar, tanınabilir görüntüler yaratabilmek için çok sayıda elektrodu gerektiriyor, bu da üretilmelerini aşırı derecede karmaşıklaştırıyor. Oysa Belçikalıların geliştirdiği düzenekte, optik sinirin çevresine sarılan ve yalnızca dört noktada elektriksel temas yapan bir bobin bulunuyor. Elektrik sinyallerinin fazlarını ve şiddetlerini değiştirerek bobin, optik sinirin değişik bölgelerini uyarabiliyor. Beden dışındaki bir kameradan gelen video sinyalleri, radyo anteniyle, kulağın arkasında deri altına yerleştirilmiş mikroçipe iletiliyor.

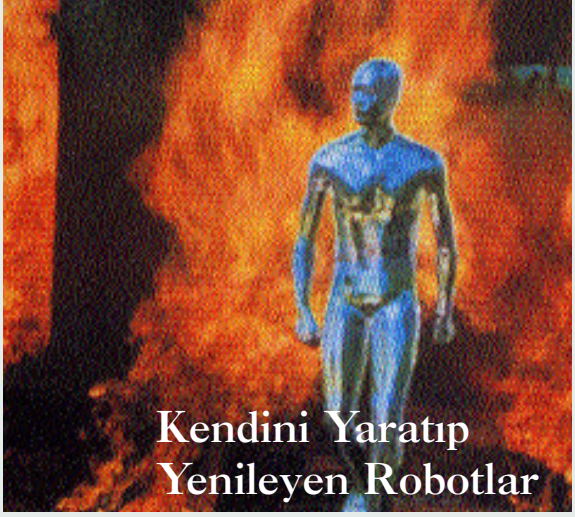
Veraart, düzeneği iki yıl süreyle, görmeyen bir kadın üzerinde denemiş. Deneğe, uygulanan çeşitli uyarıların geldiği yönü işaret etmesini söyleyerek araştırmacılar, kamera görüntüsündeki pikselleri, görüş alanı üzerine oturtmayı başarmışlar. Veraart, bunun ancak deneğin daha önce görebildiği ve bir şeye "bakmayı" bildiği için mümkün olduğunu vurguluyor.

Araştırmacılar, düzeneğin en azından görmeyenlere önlerindeki engellere çarpmama yetisi kazandıracağını düşünüyorlar. Ancak nakil için yeni bir takım testlerin tamamlanması gerekiyor. Önemli bir faktör, deneklerin önlerindeki engeli belirleme süreleri. Veraart, "eğer bu iş 30 saniye alıyorsa, düzeneğin fazla pratik yararı yok demektir" diyor. Ancak denek önüne konan engellere görece hızlı tepki verirse, düzenek Ağustos'tan başlayarak en az üç hasta üzerinde daha denenecek.

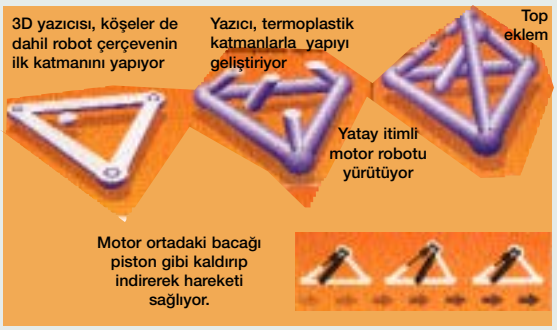


Bazı araştırmacılarsa, deneylerin abartılı beklentiler uyandırmasından çekiniyor. Londra'daki Kraliyet Körler Enstitüsü'nden Rebecca Griffith, "dört ay, deneylerin başlaması için geçecek süre; düzeneğin piyasaya sürülmesi için değil" diyor.

New Scientist, 29 Nisan 2000



Kendini Yaratıp Yenileyen Robotlar



Belki hemen yarın olmayacak ama, Terminatör-2 filminin kahraman robotunu amansızca izleyen metal adamın gerçekleşmesi anlaşılan çok da uzak değil. Amerikalı araştırmacılar, polymorfik (çok biçimli) robot diye adlandırdıkları ve kendilerine verilen göreve göre biçim değiştirebilen makinelerin ilk basit örneklerini gerçekleştirdiler. Düzeneklerin gezegen araştırmalarında, ya da tehlikeli arama-kurtarma operasyonlarında kullanılabileceği belirtiliyor. "Termoplastik-çerçeveli robot"un ilk örneğini arkadaşı Jordan Pollack ile birlikte Boston'daki Brandeis Üniversitesi'nde gerçekleştiren Hod Lipson, "şimdi iş robotun kendi başına gidebilmesi için bir yöntem geliştirmeye kaldı" diyor. Prototip robot şimdilik algılayıcı taşımadığından dünyayı tanımıyor. Ancak tasarımlar geliştikçe, algılayıcılar da eklenebilecek.

Tasarımdaki temel ilke, robota yapacağı işin söylenmesi. Örneğin "tek bacakla ve yalnızca tek bir motorla hareket etmenin bir yolunu bul" komutu verilecek. Bunun üzerine bir bilgisayar bu komutu yerine getirecek en etkili tasarımı hazırlamaya çalışacak. Şimdilik robotun gövdesi, otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılan "hızlı prototipleme" teknolojisiyle üretiliyor. Bu yöntemle karmaşık, üç boyutlu (3D) yapılar çok hızlı biçimde üretilebiliyor. 3D yazıcısı adlı bir aygıt, hortuma benzer bir araçla termoplastik tabakalarını üst üste yığıyor ve yavaş yavaş istenen yapıyı oluşturuyor. Bu makineler şimdilik büyük ve ağır. Ama araştırmacılar, ileride robot içine takılabilecek taşınabilir modeller geliştirilebileceğini düşünüyorlar. Böylece ileride uzaya gidecek robotlar, örneğin kollarının biçimini değiştirebilecekler. İstenen işe göre biçim değiştirebilen bir robot kolu, uzaya çok sayıda değişik malzeme çıkarılmasını gereksiz kılacak. Lipson'a göre ilerinin daha gelişkin 3D yazıcıları, değişik özelliklerdeki birçok malzemeyi, örneğin iletken, yalıtkan ya da yarı iletken metaller, teller, devreler, motorlar vb. aynı anda basabilecek; böylece montaja da gerek kalmaksızın tüm araç gereç, üst üste konan iskambil kağıtları gibi yükselecek. Lipson'un geliştirdiği algoritmaya göre, robot kendisine verilen göreve uygun biçimi, "sinir ağı" diye adlandırılan bir bilgisayar mantığı programı uygulayarak kendisi belirleyecek.

Tasarımı basit tutmak için araştırmacılar, algoritmayı prototip robotu çok basit parçalardan üretecek biçimde düzenlenmiş. Bu parçaların çoğu, küçük motorlarca uzatılıp kısaltılabilen plastik çubuklardan ve köşe bağlantıları için kullanılan top ve soketlerden oluşuyor. Bunlar 3D yazıcıları tarafından kolayca üretiliyor. Bu parçalar birleştirilerek karmaşık tasarımlar geliştirilebiliyor. Bazıları kalkıp inen bir piston aracılığıyla, koltuk değneğiyle gider gibi kendini ileri sürüklüyor. Tasarımcı, yazıcıdan çıktığında robotun harekete hazır olduğunu söylüyor. Ama şimdilik motorlar elle yerleştiriliyor. Robot işini bitirince, eritilmek ve 3D yazıcısınca yeni bir biçime dönüştürülmek üzere geri dönüyor.

New Scientist 13 Mayıs 2000

Bil Bakalım Neredesin!

En azından araştırmacılar, gemi kaptanları ve kaşifler, bu sorunun yanıtını artık tam olarak verebilecekler. ABD Başkanı Bill Clinton'un emriyle ABD hava kuvvetlerinin Global Yer Belirleme Sistemi (GPS) uydularında bulunan bir sinyal bozma düzeneğinin 2 Mayıs'ta devreden çıkartılmasıyla, sistemin sivil ve ticari kullanıcıları, 10 kat daha duyarlı ölçüm olanağına kavuştular.



Birer atom saatiyle donatılmış 24 uydudan oluşan sistem, gönderdiği sinyalleri zapteden bilgisayarlı araçlara bulundukları yeri büyük bir güvenle sağlama olanağı veriyor. Ancak şimdiye değin ABD hava kuvvetleri, uydulara yerleştirdiği aygıtlarla sinyalleri, yalnızca kendisinin çözebileceği biçimde karıştırıyor, sivil kullanıcılarsa yer belirleme işlemini ancak bu perdelemenin yol açtığı sınırlı duyarlıkta gerçekleştirebiliyorlardı. ABD Ulusal Güvenlik yetkilileri, sinyal üzerindeki perdelemenin kaldırılması yolundaki yoğun baskılara, bunun teröristlerin işine yarayacağı gerekçesiyle direnmekteydiler. Daha güvenli deniz ve kara trafiği isteyen kamudan gelen baskılar ve kargo taşımacılığını izleme gereksinimi karşısında Clinton, 1996 yılında sinyal karıştırma uygulamasına 10 yıl içinde son verileceğini açıklamak zorunda kalmıştı. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları Dairesi Başkanı James Baker, araştırmacıların artık yerlerini gerçekten yalnızca 10 metre saparak belirleyebileceklerini söylüyor. Gene de bu, işin başlangıcı sayılır. Sinyal kalitesini daha da arttırmak ve iyonosferdeki çalkantıların etkisinden kurtarmak için 2003 ve 2006 yıllarında yeni iyileştirmeler yapılacak.

Science, 5 Mayıs 2000s

Organ Reddi Alarmı

Artık doktorlar, naklettikleri bir organın hastanın bağışıklık sistemince reddedilip reddedilmeyeceğini, ağrı, ateş ya da organ çöküşü gibi semptomlar ortaya çıkmadan günler, hatta haftalar önce belirleyebilecekler. Bu olanağı sağlayacak yöntemi keşfeden ABD'li ve İtalyan araştırmacılar, kendilerine kalp nakledilen 55 ve karaciğer nakledilen 14 hasta üzerinde inceleme yapmışlar. Görmüşler ki bağışıklık sistemlerinde yüksek düzeyde yardımcı T ve sitotoksik T hücresi bulunanlarda bir hafta ie 12 gün arasında organ reddi süreci başlamış. Baskılayıcı T hücreleri normalin üstünde olanlardaysa 14 haftadan önce red belirtileri görülmemiş. Columbia Üniversitesi araştırmacılarından Nicole Suciu-Foca, transplantasyon cerrahlarının Mayıs ayındaki toplantısında yaptığı açıklamada, "hastayı inceleyip baskılayıcıları gördüğümüzde artık biliyoruz ki, nakledilen organ uzun süre reddedilmeyecektir" dedi.

New Scientist, 20 Mayıs 2000



İlk El Nakli Sorunlu

Dünya'da ilk kez gerçekleştirilen bir operasyonla iki yıl önce kendisine el nakli yapılan hastanın ciddi bağışıklık tepkisi belirtileri üzerine tedavi altına alındığı açıklandı. Fransa'nın Lyon kentindeki Edouard-Herriot Hastanesi'nde 1998 yılında yapılan başarılı operasyonda, Clint Hallam adlı hastaya yeni bir el takılmıştı. Avustralya'da yaşayan Hallam, operasyonu olanaklı kılan bağışıklık baskılayıcı "ilaç kokteyli"nin, uzun dönemde de red sürecini önleyip önleyemeyeceğinin belirlenmesi için sürekli gözetim altında tutuluyordu. Perth kentindeki Sir Charles Gairdner Hastanesi yetkilileri, Hallam'ın tedavi altına alındığını doğrularken, ameliyatı gerçekleştiren cerrah Jean-Michel Dubernat'nın, elin kurtarılabileceği umudunu koruduğu bildiriliyor. Hastada red belirtileri daha önce de görülmüş ama doktorlar ilaç dozlarını yükselterek süreci geri çevirmeyi başarmışlardı.

Nature 4 Mayıs 2000

Biberle Acısız Yaşam

Acı bir biberi ısırdığınızda, ağzınızda kızgın bir kor parçası tutuyormuş duygusuna kapılmanız nedenssiz değil. Araştırmacılar yıllar önce bunun nedeninin bir hücre zarı proteini olduğunu belirlemişlerdi. Suçlu, kültür çanaklarında hem sıcaklığa, hem de acı biberin aktif maddesi olan kapsaisine tepki veren bir protein. Ancak kültür hücreleri acı duymazlar. Bu nedenle bilim adamları, söz konusu molekülün hayvanlar için önemini bilemiyorlardı. Ancak son aylarda genetik olarak değiştirilmiş ve acı sosa karşı olşağanüstü dirençli farelerle yapılan deneyler sonunda proteinin acının pekçok türüyle ilintili olduğu ortaya çıktı. Araştırmacılar, buluşun yeni ve etkili ağrı-kesici ilaçlar geliştirilmesine yardımcı olacağını umuyorlar.

ABD'nin California Üniversitesi ve Almanya'nın Würzburg Üniversitesi araştırmacılarından oluşan bir ekip, sıcaklıkla birlikte kapsaisin ve öteki vanilloid bileşimlere duyarlı olan VR1 almaçları olmayan transgenik fareler üretmişler. Farelerin kontrol grubuyla gösterdiği tek değişiklik yüksek sıcaklıklara karşı gösterdikleri direnç ve kapsaisinle acılaştırılmış suyu lıkır lıkır içebilmeleri.

Deneylerde arka ayaklarına kapsaisin enjekte edilen normal fareler, acıyan ayaklarını yalayıp sallarken, mütant fareler herhangi bir davranış tepkisi vermedikleri gibi ayaklarında da şişme ya da yanma görülmemiş.



Normal fareler, kapsaisinli sudan bir yudum aldıklarında burunlarını oğuşturmaya başlamışlar ve su damlalığına bir daha yaklaşmamışlar. Transgenik farelerse sudan doyasıya içmişler. Araştırmacılar ayrıca transgenik farelerin kuyruklarını sıcak suya sokmuşlar ve ayaklarını sıcak bir plakaya bastırmışlar. Her iki testte de bunlar, normal farelere kıyasla daha dirençli çıkmışlarsa da sonunda tepki göstermişler. Bu da, VR1 eksikliğinin hayvanların sıcaklığa ve acıya duyarlılığını azalttığını, ama tümüyle ortadan kaldırmadığını kanıtlıyor. Bundan çıkan sonuç da, almacı baskılamanın, dokunma duyusuyla ilgili acıları sınırlı ölçüde rahatlatabileceği. Ancak araşırmacılar, doku hasarıyla ortaya çıkan kronik iç ağrılara karşı daha etkili sonuçlar sağlamayı umuyorlar. Nedeni, VR1 almaçlarının bu ağrıların duyulmasına yardımcı olduğunu düşünmeleri. Deneylerde, sözkonusu almacı taşıyan nöronların, yanmanın ortaya çıkardığı asidik ortama güçlü bir tepki verdikleri, ancak transgenik fare nöronlarının asitle yıkandıklarında verdikleri tepkinin çok daha düşük olduğu görülmüş.

Johns Hopkins Üniversitesi tıp fakültesi sinir cerrahlarından James Campbell, araştırmacıların iyimserliğini paylaşıyor ve etkili ağrı kesiciler için potansiyel bir kaynak olduğunu söylüyor.

Science, 14 Nisan 2000

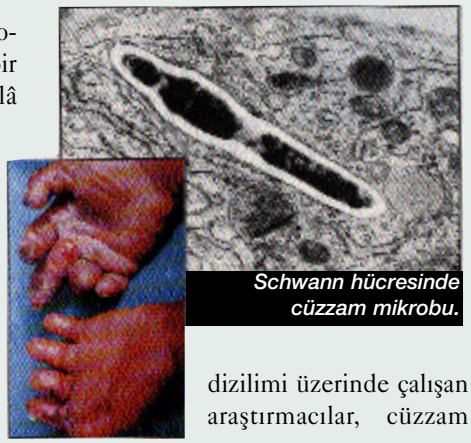
Cüzzam Mikrobu Yok Oluyor

Cüzzam hastalığıyla ilgili bir kötü, bir de iyi haber var. Kötüsü, mikrobun genomunu inceleyen tıp araştırmacıları, genlerin pek çoğunun işlevini belirleyemediler. İyi haberse şu: mikrobun genomu bir çöplüğü andırıyor.

Mycobacterium leprae, tarihte bir insan hastalığıyla ilintisi belirlenen ilk bakteri. Ama 100 yıl sonra bile bir deney tüpünde üretilemiyor.

Çevresel sinirleri, deriyi ve üst solunum yollarını etkileyen kronik bir bulaşıcı hastalık olan cüzzam, hâlâ Hindistan, Brezilya, Endonezya gibi ülkelerde her yıl 750 000 kişiye bulşıyor. Araştırmacılar, çubuk biçimli bakterinin havadan ve doğrudan temasla bulaştığını, bedene burundaki mukoza astarından ya da açık yaralardan girdiğini düşünüyorlar. Mikrop daha sonra sinirleri yalıtan Schwann hücrelerinin içinde yuvalanıyor. Burada yıllar boyu kuluçkada kalıyor. Ancak bir süre sonra bağışıklık sistemi, bakteri bulaşmış hücreleri belirleyip bunlara saldırıyor ve bu arada sinirleri de tahrip ediyor. Duyu kaybıyla birlikte ortaya çıkan ikincil enfeksiyonlar, bağışıklık sistemini kamçılıyor. Saldırı karşısında özellikle kol ve bacaklarla parmaklarda yumuşak dokular, hatta kemikler büyük tahribata uğruyor.

Paris'teki Pasteur Enstitüsü araştırmacıları, deney tüpünde yaşatılamadığı için, klasik yöntemle bir armadillo'nun soğuk bedeninde yetiştirdikleri bakterilerden cüzzam genomunu elde etmişler. Mikrop, farelerin tabanlarında da yetişiyor. 5 yıl süreyle genomdaki baz



Schwann hücresinde cüzzam mikrobu.

dizilimi üzerinde çalışan araştırmacılar, cüzzam genomunun yarısının "hurda DNA" denen kendini kopyalama yeteneğini yitirmiş genetik materyalden oluştuğunu belirlemişler. Bu oran, diğer mikroplarda yalnızca yüzde 15 düzeyinde. Hurdalık, evrim sürecinde işlevlerini tümüyle yitirmiş 1000 kadar genden oluşuyor. Mikrobu, ortak bir ataya sahip oldukları tüberküloz mikrobuyla karşılaştıran araştırmacılar, cüzzam mikrobunun hasarlı 1000 geninden başka, 1000 kadar başka geni de tümüyle yitirdiğini belirlemişler. Bu kayıp genler arasında enerji üretimi için enzim kodlayan ve DNA kopyalanmasını düzenleyenler de bulunuyor. Bu cüzzam mikrobunun son derece yavaş gelişimini açıklayan bir bulgu olarak değerlendiriliyor. Farelerde cüzzam mikrobu sayısının ikiye katlanması 2 hafta alıyor. Oysa bu süre başka mikroplar için yalnızca iki saat. Varılan sonuç, mikrobun kendi kendini yok etmekte olduğu.

Ancak araştırmacılar bu süreci hızlandırmaya çalışıyorlar. Fransız ekip Cüzzam mikrobunda, tüberküloz akrabasında bulunmayan 100 farklı gen belirlemişler. Eğer bunlardan birinin, mikrobun yüzeyindeki özel bir proteini kodladığı belirlenirse, araştırmacılar bununla, deride uygulanacak bir erken tanı sistemi geliştirilebileceğini umuyorlar. Semptomlar ortaya çıkmadan üç ayrı ilacın birlikte kullanılmasıyla sinir tahribatının önüne geçilebilecek ve cüzzam, uyuz gibi basit bir deri hastalığı haline dönüştürülebilecek.

Science, 5 Mayıs 2000

Işıkla Kanser Tanısı

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, kanseri hazırlık devresinde belirleyen bir yöntem geliştirdi: Bedenin iç yüzeylerini örten ve kanser türlerinin %85'ine kaynaklık eden epitelyumda kanser eşiğindeki (displastik) dokular saptanıyor. Displazide çekirdekler büyüyor, içleri kalabalıklaşıyor, farklı büyüklük ve biçim alıyorlar, genetik malzemeleri (kromatin) fazlalaşıyor.

İnce bir fiber optik sondayla epitelyum üzerine ışık tutulup, hücre çekirdeklerinden geriye saçılan ışık toplanıyor. Dönen ışığın tayf ve kutuplanması, çekirdeklerin büyüklük dağılımını, yerlerini, kromatin bolluğunu gösteriyor. Ekip, klinik deneylerde kanser eşiğindeki kalın bağırsak ve yemek borusu dokularını başarıyla saptamış. Yöntemin birkaç yıla kadar ticari kullanım kazanacağı sanılıyor.

Physics Today, Mayıs 2000

Napolyon Nasıl Öldü?



Sürgündeki Fransa İmparatoru Napolyon Bonapart, 1821'de arsenikle mi zehirlendi, yoksa mide kanserine mi yenildi? Tartışma, 179'ncu ölüm yıldönümünde yeniden alevlendi. Kanada'daki Uluslararası Napolyon Derneği'nin başkanı Ben Weider, FBI'nin 1995'te imparatorun saçlarında milyonda 20 ile 50 parça düzeyinde arsenik belirlediğini vurguladı. "Doğal" arsenik düzeyiyse yalnızca milyonda bir parça. Napolyon'un son günlerinde ışığa karşı aşırı duyarlılığı, saç dökülmesi, uykusuzluk ve sinirsel rahatsızlıkları, Weider'a göre imparatorun şarabına azar azar konan arseniğin eseri. Ayrıca, otopsi raporlarında kaydedilen şişmanlık, kanserden eriyen bir adam tablosuna uymuyor. Rakip kuruluş olan Amerikan Napolyon Derneği'nin başkanı, önce kanıt olarak ileri sürülen saçların Napolyon'a ait olduğunun kanıtlanması gerek. Arsenik zehirlenmesinin yol açtığı avuç içlerinin ve ayak derilerinin sertleşmesi de görülmemiş. Yale Üniversitesi'nden Philip Corso, Napolyon'un ölümünden sonra sekiz doktorca imzalanmış beş ayrı otopsi raporunun ortak tanısının yaygın mide kanseri olduğunu hatırlatıyor. Snibbe, Napolyon'un Florida'da gömülmüş bir akrabasından DNA örnekleri toplamak için izin peşinde. Ancak her iki kampın rüyası,anıt mezarı açıp imparatorun kemiklerinden alınacak örneklerle tartışmayı noktalamak.

Science 26 Mayıs 2000

Çelişkili Gen Sayıları İçin Piyango

Kısa süre içinde tamamlanması beklenen insan gen haritasındaki toplam genlerin sayısının, sanıldığı gibi 80-100 000 arasında değil, bu sayının yarısı kadar olduğu yolundaki yeni savlar, Avrupa bilim çevrelerinde "çarkıfelek" benzeri bir piyango düzenlenmesine yol açtı.

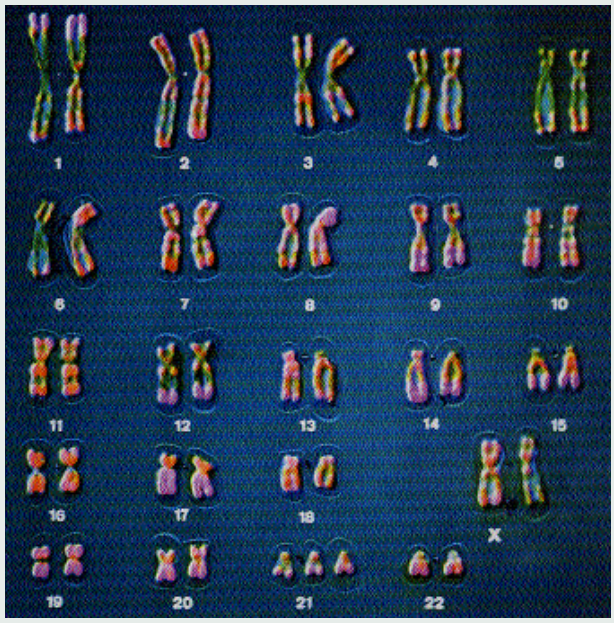
Gen sayısını radikal biçimde geriye çeken sav, insan hücresindeki 21. kromozomdaki DNA baz dizilimini tamamlayan Alman, Amerikalı, Fransız, İsviçreli ve Japon araştırmacılarca ileri sürüldü. Ekip, insan hücre çekirdeğindeki 23 çift kromozomdan en kısası olan 21. kromozomun uzun kolu üzerinde 33,55 milyon baz çifti (33,55 megabaz ya da Mb), kısa kolu üzerindeyse 281 000 baz çifti (kilobaz) belirlediler. Bu kısa kol üzerindeki dizilimin belirlenmesi hayli güç oldu; çünkü burada yalnızca çok sayıda işe yaramayan tekrarlanmış dizilim bulunmakla kalmıyor. Bu parçanın uzunluğu insandan insana büyük değişiklikler de gösteriyor. Baz çiftlerinin değişik sıralanmaları, insanlarda, saç, ten ve göz renginden tutun da, beden ölçülerine, hatta kalıtsal hastalıklara kadar pek çok özelliğini belirleyen genleri oluşturuyor. Çalışmanın ortaya çıkardığı sürprizlerin başında, 21. kromozomun uzun kolu üstünde 225 gen bulunması. Oysa geçen yıl dizilimi belirlenen 22. kromozomun uzun kolundaki genlerin sayısı 545.

21. kromozomun uzun kolu üzerindeki genlerin, insan genomunun yüzde 1'ini oluşturduğu sanılıyor. Bazı varsayımlara göre 21. kromozomun kısalığı nedeniyle üzerinde, beklenen genlerin yalnızca %80'i bulunabiliyor. Ama bu hesaba göre bile, kromozomun uzun kolundaki gen sayısının da 800-1000 arasında olması gerekiyordu. Gerçek sayının 225 olarak belirlenmesiyse bu alanda şimdiye kadar var olan birliğe büyük darbe indirmeye aday. Birçok genetikçi bu durumda toplam gen sayısı konusundaki tahminlerin 40,000'e indirilmesi gerektiğini savunurken, başkalarıysa, öteki kromozomların daha uzun olduğunu ve genlerin kromozomlar üzerine düzgün bir oranla dağılmamış olabileceğini vurgulayarak, 100 000 hatta 150 000 sayısında ısrarlılar.

Bu durum Avrupa Biyoenformatik Enstitüsü'nden Ewan Birney'e bir müşterek bahis başlatma konusunda esin kaynağı olmuş. www.ensembl.org/genesweep.html adresinde düzenlenen bahse katılmak için araştırmacılar ve öteki hevesliler, yalnızca 1 dolar yatıracaklar ve 2003 yılında açıklanacak kesin sonuca göre kazanan, yalnızca havuzda toplanan parayı değil, aynı zamanda DNA'nın yapı şifresini çözen iki araştırmacıdan biri olan James Watson'un "Double Helix" (İkili Sarmal) adlı kitabının deri kaplı bir cildini de kazanacak. Daha şimdiden bahis yarışmasına 200'ün üzerinde katılımcı, 30 000 ile 150 000 arasında değişen tahminlerle girmiş bulunuyor



21. kromozomun elektron mikroskop görünümü (solda). İnsan hücre çekirdeğindeki kromozom çiftleri (altta).





Nature, 18 Mayıs 2000
Science, 19 Mayıs 2000

Genom Projesi'nin Düşündürdükleri

İnsan Genom Projesi'nin tıpta yaratacağı devrimin, bir tür genetik alt sınıf yaratarak zenginle yoksul arasındaki uçurumu genişletebileceği düşünülüyor. Hastalıklara yatkınlık taraması gibi genetik testlerden gelişmekte olan ülkelerde yaşayan insanların çok azının yararlanmayı umması bir yana, gelişmiş ülkelerde kimi insanların bu ilerlemelerden başkalarına göre "daha fazla" yararlanacağından korkuluyor. Bunun nedenlerinden biri, genetik testlerin sonuçlarını merak edenlerin yalnızca hastalar ve doktorlar olmayacak olması. Sağlık sigortası şirketleri de genlerinizin sizin hakınızda nasıl bilgileri sakladığını öğrenmek isteyeceklerden.

İngiltere'de, sigortacıların sigorta kapsamına almadan önce müşterilerinden genetik tarama istemesini yasaklayan bir iş kanunu bulunuyor. Ancak sigortacılar genellikle müşterilerinden bu tür taramalardan geçmelerini istediği biliniyor. Hollanda gibi ülkelerde de bu uygulama yasak; ancak yakın bir zamanda gerçekleştirilen bir araştırmada, şirketlerin bu konudaki yasaya uymadığı ortaya çıkmış. Sağlık hizmetlerinin maliyetinin tümünün sigorta şirketleri tarafından karşılandığı ülkelerde bu korku daha da fazla. ABD'de grup halinde sigortaya başvuran insanlar arasında genetik testlerin sonuçlarına bakarak ayrım yapılmasını engelleyen federal yasalar bulunuyor. Ancak bu yasalar toplumun yalnızca, ek gelir elde etmek için grup sigortalarına katılan % 80'ini kapsıyor. Toplumun geriye kalan ve serbest meslek sahiplerini de kapsayan % 20'si, sağlık sigortası şirketlerinin katı uygulamaları ve tutarsız, eşitçilikten uzak eyalet yasaları arasında sıkışıp kalıyor.

New Scientist, 20 Mayıs 2000

Kaç Bacak İstersiniz?

Böceklerin neden yalnızca altı bacakları olur? ABD'li evrim biyologları uzun yıllar yanıtsız kalmış bu bilmeceyi sonunda çözdüler. Bokböceği larvalarında iki geni baskılayan araştırmacılar, larvaların 16 yeni bacak geliştirmesini sağladılar. Böylece denek bokböcekleri, atalarının 400 milyon yıl önceki bacak zenginliğine kavuşmuş oldular.

Evrimbilimcilere göre böcekler ve öteki artropodlar, günümüzdeki çiyan ve kırkayakları andıran hayvanlardan geliştiler. Bu hayvanlarda, herbirinin üzerinde bir çift bacak bulunan, çok sayıda farklılaşmamış beden parçası bulunur. Böceklerdeyse bu parçalardan altısı birleşerek başı, herbiri çift bacak taşıyan üçü birleşip göğüs bölgesini ve sekiz ile 11 arasında parça da birleşerek bacakların olmadığı karın bölgesini oluşturur.



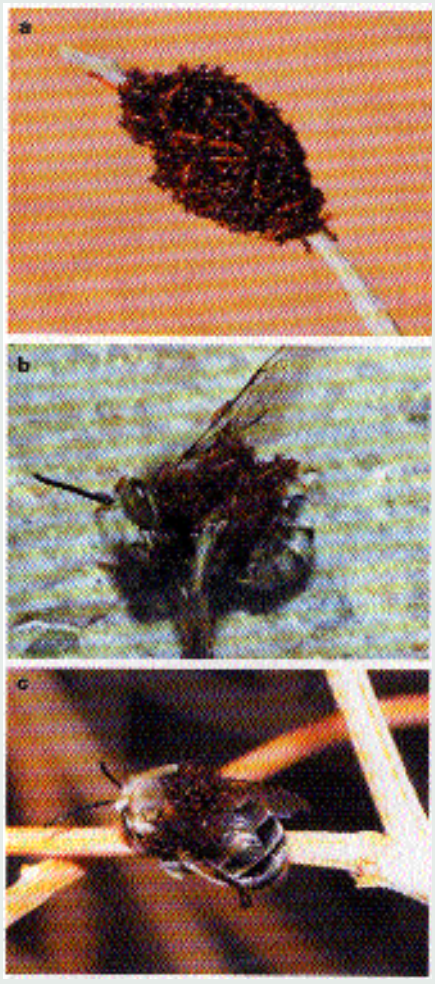
Altı bacaklı böceklerin, çok bacaklı atalarından çok daha hareketli olduğu gerçeğinden yola çıkan araştırmacılar, böceklerin evrim sürecinde ilerledikçe bazı bacak-üretici genlerini "kapadıklarını" düşünmüşler. Utah eyaleti Provo kentindeki Brigham Young Üniversitesi biyologlarından Randy Bennett ve arkadaşları, bacak sayısını belirleyenin *Ultrabithorax (Ubx) abdominal-A (abd-A)* adlı iki gen olduğunu saptamışlar. Ötekilere göre ilkel bir tür olan un biti larvalarında bu iki genin baskılanması sonucu larvalarda 22 bacak oluşmuş. Göğüsteki 6 bacağın dışında, 16 bacak da karın bölümünde gelişmiş. Pek çok böcek larvasının karın bölgesinde çok sayıda diken görünümlü "ön bacak" görülür, ancak yetişkinlik evresinde bunlar kaybolur. Bennett, "buna karşın her iki geni de çıkarttığımızda hayvanların tüm karın segmentlerinde gerçek bacaklar oluştu" diyor. Araştırmacıya göre sözkonusu genlerin işlevleri farklı. *Abd-A* geni, bacakların ortaya çıkıp çıkmayacağını belirlerken, *Ubx* bacak gelişim sürecini kontrol ediyor.

New Scientist, 6 Mayıs 2000

Yakıböceğinin Hilesi

Hile, asalak yaşamın kaçınılmaz bir gereği. Asalak organizmalar, üzerlerinde yaşayabilecekleri bir "evsahibi" bulabilmek için biçim ya da davranış değiştirme yöntemine sık sık başvuruyorlar. Ancak bu işi genellikle tek tek yapıyorlar. Bir tür yakıböceği olan *Meloe franciscanus* larvalarının yöntemiyse biraz değişik. Bunlar, sıcak bir yuva bulabilmek için işbirliği yapıyorlar. Plan da oldukça akıllıca. Larvalar, bir ot parçası ya da ince bir dala, ortalama 460 bireylik koloniler halinde topluca tutunuyorlar. Ancak bu öyle rasgele bir öbek değil; yakından bakıldığında bile bir kraliçe arıyı andırıyor. Erkek arılar bu davetkar dişileri incelemek için konduklarında tüm larvalar toplu olarak karınlarına yapışıyor. Erkek arı da, bir dişi bulup çiftleştiğinde de larvaların sorunu çözülmüş oluyor. Çünkü kraliçe nasılsa bir yuva kuracak.

ABD'nin San Fransisco Üniversitesi biyoloji bölümünden John Hafernik ve Leslie Saul-Gershenz, İngiliz bilim dergisi Nature'da yayınladıkları gözlemlerinde en az 98 kez erkek arıların kolonininin bir iki santim yakınına kadar sokulduklarını, 9 kere de üzerlerine konarak istenmeyen yükleriyle birlikte havalandıklarını belirtiyorlar. Araştırmacılar ayrıca pekçok kolonininin de kendileri görmeden ortadan kaybolduğuna dikkat çekerek, arıların bu öbeklerden %42'sini götürmüş olmaları gerektiğini söylüyorlar. Gözlemler, larvaların görsel hilenin yanı sıra dişi arıların kokularını da taklit ettiklerini ortaya koymuş. Çünkü sabırsız bazı erkek arılar, daha larvalar tam olarak öbek oluşturmadan bile üstlerine konmuş. Oysa arılar, kolonilerin yanına yerleştirilen boyanmış sahte öbeklere bakmamışlar bile.

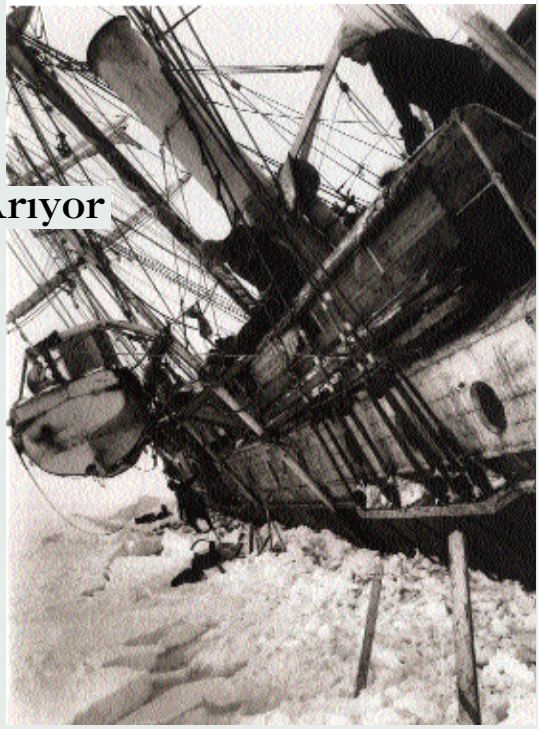


Bir yakı böceği kolonisi ana arı taklidi yapıyor (a). Koloni, üzerine konan erkek arının karnına yapışıyor (b). Larvalar erkekle çiftleşen ana arının sırtında yuvaya taşınacaklar (c)

İki araştırmacı, yetişkin bir dişi yakıböceğinin bir seferde yaklaşık 3000 yumurta bıraktığını, böylesine büyük sayıların yüksek düzeyde larva ölüm oranına ve bireylerin tek tek evsahibi bulma konusundaki düşük başarılarına işaret ettiğini söylüyorlar.

Nature 4 Mayıs 2000

Titanik'i Bulan Ekip Kutup Keşif Gemisini Arıyor



Tarihe geçmiş gemilerin batıklarını bularak ün kazanmış olan oşinograf Robert Ballard, şimdi de Güney Kutbu'na çıktığı keşif yolculuğu sırasında batan araştırma gemisi Endurance'ın kalıntılarını arıyor. Ernest Shackleton başkanlığındaki araştırma ekibi, 1914 yılında Antarktika kıtasını keşfe giderken, Endurance buzlara sıkışmış ve sonunda batmıştı. Geminin mürettebatı, erimeye başlayan buzlar üzerinde kaçarak ıssız bir adaya sığınmıştı. Shackleton, yanına aldığı birkaç kişiyle birlikte küçük bir sandal ve yelkenle maceralı bir yolculuktan sonra 1300 km uzaklıkta bir balina av üssüne ulaşmayı başarmış ve 4 ay sonra geri dönerek kalan arkadaşlarını kurtarmıştı.

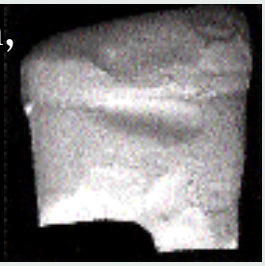


Batığı Amerikan Ulusal Coğrafya Vakfı'nın desteğiyle bulmayı planlayan Ballard, işin kolay olmayacağını, araştırmacıların buz üzerinde uzun süre yaşamak ve deniz dibinde araştırma yapmak üzere 1800 metre derinliğe bir robot gönderip yüzeyden kontrol etmek zorunda olduğunu söylüyor. Araştırmacı "içinde yaşayacağımız ortam, kaşiflerin karşılaştıklarının aynısı: Buz, soğuk ve yalnızlık" diyor.

Ballard'ın bulduğu ve araştırdığı ünlü batıklar arasında, ilk yolculuğu sırasında bir buz dağına çarparak Kuzey Atlantik'te batan Titanik transatlantiği de bulunuyor.

Science, 21 Nisan 2000

Kürdan, İnsan Kadar Eski



Kürdanla diş temizlemenin neredeyse insanlık tarihi kadar eski olduğu yolunda kanıtlar birikiyor. Tanzanya'nın Olduvai Vadisi'nde bulunan ve 2.1 ile 1.7 milyon yıl yaşında olduğu sanılan bir dişin, sahibince sivri bir tahta ya da kemik parçasıyla sürekli karıştırıldığı anlaşıldı. Arkansas Üniversitesi antropologlarından Peter Ungar'a göre fosil, bir *Homo habilis* ya da *Homo erectus*'un azı dişi. Üzerinde interproksimal oluk denen küçük bir yarık bulunuyor.Mikroskopik incelemeler, oluğun içinde birbirine paralel ince çizikler olduğunu ortaya koymuş. Kansas Üniversitesi'nden David Frayer, "hiçbir çiğneyiş biçimi bu çizgileri oluşturamayacağından, bunların kürdanla karıştırma sonucu oluştuğu kesin" diyor. Araştırmacılar, çiziklerin kürdan üzerindeki kirde bulunan silisyum parçacıklarının eseri olduğunu düşünüyorlar.

Science, 28 Nisan 2000

Atalarımızın Göç Nedeni

İlk kez Afrika'da ortaya çıktıklarına inanılan atalarımızın, buradan dünyaya yayılmalarının nedeninin, teknolojilerinden çok bedenlerindeki gelişmeden kaynaklandığı öne sürüldü. Savı ortaya atan antropologların dayandıkları kanıt, Gürcistan'da ilkel el aletlerinin yanıbaşında buldukları iki kafatası. Fosiller, 1.7 milyon yıl önce bugünkü Dmanisi kenti yakınlarında yaşamış olan yeni br tür hominide ait.



Günümüz insanlarının soy ağacının en gerisinde, *Homo habilis* olarak tanımlanan ve Afrika'da yaşamış hominid geliyor. *H. habilis*, kalıntılarının bulunduğu yerin adıyla Oldowan Araç Takımı diye tanınan kaya parçalarından yontulu sivri aletler geliştirmiş. Türün bireylerinin beden boyutları, modern insanınkilerin yalnızca 2/3'ü kadar. Beyinleriyse daha da küçük.

Göç, evrimdeki bir sonraki basamakla başlıyor. Bu dönemle ilgili olarak Afrika'da bulunan fosillere *Homo ergaster* deniyor. Bunlardan Asya'ya ulaşabilenlerse *Homo erectus* diye tanımlanıyor. Bu ikisi arasındaki farklar tartışmalı da olsa, Acheulean Aletleri olarak tanınan daha özenle yontulmuş çakmak taşından balta ve diğer araç gerecin 1.9 milyon yıl önce Afrika'da *H. ergaster* tarafından geliştirildiği sanılıyor. Antropologlar, Gürcistan'da kafataslarıyla birlikte bulunan araçların, Asya'daki *H. Erectus* aletlerinden çok, *H. ergaster* teknolojisine yakın olduğu görüşündeler. Ancak araçların incelenmesi, göçün *H. ergaster*'in etkili aletler geliştirmesinden önce başladığını düşündürüyor. İlkel taş aletler, göçün teknolojik bir yenilenmeden değil, biyolojik ve ekolojik prametrelerden kaynaklandığını ortaya koyuyor. Florida Üniversitesi arkeologlarından Susan Anton, bedensel olarak daha büyük türlerin daha geniş av ve yaşam alanlarına gerek duyduklarını vurguluyor. Michigan Üniversitesi'nden Milford Wolpoff da bu ilk göçmenlerin daha iri yapıları ve daha üstün anatomilerinin, öteki hominidlere göre daha kolay gezinebilmelerini sağladığı görüşünde.

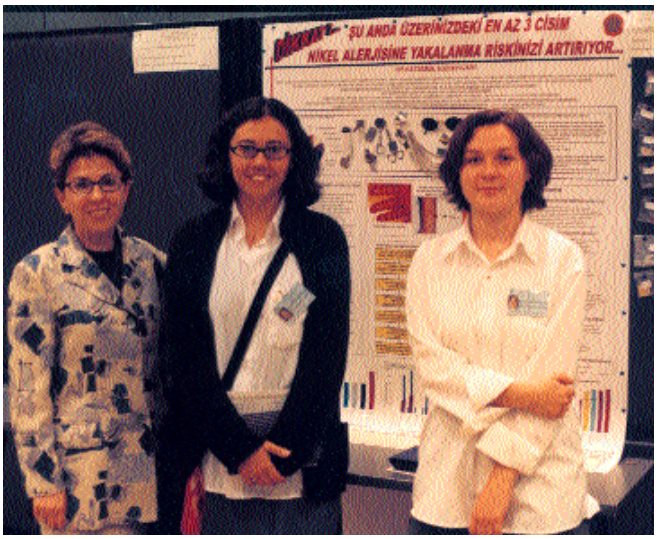
New Scientist, 20 Mayıs 2000

2000'in Altın Çocukları



Bilime ve bilimsel araştırmalara daha çok ilgi göstermesi gerektiği konusunda hemen hepimiz aynı düşünceyi paylaşırız. Aslında bu yalnızca bizim değil, tüm dünya insanlarının bir gerçeğidir. Böyle olunca da dünya ülkeleri arasındaki en hoş yarışmanın bir ölçütü ya da göstergesi olur bilimsel araştırmaların sayısı. Ülkemiz bu yarışta son yıllarda Norveç, Yunanistan, Meksika, Yeni Zelanda gibi ülkeleri geride bıraktı. Fen bilimleri dalında bilimsel gönderme endeksinde taranan dergilerde adresli yayınların sayısı göz önüne alındığında 1990 yılında, dünya sıralamasında Türkiye'miz 41. sıradadır; oysa 1999 yılında 25. sıraya yükselmiştir. Bilimsel çalışmalardaki bu gözle görülür atılımın nedenlerinden biri de TÜBİTAK'ın kurulduğu günden bu yana gençleri dikkate almasından kaynaklanıyor. Örneğin TÜBİTAK 1969'dan beri düzenli olarak lise öğrencileri arası araştırma projelerine yönelik yarışmalar düzenliyor. 15-16 yaşındaki gençler, projeler üretip bunları ülkenin bilim kalbi olan TÜBİTAK'a gönderiyor, birbirleriyle tatlı bir yarışa giriyorlar. Tıpkı ülkemizin diğer dünya ülkeleriyle girdiği bilimsel yarışta olduğu gibi. Bu heyecanı küçük yaşta tadan gençler daha sonraki yıllarda da bilimden ve bilimsel araştırmalardan kopmak istemiyorlar. Öyle ki TÜBİTAK'ın değerlendirdiği, bir değer olarak gördüğü bir genç geleceğin bilim adamı adayı oluyor.

ÜLKEMİZDE, genç kuşak arasında en önemli bilimsel içerikli yarışmalardan biri kuşkusuz TÜBİTAK'ın düzenlemekte olduğu Lise Öğrencileri Arası Araştırma Projeleri Yarışması'dır. Bu yarışma 2000 yılında da, 31. kez, liseli bilim tutkunu gençleri biraraya getirdi. Ön elemeleri de başarıyla tamamlayan 92 gencimiz, 51 araştırma projesiyle, bilgisayar, biyoloji, fizik, kimya ve matematik alanlarında, ter döktüler, emek verdiler, öğrendiler ve öğrendiklerini toplumla sundular. Bu heyecan dolu yarışın ev sahipliğini yapan TÜBİTAK-Bilim Adamı Yetiştirme Grubu (BAYG), ortaöğretime devam etmekte olan öğrencileri temel bilimlerde çalışmalar yapmaya özendirmek, çalışmalarını yönlendirmek ve bu alanlarda onlara özel eğitim olanakları sağlayarak gençlerin gelişmelerine katkıda bulunmayı amaçlıyor. Lise Öğrencileri Arası Araştırma





Ödül kazanan projelerden biri (solda). Derece alan proje sahiplerine ödülleri TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak tarafından verildi (sağda).

Projeleri yarışmasını da bu amaçla düzenliyor.

Bu yarışmalar, Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde yaşayan tüm liseli gençlere açık. Yarışmalar diyoruz; çünkü bilgisayar, biyoloji, fizik, kimya ve matematik olmak üzere tam beş dalda, gençler proje hazırlayabiliyorlar. Ancak her öğrenci ya tek başına ya da bir arkadaşıyla birlikte, yarışmaya yalnızca bir projeyle katılabiliyor.

Gençler projelerini hazırlarken, öğrenim gördükleri lisenin müdürlüğüne gönderilen Proje Rehberi kitapçığından yararlanarak, yarışmaya nasıl başvurabileceklerini, araştırmaları sırasında nelere dikkat edeceklerini öğrenebiliyorlar. İsteyen öğrenci bu rehberi TÜBİTAK'tan da elde edebiliyor.

Yarışmaya katılan gençler, 31 yıldır katılmış olanlar gibi, TÜBİTAK'la acaba nasıl tanıştılar? Bu soruyu öğrencilerin kendisinden öğrenelim. Örneğin bu yıl Bilgisayar dalında projesi sergilenen ve teşvik ödülü alan İzmir Fen Lisesi öğrencisi Seçil Aracı ve çalışma arkadaşı Aylin Tokuş TÜBİTAK'la ne zaman ve nasıl tanıştıklarını şöyle ifade ediyorlar: "TÜBİTAK'ı ortaokulda da tanıyordum. Ama asıl bilgiyi lisede öğrendim. Okulumuzda üst sınıflar projelerini tanıtıyorlardı. Ben de böyle bir çalışma yapmak istedim ve yaptım." "Ablamı küçük yaşımdan beri Bilim ve Teknik okurken görürdüm. Ben de okumaya başladım. Böylelikle TÜBİTAK'ı da tanımış oldum."

Onlar gibi projeleri sergilenen daha pek çok öğrenci de Bilim ve Teknik dergisinin ya da BAYG'ın kendilerine TÜBİTAK'la tanışma yolunu gösterdiğini vurguladılar. Bilgisayar dalında projesi sergilenen ve yarışmada ikincilikle ödüllendirilen İzmir Özel Yamanlar Fen Lisesi öğrencisi Ercan Uçan, TÜBİTAK'la 1999 yılında girdiği Bilgisayar Olimpiyatları'nın birinci aşama sınavında tanışmış. Fizik dalından projesi sergilenen ve ikincilik ödülünü alan Ankara Fen Lisesi öğrencisi Eyüp Güler'se TÜBİTAK'ı, ortaokul yıllarında, kendisi araştırarak tanımış. Çünkü bilime gerçek anlamda o yaşlarda ilgi duymaya başladım diyor Eyüp. Bu ilgi Eyüp'ü bilimin kalbinin attığı kurumu öncelikle araştırmaya yöneltmiş.

TÜBİTAK'la genelde bu iki kanal aracılığıyla tanışan gençler doğal olarak Bilim ve Teknik okumayı sürdürüyorlar. Bunun yanı sıra Bilim Adamı Yetiştirme Grubu'nun etkinliklerine de katılmak istiyorlar. Ülkemizin 134 ortaöğrenim okulundan TÜBİTAK Bilim Adamı Yetiştirme Grubu'na yarışmalar için projeler gönderiliyor. Tam 410 proje başvurusu oluyor. Projelerin çoğunluğu fizik dalından. Tam 131 proje fizikle ilgili. Fiziğin ardından 111 biyoloji, 85 kimya, 52 matematik ve 31 bilgisayar dalında proje birbiriyle yarışıyor.

Projeler, ODTÜ, Hacettepe Üniversitesi, Gazi Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi'nden, alanlarında önemli çalışmalar yapmış öğretim üyelerinden oluşturulan jürilerce değerlendirilir. İlk ön değerlendirmeden sonra, başarılı bulunan 51 proje, 22-26 Mayıs tarihleri arasında TÜBİTAK'ta sergilendi.

Sergilenen projelerin tamamında var olan ortak özellikler şunlar: Her bir araştırmada kullanılan deney seti eksiksiz olarak stantta yer aldı. Projelerde, seçilen konu ya da probleme yaklaşım açısından özgünlük, yaratıcılık, düşünce ve uygulamada bilimsellik, uygulanabilirlik ve ekonomik bir yarar gözetildi. Gençler, kullandıkları temel bilgileri özümsemiş olduklarını gösterdiler ve elde ettikleri sonuçları açık ve anlaşılır bir biçimde sundular. Hazırlanan projeler, tümüyle öğrencilerin kendi özgün düşüncelerinden kaynaklanıp; kendileri tarafından

Çevre ve Sağlık Ödülleri

Alpertunga Dağcan Ankara Fen Lisesi öğrencilerinden. Proje Yarışması'na "Alkilfenol Türevlerinden Nonil Fenolün Gökkuşağı Alabalıklarındaki Biyo-Akümülasyonunun Belirlenmesi" başlıklı projeyle katıldı ve yarışmanın Çevre Ödülü'ne değer bulundu. Alpertunga, TÜBİTAK'la henüz 12 yaşındayken tanışmış ve bu yarışmaya da kendisi girmeye karar vermiş. Proje konusunu nasıl seçtiğini şöyle anlatıyor: "Çevre kirliliği gitgide sanayileşen dünyamızda artık kaçınılmaz bir global sorun haline gelmiştir. Fakat ülkemizde bu konuya gösterilen ilgi yeterli değil. Bu bilincin gelişmesinde benim ufak bir katkım olsun istedim ve ekolojik dengeyi bozan faktörler üzerinde çalışmaya karar verdim."



Burcu Öven ve Ahmet Sezer İzmir Fen Lisesi öğrencilerinden. Yarışmaya, "Türkiye'de Doğal yayılış Gösteren Bazı Salvia Türlerinin Uçucu Yağ Analizleri ve Bu Uçucu Yağların Antimikrobial Etkilerinin Denenmesi" başlıklı projeyle katıldılar. Bu çalışmalarıyla yarışmanın Sağlık Ödülünü aldılar.

TÜBİTAK 1999 - 2000 Yılı Lise Öğrencileri Arası Araştırma Projeleri Yarışması'nda Derece Alan Öğrenciler

Öğrenci	Okulu	Projenin Adı	Derece
		Bilgisayar	
Can Ölçek Alp Bassa	Ankara Anadolu Lisesi	Bilgisayar Ortamında Girilen Bir Fonksiyonun Sembolik Olarak Türevinin Alınması	İkincilik
A.Aylin Tokuç Seçil Aracı	İzmir Fen Lisesi	Bazı Harfleri Verilen Bir Kelimenin Tümüne Ulaşmak İçin Etkin Bir Yöntem Geliştirilmesi Ve Visual C++'Da Uygun Bir Arayüzün Yazılması	Teşvik
Osman Ölgun	İzmir Maltepe Askeri Lisesi	Matematiksel Fonksiyonların Grafik Ortamında İsteğe Bağlı Olarak Çizdirilmesi, Türev Ve İntegrallerinin Aldırılması	Üçüncülük
Ercan Uçan Yusuf Aytar	İzmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Cosı= Constructing 3d Models Via Stereo Images (Stereo Görüntülerden Üç Boyutlu Model Elde Etme)	İkincilik
Yaşar Tutuk Şemsi Cihan Yücel	İzmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Parmak İzi Tanıma Ve Eşleştirme Sistemi	Birincilik
Mustafa Yücefaydalı T. Yasin Kılıçdere	İzmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Path Finder	Üçüncülük
		Biyoloji	
Alpertunga Dağcan	Ankara Fen Lisesi	Alkilfenol Türevlerinden Nonilfenolün Zamana Ve Doza Bağlı Olarak Gökkuşağı Alabalıklarındaki (Oncorhynchus Mykiss) Biyoakümülasyonunun Belirlenmesi	Çevre ve Birincilik
Yasin Taşdelen Serhat Gümrükçü	Aydın Fen Lisesi	Niccotino Tobacco'nun Yanmasıyla Açığa Çıkan Ve Yapısında Bulunan Nikotin Ve Diğer Zararlı Maddelerin Sitrik Asit İle Absorbe Edilmesi	Birincilik
Aslı Nehir Müge Korkmaz	İstanbul Özel Darüşşafaka Lis.	Gamma Işınlamasına (Co-60) Maruz Bırakılmış Sıçanlarda Melatonin'in Koruyucu Etkilerinin Araştırılması	Üçüncülük
Burcu Öven Ahmet Sezer	İzmir Fen Lisesi	Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Salvia (Adaçayı) Türlerinin Uçucu Yağ Analizleri Ve Bu Uçucu Yağların Antimikrobiyal Etkilerinin Denenmesi	Sağlık ve Üçüncülük
Hüseyin Gerçek Emre Devrim	İzmir Fen Lisesi	Elmalarda *Penicillium expansum* Çürüklüklerine Karşı Biyolojik Savaşın Olanakları	İkincilik
D.Mehmet Bahar	İzmir Özel Türk Fen Lisesi	"Siklik Yapıdaki Antibiyotik Dışı Bazı İlaçların, Proteus Cinsi Bakterilerin Üreme Özellikleri, "Swarming" ve "Swarmer" Hücrelerine Farklılaşması Üzerine Etkileri"	Teşvik
		Fizik	
Emir Efe Dengiz	Ankara Anadolu Lisesi	Algol Örten Değişen Çift Yıldızının Minimum Zaman Gözlemi ve Akresyon Diski Miktarının Hesaplanması	Üçüncülük
Eyüp Güler	Ankara Fen Lisesi	Yariletkenlerin Yüksek Sıcaklıklardaki Termoelektrik Özellikleri	İkincilik
Abdülmecid Atıcı Ender Küçüka	Ankara Polis Koleji	Kızıl Ötesi Görüntü Çevirici Vasitasıyla Malzemenin Kalite Kontrolü İçin Elde Edilen Görüntülerin Üç Boyutlu Gösterimi	Teşvik
Ferit Çakıcı Emrah Demir	İstanbul Kuleli Askeri Lis.	Lüksmetre Yapımı, Günlük Hayatta Kullanım Alanlarının Belirlenmesi ve Uygulamaları	Üçüncülük
Selçuk Özsındırgılı Doğan M.Aygün	İstanbul Özel Darüşşafaka Lis.	Opto-Güdümlü Motor	Teşvik
Hasan Bilgin Çağatay Turhan	İzmir Maltepe Askeri Lisesi	Odak Uzaklığı Ayarlanabilir Sıvı Çukur Ayna Yapımı	İkincilik
Ayfer Şahin Banu Birlik	Şanlıurfa Anadolu Lisesi	"Crap Ve Vela Süpernovaların X-Işınları, Gama Işınları, Radyo Dalgaları ve 12 İle 25 Micronluk Grafik Analizleri: Nötron Yıldızlarının Periyodu, Sıcaklığı, Üç Ayrı Frekansta Radyo Enerjisi Ve Period Türevi Parametresine Bağlı Grafik Analizi Çizimi Ve Değer"	Teşvik
		Kimya	
Pelin Atilla Soner Kurt	Adana Özel Adana Fen Lis.	Yıkanmamış Ve Elenmemiş Deniz Kumu Kullanımının Yapı Betonu Üzerinde Oluşturduğu Olumsuz Etkilerin İncelenmesi	Teşvik
S.Eray Yıldız Murat Artan	Bursa Işıklar Askeri Lisesi	Bursa Ve Yöresi Kaplıca Sularının Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerine 17 Ağustos 1999 Depreminin Etkilerinin İncelenmesi	İkincilik
Halime Fışkındal Zeynep Demir	Bursa Özel Rafet Kahraman Lis.	Tekstil Atık Sularındaki Boyar Maddelerin Alunit-ZnO Karışımı İle Adsorpsiyonu	Üçüncülük
Esin Özlek Aylin Esen	İstanbul Kabataş Erkek Lis.	Dikkat!!! Şu Anda Üzerinizdeki En Az 3 Cisim Nikel Allerjisine Yakalanma Riskinizi Artırıyor	Üçüncülük
Raziye Saykılı Orhan Orhan	İstanbul Özel Darüşşafaka Lis.	"Borit Asit Fabrikası Alçılı Atığının Kullanarak Yeni Bir Yapı Malzemesi Olan ""Alker"" Üretimi"	Üçüncülük
İbrahim Karaman Tevfik Güçlü Sağnak	İzmir Fen Lisesi	Çine-Akmaden Feldspat Flotasyon Tesisi Artıklarından Titan Minarellerinin Kazanım Yöntemlerinin Araştırılması	Birincilik
Orhan Torul Avni Mustafa Önder	Trabzon Yomra Fen Lisesi	Çay Ve Çay Atıklarında Kafein Tayini Ve Atıklardan Kafein Ekstraksiyonu	Teşvik
		Matematik	
Mehmet Ercan Yıldız M. Buğra Eroğlu	Ankara Fen Lisesi	Des Şifre Sistemleri Baz Alarak Bir Kripto Sistem Oluşturulması	İkincilik
Ahmet Çetintaş	Ank. Özel Samanyolu Fen Lis.	Karakter Toplamları	Birincilik
Zuhal Işık Ferhan Ercengiz	İstanbul Özel Mef Okulları	Polinomları Çarpanlara Ayırmada Etkili Bir Algoritma	Teşvik
Başar Uğur	İzmir Fen Lisesi	Bir Çeşit Doğrusal İndirgemeli Dizinin Sınırlılığı Ve Periyodikliği	İkincilik
İhsan Varol Mehmet Nuri Tike	İzmir Özel Yamanlar Fen Lis.	Hamilton Çevre Sayısını Bulan Algoritma Ve Fonksiyonu	Teşvik

biçimlendirilmiş, öğretmenlerine danışılarak hazırlanmış, ama kendi bilgi ve becerileriyle tamamlanmış projelerdi. Yaşlarını göz önüne aldığımızda ortaya koydukları bu umutlandırıcı çalışmalara "olağanüstü" demenin hiç de sakıncası yok. Peki bu olağanüstü çalışmaları yapmak için nasıl karar verildi? Proje yarışmasına katılma kararını genç araştırmacılar nasıl aldılar?

Gençler bu kararı ilk önce kendi içlerinde çiçeklendirirler. Bu çiçeklenmeyse, kendilerinden büyük ablalarının, abilerinin daha önce açmış olduğu bir proje sergisinde başlar çoğu kez. Örneğin projesi fizik dalında sergilenmeye değer bulunan ve yarışmada üçüncü olan İstanbul Kuleli Askeri Lisesi öğrencilerinden Ferit Çakıcı bu olguyu şöyle yaşamış: "1995 yılında Çankırı Astsubay Hazırlama Okulu'nda bir panoda, TÜBİTAK'ın yarışmasında ikincilik derecesi almış bir kişi ve projesi tanıtılıyordu. O, benim için ulaşılmaz bir kişi gibi göründü. Yıllar sonra Kuleli Askeri Lisesi'nde de bu konuda çalışan arkadaşlarımla görüşerek ben de proje çalışmalarına başladım."

Proje konusunun seçimiyse genelde gencin ilgi alanına yönelmek istemesiyle belirginleşmekte. Bir de toplumsal çıkarlara olan duyarlıkla ilintili olarak konu ortaya çıkmakta. Örneğin, projesi kimya dalında sergilenmeye değer bulunan ve teşvik alan Adana Özel Fen Lisesi öğrencilerinden Soner Kurt, proje konusunu seçerken geçtiğimiz yıl binlerce insanımızın ölümüne neden olan doğal afeti, depremi göz önüne alma gereğini duymuş. Soner şöyle diyor: "Deprem sonrasında binaların yıkılmasının önüne geçilebilmesi için kullanılan yapı malzemesinin ıslah edilmesi gerektiğini vurgulamak amacıyla böyle bir proje konusunu seçtim. Amacım, Marmara depreminden ders alıp, bundan sonraki inşaatlarda kaliteli inşaat malzemesinin kullanılmasını sağlamaktı. Zaten ilerideki amacım da insanımızın yaşam standartlarını yükseltmek, ülkem ve milletim için elimden geleni yapmak olacak."

Çiçeklenen araştırma tutkusu, çağdaş uygarlığa giden yolun bilimden, teknikten, sanattan ve kültürden geçtiğine inanan Milli Eğitim Bakanlığı'nın, öğretmenlerin, ailelerin ve arkadaşların desteğiyle boyutlanıp gelişmeye başladı ve TÜBİTAK'la istenen sona ulaştı gençler.

Jürileri önünde sergiledikleri projelerini anlattılar. Bu sunuş 15 dakikayı geçmedi; ama bu 15 dakikada genç, projesinin amacını, kullandığı yöntemleri ve sonuçlarını bir bilim adamı edasıyla anlattı.

Sonuçta birbirinden anlamlı bu projeler derecelendirildi. TÜBİTAK, derece alan öğrencilere, danışman öğretmenlerine ve liselerine törenle başarı belgeleri ve para ödüllerini verdi. Bir de dereceye giren gençlerin bu başarıları, üniversite seçme sınavındaki başarı puanlarına yansıyacak.

Bilimin tek yol gösterici olduğu ilkesini yaşamı boyunca benimsemiş ve olayları değerlendirirken daima bardağın dolu tarafına baktığını söyleyen TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak, gençlerin Proje Yarışmalarına gösterdiği bu ilgi karşısında onlara şu sözü verdi: "Gençlerin böyle bir bilimsel ortam içinde yarışarak kendi özgüvenlerini geliştirmelerine olanak sağlamaya yönelik çabalarımızı sizlerin inancı, katkısı ve desteğiyle bundan böyle de sürdüreceğiz. Tüm öğrencilerimize, onlara yol gösteren öğretmenlerine ve destek veren ailelerine teşekkür ediyor ve öğrencilerimizin bilim yolculuklarının yaşamları boyunca sürmesini diliyorum."

Gülgûn Akbaba



Sondördünde Gezinti

Ay'daki gezintimizin ilk ve ikinci bölümlerinde, onun hilalden ilk dördün evresine kadar olan evrelerinde görebileceğimiz belirgin yüzey şekillerini tanımıştık. Ay'daki bu üçüncü ve son gezintimizde sondördün evresinde Ay'da gözleyebileceğimiz belirgin yüzey şekillerini inceleyeceğiz.

Denizler

Mare Cognitum (Bilgi Denizi): Copernicus kraterinin güneyinde yer alan bu düzlük yaklaşık 320 km uzunkuğunda ve 190 km genişliğinde. Onu Fırtınalar Denizi'yle ayıran, Riphaeus Dağları'dır.

Mare Humorum (Nem Denizi): Fırtınalar Denizi'nin Güneyinde yer alan bu deniz, neredeyse daire biçiminde, karanlık bir düzlüktür. Çapı yaklaşık 400 km kadardır. Bu denizin, Ay'daki düzlüklerin en eskisi olduğu düşünülüyor.

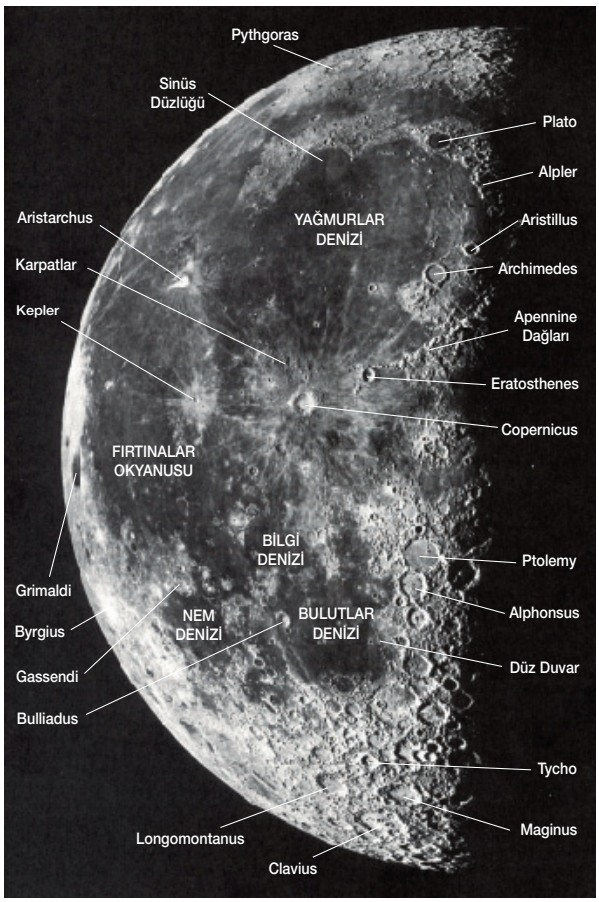
Mare Imbrium (Yağmurlar Denizi): Ay yüzeyindeki en geniş düzlüklerden biri olan bu deniz, 1075 km'ye 1200 km boyutlarında. Genişliğine karşın, bu düzlüğe inen tek uzay aracı Luna 17 olmuş. Yağmurlar Denizi'nin kenarlarında, Archimedes ve Eratrosthenes gibi belirgin kraterler ve dürübünler için güzel birer hedef olan pek çok başka yüzey şekli yer alıyor.

Mare Nubium (Bulutlar Denizi): Bu düzlük, adını karanlık yüzeyinden almış. Bulutlar Denizi'nin çevresinde de ilginç pek çok krater bulunuyor.

Oceanus Procellarum (Fırtınalar Okyanusu): Ay yüzeyindeki en büyük düzlüktür. Bu düzlüğün kenarları, Aristarchus, Kepler ve Copernicus gibi büyük kraterlerle belirlenmiştir.

Kraterler

Alphonsus: Ay'ın bize bakan yüzünün ortasından güneyine doğru dizili beş büyük kraterden biri olan bu krater, yaklaşık 110 km çapındadır. Bu krater, 1950 yılında fotoğraflanan, üzerinde oluşan bir karbon bulutuyla ünlü. Bu, Ay'ın sanılandan daha aktif bir gökcismi olduğunu göstermişti.



Archimedes: Yağmurlar Denizi'nin doğusunda yer alır ve yaklaşık 80 km çapındadır. Duvarlarının bir bölümü, Ay'ın volkanik bakımdan etkin olduğu dönemde lavlar altında kalmıştır.

Aristarchus: Dürbünle gözlenebilen en küçük kraterlerden biridir. Buna karşılık görülmesi oldukça kolaydır. Çevresindeki ışınlarla fırtınalar Okyanusu'nda dikkati çeker.

Aristillus: Yağmurlar Denizi'nde, Alpler'in güneydoğusunda yer alır. Güneş, bu kraterin üzerinde yükseldiğinde, çevresindeki ışınlar sayesinde kraterin görülmesi kolaylaşır.

Bullialdus: Bulutlar Denizi'nde yer alan bu krater küçük ancak belirgindir. Yaklaşık 50 km çapındadır ve Bulutlar Denizi'nin koyu tonlu yüzeyinde belirgindir. Kraterin merkezindeki tepe de belirgin olarak görülebilir.

Byrgius: Burada değindiğimiz en küçük krater. Çapı yaklaşık 17 km. Ancak, bu krater çevresindeki belirgin ışınlarla öteki küçük kraterlerden ayrılır. Eğer ışınları da hesaba katarsak, bu yüzey şeklinin çapı 420 km'yi bulur. Kraterin çevresindeki ışınları gözlemek için en iyi dönem dolunaydan sondördün evresine kadar olan evrelerdir.

Clavius: Ay'ın Dünya'ya bakan yüzündeki ikinci büyük krater. Bu sayede, en kolay seçilen kraterlerden biridir. Çapı yaklaşık 230 km olan bu krater, en iyi, her iki dördün evrelerinden bir-iki gün sonra gözlenebiliyor.

Copernicus: Yaklaşık 100 km çaplı bu krater, en belirgin kraterlerden biridir. Yağmurlar Denizi'yle, Fırtınalar Okyanusu'nun arasında yer alan Copernicus da belirgin ışınlara sahip. Bu kraterin ışınları, bulunduğu yerin koyu tonlu olması nedeniyle çok belirgin. Kraterin merkezindeki tepe, küçük dürbünlerle bile seçilebilecek kadar belirgin. Bu krater çıplak gözle görülebilir.

Eratosthenes: Copernicus krateriyle Apennine Dağları'nın arasında

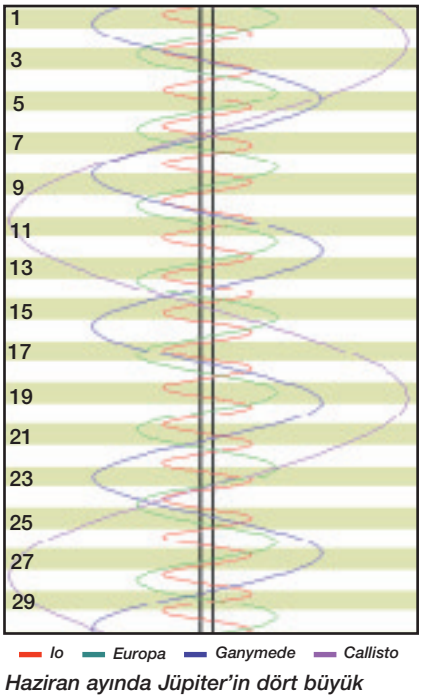
yer alan bu krater, yüksek duvarlarıyla dikkat çeken bir yüzey şekli.

Gassendi: Nem Denizi'nin kuzeyinde yer alan, büyük ancak sığ bir krater. Kraterin merkezindeki tepe, ortalama (10x) bir dürbünle görülebilir.

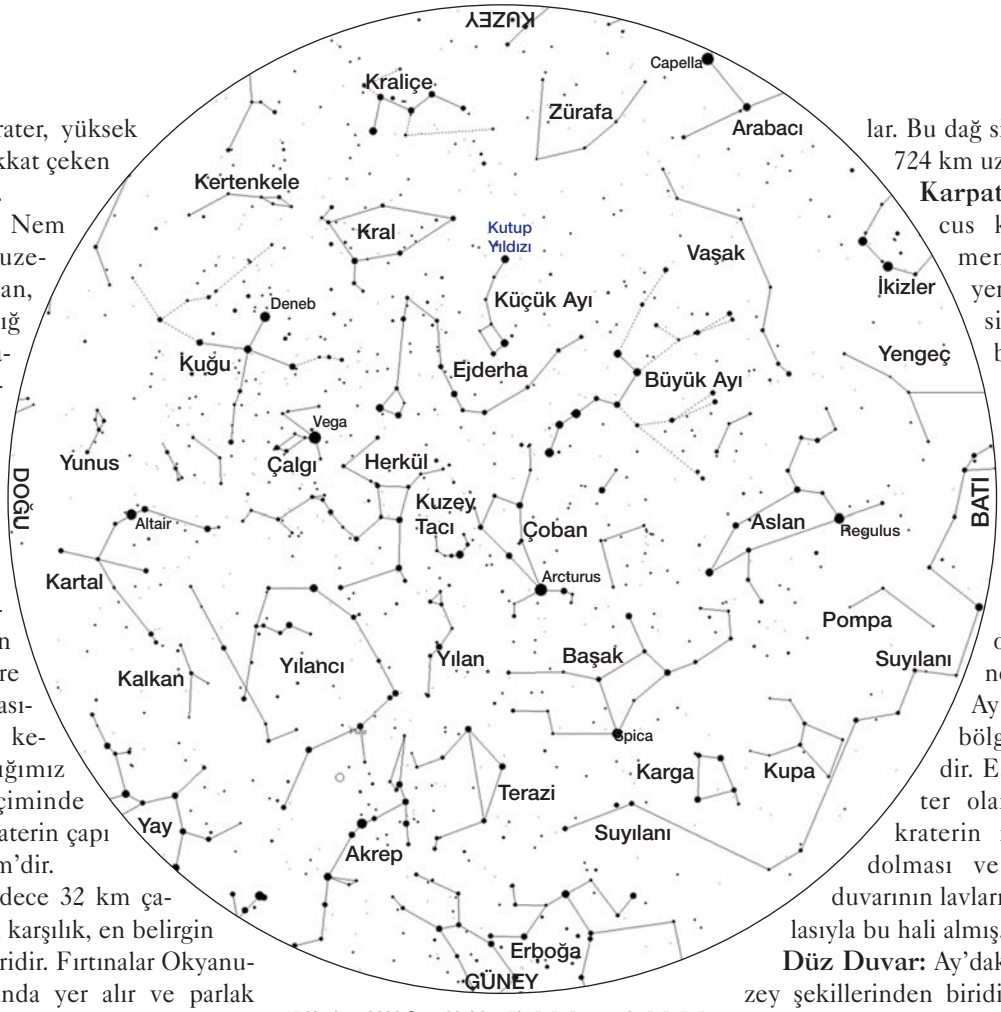
Grimaldi: Bize bakan yüzün batı kenarında yer alan bu krater, daire biçiminde olmasına karşın, ona kenardan baktığımız için elips biçiminde görünür. Bu kraterin çapı yaklaşık 230 km'dir.

Kepler: Sadece 32 km çapında olmasına karşılık, en belirgin kraterlerden biridir. Fırtınalar Okyanusu'nun ortalarında yer alır ve parlak ışınları sayesinde belirgindir. Copernicus gibi, bu krater de çıplak gözle seçilebilir.

Longomontanus ve Maginus: Clacius ve Tycho'yla birlikte bu ikili, bir dörtlü oluşturuyorlar. Bu iki belirgin krater, Ay yüzeyindeki en büyük kraterlerden.



Haziran ayında Jüpiter'in dört büyük uydusunun Jüpiter'e göre konumları.



15 Haziran 2000 Saat 22[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

Plato: Ay'ın bize dönük yüzündeki en koyu tonlu tabanlı krater. Plato, bu haliyle komşuları Nem Denizi ve Soğuk Deniz'den daha karanlık. Ayrıca, Ay'daki en belirgin yüzey şekillerinden birisi.

Ptolemy: Belirgin kraterlenden biri. Bu karater, bu sıralarda güneş ışınları eğik geldiğinden, en iyi ilk gördün ve sondördün evrelerinde gözlenebiliyor.

Pythgoras: Yaklaşık 140 km çaplı bu krater, kuzeydeki en belirgin kraterlerden biri.

Tycho: Pek de büyük bir krater olmamasına karşılık, ilkdördün ve sondördün evreleri arasındaki evrelerde Ay'daki en beligin kraterlerden biri. Bunda, kuşkusuz yeni bir krater oluşunun da payı var.

Öteki Yüzey Şekilleri

Alpler: Adından da anlaşılabileceği gibi, Dünya'daki benzerleri gibi, oldukça etkileyici dağ sistemidir. Yaklaşık 570 km uzanan bu dağ sisteminin en yüksek tepesi yaklaşık 4700 m.

Apennine Dağları: Yağmurlar Denizi'nin güneydoğu sınırını oluştururlar. Bu dağ sistemi yaklaşık 724 km uzunluktadır.

Karpatlar: Copernicus kraterinin hemen kuzeyinde yer almaları sayesinde kolayca bulunabilirler. Bu dağ sisteminin uzunluğu yaklaşık 320 km uzunluktadır.

Sinüs Düzlüğü: gökkuşakları Körfezi olarak da bilinen bu düzlük, Ay'daki en ünlü bölgelerden biridir. Eskiden bir krater olan bu düzlük, kraterin içinin lavlarla dolması ve güneyindeki duvarının lavların altında kamlasıyla bu hali almış.

Düz Duvar: Ay'daki en ilginç yüzey şekillerinden biridir. Bu 120 km uzunluktaki duvar, yüzeyden 40° açıyla yükselir ve yüksekliği yaklaşık 400 metredir. Duvarın kendisini görmek biraz zordur; ancak, 8 günlük Ay'da, bu duvarın gölgesi görülebilir. Daha sonra, bundan yaklaşık iki hafta sonra güneş ışınları duvarı aydınlatır. Bu sefer de onu parlak beyaz bir çizgi olarak görmek olası.

Ayın Gök Olayları

5 Mayıs'ta gerçekleşen ve Dünya'nın da içinde yer aldığı dizilme nedeniyle gezegenler gözden uzak kalmıştı. Venüs ve Mars, hâlâ Güneş'in parlak ışığında kayıp. Merkür, ayın ortasına kadar gözlem için oldukça iyi durumda. Ayın başlarından itibaren gezegen, batı-kuzeybatı ufku üzerinde, Güneş battıktan sonra gözlenebilir. Jüpiter ve Satürn, birlikte hareket ediyorlar. Her iki gezegen de ayın başlarından itibaren sabah gökyüzünde gözlenebilecek. İkisi de artık Güneş'in parlak ışığından uzaklaşıyor. Uydumuz Ay, 2 Haziran'da yeniay, 9 Haziran'da ilkdördün, 16 Haziran'da dolunay, 25 Haziran'da sondördün evrelerinden geçecek.

Alp Akoğlu



Zamanın Oku

"Geçmiş, şimdi ve gelecek birer yanılsamadır; ancak vazgeçilmezdir." Bu sözler, ünlü bilim adamı Einstein'a ait. Gerçekten de, zaman, bizim için vazgeçilemez bir olgudur. Zaman, sanki bizi doğumdan ölüme taşıyan, içinde yüzdüğümüz, akıp giden bir ırmak gibidir. Pek çoğumuz için, yaşamın karşı konulmaz bir parçasıdır. Ancak, Einstein'in görelilik kuramını ortaya atmasıyla ve kuantum mekaniğindeki gelişmelerle birlikte, zamana bakış açımız da değişti. Şimdi, zamanın yönünün değişip değişemeyeceği, hatta onun gerçekten var olup olmadığı tartışılıyor.

DUYULARIMIZ, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutlu olduğunu söylüyor bize. Çünkü, çevremizdeki tüm cisimleri üç boyutlu görüyoruz. Ancak, özellikle kuramsal fizikteki gelişmeler, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutla sınırlı olmadığını gösteriyor. 20. yüzyılın başlarında, Einstein'in ortaya attığı genel görelilik kuramından sonra, matematikçiler kendilerini beş boyutlu bir evrende buldular. 1984 yılında, süpersicim kuramı ortaya atıldıktan sonra bu boyutlara yenileri eklendi ve sayıları ona çıktı.

Üç boyuttan sonra, dördüncü boyut, yani zaman, ötekiler arasında en farklı duran, bizim için anlaşılması daha kolay olan boyuttur. Zaman boyutunu, bildiğimiz biçimiyle ele alalım önce. Günlük yaşamda, geçmiş, şimdi ve gelecek, tümüyle farklı anlamlar taşır. Geçmiş, geride kalmıştır, asla geri gelmez, değiştirilemez. Geçmişe ait bilgilerimiz, çoğunlukla anılardan, birtakım kayıtlardan kaynaklanır. Geçmişin gerçek olup olmadığını pek düşünmeyiz. Belki de gerçek olan, yaşadığımız andır. Gelecekse, henüz gerçekleşmemiştir ve açıktır, her şey olabilir. Belki, gelecekte olabilecek bazı olayların yönünü aldığımız kararlarla belirleyebiliriz. Ama, başka etkenler, onun tümüyle farklı bir biçimde gelişmesine yol açabilir. Bunlar, hemen herkesin duyumsadığı şeyler. Ancak, bazı bilim adamları, özellikle de düşünürler, bu yaygın inancın yanlış olabileceğine değiniyorlar. Hatta,

bunlar arasında zamanın olmadığını öne sürenler bile var.

Genellikle, zamana iki ayrı bakış var. Bunlardan birincisi, onu basit bir koordinat olarak ele alıyor. Buna göre olaylar, bir cismin konumunu enlem ve boylamla tanımlar gibi gerçekleştiği anı da zaman koordinatında tanımlıyor. Öteki görüşse, zamanı akıp giden; bir olay gerçekleştiğinde geleceği getiren bir olgu biçiminde algılıyor.

Eğer zamanın koordinat tanımı doğruysa, ortaya, akılları karıştıran pek çok soru işareti çıkıyor. Gerçekte sorun, Einstein'ın özel görelilik kuramıyla birlikte doğdu. Bu kuram, zamanın "kişiye özel", daha doğrusu, gözlemciye göre değiştiğini söylüyordu. Einstein, bir olayın, iki farklı ortamda bulunan gözlemciye göre farklı sürelerde gerçekleştiğini gösterdi. Daha sonra, bu olay, deneylerle de kanıtlandı. Özel görelilik kuramı, zamanın her herde aynı biçimde akıp gittiği düşüncesinin doğru olmadığını gösterir. Aslında, günlük yaşamda karşılaştığımız olaylar, öylesine yavaş gerçekleşir ki, göreliliği yok saymak yanlış olmaz. Çünkü görelilik, ışık hızına yaklaştıkça belirginleşir.

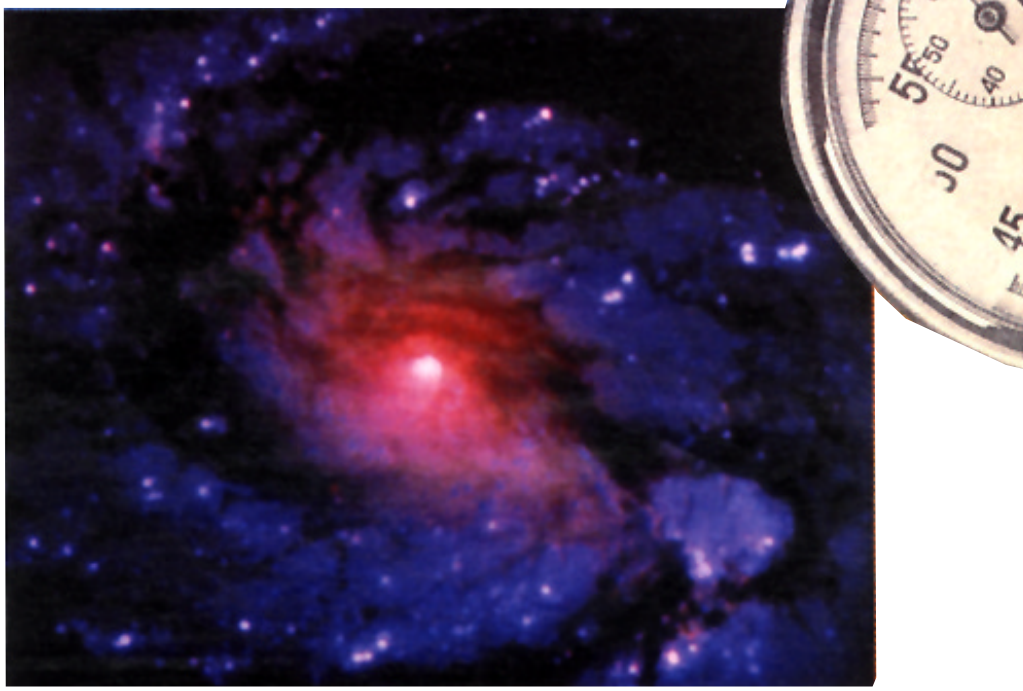
Fizikteki tüm başarılı denklemler, zamana göre simetriktir. Fizik yasaları, genellikle ileriye doğru akan zamanda ne kadar başarılı çalışıyorlarsa, ters yöne akan zamanda da o kadar başarılı çalışırlar. Gelecek ve geçmiş, olaya fizik açısından baktığımızda, tümüyle aynı temel üzerine oturmuş gibi görünür. Newton'un yasaları, fizik ve matematiğin en ünlü denklemlerinden Hamilton'un ve Maxwell'in denklemleri, Einstein'ın genel görelilik kuramı, Dirac'ın ve Schrödinger'in denklemleri, hepsi zamana göre simetriktir. Yani, zamanın okunu geri çevirebilseydik, herhangi bir sorun çıkmaz, hepsi başarıyla çalışırdı.

Eğer zamanın bir koordinat olduğunu kabul edersek, bu koordinatta neden iki yöne birden hareket edemeyelim? Bu zor bir soru. Aynı zamanda, kafa karıştırıcı. Çünkü, gerçek yaşamda, yerden göğe doğru yükselen yağmur damlacıklarına ya da kırık bir camın kendi kendine birleştiğine tanık olmuyoruz. Fizikçiler, zamanın yönünü anlatırken, "zamanın oku" deyimini kullanırlar. Bu, havada uçan bir ok değil, onun ne yöne gittiğini gösteren bir ok.

Peki, bu ok neden ters yönü göstermesin? Bu konuda aşmamız gereken bazı sorular var. Termodinamiğin ikinci yasası, yalıtılmış ortamlarda, ısının sıcaktan soğuğa akacağını söyler, öteki yöne değil. Sonuçta, sıcaklığın düzgün dağıldığı, termodinamik denge denen kararlı bir duruma gelinir. Termodinamik denge aslında tam bir dağınıklık halidir.

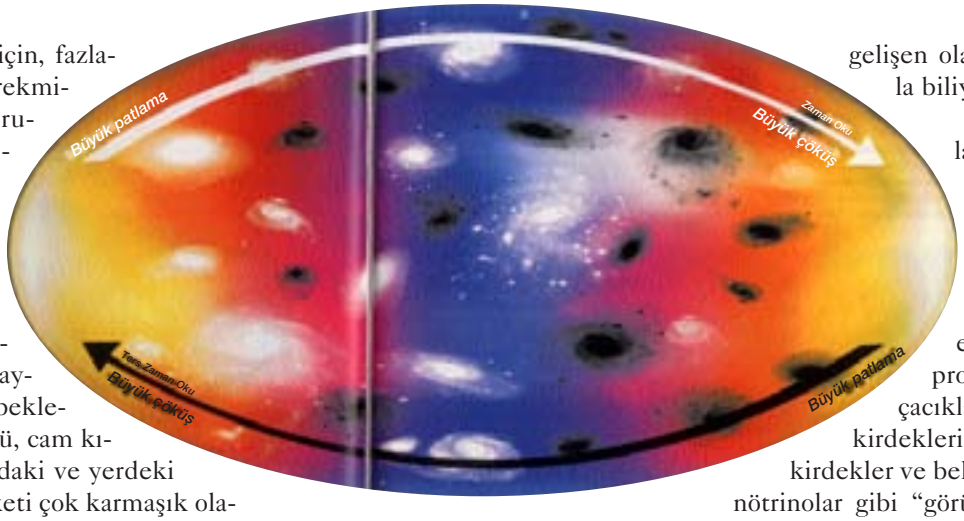
Temodinamiği işin içine katarak, zamanın okunun yönünün neden hep ileri doğru göründüğüne bakabiliriz. Kapalı bir odada, bir şişe parfümün kapağını açtığımızda, parfüm buharlaşır ve moleküller tüm odaya dağılır. Parfüm moleküllerinin bir araya gelerek şişede toplanmalarını bekleyemeyiz. Bu olayı, düzenli durumdan düzensizliğe doğru olan bir hareket olarak tanımlayabiliriz.

Bir başka düşünce deneyinde, bir masanın kenarında duran su dolu bir bardağı ele alalım. Bardağı ittirerek yere düşmesine yol açarsak, büyük olasılıkla bardak kırılır; cam parçaları ve su her yana saçılır. Bu olayda, fizik yasalarına aykırı gelişen bir şey yok. Olayı tersinden izleme şansımız olsaydı (en azından olayı filme alıp tersine izlemekle bu olabilir) kırık cam parçalarının bir araya gelerek bardağı oluşturduğunu; dökülen suyun toparlanıp, bardağı doldurduğunu; sonra da bardağın masadaki yerini aldığını görürdük. Bize her ne kadar garip gelse de bu olay da tümüyle fizik yasalarına uygun. Yine, parfümün odaya dağılması gerçekten tersinmez bir olay mı? Hava-parfüm karışımı içinde moleküller sürekli birbiriyle çarpışır. Bu, yani moleküllerin çarpışması tersinebilir bir olaydır. Filmi tersinden izlersek, bize fazla aykırı gelen bir şey görmeyiz. Bu, en azından molekül bazında, zamanın simetrik olabileceğinin bir göstergesi.





Bardağın masadan yere düşmesi ve onu izleyen olaylar bize garip gelmez. Bu, günlük yaşamda pek çoğumuzun karşılaştığı bir olaydır. Bizi asıl düşündüren, biraz önce tersinden izlediğimiz film gerçek olsaydı, bardağın toparlanıp masaya çıkabilmesi için gereken enerji olabilir. Burada da termodinamiğin birinci yasası akla geliyor: Acaba enerji korunuyor mu? Bardağın, yere düşerek parçalanması sırasında ortaya çıkan enerji, onun tekrar bir araya gelerek masaya sıçraması için gereken enerjiye denktir. Yani, böyle bir olayı ter-



sine çevirmek için, fazladan enerji gerekmiyor; enerji korunuyor. Bu durumda, bu olayın da zamanda tersinir olabileceği anlaşılabiliyor.

Günlük yaşamda, böyle olayların olmasını bekleyemeyiz. Çünkü, cam kırıklarındaki, sudaki ve yerdeki atomların hareketi çok karmaşık olacaktır. Herbiri bir tarafa gideceği için tıpatıp aynı yolu tersine izleyerek yeniden buluşmaları, ancak bir mucize eseri gerçekleşebilir. Günlük yaşantımızda gördüklerimiz, bu tür olayları da içerseydi, bu olayları yadırgamayacaktık. Zaman, şimdikinin tersi yönde ilerliyor olurdu.

Şimdi, olaya bir de neden-sonuç ilişkisi yönünden bakalım. Yaşadığımız dünyada, nedenler sonuçlardan önce gelir. Bir başka deyişle, sistemde yaptığımız değişiklik (bardağı yere düşürmemiz gibi), onun daha düzensiz bir duruma (bardağın parçalanması, suyun her yana saçılması gibi) doğru bir gelişim göstermesine yol açar. İşte bu gelişim, yani düzenden düzensizliğe doğru ilerleme, *entropi* kavramıyla ifade edilir. Genel bir tanımlamayla, entropi açıkça görünen düzensizliğin ölçümüdür. Buna göre, yere düşüp kırılan bir bardak, masada duran bir bardağa göre daha yüksek entropiye sahiptir. Benzer biçimde, şekerli kahvenin entropisi, kahvenin içinde erimemiş şekerden daha yüksektir. Aslında, termodinamiğin ikinci yasası, bir umutsuzluk mesajı verir gibi. Çünkü, ona göre, sistemin düzeni, zorunlu olarak sürekli bozulmaktadır.

Evrenin, büyük patlamayla ortaya çıktığı kuramı, hemen hemen tüm bilim adamlarınca kabul görüyor. Bu kuram geçekten doğruysa, zaman da büyük patlamayla ortaya çıkmış olmalı. Büyük patlama, çok yüksek bir enerji biçiminde ortaya çıkmıştı. Bu enerjinin ışımasının kalıntılarını evrende hâlâ mikrodalga ışıması olarak gözleyebiliyoruz.

Büyük patlamayı, bildiğimiz anlamda bir patlama olarak; yani, maddenin bir noktadan, daha önce var olan uzaya fışkırması gibi ele almamamız gerekiyor. Çünkü, uzayın kendisi bu patlamayla oluşmuş. Yani, bir merkez noktası yok. Dolayısıyla da, patlama sırasında ortaya çıkan madde, tüm evreni aynı anda doldurdu.

Evren, ilk zamanlarında son derece sıcaktı. Bugün, birtakım hesaplamalar sayesinde, büyük patlamayı izleyen saniyenin on binde birinden yaklaşık üç dakika sonrasına kadar gelişen olayları ayrıntısıyla biliyoruz.

Bu hesaplamaların sonuçlarına göre, evrenin her yanına düzgünce yayılan madde, ışık (fotonlar), elektronlar ve protonlar, alfa parçacıkları (helyum çekirdekleri), başka tür çekirdekler ve belki çok miktarda nötrinolar gibi "görünmez" ve varlıklarını pek az hissettiren parçacıklardan oluşmuştur. Bu maddenin bileşenleri, özellikle de elektron ve protonlar, bir araya gelerek, yıldızları oluşturan gazı (özellikle hidrojeni) büyük patlamadan yaklaşık yüz milyon yıl sonra ürettiler.

Termodinamiğin ikinci yasası bize zamanın okunun yönünün düzenden düzensizliğe doğru olduğunu söylese de evrene baktığımızda bunun tersini görüyoruz. Ortada bir çelişki var. Yani, ok, sanki düzensizlikten düzen yönüne doğru. Bu nasıl olabilir? Burada, işin içine bir başka etken giriyor: kütleçekimi. Yukarıda, ikinci yasadan söz ederken atladığımız önemli bir nokta var. O da bu yasanın işleyebilmesi için sistemin yalıtılmış olmasının gereği. Madde, ısı ve ışıma, sistemin birer yapıtaşı. Ancak, sistemi yalıtmak için kütleçekimi de bu sistemin içine katılmalı.

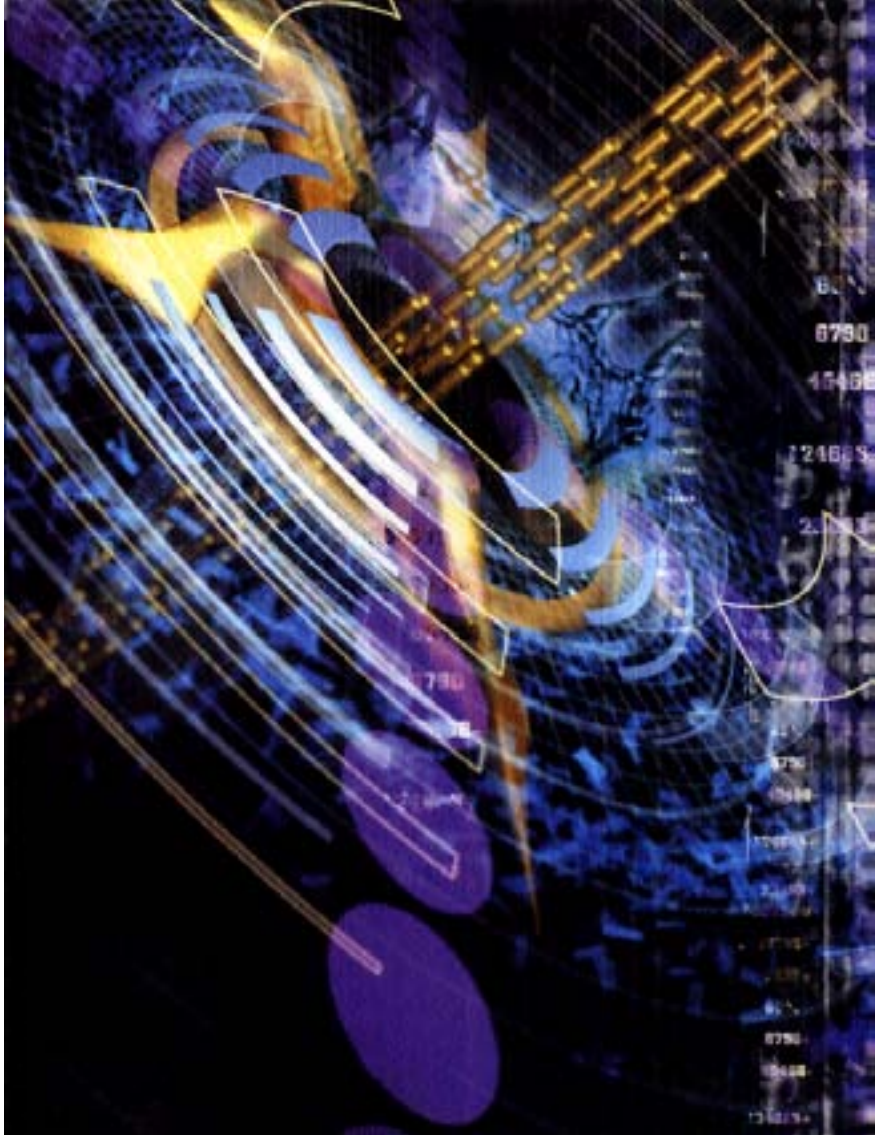


Parfüm şisesinin kapağını açarak kapalı bir odada yaptığımız deneyde, kütleçekiminin parçacıklar üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi vardı. Bu nedenle, laboratuvar ortamında kütleçekimini hasaba katmayabiliriz. (Aslında, yeterince bekleseydik, parfümü oluşturan moleküllerin zamanla yere çökeceğini görürdük.) Ancak, çok daha büyük sistemleri düşündüğümüzde, örneğin evreni, kütleçekimi kaçınılmaz bir gerçektir. Maddeyi birbirine çe-

kerek bir araya getirir ve topaklanmalara yol açar. Bu topaklanmanın en uç noktası kara deliklerdir. Bir kara deliğe termodinamik açıdan bakarsak, onun mutlak bir denge durumunda olduğunu söyleyebiliriz. Yani parfüm şişesinden dağılan moleküllerin tersine, burada kütlecekimi devrede olduğundan, madde biraraya gelerek denge durumuna ulaşır. Bu noktada, laboratuvar ortamının tersine, madde evrende var olduğundan bu yana onu etkisi altında tutan kütleçekimi, sorunlara çare oluyor. Normal bir gaz için, artan entropi, gazın düzgün dağılmasını sağlama eğilimindedir. Kütleçekimi olan (ya da hesaba katılan) cisimlerden oluşan bir sistemde bunun tersi geçerlidir. Madde, kütleçekimiyle bir araya geldikçe, sistemin entropisi yükselir. Olabilecek en yüksek entropiyse, karadeliklerdedir.

Kütleçekimini termodinamikle "evlendirme" ve denklemlere dökme, en iyi fizikçileri bile zorluyor. Ancak, bu olaylara düzen ve düzensizlik yönünden değil de, "bilgi" yönünden baktığımızda, işin içinden çıkmak daha kolay oluyor. Düzensiz bir sistemi anlatabilmek için, ondan az da olsa bilgi alabilmemiz gerekir. Örneğin, bir fanusun içindeki gazın sıcaklığı ve hacmi, onun termodinamik özelliklerini anlatır. Ancak, bu gaz düzgün dağılmamışsa, yani bir takım sıcak ve soğuk bölgelere sahipse, çok daha fazla "anlatacak şeyi" olur. Dengeye ulaştığındaysa, bu bilgi geri dönülmez biçimde yok olur.

Bir cisim, kara deliğe dönüşürse, dışarıya hemen hemen hiç bilgi sızdırmaz. Kara deliğin kütleçekim kuvveti o kadar fazladır ki, ışık bile ondan kaçamaz. Karadeliğin olay ufkunu geçen hiçbir şey ışıktan hızlı hareket edemeyeceği için, onun içinde yutulur. Doğal olarak da karadelik hakkında herhangi bir bilgi de ondan dışarı çıkamaz. Bu, dışarıdaki bir gözlemciye göre, olayların geri dönülemez olduğu anlamına gelir. O halde, olaya geniş bir açıdan bakacak olursak, karadelikler de termodinamiğin yasalarına uyarlar. Aradaki bir fark, kütleçekimi işin içinde olduğunda, denge, dağılarak değil, topaklaşarak sağlanır. Ama, sonuçta, bir denge durumu ortaya çıkar.



Evrenin kütleçekimi sayesinde topaklaşarak denge durumuna doğru ilerlediği ortada. Ancak, bu yine de evrenin nasıl olup da her bakımdan dengeli bir durumdan ortaya çıktığı pek anlaşılmış değil. Oluşturulan evren modellerine göre, şu an genişlemekte olan evren, içerdiği madde miktarına bağlı olarak, ya sonsuza değin genişleyecek, ya da kütle galip gelirse genişlemesi duracak ve yeniden çökmeye başlayacak. Eldeki son verilere göre büyük olasılıkla çökme gerçekleşmeyecek. Yine de, evren bir gün çökmeye başlarsa zamanın okunun yönü ne olacak?

1960'larda, Thomas Gold'un öne sürdüğüne göre, eğer evren çökmeye başlarsa, okun yönü tersine dönecek. Isı, soğuktan sıcağa akacak, yağmur damlaları yerden göğe yükselecek, insanlar gençleşecek. Bu, benimsenmesi zor bir durum. Bu durumda, insanlar her şeyi yaşamış olarak doğacaklar, hiçbir şey onlara yabancı gelmeyecek. Çok karışık bir durum söz konusu.

Birkaç yıl önce, California Üniversitesi'nden Murray Gell-Mann'ın açıklaması daha tatmin edici nitelikte. Gell-Mann, gözlenen evrenin simetrik olmadığını öne sürüyor ve bunu açıklamak için de kuantum kuramından yararlanıyor. Kuantum fiziğine göre, evrenin herhangi bir durumu pek çok farklı biçimde evrimleşebilir. Bu olasılıklardan bir bölümüne göre evren düzgün bir biçimde ortaya çıkıp, içindeki madde topaklanabilir; ötekilere göreyse farklı biçimlerde evrimleşebilir. Birkaç olasılığa göre de düzgün bir yapıyla oluşan evrendeki madde topaklanabilir; daha sonra çökmeye başlayarak yeniden düzgün bir yapı kazanabilir. Yani, simetrik bir evren ortaya çıkması da olası. Ancak, bu olasılıklardan sadece birkaçı canlılar tarafından anlaşılabilir. Yaşam, termodinamik dengesizliğe dayanır. Bu nedenle, zaman simetrisi olan bir evreni gözleme şansımız pek fazla değil gibi görünüyor.

Alp Akoğlu

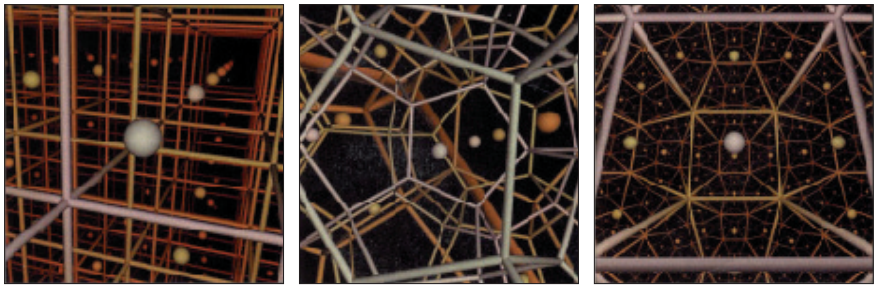
Kaynaklar
Barbour, J., Timeless, New Scientist, 16 Ekim 1999
Davies, P.,Time's Arrow, New Scientist, 1 Kasım 1997
Walker, G., Here Comes Hypertime, New Scientist, 1 Kasım 1997
Penrose, R., Çev: Dereli, T., Kralın Yeni Usu III / Us Nerede, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1997

Evren Düz, Einstein Haklı

Yeni bulgular, evrenin, şişme kuramının öngördüğü gibi "düz" olduğunu ve Einstein'ın genel görelilik kuramının başta öngördüğü "kozmolojik sabit" adlı itici bir boşluk enerjisinin varlığını ortaya koydu. Nisan ve Mayıs içinde iki ayrı araştırma grubunca açıklanan bulgular, evrenin gençlik dönemindeki sıcaklığının günümüzdeki kalıntısı olan kozmik mikrodalga fon ışınımının ayrıntılı gözlemlerine dayanıyor.

Büyük patlamadan 300 000 yıl sonra evrenin sıcaklığı yaklaşık 3000 K'ye (yaklaşık 2700°C) düştüğünde eksi elektrik yüklü elektronların, artı yüklü protonlara bağlanmalarıyla hafif elementler olan hidrojen, helyum ve lityum atomları oluştu. Evrenin ilk zamanlarında var olan elektron ve fotonlarla, proton ve nötron gibi çekirdek parçacıklarının oluşturduğu sıcak çorba ayrıştı. Artık elektronlar, protonlarca yakalandıklarından eskiden bunlara çarparak saçılan fotonlar serbestçe yol almaya başladılar ve evren şeffaf hale geldi. Evren yaşlanıp genişledikçe (yaşı 10 – 15 milyar yıl arasında tahmin ediliyor) soğuduğundan, bugün genişleme nedeniyle elektromanyetik tayfın mikrodalga bölgesine kaymış bulunan bu ışınımın sıcaklığı ortalama 2.7 K (yaklaşık –270°C) olarak ölçülüyor. Televizyon alıcılarımızda "kar" diye bildiğimiz parazitin yüzde birini oluşturan bu fon ışınımı ilk kez 1964 yılında Bell Laboratuvarları'nda çalışan radyogökbilimcileri Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından bir rastlantı sonucu keşfedildi. 1992 yılında Kozmik Fon Kâşifi (COBE) uydusu, mikrodalga fon ışınımı üzerinde çok küçük (yüz binde 1 ölçeğinde) sıcaklık farkları belirledi. Bu farklılıklar, evren oluştuktan hemen sonra ortaya çıkan çok küçük yoğunluk farklarına işaret ettiğinden, hem büyük patlama kuramını doğruladı, hem de evrenin bugünkü topaklı yapısını açıkladı. Ancak bir yandan evrenin biçimi, dolayısıyla geleceği konusunda tartışmalar sürerken, bir yandan da evreni oluşturan maddenin görünen azlığını açıklamak için rakip kuramlar geliştirilmekteydi. COBE ise gökyüzünün tümünü taradığından ancak çok büyük ölçekli ve düşük çözünürlükte yapılar belirleyebiliyordu. Bu nedenle, kuramların sınanması için gerekli daha küçük yapıların görünmesi mümkün olmuyordu. Bunun üzerine yerden ve balonla yapılan gözlemlerde daha küçük ölçekli yapıların belirlenmesine çalışıldı.

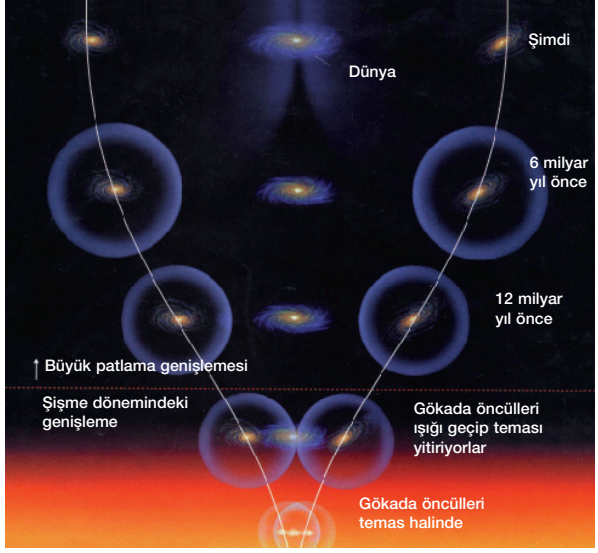
Bunlardan, BOOMERANG ve MAXIMA adlarını taşıyan deneylerden olağanüstü sonuçlar elde edildi. İngiliz bilim dergisi Nature'da 27 Nisan günü açıklanan BOOMERANG sonuçları, Antarktika üzerinde 1998 yılının sonuyla 1999 Ocak ayının başını kapsayan 10 günlük süre için balonla 35 kilometre yüksekliğe çıkarılan bir mikrodalga te-



Düz evren Euclid geometrisine uyar. Kürelerin büyüklükleri, uzaklıklarına ters orantılıdır. (Kaybolan nokta perspektifi.)

Kapalı evren kürenin özelliklerini taşır. Uzaklaştıkça küreler önce küçülür; sonra daha büyük görünmeye başlar. (dodekahedra)

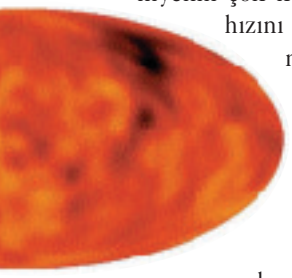
Açık evren, eyer biçimlidir. Açılar daha geniş olduğundan, her kenara dört yerine küpe benzer yapıda beş cisim oturur.



Evrenin ilk anlarında gökadaların atası olan yapılar birbirlerine bitişikti. Dolayısıyla evrendeki her yapı homojen bir görünüm kazandı. Daha sonra evren, giderek hızlanan bir şişmeyle bu yapıları ışığınkini geçen bir hızla birbirlerinden uzaklaştırdı. O günden bu yana karşı yönlerdeki uzak gökadalar birbirlerini göremiyorlar. Saniyenin çok küçük bir kesiri kadar süren şişme durunca, ışık yavaş yavaş gökadaları yakalayıp geçmeye başladı. Milyarlarca yıl sonra, uzak gökadalar yeniden birbirleriyle temasa geçecek.

leskopunun derlediği verilere dayanıyor. BOOMERANG deneyinde COBE'ye göre çok daha küçük bir alan (gökyüzünde dolunayın kapladığı alandan biraz daha büyük) gözlenmiş. 35 kat yüksek açısal çözünürlükteki görüntülerde çok küçük sıcaklık farkları olarak ortaya çıkan yüzlerce yapı görülüyor. Bu farklar, 1 derecenin 100 milyonda biri kadar.

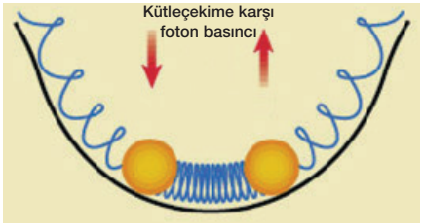
BOOMERANG ekibince yapılan açıklamada, bu sıcaklık farklarının ses dalgalarından oluştuğu belirtiliyor. Bu dalgalara yol açan çalkantıların tohumlarının, evrenin başlangıç anlarındaki ortamda var olduğu sanılıyor. Bu çalkantıları, mikrodalga fon ışınımında gözlenen yapılara kadar büyütebilecek tek mekanizmaysa, araştırmacılara göre ancak kuramlarda şişme diye adlandırılan ve büyük patlamadan sonraki ilk saniyenin çok küçük kesirlerinde ışık hızını da geçen bir genişleme olabilir. Işık hızını aşan bu genişleme görelilik kuramının getirdiği yasağı delmiş olmuyor. Genişleyen yalnızca boşluk. Ancak şimdiye dek öne sürülen şişme kuramlarının geçerli olabilmesi için, BOOMERANG'ın saptadığı ses dalgalarında gözlenen tepe noktasından başka, ondan çok daha küçük ikinci ve hatta üçüncü tepeler de gerekmekteydi. Bu ikincil tepeciklerin görülmeyişi, araştırmacılara göre şişme kuramlarının ayrıntılarının, ya da evrendeki madde yoğunluğuyla ilgili öngörülerin yeniden gözden geçirilmesini gerektirebilir. Ancak deney verilerinin daha yakından incelenmesi ve bu yılın Kasım ayında fırlatılacak olan ve COBE'den çok daha duyarlı ölçümler yapacak olan MAP uydusunun göndereceği verilerle tutarsızlıkların ortadan kalkabileceği de belirtiliyor.



Şişme modeli temel alındığında, tepe noktalarının yapısı başlıca üç parametreyle, evrenin eğriliğiyle, tanıdığımız (baryonik) maddenin ve karanlık maddenin yoğunluğuyla belirlenir. Birinci tepe noktasının büyüklüğü, evrenin eğriliğini ve dolayısıyla içindeki madde yoğunluğunun bir ölçüsü. Çünkü Einstein'a göre uzay-zamanın bükülmesine yol açan şey, maddenin kütlesi. Madde ayrıca kozmik mikro dalga fotonlarının izlediği yolu da büktüğünden, araştırmacılar evrenin yoğunluğunu ve eğriliğini hesaplayabiliyorlar.

BOOMERANG deneyinin sağladığı veriler düz ve kritik yoğunlukta bir evrene işaret ediyor. Düz derken, doğal olarak kastedilen, yarıçapının çok büyük olması nedeniyle yayın düzmüş gibi göründüğü bir küre kastediliyor. Bu, toplam madde ve enerji yoğunluğunun, kritik düzey denen düzeye yakın olduğu bir evren anlamına geliyor. Böyle bir evren kritik hızda genişleyeceği için genişlemenin kütleçekimi nedeniyle yavaşlaması ve sonunda kütleçekimine yenilmesi nedeniyle kendi üzerine çöken kapalı evren modeli geçerliliğini yitirmiş oluyor. Aynı biçimde, son yıllarda bazı uzak süpernova patlamalarının gündeme getirdiği, kritik hızın üstünde, bir genişleme ve buna karşılık gelen açık evren modeli de temelden yoksun kalıyor.

California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarının liderliğinde uluslararası bir ekipce yürütülen bir başka balon deneyi, BOOMERANG sonuçlarını doğruladı ve daha da iddialı önermelerde bulundu. MAXIMA deneyinde kullanılan balon, kuzey gökkürede Ejderha (Draco) Takımyıldızı yönünde göğün 0,3 açı derecelik küçük bir böl-



Gökbilimcilerin kozmik mikrodalga fonun ince yapısında gördükleri farklar, aslında ses dalgaları. Kütleçekimi, evrenin başlangıç anlarındaki plazmayı sıkıştırıyor. Foton baskısının direnci daha sonra hareketi tersine çeviriyor; böylece akustik salınımlar başlıyor. Sıkışma sıcaklığı yükselttiğinden, bugün mikrodalga fonda gördüğümüz sıcak ve soğuk noktalar oluşuyor.

gesini gözledi. 1998 yılı Ağustos'unda gerçekleştirilen ve sonuçları 9 Mayıs günü açıklanan MAXIMA deneyi, mikrodalga fon ışınımının daha da yüksek çözünürlülükteki görüntüleriyle evrenin düz olduğunu ve kritik hızda genişlediğini kanıtladı. Deney ayrıca evrendeki enerji yoğunluğunun ancak %5'inin sıradan madde ve enerjiden oluştuğunu da belirledi.

BOOMERANG ve MAXIMA sonuçlarını değerlendiren araştırmacılar, evrende ışımayan ve çoğunluğunu zayıf etkileşimli ağır egzotik parçacıkların oluşturduğu düşünülen "karanlık madde"nin evrenin toplam enerjisinin %30'unu oluşturduğu sonucuna vardılar. Bundan da çıkan, evrenin enerjisinin %65'inin Einstein tarafından başlangıçta öngörülüp, sonra terkedilen, kütleleri itici bir etki yapan "kozmolojik sabit" adlı bir boşluk enerjisinden oluştuğu.

Bu arada Amerikalı gökbilimcilerce yürütülen bir başka deney de karanlık maddenin evrende dağılımı konusuna ışık tuttu. Kütleçekimin ışığı bükmesi, çok uzak küresel kaynaklardan gelen ışığın, yoldaki karanlık maddenin "kozmik kırpma" diye adlandırılan zayıf bir mikromercekleme etkisiyle doğrulandı. Bu etki, ışık kaynaklarının dairesel görüntülerini, elipse dönüştürüyor. 10 Mayıs'ta açıklanan araştırma, 140 000 uzak gökada üzerinde yapılan gözlemlere dayanıyor. Araştırmanın ışımadığı için görülemeyen karanlık maddenin dağılımı konusunda ilk verileri sağladığı, uzmanlarca vurgulanıyor.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Hu, W., "Ringing in the New Cosmology", *Nature*, 27 Nisan 2000
Seife, C., "BOOMERANG Returns With Surprising News", *Science*, 28 Nisan 2000
Bucher, M. A., Spergel, D. N., "Inflation in a Low-Density Universe" *Scientific American*, Ocak 1999
"Flat Universe With 65% Dark Energy Said Confirmed", *NASA Basın Bülteni*, 8 Mayıs 2000
NSF: Einstein's Predicted Shear Said Observed in Cosmas", *NASA Basın Bülteni*, 10 Mayıs 2000

Matematik Bilmecelerini Çözerek 7 Milyon Dolar Daha Kazanabilirsiniz

Son Denkleminiz mi?



MATEMATİK dünyasının, on yıllardır yakalanamayan yanıtsız problemleri galiba yolun sonuna geliyor. Çünkü artık hepsinin kafasına bir ödül kondu. Amerikan ve İngiliz yayınevlerinin Goldbach Varsayımı'nı çözene 1 milyon dolar ödül vaat etmesinin ardından geçen ay sonunda matematikçiler Paris'te dünyanın en zor yedi problemini belirleyerek her birinin çözümü için birer milyon dolar ödül koydular. Ödülleri koyan, merkezi ABD'nin Massachusetts eyaletindeki Cambridge kentinde bulunan Clay Matematik Enstitüsü (CMI). Enstitünün başkanı Arthur Jaffe, yüz yıl önce, 1900 yılındaki İkinci Uluslararası Matematikçiler Kongresi sırasında ünlü Alman matematikçi David Hilbert'in Paris'te yaptığı çağrıyı hatırlatıyor. Hilbert'in kongrede meslektaşlarına zamanının çetrefil 23 problemini çözme çağrısına değinen Jaffe, 20. yüzyıl matematiğinin büyük ölçüde Hilbert'in çağrısıyla biçimlendiğini söylüyor. Jaffe'ye göre kendisinin yaptığı çağrının tek farkı, paranın sıcak yüzü. Jaffe daha önce Amerikan Matematik Derneği'nin başkanlığını yapmış. Şimdiyse kendisi gibi zengin bir maliyeci olan Landon Clay'in iki yıl önce kurduğu

1 **P=NP?** Listenin başında, süper bilgisayarlarla yapılan şifreleme tekniğini tarihe gömecek olan "P'ye karşı NP" problemi bulunuyor. Bilgisayarcıların hangi algoritmanın hangi hesap işlemini hangi etkinlikte yapacağını araştırmalarıyla ortaya çıkmış. Genel olarak bir bilgisayar programına ne kadar çok veri yüklerseniz, programın bu verileri işleme süresi o ölçüde uzar. Bir dosyalar listesini alfabetik sıraya koyacak bir algoritma düşünün: Dosyaların sayısını ikiye katlarsanız, programın bunları sıraya sokması için gereken süre dörde katlanacaktır. Bilgisayar bilimi dilinde bu, bir N^2 algoritması. Pekçok işlem için programcılar bu gibi "polinomyal süre"ya da P algoritmaları kullanıyorlar; çünkü işlemlerin çözümü öyle göze alınamayacak kadar uzun olmuyor.

Çok haneli sayıların çarpanların ayrılması gibi polinomyal sürede çözülemeyecek problemler bile, polinomyal süre içinde *sağlanabilir*. Örneğin büyük bir sayıyı çarpanlarına ayırdığını söyleyen birinin doğru yapıp yapmadığını kontrol etmek için çarpanları birbirleriyle çarpmanız yeterli. Böyle polinomyal süre içinde kontrolü yapılabilecek bir probleme NP deniyor. Açık ki, tüm P algoritmaları birer NP; çünkü bir şeyi polinomyal süre içinde çözebiliyorsanız, başkasının bulduğu bir çözümü de polinomyal süre içinde kontrol edebilirsiniz. Gelgelelim 1971'de kompüter bilimcisi Stephen Cook, bir NP algoritmasının aynı zamanda bir P algoritması olup olmadığını sordu.

P=NP?

Yanıt olumsuz gibi. Büyük sayıları çarpanlarına bölmek gibisinden NP problemlerinin polinomyal süre içinde çözümünün bilinen örneği yok. Ancak bunu kanıtlamak göründüğü gibi kolay değil. Üstelik kanıt, ödülle birlikte hesapta olmayan başka şeyler de getirebilir! Matematikçiler "tam NP" denen ve NP problemlerinin en zor türü olan problemlerin birbirlerine eşit olduğunu kanıtladılar. Böyle olunca da bir tam NP problemin polinomyal süre algoritması, bu çeşit tüm problemlerin çözümü için uyarlanabilir. Cook, böyle bir algoritmayla her türlü şifreyi kırabilirsiniz" diyor.

2 **Birch-Swinnerton-Dyer Varsayımı.** Bu problem, Andrew Wiles'ın beş yıl önce Fermat'nın Son Teoremi'ni kanıtlamak için kullandığı matematikle aynı alanı paylaşıyor. Her ikisi de eliptik eğriler denen geometrik biçimlerin matematik özelliklerine, yani $y^2=x^3+ax+b$ türünden bir denklemi çözen noktalar dizisine dayanıyor. 1960'larda oluşturulan Birch-Swinnerton-Dyer varsayımı, eğri üzerindeki rasyonel sayılarla, yani grafik üzerinde hem x, hem de y'nin rasyonel olduğu sayılarla ilgili. Böylesine her eliptik eğri ile bağlantılı, "L-fonksiyonu" denen matematiksel bir varlık bulunuyor. Bu fonksiyon, aslında eğri hakkındaki bilgiyi başka biçimde kodlayan bir formül. Varsayım, yalnızca belirli bir değerde L-fonksiyonunun sıfır olması halinde bir eğri üzerinde sonsuz sayıda rasyonel nokta bulunacağını söylüyor. Problem soyut olmakla birlikte, Cambridge'li matematikçi John Coates'un "matematikte çözülmemiş önemli problemlerin en eskisi" dediği rasyonel boyutlarda kenarları olan dik üçgenlerin alanları konusundaki sorularla ilintili bulunuyor.

3 **Navier-Stokes olgusunun varlığı ve düzgünlüğü.** Bu problem, sıkıştırılamayan sıvıların hareketlerini tanımlayan bir dizi diferansiyel denklemle ilgili. Görece basit görünmelerine karşın üç boyutlu Navier-Stokes denklemleri kolayca yoldan çıkıyor.

Princeton Üniversitesi matematikçilerinden Charles Fefferman, "Navier-Stokes denklemlerini güzel, düzgün, ve oldukça zararsız başlangıç koşullarıyla oluşturabiliyorsunuz; ama çözümler son derece karasız olabiliyor" diyor. Denklemlerle uğraşanlar, geçerliliğin yitip gittiği "tekillik" noktalarının oluştuğunu ve işlerin tümüyle sarpa sardığını söylüyorlar. Matematikçilerin Navier-Stokes olgusunu "ehlileştirebilmeleri" halinde bunun akışkan mekaniği alanında kökten değişikliklere yol açacağı belirtiliyor. Fefferman, "akışkanların davranışlarını anlayabilmemizin, bilim ve teknoloji kadar matematik üzerinde de çok büyük etkileri olacaktır" diyor.

4 **Yang-Mills Kuramı ve Kütle Açığı.** Çözümü için ödül konan 4. Problem, Yang-Mills kuramı olarak bilinen bir fizik dalıyla ilgili. Bu kuram, parçacıkları matematiksel simetrinin kavramlarıyla tanımlıyor. Yang-Mills kuramı fizikçiler için doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirme çabalarında bir araç olarak kullanılıyorsa da, Yang-Mills denklemlerinin mantıki çözümleri olup olmadığı bilinmiyor. Bu çözümlerin olması durumunda bile, bunlarda fizikçilerin neden kuarkları yalıtamadıklarını açıklayacak bir "kütle açığı" bulunması da kesin değil. Jaffe, "bu soruna nasıl yaklaşılması gerektiği konusunda bir düşünce ya da model yok" diyor.

5 **Hodge Varsayımı.** Birch-Swinnerton-Dyer varsayımı gibi Hodge varsayımı da iki matematiksel kavramı ilişkilendirmeye çalışıyor. Matematiğin cebirsel geometri diye bilinen dalında matematikçiler, sayıların ilişkilerini ve simetrisini inceleyen soyut cebirle, çeşitli uzaylarda biçimleri inceleyen geometriyi birleştirmeye uğraşıyorlar. Hodge çemberleri, önemli cebirsel ağırlık taşıyan, ama görünür bir geometrik yorumu olmayan yapılar. Cebirsel çemberlerinse geometrik yorumları var, çünkü bunlar uzayda kesişen eğrilerle ilgili. Ama bunlar da cebirsel olarak fazla güçlü değiller. Hodge varsayımı, bu ikisini birleştiriyor ve bir Hodge çemberinin, cebirsel çemberlerin bir toplamı olarak yazılabileceğini söylüyor. Böylece de Hodge çemberlerinin gücünü ve cebirsel çemberlerin kolay yorumunu birleştirmiş oluyor.

6 **Poincaré Varsayımı.** Fransız matematikçi Henri Poincaré, topoloji olarak bilinen, uzayda biçimlerin sınıflandırılması konusunu inceliyordu. Bu biçimleri sınıflandırmanın etkili bir yöntemi, bir cismin üstüne giderek küçülebilen halka biçimli hayali iplikler yerleştirmek. Örneğin bir basket topunun üzerine yerleştirilecek böyle bir halka büzüştükçe mutlaka bir nokta haline gelir. Oysa bir çöreğe konacak bir halka, mutlaka noktada sonlanmayabilir. Çöreğin etrafına konursa ya da içinden geçirilirse büzüşme bir yerde takılır. Bir basket topunun derisi, ya da bir çöreğin üzerindeki ağda gibi iki boyutlu yüzeyler için, büzüşen halkaların davranış biçimi, sözkonusu yüzey türünü tümüyle tanımlar. Örneğin herhangi bir yüzey üzerine konan tüm halkalar büzüşüp nokta haline geliyorsa, o zaman bu yüzeyler topolojik olarak bir küreyle aynıdır. Poincaré, halka büzüşmesi testinin, bir üst derecedeki boyutta, yani üç boyutlu cisimler için de geçerli olması gerektiğini varsaydı. Ancak ne kendisi, neden kendinden sonra gelen matematikçiler, varsayımın geçerli ya da geçersiz olduğunu kanıtlayamadılar.



Varsayım, tüm öteki boyutlar için kanıtlanmış bulunuyor. Geçerliliği bilinmeyen tek durumsa üç boyutlu dünya.

7 **Riemann Hipotezi.** Hiçbir "aranıyor" listesi, matematik bilmecelerinin bu büyük babası olmadan tam sayılmaz. Hipotez, ilk kez 1859 yılında zeta fonksiyonunu: $\zeta(s)=1+1/2^s+1/3^s+....$ araştıran Alman matematikçi Bernhard Riemann tarafından yayınlandı. "s"için hangi pozitif değeri koyarsanız koyun, asla $\zeta(s)$ sonucunu elde edemiyorsunuz. Ancak bu durum, karmaşık sayılar alanında geçerli değil. Karmaşık sayılar, $a+bi$ olarak ifade edilebilen sayılara verilen ad. Burada i, -1'in kare kökünü ifade ediyor. Aslında zeta fonksiyonunun sonsuz çokluktaki "sıfır"ları, i'nin bir çarpımını içeriyor ve 1/2 nin gerçek bir bölümünü temsil eder görünüyorlar. Yani bunlar, reel bir b sayısı için $1/2+bi$ değerine eşit oluyor. Burada "temsil eder görünüyorlar" ifadesi önemli. Çünkü bir milyardan fazla bilinen sıfırın bu örüntüye uymasına karşın,şimdiye kadar kimse tüm sıfırların buna uyacağını kanıtlayamamış.

Gerçek olması halinde hipotez, matematiğin hemen tüm öteki dallarını etkileyecek; örneğin matematikçilere asal sayıların dağılımını açıklayacaktır. Princeton Üniversitesi İleri Araştırmalar Merkezi'nden Enrico Bombieri, "Benim için bu hala saf matematikteki en temel problem; hatta bugün bu, 50 yıl öncesinde olduğundan da önemli" diyor. Zeta fonksiyonu, örneğin cebirsel geometrideki L-fonksiyonuyla yakından ilişkili olduğundan, Fermat'nın Son Teorem'inin Wiles tarafından bulunan çözümüyle etkilenen matematik alanlarının, Riemann Hipotezi'nce de etkilenmesi kaçınılmaz. Bombieri, "öteki matematik alanlayla olan ilişki giderek derinleşiyor" diyor.

enstitüyü yönetiyor. Bir rakam verilmemekle birlikte, CMI'nin matematiğin ilerletilmesi amacı için "oldukça geniş bir bütçe" ayırdığı anlaşılıyor. Jaffe, "gelecek yıl bu problemlerin tümü çözülse bile, bizim için bir sıkıntı olmaz; yalnızca sürpriz olur" diyor.

Birer milyon dolar ödül konan matematik problemlerinin çözümlerinin gönderilebileceği İnternet adresi: www.claymath.org Ancak ödüle hak kazanabilmek için çözümlerin hakemli bir derdide yayınlanması gerekiyor.

Science, 26 Mayıs 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek

2000 Uluslararası matematik yılı nedeniyle, Matematikçiler Derneği, 7-11 Haziran'da, Ankara Çağdaş Sanatlar Merkezi'nde, Matematik Sempozyumu ve Matematik Oyunları Sergisi'ni düzenleyecek. Dernek, matematiğin soyut olmaktan çıkıp görsel hale gelebildiğini göstermek amacıyla sempozyumla birlikte matematik oyunları sergisini açıyor. Sergide seçilen konular şu başlıklarda toparlanmış: Sanat ve matematik, yüzeyler ve kıvrımlar, formlar ve yapılar, talih ve örnekleme, alanlar ve yapbozlar, problemler ve tahminler, doğa ve simetri, fraktal ve tekrarlar, matematik ve fizik, düzen ve kaos, hesap ve algoritmalar, modeller ve gerçekler. Sempozyumun konularıysa şöyle: Matematikçinin tanımı ve matematik mezunlarının iş alanları, üniversite öncesi matematik öğretimi ve eğitimi, matematiğin uygulama alanları, Abak'tan bilgisayara matematik gelişimi, matematik öğretim programlarının iş alanlarına göre düzenlenmesi.

İlgilenenler için: Matematikçiler Derneği
Strazburg Cad. Adalet Han No:18/18
Sıhhıye / Ankara, Tel ve Faks: (312) 231 31 73
www. matder.org.tr

Asal Sayıların Listesi (1000'e kadar)

(1-100): 2 3 5 7 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71 73 79 83 89 97
(101-200): 101 103 107 109 113 127 131 137 139 149 151 157 163 167 173 179 181 191 193 197 199
(201-300): 211 223 227 229 233 239 241 251 257 263 269 271 277 281 283 293
(301-400): 307 311 313 317 331 337 347 349 353 359 367 373 379 383 389 397
(401-500): 401 409 419 421 431 433 439 443 449 457 461 463 467 479 487 491 499
(501-600): 503 509 521 523 541 547 557 563 569 571 577 587 593 599
(601-700): 601 607 613 617 619 631 641 643 647 653 659 661 673 677 683 691
(701-800): 701 709 719 727 733 739 743 751 757 761 769 773 787 797
(801-900): 809 811 821 823 827 829 839 853 857 859 863 877 881 883 887
(901-1000): 907 911 919 929 937 941 947 953 967 971 977 983 991 997
(1001-1100): 1009 1013 1019 1021 1031 1033 1039 1049 1051 1061 1063 1069 1087 1091 1093 1097
(1101 +): 1103

http://www.physics.usyd.edu.au/~kennett/maths/prime.html

Goldbach Varsayımı'na İlgi Büyük!

Goldbach varsayımına ilk yanıt geldi. Ama arkadaşımız 1 milyon ABD doları ödülü kaçırdı, çünkü yanıt ne yazık ki doğru değil! Ama olsun önemli olan düşünmek. Bir gün doğru yanıt bulunacak. Körfez Fen Lisesi öğrencisi Birsen Yılmaz'ın yanıtı şöyleydi:



2'den büyük bir n çift sayısı verildiğinde, ondan küçük en büyük p asal sayısını alalım. O zaman n-p de asal olur. Dolayısıyla n= p + (n-p) yazılabilir. Buna karşı örnek bulmak için dakikalarca arandık. Sonunda Duran imdada yetişti ve Internet'ten 1000'e kadar asal sayıların listesini çekip önümüze koydu. O zaman bir bakış yetti: örneğin 220'den küçük en büyük asal sayı 211, ancak 220-211= 9 sayısı asal değil!

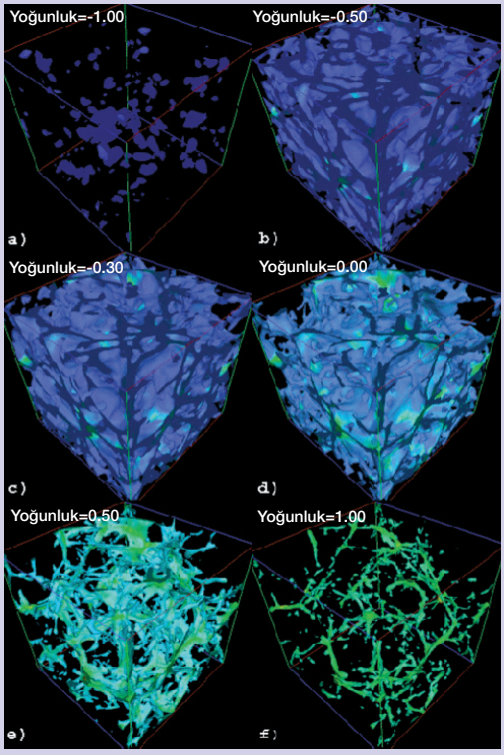
Yeni fikirlerinizi bekliyoruz.

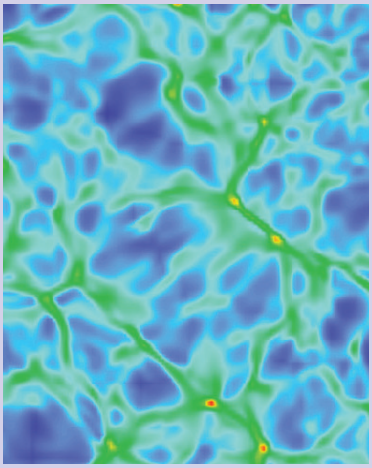
Bilim ve Teknik

Kayıp Hidrojen Bulundu

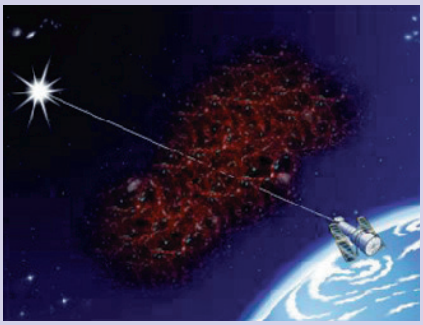
Hubble Uzay Teleskopu, evrende bilinen maddenin toplam kütlesinin yarısına yakın bir bölümünü oluşturan "kayıp hidrojeni" buldu. Evrenbilimciler, son on yıldır büyük patlamada oluşan ancak genişleyen evrende bir biçimde "kaybolan" büyük hidrojen kütlesini aramaktaydılar. Gökadaların devinimlerinin incelenmesi, bildiğimiz proton, nötron ve elektronlar gibi tanıdığımız parçacıklardan oluşan baryonik maddenin evrenin en çok %10'unu oluşturduğunu ortaya koymuş bulunuyor. Evrenin %90'ınınsa, ışıma yapmadığı için "karanlık madde" diye adlandırılan egzotik parçacıklardan, ya da yaşamını noktalamış yıldızların artıklarından, nötron yıldızlarından, kara deliklerden ya da yıldız olacak kütleyi kazanamamış gaz topaklarından oluştuğu sanılıyor. Ancak evrenbilimcileri uzun süre meşgul eden bir soru, çok büyük ölçüde hidrojenden oluşan %10'luk normal maddenin yarısının da nerede olduğuydu. Kayıp hidrojenin ortaya çıkmasının, evrenin büyük ölçekli yapısı konusundaki kuramsal modellere ışık tutacağı sanılıyor. Buluş aynı zamanda, büyük patlamadan sonraki ilk birkaç dakika içinde sentezlenen hidrojenin miktarı konusundaki kuramları da doğrular nitelikte. Evrenin oluşum modellerinde milyarlarca yıl önce çok büyük gaz bulutları oluşturduğu varsayılan bu hidrojen kütlesinin yarısı, hiçbir gözlem aracıyla belirlenememişti. Nedeni, gazın çok sıcak ve seyrelmiş olması. Hatta Hubble'ın keskin gözleri bile çok yüksek sıcaklığı nedeniyle bu kütleyi belirleyememişti. Princeton Üniversitesi astrofizikçilerinden Todd Tripp ve ekip arkadaşları, kayıp hidrojenin varlığını, Hubble'ın gökadalar arasındaki boşlukta yüksek derecede iyonize olmuş (elektronlarından çoğunu yitirmiş) oksijen saptamasıyla belirlediler. Oksijen, hidrojence ısıtıldığı için enerji kazanıyor ve çok yüksek sıcaklıklarda elektronlarını yitiriyor. İyonize oksijenin varlığı da evrende çok büyük ölçülerde hidrojen bulunduğunu gösteriyor.

Geçtiğimiz yıllarda süperbilgisayarlarca oluşturulan evren modellerinde, büyük patlamada ortaya çıkan hidrojenin, zincirlere benzeyen muazzam yapılarda toplandığı ve bu zincirlerin kesiştiği yerlerde de gökada kümelerinin oluştuğu öngörülmekteydi. Gene





Büyük patlama sonrasında oluşan hidrojen genişleyen evreni muazzam ipliksi yapılar biçiminde örüyor. Bu gaz sütunlarının kesişme noktalarında zamanla büyük gökada kümeleri oluşuyor (üstte). Genişleyen evrenin yoğunluğu azaldıkça, bu gaz sütunları bugün gözlediğimiz örüntüyü kazanıyor (solda).



modellerin öngörüsüne göre, bu zincirler boyunca hareket eden gaz bulutlarının çarpışarak ısınması gerekiyor. Bu sıcaklıksa, yeni gökadaların oluşmasını engelleyeceğinden, gökadaların çoğu evren daha gençken ve içindeki hidrojen de yoğuşabilecek derecede soğukken ortaya çıkmış olmalı. Araştırmacılara göre hidrojen bulutlarını "işaretleyen" oksijen, gökadalardaki büyük kütleli yıldızların merkezlerinde oluşuyor ve bu yıldızların patlamasıyla gökadalar arasındaki boşluğa saçılıyor. Bu oksijen, boşluktaki hidrojen bulutlarına karışınca şok etkisiyle ısınıyor ve sıcaklığı 100 000 dereceye kadar yükselince elektronlarını büyük ölçüde yitiriyor.

Araştırmacılar, gökadalararası boşluktaki iyonize oksijeni, milyarlarca ışıkyılı uzaklıktaki bir kuasarın ışığını inceleyerek saptamışlar. Kuasarın ışığı, yolculuğu sırasında sıcak hidrojen bulutlarının içinden geçtikçe, tayfı üzerinde bulut içinde bulunan iyonize oksijenin "parmak izleri" anlamına gelen soğurma çizgileri oluşmuş. Hubble, kuasarın ışığının milyarlarca yıllık yolculuğu sırasında en az dört sıcak hidrojen bulutu içinden geçtiğini saptamış. Birbirleriyle çarpışan bulutlardaki hidrojen atomları çok ısındıklarından elektronlarını yitirmişler. Elektronları olmadığından da kuasarın tayfında soğurma çizgileri oluşturamıyorlar. Gerçi oksijen de ısındığı için elektronlarının çoğu yörüngelerinden kopuyor. Ama gene de atom çekirdeği çevresinde dönen birkaç elektron kaldığından, kuasar tayfı üzerinde iyonize oksijenin imzası çıkıyor.

NASA basın Bülteni, 3 Mayıs 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek

Gen Mühendisliği ve Etik Kaygılar



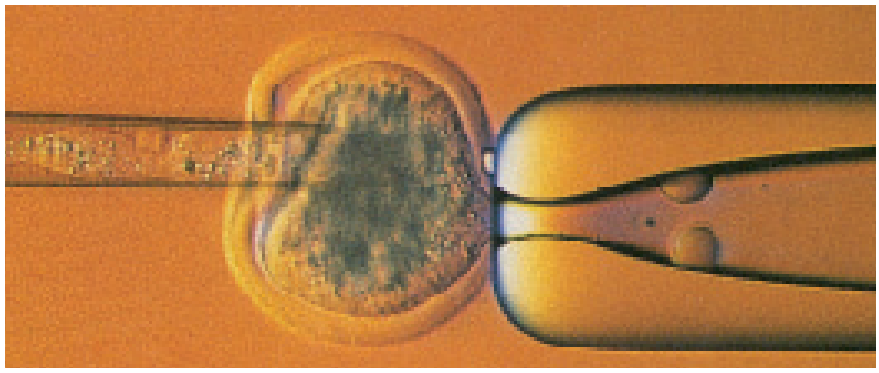
Hemen hemen her hafta bir hastalık ya da kişisel bir özellikle ilgili yeni bir genin bulunmuş olduğu haberini alıyoruz. İnsanlarda bulunan genetik malzemelerin haritasını çıkaracak olan İnsan Genom Projesi de tamamlanmak üzere. Bu bilgiler belki de toplumların "hastalık" ve "sağlık" olgularına bakışını değiştirecek. Öte yandan, insan gen haritasının çıkarılması için süren yarış, kimi korkuları da açığa çıkardı.

İNSAN GENOMUNUN haritasını çıkarmak için başlatılan İnsan Genom Projesi tamamlanmak üzere. Bu proje bizlere, kendi genetik yapımızı kontrol etme yeteneği sağlayacak; üstelik insan genlerinin haritalanması çalışmaları, daha şimdiden yepyeni sağaltım olanakları vaat etmeye başladı bile. Öyle ki hemen her hafta basında, insanlarda görülen bir hastalık ya da bir özellikle ilgili genin bulunduğuna ilişkin yeni bir haber çıkıyor. Kimi uzmanlar, kim olduğumuz ve nasıl işlev gösterdiğimiz konusunda kalıtımın ne denli önemli olduğunu sık sık yineliyorlar. Bir hastalığı anlamak ve sağaltmak için göz önüne alınması gereken en önemli etkenlerin genlerimizde bulunduğu görüşü giderek yaygınlaşıyor.

Öte yandan, insan gen haritasının çıkarılması için sürdürülen yarış bazı temel korkuları körüklüyor gibi. Bu korkuların nedenlerinden biri, haritayı birkaç hafta içinde tamamlayacağını iddia eden ticari bir kuruluşun, "özel" genleri patentlemek istemesi. İster istemez akla, bu bilgilerin, insanları ırk, etnik özellikler, cinsiyet ya da başka özellikleri yüzünden ayrımcılığa tabi tutmak üzere kullanılıp kullanılamayacağı sorusu geliyor. Yeterince güç sahibi olanlar, bu yeni bilgilerin ışığında "hastalık" ve "sağlık" kavramlarını kendi değer yargıları doğrultusunda kullanabilirler mi?

Son 20 yılda genetik araştırmaları, sistik fibroz ve Huntington hastalığı gibi kimi hastalıkların altında yatan genleri saptadı. Bu ilerlemelere bakarak kimi uzmanlar, daha karmaşık özelliklerin ve hastalıkların da genetik temellerinin saptanmasının yalnızca zaman sorunu olduğunu belirtiyorlar. Genetik araştırmalarının, madde bağımlılığı, alkolizm, evsizlik ve suça yatkınlık gibi toplumsal sorunlarla baş etmeye bile yardım edebileceği öne sürülüyor. Kalıtımbilimin (genetik) insan davranışlarını açıklayabileceği, onları önceden tahmin edebileceği ve hatta düzeltebileceği mesajına yalnızca gazetelerde rastlamıyoruz. Popüler bilim dergilerinde "çevre mi yoksa kalıtım mı" tartışmalarının artık geçerliliğinin kalmadığına; insan davranışlarının pek çok yönünün genlerin belirlendiğine değinen yazılar yayımlanıyor. Ancak, bu görüşün hem bilimsel çevrelerde, hem de sıradan insanlar arasında yaygın olarak kabul edilmesi, kimilerine Nazi Almanyasını anımsatıyor: Bu yaklaşım, "eugenics"in (insan türünün soyaçekim yoluyla ıslahına çalışma) geri dönüşü olarak görülüyor.

Karşıtları tarafından "genetik determinizm" olarak adlandırılan bu görüşe göre genlerimiz, suça yatkınlık, saldırganlık, alkolizm, eşcinsellik gibi, toplumsal yönleri de olan kişilik özelliklerini belirleme gücüne sahip. Scientific American dergisi yazarla-

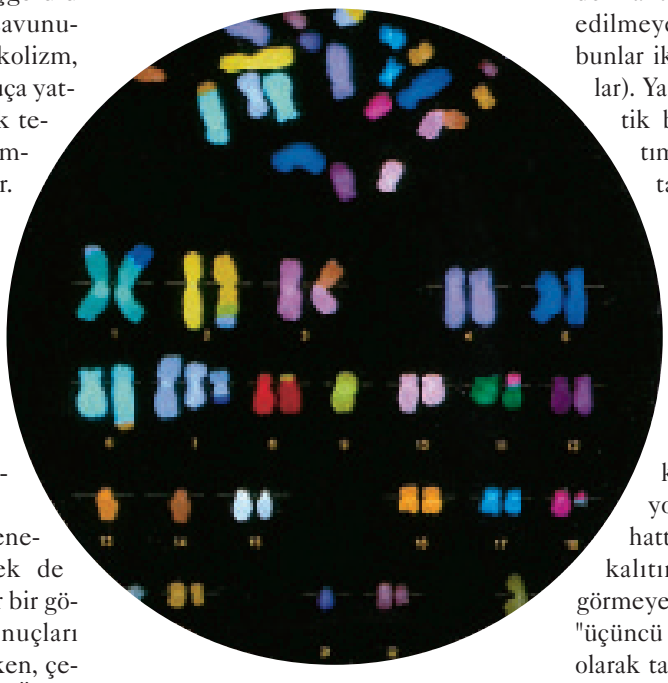


rından John Hogan'a göre, bu görüşlerin dayandırıldığı araştırmaların kimileri günümüzden yüz yıl önce, eugenics'in babası olarak bilinen Francis Galton gibi bilim adamları tarafından yapılan araştırmalara çok benziyor. Ancak, genetik determinizm görüşünün yaygınlık kazanmasının en önemli nedeni, biyologların insan genlerini manipüle etmek ve haritalamak konusundaki başarıları.

Öte yandan, zihinsel hastalıklı olanların sözcüleri de, şizofreni, manik-depresyon ve hatta alkolizm ve madde bağımlılığı gibi durumların genetik temellerinin gösterilmesinin, bu tür hastalıklara hem daha iyi tanı koyulmasını, hem de hastaların ve ailelerinin toplumca daha hoşgörülü karşılanmasını sağlayacağını savunuyorlar. Özellikle ABD'de, alkolizm, şizofreni, manik-depresyon, suça yatkınlık gibi özelliklerin genetik temellerinin araştırılmasına önemli miktarlarda para harcanıyor. Washington Üniversitesi'nden, genetik araştırmaları konusunda uzmanlaşmış bir bilim tarihçisi olan G. E. Allen, insan davranışlarının genetik temeliyle ilgili bir ön raporun ya da araştırmanın tanıtımının, araştırmanın kendisinden çok daha hızlı ilerlediğine de dikkat çekiyor.

Hogan'a göreyse medya, genetik araştırmalar konsunda pek de gerçekçi olmayan, fazla iyimser bir görüntü sunuyor. "Çarpıcı" sonuçları olan raporlara geniş yer verilirken, çelişkili raporlara yer verilmiyor. Örneğin "alkolizm geni"nin bulunduğu haberi kendine geniş yer bulurken, bu konudaki karşıt ya da çelişkili sonuçları gösteren başka araştırmaların adı bile anılmayabiliyor. Bunun sonucunda, geçerliliği şüpheli kimi bulguların toplum ve hatta "uzmanlar" tarafından kabul edildiği görülebiliyor. Fazladan bir Y kromozomuna sahip (cinsiyet kromozomu XY yerine XYY olan) erkeklerin normalden daha saldırgan ve suça yatkın olduğunun "kanıtlanması" bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

1960'larda yapılan bir araştırmada, hapisanelerde normal popülasyondan daha sık olarak, fazladan bir Y kromozomuna sahip erkek bulunduğu saptanmış. Kimi araştırmacılar, bu bulgudan yola çıkarak, Y kromozomu erkek tutumlarını belirlediğinden, fazladan Y kromozomuna sahip erkeklerin de çok saldırgan, "süper erkekler" olduğu varsayımını yapmışlar. Bu araştırmanın basında geniş yer bulduğunu söylememize gerek yok. Bunu izleyen araştırmalar, fazladan Y kromozomlu erkeklerin, öteki erkeklerden biraz daha uzun olmaları ve zekâ testlerinde biraz daha düşük puanlar almalarının dışında, başka açılardan normal olduklarını ortaya koymuş. 1993 yılında ABD Ulusal Bilimler Akademisi, fazladan Y kromozomuyla saldırgan davranışlar arasında bir bağlantı olmadığını açıklayan bir rapor yayımlamış.



Genetik etkenlerin, bir özelliği anlamada ve hastalıkları sağaltmada en önemli etkenler olduğu görüşünün kimilerince genetik determinizm olarak adlandırıldığına değindik. Genetik determinizm karşıtları, eleştirilerini iki farklı noktadan yöneltiyorlar. Bunların ilki, alkolizm ve suça yatkınlık gibi özelliklerin tamamen kalıtımla açıklanamayacağı. Bu tür özellikleri kalıtımla açıklamaya çalışan araştırmaların hem amaçları hem de yöntemleri sık sık eleştirilere konu oldu; Minnesota ikiz araştırmaları, akıllı gen araştırmaları, şizofreni, manik-depresyon ve eşcinsellik genleri araştırmalarında olduğu gibi. Genetik determinizm karşıtlarının ikinci eleştiri noktası, herhangi bir kalıtımsal hastalığın ortaya çıkmasında ve iyileştirilmesinde çevresel (toplumsal ve psikolojik) etkenlerin rolünü vurguluyor.

Peki, nelere kalıtımsal hastalık diyoruz? Pennsylvania Üniversitesi'nden biyoloji tarihi ve felsefesi konusunda uzmanlaşmış David Magnus'a göre, İkinci Dünya Savaşı sonrasında genetik hastalık tanımı, %100 kalıtımsal olan Huntington hastalığı ve Akdeniz anemisi gibi hastalıklarla sınırlandırılmıştı. Magnus bunları, birinci grup kalıtımsal hastalıklar olarak sınıflandırıyor. Son 20-30 yıldaysa, kalıtımsal hastalık tanımının içeriği genişledi. Kalıtımsallığı %100'den az olan, birden çok geni içeren özellikler de kalıtımsal hastalık olarak kabul edilmeye başlandı. (Magnus'a göre bunlar ikinci grup kalıtımsal hastalıklar). Yani, herhangi bir özellik, genetik bir yöne sahipse, %100 kalıtımsal olmasa da, kalıtımsal hastalık olarak adlandırılmaya başlandı; örneğin, kalp hastalığı, kimi kanser türleri ve şeker hastalığı gibi.

Sonuç olarak, kalıtımsal hastalık kavramının içeriğinin genişlemesi, kalıtımsal yönü çok açık olmayan, karmaşık davranış özelliklerinin kimilerinin de kapsanmasına yol açtı. Alkolizm, şizofreni, hatta suça yatkınlık da artık birer kalıtımsal hastalık olarak kabul görmeye başladı. Magnus, bunları da "üçüncü grup kalıtımsal hastalıklar" olarak tanımlıyor. Herhangi bir hastalığın oluşmasında ve sağaltımında çevresel etkenlerin rolünün unutulmaması gerektiğini vurgulayanlar, ikinci ve üçüncü gruptaki "kalıtımsal hastalıklar"ın ortaya çıkmasında çevresel etkenlerin önemine işaret ediyorlar.

Gen Terapisi

Magnus'a göre, gen terapisindeki son gelişmeler de kalıtımsal hastalık kavramına yeni bir boyut daha kazandırdı. Örneğin, kansere karşı yapılan gen terapisiyle kalıtımsal bir hastalık olan ADA eksikliğine karşı yapılan terapi, aynı yöntemle gerçekleştiriliyor. Bu açıdan bakınca, gen terapisiyle üstesinden gelinebilen herhangi



bir hastalık ya da özelliğin genetik bir hastalık olduğunu söylemek olası. Çünkü, gen terapisiyle sağaltılan durumun %100 kalıtımsal olması gerekmiyor. Gen terapisinde hastalık, ister tümüyle kalıtımsal olsun ister olmasın, genetik olarak belli dokular değiştirilerek sağaltılıyor. Tedavi açısından, bu genlerin bedeninin neresinde bulunduğunun da bir önemi yok. "Eğer bedendeki genlerden kimilerinin değiştirilmesi tedavinin verimli olmasını sağlıyorsa, önemli olan bu" diyor Magnus.

Enfeksiyona bağlı olanlar da dahil olmak üzere, insan hastalıklarının tümü, genetik donanımımızla bir bakıma ilintili olduğu bir gerçek. Bu yüzden de kalıtımsal ya da genetik hastalık kavramının, insan bünyesinde olan biten herşeyi kapsayacak biçimde genişlemesi şaşırtıcı olmamalı. Yaşlanma ve ölüm bile günümüzde genetik hastalık olarak görülüyor.

Bugün gen terapisi, tıp uygulamalarını kökten değiştirebilecek bir araç olarak görülüyor. Kamuya gen terapisinin, aşılar, antibiyotikler ve organ nakilleri yanında yerini alarak Batı tıbbının büyük bilimsel zaferlerine katılacağı mesajı veriliyor. Gen terapisi ve hastalıklara "genetik" yaklaşımdan yana olanlar, bu alanlardaki son gelişmeleri, ölüm oranlarında 20. yüzyılda gerçekleşen düşüşle özdeşleştirilen aşılar ve antibiyotiklerle eşdeğer tutuyorlar.

20. yüzyılda ölüm oranlarının azalmasının, salgın hastalıklar yüzünden görülen ölümlerdeki azalmaya bağlı olduğu gerçek. Peki, salgın hastalıkların yenilmesi ve türlü hastalıkları saptamaya ve izlemeye yarayan ölçümlerin geliştirilmesi, 20. yüzyılda tıbbın başarısının ve gücünün göstergesi mi gerçekten? Tıp ölçümlerinin, aşıların ve antibiyotiklerin toplum sağlığı üzerindeki etkisini araştıran ampirik çalışmaların sonuçları böyle söylemiyor aslında. Araştırmalara göre, örneğin salgın hastalıklardan ölümler, aşıların ve antibiyotiklerin kullanılmaya başlamasından daha önce önemli oranda azalmış. Sözgelimi ABD'de, 1900-1973 yılları arasında ölüm oranlarındaki düşüşün yalnızca %1-3,5'u aşıların, antibiyotiklerin vb. geliştirilmesine bağlanıyor. Pek çok Avrupa ülkesindeki benzer araştırmalarda da 18., 19. ve 20. yüzyıllara ait buna benzer sonuçlar bulunmuş. Bu araştırmaların hiçbiri, tıptaki gelişmelerin tek tek bireyler üzerinde etkili olmadığını göstermiyor: Vurgulanan nokta, tıptaki bu gelişmelerin toplumların sağlığı açısından sanıldığı kadar güçlü araçlar olmadığı. Toplum sağlığı söz konusu olduğunda asıl güçlü araçlar, büyük ölçekli toplumsal değişimlerle, beslenme ve halk sağlığı uygulamalarındaki iyileştirmeler. Araştırmalar, insan ömrünün özellikle gelişmekte olan ülkelerde gelir düzeyiyle yakından ilgili olduğunu ortaya koyuyor. Şöyle ki, kişi başına düşen gelirdeki küçük ölçekli bir artış bile, ortalama yaşam süresinde önemli yükselmelere yol açıyor. 20. yüzyılda insan sağlığı alanında gerçekleşen devrim, kamu sağlığına verilen önemden ve hastalığın tedavisinden çok, hastalık ortaya çıkmadan önce önlenmesine verilen ağırlıktan kaynaklanıyor.

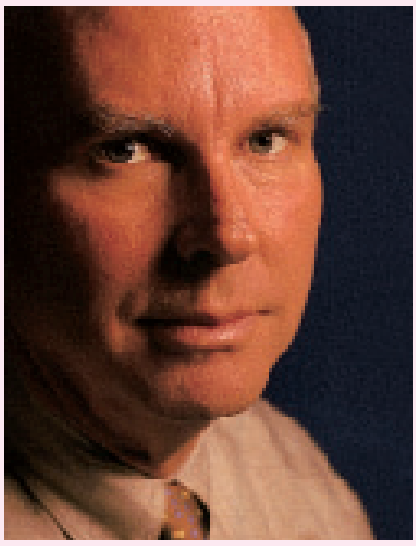
Genetik araştırmalara karşı giderek artan ilgi kimilerine göre, birçok araştırmanın toplum sağlığı açısından anahtar belirleyiciler olarak gösterdiği toplumsal etkenlerin göz ardı edilmesine yol açıyor. Bu yaklaşım, özel biyoteknoloji firmalarınca ve Genom

İnsan Genom Projesi

Uluslararası bir araştırma projesi olan İnsan Genom Projesi'ni, insanlarda bulunan genetik malzemelerin tümünün bir haritasını çıkarma çabası olarak özetleyebiliriz. Proje, insan genomunun fiziksel ve genetik haritalarının ayrıntılı bir biçimde çıkarılması, insan genomundaki, sayısının 50 binle 100 bin arasında olduğu tahmin edilen genlerin yerlerinin belirlenmesi; ayrıca, model sistem olarak kullanılan pek çok öteki organizmanın genomlarına benzer analizler yapılmasını içeriyor.

İnsan Genom Projesi tamamlandığında, insan DNA'sının yapısı, düzeni ve işlevleri konusunda ayrıntılı bilgiler içeren bir kaynak hazır olmuş olacak. Bu bilgiler, bir insanın gelişmesi ve işlev göstermek için gerekli ve kalıtım yoluyla edinilmiş bir tür "kullanma klavuzu" olarak düşünülebilir. Proje tamamlandığı zaman, bir sonraki adım, bu bilgilerin ışığında biyomedikal araştırmalar için yeni teknolojilerin geliştirilmesi olacak. Ortaya çıkarılan bilgiler, sonuçlarının toplum yararına kullanılabilmesi için, tüm bilim adamlarının, doktorların ve ilgilenenlerin kullanımına sunulacak.

1980'li yılların ortalarında tasarlanan İnsan Genom Projesi, o zamandan beri hem bilimsel çevrelerde, hem de basında kapsamlı tartışmalara konu oldu. Genetik şifrelerimizin elde edilmesi, hem bireyler hem de toplum açısından büyük önem taşıyor. Bu yüzden, zamanımızın en önemli biyolojik keşiflerinin son noktası olan bu elektronik veri tabanının halka ve profesyonellere sunulmasıyla ilgili politik düzenlemeler yapılması gerekeceği düşünülüyor. İnsan genom araştırmasıyla ilgili çabalarının önemli bir yönünü de, bu genetik bilgilerin etik, yasal ve sosyal çıkarımlarının analizi ve toplum için politik seçimlerin geliştirilmesi oluşturuyor.

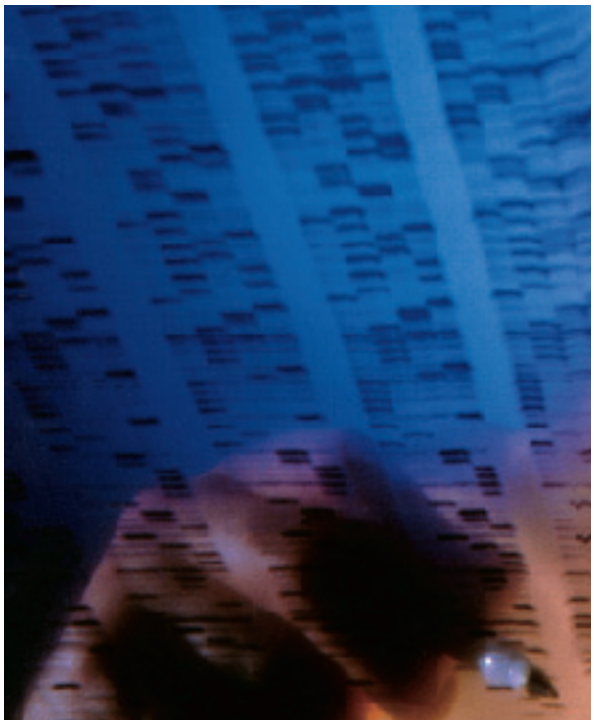


Celera Genomics'in yöneticisi Craig Venter

ABD'de, projenin geliştirilmesinden ve planlanmasından Enerji Bakanlığı ve Ulusal Sağlık Enstitüleri sorumlu. Proje, bu iki kurum ve İngiltere'deki Wellcome Trust tarafından destekleniyor. Geçtiğimiz Aralık ayında, projenin üyelerinden bir konsorsiyum, insanlarda 22. kromozomun DNA diziliminin çoğunun tamamlandığını açıkladı ve bu bilgiler yayımlandı. İnsanlarda, kanserden sinir sistemi hastalıklarına kadar en azından 27 hastalığın 22. kromozomdaki değişikliklerle ilintili olduğu sanılıyor. En önemlisi de, henüz yeri bulunamamış olsa da, şizofreniyle ilgili olan bir gen de bu kromozomda bulunuyor. Üç yıl içinde, insan DNA'sının diziliminin tam olarak ortaya çıkarılması hedefleniyor. Genom haritası, insan hücreleri içindeki DNA sarmalları üzerinde bulunan üç milyar baz çiftinin tam yerlerini gösterecek. O zaman, ilk kez bir insanı oluşturan 200 binle 300 bin kadar proteini tanıyabileceğiz.

İnsan Genom Projesi'yle aynı amaç için çalışan özel laboratuvarlar da var. Bunlardan Celera Genomics adlı Amerikan şirketi, insan genom haritasını Projeden çok daha önce tamamlayacağını açıkladı. Şirketin, bu haritada bulunan "özel genler"i patentleme planları tartışmalara konu oldu.

Projesi'nde olduğu gibi hükümet fonlarıyla da destekleniyor. Magnus'a göre genetik determinizm, araştırmaların ve tedavi çabalarının, hastalıkların genetik temellerine ve gen terapisine odaklanmasına yol açarak, öteki düzeylerdeki çabaların dışlanmasına da neden oluyor. Bir bireyin hastalığı yaşaması, hastalığın duygusal etkisi, iş yaşamına etkileri, hastalığa yakıştırılan etiket ve tedavinin maliyeti gibi pek çok sosyal ve psikolojik öge içermekte. Hastalığın bu önemli yönleri, genetik düzeyine sıkı sıkıya bağlı kalmaya çalışan yaklaşımlarca görmezden gelinebiliyor. Eğer hastalıklar gen terapisiyle sağaltılabiliyorsa, hastalığın çevresel etkenleri pek çok kişi için önemini yitirecek. Hem kalıtımsal hem de çevresel tüm etkenlerin hastalıkta önemli bir halka oluşturduğu söylemiyse, bu yaklaşımın yanında sönük kalacak.



Hastalık Nedir?

Psikoloji, ekonomi, eğitim ve politika gibi insan davranışlarını konu alan alanların hepsi de, insan doğası konusunda belli gerçekleri öngörür. "Kalıtım mı yoksa çevre mi" tartışması, yani insanı insan yapan şeylerin, doğuştan getirdiği özellikler mi yoksa öğrenme yoluyla soradan kazanılanlar mı olduğu ve bunların ağırlıkları, bu alanların ortak konularından biri. Fakat İnsan Genom Projesi, "kalıtım mı, çevre mi" tartışmasını sona erdirmeyi amaçlıyor. Ortaya çıkacak bilgiler belki de, tıpkı Darwin, Freud, Kopernik'in görüşlerinin yaptığı gibi kavramsal bir devrimle, kim olduğumuz ve nasıl hasta olduğumuza bakışımızı değiştirecek.

Pennsylvania Üniversitesi'nde Biyoetik Merkezi'nin yöneticisi A. L. Caplan'a göre, "sağlık", "hastalık", ya da "normallik" gibi kavramların içeriğine göz atmak, İnsan Genom Projesi'nin ve biyotıp alanındaki öteki araştırmaların ortaya çıkardığı yeni bilgiler konusundaki etik tartışmalara ışık tutabilir. Bu tartışmaların ilk akla gelenlerinden biri, eğer tedavisi pahalı genetik bir hastalık sonucu ölme riskinizin olduğu anlaşılırsa, sağlık sigortanızın sizi yarı yolda bırakıp bırakmayacağı. Örneğin 1970'li yıllarda ABD'deki sağlık sigortası şirketleri siyah müşterilerinin, daha çok siyahları etkileyen kalıtımsal bir hastalık olan Akdeniz anemisi için testten geçmelerini şart koşuyordu. Bu testi yaptırmayı reddeden ya da testte pozitif sonuç alanlar sigorta kapsamına alınmıyordu. Bugün de kimileri gen araştırmalarının tedavideki yararları için olmaktan çok, sağlık sigortası şirketleri ve işverenler tarafından ayrımcılık yapmak üzere kullanılacağından korkuyor.

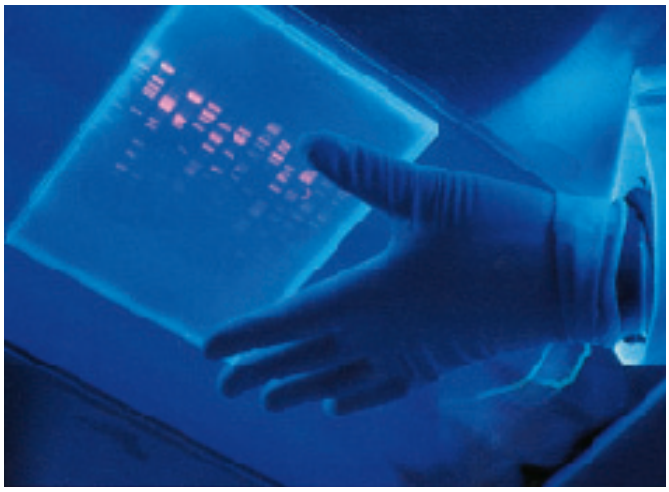
Aslında, "hastalık" olarak adlandırılan bir farklılık genellikle, toplum tarafından değersiz olarak görülen bir özellikle ilintili oluyor. İnsanlık tarihinde insanların ırk, cinsiyet ya da etnik özelliklerinden kaynaklanan farklılıklarının hastalık olarak sınıflandırıldığı çok görülmüş. Bu sınıflandırmalar temel alınarak kimi zaman, koyu renk bir ten ve cinsiyetinden başka kusuru olmayan insanlar haksız, zaman zaman da zararlı uygulamalara maruz kalmışlar.

Caplan'a göre, "değersizleştirmenin" sağlığı ve hastalığı tanımlamada ana ölçüt olarak kullanılması, bu kavramları öznelleştirir. Yeterince güç sahibi ya da ayrıcalıklı olanlar, sağlık ve hastalık kavramlarını, kendi değer yargılarını başkalarına benimsetmek için kullanabilirler. Peki, herhangi bir işlev bozukluğunun varlığını, bu durumun kişiyi başkalarından farklı kılan yönlerine değer yargısı yüklemeden belirlemek olası değil mi? Caplan, hem kendi toplumumuzun, hem de öteki toplumların hastalık ve normallik kavramlarını anlamanın, insan genetiği konusunda ortaya çıkan bilgilerin uygulamalarını şekillendirmeye yardım edeceği görüşünde.

Hastalık kavramının içeriği konusunda iki farklı kaynağa bağlı görüş ayrılıkları bulunduğunu söylüyor Caplan. Bunların ilki, "normal"in ne olduğunun belirlenmesinin, hastalığın tanımlanmasında ya da ortaya çıkarılmasında oynadığı rol. İkincisiyse, herhangi bir hastalığın tanımlanmasında değer yargılarının rolü. Örneğin pek çok sağlık çalışanı farklılığı, hastalık ya da herhangi bir hastalığın işareti olarak görür. Farklılıkların hastalıkla eşdeğer tutulmasını eleştirenler, insanın genetik özellikleri konusunda iki noktaya dikkat çekiyorlar. Birincisi, normal dışı bir durumu ya da bir farklılığı hastalık olarak adlandırmak, aslında hastalık statüsünde olmayan fiziksel ya da ruhsal bir duruma bir değer yargısı yüklemek olabilir. İkincisi de, alışılmadık biçimde akıllı olanlar, güçlüler, hızlı koşanlar ya da başka açılardan üstün olanlar hastalıklı olarak sınıflandırılmıyorlar.

Klinik Genetik

Yeni bir uygulama alanı olan klinik genetik sayesinde örneğin pek yakında, hamilelik sırasında amniyotik sıvıdan alınan örnekler, embriyonun bazı tedavisi olanaksız hastalıklar ya da radikal bedensel ya da zihinsel bozukluklar taşıyıp taşımadığını ortaya koyabilecek. Böylece de hamileliğin sona erdirilmesi, en azından tıbbi müdahalelerle bebekte gelişen hasarın önlenmesi ya da tedavisi olanağı ortaya çıkabilecek. Ama aynı klinik genetik, cinsiyetin önceden "planlanması" gibi kötü bir kullanıma da (özellikle erkek egemenliğindeki kültürlerde) olanak sağlayabilir.



Birçok kişiye göre klinik genetik kendisini, farklı olmanın yanı sıra işlev bozukluğuna da sahip genetik durumların belirlenmesiyle sınırlamalı; doğum öncesi, kariyer planlama, ya da işyeri taramalarının bir parçası olmaktan kaçınmalıdır. Uygulamaların amacı, genomun iyileştirilmesi değil, hastalığın önlenmesi ya da düzeltilmesi olmalı. Sağlanan olanakların genel kullanım alanları, planlama örgütlerine ve eğitim kurumlarına bir kitlesel eleme aracı sağlamak, işyeri sahiplerine bir "adam seçme" detektörü, baskıcı hükümetlere "potansiyel suçluları" ayıklama mekanizması armağan etmek olmamalı.

Caplan'a göre, İnsan Genom Projesi'nden elde edilen bilgilerin çoğunun genomun işlevlerinden çok, yapısı ve birleşimi hakkında olduğunun unutulmaması gerekiyor. Ona göre, eğer insan popülasyonunda ölümcül bir hastalığa yol açan bir genin kuşaktan kuşağa aktarılması gen terapisiyle engellenebiliyorsa, bunun yapılmamasını gerektirecek ahlaki bir neden yok. Korku duymadan ya da suçluluk hissetmeden çocuk sahibi olabilmek için, ölümcül bir gen taşıyan herhangi biri, kendisine gen terapisi yapılmasını isterse, bu neden yapılmasın ki? Klinik genetiğin amacı, hastalıkların önlenmesi ve sağaltılmasıysa, vücuda uygulanan sağaltımın olanaklı olmadığı durumlarda gen terapisinin uygulanmasından daha doğal bir şey olamaz. Ancak, Genom Projesi'nin önemine ve değerine inanan Caplan gibi kimi bilim adamları, sık sık projenin oluşturmaya çalıştığı bilgilerin kötüye kullanılabileceği konusundaki korkuları yatıştırmaya çalışmak için uğraşıyorlar.

Bu endişelerin asıl kaynağı, insan genomuyla ilgili yeni bilgilerin, insan türünü "iyileştirmek" için kullanılabilecek olması; yani "eugenics". Bu endişe, tarihsel olarak da, 20. yüzyılda milyonlarca insanın ölümüyle sonuçlanmış ve "eugenics"e dayanan toplumsal politikalardan kaynaklanıyor. Nazi Almanyasının "ırk temizliği" ve "eugenics" uygulamaları, milyonlarca insanın kafatası biçimleri ve genetik özellikleri nedeniyle öldürülmesi; "üstün ırk" yaratma hedefi doğrultusunda zihinsel engellilerin, eşcinsellerin "imha edilmesi", insanlığın kollektif bilincine kazınmış bir kâbus.

Günümüzde de, hükümetlerin ve özel kuruluşların gerçekleştirmeye çalıştığı ve pekalâ "eugenics" tanımına girebilecek uygulamalar yok değil. Örneğin 1980'li yıllarda Singapur'da kurumsallaştırılan kimi uygulamalar gibi. Bunların arasında "akıllı" çiftlerin daha çok çocuk yapmaya teşvik etmek için parayla ödüllendirilmesi de bulunuyor. Caplan'a göre, bu türden uygulamalara ve düşüncelere her yerde, her kurumda rastlamak olası. Bir başka örnek de, California'daki "seçkin sperm" bankası Repository for Germinal Choice. Bu kuruluş kendisine, üstün bilimsel, atletik ya da girişimcilik özellikleri nedeniyle seçilmiş erkekleri bulmak ve onların spermlerini toplamak misyonunu edinmiş durumda. Bu spermler, yüksek zekâlı kadınların kullanımını bekliyor. Tabii ki amaçlanan şey, insan toplumunun uzun vadeli mutluluğunu ve dengesini sağlayacak, genetik açıdan üstün çocuklar yaratmak.

İnsanlar, günün birinde bir spermin ya da yumurtanın genetik planının "düzeltilerek" üstün özellikli ya da savaşçı insanlar yaratılması olasılığını rahat karşılamıyorlar. Belki bunda, "üstün" kategori içinde yer alamama endişesinin de payı var. Belki de düşünceye karşı çıkış, salt etik bir yaklaşım. Ama bu etik tartışmalar şiddetlenirken, Caplan, "gen terapisi konusundaki herhangi bir tartışmayı eugenics uygulamalarıyla eşdeğer görmemek gerekiyor" diyor.

Bugün, 1920'lere ve 1930'lara göre kalıtım konusunda çok daha fazla bilgimiz var. Örneğin suç, eşcinsellik, alkolizm gibi özellikleri, salt genetik etkenlere bağlamanın güç olmasının bir nedeni, embriyonun büyüme sürecinin, genlerin her koşulda aynı sonuçlara yol açan "katı" bilgi parçaları olmadığını göstermiş olması. Kimyasal, fiziksel ve biyolojik koşullardaki değişiklikler, genleri "açıp" "kapatarak" gelişim süreci boyunca, kritik dönemlerde kendilerini ne kadar göstereceklerini etkileyebilir. Bu açıdan bakınca, insanların davranışlarını ve kişilik özelliklerini etkileyen genler, çevresel girdilerden etkilenir diyebiliriz. Bu yüzden, kimilerine göre, çevreye karşın, insanların toplumsal davranışlarını hangi genlerin biçimlendirdiğini bulmaya çalışmak anlamlı değil. "Ancak bu durum, toplumsal davranışlarımızın genetik temelleri konusunda, bu davranışları basite indirgeyen iddiaların öne sürülmeyeceği anlamına gelmiyor" diyor Allen.

Allen'a göre, genetik temelli olarak adlandırdığımız herhangi bir özelliği, çevrenin etkisini göz önüne alarak da açıklayabiliriz. Söz gelimi, "saldırganlık", "suça yatkınlık", ya da "alkolizm"in tanımı bakış açısına göre değişebilir. Bunlarla ilgili yasal, psikiyatrik ya da klinik uygulamalar için uygun tanımlar yapabiliriz. Ancak, bu farklı tanımlar, bu davranışların nedensel köklerinin aynı olduğunu göstermez. "Eğer genetik determinizme dayanan düşüncelerin desteklenmesi ve bunların toplumda ödüllendirilmesi, ekonomik ve sosyal koşullar tarafından belirleniyorsa, bu koşulları değiştirmek ve ekonomik açıdan daha eşitlikçi bir toplum yaratmak için çalışmalıyız" diyor Allen...

Aslı Zülâl

Kaynaklar:
Allen, G. E., "Science misapplied: The eugenics age revisited" http://www.techreview.com/articles/as96/alen.html
Bloom, B. R., "The future of public health" . *Nature*, 2 Aralık 1999.
Caplan, A. L., "If gene therapy is the cure, what is the disease?" http://www.med.upenn.edu/bioethic/genetics/articles/1.caplan.gene.therapy.html
Hogan, J., "Eugenics revisited" *Scientific American*, Haziran 1993.
Little, P., "The book of genes", *Nature*, 2 Aralık 1999
Magnus, D., "Gene therapy and the concept of genetic disease" http://www.med.upenn.edu/bioethic/genetics/articles/12.gen.disease.html
http://www.nhgri.nih.gov/HGP/#What



Klonlama Dünyasından...

1997 yılında Dolly adlı kopya kuzunun dünyaya gelmesinden bu yana klonlama dünyasında birçok ilerleme gerçekleşti. Bilim adamları koyunun yanı sıra fare, inek, keçi ve maymun da klonladılar. Klonlama teknolojisinde patent hakları, klonlama ve genetik çeşitlilik, insan klonlama gibi konularda tartışmalar sürerken, bilim de kendi yolunda ilerliyor. Bilim adamları klonlama teknolojisiyle, doku ve organ nakillerinde kullanılacak dokularla organlar üretmeye çalışıyorlar.

BELKİ DE ÇOK YAKINDA bilim adamları, klonlanarak yaratılmış ilk bebeğin doğduğunu açıklayacaklar. Bundan 20 yıl kadar önce doğmuş ilk tüp bebek Louise Brown gibi bu bebek de önce medyanın yoğun ilgisiyle karşılanacak. Belki ondan birkaç yıl sonra da yeryüzünde klonlama yaygınlaşacak. Bu yolla dünyaya gelmiş yüzlerce, hatta binlerce bebek olacak. Ancak, klonlama dünyasından son haberler, bu konuda pek de acele etmemek gerektiğini düşündürüyor bize.

1997 yılının Şubat ayında, İskoçya'da Edinburgh yakınlarındaki Roslin Enstitüsü'nden Ian Wilmut ve arkadaşları, dişi bir koyundan kopyalamış oldukları Dolly adlı kuzunun doğduğunu açıklamışlardı. Dolly, dolayısıyla da klonlama teknolojisi, dünya gündemine bomba gibi düşmüştü. Dolly örneğinde klonlamayı kısaca, yetişkin bir canlıdan alınan herhangi bir bedensel (somatik) hücrenin kullanılmasıyla canlının "genetik ikizi"nin yaratılması olarak tanımlayabiliriz. Dolly'nin yaratılmasında kullanılan klonlama yöntemi, bedensel hücre çekirdek transferi olarak adlandırılıyor. Bu yöntemde araştırmacılar, bir hücrenin çekirdeğini alarak –hücrenin genetik materyalini içeren DNA çekirdekte bulunur- sonra bunu kendi hücre çekirdeği, yani DNA'sı çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarıyorlar. Ortaya çıkan embriyonun her bir hücresinde, çekirdeği veren hücrenin DNA'sı bulunuyor. Daha sonra da embriyo, bir dişinin rahmine yerleştiriliyor.

Dünyanın klonlama teknolojisinden haberli olduğu 1997 yılından bu yana bu alanda büyük ilerlemeler gerçekleştirildi. Bilim adamları, koyunun yanı sıra, fare, inek, keçi ve maymun kopyalamayı başardılar. Bu arada Dolly iki kez doğum yaptı; pek çok ülkede klonlama, özellikle de insan klonlamayla ilgili yasalar ve yasaklar konulmaya çalışıldı, ya da konuldu. Patent hakları, insan klonlama, klonlamanın yaygınlaşmasının genetik çeşitliliğin azalmasına yol açabileceği gibi konularda pek çok tartışma yaşandı. Bu tartışma konuları hala güncelliğini koruyor olsa da, etik tartışmaların ve yasal düzenlemelerin yeni odağı, hücre ve doku naklinde kullanılacak malzemelerin üretilebilmesi için yapılan "tedavi amaçlı klonlama". Yani, hastalık sonucu kaybedilmiş doku ve organların yerine, klonlama yoluyla yenilerinin üretilmesi.

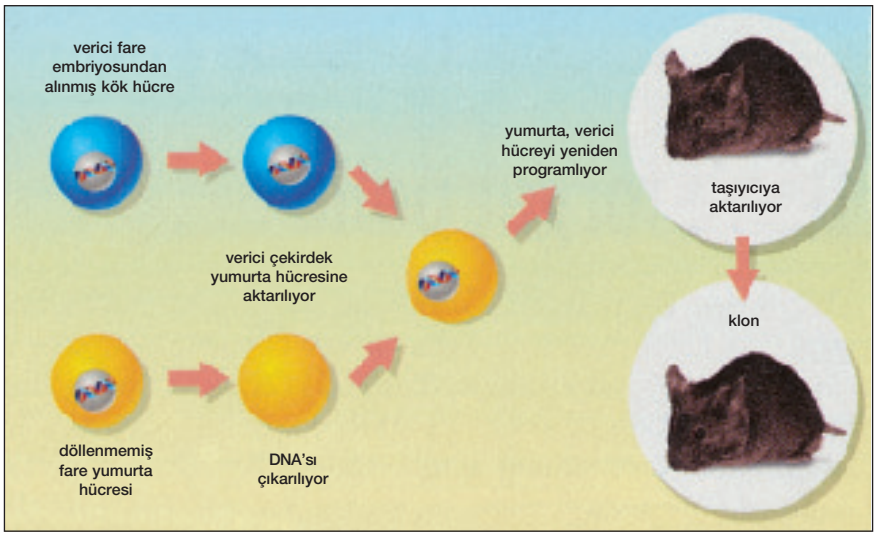
Gerçekte çekirdek transferi yönteminin, organ nakilleri için insan organlarının klonlanmasında kullanılabileceği düşüncesi, Dolly'nin doğumunun açıklanmasından hemen sonra su yüzüne çıkmıştı. Medya, bu düşünceye de kendi açısından büyük ilgi gösterdi: İnsanlara kusursuz olarak uyan, nakilden sonra bedenin reddetmeyeceği organlar elde etmek için üretilmiş, merkezi sinir sistemi çökertilmiş, olan bitenden habersiz, bilinçsiz klonlar; organ tarlaları… Ancak, gerçekte olup bitenler bu senaryodan çok farklı. Araştırmacılar, laboratuvarda kültürleme yoluyla oluşturulmuş embriyolardan dokular ve organlar üretmeyi amaçlıyorlar.

Alıcısına kusursuz bir biçimde uyan organ ve dokuları klonlama yoluyla üretme düşüncesi, geçtiğimiz yılın Mayıs ayında, California'da bulu-

nan Geron adlı biyotıp şirketinin, Dolly'nin yaratıcılarınca kurulmuş Roslin Bio-Med'i almasıyla bir adım daha yol aldı. Geron, çağdaş tıbbın yeni mucizesi embriyonik kök hücreler konusundaki çalışmalarıyla tanınıyor. 1998 yılı Kasım ayında, çalışmalarını Geron'un desteklediği iki bilim adamının, birbirlerinden bağımsız olarak, insanlara ait embriyonik kök hücreleri izole ettikleri açıklandı.

Kök hücreleri, farklı hücre türlerine dönüşebilen özel hücreler olarak tanımlayabiliriz. Embriyonun ilk zamanlarında, onu oluşturan kök hücrelerin her biri, bütün bir organizma yaratma potansiyeline sahiptir. Kimi kök hücre türleri, yetişkin organizmalarda da bulunur. En çok bilinenleri kemik iliğindeki, akyuvar üreten kök hücrelerdir. Günümüzde kemik iliği ve kan hücresi nakilleri, başarıyla gerçekleştirilebilen ve iyi bilinen işlemler. Ancak, belli bölgelerdeki özelleşmeleri oluşturacak kök hücrelerin nasıl tetikleneceği ya da belli işleri nasıl yapacakları konusunda pek çok bilinmeyen şey var. Yani, kök hücrelerin aktarılacağı bölgedeki hücrelere nasıl dönüşeceğinin bilinmesi gerekiyor. Bu yüzden, dünyanın dört bir tarafındaki tıp laboratuvarlarında bu sinyallerin anlaşılması ve üretilmesi üzerinde çalışmalar sürüyor.

Embriyonun ilk aşamalarındaki kök hücreler henüz özelleşmemiş olduğu için, kök hücreler çekirdek transferinde verici hücre olarak kullanılmaya çok uygundur. Klonlama sürecinde, yumurta hücresindeki verici çekirdeğin "yeniden programlanması" önemli bir aşama. Bu aşamada, yetişkin hücresinden alınan çekirdeğin gelişim saati, embriyo aşamasına dönecek biçimde geriye alınıyor. Ortaya çıkan embriyolardan kök hücrelerin izolasyonu, klonlama teknolojisiyle birlikte kullanılarak, hastanın kendi hücrelerinden dokular ve organlar oluşturulabilir. Böylece, nakledilen dokuların ya da organların reddedilmesi gibi bir sorun da kalmaz.

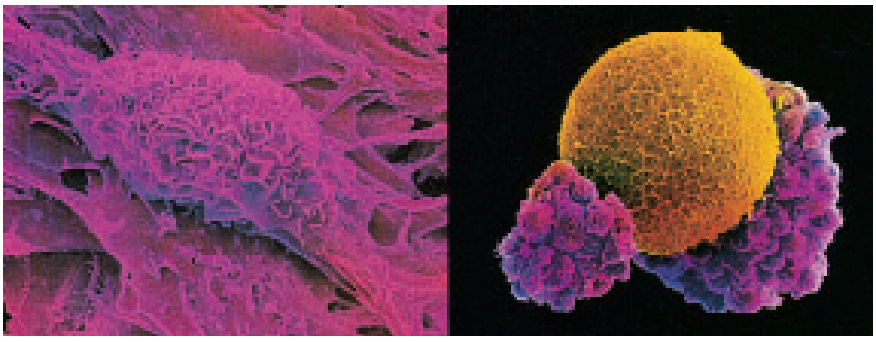


Bedensel hücre nükleer transferi yönteminde, bir beden hücresinin çekirdeği alınarak, kendi hücre çekirdeği, yani DNA'sı çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılıyor. Ortaya çıkan embriyoda, çekirdeği veren hücrenin DNA'sı bulunuyor. Daha sonra embriyo, bir dişinin rahmine yerleştiriliyor.

Ancak, "tedavi amaçlı klonlama" olarak adlandırılan bu yöntemin, etik yönü hala tartışılıyor. Çünkü, her hastanın tedavisinden sonra, klonlanmış bir embriyoya, hatta belki de birçok embriyoya zarar verilmiş olacak. Özellikle, her embriyonun potansiyel birer insan yaşamı olduğu düşünülürse…

Kimi Hayvanlar Klonlanamıyor mu?

Geçtiğimiz Şubat ayında, ABD'li araştırmacılar, kimi hayvanların genetik açıdan "klonlanamaz" olabileceğini açıkladılar. Bu açıklama, Boston'daki Whitehead Biyotıp Araştırma Enstitüsü'nden William Rideout ve arkadaşlarının, fareler üzerinde yaptıkları bir araştırmadaki gözlemlerine dayanıyordu. Embriyonik kök hücrelerin verici hücre olarak kullanılmaya çok uygun olduğundan hareketle, Rideout ve arkadaşları, farelerde klonlamayı ilk olarak gerçekleştirmiş Hawaii'li bir ekiple birlikte, farklı fare soylarının embriyonik kök hücrelerini kullanarak klonlar üretmeye başlamışlardı. Ancak araştırmada, farelerde, "klonlamaya yatkınlık" konusunda beklemedikleri ölçüde farklılık olduğunu gözlediler. Ve bundan hareketle de, hayvanlar arasında "klonlamaya yatkın-klonlamaya yatkın olmayan" biçiminde bir ayrımın olabileceğini düşündüler. ABD'deki Georgia Üniversite'sinden Steve Size da, ekibinin, kimi inekleri klonlamanın güç olduğu konusunda kuşkusunun olduğundan söz ediyor. (Steve Size ve ekibi, inek klonlamayı ilk olarak gerçekleştiren araştırmacılar.) Şimdiye kadar klonlamaya yatkınlık üzerine yapılmış, sonuçları açıklanmış herhangi bir araştırma yok. Eğer klonlamayı güçleştiren etkenler varsa ve bunlar ortaya çıkarılabilirse, bunları önlemenin bir yolu da bulunabilir. Dolly'nin yaratıcısı Ian Wilmut da, herhangi bir yöntemle her şeyi klonlamanın bir garantisi olmadığını söylüyor. Ancak, ona göre çekirdek nakli yöntemleri geliştikçe, günün birinde klonlanamayacak hiçbir şey kalmayacak.



Bilim adamları, klonlamada alıcı hücre olarak yumurta hücresi yerine (sağda), embiryonik kök hücrelerin (solda) kullanılacağı yeni bir yöntem üzerinde çalışıyorlar. Hastaya uyan hücreleri ve dokuları elde edebilmek için, hastanın hücrelerinden biri, çekirdeği çıkarılmış bir embriyonik kök hücreye aktarılacak. Kök hücrelerin, gereksinim duyulan hücrelere dönüşmesini sağlayacak mekanizmalar ortaya çıkarılırsa, her hasta için, kendisine tam uyan hücreler üretilebilecek.

Soyu Tükenmekte Olan Hayvanlar

Klonlama haberlerinin ortaya çıktığı ilk zamanlarda kimi araştırmacılar, bu yeni teknolojinin soyları tükenme tehlikesinde olan ya da esaret altında üremeye çalışan hayvan türlerinin üretilmesinde kullanılabileceğini düşünmüşlerdi. Bu konuda da şöyle bir sorun var: Bir türün bireylerinin sayısı ne kadar azalmışsa, klonlamada kullanılacak yumurta hücrelerinin sayısı da o kadar az demek oluyor. Öte yandan, sözgelimi Roslin Enstitüsü'nde Dolly'nin yaratılması sırasında üretilerek, farklı koyunlara aktarılan 29 embriyodan yalnızca birinin gelişimini sürdürdüğünü biliyoruz.

Bu konudaki güçlüğü yenmek için, Wisconsin Üniversitesi'ndeki Neil First'ün laboratuvarındaki araştırmacılar, alıcı olarak ineklerin yumurta hücrelerini kullanmayı düşündüler. Aslında bu araştırmacıların çalışmaları, türler arasındaki evrimsel farklılıkların ortaya çıkarılmasına yönelik bir proje olarak başlamıştı. Onların tahminlerine göre, türler arasında klonlama yapılarak ortaya çıkan embriyoların gelişmesi ya baştan duracak, ya da birkaç hücre bölünmesinden sonra çarpık olarak sürecekti. Yani araştırmacılar, bir türün hücre çekirdeğinin, başka bir türün yumurta hücresinin sitoplazmasına uyum sağlayamayacağını düşünüyorlardı. Ancak bunun yerine hiç beklemedikleri bir şey oldu. Domuz, fare, koyun ve maymun gibi hayvanların deri hücrelerinden alınan hücre çekirdekleri inek yumurta hücresine aktarıldıktan sonra, ortaya çıkan embriyoların, test tüplerde araştırmanın sonuna kadar gelişmelerini normal olarak sürdürdüğü görüldü. Araştırmanın sonuçları, 1998 Ocak ayında Boston'daki Uluslararası Embriyo Transferi Topluluğu'nun toplantısında açıklandı. Kimi araştırmacılar, etik tartışmalar yüzünden, insan yumurta hücresi yerine inek yumurta hücresi kullanımı üzerinde çalışmaya başladılar. Ancak, bu çalışmalar da eleştiri konusu oldu. Örneğin geçtiğimiz yılın Kasım ayında, insan hücrelerinin inek hücreleriyle birleştirildiği bu tartışmalı deneyleri tekrarlamaya çalışan Tokyo Üniversitesi Tarım ve Teknoloji Bölümü'nden bir araştırma ekibi hakkında soruşturma açıldı. Araştırmada, 27 ineğin yumurtalarındaki kromozomlar çıkarılarak, bu hücrelere lösemili hastalardan alınmış kanserli kan hücrelerinin çekirdekleri aktarılmıştı.

Tedavi Amaçlı Klonlama

Tedavi amaçlı klonlama, sözgelimi Parkinson gibi kimi hastalıkların iyileştirilmesinde devrim yaratabilir: Önce hastadan sağlıklı bir hücre alınarak bu hücrenin çekirdeği, kromozomları çıkarılmış bir insan yumurta hücresiyle birleştirilecek. Bundan birkaç gün sonra kültür tabağındaki embriyonik kök hücreler izole edilecek... Biyologlar kök hücrelerin, Parkinson hastalarının gereksinim duyduğu beyin hücrelerine dönüşmesini sağlayacak mekanizmayı ortaya çıkarırlarsa, her hasta için, kendisine tam olarak uyan hücreler üretmek mümkün olacak.

Edinburgh'daki Geron Biomed, şimdilerde insan yumurta hücresi kullanmayı gerektirmeyecek bir klonlama yöntemi geliştirmeye çalışıyor. Klonlama sırasında, verici hücrenin genlerinin yeniden programlanarak gelişimsel saatinin geriye alındığından söz etmiştik. Geron Biomed'in üzerinde çalıştığı yöntemde, yeniden programlanan hücre bir embriyo oluşturmayacak. Bunun yerine, doğrudan hastanın gereksinim duyduğu hücrelere ya da dokulara dönüşecek. Hastaya uyan hücreleri ve dokuları elde edebilmek için, hastanın hücrelerinden biri, çekirdeği çıkarılmış bir embriyonik kök hücreye aktarılacak. Bu yöntem harcanan embriyoların sayısını azaltacak; çünkü, kültür yoluyla sonsuz sayıda kök hücre üretilebiliyor. Aslında, embriyonik kök hücrelerin verici olarak kullanılacağı bu yönteme, bu hücreler de bir embriyodan alınacağı için karşı çıkanlar olabilir. Öte yandan, alıcı olarak kullanılan kök hücreleri, yumurta hücrelerinin tersine, yeniden programlama için gerekli olan tüm maddeleri oluşturmayabilir. Bu yeni yöntem şimdilik fare ve koyun hücrelerinde deneniyor. Eğer koyunlar üzerindeki deneyler başarılı olursa, plana göre bu yöntem 3 yıl sonra insanlarda denenmeye başlanacak.



Klonlama haberlerinin yıldızı Dolly'yi kim unutabilir ki? 1998 yılında İngiltere'de yapılmış bir araştırmaya göre, İngilizlerin % 65'i onun bir yetişkin hücresinden klonlanan ilk memeli hayvan olduğunu biliyor. Ayrıca, kopyalamanın yapılmış olduğu Roslin Enstitüsü'nden "bu teknolojinin insanlara uygulanmayacağı" konusunda yapılan tüm açıklamalara rağmen, araştırmaya katılanların % 49'unun, Dolly'nin insan klonlaması için bir basamak olarak klonlandığını düşündüğü görülmüş.

Dolly ve Genetik İkizi Birbirlerine Ne Kadar Benziyor?

Geçtiğimiz yılın Ekim ayında, Dolly'nin genetik özelliklerinin, klonlanmış olduğu yetişkin koyunla tıpa tıp olmadığı anlaşıldı. Yani aslında klonlar, klonlanmış oldukları canlının kusursuz birer kopyası olmayabilir. Yapılan bir araştırmada, Dolly'nin mitokondrisindeki (hücrenin enerji santrali) genlerin, deneyde yer alan başka bir koyuna ait olduğu ortaya çıktı. Bu sonuçlar bilim adamlarını gerçekten çok şaşırttı: Dolly ve genetik ikizi birbirlerine tam olarak ne kadar benziyor?

Çekirdek transferi yönteminde bir verici hücre, çekirdek DNA'sı çıkarılmış bir yumurta hücresiyle birleştiriliyor. Bu birleşme sonucu gelişen hayvanın kromozomları da yalnızca verici hücreden geliyor. Yani ortaya çıkan yavru, vericinin genetik ikizi (klonu) oluyor. Buraya kadar her şey tamam. Fakat yine de, yavrunun tam bir klon olup olmadığı kesin değil... Hücredeki genetik materyalin büyük çoğunluğunun çekirdekte bulunduğu doğru. Ancak, ayrı bir yapı olan mitokondride de

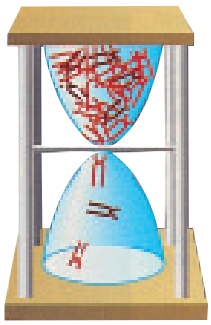
birkaç gen bulunuyor. Dolly'nin verici hücresi, yetişkin bir koyundan alınmış bir meme hücresi. Peki, Dolly'nin mitokondrisi meme hücresinden mi yoksa, yumurta hücresinden mi geliyor?

New York'taki Columbia Üniversitesi'nden Eric Schon'a göre, klonlanmış bir hayvanın mitokondrisi, hem alıcı hem de verici hücrenin mitokondrilerinin karışımından oluşmalıydı. Bu varsayımı sınamak için Schon, Dolly'nin yaratıcısı Wilmut ve başka bilim adamları biraraya gelerek Dolly'nin ve fetüs hücrelerinden klonlanmış dokuz koyunun mitokondrilerini incelediler. Koyunların kas, kan, süt ya da plasentalarında verici hücrelerin mitokondrilerine rastlanmadı. Bu, mitokondrinin % 99,5'inin yumurta hücresinden geldiği anlamına geliyor. Schon, bu sonuçlara bakarak, klonlanmış hayvanlardaki tek mitokondri kaynağının yumurta hücresi olduğu sonucuna varmış. Yani, Dolly'nin mitokondrisindeki 37 gen, çekirdek DNA'sının alındığı verici hücreden değil, onun aktarılmış olduğu yumurta hücresinden geliyor. Mitokondri, bedendeki tüm hücrelerde önemli bir role sahip olduğu için bu durum, iki hayvan arasında önemli fiziksel farklılıklara yol açabilir. Schon'a göre bu fiziksel farklılık insanlarda, söz gelimi yetenekli bir atletle, spora hiç yatkınlığı olmayan biri arasındaki fiziksel farklılıklar kadar bile olabilir.

Aslında bu araştırma, klonlama konusunda öğrenilecek daha pek çok şey olduğunun bir kez daha altını çiziyor. Araştırmanın sonucu, hücre nakli teknolojisini, insanlardan alınmış hücreleri inek yumurtalarıyla birleştirerek, organ naklinde kullanılacak dokular oluşturmada kullanmayı düşünen araştırmacılar için kötü bir haber.

Yaşlı Dolly

Geçtiğimiz yıl ortaya çıkan gelişmelerden biri de, Mayıs ayında *Nature*'da yayımlanan bir makaleye göre, Dolly'nin biyolojik yaşının, kromozomları yüzünden aslında kronolojik yaşından daha fazla olduğu. Dolly'nin telomerlerinin (genetik materyalin hücre bölünmesi





Sınırların ötesinde... İnsan klonlamasının gerçekleştirilmesi şimdilik çok riskli görünüyor.

sırasında yıpranmasını önleyen, kromozomlarının uçlarındaki bölgeler), kendisi gibi üç yaşındaki bir koyunun telomerlerinin olması gerektiği boydan çok daha kısa. Hatta tam olarak, Dolly'nin klonlanmış olduğu 6 yaşındaki koyunun kromozomlarının uzunluğu kadar. (Bunun dışında, en son hamileliğinde üçüz doğuran Dolly'nin sağlığı şimdilik yerinde.)

İnsan doku nakillerinde kısalmış telomerlerin sorun olup olmayacağı henüz açık değil. Eğer bu durum sorun olursa, aslında Geron'un bunun için çözümü hazır. 1997 Ağustosunda, Geron'dan Nobel ödüllü bilim adamı Thomas Cech, hTRT (telomeraz "reverse transcriptase") adlı bir enzimi kodlayan insan genini izole etmişti. Bu enzim, bağları gevşeyen telomerleri yeniden bağlayarak hücrenin ömrünü uzatıyor. Bundan beş ay sonra, yine Geron'la çalışan iki bilim adamı, Texas Üniversitesi Tıp Merkezi'nden Jerry Shay ve Woodring Wright, hTRT genini hücrelere aktarak, bu hücrelerin çözülmüş olan telomerlerinin onarılabileceğini gösterdiler. Yani Geron, kök hücrelerden elde edilen doku nakillerindeki telomeraz etkinliklerini yeniden etkin kılarak, hastaların yeni organları için yaşam boyu garanti sağlayabilecek olanağa sahip.

Öte yandan, *Science*'ın 28 Nisan tarihli sayısında yayımlanan bir makaleye göre Worchester'deki (Massachusetts) Advanced Cell Technologies'den Robert P. Lanza ve arkadaşları, altı sağlıklı inek klonundan alınan hücrelerde hiçbir erken yaşlanma belirtisine rastlamadılar. Üstelik de, klonlanmış ineklerin hücrelerinin, aynı yaştaki normal ineklerden daha genç olduğu görüldü. Bilim adamları, bunun nasıl gerçekleştiğini ve bu durumun hayvanların ömrünü etkileyip etkilemediğini henüz bilmiyorlar.

Dolly olayının ortaya konuşundan sonra dünyanın her yanında, insan klonlamasını yasaklayan yasalar gündeme geldi, çeşitli düzenlemeler yapıldı. ABD Başkanı Clinton, insan klonlama deneyleri üzerine bir moratoryum düzenledi. Pek çok yerde insan klonlama deneylerinin yapılması yasaklandı. Klonlamanın, doğacak çocuk üzerinde hâlâ bilinmeyen fiziksel riskleri olabileceği göz önüne alınırsa bu durum hiç de mantıksız değil. Ancak, klonlama teknolojisinin sağlık açısından getireceği yenilikler umut verici. Peki, insan klonlaması serbestçe yapılmaya başlanırsa, kimler, neden bu yolla çocuk sahibi olmak isteyecek? Bu sorunun yanıtını ararken, medyada çıkan ya da bilimkurgu filmlerinde gösterilen kabus senaryolarını bir kenara bırakmak gerekiyor. Çünkü, bedensel hücre çekirdek transferi, yalnızca klonlanmış insan embriyoları üretmeye yarıyor. Bu yolla doğacak bebekler, hepimizin geçtiği büyüme süreçlerinden geçecek. Her ne kadar kapasitelerimizin ve nasıl bir insan olacağımızın sınırlarını genlerimiz belirliyor olsa da, döllenmeden itibaren bu genlerin kendisini nasıl göstereceği, çevresel etkenler tarafından şekillendiriliyor. Her bireyin yaşadığı ona özgü deneyimleri, biyolojik ve toplumsal gelişim süreçlerindeki şans etkenlerini de göz önünde bulundurmak gerekiyor. Doğal insan klonları olan tek yumurta ikizleri bile birbirlerinden farklı fiziksel ve zihinsel özelliklere sahip olabiliyor. (Üstelik, gerçek yaşamda da çoğu kişi genetik ikizinden kolaylıkla ayırt edilebilir.) Bu nedenle, insan klonlaması yoluyla seri üretime geçmek isteyecekler olursa, onları düş kırıklığı bekliyor. Çünkü, klonlama yoluyla geleceğin Adolf Hitler'ini yaratmaya çalışan birisi, bunun yerine yeteneksiz bir ressam da yaratabilir.

Aslı Zülal

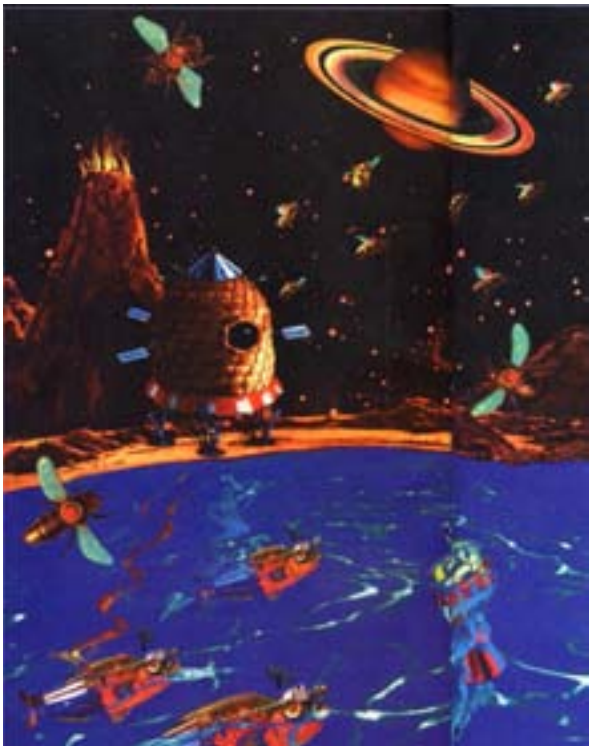
Kaynaklar
Coghlan, A., "Cloning without embryos" *New Scientist*, 29 Ocak 2000
Coghlan, A., "Superstar sheep makes her mark" *New Scientist*, 19 Eylül 1998
Cohen, P., "Crunch time" *New Scientist*, 24 Ocak 1998
Cohen, P., "Dolly's mixture" *New Scientist*, 4 Eylül 1999
Cohen, P., "Double trouble" *New Scientist*, 5 Şubat 2000
Green, R. M. "I, clone" *Scientific American*, Eylül 1999
Klotzko, J., "We can rebuild..." *New Scientist*, 27 Şubat 1999
Leutwyler, K., "Dolly's legacy" *Scientific American*, 21 Haziran 1999 www.sciam.com/explorations/1999/062199dolly/index.html
"Cloning reverses aging in clone cells" http://www.eurekalert.org/restricted/emb_releases/aaas-cra042100.html
"Cloning and nuclear transfer: a short glossary" Roslin Institute Online http:www2.ri.bbsrc.ac.uk/library/research/cloning/glossary.html

Robot Tasarımcıları Canlılardan Esinleniyor

"Ortamın koşullarına uygun özellikleri taşıyan canlıların yaşamda kalma şansları vardır." Evrim kuramının temelini oluşturan bu görüş, kâşif robotlar için de (!) geçerli olacak gibi görünüyor. İnsanların herhangi bir nedenden ötürü ulaşamadığı yerlerde inceleme yapmak üzere tasarlanmış bu robotlar, geliştirilme amaçlarını gerçekleştirmekte yetersiz kaldıkça doğal seçilimin (!) etkisiyle eleniyorlar. Elenenlerin yerine de yenileri geliştirilmeye çalışılıyor. Elbette robotların doğal seçiliminde bilim belirleyici oluyor. İşte, bu kâşif robotların durumuna en uygun örneklerden biri NASA'nın Mars yüzeyini araştırmak amacıyla geliştirdiği Sojourner adlı yüzey aracı. NASA, 1996 yılında Pathfinder'la gönderdiği Sojourner'i Mars'ın yüzeyine bıraktı. Sojourner, Dünya'dan kumanda ediliyordu. Ancak, Dünya'yla arasındaki mesaj iletimi biraz zaman alıyordu. Ayrıca, Sojourner'in çalışma düzeneği kendi kendini yönetebilecek kadar yetkin değildi. Küçük kayaları incelemek için yeterli olan Sojourner, devrildiğinde kendi kendine yeniden doğrulmak ve dengesini sağlamak açısından yetersizdi. Yana yattığında ya da tekerlekleri kaydığında, Dünya'dan gelecek komutları almak üzere durup bekleyecek biçimde programlanmıştı. Bu durum birçok soruna yol açıyordu.

Sojourner, Mars yüzeyinde kayalarla dolu bir alandan geçtiği sırada sürekli yana yatıyordu. Her yana yatışta duruyor ve yeniden harekete geçmek için Dünya'dan gelecek komutları bekliyordu. NASA'nın Yeni Milenyum Programı'nda görevli olan Dave Crisp, yürürken bizim bile üzerine bastığımızda fark edemeyeceğimiz kadar küçük taşların da zaman zaman Sojourner'in çalışmasını etkilediğini ve bu yüzden Sojourner'in kayalarla dolu alanda haftalarca kaldığını söylüyor.

Tekerlekler üzerinde gitmek üzere tasarlanmış Sojourner'den farklı bir deneyim de, Dante adı verilmiş sekiz bacaklı bir başka robotla yaşanmıştı. Zorlu koşullar altında robotlar yardımıyla inceleme yapmanın ne denli olası olduğunu anlayabilmek amacıyla



1993 yılında, Dante Antarktika'da etkin bir yanardağın kraterine indirilmişti. Ancak, Dante'nin denetim sistemleri çok ilkeldi ve çok yavaş hareket ediyordu. Bir adım atabilmek için, bilgisayarının, her bir bacağın konumunu ayrı ayrı hesaplamasını bekliyordu. Dante'nin kraterin içine yolculuğu birkaç metre ilerledikten sonra son buldu; çünkü araştırmacılarla bağlantısını sağlayan fiberoptik kablo koptu.

Dante ve Sojourner benzeri örnekler daha da çoğaltılabilir. Kâşif robotları geliştiren bilim adamlarını en çok hareket yeterliğini sağlamak zorluyor. Çünkü farklı coğrafik koşullarda robotların hareket edebilmelerini sağlamak her zaman kolay olmuyor. Bilim adamları, bugüne kadar geliştirilmiş robotların yetersizliklerini giderebilmek için yeni yöntemler aramaya başladılar. Bu arayışlar, bilim adamlarını robot tasarımında yeni bir yaklaşımı benimsemeye zorladı. Bu yeni yaklaşımı benimseyen bilim adamları, robot tasarımında artık canlıları örnek almaya başladılar.

En İyi Kâşif Kim?

Hareket birçok canlının ortak özelliğidir. Kimisi yüzer, kimisi yürür, kimisi sürünür, kimisi uçar… Suda yürümek ya da tekerlekler üzerinde ilerlemek zordur; ancak bir balık gibi yüzmek daha kolaydır. Havada ilerlemek gerekiyorsa bir kuş gibi uçmak en iyisidir. Engebeli bir toprakta tekerlekler üstünde ilerlemektense, bir örümcek gibi vücudu sekiz bacak üzerinde dengede tutarak ilerlemek daha kolaydır. İşte, bu ve buna benzer nedenlerden dolayı doğanın belki de en becerikli kâşiflerinin hayvanlar olduğu düşünülüyor. Hatta yalnızca hayvanların değil, tekhücreliler de dahil olmak üzere tüm canlıların böyle olduğu düşünülüyor. Yeryüzündeki canlıların yaşamlarını sürdürebilme becerilerinin nelere bağlı olduğunu bulmaya çalışan bilim adamları, tüm canlıların içinde yaşadıkları ortamlarla ilişkilerini inceliyorlar. Bu amaçla en basit tekhücreli canlılardan başlayarak karma-



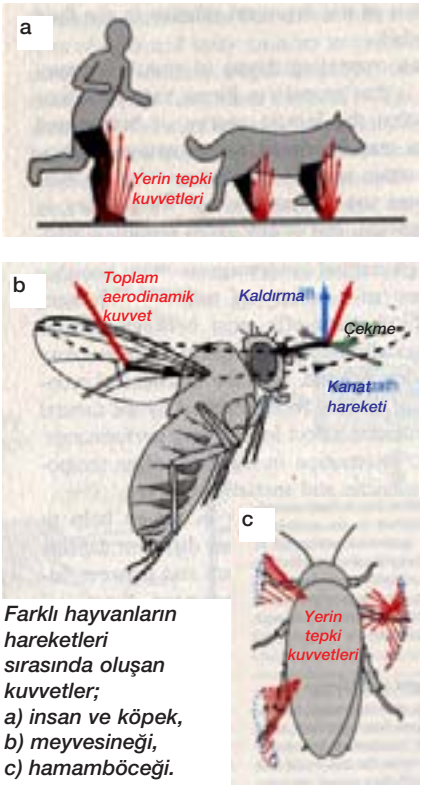


şık bitki sistemlerine kadar tüm canlılar için.yaşamı sürdürebilmenin nasıl başarıldığını anlamaya çalışıyorlar. NASA'nın Jet İtki Laboratuvarı'nda astrobiyolog olan Kenneth H. Nealson'a göre, canlıların yayılma, yaşadıkları alanla etkileşime girme, bu alanda değişiklik yapabilme ve yaşamı sürdürme becerilerinin incelenmesi gerekiyor. Nealson, bir canlının dünya üzerinde yaşamını sürdürme başarısını gösterebilmesinin temelinde yayılma özelliğinin olduğunu düşünüyor. Yayılma becerisine sahip canlıların arasına rüzgârla taşınmaya uygun özellikler taşıyan mikroorganizmaları ve bitkileri de katıyor. Basit yapılı küçük organizmalar yeterince yayılabildiklerinden, bu canlılar için yaşama alanı seçiminin çok önemli olmadığına inanıyor. Bakteriler ve bitkiler için yaşama alanıyla etkileşime girmenin, yaşamı sürdürebilmenin önemli bir bölümü olduğunu söylüyor. Yaşama alanıyla etkileşime girmenin bir yönünün de, üzerinde bulundukları yüzeyi değiştirebilme özelliğini taşımaları olduğunu düşünüyor. Gerçekten de bakterilerin ve bitki tohumlarının yüzeylere tutunup onları değiştirebilmeyi sağlayan çok çeşitli mekanizmaları var. İşte, Nealson bu mekanizmalardan esinlenerek zor ve sert koşullarda yaşamı sürdürebilmeyi sağlayacak yeni seçenekler üretilebileceğini düşünüyor. Ona göre, tıpkı bitkilerin yeryüzünde yaptığı gibi, Mars'taki rüzgâr ve kütleçekimi benzeri doğal enerji kaynaklarını kendi yararımıza kullanabiliriz ve incelemelerimizi bunlardan yararlanarak sürdürebiliriz. Örneğin, iniş yaptıktan sonra rüzgarın varlığını hissettiğinde çok sayıda küçük algılayıcısını serbest bırakan ve böylece onların yayılmasını sağlayan uzay araçları geliştirebiliriz. Böylece, uzay aracı enerjisini hareket etmek yerine ölçümler yapmak ve Dünya'daki merkeze bunların sonuçlarını göndermek için kullanabilir. Nealson'ın bu düşünceleri canlıların özelliklerine sahip yeni robotlar geliştirilmesinin temelindeki yaratıcı düşüncelerden yalnızca biri. Kaliforniya'daki Jet İtki Laboratuvarı ve İleri Savunma Araştırma Projeleri Kurumu (Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA) bu yeni robotlar üzerindeki çalışmalarını hızla sürdürüyor.



Biyomorfik Kâşifler

Biyomorfik (yapısı canlıları andıran) kâşifler denen bu robotlar genellikle küçük boyutlarda yapılıyorlar. Çok küçük algılayıcılarla donatılıyorlar ve hayvanlarınkine yakın uyum ve hareket özellikleri taşıyorlar. Biyomorfik robotlar geliştirilirken, hayvanların doğada rahatça hareket etmelerini sağlayan mekanik tasarımları ve sinirsel işlevleri temel alınıyor. Bu konuda NASA'nın örnek aldığı canlılar; çekirgeler, köpekler, kırkayaklar, tohumlar ve bitkiler. NASA'da görevli olan bilim adamları canlıların hareketini sağlayan temel ilkelerden yararlanarak, bu canlıların çevre koşullarına tepkilerini örnek alan zeki robotlar geliştirmeyi amaçlıyorlar. Bu robotlar uzak, tehlikeli hatta ulaşması güç karasal alanlarda ve gezegenlerde iş görebilecek özelliklerde tasarlanıyor. Biyomorfik robotların tanı koymaları, en az düzeyde tıbbi tedavi yapabilmeleri, bilimsel veri toplayabilmeleri amaçlanıyor. Ayrıca, incelenecek alanın özelliklerine göre, biyomorfik robotların sürünmek, sıçramak, yılan gibi kayarak ilerlemek, kazarak ilerlemek, yüzmek ve uçmak gibi becerilerle donatmak da en önemli hedefler arasında. Eskiden kullanılan uzaktan kumandalı robotların tersine, biyomorfik kâşiflerin basit yapılı, ucuz ve kolay üretilebilen robotlar olmaları



Farklı hayvanların hareketleri sırasında oluşan kuvvetler; a) insan ve köpek, b) meyvesineği, c) hamamböceği.

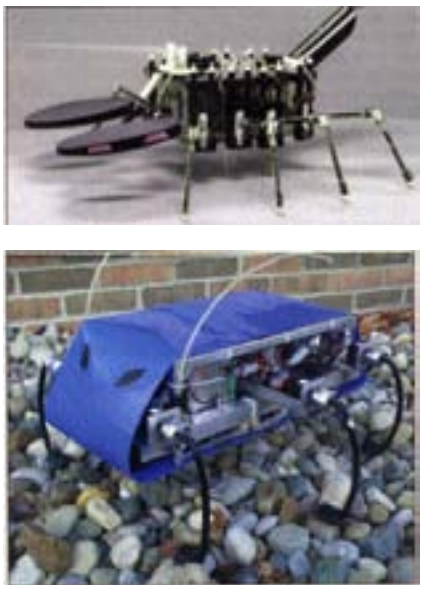
planlanıyor. Biyomorfik kâşiflerin ucuz ve kolay üretilmelerinin, birkaç tanesinin birden aynı anda, aynı yerde iş görebilmesini ve hatta böcek kolonilerinde olduğu gibi aralarında bir işbölümünün olmasını sağlaması bekleniyor. Ayrıca bu biyomorfik kâşif kolonisinin merkezi denetimle kumanda edilmesi de olası görünüyor. Belki de ileride bu robotlar gelecekte Güneş sisteminin en uzak noktalarında dolaşabilecekler, Mars toprağını inceleyebilecekler, Europa'da yaşam olasılığını arayabilecekler ve hatta Jüpiter'in yakınındaki manyetik alanların haritasını çıkarabilecekler.

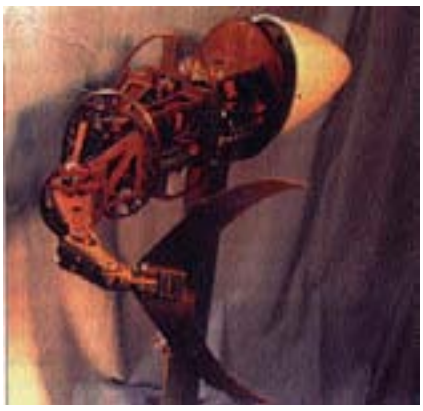
Gerçeğinden Daha İyi

Biyomorfik kâşiflerden söz edince akla ilk gelen soru, bu robotların canlıların tam birer kopyası olup olamayacağıdır. Kaliforniya Berkeley Üniversitesi'nde biyoloji profesörü olan Robert Full bu robotların bir canlının tam bir kopyası olmasının pek iyi bir fikir olmadığını söylüyor. Tek bir hayvanı ya da böceği tümüyle taklit etmenin, öteki türlerin işe yarar özelliklerini örnek almanın getireceği yararları yitirmek anlamına geleceğini düşünüyor. Robert Full, organizmaların hareketlerini inceliyor. Üzerinde çalıştığı organizmalar iki, dört, altı, sekiz ve kırk dört bacaklılar. Full, türü ne olursa olsun canlıların hareketinin yay-kütle sistemi olarak bilinen aynı temel modelle sağlandığını düşünüyor. Bu yay-kütle sistemine göre, canlılar koştuklarında, bir yayın tepesinde duran bir topun hareketine benzer bir biçimde sıçrıyorlar. Full, üstelik, hiçbir ayrıcalık olmadan tüm canlıların bacaklarının aynı biçimde sıçradığını düşünüyor. Bunu daha iyi anlatabilmek için de şu örneği veriyor: "Bizim bir bacağımız, koşmakta olan bir köpeğin iki bacağı, bir böceğin üç bacağı ve sekiz bacaklı bir akrebin dört bacağı gibi çalışıyor." Full, ayrıca böcekler gibi yaygın vücutlu canlılarda, yaygın vücutlu olmanın kendi kendini dengelemeyi sağlayan bir sistem olarak iş gördüğüne de dikkati çekiyor. Canlı, engebeli bir yüzeyde koştuğu, düşmanı tarafından kovalandığı ya da bir rüzgârla savrulduğu sırada, vücutta yaygın konumda duran bacaklar yanlardaki hareketi toplayarak organizmanın kütle merkezini bacaklar üzerinde tutar. Full'a göre, iki bacağı üzerinde yürüyen insan çok iyi manevra yapabiliyor, ancak yeterince dengeli değil. Bu nedenden ötürü iki bacaklı bir robotun dik durabilmek için daha çok enerji tüketmesi gerekiyor. Böceklerse daha zor manevra yapabilmelerine karşın daha çok dengeliler. Ancak, Full böceklerin vücut dengesini kolaylıkla sağlayabilmelerinin vücutlarının tasarımı sayesinde başarılabildiğini de söylüyor. Full, bu görüşleri doğrultusunda Michigan Üniversitesi'nden ve McGill Üniversitesi'nden bilim adamlarıyla işbirliği yaparak Robot Hexapod adını verdiği bir robot geliştirdi. Engebeli yüzeylerde bile hızlı hareket edebilen bu robot altı bacaklı ve yaygın bir vücut duruşuna sahip. Bir ayakkabı kutusu büyüklüğünde ve 7 kg ağırlığında olan Robot Hexapod'un plastikten yapılmış bacakları C biçiminde. Bu bacaklar, kendini dengeleme ve yeterince yaylanma özelliğine sahip. Bacaklar, kalça eklemleriyle vücuda tutunuyor ve 360 derece dönebiliyor. Onu engebeli bir alanda yürürken görene kadar böceğe benzetmeniz olası değil; ancak böyle bir alanda yürürken saniyede 1 metre ilerleyebiliyor. Üstelik de gözleri ya da çevrede olanları hissedebilmesini sağlayacak sinir hücreleri yok.

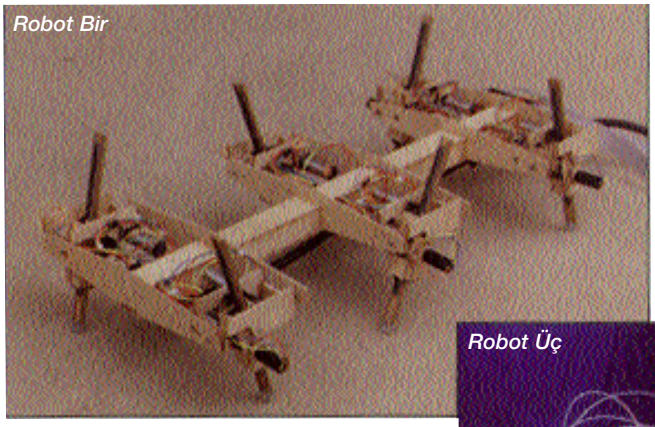
Istakoz ve Tonbalığından Öğrenilecekler

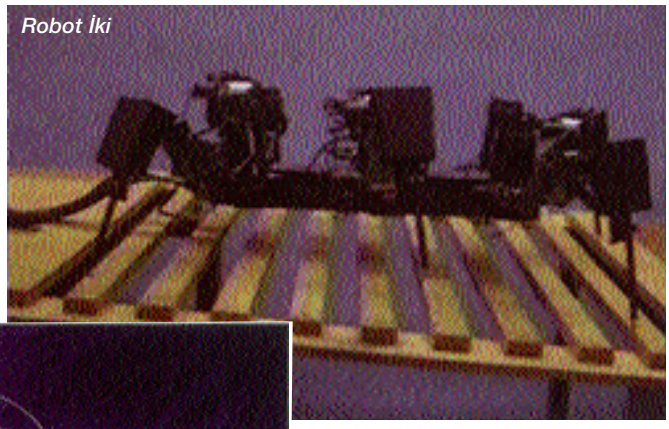
"Bir robotu hareket ettirebilmek kadar zor olan bir başka iş de, robota biyolojik bir organizmanın yapabileceği karmaşık davranışları yaptırabilmektir." Boston'daki Northeastern Üniversitesi'nden nörofizyolog Joseph Ayers böyle düşünüyor. Onun amacı da uzaktan algılayabilen, kendi kendini yönetebilen bir sualtı robotu yapmak. Ayers, ıstakoz biçimindeki robotun denetim sistemini geliştirmek için, hareket eden ıstakozların filmlerini çekmiş. Bu filmleri iyice inceleyerek ıstakozların 21 temel hareketini ve

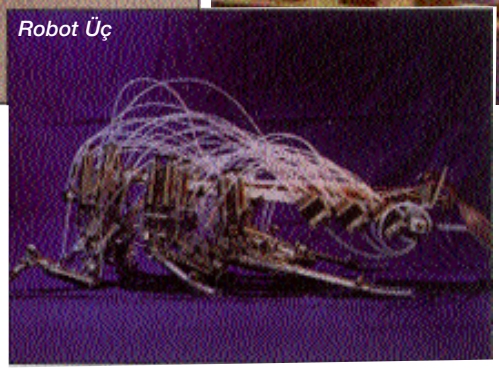




Istakoz robot (sol üstte) hem yürüyebiliyor hem de dönebiliyor. Tonbalığı robotunun (üstte) "kasları' onun gerçek bir balıkmış gibi dönmesini sağlıyor. Robot Hexapod (sol altta) engebeli bir arazide bile rahatlıkla ilerleyebiliyor.


Robot Bir


Robot İki


Robot Üç

duruşunu robotun hareket komutlarına bağlayan bir matrise dönüştürmüş. Örneğin, sola dönüş hareketi, ıstakozun sağındaki dört bacağına ileri gitme komutu verirken, soldaki dört bacağına geri gitme komutu vererek sağlanıyor. Denetim sistemini geliştirmek işin en kolay yönü belki de; çünkü robotun hareket etmesini sağlayacak motorları kullanmak daha da zormuş. Ayers, bu motorların yerine, "kas teli" kullanmayı tercih etmiş. Kas teli, bir akım gönderilerek ısıtıldığında kısalıyormuş ve gevşemesi için de yeniden soğutuluyormuş. Ayers'in çalışmaları hâlâ sürüyor. Istakoz robotun hareketleri yalnızca yürüyebilmek ve dönebilmek. Ayers, bu işte yolunun daha uzun olduğunu belirtirken, ıstakoz robotların geliştirilmeleri tamamlandıktan sonra deniz tabanındaki mayınları aramada kullanılabileceklerini düşünüyor.

Hayvanların nasıl hareket ettiklerini anlamak üzere yola çıkan bir başka bilim adamı da MIT'ten okyanusbilimci ve mühendis olan Michael Triantafyllou. Balıkların hareketlerini inceleyen Triantafyllou, sualtı girdaplarını araştırmak üzere kullanılabilecek bir tonbalığı robotu geliştirdi. Tonbalıkları çok iyi uzak mesafe yüzücüleridir ve fiziksel yapıları çevrelerindeki kuvvetleri kolayca yönlendirebilecek biçimdedir. Üzerindeki çalışmalar henüz tamamlanmamış olan, bu 2 metre uzunluğundaki robot tonbalığı şu anda yalnızca içinde bulunduğu rüzgar tünellerinin sualtına uyarlanmış bir biçimi olan özel bir su tankında yüzebilecek durumda. Triantafyllou ve arkadaşları, tonbalığının yüzerken kuyruk yüzgecini sağa sola sallamasının, itici güç oluşturan girdaplar oluşturmak için gereken enerji miktarını azaltmaktan başka, sürüklenmeyi ve türbülansı önlemek üzere vücudunun çevresindeki akımı da denetim altında tuttuğunu bulmuşlar.

Bilimlerarası İşbirliği

Cleveland'daki Case Western Reserves Üniversitesi'nde üç ayrı robot geliştirilmiş. Adları, Robot Bir, Robot İki ve Robot Üç olan bu robotların her birinin altı bacağı var; tıpkı böceklerdeki gibi. Onları yapan makine mühendisi Roger Quinn, bu robotların, böceklere gittikçe daha çok benzediklerini söylüyor. Özellikle de çekirgeye olan benzerliklerinin arttığını düşünüyor. Robot Bir'in altı bacağı hemen vücudunun alt kısmından çıkıyor ve bunlar basit bir hekzagon oluşturuyorlar. Robot İki'nin daha yaygın bir vücudu var ve çekirgelerinki gibi vücudun dışından çıkıyor. Robot Üç'ün bacaklarıysa bir çekirge gibi hareket etmesini sağlıyor. Robot Üç'ün küçük hareketli ön bacakları çevreyi araştırmaya ve kendine çeki düzen vermeye yarıyor. Ortada bulunan orta büyüklükteki bacaklar ve güçlü arka bacaklarsa, koşmaya ve sıçramaya yarıyor. İçlerinde en çok çekirgeye benzeyeni olan Robot Üç, 14 kg ağırlığında ve ekmek kutusu büyüklüğünde; ancak tıpkı bir çekirge gibi yürüyüp, koşup, sıçrayabiliyor. Robot Üç kendi başına hareket edemiyor. Ancak, Robert Quinn Robot Dört'ün güç kaynağının kendi üzerinde olacağını ve kampüste dolaşacağını belirtiyor.



Case Western Reserves Üniversitesi'nin bu robotları, yeryüzünde birçok laboratuvarda geliştirlmeye çalışılan robotların yalnızca küçük bir bölümü. Robot yapımına savunma kuruluşları da çok destek veriyor. Bunlardan biri de ABD, İleri Savunma Araştırma Projeleri Kurumu ve Denizcilik Araştırmaları Bürosu. Her iki kuruluş da bu işe milyonlarca dolar yatırıyor. Bu yatırım, sonuç olarak pek çok bilim dalından bilim adamlarını işbirliği yapmaya yöneltiyor. Bu işbirliği de birçok önemli çalışmanın yapılmasıyla sonuçlanıyor.

Zuhal Özer

Kaynaklar
David, L., "Beastly Explorers", *New Scientist*, 9 Ocak 1999.
Taubes, G., "Biologists and Engineers Create a New Generation of Robots That Imitate Life", *Science*, 7 Nisan 2000.

Minik Antrenörler İş Başında



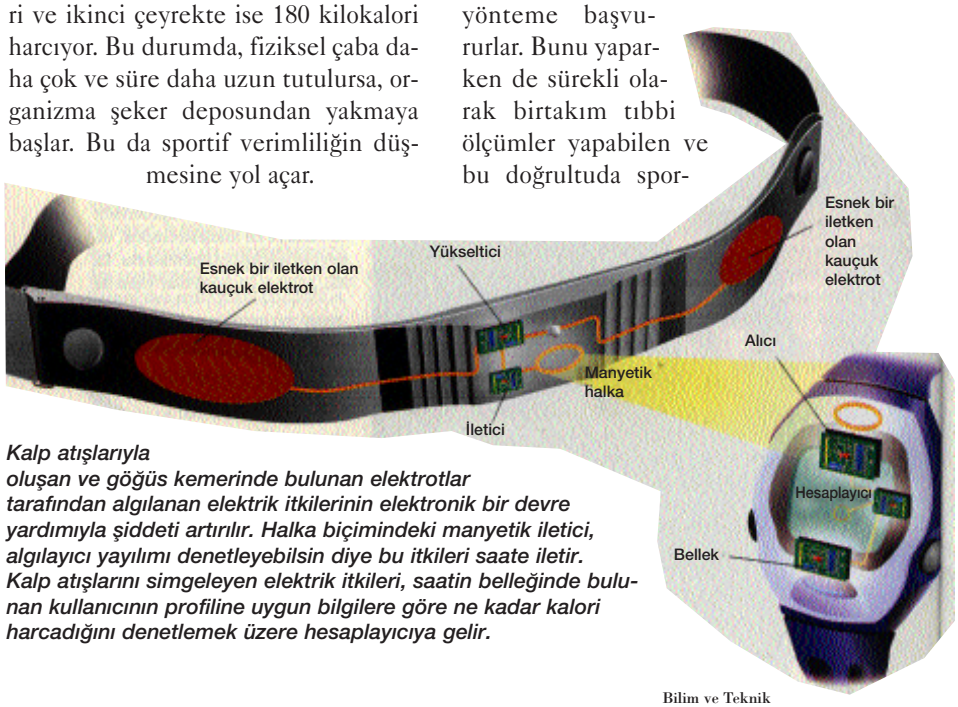
Yaz geldi; herkes tatil hazırlığında. Ama kimimizin mayosu biraz fazla mı geriliyor ne? Kimimizinse kiloyla pek sorunu yok ama hareketsiz okul, iş ya da ev yaşamından gevşemiş kasların biraz hale yola sokulması gerekiyor. Biliyoruz, çare elbette biraz hareket, spor. Ama duyuyoruz, okuyoruz: Bilinçsiz yapılan spor bir işe yaramıyor. Herkes yanında bir antrenörle koşamayacağına göre vaz mı geçelim? Hayır; Avrupa'da yayılmaya başlayan mekanik antrenörler sorunumuzu çözüyor.

AVRUPA KOMİSYONU, tüketici davranışlarını ölçmek için yaptığı bir çalışmanın sonunda "Fiziksel Aktivite, Vücut Ağırlığı ve Sağlık" adlı bir rapor yayımladı. Çalışma, Avrupalı tüketicilerin sporun sağlık üzerindeki etkilerini bilmeleri durumunda spora ve spor malzemelerine olan ilgilerinin ne ölçüde değişeceğinin araştırılmasını amaçlıyor.

Bu ilginç araştırmanın sonuçlarına göre, Danimarkalı ve Finlandiyalı tüketiciler bu konuda oldukça esnek davranırken örneğin, Fransa'da özellikle "fitness" ürünleri diye bilinen spor malzemeleri satışı sabit kalmış. Bunun en önemli nedeni de insanların % 30'nun işlerinin yoğunluğundan spor yapmaya zaman bulamadıklarını düşünmeleri. Araştırmaya katılanların yalnızca % 5'i spor yapmak için çok yaşlı olduğunu düşünürken, % 75'i ciddi olarak spor yapmaya başlamayı düşünüyor. Gerçekte spor yapmayı düşünen insan oranın bu kadar yüksek olmasına şaşırmamak gerek. Çünkü, her gün reklamlarda, filmlerde, gazete ve dergilerde zayıf ve atletik yapılı insanların mutluluğunun bir sosyal başarı gibi sunulmasına tanık oluyoruz. Bununla birlikte herkesin spor yapmak istemesinin altında farklı nedenler olabilir. Kimileri sağlıklı ve zinde kalmak, kimileri kilo vermek, kimileri de profesyonel olarak daha iyi dereceler elde etmek istiyor olabilir. Teknolojik yenilik de işte tam bu noktada imdadımıza yetişiyor. Artık kişiye özel bir antrenman programı bulmak hiç de zor değil. Antrenman programı hazırlanırken, herkesin farklı bir metabolizmaya sahip olduğu düşünülerek yaş, ağırlık, cinsiyet ve genel fiziksel kondisyon herkes için ayrı ayrı dikkate alınmalı. Her spor yapan kişinin ayrı bir "güç harcama alanı" vardır ve organizma bu alana girildiğinde kendi şeker ve yağ deposundan yemeye başlar. Genel kanıya göre, organizma kısa süreli fiziksel güç harcamalarda yağdan çok şeker harcar. Ancak, küçük bir dayanıklılık testiyle bu eğilimin tam tersi olduğunun ortaya çıkarılması hiç de zor değil. Deneyde, 30 dakika hafif koşu (jogging) yapan biri yaklaşık 300 kilokalori harcarken, 45 dakika boyunca yürüyüş yaptığında ilk çeyrekte yağ deposundan 105 kilokalori ve ikinci çeyrekte ise 180 kilokalori harcıyor. Bu durumda, fiziksel çaba daha çok ve süre daha uzun tutulursa, organizma şeker deposundan yakmaya başlar. Bu da sportif verimliliğin düşmesine yol açar.

Bu noktada sporcunun antrenman türü çok önemlidir. Seçilen antrenman programı sporcunun olabildiğince çok yağ yakabilmesini sağlamalıdır. Böyle bir durumda herkesin aklına ilk gelen soru, en yüksek verimi alabilmek için fiziksel güç harcama miktarının nasıl belirleneceğidir. Uzmanlar bu konuda en etkili yöntemin kalp ritminin sürekli olarak izlenmesi olduğunu söylüyorlar. Bunun için uzun yıllar boyunca kalp ritmini ölçebilen ancak, sporcunun hareket serbestliğini kısıtlayan aletler kullanıldı. Aynı şey antrenmandan en fazla verim alınabilmesi için birtakım tıbbi bilgiler veren, ancak çok fazla sarsıntıya uğrayan cihazlar için de geçerli.

Profesyonel sporcular sık sık bu yönteme başvururlar. Bunu yaparken de sürekli olarak birtakım tıbbi ölçümler yapabilen ve bu doğrultuda spor-



Kalp atışlarıyla oluşan ve göğüs kemerinde bulunan elektrotlar tarafından algılanan elektrik itkilerinin elektronik bir devre yardımıyla şiddeti artırılır. Halka biçimindeki manyetik iletici, algılayıcı yayılımı denetleyebilsin diye bu itkileri saate iletir. Kalp atışlarını simgeleyen elektrik itkileri, saatin belleğinde bulunan kullanıcının profiline uygun bilgilere göre ne kadar kalori harcadığını denetlemek üzere hesaplayıcıya gelir.

cuyu yönlendirebilen bir antrenör kullanırlar. Bugüne değin, kişisel bir antrenörün yokluğunda, sporcunun antrenmana en iyi biçimde uyum sağlaması her kapıyı açan bir anahtar sayılmazdı. Ama, malzemelerin çok küçük boyutlarda üretilmesine olanak tanıyan teknolojik ilerleme bu soruna da bir çözüm getirdi. Piyasaya sürülen ve bu konun uzmanı olan saatler son derece işlevsel. Bu saatler, spor yapan kişinin fiziksel potansiyelini belirleyip, bir antrenör gibi sporcuya kimi tavsiyelerde bulunarak onu yönlendirebiliyor. İçlerine mikro hesaplayıcılar yerleştirilen saatler, sahibinin fiziksel profili üzerindeki çalışma ve belleğindeki antrenman programları içinde en optimal güç harcamayı ayarlayabilecek olanı önerme olanağı sağlıyor. Bunun gerçekleşebilmesi için de saatin sahibinin fiziksel potansiyelinin iyi bir biçimde öngörülmüş olması gerekir. Tüm uygulamalardan önce, tıbbi bir test yapmak gerekiyor. Teste bir dizi soru ile başlanıyor. Kullanıcı ilk olarak boy, kilo, yaş, cinsiyet ve daha önceden spor yapıp yapmadığı verilerini saatin işlemcisine girmeli. Bu soru yanıt oyunu saatin üzerinde bulunan bir düğme yardımıyla gerçekleştiriliyor. Bu uygulama, saatin kalp ritmini sınadığı ve sporcunun 4-5 dakika boyunca uzanmasının ardından yapılan 2-3 dakikalık bir başka testle sona erer. Bu süre boyunca saat, kalp ritmi frekansını kaydederken çarpıntılar üzerinde de çalışır. Testin sonunda saat bir not verir. Bu not, tüm bu ölçümlerin yapıldığı sporcunun fiziksel durumunu ortaya çıkarır.

Bu not bir bildiri olarak kabul edilirse, saatin hesaplayıcısı bir güç haracama profili çıkarılması için kullanılabilir. Önce kalp ritmi bulunur, bu önemli bir değerdir çünkü, bunun altında kalındığında fiziksel performanstan yeterince verim alınamaz. Hemen ardından, hesaplayıcı şeker ya da yağ yakma eşiğini belirler. Bu eşik değer aşıldığında, organizma yağ yerine şeker yakmaya başlayacaktır. Bu iki kalp frekansı saatin ekranında görülebilir.

Bu iki sınır değerin oluşturduğu çatal belirlendikten sonra artık sporcu antrenman sırasında saati kullanmaya başlayabilir. Eşiğin altında kalan kalp ritminde saat, her kalp vuruşunda kısa "bip" sesi çıkararak uyarıda bulunur.



İyi bir fiziksel görünüm için organizmamız yağ yakmalıdır. Ancak vücudumuza fazla yüklenme şeker deposundan yakmaya ve bu da fiziksel tükenmeye yol açabilir. Akıllı saatlar kişiye özel optimal çaba profili hesaplayabilir.

Eşiğe erişildiğinde artık saatten ses gelmez olur. Eşik aşılırsa bu defa da saatten uzun "bip" sesi duyulmaya başlanır. Spor yapıldığı tüm bu süre boyunca sporcunun, "bip" sesinin duyulmadığı aralıkta kalması yeterlidir. Ölçülen kalp ritminin sürekli olarak ekranda görünmesi sayesinde sporcu her iki eşiğe de ne kadar yakın olduğunu bilme olanağına sahip olacak. Bu saatlerin en büyük becerilerden biri de antrenman sonunda, harcanan toplam kaloriyi ve yakılan yağın yüzde değerini gösteren bir bilanço vermesi. Bu değer, aynı zamanda kilokalori cinsinden de elde edilebilir. Aslında bu veriler biraz cesaret kırıcı olabilir. Çünkü, 1 kg kaybedilimek için ortalama 7000 kilokalori harcamak gerekir. Ancak ne yazık ki 1 saat boyunca spor yaparak 700 kilokaloriden fazla harcayabilmek güçtür.

Saat tarafından gerçekleştirilen tüm hesaplamalar, kalp ritmi çizelgesine dayanıyor. Ciddi bir çalışma temeli oturtabilmek için bu çizelgenin tümüyle güvenilir olması şart. Bu sonuca ulaşabilmek için üretici firmalar, kullanıcının elektrokardiyamını veren göğüs kemerini geliştirdiler. Bu kemerde iletken kauçuktan yapılma iki elektrot, göğüs kafesine yerleştirilir. Kalpten gelen zayıf elektrik itkileri, göğüs kafesinin üstüne yerleştirilen bir alette güçlendirilerek kablosuz manyetik bir halka sayesinde saate iletilir. Bu tür bir bağlantı çok kısa bir taşınım gerektirir. Bu da çok büyük bir üstünlük sağlar. Elektrotlar vücuda değer değmez kendiliğinden düzene girsin diye göğüs kafesinde şifreli bir manyetik alan vericisi taşınır. Elektriği besleyen lityum pil sayesinde saat 12 yıl boyunca kesintisiz çalışabilir. Böylece kullanıcın hiçbir ayarlama ya da düzeltme yapmasına da gerek kalmaz. Saatte bulunan minik alıcı, yayılımı yakalar, çözümler ve mikroskopik hesaplayıcısı kalp vurumunu elektrik itkisi biçiminde algılar. Ekranda beliren minik bir kalp resmi gözlenerek, göğüs kafesi ile saat arasındaki iletimin kalitesi de izlenebilir. Saatin manyetik iletiminin ortaya çıkabilmesi için bu kalp biçimindeki ideogram kalp ritminde yanıp söner. Bu gösterge, elektrotlar yanlış konumdaysa-ya da cilt çok kuruysa-elektrokardiyogram çizelgesinin düzgün çıkmaması durumunda önemlidir. Toplanan veriler artık oldukça yeterli sayılır. Antrenmana başlamadan önce bu bilgilerin doğruluğunun sınanması önemlidir.

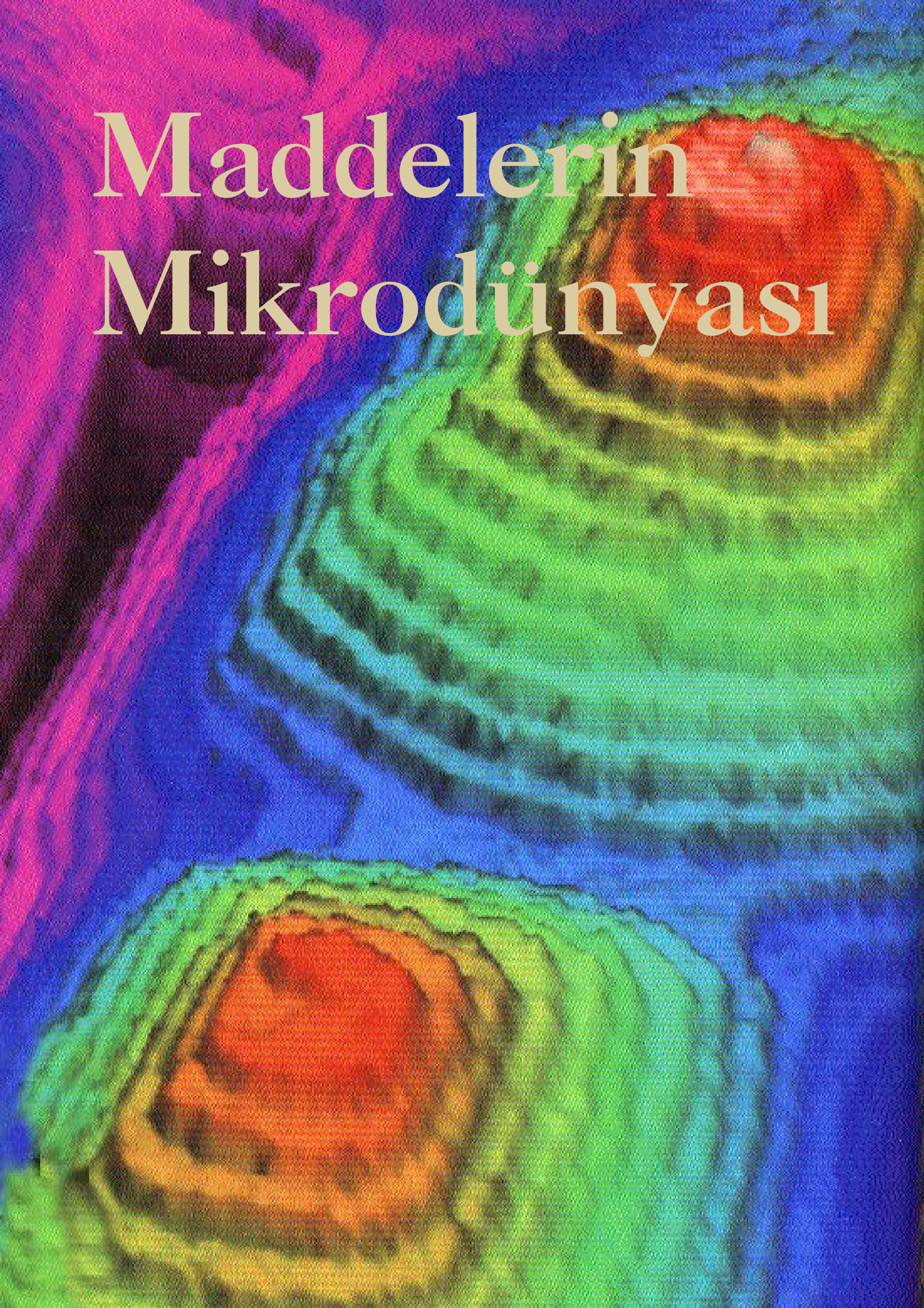
Sonunda, saat tüm olası hareketleri belleğine yerleştirir hale gelir. Program haftalık ya da aylık olarak düzenlenebilir. Doğru düğmelere basılarak uygun program elde edilir. Ayrıca saatin hangi tür bilgileri içerdiğini ya da seçtiği programa nasıl yönelindiğini öğrenmek de olası. Bunlara ek olarak, saati iki kişi ortaklaşa olarak da kullanabilir. Saat her kullanımda ağırlık, boy, cinsiyet gibi parametrelerin yeniden girilmesini gerektirmeyecek bir belleğe sahiptir. Kuşkusuz, böyle bir alet ne yazık ki insanı spor yapmaya motive etmek için yeterli değil.

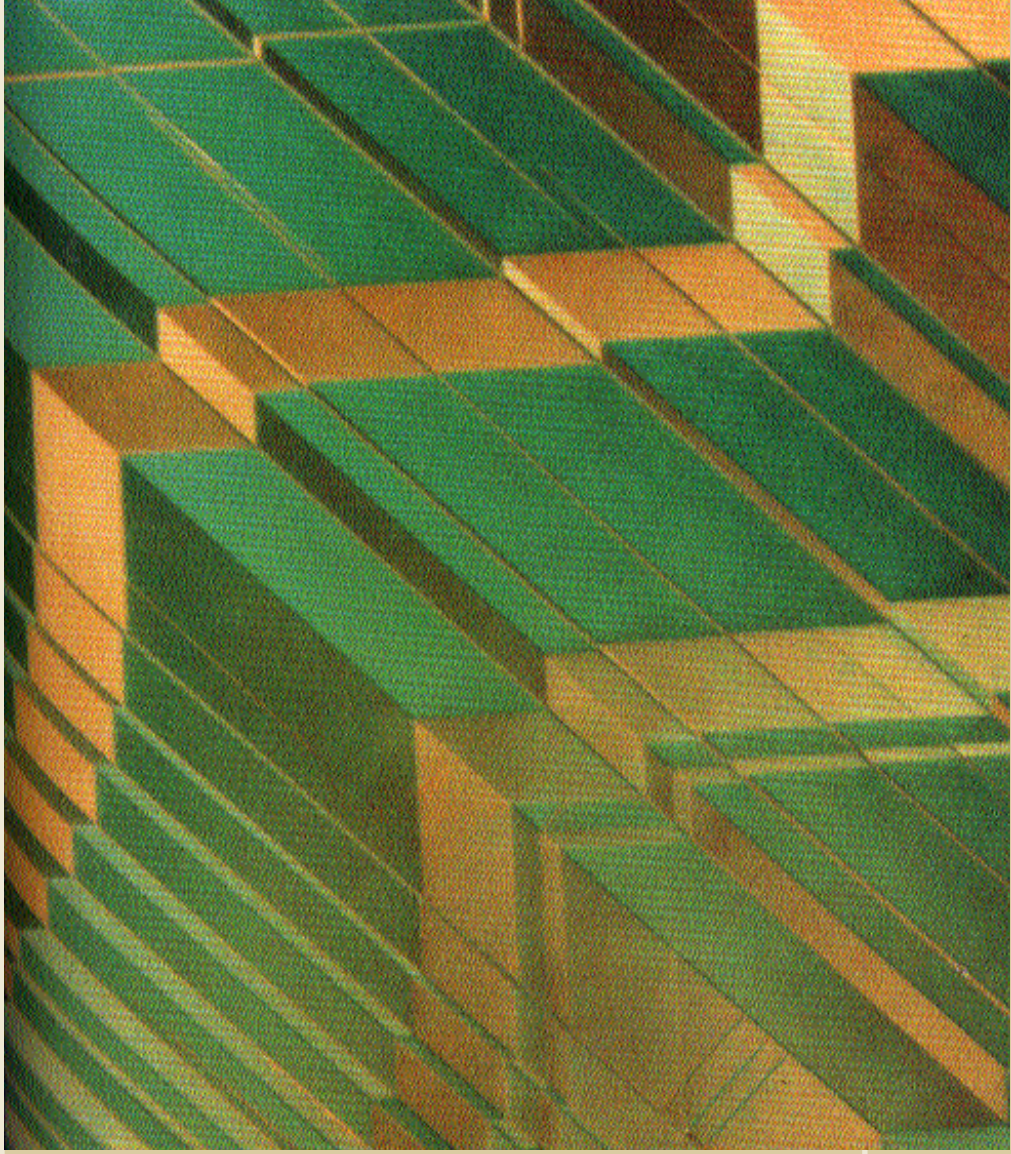
Buna karşılık, göstergeler cesaret verici ve bir hareketten en çok verimin alınabilmesi için insanın kendisini bitirmesinin gereksiz olduğunu gösteriyor olması da saatin bir avantajı sayılabilir. Ayrıca bu alet sayesinde herkes kendisine en uygun sporu seçebilir. Ama yine de içimizden kimilerinin çok iyi atletlere dönüşmesi için hâlâ biraz zaman gerekiyor. Yine de özellikle de tehlikeli olduğunu düşündüğümüz, güç harcamaktan çekindiğimiz kimi hareketlere yönelmek konusunda ilerleme kaydetmemize yardımcı olmaları açısından da bu aletlerin sağladığı yararı göz ardı etmemek gerekir.

Elif Yılmaz

Kaynaklar
Penel, H.P. *Science & Vie*, Mart 2000
http://www.polarusa.com

Maddelerin Mikrodünyası



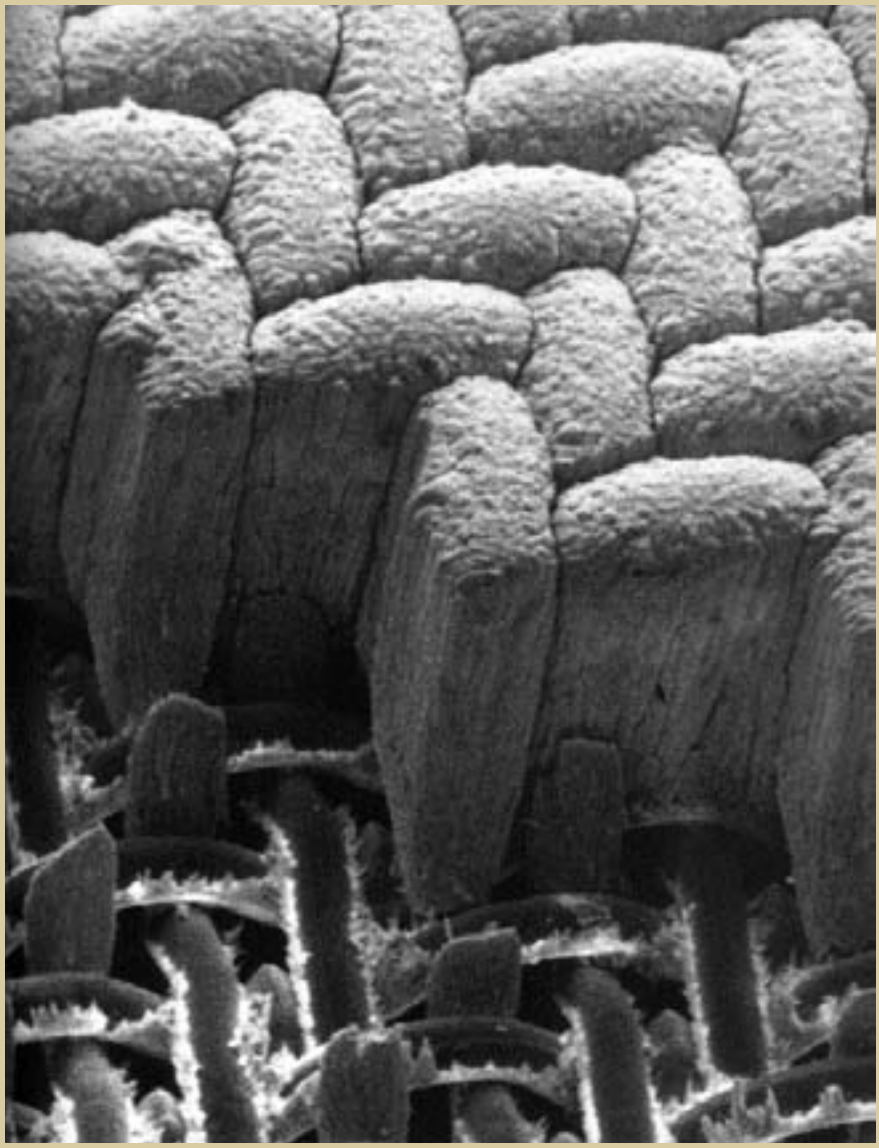


Bazı malzemeler her zaman beklenen özelliklere sahip olmazlar. Bir süperiletken seramik malzeme olan lantan-alüminatta bulunan atomik boşluklar buna bir örnektir. Bu malzeme aslında süperiletken filmler için mükemmel bir hammadde. Ancak, böyle kusursuz kristaller oluşturmak oldukça zor. Genellikle şekilde görüldüğü gibi merdiven benzeri kusurlar oluşuyor. Malzeme bilimcilerin en öneli uğraşlarından biri de bu tür kusurları giderecek yeni yollar bulmak.

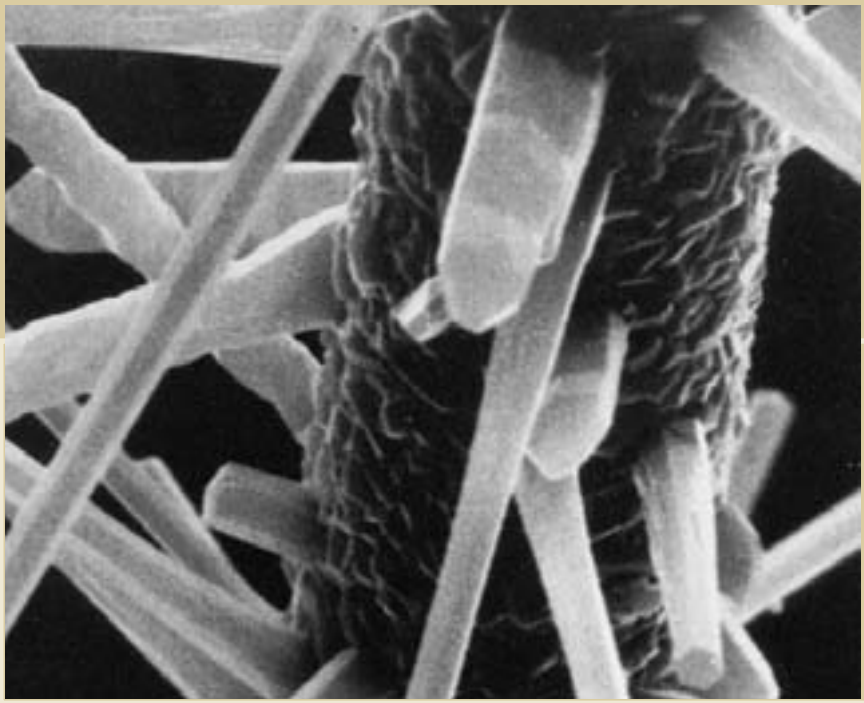
Malzeme bilimleri ve yoğun madde üzerine yapılan çalışmaların gündelik yaşamdaki uygulamaları neredeyse yaşamımızın bir parçası haline geldi. Bilim adamları, artık malzemelerin moleküler bağlarıyla oynayabiliyor, maddenin kristal yapısını neredeyse tümüyle değiştirebiliyorlar. Bunlar da yepyeni uygulama alanları ve teknolojilere kapı açıyor. Örneğin, daha ince ve sağlam plastik malzemeler tasarlamak, çeliğin yerine kullanılabilen ve çelikten çok daha hafif olan polimerler üretmek, standart ve görece kullanışsız yarı-iletkenler yerine yüksek kapasiteli transistörler inşa etmek, hatta bir toz zerreciğinden bile daha küçük lazerler üretmek, yalnızca bir çocuk oyuncağı. Fizikçiler, şimdilerde, atom ve moleküllerle oynayarak, kusursuz ve hassas katı maddeler oluşturmaya yoğunlaşmış durumdalar. Bunun sonucunda yeni kuşak "süperalaşımlar" elde etmeyi umuyorlar. Plazma spreyi adı verilen bazı teknikler yardımıyla, traş bıçaklarından yapay kalça eklemlerine, askeri silahlardan uçakların dış yüzeylerine kadar, çok değişik alanlarda kullanılabilecek yeni kaplama malzemeleri tasarlanabiliyor. Benzer yöntemlerle, hassas bir şekilde kontrol edilebilen kusursuz malzemeler üretmek de mümkün görünüyor. Çünkü, son yıllardaki en önemli buluşlardan biri olan taramalı tünelleme mikroskopları ve bunların yeni kuşak benzerleri sayesinde, herhangi bir malzeme yüzeyindeki atomları tek tek hareket ettirmek hiç de zor değil. Bu çalışmaların bir diğer ayağıysa çok minik yapılar üretmek. Artık mikroteknoloji yerini yavaş yavaş nanoteknolojiye bırakıyor. Bu sayede de insan saçının yarısından bile daha ince küçük dişliler ya da başka mekanik aygıtlar ve görünemeyecek denli küçük kristaller üretilebiliyor. Örneğin, özel teknikler yardımıyla silindir şeklinde sıralanmış karbon atomlarının oluşturduğu nanotüpler yapılarak çok minik kablolar olarak kullanılabiliyor. Yoğun madde fiziğinin diğer önemli uygulamalarından biri, hiç kuşkusuz, dizüstü bilgisayarlarda ve düz ekranlı görüntüleyicilerde kullanılan sıvı kristaller. Sıvı kristaller, hem sıvı hem de kristal özellikleri birlikte taşıdıklarından bu ismi almışlar. Bu kristallerin en ilginç yanlarından birisi, tüm fiziksel özelliklerini değiştirmenin çok kolay olması. Böyle bir etkiyi başka malzemelerde, örneğin, süperiletkenlerde, polimerlerde ya da mıknatıslarda gözlemek için, bu malzemelerin moleküler düzeyde düzensiz yapıdan düzenli yapıya geçmelerini, diğer bir deyişle bir faz geçişini sağlamak gerekir. Zaten son yıllardaki en büyük araştırma konularından birisi de bu tür geçişleri diğer malzemeler için de sağlayabilmek. İşler yolunda giderse, yepyeni teknolojiler gündeme gelecek ve bu da belki yaşamımızı tümüyle değiştirecek.



Fizikçiler, 1955 yılında ilk sentetik elması üretmeyi başardılar. Bu işlem sırasında, elmasın doğal oluşumu için gerekli çok büyük basınç ve sıcaklık koşulları oluşturulmaya çalışıldı. Bunun için, karbon üzerine santimetre kareye milyarlarca kilogram ağırlık düşecek bir basınç ve 1370 °C'lik sıcaklık uyguladılar. Sonuç ise şekilde görüldüğü gibi 1 karatlık sentetik bir elmas.

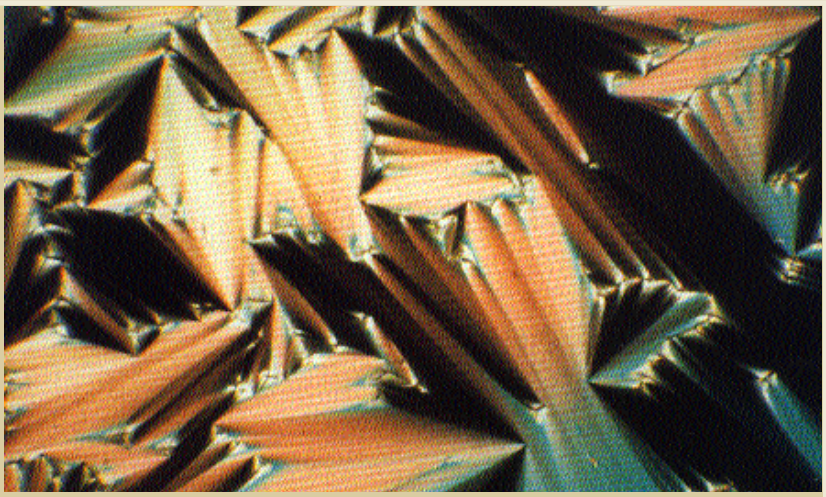


20. yüzyılda fizikçiler, molekülleri ve atomları mikroskopik ölçeklerde yeniden düzenlemek için değişik yöntemler aradılar. Bunlar arasında en başarılı olan yöntemde, bir yüzey üzerine yerleştirilen ince bir bileşik buğusu katmanı kullanılıyor. Şekilde, bu yöntemle elde edilmiş bir tülbent üzerindeki sezyum-iyodin kristalleri görülüyor. Bu malzemeler X-ışını görüntüleyicilerinde kullanılıyor.



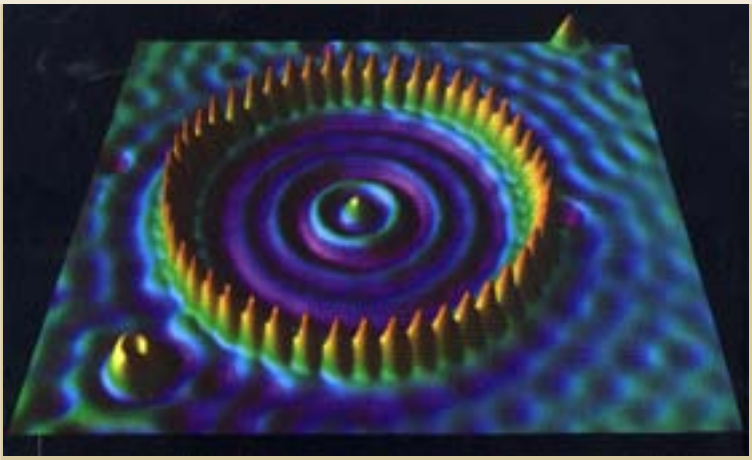
Malzeme bilimcilerin en önemli başarılarından biri, metallerin çoğu özelliklerini taşıyan, ancak metal olmayan malzemeler üretmeleri oldu. Bunlar, çok daha hafifler ve çok yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılar. Şekildeki taramalı elektron mikroskobu görüntüsünde, 1300 C dereceye kadar ısıtılıp azot gazına maruz bırakılmış kalın bir silikon lifi görülüyor. Bu çalışmalar aslında, daha dayanıklı seramik kompozit malzemeler üretmek için yapılan girişimlerin ilk adımları.

Sıvı kristaller, hesap makinelerinde, dijital saatlerde ve bilgisayar ekranlarında yaygın olarak kullanılan malzemeler. Şekilde, sıvı kristal oluşturacak biçimde düzenlenmiş moleküller grubu görülüyor. Bu malzemeler, çünkü bir katı kristal yapıya çok benzerlik gösterdikleri için kristal, molekülleri kendi etraflarında rahatça hareket edebildiği için de sıvıdırlar. Gösterdikleri kristal özellik sayesinde, moleküllerin dizilişine bağlı olarak üzerine gelen ışığı geçirir, büker ya da geçmesini engellerler.

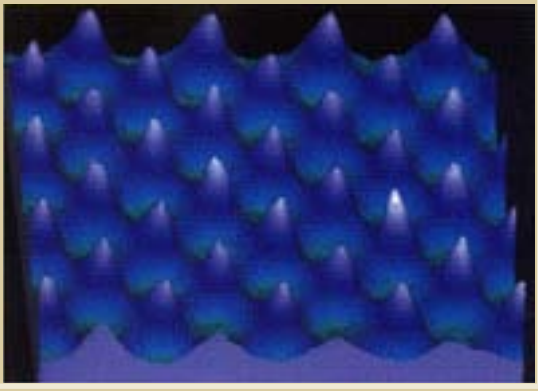




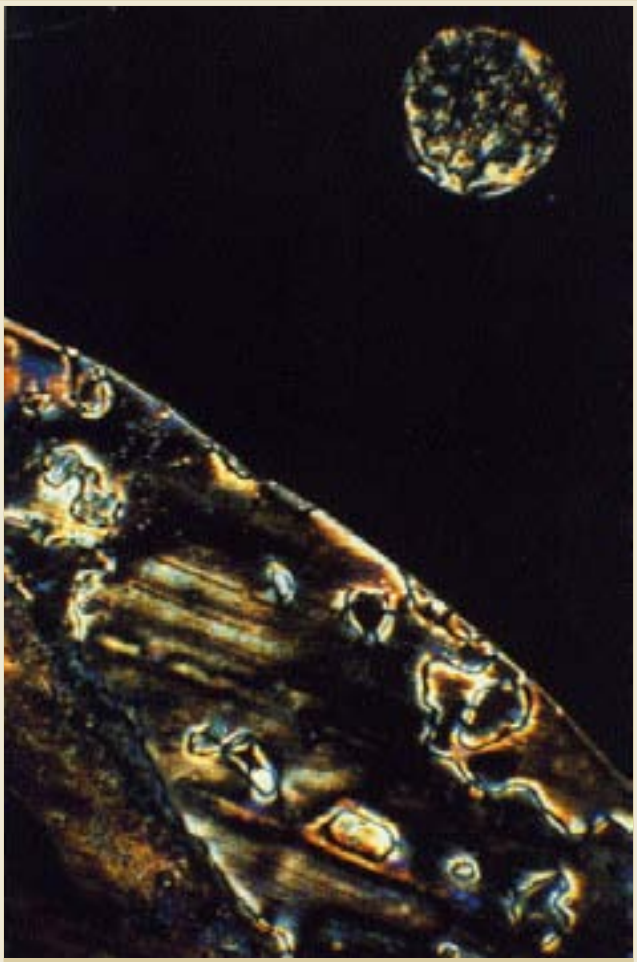
Fizikçiler, minik elektrik alanları uygulayarak sıvı kristallerin moleküler dizilişlerini değiştirebiliyorlar. Böylece, ışık kaynağına bağlı olarak sıvı kristaller saydam ya da ışık geçirmez olabiliyorlar. Sonuçta ortaya çıkan ışık desenindeki siyah benekler ekranda sayıları ve harfleri gösteriyor.



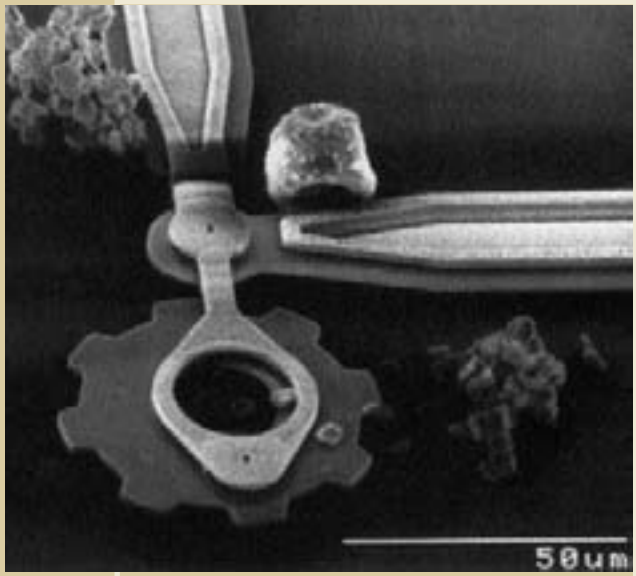
Şekilde, bir bakır kristalinin, yüzeyindeki 48 adet atomuyla tek tek oynanarak oluşturulmuş bir çember görülüyor. Çoğu metalde olduğu gibi, bakır kristalinin elektronları da dış atomlar arasında serbestçe hareket edebilirler. Bu hareketleri sırasında, elektronlar kristalin içine nüfuz etmezler. Bunun yerine, aynı bir pencere camından akan su tabakaları gibi yüzey boyunca hareket ederler. Bir engelle, örneğin demir atomlarının oluşturduğu bir çemberle, karşılaştıklarındaysa kısmen geri yansırlar. Demir atomları içinde kıstırılmış dalgalar girişime uğrayarak çember şekilli daire oluşturular, dışarıda kalanlarsa şekildeki gibi gamze benzeri yapılar gösterir.

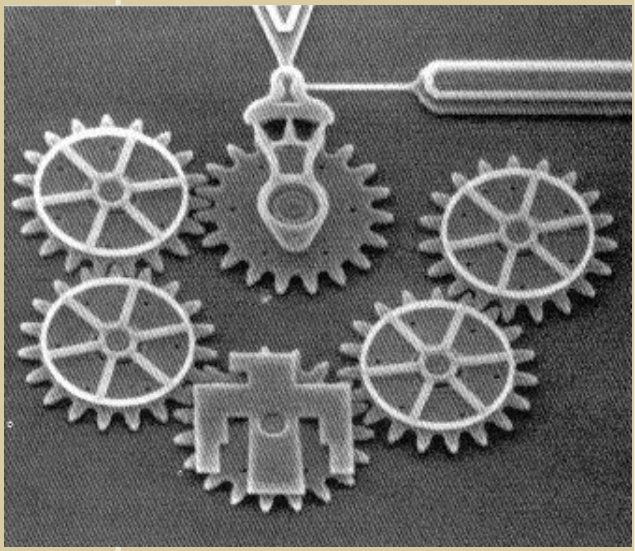


Parçacıklar dalga benzeri özelliklere sahiptirler ve bu dalgalar atom ölçeğinde yapılar üretmekte kullanılabilir. Şekilde, Bir silikon kristali üzerine tek tek yerleştirilmiş krom atomları görülüyor. Krom atomları arasındaki boşlukları kontrol etmek için, silikon tabakası boyunca uygulanan bir lazer ışığı dalgası kullanılıyor. Şekildeki, piyano teli, ya da org borusu şeklindeki durağan dalgalar, değişik enerji düzeylerinde bulunuyorlar. Şekildeki her atom arasındaki boşluk bir metrenin 213 milyarda biri kadar.



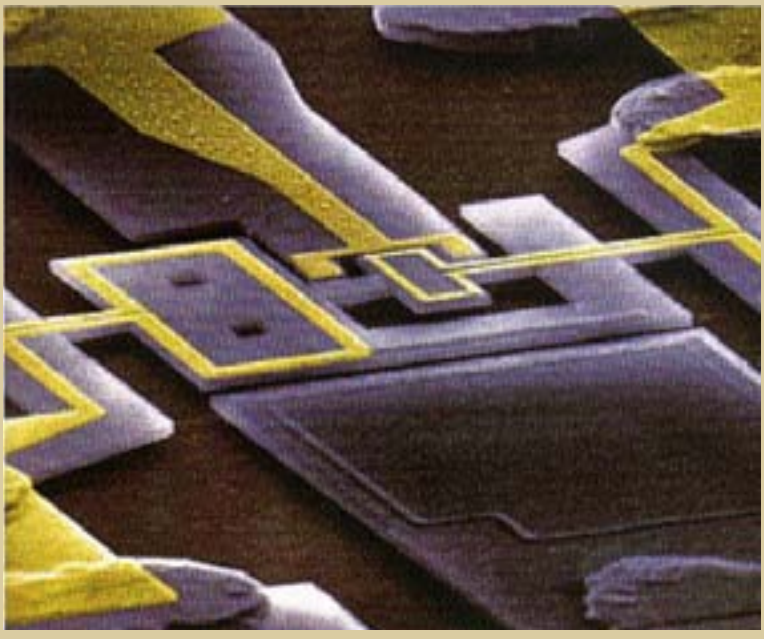
Şekilde, nematik olarak adlandırılan sıvı kristal formlarından biri görülüyor. Bu özel sıvı kristal formunda, kristal moleküllerinin uzun eksenleri birbirlerine ya paralel ya da paralele çok yakın bir diziliş gösterirler. Şekilde, bir nematik sıvı kristalin oluşumu sırasındaki başlangıç evresi görülüyor. Bu sıvı kristaller kol saatlerinde, hesap makinelerinde ve düz ekranlı panolarda kullanılıyor.





Mikro aygıtların boyutları artık bir metrenin milyarda biri (nanometre) ölçeklerine ulaştı. Dolayısıyla, bu tür yapıları üretmek için kullanılan teknolojiye "nanoteknoloji" adı veriliyor. Bilim adamları, özel bir bileşik katmanı üzerine çok hassas odaklama teknikleri kullanarak, yansıyan ışık desenlerinden minik şekiller oluşturabiliyorlar. Işık çarptığı yerde bileşiğin kimyasal özelliklerini değiştirir. Ardından katmanın ışığa maruz kalan bölgeleri ortaya çıkarmak için bir çözücüde banyo edilir. Foto-litografi adı verilen bu yöntem çok minik aygıtların parçalarını üretmekte kullanılıyor. Üstteki şekilde sağında bir polen zerreciği, sol üst ve sağ yanında kan hücreleri bulunan bir mikromakine görülüyor. Şekildeki ölçek çubuğu 1 metrenin elli milyonda biri uzunluğunda, yani bir saç telinden çok daha ince.

Alttaki şekilde görülen dişliler sistemiyse, bir otomobilin krank milindeki dişlilerden 100 kez daha hızlı dönebiliyor. Mikromakineler artık kan damarlarında ve diğer tıbbi süreçlerde yaygın olarak kullanılıyor.



Şekilde görülen aygıt, tek bir silikon kristali üzerine inşa edilmiş, küçük eletrik yüklerini sezebilen bir algılayıcı. Bu algılayıcının elektrodları altınla kaplanmış.

İlhami Buğdaycı

Kaynak: Suplee, C., Physics in 20th Century, New York, 1999



Elektrikli Uçaklar

Gök gürültüsüne benzer bir sesle irkilip başınızı göğe çevirdiğiniz çok olmuştur. Bu sesin nedeni gök gürültüsü değil de yakınlardan geçen bir uçaktır çoğu zaman. Özellikle geceleri, çevremizdeki seslerin sustuğu bir ortamda gece seferi yapan yolcu uçaklarının gürültüsü çok daha belirgin işitilir. Yolcu uçaklarının bu kadar gürültü çıkarmalarının nedeni, fosil yakıtlarla çalışan güçlü motorları. Uçaklarda bu motorların kullanılması sürdürüldükçe gece uykularımızdan daha çok uçaklar geçip gidecek. Bununla birlikte artık bu sorunun çözülebileceğine dair ipuçlarını görmek mümkün. Bilim adamlarının bir süredir bu sorunla ilgili bir proje üzerinde çalışıyor. Bu proje sorunu çözecek gibi görünüyor. Çözüm elektrikle çalışan motorlar kullanmaktan geçiyor. Bilim adamları böylece uçakların yalnızca sesiz değil, aynı zamanda çevreyi kirletmeyen doğayla dost uçuşlar yapabileceğini de söylüyorlar.

NASA'ya bağlı mühendisler, elektrik enerjisiyle çalışan uçaklar konusunda yeni projeler üzerinde duruyorlar. Bu projeleri yakın gelecekte gerçekleştirilebilir buluyorlar hem de. Öne sürülen bu projeye göre yeni yolcu uçaklarının, başka bir deyişle elektro-jumboların görünüşleri bugün kullanmakta olduğumuz yolcu uçaklarından pek de farklı olmayacak. Metrelerce büyüklükteki türbinler, havayı emecek ve hızlandırarak dışarı atacaklar. Ama bu sefer uçağı hareket ettiren güç türbinlerden değil, güçlü elektrik motorlarından gelecek. Bu aşamada karşılaşılabilecek bir soruna değiniyor uzmanlar: Böylesine büyük bir elektrik enerjisini ne sağlayabilir? Uçağın elektrik motorları böyle bir gücü nasıl sağlayabilir? Herhalde akümülatörlerle değil. Akümülatörler bu iş için çok ağır olacaktır. Gerekli enerjiyi üretecek bir akünün çok ağır olması yalnızca uçaklar için değil, diğer taşıtlar için de söz konusu. Sözgelimi bugüne değin istenen ölçüde, normal bir otomobil kadar pratik çalışan elektrikli bir otomobil yapılamadı. Bunun birçok nedeni var. Bununla birlikte en büyük nedenlerden biri yine akümülatörlerdir. Aküler aracın hareket edebilmesi için gerekli elektriği üretecek boyutlarda yapıldığında o kadar ağırlaşıyor ki, bunlara araçta yer ver olanaksız duruma gelmektedir.

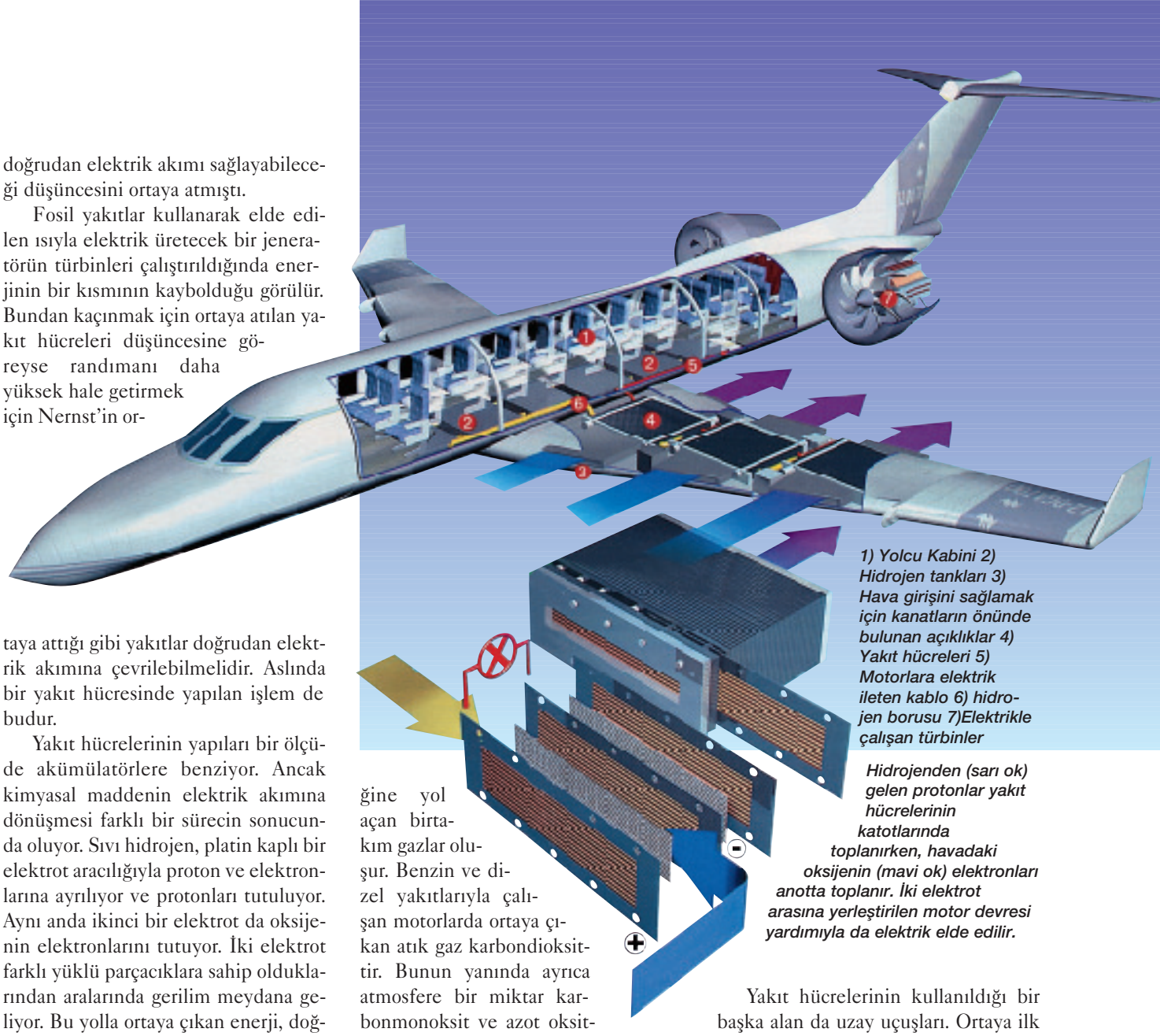


Akülerin elektrikli araçlar yapmadaki umut kırıcı durumlarına karşın bu düşünce geçerliliğini yitirmiyor. Elektrikle çalışan otomobiller üretme düşüncesinin adındaki bazı firmalar gelecek için umutlandırıcı bir seçenek geliştirdiler: Yakıt hücreleri. NASA'daki mühendisler, bu yeni seçeneğin yalnızca otomobillerde değil, uçaklarda da kullanılabileceğini söylüyorlar. Bu seçenek gerçekleşirse uçakların geleceğini ciddi anlamda etkileyebilir.

Yakıt hücreleri bugün için sıklıkla kullanılmasa bile yeni bir buluş sayılmaz. İlk yakıt hücresinin 1839 yılında İngiltere'de Sir William Grove tarafından yapıldığı biliniyor. 1894 yılında da başka bir bilim adamı yakıt hücrelerinin temel ilkelerini ortaya koymuştu. Bu bilim adamı, termodinamiğin üçüncü yasasını bulan ve sonradan Nobel ödülü kazanacak Walther Hermann Nernst'di. Nernst yakıt hücrelerinin

doğrudan elektrik akımı sağlayabileceği düşüncesini ortaya atmıştı.

Fosil yakıtlar kullanarak elde edilen ısıyla elektrik üretecek bir jeneratörün türbinleri çalıştırıldığında enerjinin bir kısmının kaybolduğu görülür. Bundan kaçınmak için ortaya atılan yakıt hücreleri düşüncesine göreyse randımanı daha yüksek hale getirmek için Nernst'in ortaya attığı gibi yakıtlar doğrudan elektrik akımına çevrilebilmelidir. Aslında bir yakıt hücresinde yapılan işlem de budur.



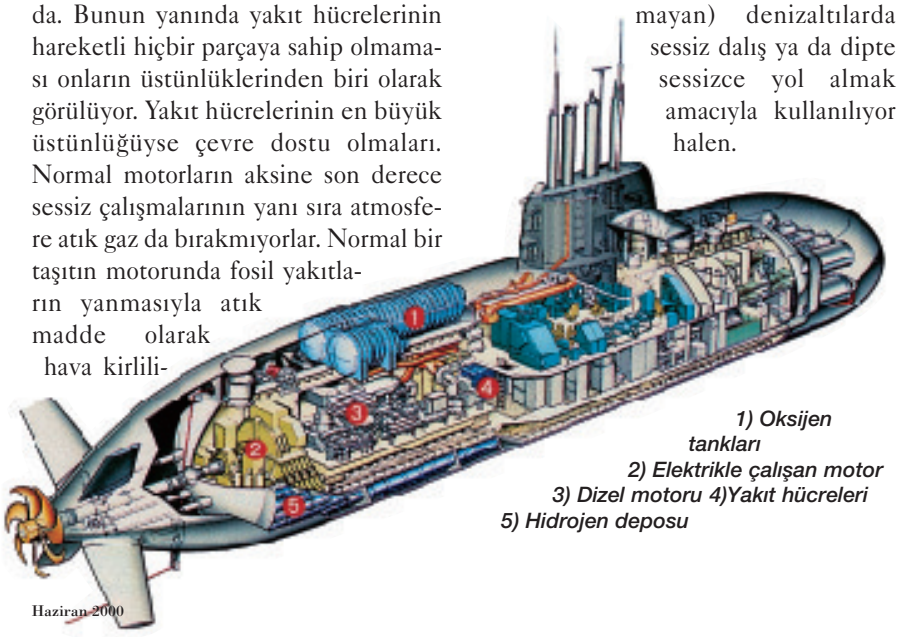
1) Yolcu Kabini 2) Hidrojen tankları 3) Hava girişini sağlamak için kanatların önünde bulunan açıklıklar 4) Yakıt hücreleri 5) Motorlara elektrik ileten kablo 6) hidrojen borusu 7)Elektrikle çalışan türbinler

Hidrojenden (sarı ok) gelen protonlar yakıt hücrelerinin katotlarında toplanırken, havadaki oksijenin (mavi ok) elektronları anotta toplanır. İki elektrot arasına yerleştirilen motor devresi yardımıyla da elektrik elde edilir.

Yakıt hücrelerinin yapıları bir ölçüde akümülatörlere benziyor. Ancak kimyasal maddenin elektrik akımına dönüşmesi farklı bir sürecin sonucunda oluyor. Sıvı hidrojen, platin kaplı bir elektrot aracılığıyla proton ve elektronlarına ayrılıyor ve protonları tutuluyor. Aynı anda ikinci bir elektrot da oksijenin elektronlarını tutuyor. İki elektrot farklı yüklü parçacıklara sahip olduklarından aralarında gerilim meydana geliyor. Bu yolla ortaya çıkan enerji, doğrudan kullanılabiliyor. Böylece, motorlar ya da diğer elektrikli araçlar işletilebiliyor.

Yakıt hücrelerinin avantajları oldukça doyurucu görünüyor. Oldukça yüksek bir randımanla çalışabiliyor yakıt hücreleri; bunu oranı % 70 civarında. Bunun yanında yakıt hücrelerinin hareketli hiçbir parçaya sahip olmaması onların üstünlüklerinden biri olarak görülüyor. Yakıt hücrelerinin en büyük üstünlüğüyse çevre dostu olmaları. Normal motorların aksine son derece sessiz çalışmalarının yanı sıra atmosfere atık gaz da bırakmıyorlar. Normal bir taşıtın motorunda fosil yakıtların yanmasıyla atık madde olarak hava kirliliğine yol açan birtakım gazlar oluşur. Benzin ve dizel yakıtlarıyla çalışan motorlarda ortaya çıkan atık gaz karbondioksittir. Bunun yanında ayrıca atmosfere bir miktar karbonmonoksit ve azot oksitler de salınır. Oysa hidrojen kullanarak çalıştırılan yakıt hücrelerinde ortaya çıkan yan ürün yalnızca su buharı.

Yakıt hücrelerinin bugüne değin kullanıldığı alanlardan biri de denizcilik aslında. Konvansiyonel (nükleer olmayan) denizaltılarda sessiz dalış ya da dipte sessizce yol almak amacıyla kullanılıyor halen.



1) Oksijen tankları 2) Elektrikle çalışan motor 3) Dizel motoru 4)Yakıt hücreleri 5) Hidrojen deposu

Yakıt hücrelerinin kullanıldığı bir başka alan da uzay uçuşları. Ortaya ilk atılmalarından sonra yüz yılın üzerinde bir süre yakıt hücreleri kullanılabilir bir enerji kaynağı olarak görülmemişlerdi. 1950'li yıllara gelindiğindeyse bu düşünce uzay uçuşlarında kullanılabilecek bir kaynak olarak NASA'nın ilgisini çekmeye başladı. O yıllarda uzay araçlarında kullanılacak elektrik için güneş panelleri, akümülatörler ya da nükleer güç kullanılması da gündemdeydi. Ancak bu üç seçeneğin de bazı olumsuz yanları vardı. Güneş enerjisi panelleri pahalıydı ve istenen randımanda enerji üretemiyorlardı. Aküler hem oldukça ağırdı hem de ömürleri de oldukça sınırlıydı. Nükleer enerji yoluyla elektrik üretmekse araç müretebatı için zararlı görülüyordu. Bu koşullar içinde yakıt hücrelerinin gündeme gelmesine şaşırmamak gerek. Bir süre sonra bunların, uzay ortamı için ideal enerji kaynakları olduğu görülecekti. Yakıt hücreleri, bu performansları nedeniyle Gemini, Apollo gibi insan-

lı uzay uçuşu programlarında uzay araçlarının enerji gereksinimlerini karşıladı. Bugün uzay mekikleri de yakıt hücrelerinden aldıkları enerjiyle besleniyorlar. 12 kW'lık yakıt hücreleri mekiklerin elektrik gereksinimlerini karşılıyor.

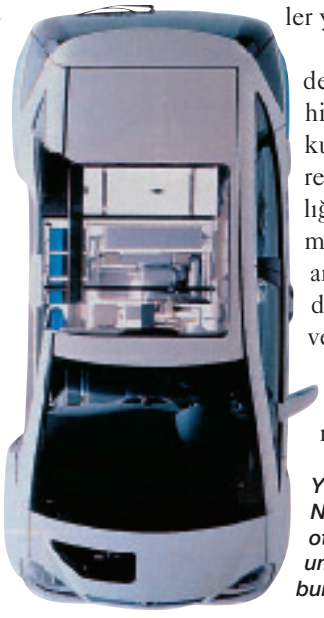
Yakıt pillerinden elektrik enerjisi elde etme yöntemi, gündelik yaşamda kullanım için hâlâ çok pahalı. Bununla birlikte otomobil endüstrisindeki birçok firma bu sorunun çözümü için çalışıyor. Yakıt hücrelerinin nasıl daha basit, daha ucuz ve daha küçük yapabiliriz? Birçok bilim adamı ve mühendis kendilerine bu soruyu soruyor. Bu çalışmalarının ileride başarıya ulaşacağının ipuçları daha bugünden görülmeye başladı bile. Sözgelimi Daimler-Chrysler firması kısa süre önce NECAR 4 adını verdiği aracı dünyaya tanıttı. NECAR, aslında 1990'ların başlarında başlatılan bir projenin ortak adı. New Electric Car (Yeni Elektrikli Otomobil) sözcüklerinin kısaltması olan ilk NECAR otomobili 1994 yılının Mayıs ayında üretilmişti. Bu otomobilin üreticisi Daimler-Benz şirketi yakıt hücreleriyle üretmeyi tasarladığı araçlar için bir de takvim duyurmuştu. Buna göre şirket 2005 yılında yakıt hücrelerinden elde edilecek elektrikle çalışacak 100 000 araç yapmayı planlıyordu. 1994 yılında üretilen NECAR 1, iki kişiyi taşıyabiliyordu. Aracın menziliyse 130 km'ydi. İki yıl sonra şirket bu kez NECAR 2 adını verdiği aracı dünyaya tanıttı. NECAR 2 birçok bakımdan ilk modelden daha gelişmişti. Altı yolcu taşıyabiliyordu ve saatte 90 km hıza ulaşabiliyordu. NECAR 2'nin menzili geliştirilmiş, 250 km'ye çıkarılmıştı. NECAR serisinin üçüncü otomobili 1997 yılının eylül ayında halka tanıtıldı. Aracın kendinden önceki modellere göre bir farkı vardı. Yakıt olarak hidrojen yerine metanol kullanıyordu. Metanoldaki hidrojen otomobilin seyri sırasında ayrıştırılıp yakıt pillerine veriliyordu.



Elektrikli planör Antares

Yakıt hücrelerinde hidrojenin yanı sıra metanol, etanol, doğalgaz gibi maddeler de kullanılabiliyor. Bu yakıtlar benzin ya da mazot kadar çok olmasa da atık madde olarak zehirli ya da sera etkisine yol açan gazlar yayabiliyorlar. Bu anlamda hiçbiri hidrojenin çevre dostu niteliğine tam olarak sahip olamıyor. Bunun yanında hidrojenin sağladığı enerji verimine de ulaşamıyorlar. Öte yandan metanolün sahip olduğu üstünlükler de var. Metanol benzin gibi oda sıcaklığında sıvı bir madde. Hidrojenin depolanması için sıvı hale getirilmesi ve termos benzeri depolarda saklanması gerektiği hatırlanırsa metanolün ne denli üstün yanları olduğu anlaşılabilir. Taşıtlarda metanol için gereken yakıt deposu hidrojeninkinden çok daha küçük ve hafif olacaktır. Bunun yanında gelecekte metanolle çalışan araçlar fosil yakıtlarla çalışan araçların yerini alırsa benzin istasyonlarında da büyük değişiklikler yapma gereği olmayacak.

Yakıt olarak önceki modellerinden farklı olarak hidrojen yerine metanol kullanan NECAR 3, 40 litre metanolle 400 km uzaklığa erişebiliyordu. Diğer modellerde olduğu gibi bu aracın egzoz borusundan da dışarı su buharı çıkıyor ve oldukça sessiz ilerliyordu. 1999 yılının Mart ayında dünyaya duyurulan NECAR 4, ilk iki modelde olduğu gibi hidrojenle çalışan yakıt hücresi kullanıyordu. 55 kW'lık bir motora sahip olan NECAR 4, saatte 145 km hıza çıkabildiğini gösterdi. Aracın menziliyse öncekilerden daha ötelere, 450 km uzağa uzanıyor. NECAR 4 bugüne dek elektrikle çalışan otomobiller arsında en iyi özelliklere sahip olan araç. Bu da uzmanları umutlandırıyor. 2005 yılında üretilmesi planlanan ve gelecekte daha yaygın kullanılması beklenen araçların kısa sürede benimseneceğini söylüyorlar.



Yakıt hücreleriyle çalışan NECAR serisi otomobiller gelecek için umut veriyor. NECAR 4, bunların en gelişmişi.

Yakıt hücreleriyle çalışan araçların araştırma geliştirme projelerine çok yüksek bütçeler ayrılıyor. Uzmanlar yakıt hücrelerinden sağlanan elektrikle çalışacak otomobillerin gündelik yaşama girmesinin ardından hızla yaygınlık kazanacağını düşünüyorlar. Bu aşamadan sonra beklenense, yakıt hücreleriyle çalışan uçakların kullanılmaya başlaması. Aslında otomobillerin ardından gelecek elektrikle çalışan uçaklar tarihin tekrarı olarak görülebilir. Geçtiğimiz yüzyılın başlarında, içten yanmalı motorların otomobillerde kullanılmaya başlamasından kısa süre uçaklara da takılması günümüzde yaşananlara benzerlik gösteriyor. Uzmanlar benzer şekilde otomobillerin, bu yüzyılda da uçakların önünü açacak gelişmelerin kaynağı olacağı düşüncesini paylaşıyorlar.

İlk jet motorlu uçak 27 Ağustos 1939'da uçmuştu. Havacılıkta pervaneli uçakların egemen olduğu o yıllarda, Alman Heinkel firması tarafından üretilen He 178 modeli bir uçak, yeni geliştirilmiş bir motorun denemesini yapıyordu. Bu denemeyi 1941 yılında İngiltere'de gerçekleştirilen bir başka jet motorlu uçuş izledi. Bunun ardından gelişmeler peşpeşe geldi. Günümüzdeyse uçakların büyük çoğunluğunda jet motoru kullanılıyor. Uzmanlar şimdi şu soruyu soruyorlar kendilerine: Yakıt hücreleri aracılığıyla uçaklarda yeni bir devrim mi yaşanacak? Elektrikli motorlar jet motorlarının yarattığına benzer bir etki yaratabilecek mi? NASA mühendisleri buna neredeyse kesin gözüyle bakıyorlar. Bunun olması için de yakıt hücrelerini binlerce Megawatt güç üretebilecek seviyeye çıkarmak için çalışıyor-



Yakıt hücrelerinin yalnızca küçük araçlar için değil, Airbus gibi büyük taşıtlar için de kullanılması düşünülüyor. Döşemenin altına yerleştirilecek hidrojen tankları, uçağın enerji gereksinimini karşılayacak.

lar bugünlerde. Bu hedef gerçekleştiğinde büyük bir yolcu uçağı, sözgelimi bir Airbus A340 için gerekli enerji sağlanmış olacak. Bir Airbus A340'ın havalanabilmesi için 70 tonluk bir itiş gücü gerekiyor. Bunun için binlerce kW güce gereksinim var. Bu da bir otomobilin hareket etmesi için gerekenin çok üzerinde. Bu nedenle bu güçte bir elektrik motorunun hafif, aynı zamanda da ucuz olması da gerek.

NASA mühendisleri yakıt hücreleriyle çalışacak bir uçağın işleyişini çoktan tasarlamışlar. Buna göre yakıt hücreleri uçağın kanatlarına yerleştirilecek. Halen uçaklarda kullanılan ve kerosin depolanan büyük tankların yerini uçağın gövdesine yerleştirilecek ve çok daha küçük olacak hidrojen tankları alacak. Uçuş sırasında kanatların önündeki kapakçıkların kaldırılmasıyla hava kanatlardan içeri girecek. Havadaki oksijenin elektronları yakıt hücrelerinin anotlarında toplanırken hidrojenden gelen protonlar da katotlarında toplanır. İki elektrot arasına yerleştirilen motor devresinden de elektrik akımı geçer. Hidrojende elde edilecek protonla birlikte de elektrik akımı elde edilecek. Bu şekilde elde edilecek elektrik uçağın rahatlıkla uçmasını sağlayacak.

Bu projede elbette kimi zorluklar var. Sözgelimi hidrojen, tanklara kerosin kadar kolay depolanamıyor. Hidrojen gaz halindeyken çok yer kapladığı için sıvı halde, -180° C'de tutulması gerekiyor. Hidrojeni sürekli bu ısıda tutmak için bulunduğu tankların tıpkı bir termos gibi çevreden yalıtılmış olması gerekiyor. Bu yapıda bir yakıt tankının da uçağın ağırlığını artıracak olması bir başka sıkıntı nedeni. Bu soruna önerilen çözüm tıpkı yakıt hücreleriyle çalışan otomobillerde olduğu gibi hidrojen yerine metanol kullanılması. Yakıt hücrelerinde hidrojen kadar verimli olmasa da, düşük ısı ve yalıtma gerektirmeyen metanol de oldukça kullanışlı. Metanol uçaklarda benzin ya da kerosin kadar kolay depolanabildiği için hidrojenden daha kullanışlı görünüyor. Metanol kullanan bir yakıt hücresiyle elde edilecek elektrikle çalışacak bir uçakta yakıt tankları doğal olarak hidrojenli yakıt hücreleri kadar ağır olmayacak.

Aslında benzinle ya da kerosinle çalışan motorlar yerine hidrojen kullanılması çok da kolay olmayacak. Hidrojen kullanan yakıt hücrelerinin yaygınlaşması ve kullanımının pratikleşmesi için hidrojen üretiminin de artması ve ekonomikleşmesi gerekli. Benzin istasyonlarının yerini hidrojen istasyonlarının alması, dağıtımın yapılabilmesi için bir ağ kurulması için ciddi anlamda yapısal değişikler yaşanması gerekli. Bu da kısa sürede ucuz ve kolay bir iş olmayabilir. Günümüzde üretilen hidrojen miktarının böyle bir projenin gereksinimlerini karşılayacak ölçüde olmadığı da açık.



Yakıt hücreleri uzunca süredir uzay uçuşlarında fosil yakıtların alternatifi.

Günümüzde gerek otomobillerde, gerekse uçaklarda olsun, yakıt hücreleri yoluyla elde edilecek elektrikle çalışan araçlar üzerinde gittikçe daha fazla durulduğunu söylemek mümkün. Bazı ülkeler küçük uçaklarda ya da helikopterlerde yakıt hücresiyle denemeler yapmaya, prototipler üretmeye başladı bile. NASA'nın elektrikle çalışan araçlar üzerinde ne kadar önemle durduğu biliniyor. Avusturya, Almanya gibi ülkeler de elektrikli uçaklar üzerinde projeler geliştiriyor. Avusturya'nın 25 yıldır sürdürdüğü elektrikli planör Brditschka HB 3 bunlardan biri. Uçağın pervaneli motoru bir akünün sağladığı elektrikle çalışıyor. Benzer bir elektrikli uçak projesi de Alman Antares projesi. 42 kW'lık bir motora sahip olan Antares, Metalhidrid akü yardımıyla 1800 metreye kadar tırmanabiliyor. Akülü motorları yardımıyla oldukça başarılı sonuçlar alan bu uçakların gelecekte yakıt hücresi ya da güneş paneli gibi yeni enerji kaynaklarıyla da donatılması düşünülüyor.

Görüldüğü gibi başımızın üzerinden geçen gürültülü uçaklara veda etmemiz kısa sürede mümkün olmayacak. Ama yine de elektrikli taşıtlar için çok fazla beklememiz de gerekmeyecek gibi görünüyor. Özellikle yakıt hücrelerinden elde edilen elektrikle çalışacak taşıtların gelecekte yaygınlaşacağını ve fosil yakıtla çalışan araçların yerini alacağını söylemek kehanet değildir artık.

Gökhan Tok

Kaynaklar:
Pletschacher, P., Bald sollen sogar Jumbos mit Strom fliegen, P.M., Mayıs 2000
http://www.enn.com/news/enn-stories/1999/03/031899/necar4_2203.asp
http://www.segelflug.de/firmen/lange.flugzeugbau/index.html

Mucize Giysiler



Kiri, teri ve mikropları yok eden bir kumaşla ilgilenir misiniz bayım?

"Hey arkadaşım! Kahvene dikkat et. Ah. Üzgünüm ama o kahverengi leke çiçekli kravatında gerçekten çok kötü duruyor. Ne kadara aldın onu? 75 dolar? Ohh. Ceketin de güzelmiş. Bükme yün mü? Hey büroya gelirken bütün yol boyunca koştun mu- yani gömleğinin üzerindeki çizgilere yayılan o koyu ter lekelerini görmezden gelemezsin. Ama eğer kollarını yanında tutarsan ve kravatının önünde bir dosya taşırsan kimse bir şey farketmeyecektir. Belki de öğle yemeğinden vazgeçip üzerini değiştirmek için bir koşu eve gidip gelebilirsin ve elbiseleri kuru temizlemeye bırakabilirsin. Öğle yemeği parasıyla da faturayı ödersin."

Bu dündü. Yarın, bu tür sıkıntılı ve pahalı kazalar tarih olacak; çünkü tekstil tasarımcıları, üzerine ne dökerseniz dökün yeni ve giyilebilir kalan kumaşlar geliştirmek için malzeme bilimcilerle ekip kuruyorlar. Bilindik pamuklular, yünlüler ve polyesterler, kendilerini oluşturan atomlarla kendilerini onarıyorlar. Bundan sonra giysiler yalnızca bedeni süsleyip pasif bir biçimde dış etkenlerden korumayacak. Kumaşlar artık çevreye uyum sağlamaları ve koku, bakteri, sıcak, soğuk ve kir halkasına girebilmeleri için molekül molekül yetiştiriliyorlar.

Kravattaki şu lekeyi alın. Aslında lekeyi değil. Teflonlu bir kravat satın alın ve kir aksın gitsin. Du Pont'un ürettiği kaygan polimer de ceketlerde, t-şhirt'lerde ve neredeyse giyilebilecek herşeyde kullanılmaya başladı. Bir zamanlar yanmış yağın kızartma tavasına yapışmamasını sağlayan şey, fiberleri koruması için değiştirildi. Sonuçta ortaya çıkan kumaşlar Hugo Boss ve Prada'nın vitrinlerinde moda dünyasındaki yerlerini de alıyorlar. Üstelik kuru temizleme faturalarını da yarıya indiriyorlar.



Daha ciddi bir sorun bedenin kendisinin kumaşa verdiği hasar. Terleme, insanın sıcaklık değişimlerini ayarlamak için gerçekleştirdiği basit bir işlev. Tekstil mühendisleri, vücut sıcaklığını her zaman rahat tutan ve serbestçe terlemeye olanak sağlayan "değişken fazlı kumaşlar" adını verdikleri ürünler yaratmak için çalışıyorlar. 10 yıl önce geliştirilen balmumumsu bir bileşik, ısındığında katıdan sıvıya dönüşüyor ve daha sonra yavaşça bu ısıyı dışarı veriyor. Soğutulduğundaysa katıya dönüşüyor- buzdan sıvıya, sıvıdan buza dönüşen su gibi. NASA ve ABD Hava Kuvvetleri bu malzemeyi pilotların ellerini sıcak tutmak için eldivenlerde kullanmayı planladı; ama düşünce bütçe kesintilerinin kurbanı oldu. Coloradolu işadamları Bernie Perry ve Ed Payne, bileşiğin patent haklarını satın aldılar ve yıllar süren denemelerden sonra içine faz değiştiren balmumu kapsülleri yayılmış kumaşla kaplı dağcı botları ürettiler.

Outlast adıyla üretilen malzeme, ayağı 10 derece gibi rahat bir sıcaklıkta tutan çorap gibi şeylerde kullanıldı.

Daha gelişkin faz değiştiren kumaşlar da yolda. ABD Tarım Bakanlığı araştırmacılarından Tyron Vigo son 10 yılı polietilen glikol denilen bir polimer geliştirmekle geçirdi. Vigo, "Polimer bir helise benziyor" diyor. "Halka şeklinde kıvrılıp açılıyor ve termal bir yay gibi davranıyor". Outlast kumaşı gibi, Vigo'nun değişken fazlı molekülleriyle doldurulan giysiler de giyeni sabit bir sıcaklıkta tutuyor. Ancak sıcaklık kontrolü sadece bir başlangıç. Vigo'nun becerikli malzemesi, giysilere ter bulaştığında işe yarayan başka hileler de uyguluyor. "Polietilen glikolda çok fazla hidrojen ve oksijen bulunuyor, bu yüzden suyu seviyor" diyor. Molekülün termal yayı, aşırı sıcakta terlemeyle karşılaştığında, örneğin çözülerek sıcağı hapsediyor ve suyu deriden uzaklaştırıyor. Eğer soğuk bir esinti olursa ve terleme durursa yay kıvrılarak sıcağı bırakıyor. Kumaş, sadece aşırı sıcak ve soğukta harekete geçip uygun bir sıcaklık sağlayacak biçimde ayarlanabilir.

Polietilen glikolü kumaşlara bağlamanın ucuz bir yolunu bulmak yıllar aldı. Ama artık şov zamanı. Wis-

consin Global Technologies'in başkanı Tom Lister, Vigo'nun madde üzerindeki patentini kiraladı ve polimer kaplı kumaşların gelecek yıl içinde dükkân raflarında görüleceğini umuyor. Mucize molekülü içeren giysilerin meziyetlerini sıralayan Lister'e göre "zehirli değil, mikroplara karşı etkili, kokuya neden olan bütün mikropları yok ediyor, antistatik, buruşmuyor ve çekmiyor". Moleküllerin esnekliği bütün kumaşları daha dayanıklı yapıyor ve kırışmaları önlerken, su çekme özelliği de statik yükleri yayıyor. Wisconsin Global Technologies'in yan şirketi Thermosense, faz değiştiren terlik ve eldivenler üretmeye başladı bile.



Ölü insan derileriyle beslenen toz maytlarını yok eden kumaşlar da geliştiriliyor.

Helise benzeyen polietilen glikol moleküller tıp endüstrisi için de bir nimet olacak. Hâlâ tümüyle anlaşılamayan nedenlerle mikroorganizmalar polimerli kumaşların üzerinde yaşayamıyorlar. Belki su dostu moleküller giysiyi öylesine kurutuyor ki, bakteriler yaşayamıyor; ya da daha büyük bir olasılıkla moleküller kumaş liflerini öyle değiştiriyorlar ki, üzerlerine bakteriler tutunamıyor. New york'ta Bayshore Holding'in başkanı John Artley'in umurunda değil; sadece bu özellikleri kullanmaktan memnun. Olası ürünler içinde enfeksiyonu önleyen sargı bezleri ve doktorları mikroplardan koruyan fırçalar bulunuyor. "Yatak örtüleri, battaniyeler, çoraplar, yara bantları ve bebek bezleri yapmayı planlanlıyoruz" diyor Artley. ABD Gıda ve İlaç Kontrol Dairesi, ürünleri gözden geçiriyor.

Katil giysiler yapmanın birden fazla yolu var. Seattle'da HaloSource, yüzme havuzlarında klor dengesini sağlamak için kullanılan bileşikler N-halaminleri kumaş lifleriyle birleştiren bir işlem geliştirdi. N-halaminleri pamuğa tutturmak, klor atomlarına tutunacak bir dal sağlıyor ve böylece klor, tıpkı yüzme havuzunda olduğu gibi mikropları öldürüyor. Bu yıl, HaloSource'un geliştirdiği klorla işlenmiş çoraplar, pikeler, sargı bezleri, tıbbi tulumlar ve hava filtreleri piyasayı sarsacak. Bir giysi etkisini yitirmeye başladığında, yeniden yüklenmesi için klorlu karışım içinde yıkanması yeterli.



Bu arada, İngiltere'nin Bradford kentinde Acordis Acrylic Fibers firması, yatakta bulunan böcekleri hedef alan bir kumaş geliştirdi. Normalde bir insan yatağını 2 milyon kadar toz ve ölü deriyi yiyen mikroskobik hayvanlarla paylaşıyor. Acordis'in böcek bilimciler, kimyacılar ve malzeme bilimcilerden oluşan ekibi, akrilik kumaşlarda şaşırtıcı bir değişiklik yaptı. Toz maytlarını (akarca) öldürmek için öncelikle, aracıları, yani akarcalar için ölü insan deri tabakalarını parçalayan Aspergillus adlı mantarları yok etmeleri gerekiyordu. Şirket, akrilik liflerin, mantarların üremesini durduran bir kimyasal maddeyi emmelerini sağladı. Mantarlar olmadan akarcalar sonunda açlıktan ölecekti.



Kumaşları atom atom biraraya getiren araçlardan, çok daha ileri mühendislik giysileri bile çıkacak. Bu tip nanoteknoloji fabrikaları kumaşların yapılış şeklini tamamen değiştirebilir. Bundan sonra artık dev fabrikaların bir gün içinde yüzlerce ton pamuğu işlemesi gerekmeyecek. "Onun yerine", diyor Molecular Manufacturing Enstitüsü'nün başkanı malzeme mühendisi David Forrest, "nanofabrikalar, bilindik kumaşları fotokopi makinesi büyüklüğünde mekanizmalardan çıkaracaklar. Azot, karbon ve hidrojen gibi ham maddeler, elementleri yeniden düzenleyip moleküllerin yörüngelerini kontrol edecek masaüstü mekanizmalara yerleştirilecek".

Forrest'in kafasında başka ne var? Kesik ve yırtıkların yerini belirleyecek algılayıcıları olan ve bunların, en başta kumaşın yapılmasında kullanılan aynı atomik elişiyle onarılmasını yönetecek mikposkobik robot ekibini alarma geçiren giysiler. Liflerdeki elektro-mekanik olarak kontrol edilen moleküller bir düğmeye dokunmakla bir kumaşın şeklini değiştirebilirler.

Nanoteknolojiyle üretilen giysiler kendilerini yıkayabilirler bile. "akarcalara benzeyen robotlar belirli zamanlarda kumaşların yüzeyini ovalayarak temizleyebilirler" diyor Forrest. Bu akarcalar kirleri sonradan toplanabilecekleri tek bir yere taşıyabilirler. Daha sonra, yıkama zamanı geldiğinde de suyu kumaşın içine taşıyabilirler. Bu hayallerin ne kadarı gerçekleşebilir bilinmez. "Bunu yapmak fevkalâde bir şekilde zor olabilir" diyor. "ama bilimin sınırları yok."

M. Wendy, "Wonder Wear", *Discover*, Ocak 2000
Çeviri: Selda Arıt



Kare Yelkenlerden, Kanat Yelkenlere...

Yelkenli Tekne Fiziği

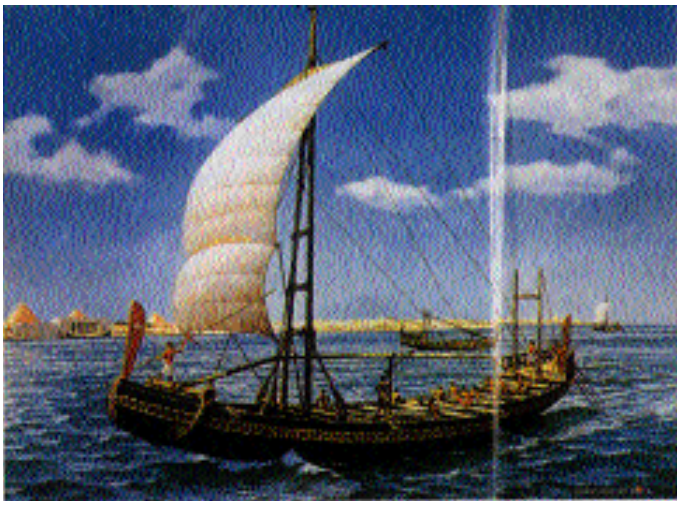
Gezegenimiz yüzeyinin büyük bir bölümü, üzerinde rüzgârlar esen sularla kaplıdır. İlk zamanlarından itibaren insanoğlu, kendisini ve değerli mallarını, kara taşımacılığından çok daha az bir zahmetle su üstünde taşımak için rüzgâr gücünden yararlanmıştı. Ve yüzyıllardır yelkenliler, okyanuslarla birbirinden ayrılmış, uzak kıtaların keşfedilmesinin ve daha sonra bu kıtalarla bağlantı kurulmasının tek yolu olmuştu. Günümüzde, buna benzer okyanus aşırı yolculuklardan en geçerli olanı, suyu çok aşağıda bırakarak, yüksekten uçmak. Yükseklerdeki rüzgârların yönü ve şiddeti eskiden olduğu gibi bugün de yolculuk süresini etkiler; fakat artık bu etki fazla önemli değil. Taşımacılığın biri çok modern, ötekiyse çok eski bu iki türü arasındaki görünüm, yapı malzemeleri, hareket hızları ve yükseklik farkları göz önünde tutulduğunda aralarında fizik ve teknoloji bakımından fazlaca ortak yan bulunmadığı düşüncesi herhalde bağışlanabilir. Gerçekte, bu yazının amacı, bunların arasındaki yakın bilimsel ilişkiyi göstermek.

Günümüzden 4000 yıl öncesine dönelim ve Mısır'da, rüzgâr kuzeyden güneye eserken, güneyden kuzeye doğru akan Nil nehri üzerinde kullanılan yelkenli tipiyle konuya girelim. Şekil 1'de görüldüğü gibi yelken akıntıya karşı güneye gitmek için açılıyor, akıntıyla kuzeye sürüklenirken de indiriliyordu. O zaman bile, geminin su üstündeki kısmına ters yönde esen rüzgârın etkisini önleyerek geminin akıntıda daha iyi tutunabilmesi için tekneden suya, uzunlamasına değil enlemesine tahtalar indirilmesi gerekiyordu (borda rüzgârı etkisi). Bu olay, katı, sıvı ve gaz arasındaki bu ilginç etkileşim sistemi içinde, katı kısmın hızı ve yönünün, sualtı ve su üstü kuvvetler dengesi tarafından belirlendiğini açıkça gösteriyor.

Bu kuvvetler arasında sualtı direnci (drag) bulunur ki bu da kabuktaki sürtünme, teknenin biçiminin yol açtığı direnç ve dalga yapan dirençten oluşur. İlk ikisi tekne hızının karesiyle büyüse de, pürüzsüz ve aerodinamik bir gövdeyle denetim altında tutulabilirler. Gerçekten tehlikeli olansa üçüncüsü. Su dalgaları, dağılma eğilimindedir ve dalga boylarının kare köküne oranlı hızlarla yayılırlar. Bu özellikler, dalgalandırmadan kaynaklanan direncin belli bir noktadan sonra aniden yükselmesine ve herhangi tonajdaki bir teknenin maksimum hızını, kendi boyundaki bir dalganın hızıyla sınırlamasına yol açar. 19. yüzyılda, İngiliz mühendis William Froude'un ortaya koyduğu bu ilginç olgu, Queen Elizabeth, Queen Mary ve United States adlı transatlantiklerin saatte 40 deniz mili hız yapabilmek için neden bu kadar uzun olmaları gerektiğini ve on metrelik sıradan bir yelkenlinin, saatte 20 deniz mili hızdaki bir rüzgâr tarafından itildiğinde bile niçin ancak 7 deniz mili hıza kadar çıkabildiğini açıklar. Bu engel, alt yüzeye ya da sualtı kanatçıklarına çarpıp Arşimet yasalarının tersine gövdeyi sudan dışarı iten suyun dinamik kuvvetiyle, ya da üstte ortak bir kamarayla birleşmiş iki ya da daha çok gövde kullanılarak aşılabilir. İkinci durumda, denge, yüzen cisimlerin uzaklığıyla sağlanır, ve bu gövdeler hız engelini aşmak için ince bir biçimde tasarlanır.

Şekil 2'deki gibi gemiler yapan Vikingler, bu istenmeyen sualtı direncini en aza indirgemek için gemilerine düz ve uzun bir biçim verme gereğini kavramış görünüyorlardı. Fakat

bence Vikingler yelkenden çok kürek kullandılar. Rüzgârda uçuşan yapraklar gibi değil, kendi istediği yönde gidebilen gerçek anlamda yelkenli denebilecek gemiler yapıp bunlarla uzun mesafeler kat edebilen önce Çinliler, daha sonra da Araplar oldu. Bu tür bir gemi, rüzgâr doğrudan B-A yönünde esse de A-B yönünde gidebilir. Çin ve Arap yelkenlileri (Şekil 3) zamanımızda da üretiliyor ve kullanılıyor; ancak bu gemilerin nasıl rüzgâra karşı gidebildiğini anlamak için öncelikle yelkenlerin nasıl çalıştığını görmeliyiz.



Şekil 1: M.Ö. 2000 yıllarında Nil nehrinde kullanılmış eski Mısır kare armadoru.

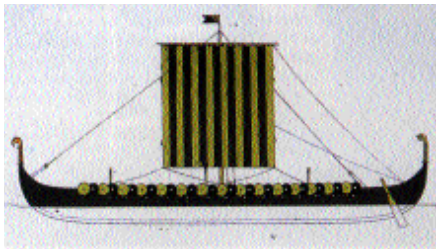
Farklı türden dirençlere karşı koyabilen enerji, havanın su üzerindeki göreli hareketinden kaynaklanır.Fakat bu enerjiyi ortaya çıkarmak ve istediğimizi yaptırmak için, deyim yerindeyse, bir ayağımızın suda olması gerekir. Ne denmek istendiğini anlamanız için, bir balonun üzerine yerleştirilmiş bir rüzgâr dinamosu düşünün. Balon ancak yere bağlı tutulduğu sürece dinamo enerji üretecektir. Eğer düzeneği serbest bırakırsanız tüm düzenek hava akımı ile sürüklenecektir; dinamo da etkili bir rüzgâr alamayacağından enerji üretimi duracaktır.

Kare Yelkenliler

Bu yazının başlığı kare yelkenlileri başlangıç noktası olarak aldığından, isterseniz şekil 4'teki gibi bu tür yelkenlerle donatılmış büyük bir gemiye göz atalım. Toplam bez alanının çok büyük bölümü, bumbalara asılmış dikdörtgen yelkenlerden oluşur. Bu tür yelkenler, zayıf bir paraşüt gibi iş görür ve rüzgâr akımı yönünde "direnç" diye adlandırılan bir kuvvet oluşturur. Böyle bir donanımla herhangi bir yere gidebilmek için, en az orta şiddetteki bir rüzgârı az çok arkanıza almanız gerekir. Rüzgâr güçlü olmalıdır; çünkü hızlanıp rüzgârla birlikte ilerlemeye başladığınızda, rüzgârın görünen kuvveti azalır. Önceden gördüğümüz gibi gövde üzerindeki direnç, suyun hızının karesini de aşan bir hızla artarken, rüzgârın görünen hızının karesi ile orantılı kuvvet azalacaktır. Bunun anlamı; eğer gövdenin hızına bu orta şiddetteki rüzgârlarda da erişmek istiyorsanız, resimde gördüğünüz gibi dev bir "hava çapası" alanına ihtiyacınız olacaktır. Bu, Mısır'ın çapraz tahtası büyük yatların dev balon yelkenleriyle aynı işlevi görür.

Burada, tehlikeli olan, rüzgâr hızının belirli bir güvenlik değerinin üstüne çıktığında, oluşan basıncın rüzgârın önünde daha hızlı giden gemi tarafından kaldırılamamasıdır; çünkü gemi zaten sınır hızına yaklaşmıştır. Bu nedenle, felaket darbesinin gücü, görünürdekihızının küpüyle artar ve biz gerçekte, hareketsiz bir cisimle, karşı konulmaz bir gücün o ünlü karşılaşmasına tanık oluruz. Yelken alanını azaltma tek çıkış yolu olarak kalsa da, şekil 5'te görüldüğü gibi, bu son derece olumsuz koşullarda gerçekleştirilen tehlikeli bir iş. Nitekim Horn Burnu'nu dönen her tekneden ortalama bir kişinin denize düşmesi tehlikenin kanıtı.

Fırtınada çırpınan büyük bir parça yelken bezi, çıldırmış birine benzer ve tümüyle kontrol dışıdır. Böyle bir yelkenin vereceği zararın korkusu ve yelkeni küçültme ya da indirme telaşı; çok şiddetli olmayan bir rüzgârda, düz bir deniz üzerinde, hatta duvardaki bir tabloda çok hoş görünen eski dev yelkenlilerin zavallı tayfaları gibi günümüz yatçılarının da kâbusu. Bu teknelerle ilgili romantizme karşı fazla tahammülüm yok. Bana göre bunların tasarımları tayfalara dayanılması güç yükler getirmiş ve uzun yolculuklarda disiplin yöntemlerinin genel özelliği olan acımasız şiddeti kaçınılmaz kılmıştır. O halde bu tür teknelerin dünyanın hiçbir yerinde taşımacılıkta kullanılmadığına şaşmamak gerek.







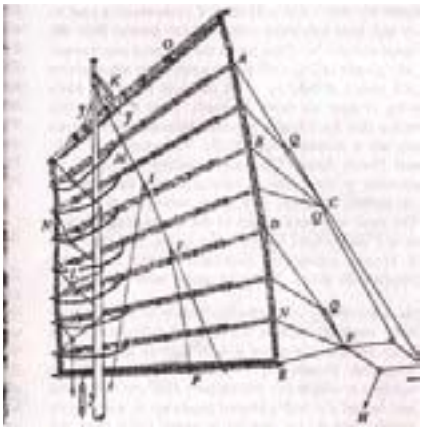
Şekil 2: Binlerce yıl öncesinden kare yelkenli, büyük Viking gemisi. Şekil 3: Arap ve Çin yelkenlileri. Rüzgâra karşı yüzebilen ilk araçlardandırlar. Şekil 4: Üç direkli kare armador. Yelkenle okyanusu aşan en büyük gemilerdir.

Denizciliğin Havacılığı

Daha önce sözü edilen Çin yelkenlilerinin son derece akıllıca tasarlanmış, güvertedeki birisi tarafından,



Şekil 5: Kare armadorlarda, dalgalı denizde sudan oldukça yukarıdaki seren ucuna tutunmuş yelkeni sararlarken.

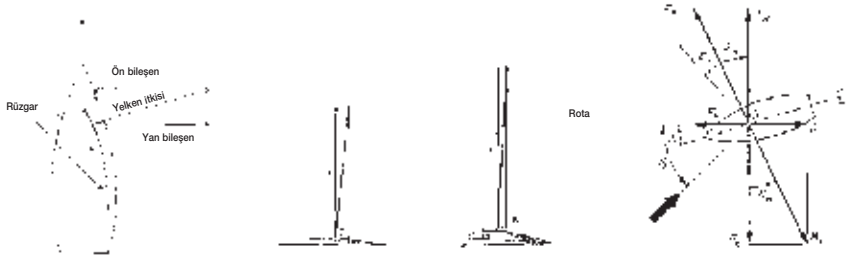


Şekil 6: Güvertedeki bir kişi tarafından açılıp indirilebilen bir Çin ana yelkeni.

jaluzi perde gibi kademeli olarak açılıp kapatılabilen yelkenleri vardı. Daha da önemlisi yelkenlerin malzeme ve biçimleri, geminin rahatlıkla rüzgâra karşı gidebilmesini sağlıyordu; hem de Avrupalıların bunu gerçekleştirebilmelerinden yüzlerce yıl önce. Bunun nasıl olduğunun anlaşılması için, yelkencilikle havacılık arasındaki ilintinin açıklanması gerekiyor.

Bir levhaya, küçük bir açıyla akan bir sıvının vurguladığı kuvvetin büyüklüğü ve yönü, Newton'dan beri pek çok büyük fizikçiyi uğraştırmış bir sorun. Newton'a atfedilen bir kurama göre, küçük açılarda, bu kuvvet önemsenmeyebilirdi. Kuvvet yalnızca küçük açının sinüsünün karesiyle artıyordu. Lord Rayleigh, yüzyılı aşkın bir süre önce yazdığı şaşırtıcı derinlikteki bir makalesinde bu sonucu yadsıyordu. Çünkü kendisine göre, "...tecrübeli insanların, özellikle küçük açı değerlerinde hedeften oldukça fazla uzaklaştıkları biliniyordu." Üstelik Rayleigh, o zamanlar henüz doğmamış olan ve havacılıkta "kaldırıcı kuvvet" diye adlandırılacak kavramı çağrıştıran bir açıklama da, yapıyordu. 1876'daki açıklamasında örnek olarak Çinli kürekçilerin, suyun içinde kürek'in oluşturduğu kuvveti büyük ölçüde artıran özel bir daldırma tekniğini veriyordu: "Durgun sıvıdaki bir levhanın anahat üzerindeki hareketine karşı olan direncin, yan bir kuvvetin bindirilmesiyle olağanüstü artırılabilmesi son derece ilginç. Bu, örneğin yapay uçuşlarda karşımıza can alıcı sorunlardan birisi olarak çıkacaktır.

Bu düşünceden yola çıkan Rayleigh küçük açılardaki kuvvet için çok daha büyük bir değer hesapladı. Bugün biz bu kuvvetin daha da büyük olduğunu ve 20. yüzyılın başında ve daha sonra birçok büyük araştırmacının geliştirdiği kanat üzerindeki hava hareket kuramında doğru olarak verildiğini biliyoruz. Bu kuvvet, bir kuşun kanatlarıyla aynı alana sahip bir paraşütün sağlayabileceğinden çok daha küçük bir dikey hızla aşağıya doğru süzülmesini sağlayan kuvvettir. Bu kuvvet, havada yana doğru gittiği halde uçağı, kanadın gerçek alanıyla orantılı olarak gökyüzünde tutan kuvvettir.



Şekil 7: Rüzgâra karşı yönde giderken ki yelkenin itme gücünün parçaları. Yana doğru olan büyük parça su altı düzenekleri ile azaltılmalıdır. Şekil 8: Kavisli bir plakada (solda) ve hava kanadında (sağda) rüzgâra 4 dereceden daha az bir açıda kaldırıcı güç ve direnç. İkisinin de uzunluk/ genişlik oranı 6 dır. Şekil 9: Lanchester'in Hat Teoremi. Rüzgâr yönüne en yakın açı b, su üstü ve altı sürüklenme açılarının toplamıdır.

Şimdiki konumuzla bağlantılı olarak bu kuvvet, teknenin rüzgâra karşı gitmesini sağlamak için, küçük bir açıyla rüzgâra bakan bir yelkenin üretmesi gereken, açısına dik kaldırıcı bir kuvvet oluyor. Fakat çizimde de görüldüğü gibi (şekil 7) bu kuvvetin, öne iten bileşeninden çok daha büyük bir yan bileşeni bulunuyor. Böylece, teknenin öne doğru hareketini kolaylaştırırken, yanlara kaymasını zorlaştıran bir sualtı düzeneğinin, zorunluluğu ortaya çıkıyor. Çinlilerin bulduğu, günümüzde bile Hollandalıların geleneksel teknelerinde yaygın olarak kullandıkları yan tahtalar bunu sağlar. Ayrıca rüzgâr sörflerinde, küçük sandallarda ve büyük yelkenlilerde kullanılan, çeşitli biçim ve büyüklüklerde, içeriye çekilebilen ya da sabitlenmiş salmalar da aynı işlevi görür.

Teknenin ön ve arkasındaki, bu sualtı yüzeyleriyle ilgili ilginç bir nokta, Rayleigh ve belki de Froude'nin, bunların işlevini, günümüz yelkencilerinden çok daha iyi anlamış olmaları. Yine Rayleigh'in yazısından aktaralım: "Su içinde, ince uzun bir kütlenin yanal hareketinin, ana hat yönünde belirli bir hızda hareket için gereken kuvveti etkilememesi düşünülemez. Buna kanıt olarak bay Froude şunu söylüyor; "Bir teknenin rüzgâra karşı giderken, tiramoladan hemen sonra daha hız alamadan önden çok yana sürüklendiğini çok denizci bilir. Öne doğru ne kadar hızlanırsa kayma da o ölçüde yavaşlar."

Önemli olan nokta, geminin yanlara doğru kaymasını önleyen kuvvetin, suyun içinde yana hareket eden yüzgecin direnci değil; yüzgecin, simetri düzlemine çok küçük bir açıda ileriye doğru hareketinden doğan kaldırıcı kuvvet olmasıdır. Yelken nasıl su üstünde bir hava kanadı işlevi görüyorsa, salma da altta su kanadı işlevi görür.

Hava ve Sukanatları

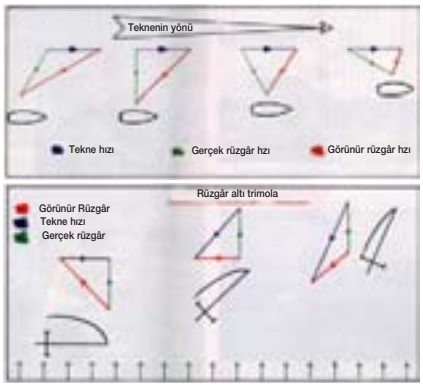
Bir hava ya da sukanadının kalitesini belirleyen birçok etkenden, konumuz gereği burada yalnızca üç tanesi ele alınacak: Simetri, biçim (enine kesit) ve uzunluk-genişlik oranı. Kuşların ve uçakların kanatlarının üst tarafları, hiçbir zaman alt yüzeyleriyle karıştırılamaz. Kuşlar herhalde sırtüstü uçmak gereği duymaz. Büyük yolcu

uçaklarında da koridorda yürüyen insanlar bulunur. Fakat akrobasi uçaklarının performanslarından birşey kaybetmeden yukarıya aşağıya, sağa sola uçabilmeleri gerekir. Üstelik kanatlarının üstü ve altı hemen hemen simetrik olsa da rahatça uçabilmelidirler. Hareket açısı şimdi, simetrik sivri cismin, sıvı akıntısının yönüne olan eğimidir. Tekneler içinse, rüzgârın sağdan ya da soldan yelkene çarpacak, salmanın da tekneyi sağa ve sola sürüklenmesini engelleyebilecek güçte olması gerektiği açıktır. Geminin bordasına tutturulmuş ya da omurgadan indirilmiş salmalar her zaman simetriktir, fakat (su üstünde) yan tahtalar iki tarafta farklı biçimlerde olabilir. Yeni öğrendiğime göre, Hollanda teknelerinde simetrik salmalardan daha etkili, ayna simetrisinde yan tahtalar kullanılıyor. Bir yelkenin, eğer kumaşsa ve bu nedenden dolayı ikiboyutluysa, her iki yöne de şişebileceği açıktır. Bununla birlikte, sizin bu esneklik için ödediğiniz bedel, yelkenin üç-boyutlu düzgün tasarımlı bir hava kanadına göre daha yetersiz olması ve daha önce de belirtildiği gibi, ucu kaçırıldığında kendini hatta sizi parçalama eğiliminde olması. Boyut oranı için hava dinamiği, uzun ve incenin daha iyi olduğunu söyler. Eski tip yatlardaki dörtgen yelkenlerin, modern yatlardaki "Bermuda" diye bilinen uzun üçgen yelkenlerle değiştirilmesinin nedeni de bu.

Bir kanadın kalitesinin gerçek ölçüsü, genellikle birkaç derece olan rüzgâra optimal giriş açısında ortaya çıkan ve yan itimli kuvvetin, ön itimliye olan boyutsuz oranı olarak tanımlanabilecek inceliğidir. Başka bir adıysa havacılıktaki süzülme açısı ya da kaldırıcı güç/direnç oranıdır. Bu kaldırıcı güç/direnç oranı şekil 8'de gösterildiği gibi, yelken gibi kavisli bir yüzeyin, güvenilir katı bir havakanadı kadar iyi olamayacağını gösterir. Eğer tek motorlu bir uçak kullanıyorsanız bu oran ayrıca size, durgun havada bir kilometre yukarıda uçarken motorunuz birden dururs a, ne kadar uzakta bir iniş yeri bulmanız gerektiğini söyler. Bir yelkenlide, aracın su üstündeki bölümünün hava kanadı performansına yakın böyle bir açı ve su altındaki gövde bölümünde salmanın su kanadı performansının düzeyini belirleyen başka bir açı vardır. Bu iki açının, aracın gidiş yönünü belirlediğini kestirmek zor değil. Daha önce belirtildiği gibi, kanat kuramı bu yüzyılın başlarında geliştirilmişti. Bunun yanı sıra bu alandaki dahilerden birisi de, hava kanatları kuramı üzerinde bağımsız çalışmalar yürütmüş amatör bir matematikçi olan Lanchester adlı bir İngiliz. İlk kez, gerçek kanatlardaki uyarılmış direnci kavrayıp, açıklayan ve bunu girdapların kanat uçlarından atılması ile ilintilendiren bu araştırmacıdır. Lanchester, İngiltere'de ilk otomobili tasarlamış ve hızlı arabalar üreten bir şirketin sahibi olmuştur. Fakat saygınlığının asıl nedeni, yelkenli araçların temel kuramını başkalarından çok önce ve birkaç satırla açıklayabilmesidir.



Şekil 10: Üç bisiklet tekerleği üstünde bir kara yelkenlisi. Öndeki ikisi yön vermede kullanılıyor ve yelken bir rüzgâr sörfü yelkeni.



Şekil 11: Gerçek ve sanal rüzgârlar. Sanal rüzgâr hareket noktasına göre gerçek rüzgâra eşit, daha az yada fazla olabilir. Bu gösterimdeki tüm durumlarda kayığın hızı sabittir.
Şekil 12: Bir buz yelkenlisinin nasıl rüzgâr altına trimola ettiğini gösteriyor. Şeklin solunda olduğu gibi hareket yönüne olan, doğru açılardaki rüzgârla başlıyor. Hareket yönü ortada gösterildiği gibi saat yönü tersine değişebilir ve sonuçta sanal rüzgâra olabildiğince yaklaştığında şeklin sağındaki duruma gelebilir. Yelkenin hızı neredeyse tam arkadan esen gerçek rüzgârın iki katıdır.

İşte F. W. Lanchester'in 1907'de yazılmış kendi anlatımı: "Yelkenli yat mekaniğinde sorun, havada iş gören hava kanadı (açılmış bir yelken) ve sualtında işlev gören kanadın (salma, yüzgeç vb.) karşılıklı birbirlerinin işlevlerini desteklemelerine indirgenebilir. Bu öngörünün sonucu açıkça şudur: Bir teknenin, rüzgâra göre alabileceği rotanın minumum açısı sualtı ve suüstü süzülme açılarının toplamıdır.

Lanchester'in bu parlak rota kuramı, şekil 9'da gösteriliyor. Bu kuram, bir yelkenlinin performansını tek bir β açısıyla anlaşılabilir kılmıştır. Buz yatlarının olağanüstü performansının basit nedeni, bıçakların buz üstündeki süzülme açılarının sıfır olması ve β açısını yalnızca yelkenin ve yelkencinin rüzgâra yaptığı perdelemenin belirlemesidir. Kara yatları da çok küçük β açısına sahiptir. Çünkü, düz kuvvet bileşeninin yanal kuvvete direnç oranının çok yüksek olduğu tekerlekler üzerinde giderler (şekil 10).

Gerçek Yelken Kullanmak

Su araçlarına dönersek, ideal bir yelkenli, biri havada biri de suyun içinde iki kanatçığı olan ve yüzeyde kayarak gidebilen bir yelkenlidir. Bu tanıma en yakın olanı, günümüzde çok iyi bilinen ve dünyada binlerce belkide milyonlarca kişinin kullandığı rüzgâr sörfüdür. Akıllıca tasarlanmış, taşınabilir, ekonomik ve kullanması heyecan verici, bir zamanlar sadece zenginlerin tekelinde sayılırken sonra milyonlarca kişiye yayılmış bir spor dalı. Ama genç ve dinamik değilseniz ve buz gibi suya düşmek istemiyorsanız sizin için daha eğlencelisi oturup rüzgâr sörfünü yeni öğrenen birisini seyretmektir.

Bir teknenin rüzgâra karşı β açısından daha büyük herhangi bir açıda gidebildiğini gördükten sonra, şimdi statik koşullarda teknenin hızını belirleyen tek etkili güç olan görünür rüzgâra daha yakından bakabiliriz. Önceden gördüğümüz gibi, bu görünür rüzgâr, tekne gerçek rüzgârın önünden gittiğinde ondan daha düşük kuvvette olacaktır. Fakat bu kuvvet şekil 11'te gösterildiği gibi seyrin başka noktalarında gerçek rüzgâr kuvvetinden de fazla olabilir. Hız yelkenciliği, bundan dola-

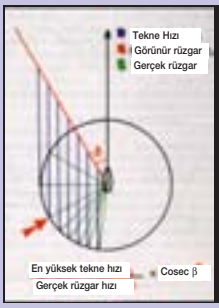
Hız Yelkenciliği

Tutkunuz hız yelkenciliğiyse, β açısı rüzgârdan ne kadar hızlı gidebileceğinizi ve bu en üst hıza ulaşmak için hangi yöne gitmeniz gerektiğini söyler (şekil 13). Cosec β, tekne hızının rüzgâr hızına mümkün olan en yüksek oranıdır ve bu orana, gerçek rüzgâr yan taraftan β derece geride olduğu zaman ulaşılabilir. Görünür rüzgâr buna bağlı olarak burundan β derece dışarıda olacaktır. Kara yelkenlilerinin küçük β açısı, California'nın kuru göllerindeki yarışlarda saatte 90 deniz mili hıza ulaşabilmelerini sağlar ve aynı nedenle Wisconsin'deki buz yelkenlileri saatte 100 deniz mili hızı aşabilirler. Yüzen araçlar için en uygun hız deneme yeriyse, sakin bir su kütlesi üstünde yön doğrultusunda düzgün ve doğru açıda esen rüzgârın olduğu, aracın hızını kesecek hiçbir dalganın olmadığı bir yerdir.

Böyle bir yer şekil 15'teki, Weymouth kumsalıdır (İngiltere). Dalgaları durduran fakat rüzgâra izin veren bu kumsal, okyanusu limandan ayırmaktadır. Ekim ayındaki güçlü rüzgârlar sırasında, dünyanın her yerinden insanlar ilginç tasarımlarıyla bu kumsala gelip hız denemeleri yaparlar. Hız haftası olarak adlandırılan bu organizasyon, Amatör Yelkenli Araştırma Derneği (AYRS) adını taşıyan ve son kırk yıldır büyük baskı ve önyargılara aldırış etmeksizin, çok gövdeli tekneler de dahil yelkencilikte her türlü yeniliği destekleyen olağanüstü bir kuruluşça gerçekleştiriliyor. Şekil 16'da 30 km hızla esen rüzgârda 50 km ye kadar çıkabilen erkekler kategorisinde birinci gelen rüzgâr sörfü görülüyor. Elbette eğer bunlara öyle denilebilirse yarışlara bunlardan başka katılan tek gövdeli yoktur. Diğer tüm araçlar iki ya da üç gövdeli ve çeşitli tiplerdedir. Şimdi yeniliklere geliyoruz. Şekil 17, ortasında bir köprü olan iki rüzgâr sörfünü gösteriyor. Tasarım, tekneye doğrulma momentini sörfçünün ağırlığı yerine bu düzenekle sağlamak için geliştirilmiş. Diğer şekilde (şekil 18) üçlü gövdeli bir tekne Polonezya kökenli bir yelken taşıyor. Tekne kenarındaki tahtalar denge sağlamak, altlarındaki düşey yüzgeçler de yanal direnç sağlamak için konmuş. Şekil 19'da gösterilen son aracınsa gerçek bir 3-boyutlu asimetrik yapıya sahip kanadını ters yüz ederek, diğer yöne doğru gidebilirsiniz. Arka düzenekteki ince beyaz kuyruk, uçakların irtifa dümenine benzer. Çeşitli açılara ayarlanarak ana kanadı otamatik olarak görünür rüzgâra en uygun açıda tutar.



Şekil 16: Rüzgâr sörfleri. Weymouth'daki hız haftasında başroldeydiler. Kayıt edilen en yüksek hız, saatte 30 km hızla esen rüzgârda saatte 50 km'dir. Şekil 17: Çift rüzgâr sörfü. Çok daha iyi bir denge için. Şekil 18: Oldukça etkili Polinezya yelkenli bir üç-omurgalı planör tekne. Şekil 19: İki-omurgalı, gerçek kanat yelkenli bir tekne. Bu asimetrik bir yelkendir ve bu nedenle yön değiştirilmesinde uzunlamasına döndürülmesi gerekir. Arkadaki beyaz kuyruk irtifa dümeni gibi çalışır ve ana kanadın rüzgârla olan açısını ayarlamada kullanılır.



Şekil 13: Hız yelkenciliği. Kayığın, rüzgâr hızına mümkün olan en yüksek oranı Cosec b dır ve bu orana, geminin kıç tarafına yakın b dereceli, gerçek rüzgârla başlayıp, sanal rüzgâr pruvanın sonunda b derece olana kadar hızlanılarak ulaşılır.

Rüzgâr sörflerinin 20 yıllık egemenliklerine karşın son yıllarda yelkenliler geri döndüler ve birkaç yıl önce Yellow Pages Endeavour adlı kanat yelkenli, 3 gövdeli su kanatçıklı yelkenli saatte 18-20 deniz mili hızda esen rüzgârda 46.50 deniz mili hızıa ulaşmayı başardı. Bu hızı başarabildiğini duymak size bu deneysel tasarımlara gerçek birer kanat takılması gerektiği duygusu oluşturabilir. Ayrıca satış için yapılan yatların bu gibi eklemelerle yüzemeyeceklerini ve ister kıyı isterse okyanus yelkenciliğinde olsun klasik yelkenlerin daha çok uzun bir süre en pratik ve güvenli yelkenliler olmayı sürdüreceğini düşünebilirsiniz.



Şekil 15: Weymouth. Sağdaki Portland limanı, soldaki İngiliz Kanalından, dalgaları durduran fakat rüzgârların esmesine izin veren kumsalın, uzun ve dar bir parçası ile ayrılmıştır. Yelkenliler için hız denemeleri, gidiş hattına, doğru açılarda esen, çok güçlü rüzgârların olduğu, her yılın sonbaharında burada yapılır.

yı, teknenin hızını en yüksek düzeye getirmek için görünür rüzgârdan en üst düzeyde yararlanmayı hedefleyecektir. Görünür rüzgâr, kuvvetini ne kadar artırırsanız, buruna o ölçüde yaklaşır. Peki sınırı nedir? Çok açık; aracın ilerleyebildiği, rüzgârın doğrultusuna en yakın açı olan β. Bundan birçok şaşırtıcı sonuç çıkıyor. En yüksek hıza, görünür rüzgâr teknenin burnuna en yakın olduğunda ulaşılabilir.

Rüzgâr sörfçüleri ve buz sörfçüleri, borda hız sınırlamasından etkilenmeyen başkaları gibi bunu çok iyi bilirler ve bundan rüzgâr altında tiramola için yararlanırlar. Yandan gelen rüzgârla başlayıp, hız kazandıkça rüzgâr doğrultusuna dönerler ve şekil 12'te gösterildiği gibi rüzgâr tam arkadan esse dahi küçük bir açıyla seyredebilirler. Eğer rüzgâr A-B yönünde esiyorsa, A'dan başlayabilirler, yarı yolda tiramolu değiştirebilirler ve B tarafına birlikte başladıkları rüzgârdan biraz daha önde gidebilirler. Burada unutulmaması gereken bir mesaj var: Bir hava kanatçığı gibi davranıp kaldırıcı güç üreten küçük bir yelken, bir tekneyi, rüzgâraltı varış noktasına, rüzgârdan daha hızlı ulaştırabilir. Buna karşılık bir balon yelken veya diğer direnç düzenekleri, en iyi olasılıkla rüzgâr hızına yaklaşabilirler. Sıfıra yakın görünür rüzgârlarda gövdeyi yürütebilmek içinse bunların anlamsız büyüklüklerde olmaları gerekir. Diğer bir mesaj ise daha hızlı bir teknenin tiramolalar arasında daha geniş açılarla ilerleyeceğidir. Bunun nedeni gerçek ve görünür rüzgârlar arasındaki büyük farklar. Çift gövdeli tekneler ve benzer araçlar, çoğunlukla yanlış olarak, tiramolalar arasında daha küçük açılar yapan, daha yavaş, rüzgâraltı performansları zayıf tekneler olarak düşünülür. Tiramolalar arası açı, hızları, gerçek rüzgâr hızıyla karşılaştırıldığında ihmal edilebilecek olan tekneler için β açısının iki katı kadar küçük olabilir.

Dolaşırken Ayağa Dolananlar

Daha önce de birçok kez değinildiği gibi yelkencilik, rüzgârdan enerji sağlayıp su üstündeki bir yaşam alanını bir yerden başka bir yere taşıma eylemidir. Bu durumda araba ya da

Uçak Yelkenciliği

John Walker AYRS'nin önemli bir üyesidir ve kanat yelken fikrinin ilk tohumlarını atmıştır. 4 kanatlı teknesini o zamanlarda tasarlamıştır. Yirmi yıl ve bir çok araştırmanın sonunda iki kanatlı ve daha iyi bir tasarım ortaya çıkmıştır. Şekil 20'de görüldüğü gibi bu tasarım çift kanatlı uçak donanımını andırmaktadır. Bu tekne Atlantik'i aşıp geri dönebilmiştir ve bu süreç içinde çok şiddetli fırtınalardan etkilenmemiştir. Kuyruğun, iki ana kanada olan açısı bilgisayarla ayarlanır ve gerisi rüzgâra kalır. Şekil 22'de görülen John Walker'ın en güzel ve en son tasarımıdır. Bu tasarım uçaklardaki gibi dış görünüşü tek kanatlı uçak şeklinde geliştirilmiştir. Kanadın daha küçük olan arkadaki dümen yüzeyi, yine rüzgârın yönüyle gidilen rotanın açısını, güneş enerjisi ile çalışan bilgisayarlarla ayarlar. Güneş enerjisi toplayıcıları şekil 21'de tepeden alınmış görüntüde görülebilir. Simetri sorunu, kanadın ön kenarında bulunan, büyük yolcu uçaklarında inişten hemen önce kullanılan flaplara benzer yapılarla çözülmüştür. Bu flaplar iki yöne de hareket edebilir ve itme gücünde muazzam bir artış sağlar. Şekil 22 bir kanatçığı çalışırken gösteriyor.

Uçak bölümünün tamamı bir bilye düzeneğiyle istenilen rotaya yönlendirilebilir. Kuyruğun açısını ayarlayan küçük motor da gücünü güneş enerjisi pillerinden alır. Elbette bunlara ek olarak bir destek ünitesi ve gerektiğinde kullanılabilecek bir manuel kontrol düzeneği vardır. Her şey bir işlemci ile kontrol edilir ve şekil 23'te görüldüğü gibi uçaktakine benzeyen kaptan köşkünde ileri ve geri hareketi kontrol eden bir kol ve dönüşleri kontrol eden bir direksiyon bulunur. Bu tekne çoklu omurgalı teknelerden çok daha geniş hareket yeteneğine sahiptir. Tek kanatlı uçak tekne şimdi İngiltere'de Plymouth'da seri olarak üretilmektedir.









Şekil 20: Solda, Blue Nova, Atlantik'i aşıp geri gelebilmiş ve sert fırtınalardan güvenle geçmiş, kanatlarla güçlendirilmiş ilk yelkenlidir. Sağda, Zefyr, Walker Wingsail tarafından tasarlanmış tek kanatlıların en son modeli. Kuyruk bu teknede açıkça belirgindir fakat bu görüntüde kısmen saklanmıştır. Şekil 21: Zefyr'in bu görüntüsünde kanat yelkenin önündeki güneş panelleri görülebilmektedir. Bu paneller, bilgisayar ve kuyruğun açısını ayarlayan küçük motor için enerji sağlamaktadır. Şekil 22: Arka yatak ve üzerinde tamamen bağımsız yönlendirilebilen uçak bölümünün tamamı. Kanat yelkenin üzerindeki kanatçık çalışırken. Şekil 23: Uçak kokpitine benzeyen Zefyr'in kaptan köşkü. Solda, aynen sürat teknelerindeki gibi, ön, arka ve boş olarak üç kademesi olan vites. Uzaktan kumandalı bir kol, güvertenin herhangi bir yerinden kontrol edilebilir. Bu kol ile limana yanaşabilmek için yanal hareketler bile yapılabilir.

Uçak tipi kanatları teknelerde kullanmanın önemli avantajlarından biri, nasıl uçuştan sonra uçakların kanadı çıkarılmıyorsa, bu kanat yelkenlerin de "indirilmesine" gerek olmaması. Eğer bir kanada bağımsız olarak yön verilebiliniyorsa ve kanat kendisini rüzgârla hizaya sokabiliyorsa o zaman kanat yelken çıplak gemi direğinden daha az direnç gösterir ve her tekneye rahatça takılabilir. Ayrıca en hafif uçakların hızları bile Beaufort ölçeğindeki fırtına hızlarının çok üzerinde olduğundan bu kanatlar rüzgâra karşı da dayanıklıdır.

bisiklet gibi kara araçlarında kullanılabilen kuvvet, motor ya da insan gücüyle sınırlıdır ve yolun (ya da rüzgârın) eğimine göre değişen yük, dişli çark takımının olanak verdiği kuvvetle uyumludur. Bu uyum, belli bir hızdaki gücün kaynağını uygun hızda tutar ve var olan gücü kullanması için araç hızını ayarlar. Yelkenlileri de yürüten kuvvetse rüzgârı kesen alanla ve görünür rüzgâr hızının küpüyle orantılıdır. Basit bir hesapla açık denizde karşılaşılan rüzgâr hızları, kıyıdakilerin 10 katından da fazladır. Demek ki oranı bu sınırda tutsak bile, selamete ya da felakete götürebilecek kuvvetler de bin kat daha büyük olur. Üstelik bir gövde hızı sınırlaması illetiyle başetmek durumunda olan bir tekne için böylesine kuvvetler yelken alanının büyük ölçülerde küçültülmesi gerekebilir.

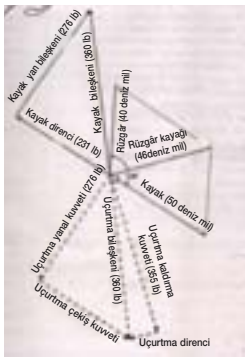
Teknelerden hakkıyla sözedebilmek için iç denizlerden birinde bir günümü yelken kullanarak harcadım. Bence su üstünde olmak ve rüzgâr tarafından itilmek olağanüstü bir duygu. Ben de bu duyguyu paylaşan herkese bir yakınlık hissettim. Bu nedenle, bir yelkeni açıp ötekini indirme işleminin, bir yokuşun başına çıktığımız her seferinde arabanızın ya da bisikletinizin tekerleklerini çıkartıp farklı büyüklükte olanları takmak, aşağı indiğinizde de bunun tersini yapmaya benzediğini söylemekle umarım dostlarımın bazılarını gücendirmiş olmam. Rüzgâr aniden hızlandığında ana yelkeni camadana vurup küçültmek, seyredende acıma duygusu uyandırır. Camadana makarası sayesinde yeterli çabuklukla küçültülebilen flok sayılmazsa bu eylem, araba ya da bisikletinizdeki viteslerin vites kolu yerine "elle" değiştirilmesine benzetilebilir.

Yelkenleri ayakta tutan direkler, direği ayakta tutan gergi ve çarmıklar, yelkenleri yukarı çekmek, rüzgâra doğru açıda tutmak ya da indirmek için gerekli yüzlerce metre ip ve tel, makaralar, takozlar, kurt ağızları, liftinler, babalar ve güvertedeki her türlü başka araç ve gereç, yalnızca ve yalnızca iki sıradan parametre, yelken alanı ve kanat açısı için vardır. Yelkenler genellikle denge noktaları, kuvvet merkezinden mümkün olan en uzak mesafede kalacak biçimde takılırlar. Bu nedenle onları ayarlamak için futbolcu kasları ve pahalı vinçler gerekir. Buna, bilmeniz gereken yüzlerce denizci terimini ve öğrenmek zorunda olduğunuz düzinelerle düğüm biçimini ekleyin. Sonuç, yalnızca suya açılıp rüzgârın bizi itebilmesi için katlanmamız gereken muazzam bir zihin karmaşası.

Aniden birinin çıkıp yelken çekme, küçültme, indirme gibi sözcüklerin unutulabileceği, güvertesinde ayağınızın takılabileceği tek bir ip bulunmayan, üstelik rüzgâr gücünden yararlanarak tekneyi rotasında, içkiniz dökülmesin diye de ufka paralel tutan, bir motor gibi anında alınıp satılabilecek bir itiki düzeneğine sahip, okyanusu geçebilecek, yelkenli araç sattığını öğrenen yat imalatçılarının tehdit edilen çıkarları için duydukları korkunun derecesini düşünün.







Şekil 24: Rüzgâra karşı giderken yana yatma momentini yelkencilerin becerileriyle engellemeleri. Hafta sonu denizcileri için, bu yana yatma açısındaki rahatsız konum kaçırılmaması gereken bir coşkudur.
Şekil 25: Uçurtma kayak (Kiteski) sistemi. Yukarıdaki şema saatte 50 deniz mili (90 km/s) hızda iş gören kuvvetleri gösterir.

Bu nedenle, etkili İngiliz dergisi Yachting World'ün performansı ispatlanmış devrimci üçlü gövde tasarımına yönelttiği ve doğruluğun güce üstün gelmesinin nadir örneklerinden birinin gerçekleşmesiyle kendine 1,5 milyon pound tazminata patlayan saldırıdaki şiddet ve düşmanlığa şaşmamak gerekir.

Geleneksel yelkenliler Hollanda'nın pitoresk yeldeğirmenleri kadar güzel. Ancak eğer su üstünde rüzgâr gücünü etkili ve güvenli bir biçimde kullanmak istiyorsanız, tüm dünyada modern rüzgâr dinamoları nasıl değirmenlerin yerini almışsa, sizin de benzer bir seçenek değişikliği yapmanız gerekiyor. *Wind in the Willows* (Söğüt Rüzgârı) adlı çocuk kitabında Bay Köstebek, tekneyle dolaşmak kadar zevkli birşey olmadığını söyler. Buna yürekten katılıyorum; ama gene de bunu yaparken, teknede sizin ayağınıza dolaşan çok şey olduğunu düşünmekten kendimi alamıyorum.

Denge, Güvenlik ve Yenilik

Şimdiye kadar anlatılanlardan, şekil 8'de gösterildiği gibi, rüzgâra karşı gidildiğinde hava perdelenmesinin ürettiği çok büyük yanal kuvvetler olduğu yeterince anlaşılmış olmalı. Ayrıca, tekne altındaki bir su perdelenmesiyle bu yana kayışın nasıl engellendiğini de görmüştük. Fakat, bu gövdeler arasındaki düşey uzaklık, tekneyi rüzgar altına yatıran bir moment yaratır. Bu momenti engellemenin yelkencilerce hem bir eğlence hem de sporun doğal bir parçası olarak kabul edilen yolu, güvertenin öte yanından sarkmaktır. Daha büyük tekneler için, Batıdaki geleneksel çözüm, yüzgecin altına çok büyük bir ağırlık bağlamak. Ne yazık ki, bu ağırlık teknenin delinmesi ve su alması halinde bir mezar taşı işlevi görür. Güvenlik boyutu bir tarafa, aracın performansı daha önce de anlatıldığı gibi uzunluğu ile sınırlanır ve gövde hızını aşmaya çalışmak bir pranga ile koşmaya benzer.

İşin en kötüsü de şu: Tekne düzken bile yan yatmayı dengeleyen bir karşı moment oluşturan insan ya da başkaca hareketli ağırlıkların tersine, tekne altındaki sabit ağırlığın etkisi, ancak yatma açısının sinüsüyle sınırlıdır. Bu, rüzgâra karşı günler belki de haftalar süren okyanus yolculuğunda, aracı rahatsız ve olağan dışı bir pozisyonda tutar. Buna karşılık Polinezyalıların ve Melanezyalıların araçları, büyük olsun küçük olsun, dirsek çıkıntıları ve çift gövdeleri sayesinde hem dik kalırlar, hem de batmaları neredeyse olanaksızdır. Yüzlerce yıl boyunca, uzak mesafe yolculuklarında bu tip araçlar kullanılmıştır. Bunlar çok gövdelilerin ilk temsilcileridir ve üstünlükleri istemeyerek de olsa günümüzde giderek daha geniş kabul görmektedir.

Yelkenden kaynaklanan yatma momentini engellemenin daha iyi bir yolu, uygun açıda yerleştirilmiş ve teknenin uzun dönüş ekseninden uzaklaştırılmış bir su kanatçığıyla benzer bir kuvvet üretilmesidir. Böyle bir denge, sıfır yatış açısında bile sağlanabilir ve rüzgâr hızındaki değişimlerin teknenin hızını ve yatma momentini etkilemesi önlenebilir. Çok gövdeli hava kanatlı yelkenliler, genellikle, olağan dışı hızlarına *yatay durumda* ulaşabilmelerini sağlayan bu şekillerde tasarlanırlar.

Hava ve su arasında göreli hareketle kuvvet üretilebilmesi için, bir rüzgârın gerektiği başta belirtilmişti. Bu durumda varlığı şart olan tek şey rüzgârdır ve yelkenin ya da teknenin biçimi, bir başka deyişle düzeneğin üst ve alt bölümlerinin biçimi, tümüyle değişken olabilir. AYRS üyeleri geleceğin yelkenlileri sayılabilecek bazı tasarımlarla olağanüstü denemeler yapmış bulunuyorlar ve son olarak bunların bazılarına değineceğim.

Genel olarak yukarıda anlattığımız gibi, yana yatma eğilimi, yelkenin tekneye sabitlenen direğe tutturulmasından kaynaklanır. Bu olumsuz sabit düzenek biraz yumuşatılabilir ve yelken bir paraşüt yelken gibi, su seviyesinden çok yukarıda olmayan bir noktadan yalnızca iplerle tekneye tutturulabilir. Böylece, yana çekilen ve tekneyi de yan yatmaya zorlayan bir direk ortadan kalkmış olur. Bu tür yelkenciliğe bir örnek olarak, konumunu ipleriyle kontrol edebildiği dev bir uçurtmayla su kayağı yapan biri düşünülebilir. Güçlüce bir rüzgârda 40 deniz milinin üzerinde bir hız sağlayan böyle bir düzeneğe "uçurtma kayağı" deniyor. Şekil 29, 50 deniz mili hızda böyle bir araç üzerinde etki yapan kuvvetleri gösteriyor.

Suyla bağlantı mutlaka yüzeyde tekne ya da kayak gibi bir su üstü düzeneği gerektirmez. Araç, dalga direncini yunus ve köpek balıklarından daha çok duymayacak bir denizaltı da olablir. Hatta denizci, denizaltının içinde de bulunablir. Daha da ilginç bir tasarımdaysa yelkenci (artık pilot demek daha uygun olur), havada bir uçurtmaya, balona ya da benzer bir cisme asılı durur. Ancak düzenek, su üstünde sürüklenen ve çapa işlevi gören bir araca bağlanır. Yaşlı ve saygın bir AYRS üyesi olan Didier Costes, geliştirdiği bu tür düzeneklere "Chien-de-mer" (deniz köpeği) adını vermiştir. Uçağından paraşütle atlamak zorunda kalan bir pilot, yüzeye varmazdan önce böyle bir cismi denize bırakır ve kendisi, iple bağlı olduğu bu "çapa" ve paraşüt sayesinde havada kalabilir. Hatta üstündeki ve altındaki araçları kontrol ederek istediği yönde de gidebilir.

V Radhakrishnan
Raman Araştırma Enstitüsü, Hindistan
Çeviri: Faruk Aydıncılar



Bitkilerin Duyuları

Bir an için, kendimizi bitkilerin yerine koyalım ve ömrümüzün sonuna kadar kök saldığımız noktada yaşamak zorunda kaldığımızı düşünelim. Gözlerimiz, kulaklarımız ve burnumuz olmadan hem fiziksel gelişimimizi sürdürmek hem de hayatta kalmak için çevremizdeki maddeler ve varlıklardan yararlanabilir miydik acaba? Güneş olmadan yaşayamayacağımız kesin. O halde, ışığın hangi yönden geldiğini; gölgede mi yoksa yoksa güneşli bir yerde mi bulunduğumuzu nasıl anlayabilir; ne kadar büyüyebileceğimizi, ne zaman çiçek açacağımızı nasıl bilebilirdik? Bunun gibi, yapraklarımızı yemeye kalkışan böceklerin farkına varabilir ve onlara karşı önlem alabilir miydik? Tüm bunlar sağlıklı bir bitkide olması gereken özelliklerdir. Öyleyse, tıpkı biz insanlardaki gibi, bitkiler için de görme, koku alma, tad alma, dokunma ve hatta işitme yaşamsal önem taşıyor.

BİR YABANİ KABAK TÜRÜ olan *Bryonia dioica*, en duyarlı bitkilerden. Bu yönüyle Almanya'nın Ruhr Üniversitesi biyologlarından Christian Bockelmann'ın ilgisini hep çekmiş. Araştırmacı, bitkinin sürgünlerinden birini başparmağı ve işaretparmağı arasına alıp paslı bir demir çubuğu, sürgünün üzerinde saniyelik aralarla 20-30 kez gezdiriyor. Bockelmann bu işi yaparken oldukça sabırlı ve dikkatli davranması gerektiğinin bilincinde. Çünkü, ancak bu şekilde davrandığında, bitkiden yanıt alabiliyor. Daha önceki deneylerden, bitkinin kısa süreli dokunmalara, küçük vuruşlara ve düzgün yüzeyli cisimlerle yapılan dokunuşlara yanıt vermediğini biliyor.

Çalışma sürerken birden bitki, Bockelmann'ın parmakları arasında hareketlenmeye başlıyor. Sarılgan bitki, birkaç dakika sonra demir çubuğu "yakalıyor." Bunu gören araştırmacı, bitkinin, bu başarılı gösterisinden sonra sürgününü koparmaya kıyamıyor; sarıldığı demir çubukla birlikte bir desteğe tutturuyor.

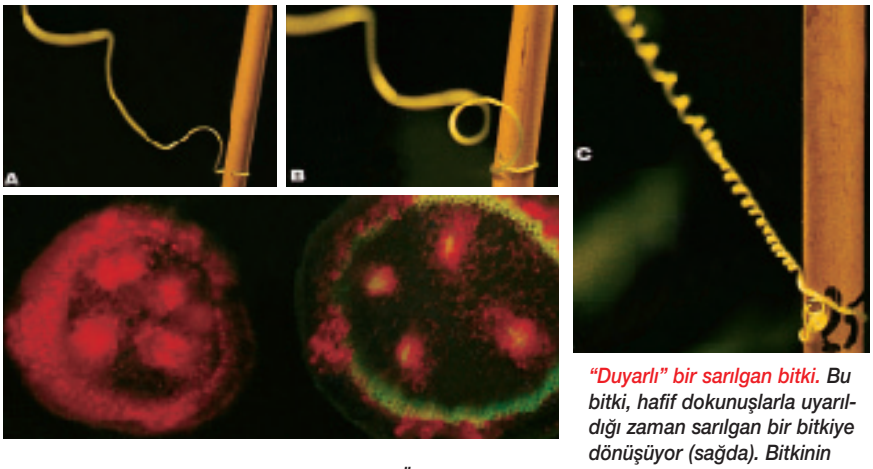
Gerçekte Bockelmann, deneylerinde kullandığı bitkilere karşı her zaman bu kadar duyarlı davranmıyor. Çalıştığı üniversitenin iklim odasında düzinelerce Bryonia sürgünlerini kesip, bunları sıvı azotta şoklama yaparak donduruyor. Sonra da, donmuş bitkileri laboratuvarda yapıtaşlarına ayırıyor. Tüm bunları yapmasındaki amacı, demir çubuk deneyiyle ortaya koyduğu, bitkilerdeki bu olağanüstü tepkiyi açıklayabilmek. Bitkilerin mekanik uyarılara karşı, sanki hedeflerini biliyormuşçasına gösterdikleri hızlı tepkiler araştırmacıyı büyülüyor.

Bockelmann'ın doktora danışmanı Elmar Weiler, yabani kabağı uzun yıllardan beri araştırmakta. Bitkinin minik duyu organları 1885'ten bu yana bilim dünyasınca biliniyor. Bunlar, sürgünlerin yüzeyindeki hücrelerin oluşturduğu, bir milimetrenin birkaç binde biri "küçüklüğündeki" mantar biçimli çıkıntılardır. Bu duyu organları, bir ağacın kabuğundaki ya da bir duvardaki en ince girintileri algılayabiliyorlar. Weiler, bu bitkinin duyu organlarının insanın parmak ucuna göre çok daha duyarlı olduklarını saptamış.

Weiler gibi duyu araştırmacılarının elde ettiği bulgular, bitkilerle ilgili bugüne kadar bilinen gerçekleri önemli ölçüde sarsacağa benziyor. Daha önce, çobançantası otunun "zamanın" far-



Renkleri ayırt edebilen sebzeler. *ABD'de, deney amacıyla kullanılan bu tarlada, renkli folyoların bitkilerin büyümesine olan etkileri araştırılıyor. Yapılan deneyler, domates bitkisinin koyu kırmızı folyo üzerinde daha hızlı büyüdüğünü ortaya koydu. Bitki, kırmızı folyodan yansıyan ışığı, üzerine düşen ışık miktarını engelleyebilecek komşu bitkilerin varlığı olarak algılıyor. Buna karşılık yeşil biber en iyi sarı folyo, kabak ise en iyi mavi folyo üzerinde yetişiyor.*



"Duyarlı" bir sarılgan bitki. Bu bitki, hafif dokunuşlarla uyarıldığı zaman sarılgan bir bitkiye dönüşüyor (sağda). Bitkinin sürgünü bir bambu çubuğunu "fark ediyor." Önce hafif, sonra giderek daha fazla kıvrılmaya başlıyor (A). Birkaç dakika sonra sürgün, çubuğu "yakalıyor" ve ona sarılıyor (B). Sürgün, 24 saat sonra, boydan boya kıvrılmış ve çubuğa sımsıkı sarılmış duruma geliyor (C). Yabani kabağın sürgününden kıvrılmadan önce ve sonra alınan kesitler (üstte solda): Yeşil hücreler, bunların uyarılmadan ötürü odunlaştığını gösteriyor. Böylece kıvrılan kısımlar bozulmadan kalabiliyor.



kında olduğunu, çevresinde olup bitenleri algılayarak tepki gösterdiğini ya da bir çınar ağacının her esintiyi, yakınında yakılan bir ateşin yaydığı sıcaklığı ve kendisine doğru yaklaşmakta olan aç tırtılların kokusunu algılayabildiğini kim bilebilirdi ki? Araştırmacılar, bitkilerin bu yeteneklerinin farkına gen teknolojisi sayesinde ya da hücrekültürü yöntemiyle varabildiler.

Bu çalışmalar sırasında, bitkilerle insanlar ve hayvanlar arasında büyük paralellikler olduğunu görüyorlar. İnsanın merkezi sinir sisteminde yaygın olarak bulunan bir madde olan glutamat, bitkilerde, ışıktan yararlanmada çok önemli rol oynuyor. Aspirinde bulunan bir ağrı kesici madde olan asetil salisilikasit, bitkilerin "yaralanmalara" verdikleri tepkileri azaltıyor.

Hollanda'daki Wageningen Üniversitesi'nden Marcel Dicke, bitki duyularının araştırılması yönündeki hızlı gelişmelere dikkat çekerek, bitkiler dünyasının, hayvanların ve insanlarınkinden pek de farklı olmadığını vurguluyor. Araştırmacı, insanların bitkileri küçümsediklerinden de yakınıyor.

Bu alandaki her araştırmada daha birkaç yıl öncesine kadar hiçbir araştırmacının olasılığını kabul etmediği şaşırtıcı yeni bulgular elde ediliyor.

Araştırmalar, her bitkinin büyük olasılıkla bir "dokunma" duyusuna sahip olduğunu akla getiriyor. Bitkiler, böylece dış ortamdan gelen uyarıları "hissedebiliyor", rüzgârı, yağmuru ayırt edebiliyorlar. Gelişmiş "koku alma" duyuları sayesinde de bulundukları bölgedeki kokuları, hatta yapraklarını yemek üzere yaklaşan düşmanlarının kokularını algılayabiliyorlar. Araştırmalarda ayrıca bitkilerin "görme" duyuları üzerinde duruluyor. Bitkinin üzerine düşen ışığın özellikleri, bitkiye çevresinde olup bitenle ilgili, örneğin, yanı başında başka bitkilerin de bulunduğu "bilgisini" veriyor. Araştırmacılar, bitkilerin "tat alma" duyularına ilişkin de ilginç bulgular elde etmişler. Şöyle ki: Bitkilerin kökleri, toprağın içindeki besleyici maddelerin dağılımını algılayabiliyor ve gelişimlerini bu toprağın özelliklerine uyum sağlayarak sürdürüyorlar.

Edinburgh Üniversitesi'nden bitki fizyoloğu Anthony Trewavas'ın bu konudaki bulguları oldukça kesin. Araştırmacıya göre bitkiler, çevrelerinden gelen 18 değişik uyarıyı algılayabiliyorlar. Bu uyarıların her birinin şiddeti değişken olmakla birlikte, birbirlerini de etkileyebiliyorlar. Yirmi yılı aşkın bir süredir bitkilerin dış ortamdan ulaşan bilgileri nasıl işlediklerini araştıran Trewavas, onların beyinleri ve sinir sistemleri bulunmamasına karşın çok gelişmiş algılama yetilerinin olduğunu saptamış. Bilim adamı, bunu şöyle açıklıyor: "Bir tehlike anında hayvanlar gibi kaçamadıklarından, bitkilerin çevrelerinde olup bitene ilişkin kesin bilgi edinmeleri gerekiyor."



Mavi ışıkta büyüme. Mavi ışık, bir tür tere olan Arabidopsis thaliana'nın büyümesini hızlandırıyor. Gen teknolojisiyle bitkiye nakledilen ve parlamayı sağlayan maddeler, büyük miktarda salınan kalsiyum iyonlarına tepki gösteriyor ve yaprağın parlamasına yol açıyor.

Bitkiler, yaşamda kalmak için ışığa gereksinim duyan canlılardır. Bunun için güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanıyorlar ve karbondioksitle suyun ışıklı ortamda kimyasal olarak glukoz ve oksijene dönüşmesi işlemini, yani kısaca fotosentez yapıyorlar.

Ancak, bir tohumun filizlenirken enerji kazanımına başlayabilmesi için başlangıçta renksiz olan tohumun içinde yapraklara yeşil rengini veren klorofil adlı renk maddesinin oluşması gerekiyor. Bundan başka, enzimlerin üretilmesi ve tepkimenin sağlıklı bir biçimde yürümesi için hücresel iç yapının oluşturulması gerekiyor.

Bir tohum, rüzgârla, bir kayanın karanlık çatlağının içine sürüklendiğinde, bütün bu hazırlıklar sekteye uğruyor. Soluk renkte yaprakları olan beyaz bir filiz yaşamda kalabilmek için kurtarıcı bir parıltı arayışına çıkıyor. Hastalıklı görünen filizin sağlıklı yeşil rengine kavuşması için günde yalnızca birkaç dakika düşen gün ışığı yetiyor.



Bitkiler zamanın bilincinde. ***Bu deneyde kullanılan bitkinin büyümesi 24 saat boyunca bir kızılötesi kamera tarafından izleniyor. Kameranın çekimlerinde, bitkinin günlük ritmi görülebiliyor (sağda). Sabahları yoğun bir selüloz dolaşımı gözlemlenirken (turuncu-kırmızı), öğleden sonraları dolaşım azalıyor ve büyüme neredeyse duruyor (yeşil-mavi).***

Bu olay, ışığın bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra daha başka işlevleri olduğunu da gösteriyor. Sözgelimi bitkiler büyümelerini ışıktan aldıkları bilgilere göre ayarlıyorlar. Bu olgunun sırrı da güneş ışığının yapısında yatıyor. Beyaz ışık, farklı dalgaboylarındaki ışınlardan oluşuyor. İnsanın gözü bu ışınlardan yalnızca bir bölümünü, gökkuşağında da görebileceğimiz, kısa dalgaboyundaki mor ışıktan, uzun dalgaboylu koyu kırmızı rengi algılayabiliyor. Oysa bitkiler, bu renk tayfının dışındaki ışınları da algılayan duyarlı pigmentlere sahip. Bu da onların ışığa karşı olağanüstü duyarlı olduklarını açıkça gösteriyor.

Araştırmacılar, yaptıkları deneyler sonucunda örneğin, göbekli marul tohumlarının 660 nanometre dalgaboyundaki açık kırmızı ışıkta daha kolay filizlendiklerini saptamışlar. Bu dalgaboyundaki ışıktan çok az bir miktar bile, bitkinin soluk renkte kalmamasını sağlayıp birincil yapraklarının canlı yeşil renge bürünmesini, iletim damarlarının işlevlerini sağlıklı bir biçimde yerine getirmesini ve büyümesini sağlıyor. İnsanın algılayabildiği renk tayfının sınırında yer alan 730 nanometre dalgaboyundaki koyu kırmızı ışığıysa tohumlar bir durdurma işareti olarak algılıyorlar. Nitekim deneyler, çimlenme başladığında bile, bu dalgaboyundaki ışığın, bitkinin gelişimini durdurduğunu gösteriyor. Açık kırmızı ışıktan sonra beş dakika boyunca koyu kırmızı ışık verildiğinde çimlenme işlemi duruyor.

Bitkilerin ışığa karşı bu kadar duyarlı olmalarını sağlayan bir grup fitokrom, yıllardan beri araştırmacıların ilgi odağı. Fitokromlar, bir dizi biyokimyasal işlemin yerine gelmesini, böylece bitkinin iç yapısının gelişmesini sağlıyorlar. Bunların dış ortamdan elde ettikleri bilgiler, yalnızca ışığın içerdiği kırmızı rengin miktarından oluşmuyor. Aynı zamanda güneş ışınlarının şiddetini ve gökyüzünden düşen odaklanmış ışığın salınım düzlemini ölçüyorlar. Bir başka olağanüstü özellikleri de bitkilere, "gölgeden sakınma" becerisini kazandırmaları.

Bilim adamları, kimi bitkilerin kendilerine ulaşan güneş ışığından en yüksek düzeyde yararlanmak için birbirleriyle bir yarışa, bir tür boy yarışına girdiklerini düşünüyorlar. Bu bitkiler, yanlarındaki başka bitkilerin daha fazla uzayacaklarını ve böylece üzerlerine güneş ışığı düşmesini engelleyeceklerini "tahmin edebiliyorlar". Bu tür bitkilerin boyları, "sıkışık"ortamlarda, seyrek ortamlara göre daha hızlı uzuyor. Yanlarında başka "rakip" bitkiler bulunduğu zaman büyümelerini ters yönde sürdürüyorlar.

Bu olgu, araştırmacıların, fitokromların karmaşık işlevlerini daha iyi anlamalarını sağladı. Buna göre, doğrudan düşen güneş ışığı, açık kırmızı ışıkla uzun dalgaboyundaki koyu kırmızı ışığı yaklaşık aynı şiddette içeriyor. Sıkışık biçimde duran bitkilerin olduğu yerdeyse koyu kırmızı ışık miktarı artıyor. Bunun nedeni, yeşil renkteki ortamın, ışığın koyu kırmızı bölümünü büyük oranda geri yansıtmasıdır. Fitokromlar, ışığın şiddetindeki bu değişimleri şu şekilde algılıyorlar: Komşu bitki, ışığa doğru uzuyor. Büyümeyi hemen hızlandırmalıyız!

ABD'nin Güney Carolina eyaleti Tarım Bakanlığı'na bağlı bir araştırma merkezinde çalışan bir grup bilim adamı, bitkilerin farklı dalgaboyundaki renkler karşısında gösterdikleri davranışları ürünün artırılmasında kullanmaya çalıştılar. Araştırmacılar, domates tarlalarının zeminini değişik renklerdeki plastik folyoyla kapladılar. Daha sonra da farklı renklerdeki folyolar üzerinde yetişen ürünle daha önceleri her zaman kullanılan siyah folyo üzerinde yetişen ürünle karşılaştırdılar. Bu deneyin sonucunda, kırmızı renkteki folyonun, yetişen domates miktarını yaklaşık % 20 artırdığını gözlemlediler.

Kırmızı folyonun sırrı, yanıltma yeteneğindeydi. Çünkü koyu kırmızı ışığı daha şiddetli olarak yansıtıyordu. Yaprakların alt kısmına düşen bu ışınlar, bitkilere "Dikkat düşman var!" mesajını veriyordu. Işık için verilen bu mücadelede hep ön saflarda yer alabilmek için bitkiler, sapın, yaprakların ve meyvelerin büyüme hızını artırıyorlar. Dahası, kök sistemine daha az enerji aktararak, bunlarla beslenen parazitlerin besin kaynağını azaltmış oluyorlar. Böylece de bitkinin kökleri parazitlerden önemli ölçüde korunmuş oluyor.

Bilim adamları, renk tayfının öteki ucunda yer alan mavi ve mor ışıkla ilgili olarak da ilginç olgular ortaya çıkardılar. Charles Darwin, 1881 yılında, ışığı bir kalsiyumdikromat çözeltisinden geçirmeyi denediğinde, bitkilerin yönlerini güneşin konumuna göre ayarlamayı bıraktıklarını saptamıştı. Bunun nedeni, çözeltinin mavi dalgaboylu ışınları soğurmasıydı. Oysa öteki dalgaboylarına ait ışınlar çözeltiden geçebiliyordu. Darwin'in tahminlerine göre kısa dalgaboyundaki ışık, bitkilerin davranışlarında önemli rol oynuyordu. Darwin'in bu saptaması, bitkilerde mavi ışık alıcı organlarının (reseptörlerin) varlığına ilişkin ilk belirtiydi. Bunlara "kayıp pigmentler" anlamına gelen "kriptokromlar" adı verildi. O yıllarda bilim adamları, bu maddelerin doğasını açıklamada oldukça zorlanmışlardı.

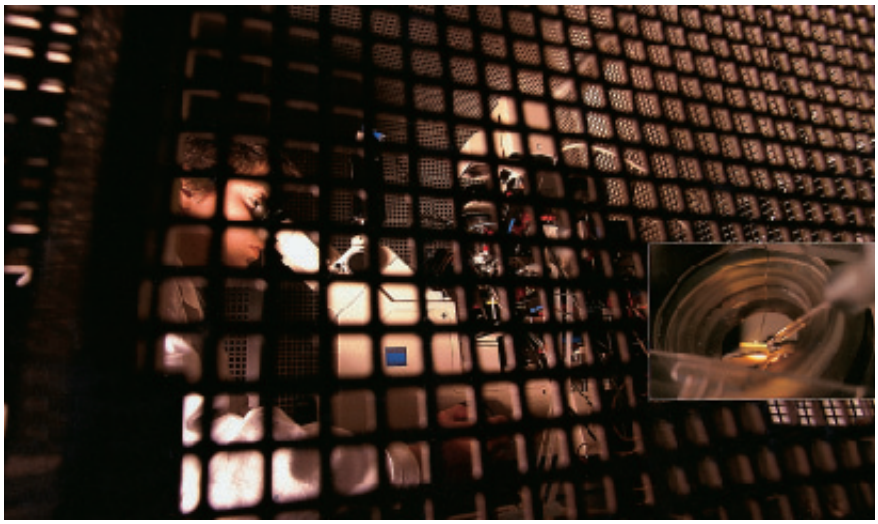
Bu olgu, gen teknolojisiyle ilgili çalışmaların başlamasıyla açıklığa ka-

vuştu. Bitki genetiğindeki olağan işleyişi, "bir çekiçle makineye vurup onu parçalama ve sonra da makineye ne olduğuna bakma" olarak açıklayan Jonathan Gershenzon, bu yöntemi İsviçre'de kimyasal ekoloji araştırmalarının yapıldığı Max-Planck Enstitüsü'nde uyguluyor. Gershenzon, bitkisel bağışıklığı koruyan maddelerin hastalığa yola açan virüsler, bakteriler ve başka parazitler karşısındaki davranışlarını inceliyor. Bitki genetiğiyle uğraşmak aslında kumar oynamaktan farksız: Deneyde kullanılan bitkilerin kalıtsal materyallerinde yapılan bir müdahalenin ne tür değişimlere yol açacağı bilinmiyor. Genellikle tütün bitkisinin kullanıldığı bu tür deneylerde uzun incelemelerden sonra, mutasyona uğrayan bitkinin ne şekilde etkilendiği ortaya çıkıyor. Bu deneylerin sonunda bitkinin biyokimyasal bireşim yolu, çiçek oluşumu ya da ışığa duyarlılığı yapılan işlemden etkilenebiliyor.

Bu şekilde üretilmiş ve mutasyona uğramış yüzlerce bitkinin DNA'ları büyük zarar görmüştü. Ancak içlerinden bazıları, araştırmacıların "kayda değer" bulduğu hatalara sahipti. Dıştan sağlıklı görünen bitkilerin bir eksiği vardı. Bunlar mavi dalgaboyundaki ışığa karşı duyarsızdı ve renksiz yapraklarını güneşe doğru değil, gelişigüzel, sanki karanlıkta gelişiyormuş gibi, her yöne doğru çıkarıyorlardı. Bu mutasyona uğramış bitkilerde, mavi ışığın algılanmasını sağlayan kalıtım bilgileri bozulmuştu. Bu olgu, ilgili genlerin DNA'lar üzerinde aranması için bir çıkış noktası oluşturdu.

Bilim adamları, kriptokromlara ve son yıllarda keşfedilen, renk tayfının kısa dalgaboyuna ait bölümünden başka pigmentlerin taşıdığı ek bilgilere ilişkin yalnızca tahminlerde bulunabiliyorlar. Ne var ki bitkilerin zamana karşı duyarlı oldukları konusunda birleşiyorlar. Büyük olasılıkla bütün canlıların organizmalarının 24 saatlik ritmlere göre çalıştığını düşünüyorlar. Metabolizmalarının belirli bir ritmde çalışmasına yol açıyor bu olgu. Kriptokromların, gün ışığının değişen mavi ışık miktarını ölçerek bitkilerin içlerindeki saati düzenledikleri sanılıyor.

1998 yılında kriptokromlarla ilgili yapılan araştırmalar hız kazandı. O yıl, insanlarla farelerin gözlerinin ağtabakalarında neredeyse tıpatıp aynı pigmentlere rastlanmıştı. Bu pigmentler, kemirgenlerin 24 saatlik günlük ritmin düzenlendiği tahmin edilen beyinlerindeki bir bölgeye ait sinir hücrelerinde de bulunuyordu. Aynı şekilde, bir meyve sineği türü olan *Drosophila melanogaster*'de de bu ışığa karşı duyarlı molekül, sineğin vücudunun günlük ritmini düzenliyor.



Kafes içinde ölçüm. ***Bir biyolog, çok hassas elektrodlar yardımıyla yabani kabağın hücrelerindeki iyon akımlarını inceliyor. Akımlar, bitkiye dokunulması sonucunda oluşuyor ve sürgünlerin kıvrılmasına yol açıyor. Araştırmacı, elektriksel alanların ölçümleri olumsuz etkilemesini önlemek için bir faraday kafesinin içerisinde çalışıyor.***

O halde, akla şu soru geliyor: Kıtalararası bir uçuştan sonra, zaman farkından dolayı, insanda ortaya çıkan belirtilerle (jetlag) lalelerin taçyapraklarını akşamları kapatmasının biyolojik kökeni aynı mıdır? Bilim adamlarının, bitkilerle başka canlıların genetik yapıtaşlarını karşılaştırmaları sonucunda, memelilerle böceklerin kriptokromlarının bitkilerdekilerden çok farklı oldukları ortaya çıktı.

Bitkilerdeki kriptokromları keşfeden ve araştırmalarını ABD'nin Pennsylvania Üniversitesi'ndeki Biyoloji Enstitüsü'nde yürüten Anthony Cashmore, paralel evrime örnek olarak, bu grup pigmentlerin iki kez ortaya çıktığını vurguluyor. Günümüzdeki bakteriler ve arkebakterilerde mavi ışığa duyarlı algılayıcıların olmadığına dikkat çeken Cashmore, bunların büyük olasılıkla ilk ökaryot hücrelerle birlikte, yani 1,8 milyar yıl önce ortaya çıktıklarını öne sürüyor. Hayvanlardaysa, mavi ışığa duyarlı pigmentler, bitkilerin evrim sürecinden ayrılmalarından sonra, yaklaşık 1 milyar yıl önce ortaya çıktığı söylenebilir.

Bitkilerin duyuları, kriptokromlar örneğinden görülebildiği gibi, en az hayvanlarınki kadar gelişmiş. Bu konuda Anthony Trewavas, bitkilerin duyularının hayvanlarınkine oranla daha gelişmiş olduğunu öne sürüyor. Edinburgh Üniversitesi'ndeki Hücre ve Moleküler Biyoloji Enstitüsü'nde araştırmalarını yürüten Trewavas, bitkilerin kapladıkları yaşam alanlarına bakılırsa, araştırmacıların henüz çözemediği olağanüstü becerilerinin olması gerektiğini düşünüyor. Trewavas'a göre bitkiler öğrenebiliyorlar, ayrıca bellekleri de var. Araştırmacı daha da ileri giderek, bitkilerin zeki canlılar olduklarını düşünüyor.

"Kalsiyum Yaşamdır" başlığıyla "Plant Physiology" (bitki fizyolojisi) adlı bilimsel dergide yayımlanan son makalesinde Trewavas, kalsiyum iyonlarının bitki ve hayvanlarda oynadıkları önemli rolü açıklıyor. Kalsiyum iyonları, bitkilerde ve hayvanlarda yaygın olarak bulunan, haberleşmeyi sağlayan maddelerdir. Bitkilerin hücreleri büyük enerji harcayarak sitoplazmadan, bunun içinde yüzen ve ince bir zarla kaplı torbacıklar olan organellerin içine kalsiyum iyonları pompalıyorlar. Bu kalsiyum iyonlarının bir kısmı hücre zarından dış hücre çeperine ulaşıyor ve orada depolanıyor. Dinlenme anlarında bu depolardaki yoğunluk, plazmadakine oranla 10 000 kez daha fazla olabiliyor. Bunu, baraj göllerindeki enerji depolama yöntemine benzetebiliriz.

Bitki bir şekilde uyarıldığı zaman, zarların içindeki moleküler "su bentleri" açılıyor ve kalsiyumun depolardan



Düşmana karşı asit. ***Biyologlar, iklim odasında tütün bitkisinin savunma yöntemlerini araştırıyorlar. Bitkiler, yaydıkları kimyasal buharın yakalanabilmesi ve analiz edilebilmesi için üst kısımları kesilmiş pet şişeler içinde yetiştiriliyorlar. Tütün bitkileri, tırtılların istilasına uğradıkları zaman, savunma yöntemi olarak nikotin asidi salıveriyorlar. Bu zehir yaprakları yiyen tırtılların salyasında tespit edilebiliyor.***

yeniden hücre plazmasına akması sağlanıyor. Buradaki yoğunluk arttıkça, "pompalar" da iyonların yeniden "baraj gölünü" doldurmaları için o derece çok çalışıyor. Bu sırada barajın kapıları kapanıyor. Birkaç saniye sonra, her şey yeniden eski durumuna dönüyor.

Hücre içindeki ikinci bir kalsiyum seli zincirleme bir etkiye yol açıyor. Enzimler etkin duruma geliyor, moleküller biçim değiştiriyor, karmaşık protein bileşikleri parçalanıyor, kalıtım bilgileri okunuyor. Güneş ışınları, ani soğuklar, kuraklık gibi olgular bitkilerde bir kalsiyum nehrinin oluşmasına yol açıyor. Bitkiler, özellikle sarsıntılardan olumsuz etkileniyorlar. Bu nedenle araştırmacılar deneyler sırasında, bitkilere herhangi bir zarar gelmemesi için çok dikkatli davranıyorlar.

Trewavas, birkaç yıl önce bir meslektaşıyla yaptığı deneyde tütün bitkisinde ve başka bitkilerde bilginin nasıl işlendiğini canlı olarak gözlemleme olanağını bulmuş. Bilim adamları, bir denizanası türü olan *Aequorea victoria*'ya ait bir geni, tütün bitkisinin kalıtsal materyaline eklemişlerdi. Daha sonra da bu transjenik bitkiyi yetiştirmişlerdi. Bu denizanası türü, içerdiği aequorin proteini nedeniyle mavi renkte parlıyordu. Bitkinin üzerine buzlu su döktüklerinde bitki tıpkı denizanasında olduğu gibi, bir an için parlıyordu. Bu tütün bitkisinden elde ettikleri bitkiler de hücrelerinde, kalsiyum iyonlarıyla temas ettiğinde mavi ışık saçan aequorin proteinini içeriyorlardı.

Burada akla şu soru geliyor: Herhangi bir uyarı, kalsiyum kapılarının açılmasını sağlıyorsa, o halde hücre nasıl oluyor da –yabani kabak türü *Bryonia dioica*'da olduğu gibi– bir dolu tanesiyle güvenle tutunabileceği bir ağaç dalı arasındaki farkı algılayabiliyor?

Trewavas, gerçekte işin sırrının hücrenin kendisinde olduğundan emin. Herhangi bir uyarının ardından hiçbir zaman hücrenin tümü değil, yalnızca belirli bir bölümü parlıyor. Öyleyse, haberleşmeyi sağlayan madde, uyarıcının türüne göre, hücrenin içine değişik yollarla dağıtılıyor.

Dahası, her uyarıya verilen tepkinin hızı farklı oluyor. Kalsiyum iyonlarının etkinliği, buzlu su deneyinde olduğu gibi, hemen başlıyor, beş saniye sonra maksimum düzeye ulaşıyor ve 30 saniye sonra sona eriyor. Buna karşılık sıcaklık, kalsiyum iyonlarının yoğunluğunu birkaç dakika sonra artırıyor, ancak bu yoğunluğu yarım saat kadar koruyor. Kalsiyum tepkimesinin dağılımı ve süresi birlikte, uyarıcının özelliklerine ilişkin bilgiler aktarabilen bir kodu oluşturuyorlar.

O halde her bitki hücresinde çok küçük bir biyokimyasal bilgisayar olmalı. Trewavas, bu bilgisayarın çalışma biçimini, hayvanların beyin yapılarını örnek göstererek, aralarında binlerce bağ olan sinir hücrelerinden oluşan bir ağa benzetiyor. Uyarılardan gelen bilgileri, sinir hücreleri değil, bitki hücrelerindeki alanları sınırlı kalsiyum dalgaları işliyor.

Burada, beyindeki etkinlikten farklı olarak, milyarlarca sayıda hücre işbirliği içerisinde değil; her bir bitki hücresi çevreden gelen uyarıları tek başına işliyor. Bunun nedenini Trewavas şöyle açıklıyor: Sinirsel etkinliklerin bir bölgede, yani beyinde toplanması, ayrıca çevredeki biçimlerin, kendi hareketlerinin ve hatta duygularının algılanması, yaşamı boyunca toprağın içinde sabit duran bir organizmanın yaşamda kalması için uygun değil. O nedenle, Trewavas'a göre, bitkilerin müziği algılayabildiklerini kanıtlamak olanaksız görünüyor. Bunun yerine, zekânın varlığına ilişkin öğrenme, bellek ve bilgilerin işlenmesi gibi genel ölçütlere bakıldığında, bitkiler üçünü de yerine getiriyor. Trewavas'ın bu görüşleri daha epeyce tepkiyle karşılanacağa benziyor.

Jena'daki Max-Planck Kimyasal Ekoloji Enstitüsü Başkanı Ian Baldwin, ABD'nin Nevada eyaletindeki Great Basin havzasında, tütün bitkisi *Nicotiana attenuata* ile ilgili olağanüstü bir olguyu keşfetmiş. Yazın başlamasıyla, havza üzerine çöken fırtına bulutlarından yere düşen yıldırımlar, çoğu zaman, kuru bitkilerin tutuşmasına yol açıyor. Toprağın ve kurumuş bitkilerin yanarken yaydıkları dumanın içerdiği kimi maddeler, *Nicotiana attenuata* tohumlarını kimi zaman 115 yıllık uykularından uyandırıyor.

Yangının sona ermesi, bu bitkinin tohumları için yaşama kavuşma anlamına geliyor. Yangın, bu tütün bitkisinin birçok rakibini yok etmiş ya da gübreye dönüştürmüştür. Tütün tohumu için gelişmenin tam zamanı. Aslında pek fazla da zaman yok gibi. Çünkü bir yıl sonra, tıpkı bu bitki gibi başka türdeş bitkilerin tohumları çimlenebilir ve besin kaynaklarına ortak olabilir. Dahası, tütün bitkisiyle beslenen tırtıl türü *Manduca sexta*, yeni çıkan filizleri yiyebilir.

Araştırmacı Ian Baldwin, bitkilerin sürekli değişen çevre koşullarına uyumunu gözlemlemek için bu tütün bitkisinin mükemmel bir araç olduğunu düşünüyor.

Süpürge biçimindeki bu bitkinin "davranışları" dumanın kokusunu almaktan öteye gidiyor. Bir Manduca, bitkinin yapraklarını yediği zaman, bitki, böceğin tükürüğündeki bir maddeyi "tanıyor". Bir çeşit alarm hormonu olan yasmon asidi, köklerde zehirli alkaloid nikotinin sentezini başlatıyor. Zehirli nikotin, iletim damarlarından bitkinin tamamına yayılıyor ve böylece düşmanın daha fazla yemesi engelleniyor. Baldwin, bu bitkinin içerdiği nikotin miktarının bitkinin ağırlığının yüzde onu kadar olabildiğini gözlem-



Kokularla yardım çağrısı. *Hollandalı bilim adamları, bitkilerin yardım çağrısını gözlemlemek için kürenin üzerine oturttukları tahtakurusunun önüne, patates böceklerinin istilasına uğramış bir patates bitkisini yerleştirdiler ve bitkinin arkasından böceğin bulunduğu yöne doğru hava akımı verdiler. Bu deney, bitkinin koku yayarak bir tür "yardım çağrısında" bulunduğunu gösterdi. Deneyde, tahtakurusu, bitkinin yardım çağrısını algılayarak böcekleri yemek üzere bitkiye yöneldi.*

lemiş. Bu miktar insanın ölümüne yol açabilir. Tırtılsa bu sinir zehirinin belirli bir miktarına dayanabiliyor. Böceklere karşı direnmek, fizyolojik bir zorluğu getiriyor. Bir tehlike anında, bitkinin alarm sisteminin devreye girmesiyle, olağanüstü büyük bir güçle zehir salgılanıyor ve bitki düşmanlarından kurtuluyor.

Aynı alarm hormonları, salatalığın, sarımsağın, soya fasulyesinin ve başka tarım ürünlerinin genel direnme gücünü artırıyor. Özellikle yasemin yağının yoğun kokulu bileşeni yasmon asidi, ayrıca söğüt ağacının kabuğunda bulunan ağrı kesici salisik asit, biyologların uzun bir süreden beri tanıdıkları etkili yara işaretleri. Sıkışmış bir yaprak ya da kırılmış bir sap, bu kimyasal tehlike haberini veren maddelerin en küçük köklere kadar iletilmesine yetiyor.

1980'li yılların sonlarında, ABD'deki Washington State Üniversitesi'nden Ted Farmer ile Clarence Ryan, bir "yaralanmanın" benzetimini yapmak amacıyla domates bitkilerine metil-yasmonat sürdüklerinde, deneyin akışı değişiverdi. Biyokimyasal analizler, yalnızca yasmonatın sürüldüğü bitkilerin değil, hiç işlem görmemiş bitkilerin de zehirli maddeler salgılayarak olası bir tırtıl saldırısına karşı kendilerini korumaya aldıklarını gösterdi.

Deneyin hangi aşamasında hata yaptıklarını araştıran bilim adamları, o güne kadar açıklığa kavuşmayan bir olguya rastladılar: İşlem görmemiş domatesler, laboratuvardaki metil-yasmonatın büyük olasılıkla kokusunu almışlardı ve olası bir saldırıya karşı kendilerini korumuşlardı.

Böcekler de bitkilerin mücadeleleri sırasında yaydıkları kodu "anlayabiliyorlar". Böceklerin duyu organları o kadar hassas ki, ölçüm aygıtlarının yetersiz kaldığı yoğunlukları bile algılayabiliyorlar. Bitkinin yaydığı koku, parazitlerle beslenen kimi böcekleri harekete geçiriyor. Birkaç metre uzaktan kokuyu algılayan tırtır sinekleri, uyuzböcekleri ve tahtakuruları, zaman kaybetmeden ziyafet çekmek üzere kokunun geldiği yöne doğru giderler.

Hollandalı araştırmacı Marcel Dicke, bir patates bitkisinin çevresindeki canlılar üzerindeki gücünü, çalıştığı enstitünün laboratuvarında bir deneyle gösteriyor. Tahtakurusu, *Perillus bioculatus* adlı patates bitkisine birkaç metre uzaklıkta, büyük bir siyah kürenin üzerine oturtuluyor. Böcek larvalarıyla kaplı patates bitkisinin bulunduğu yerden böceğe doğru hafif bir hava akımı sağlanıyor. Bitkiden gelen koku siyah-kırmızı renkteki böceğin ilgisini çekiyor. Çok geçmeden kokunun olduğu yöne doğru yürümeye başlıyor.

Dicke, yaptığı deneylerden, patates bitkisinin üzerinde böcek larvaları olmadığı zaman, yaydığı kokunun böceğin ilgisini çekmeyeceğini biliyor. Böyle durumlarda tahtakurusu amaçsız bir biçimde her yöne doğru yürürmüş. Oysa yukarıdaki deneyde hedefine kilitleniyor.

Patates bitkisi koku yayarak kendi durumuna ilişkin bilgiler içeren bir tür acil yardım çağrısında bulunuyor. Kendisine "saldıranlarla" ilgili verdiği bilgiler ne kadar kesin olursa, kendisini bu saldıranlardan kurtarmak üzere çağırdığı kurtarıcılar görevlerini o kadar başarılı bir biçimde yerine getiriyorlar.

Gerçekte patates bitkisi, "kurtarıcı" çağıran tek bitki türü değil. Laboratuvarlarda yapılan deneylerin sonucunda, şimdiye kadar, farklı ailelere ait 25 başka bitki türünün de aynı becerilere sahip oldukları gözlemlendi. Neredeyse her bitki, ilgili yardımcılarını görevlendirmek üzere, kendine özgü bir yöntem kullanıyor. Pamuk ve fasulye bitkileriyse, bir komşu bitkiye saldırıda bulunulduğunda, bunu "fark edip" takviye güçler "çağırıyorlar".

Mısır bitkisi, durumunu çok iyi "açıklayan" bir imdat çağrısında bulunuyor: Yavru tırtılların saldırısına uğradıklarında, bunlarla beslenen kurtarıcılarına çok çekici gelen bir koku yayıyorlar. Oysa koza haline gelmelerine çok az kalmış ve bitki için tehlikeli olmayan daha gelişkin tırtıllar bitkiyi istila ettiğinde, çevresine yaydığı bilgi genel bir uyarıdan öteye geçmiyor.

Bitki fizyolojisiyle uğraşan bilim adamları, bitkiyi istila eden düşmanın tükürüğünde, bitkiye, düşmanın türü ve yaşına ilişkin bilgi veren bir madde olması gerektiğini düşünüyorlar. Ne var ki yapılan araştırmalarda, bunun hangi madde olduğu bugüne kadar bulunamadı.

Jena'daki Max-Planck Enstitüsü'nün laboratuvarlarında, 1997 yılından bu yana araştırmacılar, bitkilerin "dilini" anlayabilmek için, mısır, pamuk ve soya fasulyeleri bitkilerine düşmanlarını salıyorlar. Havasız ortamlarda yapılan bu deneylerde, bilim adamları, bitkilerin yaydığı kokuları filtrelerle yakalıyorlar ve daha sonra da kimyasal yapıtaşlarına ayrıştırıyorlar. Bitkilerde bulunan sayısız çeşitte maddeyle iletişim kuruyorlar. Bitkilerin "koku dilinde" sıkça kullandıkları terpenoidlerden bile 15 bin farklı tür belirlenmiş. Büyük olasılıkla keşfedilmeyi bekleyen binlerce başka madde bulunuyor.

Bitkilerin daha önce pek bilinmeyen duyularıyla ilgili elde edilen yeni bulgulara karşın Marcel Dicke, bunların biyoloji bilimini temelden sarsacaklarını düşünmüyor. Yıllarını bitkilerle hayvanlar arasındaki iletişimi araştırmaya vermiş olan bilim adamı, bitkilerin bilince, duygulara, düşüncelere sahip olmadıklarına inanıyor.

Ayşegül Yılmaz Günenç

Kaynaklar:
Moinet, M., "Les Cinq Sens Des Plantes", *Science et Vie*, Mayıs 1999.
"Sensitive Flower", *New Scientist*, 26 Eylül 1998.
Haltmeier, H., "Das Geheime Leben der Pflanzen", *GEO*, Kasım 1999.



Yeşilin Gizli Dünyası

Bitkilerin yapraklarına dikkatle baktığımızda, bunların içinden geçen damarlar, kaygan ya da pürüzlü yüzeyleri ve üzerlerini kaplayan ince tüyler dışında pek de bir şey seçemeyiz. Gözümüz daha küçük ayrıntıları seçemez. Oysa, bir yaprak bitinin gözüyle baktığımızda yaprakların yüzeyi, kimi zaman ağaçların sık olduğu bir yağmur ormanına, kimi zaman dev kaktüslerle kaplı bir çöle, kimi zamansa engebeli çorak bir araziye benzer. Günümüzde bilimin farklı dallarında kullanılan ve nesneleri 300 bin kez kadar büyütebilen elektron mikroskopları, bitkilerin değişik işlevleri yerine getiren ve olağanüstü estetiğe sahip olan mikro ölçekli yapılarını ortaya çıkarıyor. Bu mikroskoplar sayesinde, bitkilerin yaşamda kalma savaşlarına, bir anlamda onların "gizli yaşamına" tanık oluyoruz.



"Bilim bir şeyin nasıl çalıştığını açıklarken var olanların nedenini açıklamıyor. Örneğin: Neden, tek bir tür değil de birçok değişik çiçek türü var?" 1942 yılında bir yaz günü kırlarda dolaşırken aklına gelen bu soruyu Fransız yazar ve felsefeci Albert Camus günlüğüne not etmiş.

Camus, kendi kendine sorduğu bu soruyla belki de biyoloji biliminin en büyük ve henüz anlaşılamamış sırlarından birine parmak basmıştı. Biyoloji bilimi, biyoçeşitliliğin sırrını şöyle açıklıyor: Bir canlının var olmasının nedeni, onun işlevlerini benzerlerine göre daha iyi yerine getirmesinden kaynaklanıyor. Günümüzde var olan yapılar ve organlar, başka çözümlere kıyasla daha verimli çalıştıklarından dolayı ortaya çıktılar.

Peki, o halde yeryüzünde neden bu kadar çok değişik tür yaşıyor? Öyle görünüyor ki yakın zamanda yok olabilecek hem "daha kötü" hem de "daha iyi" yaşam biçimleri var. Durum böyleyse, "en iyinin" -ki evrim süreci bunu göstermiyor- günümüze kadar gelebilmeyi başarmış olması gerekmiyor mu? Bir meşenin yaprağının doğaya yararı bir akça ağacın yaprağından

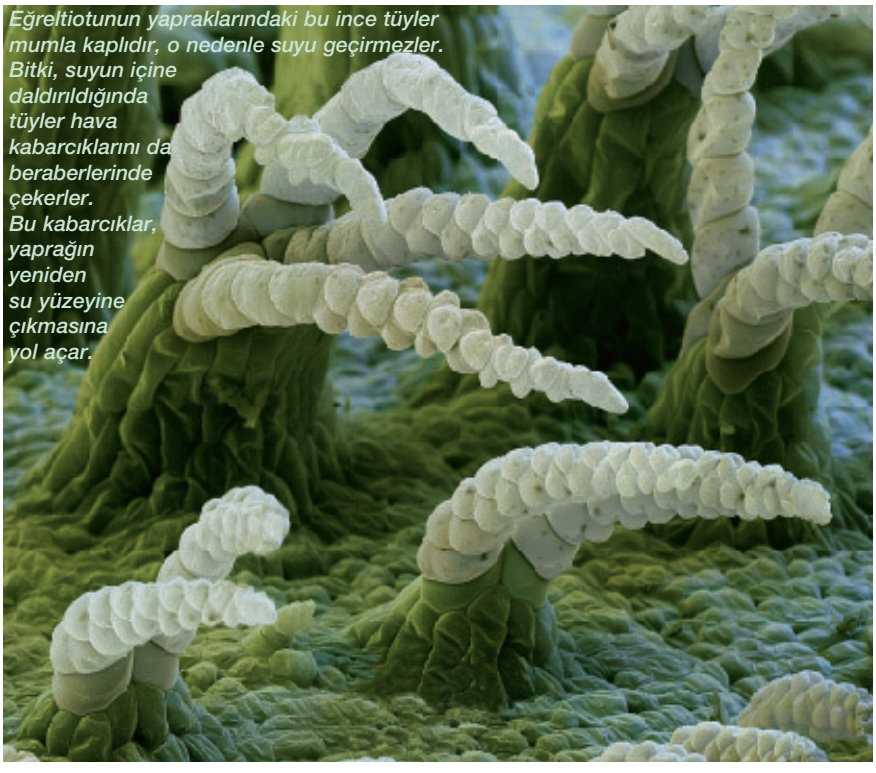


daha mı fazla? Bir gül bir zambaktan daha mı işlevsel? Bunu doğrulamak olanaksız. Öyleyse doğada neden bu kadar büyük bir çeşitlilik, koku, renk, biçim ve güzellik var?

Yaklaşık 250 000 değişik türün sınıflandırıldığı bitkiler, doğaya güzellik katıyor, ona belirleyici bir görünüm kazandırıyor. Değişik bitki türleri arasındaki farklılıklar, yalnızca kökleri, gövdeleri, yaprakları ve çiçekleri arasındaki farklardan kaynaklanmıyor. Yapraklarında bulunan ve çıplak gözle göremediğimiz ince tüyler, salgı hücreleri, dikenler de büyük farklılık gösteriyor. Kısacası türler arasında hiçbir yaprak, hiçbir çiçek ve hiçbir diken ve tüy bir diğerine benzemiyor. Mikroskop altında, yaprakların epiderm adlı üstderisi, minik sıradağlara, balta girmez ormanlara, kayalık bölgelere ve engebeli arazilere dönüşüyor. Örneğin, ısırgan otunun yapraklarını kaplayan ince tüyler, gümüş rengi kristal iğneler biçiminde görülüyor. Bu iğnelerin ucundaki sert "başlıklara" dokunulduğunda bunlar kırılıyor ve içerdikleri asetilkolin ile histamin dokunma anında deriye enjekte ediliyor. İşte bu nedenden ötürü ısırgan otuna değdiğimizde bir yanma ve kaşıntı hissi uyanıyor. Zeytin ağacının yapraklarını kaplayan yüzey hücreleriyse şemsiye biçimli çıkıntılar oluşturuyor. Deve dilinin ya da lavantanın yapraklarıysa sanki sık beyaz ağaçlarla kaplı. Bu yapılar, havayla dolu hücresel çıkıntılar olup, ipeksi dokunuşa sahipler ve şiddetli ışınımın yaprak yüzeyinden yansıtılmasını sağlıyorlar.



Bu etobur su bitkisinin av yakalamaya yarayan kabarcıkları yaklaşık 1 milimetre büyüklüğünde. Bir noktalarından açılıp kapanabilen kabarcıkların birine küçük bir yengeç yaklaşıp uzantılara dokunduğu zaman kabarcık oradan genişlemeye başlayıp yengeci içine doğru çekiyor.



Eğreltiotunun yapraklarındaki bu ince tüyler mumla kaplıdır, o nedenle suyu geçirmezler. Bitki, suyun içine daldırıldığında tüyler hava kabarcıklarını da beraberlerinde çekerler. Bu kabarcıklar, yaprağın yeniden su yüzeyine çıkmasına yol açar.

Bitkilerin bu mikro ölçekli yapıları, farklı biçimleriyle yeryüzündeki değişik yer şekillerini, bitki örtülerini andırıyorlar: Dikenli bitkilerle kaplı bir çöl, sık yağmur ormanları, tek tük ağaçların bulunduğu geniş bozkır alanlar. Bitkilerin yapraklarını kaplayan bu mikro ölçekli yapılar, her bitki türünde farklı özellikler taşıyor. Bu nedenle bitkileri yalnızca bu mikro yapılarından ayırt etmek mümkün. Mikro yapılar bitkilerin bir çeşit parmak izi sayılabilir. Bu değişik biçimlerdeki yapıların işlevlerine gelince: Bu mikro yapılar bitkilerin kurumalarını ve başka canlılar tarafından yenmelerini önlüyor.

Bitkiler, yüzeylerindeki bu kendilerine özgü "çıkıntıları" yaklaşık 400 milyon yıl önce, karadaki yeni yaşamlarına uyum sağlamak ve kendilerini korumak amacıyla geliştirmişler. Yüzeyleri, organizmalarının dış etkilerden korunması ve metabolizmalarının sağlıklı çalışması için sert ve dayanıklı olması gerekiyordu. Bundan öte yaşayabilmek için suya gereksinimleri vardı.





Bu kaktüsler, dikenlerinin kancalı uçları sayesinde düşmanlarını uzak tutabiliyorlar. Dikenlerin belli belirsiz uçları battığı zaman günlerce acı verebiliyor.

Bitkiler, evrim süreci içerisinde denizden giderek daha fazla uzaklaşmışlar. Suyosunlarından karayosunlarına, daha sonraysa eğreltiotlarına, damarlı bitkilere ve ağaçlara dönüşmüşler. Bu nedenle bitkilerin içerisindeki su dolaşımı giderek daha karmaşık bir durum almış. Oysa su yosunlarının yaşam döngüsü karadaki bitkilere göre çok daha basit. Bunlar kendi kendilerine çoğalıyor, kendi plazmaları içinde yüzüyor ve minerallerle karbondioksiti tüm gövde yüzeylerinden alabiliyorlar. Deniz suyu, organizmalar için bir besin kaynağı gibidir. Organizmalar deniz suyundan besleniyorlar; gerekli besin maddelerini alıyorlar, sonra da onları dönüştürerek salıveriyorlar. Bu dönüştürülmüş maddelerden de başka canlılar yarar sağlıyor.





Karaya "çıkan" günümüz bitkilerinin karmaşık yapısı ağaçlara baktığımızda kolaylıkla gözlemlenebilir. Ağaçların kökleri, kilometrelerce uzunluğa ulaşabiliyor. Kökler, topraktaki suyu ve değişik mineralleri emen hücrelerin oluşturduğu küçük çıkıntılardan oluşuyor. Yaprakların simetrik



yapısı ve ağacın gövdesinin dairesel biçimi, besin maddelerinin en uygun biçimde iletim damarları tarafından yapraklara saatte 150 metreye varan hızla dağıtılmasını sağlıyor.

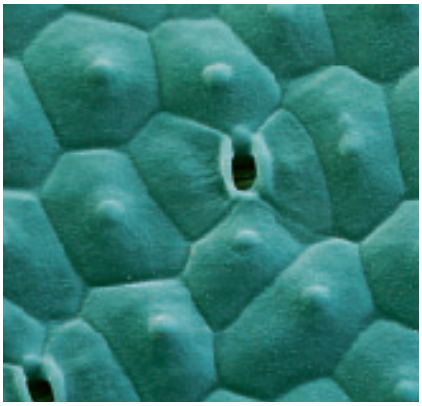
Bitkiler karada sudan büyük yarar sağlamışlar. Su, topraktan atmosfere oradan da tekrar toprağa ulaşıyor. Bitkiler, suyun döngüsünü, yapraklarının üstderisindeki ve özellikle de altındaki sonsuz sayıdaki gözenekler (stoma) yardımıyla yerine getiriyorlar. Yaprakların üzerindeki bu gözeneklerin görevleri bitki için yaşamsal önem taşıyor. Bu gözeneklerden hem bitkinin içerdiği fazla su buharlaşıyor, hem havadaki karbondioksit fotosentez yapmak amacıyla emiliyor hem de havaya oksijen salıveriliyor. Gözeneklerin en önemli işlevleriyse köklerin topraktan besini almalarını sağlamalarıdır. Sayıları milimetrekarede bine varan gözenekler, su dolaşımı fazla olduğunda kabaran ya da bitki susuz kaldığında büzüşen, karşılıklı duran, fasulye biçimli iki hücre sayesinde açılıyorlar. Bu işlevsel gözenekler sayesinde bitkiler suya



Bu saraypatının yapraklarının gözenekleri, su kaybını önleyecek şekilde yoğun bir tüy tabakası altında gizlenmiş. Gözeneklerin fotoğrafta gözükebilmesi için tüylerin bir kısmı yok edilmiş.



Yapraklardaki gözenekler, açılıp kapanarak bitkinin gaz ve su alış verişini sağlıyorlar. Fotoğraftaki gözenek bir zambağa aittir.





Özellikle Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak görülen bu laden çiçeğinin yüzeyinde, yıldız biçimli tüylerle (gri) salgı hücrelerinden (sarı) oluşan dikenimsi uzantılar vardır.

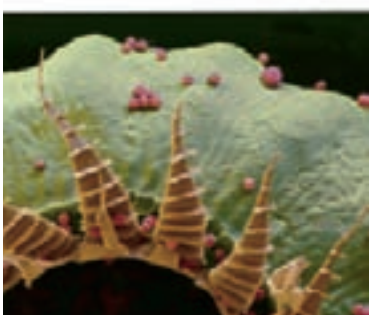
olan gereksinimlerini o kadar iyi düzenliyorlar ki susuz geçen bir yazı kurumadan atlatabiliyorlar. Kurak bölgelerde yaşayan bitkilerde ve çam ağaçlarında gözenekler, su kaybını en aza indirgemek amacıyla derin çukurlar içerisinde ya da tüylerden oluşan bir ağ arkasında yer alıyorlar.

Suyun, bitkilerin yüzeyinin tamamından değil, yalnızca gözeneklerden buharlaşması, ayrıca bitkilerin yağış sırasında su emerek şişmemeleri için, bitkilerin yüzeyi tuhaf biçimli balmumu benzeri kristaller salgılıyor. Bunlar, yaprakların yüzeyinin düzgün ve parlak görünmesini, su geçirmez olmalarını sağlıyorlar. Böylece, bitkilerin içerdikleri nem oranının en fazla % 10'u kontrolsüz bir biçimde kayboluyor. Geriye kalan % 90 mikro gözeneklerden geçiriliyor.



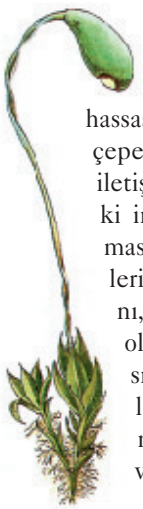






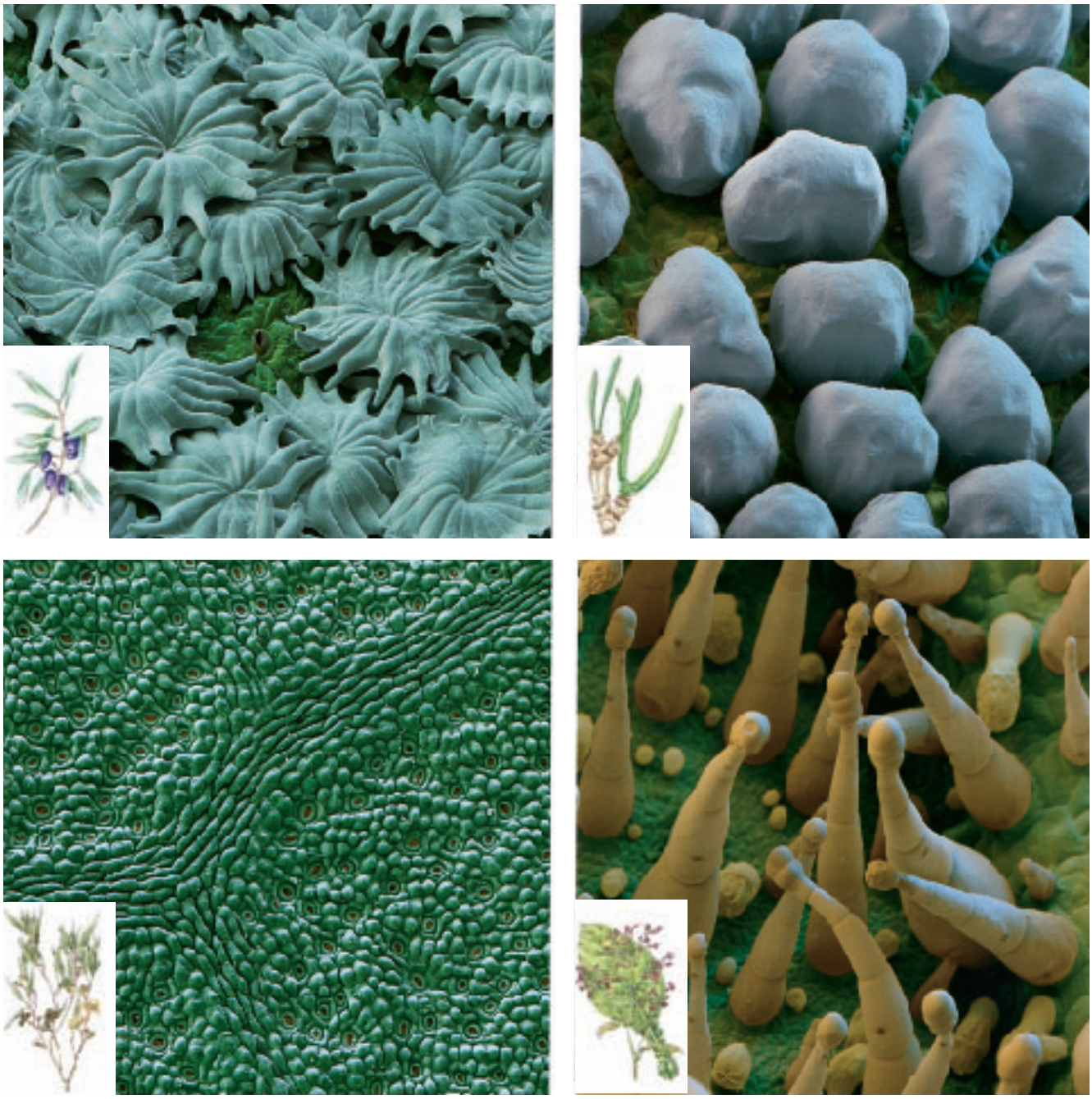
Bu yapraklı karayosununun spor keseleri yağış sırasında kapalıdır. Çünkü dişlerden oluşan bir taç açıklığı kapatır. Yağış olmadığındaysa dişler ayrılır ve sporların (kırmızı) çevreye saçılmasını sağlar.

Bitkilerin sınırsız sayıda çeşitlilik gösteren biçimleri ve becerileri gerçekten de olağanüstü. Öyle görünüyor ki bitkilerin evriminde, yalnızca işlevlerini en iyi biçimde yerine getirmek değil, belli bir estetiğe sahip olmak da önem kazanıyor. Yaprakları, renk renk çiçekleri, dallarıyla doğaya tüm güzelliklerini sergileyen bitkiler, diğer canlılar arasındaki yerlerini sağlamlaştırmak için estetik özellikleriyle işlevselliklerini birleştiriyorlar bir anlamda.



Özellikle bitkilerin hassas iç yapılarını koruyan dış çeperleri dış dünyayla yoğun iletişim halinde. Yüzeylerindeki ince tüyler, tohumların uçmasını kolaylaştırıyor, su bitkilerinin su yüzeyinde kalmasını, ayrıca sarılgan bitkilerde olduğu gibi, bitkinin bir dala sımsıkı sarılmasını sağlıyorlar. Hatta orkideler gibi kimi bitkilerde bu tüyler, havadaki nemi emebiliyorlar.

Bitkilerin bu dışa dönük yapısı, tek bir bölümün belir-



Zeytin ağacı yaprağının alt kısmındaki bu yıldız biçimli üstderi hücrelerinin; bir Afrika kökenli öğle çiçeğinin yaprağındaki büyük, su tutan hücrelerin (sağ üstte) ve okaliptüs yaprağının alt kısmının kaplandığı mumun (sol altta) ortak işlevleri su kaybını önlemektir. Virjinya tütününün koni biçimli salgı hücreleri, bitkinin düşmanlarının iştahını kesen maddeleri salgılıyorlar.

li bir işlevi yerine getirmesini değil, aynı işlevin bitkinin değişik bölümlerinde aynı anda gerçekleşmesini de beraberinde getiriyor. Bu yapılarından dolayı atık maddeler, memeli hayvanlarda olduğu gibi böbrekler ve karaciğer aracılığıyla değil, tütün bitkisinde ya da sardunyalarda olduğu gibi, yüzeylerindeki tüpe benzer tüylerden (salgı hücrelerinden) dışarı atılıyor.

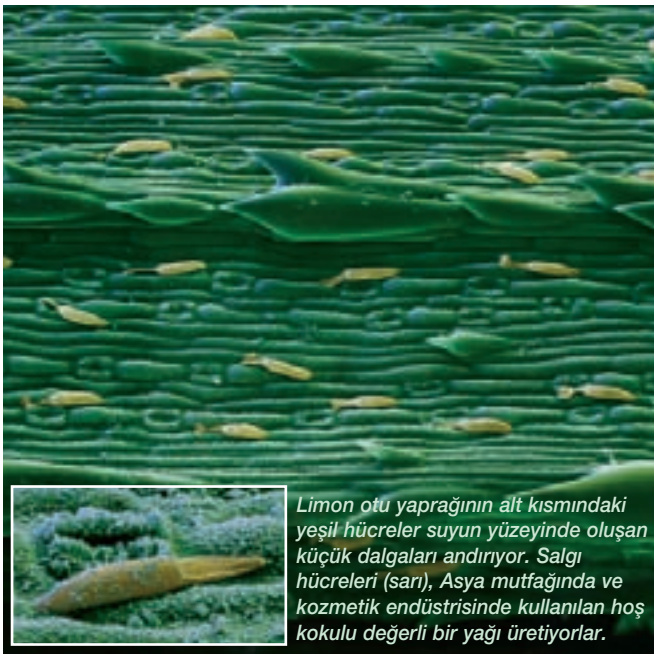
Bu tür salgılar, bitkilerin ve böceklerin gelişiminde büyük önem taşıyor. Çünkü bitkilerle böceklerin yaşamları iç içedir. Bitkiler çoğu böcek türünün besin kaynağını oluşturur. Birçok çiçekli bitki de arıların, böceklerin ya da kelebeklerin çiçekten çiçeğe polen taşıyarak dölleme işlemine yardımcı olmaları sayesinde çoğalabiliyor.

Bitkiler birçok canlı için besin kaynağı olmalarına karşın soylarının tükenmemesini içerdikleri değişik maddelere borçlular. Bu maddeler, tırtıllar gibi zarar verebilecek canlıları uzaklaştırıyor hatta kimi zaman ölmelerine yol açıyor. Ne var ki birçok böcek türü bitkilerin salgıladıkları zehirli maddelere karşı bağışıklık kazandı.

Evrim araştırmacıları, bitkilerle böcek türlerinin zenginliğini bu iki sınıf arasındaki yaşamda kalma yarışına borçlu olduklarını öne sürüyorlar. Böcekler, bitkilerin salgıladığı zehire karşı bağışıklık kazandıkça, bitkiler, onlardan korunmak amacıyla sürekli yeni maddeler üretmek zorunda kaldılar.

Böylece milyonlarca yıl süren bir süreçte türler giderek daha bir karmaşık hal aldı ve hayatta kalma adına durmadan yeni yöntemler geliştirdiler.

Bilim adamları, bitkilerin dünyasını araştırdıkça onlarla ilgili yeni şaşırtı-



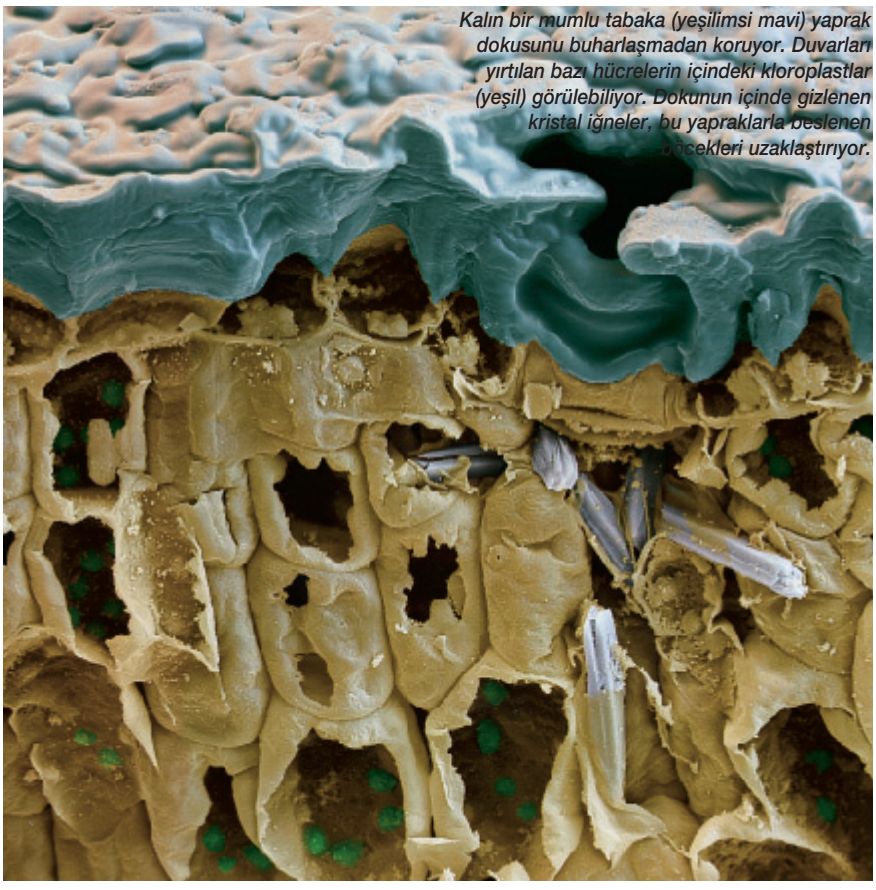
Limon otu yaprağının alt kısmındaki yeşil hücreler suyun yüzeyinde oluşan küçük dalgaları andırıyor. Salgı hücreleri (sarı), Asya mutfağında ve kozmetik endüstrisinde kullanılan hoş kokulu değerli bir yağı üretiyorlar.



Yapraklara gümüş parıltısı veren tüylerin oluşturduğu koruyucu tabakanın altında salgı hücreleri gizleniyor. Hoş kokulu yağ içeren kabağa benzeyen bu hücreler yırtıldığında çevreye lavanta kokusu yayılıyor.



cı bulgular elde ediyorlar. Tarayıcı elektron mikroskobuyla elde edilen bu görüntüler, bizlere, çok küçük de olsa, onların gizemli ve oldukça "hareketli" dünyasına bir pencere açıyor. Ne var ki bu görüntüler de gerçek mikro dünyayı tüm güzellikleriyle yansıtamıyor. Bir cisim üzerine elektronların gönderilmesi ve bunların yansıtılmasıyla elde edilen görüntülerde, salgı hücrelerinin ezilmesi ya da hücre duvarlarının yırtılması tehlikesi ile karşı karşıya kalıyor araştırmacılar. Ayrıca bu yöntemde bitkilerin gerçek rengi yansıtılamıyor. Siyah-beyaz olarak elde edilen görüntüler daha sonra bilgisayarda "gerçek"" renklerine kavuşuyorlar.



Kalın bir mumlu tabaka (yeşilimsi mavi) yaprak dokusunu buharlaşmadan koruyor. Duvarları yırtılan bazı hücrelerin içindeki kloroplastlar (yeşil) görülebiliyor. Dokunun içinde gizlenen kristal iğneler, bu yapraklarla beslenen böcekleri uzaklaştırıyor.



Evrim sürecinde, bitkilerin dünyasına baktığımızda, "canlıların işlevselliğinin" hayatta kalmak açısından en önemli ölçüt olduğu görüşü bir bakıma tek boyutlu bir görüş gibi görünüyor. Bu konuda günümüzün önde gelen biyologları da birleşiyor. İsviçreli biyolog Adolf Portmann daha da ileri giderek, canlıların evrim sürecinde avantajların artırılmasının değil, canlıların kendilerini estetik açıdan güzel sunmalarının en önemli amaç olduğunu öne sürüyor. Portmann, derin deniz ortamlarında yaşayan canlılarla ilgili yaptığı araştırmalar sonucunda, birbirlerini bu karanlık ortamda görmeseler bile, bu canlıların da aslında "güzel" oldukları kanısında.

Bilim felsefecileri Humberto Maturana ve Francisco Varela evrim konusuna şöyle açıklık getiriyorlar: "Evrim, dünya üzerinde dolaşan ve oradan bir iplik, buradan bir teneke kutu, şuradan da bir parça odun toplayan, sonra da bunları yapıların ve koşulların izin verdiği ölçüde bir araya getiren, ayrıca bunları bu şekilde birleştirebilmenin dışında bir amacı olmayan bir sanatçıya benziyor."



Ayşegül Yılmaz Günenç

Weber, A., "Hautnah Im Wunderland Der Pflanzen" *GEO*, Haziran 2000



Kulağımız Marmara'da

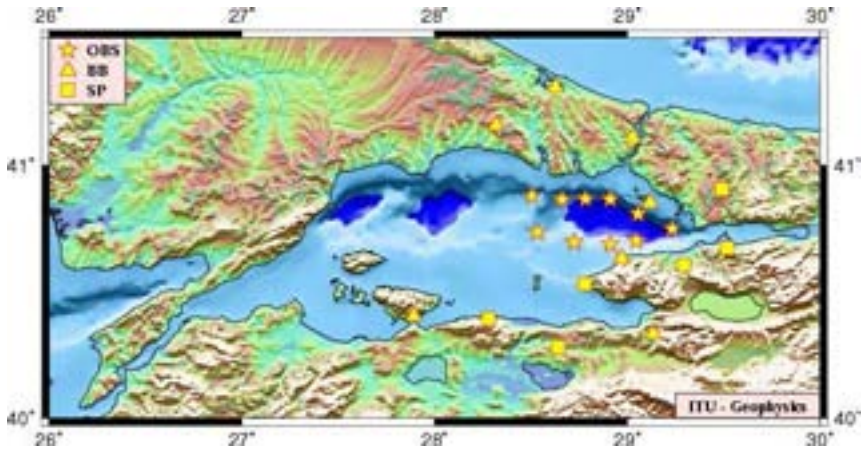
17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinin ardından, özellikle Marmara bölgesinin depremselliğine ve fay geometrisine ilişkin ulusal ve uluslararası bilimsel projeler büyük bir hızla sürüyor. Bunlardan biri, Okyanus Tabanı Sismometresi Projesi (Ocean Bottom Seismometer-OBS Project), TÜBİTAK ve NATO işbirliğiyle gerçekleştiriliyor. Proje, Prof. Dr. Junzo Kasahara (University of Tokyo), Prof. Dr. Xavier Le Pichon (College de France) ve Prof. Dr. Naci Görür (İTÜ, TÜBİTAK) tarafından yürütülüyor. Bu projenin ilk uygulamalardan biriyse geçtiğimiz Nisan ayı sonunda Marmara Denizi'nde yaşama geçirildi Tokyo Üniversitesi'nden iki aylığına ödünç alınan 10 OBS, Marmara Denizi'nde Çınarcık havzasına yaklaşık 10-13 km arayla yerleştirildi. Yürütücülüğünü Prof. Dr. Junzo Kasahara (University of Tokyo) ve Prof. Dr. Tuncay Taymaz (İTÜ Jeofizik Müh. Böl.) üstlendiği uygulamanın ikinci bölüm bu ay içinde gerçekleştirilecek. Çınarcık havzasından 5-15 Haziran tarihleri arasında çıkarılacak OBS'ların, verilerin kaydedildiği magneto-optik diskleriyle, Nikel-Kadmiyum pilleri değiştirilerek bakımları yapılacak. İzleyen günlerde bu kez orta ve batı Marmara çukurluklarına yerleştirilmesi planlanan OBS'lar, bir ay süreyle de burada veri toplayacak. Çalışmanın denizde yürütülen bölümüne katkı sağlamak amacıyla düzenlenmiş bir başka bölümü de karada yürütülüyor.

Karada bugüne değin; Büyükada, Bandırma, Yalova, Armutlu-Kapıdağ yarımadası, Altınova, Bursa, Çatalca, Maslak, Avcılar, Gebze ve Silivri'ye toplam 14 (7 adet Broad-Band ve 7 adet Short-Period) sismometre yerleştirilmiş ve bu sayının artırılması düşünülüyor. Karadaki projenin yürütücülüğünüyse Prof.Dr. Alfred Hirn (IPG-Paris), Prof.Dr. Tuncay Taymaz (İTÜ, Jeofizik Müh. Böl.) üstlenmiş.

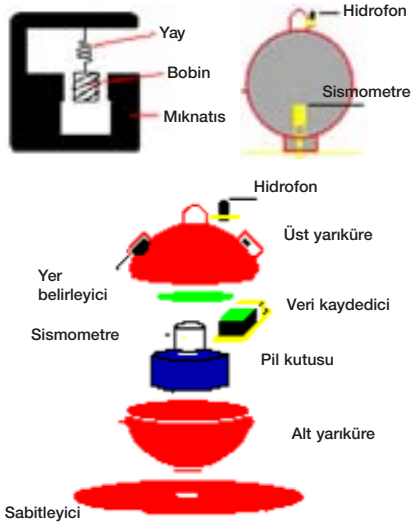
Deniz tabanında, Kuzey Anadolu Fayı'nın kollarına yakın, standart, yüksek duyarlıklı ve eşit aralıklı sistemler kurarak, çok küçük depremleri, fayın davranışını ve bir dizi jeofiziksel parametreleri tanımlamayı amaçlayan bu çalışmanın bir başka önemli yanıysa, ülkemizde OBS'lerin ilk kez kulanıldığı bir uygulama olması. Günümüzde, denizlerde yürütülen sismik araştırmaların vazgeçilmez bir öğesi haline gelen bu aygıtlar gelişen teknolojiyle birlikte kendilerini yeniliyorlar.

OBS'lar

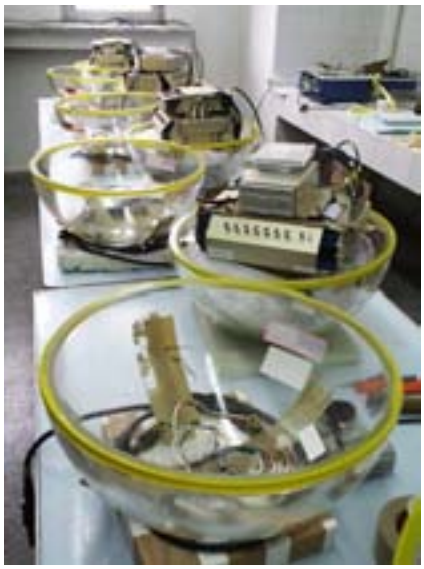
En basit biçimiyle bir sismometre, yay, elektrik bobininden oluşur. Yay, bir ucuna bobini mıknatısın kutupları arasında asılı tutar. Herhangi bir sarsıntıdan mıknatıs ve yay etkilenir. Buna karşın yayın ucunda, asılı haldeki bobin sabit kalır. Bu göreceli hareket, sözkonusu düzenek içinde hareketin hızıyla doğru orantılı olarak bir gerilim (potansiyel farkı) doğurur. Hareketin kaynağı ses dalgalarına gelince, bunların depremlerle yerin derinliklerinde doğal olarak ya da çeşitli araçlar yardımıyla yeryüzünde insan eliyle üretilebilirler. Gelişmiş sismometrelerle alınan kayıtlar hareketin hızı, sarsıntının büyüklüğü ve yerin geometrisi hakkında bilgi verir. Genel olarak yerbilimlerinde kullanılan sismometrelerin farklı amaçlar için geliştirilmiş pek çok türü bulunuyor. Bunlardan biri Okyanus Tabanı sismometreleri, (OBS-



OBS'ların ve karadaki sismometrelerin bulunduğu yerler.



Basit bir OBS'nin bölümleri





Marmara'ya yerleştirilen OBS ünitesiyse biraz daha gelişmiş bir teknolojiye sahip. Ünite 16-bit 3-bilesenli (1 dusey, 2 yatay) sayisal 2 Hz sismometre ve kayıt ünitesinden oluşuyor. Kayıt 3.5 inçlik magneto-optic diskler üzerinde 2.5-4 Gbyte kapasiteyle gerçekleştiriliyor. Sıradan OBS'lerden farklı olarak, bu sistem için 30-40 gün yetecek enerjiyi çok özel tasarlanmış Nikel-Kadmiyum piller sağlıyor.

Ocean Bottom Seismometer) ses dalgaları yardımıyla üretilen yer hareketlerini deniz, okyanus ya da göl tabanında kaydedebilecek biçimde tasarlanmış aygıtlardır. Ses dalgaları genellikle bir geminin arkasına bağlanarak su yüzeyinde sürüklenen bir ses kaynağı yardımıyla üretilir. Su yüzeyinde üretilen bu ses dalgaları tabandaki OBS'ye ulaşırken farklı yollar izler. Bunlardan biri aradaki su katmanını geçerek doğrudan OBS'ye ulaşır. Bir diğeri su katmanını geçerek deniz tabanına ulaşır ve burada tabana paralel bir doğrultu izleyerek OBS'ye ulaşır. Bir başkasıysa su katmanını ve tabanı geçerek yerin derinliklerine doğru ilerler. Bu ilerleme sırasında ses dalgalarının bir bölümü karşılaşılan farklı yoğunluklara (fiziksel özelliklere) sahip katmanların sınırlarından yansıyarak OBS'a ulaşır. Ses dalgalarının hızı yayıldıkları (ilerledikleri) ortamın yoğunluğuyla doğru orantılı olarak artar. Bu dalgaların farklı OBS'lara ulaşma süreleri, büyüklükleri ve aldığı yol belirlendiğinde, araştırmanın yapıldığı bögedeki tortul katmanların durumu ve yer kabuğunun buradaki yapısı 30-40 km derinliğe kadar gözler önüne serilebilir.

Basit biçimiyle bir OBS, içinde bir alıcının, elektronik devrelerin, sismometrenin, veri kaydedicinin ve sisteme en az 10 günlük enerji sağlayacak alkalin pillerin bulunduğu iki eş parçadan oluşan alüminyun bir küredir. Bu iki yarı küre özel bir kenet sistemiyle birleştirilir. Küre içinde yaratılan hafif bir vakum da iki parçanın daha iyi kapanmasını sağlar. Düzeneğin tabanda sabit kalması yani akıntılarla sürüklenmemesi için de, yalaşık 1m çaplı metal bir diske bağlanır. OBS düzeneğinin herhangi bir gemide kurulabilecek bir biçimde tasarlanmış olması ve bu iş için yalnızca OBS'yi denize indirmeye yarayacak bir vince gereksinim duyulması, bu teknolojinin dünyanın pek çok yerinde kullanılmasını kolaylaştırıyor.

OBS'lar deniz tabanına indirilmeden önce programlanır. Çalışma süresini belirleyen bir program ve toplanan veriler OBS'nin 1.3-5.6 Gbyte'lık magneto-optik disklere kaydedilir. OBS'lerin yerleştirildikten sonra nerede olduklarının belirlenmesiyse, aygıta yerleştirilmiş akustik bir yer belirleyici yardımıyla gerçekleşir. Gemiden gönderilen özel bir frekansla gönderilen sinyal, tabandaki OBS tarafınadan alınır ve yine özel frekanslı bir sinyalle yanıtlanır. Bu sinyal alışverişi sırasında geçen zaman kullanılarak OBS'nin tabandaki yeri saptanır. Bu mesafenin doğruluğu yardımcı yöntemlerle de onaylandığında OBS artık çalışaya hazırdır.

Marmara'ya yerleştirilen OBS ünitesiyse biraz daha gelişmiş bir teknolojiye sahip. Ünite 16-bit 3-bilesenli (1 dusey, 2 yatay) sayisal 2 Hz sismometre ve kayıt ünitesinden oluşuyor. Kayıt 3.5 inçlik magneto-optic diskler üzerinde 2.5-4 Gbyte kapasiteyle gerçekleştiriliyor. Sıradan OBS'lerden farklı olarak, bu sistem için 30-40 gün yetecek enerjiyi çok özel tasarlanmış Nikel-Kadmiyum piller sağlıyor.

Bu yazının hazırlanmasındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Tuncay Taymaz'a teşekkür ederiz.

Murat Dirican





Çalışmanın denizde yürütülen bölümüne katkı sağlamak amacıyla düzenlenmiş bir başka bölümü de karada yürütülüyor. Bu amaçla toplam 14 sismometre yerleştirildi ve bu sayının artırılması düşünülüyor.



Hersek Deltasında Paleosismik Kazılar

İstanbul ve çevresine ait tarihsel deprem kayıtları Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) bir parçası olan Yalova segmentinin 1509'dan bugüne değin üç kez hareket etmiş olabileceğini gösteriyor. Buna karşın bu segmente ait yüzey kırıklarının, sözkonusu depremler sırasında Hersek yarımadasını mı kestiği yoksa Marmara açıklarında mı yer aldığı hala üzerinde tartışılan bir konu. Bu çalışmada 17 Ağustos Kocaeli depreminin ardından hava fotoğrafları gözden geçirilerek, bölgenin ayrıntılı yapısal jeoloji haritası güncellendi. Buna ek olarak paleosismik fay kazıları (trench) biçiminde yapılan keşiflerle Yalova segmentinin üzerinde meydana gelmiş en son depremlerin ne zaman olduğunun belirlenmesi amaçlanıyordu. Bu bilgi KAF üzerindeki deprem göçünün devam edip etmediğinin belirlenmesi açısından son derece önemliydi.

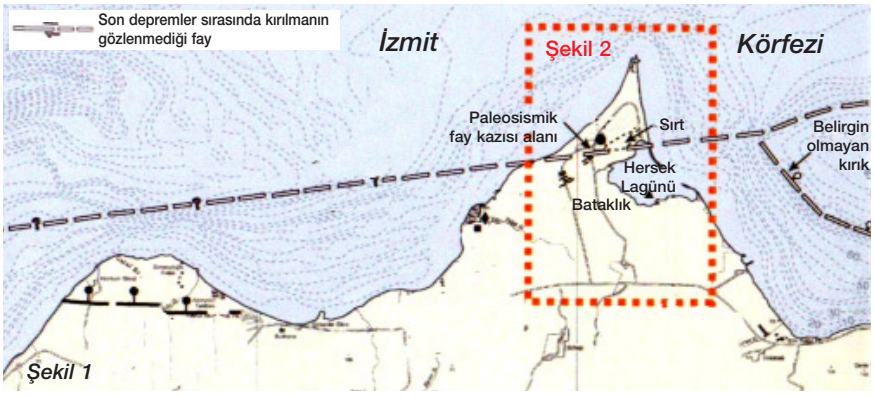
KUZEY DOĞU ANADOLU Fayı'nın bir parçası olan Yalova segmenti, İstanbul'un yaklaşık 50 km güney doğusunda yer alıyor (Şekil 1). Segmentin yakın çevresinde büyük yerleşim alanları bulunuyor. Dolayısıyla bu segment üzerinde gerçekleşecek bir depremin, felakete dönüşme olasılığı yüksek. Tarihsel deprem kayıtları Marmara bölgesinde gerçekleşen 1509, 1719 ve 1894 depremleri sırasında Yalova segmenti üzerinde çeşitli yüzey kırıklarının gerçekleşmiş olabileceğini gösteriyor. KAF üzerinde tarihsel depremlerin batıya doğru göçü, 1939 Erzincan depremiyle başlamış (Mw 7,9), en son 1999 Kocaeli (Mw 7,4) ve Düzce (Mw 7,1) depremleriyle devam etmişti. Ancak bugüne değin Yalova segmenti üzerinde belirgin bir kırık gözlenmemişti. Bu nedenle Yalova segmentinin denizde mi kaldığı yoksa Hersek deltasından mı geçtiği, üzerinde sıkca tartışılan bir konu olmuştu.

İşte bu çalışmayla, Ekim 1999'da Hersek deltasında gerçekleştirilen paleosismik fay kazıları, genel olarak bu konudaki benzer tartışmalara katkıda bulunma amacını taşıyordu. Çalışmanın hedeflerini daha ayrıntılı olarak şöyle sıralayabiliriz. Yalova segmentinin Hersek deltasını kesip kesmediğini belirlemek ve 17 Ağustos Kocaeli depremi sırasında bu bölgede herhangi yüzey kırığının oluşup oluşmadığını belirlemek; bu segment üzerinde tarihsel ve tarih öncesi dönemde olmuş depremleri belirlemek ve bunlar arasında tarihsel bir sıralama belirlemek; geç Holosende yani günümüzden bir kaç bin yıl önce gerçekleşmiş yer değiştirmenin hızını belirlemek; yine Holosen stratigrafisine bakarak meydana gelmiş kaymaları ve bunların (neden oldukları depremlerin) büyüklüğünü tahmin etmek. Başka bir deyişle bu segment üzerindeki en son depremin 1894 depremi mi yoksa 1700'lerdeki depremlerden biri mi olduğunu belirlemek, bölgenin deprem riskinin belirlenmesi açısından son derece önemliydi.



Yer Şekilleri

Bölgeye hakim yer şekillerinin incelenmesi ve hava fotoğraflarına dayanılarak yapılan değerlendirmeler, Hersek yarımadasındaki topografik çizgiselliklerin yani yer şekillerinin çizgisel geometrisinin Yalova segmentiyle doğrudan ilişkili olduğunu gösteriyor. Bunun yanı sıra Hersek lagününün geometrisinin ve bulunduğu bölgenin, daha güneydeki Gölcük sementiyle

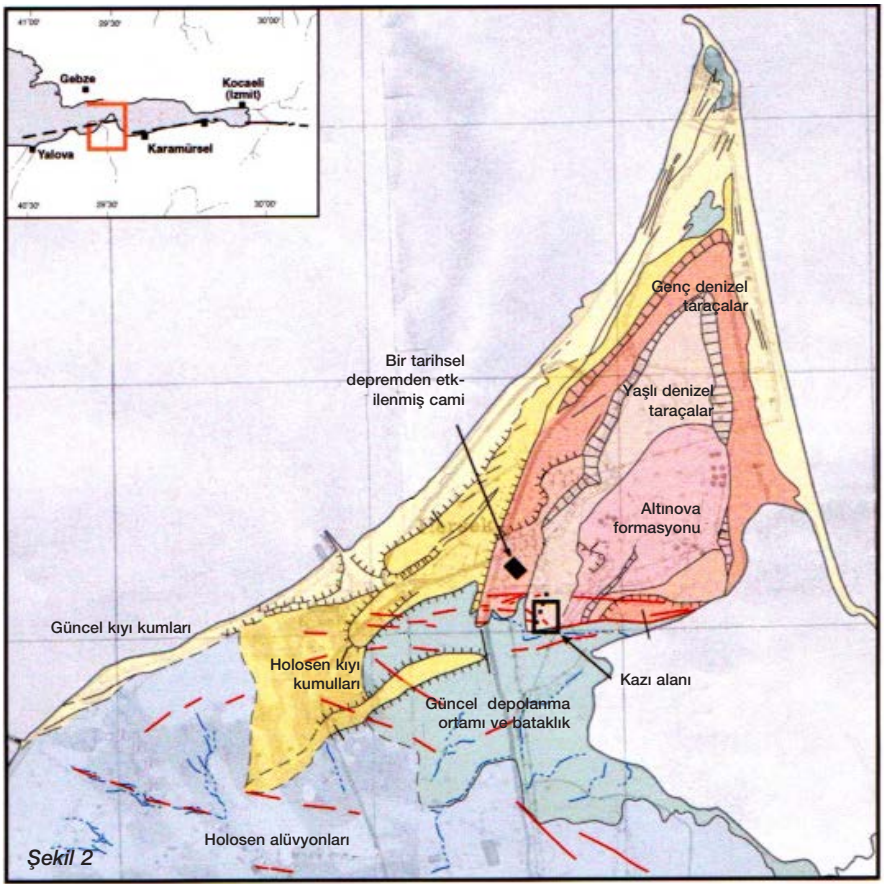


Şekil 1

kuzeydeki Yalova segmenti arasında gelişmekte olan bir çek-ayır havza modelinin (pull-apart basin) kontrolünde geliştiği söylenebilir.

Paleosismik fay kazıları ve yaş belirllemeye yönelik radyokarbon çözümlemeleri, bölgedeki durumun anlaşılması için 17 Ağustos depreminin hemen ardından gerçekleştirilen arazi gözlemleri, haritalama çalışmaları, hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ve yer şekillerinin incelenmesi gibi çalışmalara önemli katkılar sağlayabilecek çalışmalardı.

Bu amaçla Hersek lagününün kuzey batısında ikisi birbirine paralel, diğer ikisi de bunlara dik doğrultuda toplam dört fay kazısı yapıldı (Şekil 2). Uzunlukları 20 m'den 33 m'ye kadar değişen bu kazıların derinlikleriyse, bölgedeki yeraltı suyunun yüze yakın olması nedeniyle 1,5-2 m kadardı. Her kazı için, kazı duvarındaki stratigrafik ilişkileri (katmanların birbirleriyle ilişkilerini) gösteren ayrıntılandırılmış çizimler (kesitler) hazırlandı. Fay kazıları sırasında toplanan veriler, bu kesitleri üzerinde genelleştirilerek biraraya getirildi (şekil 3,4,5,6). Kazılarda gözlenen birkaç stratigrafik üniteden toplanan kemik ve kömürleşmiş bitki kalıntısı üzerinde yapıla Hızlandırılmış Kütle Spektroskopisi (Accelerator Mass Spectroscopy) radyokarbon analizleriyle de bu katmanların depolanma (oluşma) zamanları belirlenmeye çalışıldı.



Şekil 2

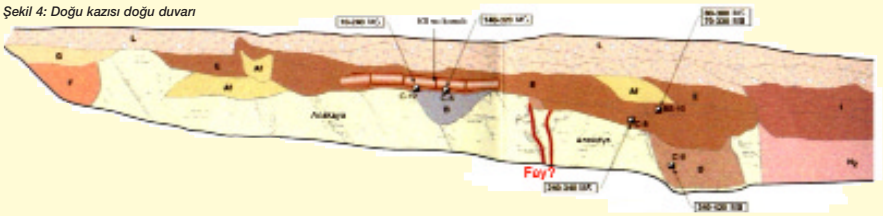
Fay Kazıları

31 m uzunluğundaki batı kazısının doğu duvarında gözlenen katmanlar ve bu katmanlar arasındaki ilişkiler Şekil 3'te gösteriliyor. Diğerlerinde olduğu gibi batıdaki kazıda da en altta Altınova Formasyonu adıyla bilinen, bir kaya birimi bulunuyor. Bol fosilli denizel taraça tortullarından oluşan bu kaya biriminin (anakaya), bügünküne benzer bir çevresel ortamda, 290-480 milyon yıl arasında depolandığı düşünülüyor. Kazının kuzeydeki bölümünde anakayanın üzerine kırmızı tuğla, cam, kemi parçaları, deniz kabukluları, kırmızı ve beyaz harç parçaları gibi yoğun arkeolojik kalıntılar barındıran kahverangi-grikahverengi killi bir birim yayılıyor.

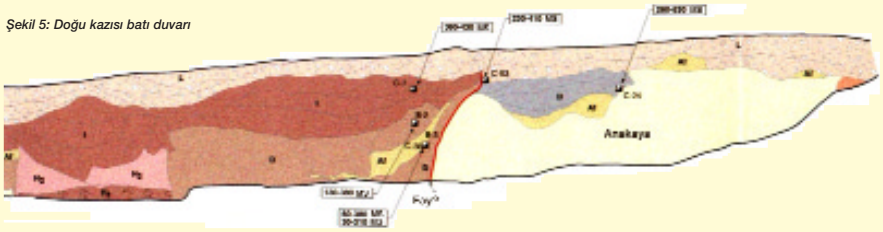
Şekil 4 ve şekil 5'te, 27 metre uzunluğundaki doğu kazısının hem doğu hem de batı duvarında gözlenen katmanlar ve katmanlar arası ilişkiler gösteriliyor. Bu kazının en dikkate değer özelliği, anakayayla arkeolojik kalıntılar içeren birim arasındaki sınırın yaklaşık dik olması. Bu yapı, her ne kadar burada bir faylanma olduğu kuşkusunu doğursa da, bu fay benzeri yapının MS 3. ya da 4. yüzyılda yapılmış bir kazıyla bu biçimi almış olma olasılığı daha yüksek gibi gözüküyor. Bunun yanında yüzlerce yıl önce yapılmış benzer kazıların ve anakayanın üzerini örten arkeolojik kalıntıların, daha önce gerçekleşmiş, olası bir faylanmanın izlerini silmiş olabileceği de düşünülüyor. Buna karşın sözkonusu kalıntıları içeren birimler arasındaki ilişkilerin, bozulmamış yani muntazam oluşu ve bu birimden alınan örnekler üzerinde yapılan radyokarbon yaş tahminlerine göre burada MS 4. yüzyıldan buyana herhangi bir faylanmanın olmadığı söylenebillir.

Bununla birlikte bölgedeki tektonik deformasyona ait en güçlü kanıtlar doğu kazısında) gözleniyor. Burada Altınova formasyonunun geç Pleistosende 78 derecelik bir açıyla kuzeye doğru eğimlendiği ve Bizans dönemine ait bir su kanalının da bozulmuş olduğu gözleniyor. Su kanalındaki izler, yapının kullanıldığı dönemde suyun kuzeye doğru aktığını başka bir deyişle kanalın kuzeye doğru eğimli olduğunu gösteriyor. Buna karşın kanalın kazı içinde gözlenenen bölümünün eğimi

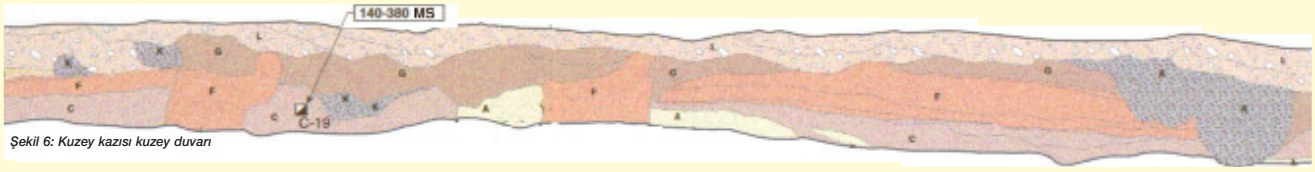
Şekil 4: Doğu kazısı doğu duvarı



Şekil 5: Doğu kazısı batı duvarı







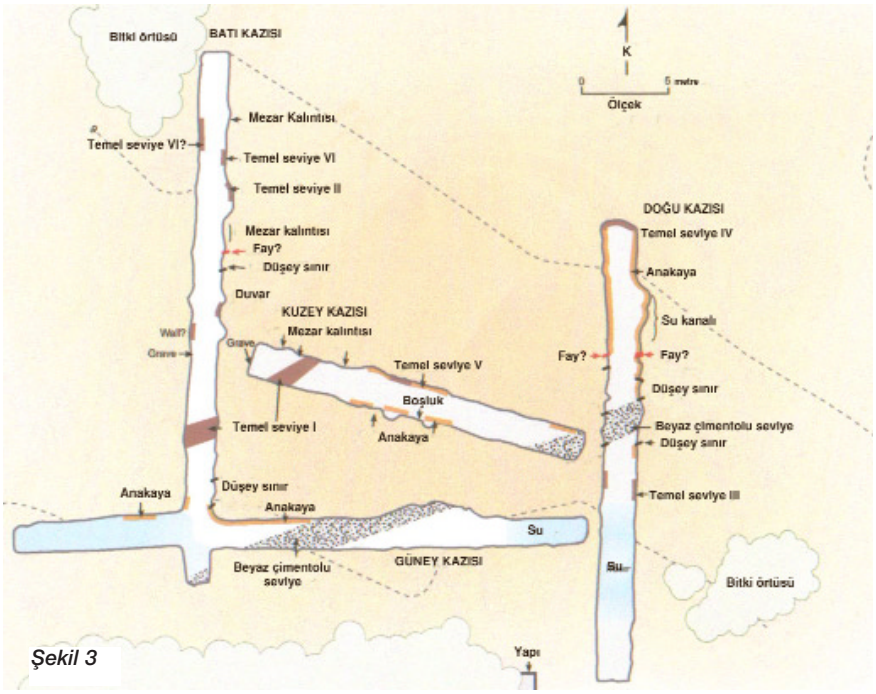
Şekil 6: Kuzey kazısı kuzey duvarı

1-2 derece güney yönünde. Kanalın ilk eğiminin en az 1 dereceyle (>1) kuzeye doğru olması gerektiği gözönüne alınacak olursa, buradaki tektonik kökenli eğimlenmenin en az 3 derece olarak, 1600-2000 yıl önce gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

Genellikle anakaya üzerine yayılan arkeolojik kalıntıların gözlendiği kuzey ve güney kazılarındaysa, olası bir fayla ilgili herhangi bir yapıya rastlanmıyor (Şekil 6).

Bölgeye hakim yer şekili incelemeleri ve hava fotograflarına dayanılarak yapılan değerlendirmelerle destekleyerek fay kazılarının sonuçlarını şu biçimde özetleyebiliriz: Bölgede, fayın biçimlendirdiği yer şekillerinin (jeomorfolojik yapılardaki çizgiselliğin) varlığı; Yalova segmentinin, Hersek yarımadasını doğu-batı doğrultusunda kestiğini gösteren önemli bir kanıttır. 17 Ağustos depremi sırasında, Yalova segmentinin geçtiği bu bölgede belirgin bir yüzey kırığına rastlanmamıştır ve bu da bir bakıma söz konusu deprem sırasında Yalova segmentinin hareket etmediğini gösteriyor. Yalova segmentinin kuzeyindeki geç Pleistosende oluşmuş denizel taraça tortul kayalarının (290-480 milyon yıl önce) tektonik nedenlerle güneye doğru 78 derece eğimlendiğini ve doğu yarmasında ortaya çıkan Bizans dönemine ait bir su kanalının en az 3 derecelik bir açıyla güneye doğru eğimlendiği belirlenmiştir. Ayrıca kazılarda sıkça rastlanan arkeolojik kalıntılar, bölgenin geç Holosendeki evrimi sırasında yaşamış olabileceği olası bir depremin izlerini ortadan kaldırmış durumda. Bu nedenle çalışma alanında ne en son depremin izlerini sunacak doğal katmanlar arası ilişkiler gözlenebiliyor, ne de yalova segmentinin 1700-1800'lerdeki depremlerle olan ilişkisini gösterecek ipuçlarına rastlanıyor.

Hersek deltasının, Yalova segmentinin karada gözlendiği tek bölge olması nedeniyle, bu bölgede önümüzdeki Temmuz ayında yeniden başlayacak benzer amaçlı çalışmaların, bu konudaki sorulara yanıt bulununcaya kadar sürdürülmesi planlanıyor.



Şekil 3

Bu çalışmaya sağladıkları katkılardan dolayı A. Kaya, T. Dawson, B. Kardaş, S. Sel, T. Rockwell, S. Lindval, R. Zeeb, J. Holmberg, Z. Ayşe Akyıl ve Ahmet Güleç'e teşekkür ederiz.

Robert C. Witter[1], William R. Lettis[1], Jeff Bachhuber[1], Aykut Barka[2], Emre Evren[2], Ziya Çakır[2], William D. Page[3], James Hengesh[4]

1.William Lettis&Associates, Inc. 2.Istanbul Technical University Department of Geology Istanbul, 3.Pacific Gas&Electric Co. 4.Dames & Moore, San Francisco

Kaynaklar

Barka, A. A. 1996. Slip distribution along the North Anatolian fault associated with large earthquakes of the period 1939 to 1967, Bulletin of the Seismological Society of America. 86:1238-1254.

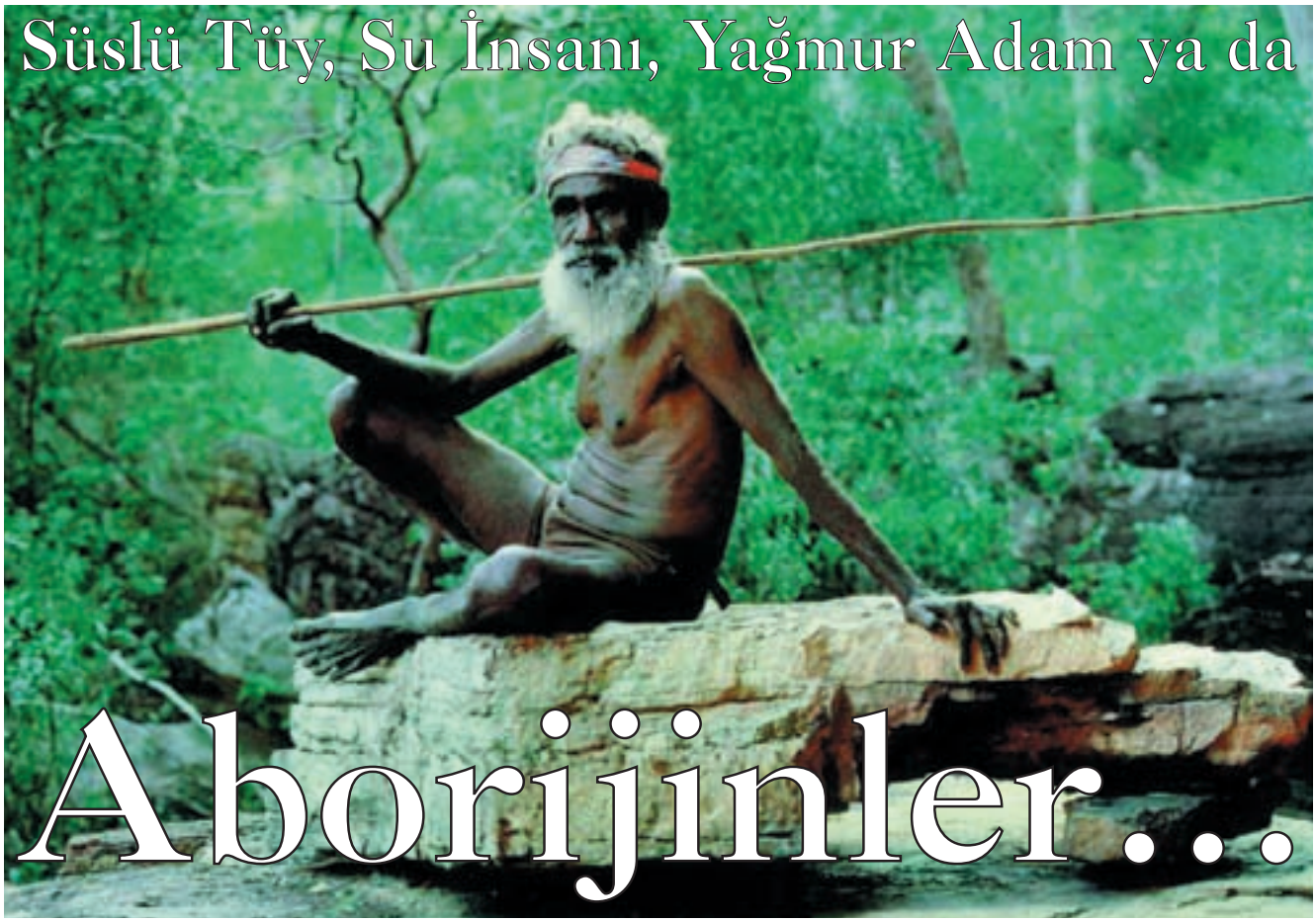
Barka, A. A., and Kadinsky-Cade, K. 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics. 7(1):663-684.

Erol, O., and Cetin, O. 1995, Evolution of the Marmara Sea from Late Miocene to Holocene (An interpretation under the light of some new radiometric dating), in Quaternary Sequence in the Gulf of Izmit, Meric, E. (ed), 313-341.

Sakinc, M., and Simav, B. 1989, Stratigraphy of Late Pleistocene (Tyrrhenian) sediments in the south of the Gulf of Izmit and neotectonic characteristics of the region, Geological Bulletin of Turkey, 32:51-64.

Stein, R. S., Barka, A. A., and Dieterich, J. H. 1997. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering, Geophysical Journal International. 128:594-604.

Süslü Tüy, Su İnsanı, Yağmur Adam ya da



Aborijinler...

National Geographic

Uçsuz bucaksız topraklarına üşüşmüş yabancıların yanında sığıntı kalmış bir avuç insan, yok olmanın ve aşağılanmanın sınırlarında bir yaşam savaşı veriyor. Avustralya'nın barışçı yerlileri Aborijinler, "beyaz adam"ın şanlı tarihindeki "Aydınlanma Çağı"nın kurbanı. Daha doğrusu, ünlü düşünür Rousseau'nun getirdiği "uygar toplum - vahşi toplum" ayrımının... Onsekizinci yüzyıl İngiltere'sinin koşulları, Avustralya'nın "uygarlaştırılmasını" gerektirdi. Avustralya'nın doğayla bütünleşmiş insanları içinse uygarlığın anlamı ölüm oldu.

AVUSTURALYA yerlilerinin ataları ilk olarak kıtaya ne zaman gelmiş, ne zaman yerleşmiştir? Bu konuda kesin bir şey bilinmiyor. Radyo karbon yöntemiyle elde edilen tarihler, kıtadaki insan yerleşiminin 40 000 yıl öncesine gittiğini desteklemekte.

Bir araştırmaya göre, Kuzey bölgesi sınırının yakınındaki Keep River ile Batı Avustralya'daki mezarların 175 000 yılöncesine uzanıyor. Ayrıca, Gordon-Franklin ırmakları yakınlarındaki 100 kadar mağarada bulunan kalıntılardan çok önemli bilgiler elde edilmiş. Örneğin, Kutikina mağarasında aşağı yukarı 20 000 yıl önce bir Aborijin grubunun yaşadığı ve buzul devrini burada geçirip 10 000-15 000 yıl önce de mağarayı terk ettiği anlaşılıyor. Bu mağarada yaşadıkları dönemde kemikten yapılmış alet kullanımından, yontma taşla yapılmış alet kullanımına geçtikleri de biliniyor.

Bölgedeki bir başka mağara da Warren'de bulunuyor. Aborijinler 35 000 yıl önce bu mağarayı da kullanmışlar.



Bu gibi bilimsel araştırmalardan ve diğer kaynaklardan çıkarılan sonuç, Aborijinler küçük kabilelere bölünmüş oldukları. Belki yüzlerce kabile ve her birinin farklı dili, her dilin daha da fazla lehçesi vardı. Ama hepsi birbirleriyle barış içinde, doğal sınırlarla ayrılabilen belirli araziler üzerinde yaşıyorlardı. Herkes kendi topraklarını biliyor, diğerlerine, gelenek ve alışkanlıklarına saygı gösteriyorlardı. Belki basit bir teknolojiyle yaşamlarını sürdürüyorlardı; ama karmaşık bir toplumsal düzenleri ve oldukça gelişmiş dinsel gelenekleri vardı. Örneğin birçok kabile mistik bir ilişkiyle toprağa bağlıydı. Hatta dinsel inancın bir parçası da toprağın duyguların okulu olduğuydu. Genellikle uzun bacaklı, kara derili, geniş burunlu, gür saçlı, erkekleri sakallı olan bu insanlara göre, toprak aynı zamanda anaydı; ona an-







Beyazların Avustralya'yı işgal etmesiyle Aborijinlerin yaşamı değişiverir. Hep olduğu gibi, değişiklikten en çok etkilenen çocuklar olur. Yalnızca 20. yüzyılın başında 100 000 çocuk ailelerinden zorla alınıp, misyonerlerin okulunda beyazlara uşak ve hizmetçi olarak yetiştirilirler.

cak teşekkür edilirdi. Beden ondan yapılmıştı. O yiyecek ve besin verir, ilaç sağlar, gözyaşlarıyla temizlerdi. Onun kollarında uykuya dalınırdı. İnsan öldüğünde, kullanılmış olan kemikleri atalarının bedeniyle ve henüz doğmamış olanlarla birbirine toprakta karışır; daha doğru ifadeyle toprak bu karışımı sağlamak için onları kabullenirdi. Ölüm, topraktan alınan ve artık işe yaramayan bir şeyi ona geri verme zamanıydı. Ölüm bir son değildi. Ölüm, sonsuzluk dünyasında değişik bir biçimde var olmaktı.

Aborijinlerin doğayı ve onu oluşturan varlıkları denetimleri altına almayı ya da kendilerini en üste koymayı asla düşünmedikleri bilinmekte. Çünkü inanışları buna elvermiyor. Onlara göre, dünya evrimini tamamlamamıştır henüz. O halde insanın buradaki en iyi yaratık olduğuna karar vermesi hiç de akla uygun bir şey değil. Hele de bitkiler hâlâ uyum sağlarlarken, hayvanlar hâlâ gelişirlerken. Onlar gökyüzüyle, yıldızlarla, Ay'la, Güneş'le bağlantılı olduklarına inanırlar. Aslında onlar tüm yaşamla akrabadırlar: Hayvanlarla, bitkilerle. Önemli olan da, uzun ve uyumlu bir yaşam sürmektir hep birlikte.

1700'lü yıllarda kapitalizm Avustralya'ya el attığında kıtadaki bu insanlar ne tarımı ne de köpek dışında hayvan evcilleştirmeyi biliyorlardı. Onlar beyazlardan çok farklıydı. Eşitlikçi bir yapıda, bizlerin anladığı anlamda bir devlet tarzı örgütlenmesi olmadan, kendilerine özgü yönetim biçimleriyle, sabit olmayan yerlerde, toprak edinmeden yaşıyorlardı. Avrupalılar bu nedenle onları gelişmemiş yaratıklar olarak tanımladılar; hatta hayvan statüsünde değerlendirdiler. Çünkü beyazlar için uygarlığın kanıtı olan en basit ölçüte göre, insanlar tarımla uğraşmalı ve hayvan yetiştirmeliydi. Oysa Aborijinlerin yaşamları bambaşkaydı. Öyle ki, benzer coğrafya koşullarında yaşayan diğer kıtalardaki akranlarına göre bile toplumsal örgütlenmeleri farklıydı. Örneğin Aborijinler, yayı ve yay gibi mekanik enerji depolayan aletleri kullanmazlar ve bilmezlerdi. (Bunun nedenlerinden biri, belki de diğer kıtalarda yaşayan vahşi hayvanların onların kıtasında bulunmamasıydı. Örneğin Tiwi halkı, Aborijin icadı olan bumerangı bile av için kullanma gereği duymamıştır.) Avcı-toplayıcı, Aborijin toplumunda, toplumsal örgütlenmenin temelini aile oluşturur. Şöyle de diyebiliriz: Bireylerin farklı mekanlarda bulunmasına karşın, yiyecek ve su kaynaklarında salkımlanma üzerine kurulu göçebelik nedeniyle sıkça buluştuklarından akrabalık ilişkileri canlılığını hep korur. Bu tür bir göçebelik egzogamiyi (dış evlilik) olanaklı ve sürekli kılar. Evlilik yoluyla kurulan dostluklar, akrabalık ilişkisi biçiminde yiyecek ya da su kaynaklarının bol bulunduğu yerlerde barışçıl salkımlanmanın önkoşulunu yaratır. Bunun tersi de doğrudur: Aynı arazi üzerindeki kaynakları paylaşma gerekliliği üzerine kurulu barışçıl ilişkiler evlilikler yoluyla pekiştirilir. Göçebelik, toplumu ana-baba ve çocuklardan oluşan dar oluşumlar temelinde örgütlenmeye zorlar; dolayısıyla Aborijinlerde de toplumun en küçük yapı taşı olan aile, örgütlenmenin temelini oluşturmaktadır.





Aborijinilerin yaşamında dans ve müzik vazgeçilmez ikilidir. Onlar sevinçlerini, hüzünlerini, beklentilerini, doğayla ilişkilerini bile dans ve müzikle anlatırlar.



Aile yaşamında erkek ve kadının aileye eşit olarak katkısı vardır. Bildiğimiz gibi avcı-toplayıcı toplumlarda, meyve ve sebzelerin, kök ve kabuklu yemişlerin, böceklerin, kabuklu deniz hayvanlarının elde edilmesi toplayıcının işidir. Avcıysa, kara ve deniz memelilerini, sürüngenleri avlar. Genel olarak ilkel toplumlarda toplayıcılık kadının, avcılıksa erkeğin işidir. Oysa Aborijinlerde durum böyle değildi. Avcılık ve toplayıcılık hem kadınlar hem de erkekler tarafından yapılırdı. Erkek avlanırken kadın bitki kökleri toplar ya da kendisi de ava katılırdı. Kısaca Aborijinlerde, geçim faaliyetlerinde cinsiyet ikiliği yoktur. Erkek ve kadın aile içinde eşit oldukları gibi grup içinde de eşittirler. Hatta kadının ayrı bir önemi vardır. Yaşlılıkta durum cinsler için değişmez hatta kadın daha da değerlenir. Yaşlı erkek kabile ya da grup içinde bilgisiyle bir yer edinirken, yaşlı kadının da saygın bir yeri vardır. Öte yandan erkekler yaşlandıkça eşlerinin sayısında artış yapabilirler. Sonuçta en çok eş en yaşlı erkekte bulunur. Bu durum onun toplumsal saygınlığıyla ilintilidir. Erkeğin saygınlığı eşi artıkça artar. Böylece çokeşlilik, yeniden üreten bir toplumsal ilişkiye dönüşür. İleri yaşa kadar eşsiz kalma durumuyla karşı karşıya kalan bekar erkeklerle evli erkekler arasında gerginlik kaçınılmaz olur. Evlenmeyen genç erkeklerle evli erkekler arasında statü farkı vardır. Evlenmemiş erkeğe yarım erkek gözüyle bakılır. Bunun yanı sıra Aborijin erkeklerinin yaşamında sünnetin çok önemli bir yeri vardır. Gözlerden uzak bir yerde törenlerle gerçekleştirilen sünnette delikanlıya kutsal rüya öyküleri öğretilir. Keskin bir taşla yapılan sünnetin yanı sıra aşama aşama penisin altı kesilerek yarılır. Delikanlı bu törenlerde yaşadıklarını ve öğrendiklerini hiçbir zaman unutamaz.

Rüya Zamanın Çocukları ve Aldıkları Kötü Kokular

Avustralya bugün tam anlamıyla çok kültürlü bir ülke görünümünde. Nüfusu 18 milyondan fazla. Bu nüfus tam tamına 200 ülkeden gelen mültecilerle, Avrupalılar gelmeden önce orada yaşayan ve Aborijinler diye adlandırılan yerlilerden oluşuyor. Aborijinler nüfusun sadece %1,5'unu oluşturuyor. Oysa bir zamanlar bu topraklar onlarındı. Hatta Aborijinlere göre, yaradılıştan beri kendi topraklarında yaşıyorlar. Atalarının yaradılışta, dünyadaki yaşamın bugünkü şeklini alışında katkılarının olduğunu düşünüyorlar. Avustralyalı Aborijinler'in, Güneydoğu Asya'dan, 20 000, 60 000 ya da 120 000 yıl önceki buzul dönemlerinin birinde bu topraklara göçettikleri de öne sürülen savlardan. Ama şunda kuşku yok ki, ister yaradılıştan beri orada yaşıyor olsunlar isterse buzul dönemlerinin birinde gelmiş olsunlar Avustralya'nın ilk sahipleri Aborijinler. Ama günümüzün gerçeğine baktığımızda farklı bir tabloyla karşılaşıyoruz: Şimdi birkaç yüz bini geçmiyor. Yani tıpkı fillerin ataları olan mamutların ortadan kalkması, ayı, bizon, kaplan gibi hayvanların aynı sona yaklaşmaları gibi. Bir avuç Aborijin geçmişlerinden çok uzakta yaşamlarını sürdürüyorlar.

Avustralya şimdi 6 eyaletten ve 2 büyük bölgeden oluşuyor. Ülke halen İngiltere'ye bağlı bir genel vali tarafından yönetiliyor. Ancak son zamanlarda ülkede bağımsızlık yanlısı hareketlerde bir yükseliş eğilimi gözlenmekte. Dünyanın en geniş yüzölçümüne sahip 6.ülkesi Avustralya.

Avustralya devletinin, kuruluşunu İngiltere'deki mahkûmiyet sistemine borçlu olduğu söyleniyor. Bu noktada 18. yüzyılı İngiltere'sine bir bakış gerekiyor:

İngiltere'de 1750 yılından itibaren tarım alanındaki yeniden yapılanmalar ve gelişen sanayi kentlerinde iş bulma umudu, kırsal kesimden kentlere göçü başlatmış. Bu göç, İngiltere toplumuna yeni bir sosyal değişimi getirmiş. Kentli olmaya can atan kırsal kesim insanları, muratlarına ermişler ve kentlerin işsizlerinde gözle görülür bir artış olmuş. Öyle ki işsizlerin toplamı kent nüfusunun üçte birine ulaşmış. Bu zor yaşam koşulları çocukları bile kıskacına almış. Maden ocakları, çok düşük gündeliklerle çalışan çocuk işçilerle dolmuş. Ölüm oranı, bazı bölgelerde 5 yaş ve altındaki çocuklarda %50'ye ulaşmış. Hırsızlık, cinayet gündelik yaşamın bir parçası haline gelmiş. Doğal olarak, suçların artmasına karşılık cezalar da arttırılmış. Hapishaneler, hırsızların yanı sıra İrlandalı ve İskoçyalı isyancılara, sendikacılara, sosyal adalet isteyip anarşist olarak yargılananlara, Kanadalı Fransız kökenli direnişçilere buluşma yeri olmuş.



İngiltere Krallığı, adeta bir mahkûmlar ülkesi haline dönüşmüş ülkeye çeki düzen vermek gayretiyle, çözümü başka başka topraklarda ceza kolonileri kurmada bulmuş. Amerika'ya hatta Afrika'ya bile mahkûm göndermiş.

Ancak Afrika'nın yaşam koşullarına mahkûmlar dayanamamış, gidenlerin neredeyse tamamına yakını yaşamını kaybetmiş. Amerika'ya mahkûm göndermekse, Amerikan Bağımsızlık Savaşından sonra olanaksızlaşmış. Bu durumda İngiltere Krallığı, kuzey Atlantik kolonilerinin yerini değiştirmek için yeni yeni ceza kolonisi kurma arayışlarına girmiş.

Mahkûmların gönderilmesi için yeni bir yer arandığı sıralarda Kaptan Cook ve aynı ekipteki Joseph Banks'in notlarından ve raporlarından aranan yer bulundu: Avustralya'nın doğusundaki New South Wales. Zaten 1767'de British Royal Society güney denizi adalarından Venüs'ün hareketini gözlemleme amacıyla bir heyet oluşturmuştur. Heyeti götüren gemiye, Cook kaptan olarak seçilmişti. Cook'a gizli bir emir daha verilmiş ve İngiliz Krallığı'na katılabilecek yeni kolonilerin saptanması da istenmişti ondan. Bu gezide Cook, Avustralya'nın doğu sahil kıyılarını diğer doğabilimcilerle birlikte iyice inceledi. Böylece İngiltere'deki mahkûmların bir kısmının New South Wales'de kurulacak bir ceza kolonisine gönderilmesine karar verildi. İngiliz Krallığı bu kararı benimsedi. Bu kararı verirken Avustralya'da kurulacak bir ceza kolonisinin aynı zamanda Çin'le ticarete katkısı olacağı ve bölgede bir deniz üssü oluşturacağını da düşünmüş olmalı.

18 Ağustos 1786'da New South Wales'de açılacak koloniye mahkûmların gönderilmesine karar verildi. İlk filo, 18 Ocak 1788'de Botany Bay'a gönderildi. 1500 kişinin bulunduğu birinci filodakilerin yarısını hükümlüler oluşturmaktaydı. Gemilerdeki kadın mahkûmlar, gelecekte oluşacak toplumun ilk tohumlarını veren insanlar olacaklardı.

Ceza kolonilerinde yaşam mahkûmlar için dayanılmaz boyutlardaydı. Bir yandan da açlık söz konusuydu ve bu durum karşısında mahkûmlardan bir kısmı kıta içlerine doğru dağılırken, bir kısmı da deniz yoluyla koloniden kaçmaya çalıştılar.

İşte bu sıralarda, kıta halkı olan Aborijinlerin yaptıkları tek şey direnmeydi. Yerliler kendi yaşam bölgelerini terk etmeyi hiçbir zaman düşünmediler; önce, ilk defa gördükleri beyazları vaktiyle ölmüş atalarının tekrar hayata dönüşü gibi gördüler. Ama durum hiç de sandıkları gibi değildi. Kıta içlerine doğru yerleşmeye başlayan beyazlar yerlilerin bu iyi niyetli karşılamalarını bir anda çatışmaya dönüştürdüler. Yüzyıllardır öteki kabilelerin yaşam alanlarını bile istila etmeyi düşünmemiş yerliler, beyazlar işgale başlayınca



Yaşlılara ve akrabalara verilen önemin bir göstergesi de av etinin dağıtımı sırasında ortaya çıkar. Av etinin yenilmesinde ve dağıtılmasında avcının kendisi söz sahibi değildir. Bu paylaşımda yaşlılar ve özellikle yaşlı akrabalar ön planda gelirler. Genelde de, kayınbaba çok önemli bir kişiliktir. Kayınbaba önemlidir; çünkü avcıyı besleyip duran karısıdır. Av ürününü avcı derlemiştir ama avcıyı yeniden üreten karısıdır. Karısını ise kendi anababası üretmiştir.

Avustralya yerlileri kandaş kadınlarla cinsel ilişkiye girmedikleri gibi, kandaşları temsil eden kendi totem hayvanlarının da etini yemezler. Ayrıca avcı kendi avladığı hayvanın etini de yemez. Ancak başka toplumların totem kabul ettiği hayvanların etleri ve başka avcıların avladıkları yiyecekler yenir.

Aborijinlerde babanın erkek kardeşlerine baba, annenin kızkardeşlerine ana denilir. Bunun gibi amca ya da dayı çocukları, kız ya da erkek kardeş kategorisine girerler. Yani çocuk öz annesini ve babasını bilir, ancak birden fazla kişiye anne veya baba der. Amcasına baba der; amcasının çocukları, anne dediği teyzesinin çocukları kardeşleridir. Kardeşlerinin çocukları da kızı ve oğludur. Anlaşılacağı gibi çok karmaşık bir akrabalık ilişkisi söz konusu.

Bir çocuk yapmak, bir ruh için dışsal bir muhafaza yaratmak anlamına gelir. Yerliler yaşam bölgelerine 'Annem' derler. Hamile bir kadın, hamile kaldığı yerdeki bir nesne veya canlı ile doğacak çocuğun ilişkisi olduğuna inanır. Doğan çocuk için bu bir kutsal bağdır. Bu kutsal bağlılık bir toteme bağlılıktan farklı olarak, birlikte totem olmak gibi bir ilişkidir. Bu 'yaşam bölgesi'-'insan' ilişkisinin kopması manen yıkıntı getirir. Kabile topraklarından sürülen yerlilerin yaşam gücü-



Aborjin bayrağında siyah kısım Aborjinleri, sarı daire dünyaya yaşam veren ve yaşamın devamını sağlayan güneşi, kırmızı toprağı temsil ediyor. Sanki, güneş batarken toprağın ve kayaların büründüğü kızıl renkten esinlenilmiş.



bölgelerini terk edip komşu kabilelerin yaşam bölgesine geçmek yerine, direnerek yaşam bölgelerini savunmaya çalıştılar.

O savaşım yıllarında Aborijinler beyazlar hakkında şu görüşe varırlar: "Beyaz derililer kötü değiller. Onlar yalnızca iradelerini bizim insanlarımız için hiç de iyi kokmayan, tadı olmayan şeyleri yapmakta kullanıyorlar. Beyazlar bizim için dünyasal bir sınav. Her birimiz bu sınavı geçmek için birbirimize destek olmalıyız."

İngiltere'deki finans çevrelerine göreyse, Avustralya yatırım yapılacak bir yer haline gelmiştir. 1829'da Batı Avustralya'da Swan Nehri ağzında yeni bir koloni kurulur. İngiltere'de yaşayan Thomas Peel ile New South Wales'de bir mahkûmken sonradan milyoner olan Solomon Levy gizli bir anlaşma yaparlar. İngiltere'den, bu yeni kolonide 1 milyon dönüm arazi istenir. Bu araziye hür göçmenler getirilip yerleştirilecektir. İngiltere yönetimi sadece 250 000 dönüm arazi verir. Bu araziye 4000 göçmen getirilir. Daha sonra bu 4000 göçmenden yalnızca 1500'ü burada kalır.

Vali Richard Bourke (1831-1838) ve daha sonraki Vali George Gipps döneminde genişlemeyle birlikte Aborijinlerin varlığına karşı ırkçı bir yaklaşım başlar. Bu yaklaşımdan kaynaklanan tutuma da "Beyaz Avustralya" akımı denir.

1834'te Aborijinlere karşı "Battle of Pinjara" katliamını gerçekleştirdiğinde Batı Avustralya'da 600 000 dönüm arazi göçmenlere satılmıştır ve verilen, satılan bütün bu araziler Aborijinlerin yaşam alanıdır. Artık öyle bir noktaya gelinmiştir ki, buraya gelen göçmenler, gönderilen mahkûmları da, Aborijinleri de istemez olmuşlardır.

Westernport'daki Aborijin kabilelerinden 1836 yılına gelindiğinde yalnızca 350 kişi kalmıştır. 1850 yılında da bu sayı 79'a düşmüştür. (Beyazlar kıtaya ilk geldiklerinde, Avustralya'da yaşayan yerlilerin sayısının 750 000 kadar olduğu tahmin ediliyor. Ama resmi sistemin üzerine kurulduğu belgeler kıtada kesinlikle insan yaşamı olmadığını bildiriyordu. Bu insanlar yok sayıldı, ya da şöyle de diyebiliriz: Yasal olarak ve oybirliğiyle yerlilerin, Hayvan ve Bitki Topluluğu Kanunu içinde yer almaları kararlaştırıldı. Bir de, yapılan tahminlere göre çatışmalarda toplam 1000-1500 beyaz yerliler tarafından öldürülmüş. Beyazların öldürdüğü Aborijin sayısıysa 20 000. Diğer ölümlerin, zehirlenme ve beyazların getirdiği salgın hastalıklardan olduğu söyleniyor.)

Bunun nedenini bir görüşe göre şöyle açıklıyorlar: Beyaz adama siyah vahşiler değil, onların yaşadıkları verimli ve stratejik açıdan önemli araziler gerekmektedir.

Gerçekten de yerlilere karşı amansız olma ve amaca ulaşmaya hizmet eden bütün acımasız taktiklerin kullanılması için ellerinden gelen her şeyi yapar beyazlar. İnsanlar öldürülür, yüzyıllardan kalma ormanlar kesilir, köyler yakılır, kadınlar tecavüze uğrar, çocuklar, hayvanlar kısaca onlara ait ne var ne yoksa yok edilir. Öldürmediklerine daha acımasız davranırlar; bu insanları kendilerine yabancılaştırırlar: Hiç bilmedikleri yasalara bağlı olmaya zorlayıp, dillerini değiştirirler. Giyimlerini ve dinlerini de. Bir de Aborijinlere karşı alınan en korkunç karar, Aborijin direnişine karşı Aborijinlerden oluşan bir polis gücünün kurulmasıdır. Bu kararı değerlendirenlerden bazıları şöyle düşünüyorlar: "Adına 'Native Police Force' denmesine karşın bu birlik suçlu Aborijinlerin yakalanması için değil, yaşam bölgelerini korumaya çalışan Aborijinlere karşı kullanılacak bir askeri birliktir."

Yerlilere, genç Aborijinlerin bu güç içinde eğitileceği, düzenli bir gelirleri olacağı, üniforma ve at verileceği söylenir. Bunun üzerine kabile yaşlıları da buna inanarak gençleri katılmaya teşvik ederler. Ancak, bu gücün asıl amacının işgale direnen Aborijinleri dize getirmek olduğu anlaşılır. Aldatıldıklarını anlayan kabile yaşlıları gençlere bu güçten ayrılmalarını öğütler. Ama artık o gençler kendilerine bile yabancı olmuştur. Birbirlerine, kaç 'siyah' öldürdüklerini aynen beyazların sözcükleriyle anlatmaya başladıkları söylenmektedir. İstilaya direnen Aborijinlerin yok edilmesinin son aşamasında da bu güç kullanılır. Ama kimliğini yitiren bu gençler beyazların arasına kabul edilmediği gibi Aborijinler arasına da dönemezler. Polis gücündeki gençlerden üçte birinin aşırı alkol kullanma gibi nedenlerden öldüğü raporlara geçmiştir.

1901'de, yirminci yüzyılın birinci gününde altı bağımsız Avustralya kolonisi Avustralya devletini oluşturacak biçimde birleşir. İngiliz kralı, şu anda bağımsız ve demokratik bir ulus olan Avustralya kralı olarak kalır.

Yüzyıllardır bu topraklarda barış içinde yaşayan Aborijinler ilk kez bu kadar vahşi yaratıklarla karşılaşılaşmışlardır. (Ama ne gariptir ki, o çağın düşünürleri, vahşi sıfatını işgalci beyazlara değil de Aborijinlere uygun bulmuşlardı!).



nün yok oluşunda da bu yıkıntının etkin olduğu görülür. Zaten Aborijin dendiğinde hemen akla gelen Dreamtime (anlamı: Rüya zamanı) sözcüğü de, yaşam bölgesini gösterdiği gibi, bu yaşam bölgesindeki insan ilişkisini de tarif eder. Her kabilenin ya da kabile içi grubun ortak kutsal değerleri vardır. Dreamtime sadece geçmiş olaylarla değil halen yaşanan olaylarla da ilgilidir.

Aborijinlerde çocuğun nerede doğacağı da çok önemlidir. Yalnızca anne, doğum yapacağı yere karar vermez, taşıdığı bebek de bu karara katılır; örneğin annenin karnındaki ilk hareketin hissedildiği yer doğumun yapılacağı yerle ilgili fikir verir. Dünyaya yeni gelen bebeğe bir ad verilir; ama bu adı yaşamının sonuna kadar taşıyacağı anlamına gelmez. Aborijinler bilgelik kazandıklarına inandıkça adlarını değiştirirler. Eskiyen ad bırakılır ve düzenli olarak kim olduklarını daha iyi tanımladığına inandıkları yeni bir ad seçerler kendilerine.

Çocuklar, 12 yaşına gelince yaşlı öğretmenlerinin yanında kalır ve eğitim görürler. Yaşlı öğretmen avlanmayı, avlanılan hayvanı pişirme yöntemlerini gösterdiği gibi doğa bilgisi ve doğa ile ilişkiyi de öğretir. Hayvanların seslerini öğrenir ve her birini taklit edebilir hale gelirler. Bir kanguru gibi zıplamayı, bir opossum gibi yürümeyi öğrenirler. Doğadan beslendikleri için yiyecek bulma işi de çok önemlidir.

Örneğin, değişik bir şeyle karşılaştıklarında bunun yenilebilir olup olmadığını anlamanın yolları öğretilir.



Bumerangı Avustralya Aborijinleri günümüze kadar kullanmış ve geliştirmişlerdir. Ama onlar kendileriyle özdeşleşmiş bumerangı avlanma amacıyla değil, kazmak, kesmek, ateş yakmak, hatta müzik aleti olarak kullanmışlardır.

Bir bitkinin yenilebilir olup olmadığına karar vermenin ilk adımı koklamaktır. Aslında koklama yalnızca bitkiler için değil her konuda verilecek kararın ilk adımıdır. Hava koklanır, su koklanır, hatta yeni karşılaştıkları bir insanı bile koklar onlar. Yeterince karşılaştırma yapıp koku ile ayırımı öğrenmiş olan biri zehirli maddelerin çoğunlukla o güçlü, kendine özgü kokusunu algılamayı başarabilmektedir. Ama salt koklamakla karar verilmez. Eğer bir bitkide zehir kokusu yoksa bundan sonra bitkinin bir parçası kırılarak bedene sürtülür. Bunun için göz kapakları, burun deliklerinin çevresi, koltuk altı ideal yerlerdir; çünkü vücudun bu bölümleri çok hassas olur. Bu sürtme sırasında herhangi bir acı, kaşıntı ya da rahatsızlık, ciltte şişme, kızarma, su toplama olmadıysa bitkinin tadına bakılabilir demektir. Ama yine de temkinli davranılır.



Bitkinin ilk kez tadına bakarken, ağız kenarı ya da üst dudağın altı kullanılır ve bedenin vereceği tepki beklenir. Eğer hiçbir tepki yoksa daha büyük bir parçanın tadına bakılır. Bitkinin suyunun bir bölümüyle ağzın gerisinde gargara yapılır ve bu tükürülür. Sonra yine beklenir. Artık sıra koparılan parçayı yutmaya gelir. Bitki yutulduğunda vücut bu parçayı geri çıkarmak için zorlamada bulunmuyorsa yani öğürtmüyorsa, ya da yuttuktan sonra bir karın ağrısı olmamışsa ve uzun bir bekleyişten sonra yürüme, düşünme gibi bedensel işlevlerde bir bozukluk yoksa o bitki yenilebilir demektir. Bir Aborijin besinlerini böyle tanır ve o besini yemeye böyle karar verir.

Kıtada yapılan antropolojik incelemelerde, Aborijinlerde aynı kökten gelen ama dil gruplarının birbiriyle anlaşamadığı 600 dil bulunduğu saptanmış. (270 dil grubu, 600 değişik lehçe

İnanmanın Ötesindeki Adım Bilmektir



Aborijinler şöyle düşünürler: "Avustralya bizim ülkemizdi. Ülkemiz denizden dağlara kadar uzanırdı. Açıp bakabildiğimiz kâğıt haritalarımız yoktu. Ama sınırlarımız şarkı çizgileriyle belirlenmişti. Her şey müzik tarafından yerine konur ve yerinde tutulurdu. Komşu kabile komşu kabilenin şarkılarını bilirdi. Şarkısı söylenen ağaçlar, akarsular, kayalar ve dağlar bile tanınırdı. Atalarımız bu yeri bizim için rüya görerek yaptılar. Burası saygınlığı olan mutluluk dolu bir yerdi. Bizler toprak ananın koruyucusu olan kişilerdik. Ama beyaz adam geldi, zincirler halinde diğerlerini de getirdi. Onlar bizim şarkımızı öğrenemediler. Aslında onlar bizim, müziğimiz ve geleneklerimizle de alay ettiler. Ne yazık ki onların zihinleri bizim rüya görmemize kapalıydı. Oysa bizler rüya zamanının çocuklarıydık."

ve 500-600 civarında kabile olduğu tahmin ediliyor.) Ama neredeyse hiçbirinin dilinde, kölelik, köle, din, kitap, din adamı, peygamber, reis, şef, sömürü kelimeleri yoktur.

Yine "bizler doğanın bir parçasıyız" düşüncesi konuşma dillerine yansımıştır. Genelde dillerinde bir şeye sahip olmak fiili de yoktur. Bunun yerine ilişkili olmak fiili vardır. Bu ilişki insanlar için olduğu kadar bitki ve hayvanlar için de geçerlidir. Bu nedenle, insanın insanı sömürmesi ya da insanın doğayı sömürmesi de söz konusu değildir. Yenilip içilen her şeye minnet duyar ve teşekkür eder Aborijinler. Yani uygar beyazlar o yıllarda kendilerini evrenin merkezi sayarken, vahşi siyahlar(!) yaşamı bütün canlılarla eş ve eşit görmektedirler.

Yerliler arasında yazılı olmayan fakat sözlü olarak aktarılan ve bizim yasa dediğimiz kurallar vardır. Zaten yazıya pek değer vermezler. Bir şey yazıya döküldüğünde onun anımsanmasına gerek kalmayacağı için zihnin tembelleştiğine inanırlar. İnsanda var olan güç bir kağıda devredilebilir mi? Ayrıca yazıya dökülen şeylerin süreç içinde değişikliğe uğrayacağından da kuşku duyarlar.

Aborjinilerde kabileler, özgül bir araziyi kendi ülkeleri olarak tanırlar ve bunu arazinin sınırlarını kesin hatlarıyla belirleyerek değil, kuyubaşları, tepecikler ya da tepeler gibi yerel alanlar yaparak birbirlerine belli ederlerdi. Ama kendilerini bu grup alanlarıyla da sınırlamazlardı. Diğer birimlerin 'alanımız' olarak belli ettikleri araziler üzerine de girebilir, oralarda dolaşabilirlerdi. İyi olarak tanımladıkları mevsimlerde zaten uzaklara gitmelerine de gerek yoktu; ama kuraklık uzamışsa, yaşanan zor koşullar nedeniyle kendi yerlerinden epeyce uzaklara açılabilirlerdi.

Koydukları kurallara uyulmasında kişiler gibi gruplar da sorumludur. Kişiler birbirine karşı saygılıdır. Kişiler arasında kurallara uyulmaması durumunda kişi kadar grup da suçlu sayılır. Grup ya da gruplar arası kişilerin katılımıyla, suça karşılık düşen cezanın tespit edildiği toplantı gelenekleri vardır. Yüzyıllardır yaşamlarında kabileler arası kanlı savaşlar olmamıştır. Avcılar arasında çıkan çatışmalarsa, yapılan toplantılarla çözülür. Komşu kabileler-



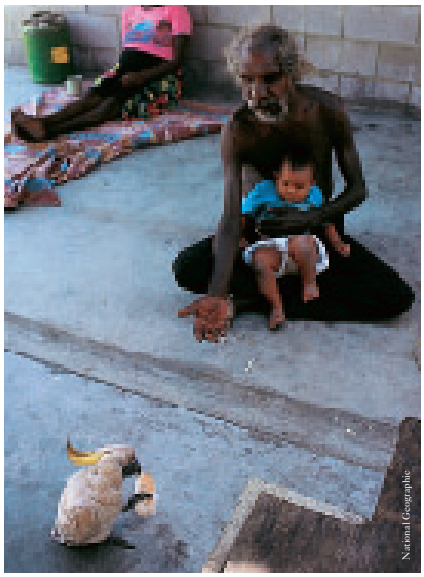
Avustralya yerlilerinden Pintubilerde "kanyininpa" kavramı bir hak ve sorumluluk olarak, sahip olma, elde tutma ya da gözetme anlamına gelir.

le iyi ilişkiler vardır. Yılda bir kez komşu kabileler arasında toplantı yapılır ve sorunlar anlaşma yoluyla çözülür. Anlaşmadan sonra topluca dans edilir. Tarih onların şarkı ve danslarının içine yerleştirilmiştir. Bu yolla tarihi öğrendiklerini söylerler. Şarkılarında ve danslarında pek çok kahraman ve kahramanca davranış anlatılır ya da betimlenir.

Sanatsal yönleri çok gelişmiş bu insanların doğaldır ki çizim ve süsleme sanatlarındaki yetenekleri de çok gelişmiştir. Bu gibi sanatsal işlerde, özellikle yaşlılar çok beceriklidir. Nedenine gelince: Yaşlandıkça görme yetenekleri zayıflayanlar avcılıktan çekilip, zamanlarını daha çok kamp yerlerinde geçirirler. Bu onlara yüksek el becerisi gerektiren işlerde ustalaşmak için gerekli olan koşullardan birini hatta en önemlisini sağlar: Yapılan işe zaman ayırmak. Zaten yaşlı bir insan kendini



Beyaz adama siyah vahşiler değil, onların yaşadıkları verimli ve stratejik açıdan önemli olan toprakları gerekiyordu. Ellerini siyahların üstünden hiç çekmediler. Şimdi Aborijinler mahkemelerden, en azından kendilerinden özür dilenmesini istiyor ve haklarını arıyorlar.



düşüncelere ve sanata vermek için hazır hale gelmiş insan demektir. Yaşlı insan düşünsel derinlik ve kuvvetli bir kişilik geliştirebilir. Bilim adamları bu konuda şöyle diyorlar: "Kimi Tiwi gereçleri, özellikle son derece dekoratif oymalar, topraktan yapılmış mızraklar Avustralya'nın yerli toplumuna özgüdür. Bunların oyulması ve boyanması yalnızca yaşlıların kazanabildikleri becerilerdir." Aborijinlerin süsleme sanatındaki bu çok üstün nitelik, kaya oymaları ve resimleri, ağaç resimleri, tahta oymalar ve kum üzerine çizilen desenlerle kendini gösterir. Onbinlerce yıl öncesine kadar uzanan ve bugün geniş ölçüde ifade edilen yerli sanatının örnekleri zaten bunu kanıtlıyor.

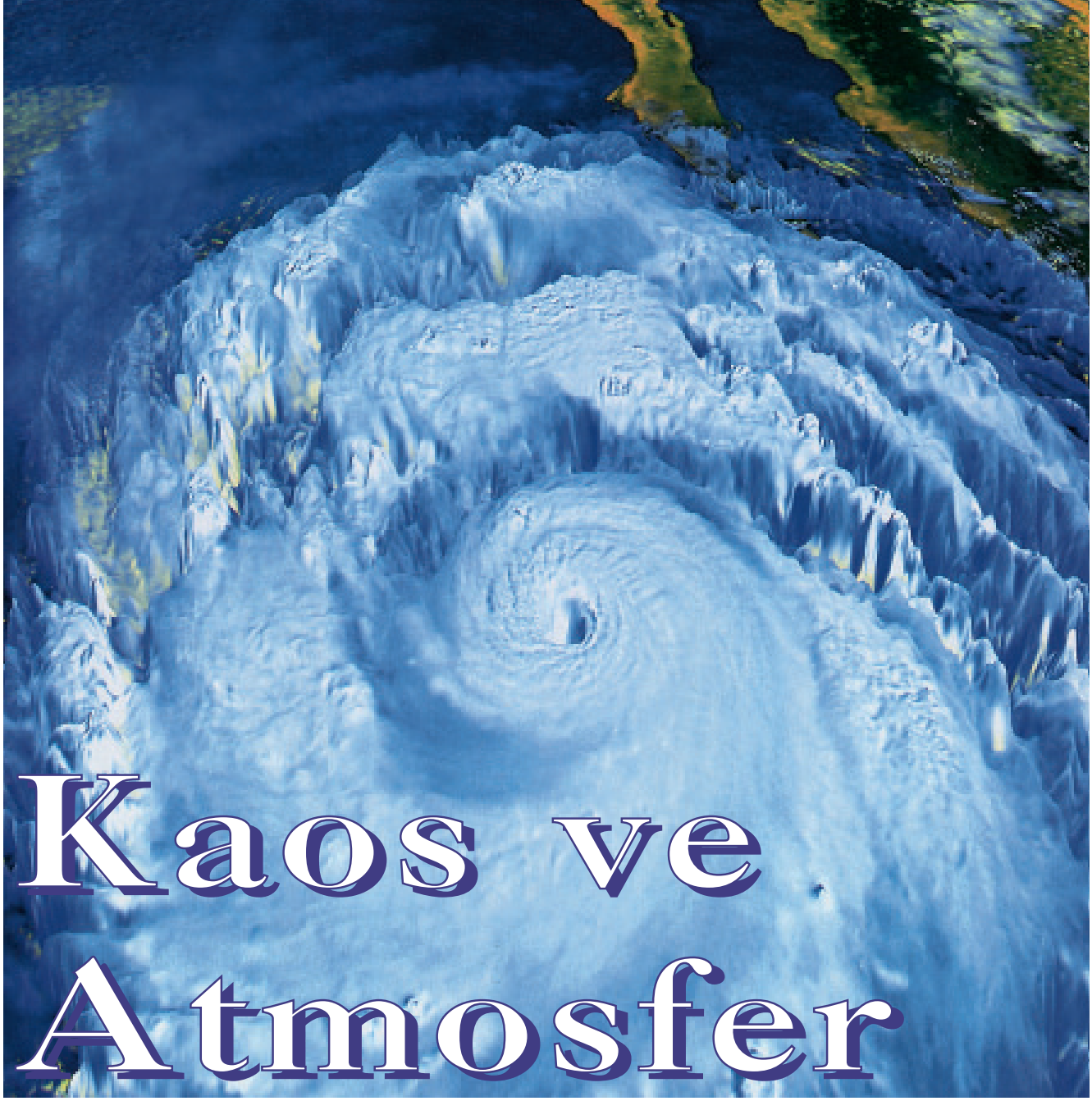
Günümüzde Aborijinler yaşamlarını belki geçmişe özlemle belki koşullara uyum sağlayarak ya da belki de susmayı yeğleyerek geçiriyorlar. Ama şunu iyi biliyorlar: Onların ataları için her gün yeni bir gündü. Bu nedenle hep ileri doğru yürüdü. Geriye dönüp "eğer şöyle olsaydı"larla hiç uğraşmadılar. Geçmişi açıklamak için mantıklı ve akılcı bir neden de aramadılar. Her Aborijin kendi yolunda ilerledi, kendi alın yazısını aradı. Ve bugünün seçimi bugün oldu.

Gülgûn Akbaba

Katkılarından dolayı H.Ü. Edebiyat Fak. Antropoloji Bölümünden Dr. Erhan Ersoy'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Cemal M. *Eşitlikçi Toplumlar*, Belge Yayınları, 1996.
Morgan M. *Sonsuzluğun Mesajı*, Dharma Yayınları, İstanbul.
Saran N. *Antropoloji*, İnkılap Kitapevi, İstanbul
Süsoy C. İnsan ve Doğa
(http://www.araf.net/dergi/sayi11/html/csoy972.shtml)
Süsoy C. Yolngu ve Balanda
(http://www.araf.net/dergi/sayi09/html/csoy964.shtml)
Süsoy C. Kuzeyden, Denizin Ötesinden Gelenler
(http://www.araf.net/dergi/sayi14/csoy3983/csoy3983.shtml)
http://www.alternatif-egitim.com/docs/Avustralya.rtf
http://www.embaustralia.org.tr



Kaos ve Atmosfer

Bir akarsuda yüzen yaprağın hareketlerini izleyelim. Yaprak, hareketi sırasında bir girdaba yakalandığında girdabın çevresinde bir süre tur atar. Girdaptan kurtulunca da, bir sonraki girdaba yakalanıncaya kadar yolculuğuna kaldığı yerden devam eder. Yaprağın konumundaki çok küçük bir değişiklik, onun gelecekteki davranışını tümüyle değiştirir. Çok küçük değişimlerin daha büyük değişimlere yol açması kaosun en belirgin özelliğidir. Bazen damlayan bir muslukta ve bazen de insan kalbinin atışında olmak üzere kaos doğada her yerde karşımıza çıkar.

BELLİ KOŞULLAR altında insan kalbinin atışı kaotik bir davranış ortaya koyar. Kalbin atış hızı, ritmik etkinliği denetleyen organca belirlenir. Ancak bazı durumlarda bu organla kalbin uyumlu çalışmaması nedeniyle kalp atışları arasında birbirbirini izleyen uzun ve kısa boşluklar ortaya çıkar. Daha ekstrem koşullardaysa kalp atış ritmi düzensiz bir hal alır. Kalbin herhangi bir atışının zamanlamasında meydana gelen çok küçük bir değişiklik, bir sonraki kalp atışında büyük bir değişikliğe yol açar. Kalp atışları kaotik bir hale gelir ve yaşama tehdit eder. Bu, düzenli bir davranışın başlangıç koşulları değiştiğinde nasıl kaosa dönüştüğünü gösteren ilginç bir örnektir.

Bu şekilde düzenli davranıştan kaotik davranışa geçişe, damlayan bir musluğun sesini dinlerken de tanık olunabilir. Musluğun altına bir parça alüminyum folyo yerleştirilirse, damlamanın çok yavaş olması durumunda, folyodan düzenli bir ses duyulur. Eğer musluk çok az açılırsa, damlamalar, bir birini izleyen uzun ve kısa zaman aralıklarında meydana gelmeye başlar. Musluk biraz daha açılırsa- düzenli, kararlı davranış tümüyle ortadan kalkar ve kaotik davranışa geçilir.

Kaos sürekli bir kararsızlıktır. Kararsızlık çevremizin ve kültürümüzün bir parçasıdır. Günlük, yaşamda sıklıkla kullanılan “bıçak sırtında olmak”, “bardağı taşıran son damla” gibi deyimler kararsızlık belirtir.

Kaotik davranış, evrende daha büyük ölçekte kendini gösteren düzenlilik ile çelişmektedir. İnsanlar tarih boyunca, mevsimlerin, gece ve gündüzün birbirini izlemesindeki düzeni, gezegen ve yıldızların hareketindeki kesin-



Şekil 1a



Şekil 1b

liği anlamaya çalışmıştır. Bu tür göksel olaylar, Isaac Newton'ın hareket yasaları ve evrensel çekim yasasında belirtildiği gibi, Dünya'nın ve diğer gezegenlerin hareketlerindeki düzenlilikten kaynaklanırlar. Bu yasalara göre Güneş'in ve gezegenlerin konumu ve hızı, bütün geçmiş ve gelecek zamanlardaki konumu ve hızı da belirler.

Geleceğin geçmiş tarafından tam olarak belirlendiği Newton'ın hareket yasaları determinizmin klasik bir örneğidir. Bilim adamları genellikle evrende bu tür düzenlilikleri arama eğilimindedirler. Ancak düzenlilik evrensel değildir. Dolayısıyla düzensizlik, üzerinde önemle durulması gereken bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

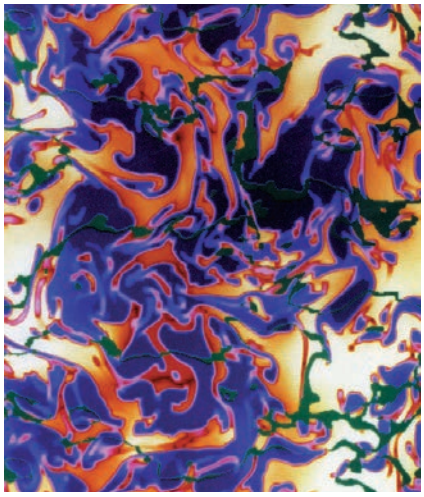
Düzensizlik konusunda ilk çalışan matematikçilerden biri Simon de Laplace'dır. Laplace evrene tamamen Newton gibi bakar. Bununla birlikte Laplace, olayların bireysel olarak öngörülemez olmasına karşın, çok sayıda olayın ayırıcı davranışını açıklayan düzensizlik ya da olasılık teorisinin ortaya konmasına yardımcı oldu.

19. yüzyıl boyunca, biri deterministik (belirleyimci) diğeri olasılık kuramı olmak üzere birbirine karşıt iki kuram egemen oldu. Bu kuramların karşısına 1920 ve 1930'larda önce kuantum kuramı, daha sonrada kaos kuramı çıktı. Basit matematiksel çözümlemeler, Newton'ın hareket yasalarına uyan çok basit sistemlerde bile bir sonraki adamın öngörülemeyeceğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılıktır. Bir cisim üzerine birden fazla kuvvetin etki etmesi durumunda, bu davranış biçimi ile sıklıkla karşılaşılır. Buna klasik bir örnek olarak, altına yerleştirilmiş iki adet mıknatıs tarafından eşit olarak çekilen bir sarkaç verilebilir.

Sarkaç, mıknatıslar arasındaki mesafenin ortasına doğru yavaşça ilerlerken, mıknatıslar tarafından sarkacın ucundaki metal ağırlığa hemen hemen eşit bir kuvvet uygulanır. Sarkacın ilerleyen zaman içerisindeki davranışı, o anki konum ve hız koşullarına son derece duyarlı bir hale gelir. Diğer bir deyişle sarkacın davranışı kaotik olur. Ancak bu, sarkacın davranışı hakkında hiç bir şey söyleyemeyeceğimiz anlamına gelmez. Bazı başlangıç koşulları için sarkacın davranışı düzenlidir ve uzun bir süre için öngörülebilirdir. Öte yandan sarkacın kaotik davranışı ile ilgili pek çok özellikleri olasılık teorisi yardımıyla anlayabiliriz.

Belirleyimci kaos kuramı, belirlenimcilik ve olasılığın paradoksal birlikteliğinin kuramıdır. Kaosun gerisindeki mekanizmaların anlaşılması- yalnızca suda yüzen bir yaprağın davranışı, düzensiz kalp atışları ve damlayan bir muslukta değil; evrenin küçük ve büyük ölçekte pek çok görünümünü anlamamıza da yardımcı olacaktır. Bu özelliği nedeniyle kaos teorisi bütün bilim dallarında yerini almıştır.

Biyolojistler kaosu böcek ve kuş nüfusunun değişiminde, salgın hastalıkların yayılmasında ve hücre metabolizmasında görmektedir. Fizikçiler elektronun hareketinde, moleküllerin atomlarında, gazlarda ve temel parçacıklar teorisinde yine kaosla karşılaşmaktadır. Diğer taraftan değişik alanlarda çalışan mühendisler de artık yapmış oldukları dizaynlarda kaosu dikkate almaktadırlar.

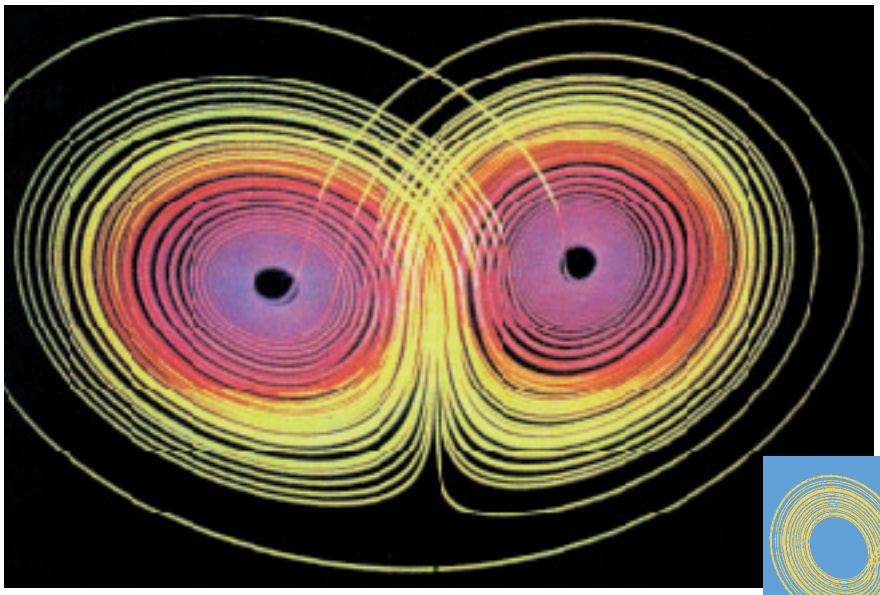


Kaosun en güzel örneklerini matematikte bulmak mümkündür. Görünüşte çok basit problemlerin çözümü son derece karmaşık davranışlar ortaya koymaktadır. Basit olmasına karşın lineer olmayan bu tür problemlerin çözümü ancak bilgisayarların devreye girmesiyle kolaylaşmıştır. Bu nedenle kaos, bilgisayar çağının bilimi olarak adlandırılabilir.

Hava Durumu ve Kaos

Gökbilimciler, yıldızların, gezegenlerin ve Güneş sistemindeki uydu ve kuyruklu yıldızların hareketini modellemek için kaos kuramını kullanmaktadır. Güneş'ten yayılan ve dünya manyetosferi tarafından yakalanan yüklü parçacıkların atmosferde meydana getirdiği orora olayının açıklanmasında kaos kuramı yardımcı olmaktadır. Havayı belirleyen atmosferin hareketlerinin incelenmesi kaos kuramının en heyecan verici uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır.

Meteorologlar, atmosferin hareketini açıklayan karmaşık matematiksel modelleri kullanarak gelecekte havanın nasıl olacağını öngörmeye çalışmaktadır. Ayrıca, Muson yağmurlarının mevsimlik tahmini gibi daha uzun süreli tahminler yapabilmeye yönelik çalışmalar gündemdedir. Meteorologlar bu çalışmaların ötesinde, sera etkisi gibi insanların yol açtığı iklim değişikliklerinin tahmini yönünde çalışmalar yapmaktadır. Bununla birlikte atmosferin kaotik bir sistem olduğunu biliyoruz. Atmosfer doğası gereği öngörülemez bir karaktere sahiptir. Öyleyse uzun süreli hava ve iklim öngörüsü boşuna bir çaba mıdır? Televizyonlardaki hava durumu raporları ile



yetinip, gerisini şansa mı bırakmalıyız?

Siklonlar ve bununla ilgili hava cepheleri gibi bireysel sistemler doğuya ilerlerken hava da günlük olarak değişir. Bazı hava durumlarıysa hafta, ay, hatta mevsimler boyunca sürebilir. Bu tür hava durumları bireysel hava sistemleriyle değil, yukarı atmosferde esen ve jet akımları olarak adlandırılan kuvvetli rüzgarların konumuyla yakından ilişkilidir. Jet akımları önümüzdeki yaz mevsiminin yağışlı mı yoksa kurak mı olacağını; kış mevsiminin ılıman mı yoksa sert mi geçeceğini belirler.

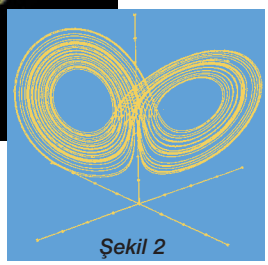
Şekil 1, iki farklı hava rejimi durumunda jet akımının Atlantik ve Avrupa üzerinde izlediği yörüngeyi göstermektedir. Şekil 1a'da verilen yörünge hemen hemen bir enlem boyunca uzanmaktadır. Bireysel hava sistemleri, jet akımı boyunca hareket etme eğilimi gösterirler. Jet akımının mevcut konumu nedeniyle Britanya adalarının üzerinde, yağış bantları monoton bir düzenlilikte geçecek şekilde yağışlı ve değişken hava koşulları hakimdir.

Şekil 1b: Jet akımı orta Atlantik üzerinde, biri Britanya adalarının kuzeyinden diğeriyse güneyinden geçecek şekilde iki kola ayrılmaktadır. Bu oluşum Britanya üzerinde yazın ılık bir havanın, kışınsa kapalı ve sıkıcı veya soğuk bir havanın hüküm sürmesine neden olur. Şekil 1a ve b'de verilen akışlar sırasıyla zonal ve engellenmiş rejim olarak adlandırılır.

Lorenz Dinamik Sistemi

Hava rejimleri geçmiş hava durumlarına ait kayıtlardan hareketle sayısal olarak belirlenebilir. Kuzey Yarımküredeki büyük ölçekli değişimlerin pek çoğu yaklaşık on farklı hava rejimi ile karakterize edilebilir. Hava rejimlerinin öngörülebilirliği meteorologların üzerinde en çok çalıştıkları konulardandır. Bireysel hava sistemlerinin gelecek birkaç gün içinde nasıl davranacağı öngörülebilmektedir. Benzer şekilde hava rejimlerinin davranışı da bir ay ileri için öngörülebilir mi?

Meteorolog Edward Lorenz'in ilgini daha çok bu tür problemler çekmekteydi. Lorenz'in 1960'ların başlarında Massachussets Teknoloji Enstitüsünde (MIT) yaşmış olduğu çalışmalar kaos teorisine önemli katkılar yapmıştır. Lorenz, atmosferin türbolanslı bir akışkan gibi davrandığını, nonlineer ve başlangıç koşullarına son derece duyarlı olan bir diferansiyel denklem sistemi tarafından idare edildiğinin farkındaydı. Lorenz, başlangıç koşullarına hassas bağımlılığın, hava öngörünü içinden çıkılmaz bir probleme dönüştüreceğini de seziyordu. Düşüncelerinin doğruluğundan emin olmak için, temel özellikleri aynı kalmak koşuluyla, denklemleri daha basit bir hale getirmeye çalıştı. Bu uğraşıların sonucunda, akışkanın davranışını idare eden karmaşık denklem sistemini, x,y ve z gibi yalnızca üç değişkeni olan basit bir modele indirgedi.

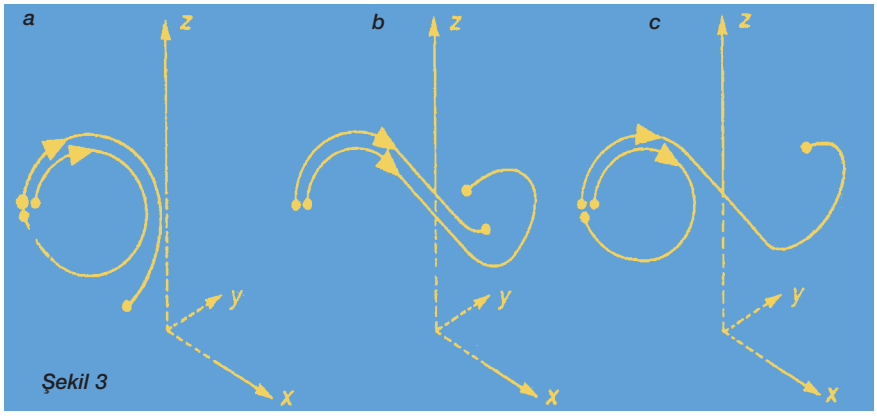


Şekil 2

Bu modelle verilen bir andaki hava, üç boyutlu faz uzayında bir nokta ile, havanın zaman içerisindeki seyri ise bu noktalardan geçen bir yörünge ile temsil edilir. Modelin çalıştırılması sonucu elde edilen olası hava durumlarının kümesi ise Lorenz çekicisi (atraktörü) olarak adlandırılır (şekil 2).

Lorenz çekicisi üç boyutlu uzayda bir hacim işgal etmez. Diğer taraftan bu çekici ne bir boyutlu basit eğri ne de iki boyutlu bir yüzeydir. Çekici 2.06 gibi tam sayı olmayan (fraktal) bir boyuta sahiptir ve bu nedenle garip ve acayip sıfatları ile nitelendirilir.

Lorenz dinamik sistemi, hava rejimlerinin tam olarak yansıtmaz. Bununla birlikte Lorenz dinamik sistemi, atmosferde hava rejimlerinin zaman içerisindeki kaotik davranışının niteliksel özelliklerinin anlaşılmasında önemli bir rol oynar. Şekil 2'den de görüldüğü gibi, Lorenz çekicisi kelebek kanatları olarak adlandırılan iki kısımdan oluşmaktadır. Soyut faz uzayındaki bu kanatlar, Şekil 1'de verilen gerçek uzaydaki iki farklı hava rejimine karşılık geldiği şeklinde ele alınabilir. Örneğin çekicinin sol kanadının Şekil 1a'da verilen zonal rejime, sağdaki kanatın ise Şekil 1b'de verilen engellen-



Şekil 3

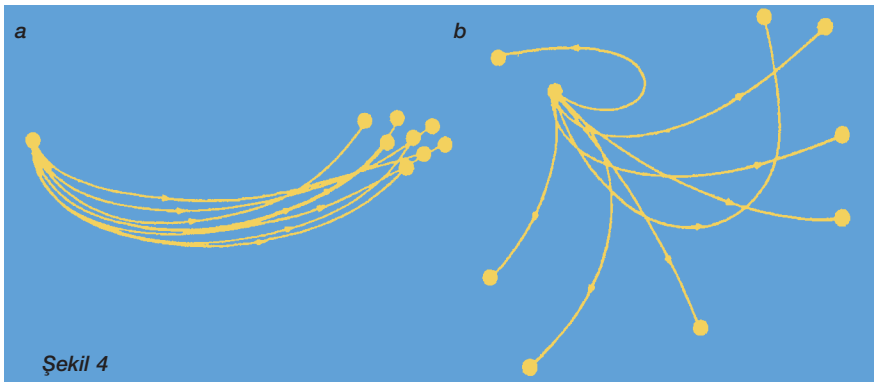
miş rejime karşı geldiğini varsayalım. Bu durumda çekicinin sol kanatı üzerindeki herhangi iki nokta, farklı iki anlık hava durumuna denk düşer. Bununla birlikte her iki durumda da aynı büyük ölçekli akış hakimdir.

Çekicinin sol kanatı üzerinde birbirine yakın rasgele iki noktayı dikkate alalım. Bu iki nokta, Britanya Adaları üzerindeki değişken hava koşullarını temsil eden rejim içerisinde hemen hemen benzer hava koşullarını temsil eder. Faz uzayında seçilen bu noktalardan hareketle, iki hava durumunun başlangıç gelişimini takip edebiliriz. Bu koşullar altında üç olasılık söz konusudur: Her iki yörünge de çekicinin sol kanatı üzerinde kalabilir (şekil 3a); her iki yörünge de sağ tarafa geçebilir (Şekil 3b) veya yörüngelerden biri sol kanat üzerinde kalırken diğeri sağ kanata geçebilir (Şekil 3c). Her üç durumda, ilerleyen zaman içerisinde, yörüngeler birbirlerinden uzaklaşmaktadır. Bu, anlık hava durumu için yapılacak tahminlerin oldukça farklı sonuçlar vereceği anlamına gelir.

Atmosfer temelde kaotik olmasına karşın, belli başlangıç koşullarından hareketle hava rejimleri öngörülebilir. Bu koşulların ne olduğunu belirlemek için, seçilen bir noktaya çok yakın noktalardan hareketle yapılmış çok sayıda hava öngörüsüne gereksinim vardır.

Şekil 4, iki gerçekçi hava tahmini örneğine ait faz uzayının belli bir zaman dilimindeki gelişimini göstermektedir. Şekil 4a'daki verilen başlangıç koşulları için yapılan tahminler çok az bir sapma göstermektedir. Bu durumda, seçilen başlangıç koşulları için öngörülebilirlik dolayısı ile tahminlerin güvenilirliği yüksektir. Şekil 4b'de ise birincisine yakın başlangıç koşulları durumunda belli bir zaman dilimi için yapılan tahminleri göstermektedir. Ancak bu durumda tahminler faz uzayının oldukça geniş bir bölgesine dağılmaktadır. Bu başlangıç koşulları dikkate alındığında, tahmin peryodu boyunca atmosfer kaotik durumdadır ve güvenilir tahmin yapılamaz.

Lorenz dinamik sistemi yalnızca üç değişkene diğer bir deyişle üç serbestlik derecesine sahiptir. Dolayısı ile gerçek atmosferin davranışını tam olarak açıklaması beklenemez. Bununla birlikte serbestlik derecesinin arttırılması, gelecek birkaç gün için yapılacak öngörülerin kalitesini de arttıracaktır. Günümüzde hava öngörüsünde kullanılan modellerin serbestlik derecesi yaklaşık bir milyon kadardır.



Şekil 4

Buraya kadar daha ziyade orta enlem havası üzerinde duruldu. Dünyanın dönüşü nedeniyle ortaya çıkan koriolis kuvvetinin etkisi tropiklerde iyice zayıflar. Bu nedenle tropikler üzerindeki atmosferin dinamiği daha farklıdır. Tropiklerde kasırgalar ve musonlar gibi büyük ölçekli akışların kararsızlığından kaynaklanan hava sistemleri olmasına karşın, bu sistemler orta enlemlerde olduğu gibi daha büyük ölçekli akışlar tarafından bezlenmezler. Gerçekte, tropikal atmosferin büyük ölçekli davranışı, okyanus yüzeyinin sıcaklığı ile yakından ilişkilidir. Tropiklerde karşımıza çıkan önemli olaylardan biri olan El Niño, okyanus-atmosfer sisteminin oluşturduğu ortak dinamiğin bir sonucudur. Meteorologlar, El Niñonun dünya üzerinde oldukça geniş bir bölgeyi etkilediği konusunda hemfikirdir.

Atmosfer ve okyanus dinamiğinin birlikte göz önüne alınması durumunda- tropikal atmosferde küresel ölçekteki akışın mevsimlik öngörüsü mümkün olabilir. Diğer taraftan, El Niño ve sonuçlarının bir mevsim ilerisi için tahmin edilmesine yönelik bazı cesaret verici çalışmalar mevcuttur. Yakın bir gelecekte hava tahmincileri Afrika, Hindistan ve diğer tropikal bölgelerde mevsimlik yağışı öngörebileceklerdir. Bununla birlikte, kaosun en belirgin özelliği olan nonlineerlik ve kararsızlık, bu öngörülerde tamamen ortadan kalkmış değildir.

İklim ve Kaos

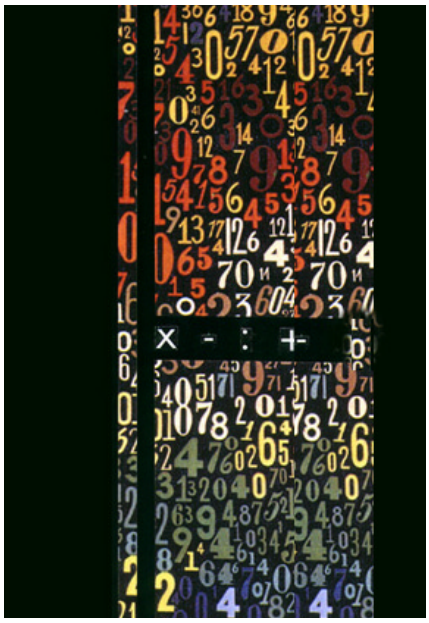
Kaos, gelecek yüzyıldaki olası iklim değişiminin öngörülmesine engel midir? Bu sorunun cevabı "hayır" şeklindedir. Çünkü burada kastedilen öngörü yaklaşımı, daha önce bahsedilen öngörüden oldukça farklıdır. Bu yaklaşımda amaç, iklim çekicisi üzerindeik bireysel bir yörüngenin öngörülmesi değil; örneğin sera gazlarının artması durumunda, bütün bir iklim çekicisinin şeklinin ve faz uzayındaki konumunun belirlenmedir. Çok küçük bir tedirgeme durumunda iklim çekicisinin bundan etkilenip etkilenmeyeceği veya çekicinin bir bütün olarak şeklinde ve konumunda, günümüz ikliminde hiç görülmemiş tahrip edici bir hava durumunu işaret eden önemli bir değişimin olup olmayacağı vb. sorular meteorologların cevabını bulmaya çalıştıkları kritik sorulardır. Kaos kuramı iklim değişimi için erken bir karar verme konusunda bilim adamlarını uyarır. Tekrar Lorenz çekicisine dönersek, verilen bir yörüngenin kelebeğin verilen bir kanadı üzerinde kaç kez tur attıktan sonra diğer kanada geçeceği önceden kestirilemez.

Havanın öngörülemez olması, konunun dışında bir kimseyi karamsarlığa sevk edebilir. Ancak aynı sorun bir meteorolog için konuyu ilginç ve eğlenceli bir çalışmaya dönüştürür. Bütün bunların ötesinde kaos, olaylar karşısında pes etmek ve herşeyi şansa bırakmak anlamına gelmez. Farklı disiplinlerin bir harmanı olan kaos bilimi, çağdaş bilgisayar teknolojisinin de yardımıyla bizi kuşatan ve koruyan dünya atmosferinin davranışının kavranması bakımından, bugün olduğu gibi gelecekte de önemli bir rol oynamaya devam edecektir.

Kasım Koçak
Yard. Doç. Dr., İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi

Kaynaklar
Lorenz, E.N. 1963: Deterministic non periodic flow, Journal of Atmospheric Sciences, 20, 130-141.
Percival, I. 1993: Chaos: A science for the real world, The Newscientist Guide to Chaos, Edited by Nina Hall, Penguin Books, pp. 10-21.
Palmer, T. 1992: A weather eye on unpredictability, The Newscientist Guide to Chaos, Edited by Nina Hall, Penguin Books, pp. 68.81.
Gleick, J. 1987: Chaos: Making a New Science, Viking Press, New York, N.Y.

Matematikçilerin "Güzel" Dünyası



"Bir matematik problemine dalıp gitmekten daha büyük mutluluk yoktur". Böyle diyor C. Morley. Ünlü İngiliz matematikçisi G.H. Hardy ise "Bir Matematikçinin Savunması" adlı kitabında daha popüler bir görüş öne sürüyor: "Gazetelerdeki matematikle ilgili eğlence sütunlarının son derece ilgi görüşü, matematiğin o büyük çekici gücüne güzel bir örnektir. Aslında matematikten daha popüler, çok az şey vardır. İnsanların çoğu matematiğe belli bir değer verir, ondan hoşlanır. Tıpkı hoş bir melodiyi dinlemeyi sevdikleri gibi". Matematikten gelen o derin mutluluk, aklın dağlarına tırmanmayı göze alanlara sunulan eşsiz bir ödüldür. Mantığın sarp yollarını aşıp da doruklara varabilenler, orada büyüleyici bir manzarayla karşılaşırlar: Sislerin arasından birdenbire çıkan pırlantalardan yapılmış bir tapınak. 2500 yıldır yükselmekte olan ve son katı asla olmayacak matematik kulesidir bu.

MATEMATİKTE mutluluğu yaratan şey nedir? Önce şunu anımsayalım: Biz Homo sapiens'iz. Anlamı, düşünen ve yine düşünen insan demektir. Zamanın fırtınalarına rağmen hâlâ ayakta kalabilmiş olan bizlerin akıl, mantık ve hayal gücüdür. Matematik yapmanın ve matematiği anlamanın önemi de buradan geliyor işte. İnsanın kendi 1400 gramlık beynine ve o beynin gizler dolu kıvrımlarına olan hayranlığını gösteriyor (maymunsu ilk atalarımızın beyni 500 gr.'dı!) Bu hayranlık, gurur ve sürprizle karışıktır: "Kimin aklına gelirdi bu? Ne inanılmaz bir bağlantı! Ne incelikli bir kanıt! Ne süssüz, ne ölümsüz bir çözüm!". Bakıyoruz, matematik tapınağının sütunlarına bazı dövizler asılmış: "Mantık kaderden daha güçlü olunca, kendisi kader olur. Thomas Mann". " Mantık bize geleceği gösteren kâhindir. Schopenhauer". "Mantıksızlara mantığı anlatamazsınız. Fuller". "Kuvvetli bir beyni olan, bir krallığa sahip gibidir. Seneca". "Mantığın en büyük zaferi, bize mantığın kendisinden bile şüphe etmeyi öğreten analitik düşünme biçimidir. Miguel de Unamuno".

Hayat bir bakıma anlamsız. Uzayın sonsuz karanlıklarında kısa bir süre parlayan ve bir gün sönüp gidecek bir yıldız gibiyiz. Varoluşumuzu da, yokoluşumuzu da doğa yasaları belirliyor. İnsan kendisini hem her güce sahip, hem de bilinçsiz ve kalpsiz doğanın bir oyuncağı gibi hissediyor. Biz, doğanın "laboratuvar"larında fizik, kimya ve biyoloji yasalarına göre oluşmuş bir molekül yığını mıyız? Belki; fakat akıl taşıyan, kendini ve evreni sorgulayan bir molekül yığını. Pascal, insanın göl kenarındaki bir kamış kadar zayıf olduğunu söylüyor; fakat hemen ekliyor: "... Ama düşünen bir kamış". Yine Pascal insanın düşünmek için doğduğunu, düşünmenin onun hem bütün soyluluğu hem de değeri olduğunu söylüyor. Descartes ise *cogito ergo sum* (düşünüyorum, öyleyse varım) diyecek kadar düşünceyi yüceltiyor.

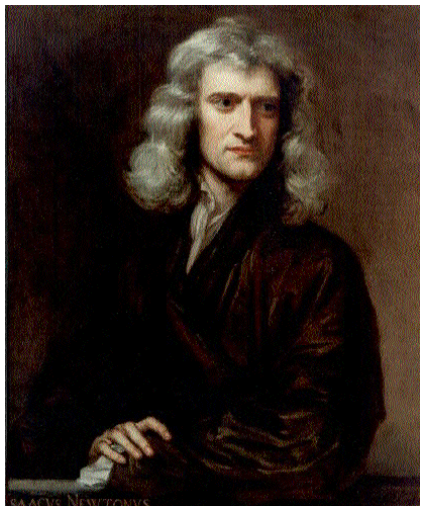
İnsanoğlu matematiği, insanlığını daha çok duyumsamak, beynine daha yakın olmak için seçmiştir. Burada elbette atalarımızın hayatın günlük gereksinimleri için başvurduğu çakıl sayma, parmak sayma vb. gibi pragmatik olgulardan söz etmiyoruz. O bile bir aşamaydı; maymunlara ancak birkaç sayıyı tanımak öğretilebiliyor; fakat ilk insanlar saymayı kendileri icat ettiler; kimse onlara öğretmedi.

Matematik insanın basit gereksinimlerinden doğmuş olabilir; geometrinin temelinde her yıl taşan Nil sularının altında kalan tarla sınırlarını yeniden çizmek olabilir; fakat bütün bunlar insanlığın ve dolayısıyla matematiğin çocukluğuna ait olaylardır. Daha başlangıçtan matematik soyut olduğunu göstermiştir. Arşimet spirali, Zenon paradoksu (bir ok asla hedefine varamaz) ve Apollonius konikleri (elips, parabol, hiperbol) hangi gereksinime karşılıktı? İnsanlık Apollonius'tan yüzyıllar sonra Kepler'le gezegenlerin Güneş çevresindeki yörüngesinin elips

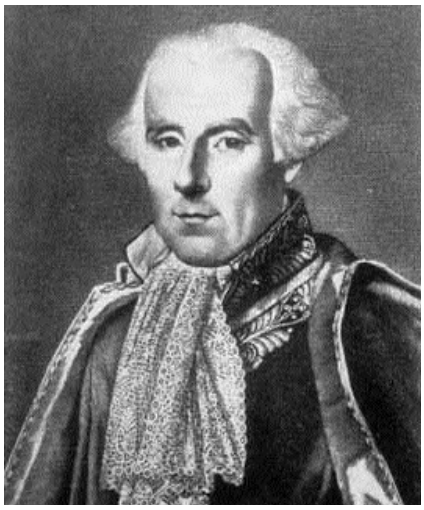
olduğunu ve daha sonra bazı kuyrukluyıldız yörüngelerinin parabol olduğunu öğrendi. Matematiği günlük gereksinimlere indirgemek onu çok hafife almak olur.

Matematik, Buluşlara Uygulanmak İçin Yapılmaz

Peki, matematik niçin yapılır? Bunu Galileo'nin ağzından dinleyelim: "Felsefe (bilim demek istiyor) gözlerimiz önünde açık duran 'evren' dediğimiz o görkemli kitapta yazılıdır. Ancak yazıldığı dili ve alfabesini öğrenmeden bu kitabı okuyamayız. Bu dil matematiktir; bu dil olmadan kitabın tek bir sözcüğünü anlamaya olanak yoktur". Laplace'ın ölmeden önceki son sözleri şunlar olmuş: "Bildiklerimiz çok değil, bilmediklerimiz çok fazla". Bütün bunlardan şöyle bir anlam çıkıyor: Biz kendimizi ve doğa'yı çok az anlıyor ve tanıyoruz. Aklımız olduğu için bir hayvan gibi yaşamıyor, hayatı ve doğayı sorguluyoruz. Bu da bir doğa yasası; su yüksekten alçağa akacak, volkanlar magma basıncı artınca püskürecek ve insan da aklı olduğu için düşünecektir. Düşündüğü için her şeyi sorgulayacaktır. İşte bu sorgulamanın dili matematiktir. Doğa insanın başına ölümsüz bir taç geçirmiştir; bu taç akıldır; o tacın en parlak pırlantası da matematiktir.



Newton: "Dünya beni ne gözle görür bilemem; fakat kendi gözümde ben bilinmeyenlerin sonsuz okyanusu kıyısında, diğerlerinden daha düzgün ya da daha renkli bir deniz kabuğu arayarak eğlenen bir çoçuğum".



Laplace: "Bildiklerimiz çok değil, bilmediklerimiz çok fazla"

Matematikçi, kendi beyin kıvrımlarının derinliklerinde daha önce bilinmeyen topraklar bulan bir kâşiftir. Mutluluğu da yaptığı keşiftir. Matematikçinin ne istediğini Newton şöyle belirtiyor: "Dünya beni hangi gözle görür, onu bilemem. Fakat kendi gözümde ben, bilinmeyenlerin büyük okyanusu kıyısında diğerlerinden daha düzgün ve daha renkli bir deniz kabuğu arayarak eğlenen bir çocuğum". Diferansiyel hesabı ve entegrali bulan, evrenin kütleçekim yasalarını keşfeden büyük Newton böyle diyor işte. Kendisine "çocuk" deyişi çok yerinde; çünkü gerçeği arayan bir matematikçi bir çocuğun saf ve temiz ruhunu taşır; sayılarla oynarken bir çocuğun çıkarlardan uzak, yaşamın kirlerine bulaşmamış mutluğu ve heyecanı içindedir. O, pozitronun varlığını, daha keşfedilmeden matematik formüllerde gören Dirac'tır. O, Neptün gezegenini keşfedilmeden önce matematikle bulan Adams'dır. O, Öklit dışı eğri uzay geometrisiyle Einstein'a görelilik yasaları yolunu açan Riemann'dır. O, kuaterniyonları (dördeyler) bularak mühendisliğe ivme veren Hamilton'dur. O, matrisleri bularak Heisenberg'in kuantum mekaniğini geliştirmesini sağlayan Cayley ve Sylvester'dir. Bu liste çok uzayabilir. Olasılık hesabını bulan ve geliştiren matematikçiler (Pascal, Fermat, Leibniz, Bernouilli, de Moivre, Bayes, Condorcet, Laplace, Quetelet, Borel, Fisher, Kolmogorov) olmasaydı bugün bilimin her dalında uygulanan istatistik analizler yapılamaz ve büyük ölçüde olasılığa dayanan kuantum fiziği gelişemezdi. Asal sayıları bulan ve geliştiren matematikçiler (Öklid, Eratostenes, Fermat, Mersenne, Dirichlet, Wilson, Goldbach, Vinogradov) olmasaydı, bugün bankacılık, askerlik ve diplomaside kullanılan, en iyi bilgisayarların bile ancak yıllar sonra çözebileceği 100-200 basamaklı asal sayı şifreleri var olamazdı.

Burada vurgulamak istediğimiz şudur: Matematikçi buluş yaparken pratik bir amaca yönelik değildir; bir teoremi uygulansın diye bulmaz. O kafasının içinde kendisine gerçek dünyadan ayrı bir dünya yaratmıştır. Orada somut ya da soyut aksiyomlardan yola çıkarak usavurmayla belli sonuçlara ulaşır. Aksiyomların gerçeğe uyması şart değildir; örneğin Riemann, Lobaçevski ve Bolyai, Öklit dışı geometrilerinde, Öklit gibi somut, gerçeğe uygun, herkesçe kabul edilir aksiyomlar değil, kendi yarattıkları soyut aksiyomları kullanmışlardır. Önemli olan aksiyomlardan sonuca giden yolun mantıklı olmasıdır.

Matematikçi, p ve q'nün doğruluğuyla ilgilenmez; "p gerektirir q" ile ilgilenir. Aradığı sonuca varınca bir esrime duyar. Esrime hissi psikolojide mutluluğun en üst derecesi olarak kabul edilir; bu hissin belli göstergeleri vardır: büyük bir mutlulukla beraber büyük bir aydınlanma hissi, evrenle bütünleşme, kendinden geçme ve o anı asla unutamayış. Suyun kaldırma gücünü bir hamamda yıkanırken bulan Arşimet'in "Eureka" (Buldum) diye bağırarak saraya doğru çıplak koşması böyle bir esrime sonucudur. Bu esrime hissi olmasaydı Cauchy 24 cilt tutan 789 çalışma yayımlayabilir miydi? Euler basılması 34 yıl tutan 80 cilt yazabilir miydi?

Batı uygarlığının temelinde matematik yatmaktadır. Ortaçağ karanlığı boyunca düşünmek suç sayılmış, Engizisyon akılla savaşmış, aklın tohumları zindanlarda çürümüş ve ancak Rönesansla insanlığın ilkbaharı gelince aklın dallarında bilimin güzel çiçekleri açmıştır. Bilim ağaçları matematik toprağında büyümüşlerdir. Her matematik buluş, kendinde bir gün uygulanabilme gizilgücünü taşır.

Matematiğin Önemi

Eflatun, "matematiksiz kültür olamaz" demişti. Bugün kaç kişi böyle düşünüyor acaba? Ortaçağ karanlığında bile yıpranmayan tek bilim matematikti. Üniversitelerde ve okullarda ders programları daima matematik, geometri, astronomi ve müzik içerirdi. Son zamanlara kadar matematik, birçok köklü üniversitenin felsefe programlarının parçasını oluşturuyordu.

Ne yazık ki bugün matematiğin, uygarlığın ve kültürün temel elemanı olduğu gerçeği giderek gözden kaçıyor. Rönenasta resim, heykel, edebiyat ve felsefeyle birlikte matematiksel düşünce de 1000 yıl süren kış uykusundan uyandı. Örneğin matematikçiler ilk kez Rönesans'ta şans öğesini olasılık hesabının içine aldılar. Bunun için Rönesans beklendi; çünkü olasılık hesapları geleceği belirleyebiliyordu; oysa ortaçağ için geleceği belirleyen tek güç Tanrı'ydı. 19. yüzyılda Cantor'un sonsuzu matematiğe sokması tutucu çevrelerde tepkiyle karşılandı; yalnız Tanrı sonsuz olabilirdi. 17. yüzyılda Newton ve Leibniz'in türev, diferansiyel ve entegral hesabı (calculus) bulmaları büyük bir devrimdi; çünkü o zamana kadar matematik, hareket halindeki bir cismin belli bir andaki durumunu hesaplıyamıyordu. Mühendislik ancak calculusla mümkün oldu. Bugün dergiler, gazeteler, radyo ve TV, matematiğe (bilmeceler hariç) tıp, fizik, biyoloji vb. kadar yer vermiyorlar. Bunun bir nedeni, matematik terimlerini halka açıklamanın zor oluşudur. İnsanlar anlamadıkları şeyleri dinlemez ve okumazlar.

Matematik çok az kişinin sohbet konusu oluyor. Kim kime "Altın Oran"ı, Zeta ve Gama fonksiyonlarını, Stirling'in faktöryel formülünü öğrendin mi diye soruyor? Matematiğin kendine özgü dili, bir duvar gibi onu kendi dünyasına kapatıyor. 1997 sonunda yitirdiğimiz Prof. Cahit Arf anılarında otobüste 4-5 arkadaş bir matematik problemini coşkuyla tartışırlarken halkın kendilerini "mecnun" sandığından söz etmiştir.

ABD'de 3 matematik derneğinin 50 000 üyesi var. Amerikan Matematik Topluluğu'na 25 000 üye kayıtlı. Dünyada 1500 matematik dergisi var ve her yıl 25 000 kadar matematik araştırma yazısı yayımlanıyor. Matematik son 50 yılda, 2500 yılda yarattığından fazla buluş yaptı. ABD'de bir yerleşkede matematik bölümü genellikle en büyüktür. En azından fizikçi ve ekonomist kadar matematikçi vardır. Matematikçiler her yerde hazır ve nazırdırlar. Aynı zamanda da görünmezdirler (Matematik Sanatı, J. P. King, s.6).

Öğrencileri matematikten soğutan bir eğitim de topluma zararlı oluyor. Matematiği gençlere sevdirmek şart. Saman kâğıdına, şekilleri renksiz, berbat baskılı (bazı sayılar okunmuyor) ve paragrafsız, iç içe yazılarla yazılmış okul kitabı artık olmamalı.

Bilimlerin en hızlı değişeni matematiktir. Matematik 2000 yıllık kuramları hâlâ geçerli olan tek bilim dalıdır. Fakat bu 2000 yıllık ağaç durmadan yeni sürgünler vermektedir; işte son yılların fraktal geometrisi, kaos teorisi, standart olmayan analiz, oyun teorisi vb. Eski dallardan olasılık kuramı, trafiğe ve iletişime uygulanıyor;



Descartes: "Düşünüyorum, öyleyse varım".

uzay uçuşlarında roketlerin kalkış hızı, yakıt miktarı, yörünge ve seyir bilgileri matematik gerektiriyor. Üretim ve tüketim hızları, enflasyon, devalüasyon, borsa, faiz, büyüme hızı, kişi başına düşen gelir vb. matematiksiz olamaz. Doğal olarak matematikçi bazen bilgisayarla bütünleşiyor.

Matematiğin bu uygulamaları yanında soyut matematik de dev adımlar atıyor; çünkü matematikçiler için yarar değil, estetik önde gelir. Bertrand Russell'in dediği gibi matematikte sanatlardakine benzer bir güzellik vardır; bir teoremden " ne kadar güzel", "ne kadar zarif" diye söz ederiz. Varılan sonuç ne kadar yalın ve basit işlemlerle elde edilmişse o derece güzeldir. Matematikte karmaşıklık, istenmeyen bir şeydir. Matematik bir solucan yumağı değil, altın halkalı bir zincirdir. Bugün sonsuz sayıda irili ufaklı sonsuzlar var; oysa daha 150 yıl önce sonsuzla uğraşmak Tanrı'nın işine karışmak sayılıyordu. Bugün geometride sonsuz boyutlu uzaylar kullanılmaktadır; yeni cebirler yaratılmıştır.

Yeni bir matematik dalı doğmuştur: Eğlence matematiği. Öğrencilere matematiği sevdirmekte bütün dünyada bu kullanılıyor. ABD'de yıllardır Journal of Recreational Mathematics (Eğlence Matematiği Dergisi) yayımlanmakta. İçinde insanı merak içinde bırakan sıra dışı problemler ve konular var. Ayrıca ABD'de Mathematical Intelligencer, Mathematical Teacher, Mathematical Gazette, Mathematical Horizons adlı popüler matematik ve Quantum adlı popüler matematik-fizik dergileri yayımlanıyor. Rusya'da 1976'dan beri aylık Kvant dergisi, Rusça olarak renkli şekillerle çok sıra dışı matematik-fizik yazıları ve problemleri veriyor. ABD Quantum popüler matematik-fizik dergisi 1990'dan itibaren Rus-Amerikan ortak yapımı olarak tamamen İngilizce çıkıyor. Popüler bilim dergilerinden Scientific American, Discover ve Recherche her sayısında matematik-mantık soruları veriyor. Biz de Bilim ve Teknik dergisi olarak 1963'ten beri zekâ sorularına yer veriyoruz. Matematik eğlence problemleri büyük değer taşıyor; büyük matematikçilerden Hamilton, Fermat, Euler, Steiner, Lucas vb. matematik bilmeceleriyle hayli uğraşmışlardır; örneğin Euler'in Königsberg Köprüsü (7 Köprü) problemi, Hamilton'un gezi oyuncağı, Steiner'in gezici satıcı, Lucas'nın Hanoi Kulesi problemleri. Bu konuda çok ünlü diğer üç isim Amerikalı Sam Loyd ve Martin Gardner ve İngiliz Henry Dudeney'dir.

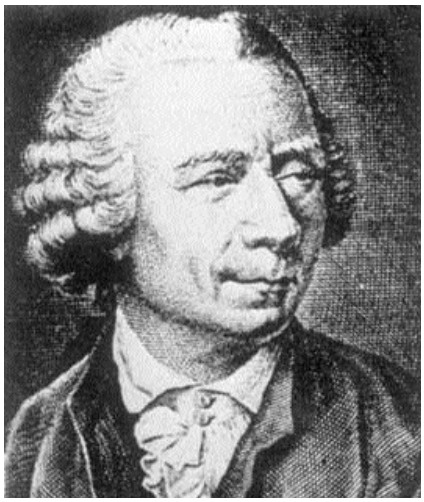
Dünyada yaklaşık 6000 kadar yaratıcı matematikçi vardır. Bu matematikçiler için matematik bir oyun gibidir. Öklid'in aksiyomları gözlemlerden türetilmiş, "doğruluğu açıkça belli" gerçeklerdi. Modern matematiğin

aksiyomlarıysa tamamen soyuttur. Onları satranç kurallarına benzetebilirsiniz. Doğada ne satranç vardır, ne de modern aksiyomlar. İsterseniz satranç kurallarını değiştirebilirsiniz: üç kişiyle oynanan satranç, üç boyutlu satranç vb. Modern aksiyomlar gerçeğe dayanmamakla birlikte, satranç kuralları gibi kendi içlerinde tutarlıdırlar. Bu aksiyomlar dış dünyanın gerçeklerinden kopuksalar da kendi matematik "gerçek"lerini yaratmışlardır. Matematikçiler yarattıkları yeni gerçeğin mantığa tam uyup uymadığını bilemezler. 20. yüzyılda Bertrand Russell ve Hilbert, matematiği sağlam mantık temellerine dayandırmaya uğraşırlarken Gödel, matematikte kanıtlanamayacak gerçekler olduğunu göstermiştir. Kendi tutarlılığını kanıtlamak, matematiğin gücünü aşar.

Matematikte birçok kavram bir çocuğun anlayabileceği kadar basittir. Columbia Üniversitesinden Edward Kasner, anaokulundaki çocukların sonsuz kümeleri kolayca anladıklarını belirtmiştir. Çocuklar soyutlamaya eğilimlidir; çünkü hayalleri geniştir; masalları da bu nedenle severler. Ünlü "Alice Harikalar Diyarında" çocuk kitabının yazarı bir matematikçiydi: C. L. Dodgson ya da takma adıyla Lewis Carroll.

Matematikte Düşüncenin Zarafeti

Bir matematikçi diğerinin buluşunu "çok zarif" (elegant) diyerek över. Güzel bir matematik buluşu tanımlamak güzel bir insanı tanımlamak kadar zordur. Stanford Üniversitesinden Prof. George Polya bir teoremin zarifliğini şöyle tanımlıyor: "Matematikte zarafet görebildiğiniz düşüncelerin sayısıyla doğru, onları görebilmek için harcadığınız çabayla ters orantılıdır". Burada yalınlığın güzelliği vurgulanıyor. Bir filozof "basiti yaratmak deha ister" demiştir. Ünlü İngiliz matematikçisi G. H. Hardy "Bir Matematikçinin Savunması" kitabında şöyle der: "Matematikçinin yarattığı şey, bir ressamın ya da şairinki kadar güzel olmalıdır. Düşünceler, renkler ve sözcükler gibi uyumlu bir biçimde birbirine uymalıdır... dünyada çirkin matematik için kalıcı bir yer yoktur". Matematik bir sanat eseridir. Şair John Keats şöyle der: "Güzellik hakikattır; hakikat de güzellik". Bertrand Russell de matematikte yalnız doğruluk değil, sanattaki gibi güzellik olduğunu vurgular. Hardy zarif bir matematik buluşun bir kare bulmaca ya da satranç problemi gibi entellektüel bir çıkmaz sokak olmaması, mutlaka diğer matematik düşünceleriyle bağlantılı ve zenginleştirilmiş olması gerektiğini söyler.



Euler 80 cilt tutan matematik makaleleri yazdı; bunların basılması 34 yıl sürdü.

ABD'de İleri Çalışmalar Enstitüsü'nden Marston Morse özetle şöyle demiştir: "Matematik buluş mantıkla ilgili değildir. Burada sanatla matematik arasındaki bağ ortaya çıkar. Matematikçi kimsenin anlamadığı esrarlı bir güçle sonsuz desenler arasından birini seçip yeryüzüne indirir; bunda kendinin de farketmediği bir güzellik önemli rol oynar".

Matematikçinin en gelişmiş estetik hissi, müzikle ilgili olanıdır. Birçok matematikçi müzik aletleri çalar, ya da korolara, küçük orkestralara ve oda müziği gruplarına katılır. Matematiğin terimleri müziğin notaları gibidir. İkisi de güzellik yaratıcı hayal ürünleridir ve ikisinde de tek bir yanlışa bile yer yoktur. Matematik buluş aklın senfonisidir; hayaldeki güzellik sıkı bir mantık disiplini altında somutlaşmış ve sonsuzlaşmıştır. Bir matematikçi bir müzik parçasının bestecisini kolaylıkla tanır.

Matematikçi şiiri sever. Alman matematikçisi Weierstrass şöyle demiş: "Biraz da şair olmayan hiçbir matematikçi, gerçek matematikçi sayılmaz".

Birçok matematikçi satranç, briç gibi oyunlar oynar. Ancak bunlarda birinci olan azdır. Dünyada satranç şampiyonu olan iki matematikçi çıkmıştır: Emanuel Lasker ve Max Euwe. Bunun üç nedeni vardır: Önce satranç şampiyonu olmak için her gün saatlerce satranç oynamak şarttır; matematikçinin buna zamanı yoktur. İkincisi matematikçi düşünerek hatasını düzeltir; satrançta buna zaman yoktur; matematikçiler çok hızlı düşünür diye bir şey de yoktur. Hızla akıldan hesap yapmak, ancak bazı matematikçilerde görülmüştür: Gauss, Euler, Galois, von Neuman vb. Üçüncüsü, satranç şampiyonlarının hepsinde özel bir yetenek bulunmasıdır: Fotoğrafsal bellek. Şampiyon bir bakışta tahtanın tümünü görür ve onu uzun süre gözlerinin önünde canlandırabilir. Bu sayede 50-60 kişiyle gözü bağlı simültane maç yapıp kazanabilir. Bütün şampiyonlar oynadıkları bir maçın bütün hamlelerini uzun süre sonra bile anımsarlar; 9-10 hamle ötesini görebilirler. Fotoğrafsal belleği olmak koşuluyla, her matematikçi satranç şampiyonu olabilir; fakat satranç şampiyonlarının hepsi matematikçi olamazlar. Bunlar iki ayrı yetenektir. Matematikçiler matematiği bir bütün olarak görürler. Genellikle matematikçiler mühendisler kadar cisimleri gözlerinde canlandıramaz ve muhasebeciler kadar akıldan hızlı hesap yapamazlar; fakat hayal güçleri sınırsızdır. Augustus De Morgan "matematikde hayal gücü mantıktan önce gelir" demiştir.

Matematikçinin Karakteri

Matematikçilerin çoğu yalnız çalışır, grup halinde araştırma yapmazlar. Matematik makalelerinin hemen hepsi tek imzalıdır; bir azınlığı iki imzalıdır; ikiden fazla imzalı yok gibidir (tıpta da aksi; 15 imzalı makale bile vardır). Matematikçi buluş için 4 şey ister: sakin bir oda, kütüphane, kâğıt ve kalem; tabii bir de yaratıcı bir beyin. Kimyacı ve fizikçiler laboratuvara bağımlıdırlar. Belki böyle serbest oldukları için, matematikçiler genellikle çok seyahat ederler ve diğer matematikçilerle temas kurar-

lar. Macar asıllı Amerikan matematikçisi Paul Erdöst durmadan seyahat eden biriydi.

Matematikçiler şairlerin aksine kesin olmamaktan nefret ederler. Kesinlik matematikçinin kalite damgasıdır. Matematikçiler bizlerin bilmediği birçok şeyi bilirler; fakat çoğu, söylencesel deniz kızları gibi yalnız kendileri için şarkı söylerler; bizler için değil. Yüksek matematiğin tümünü matematik dışında olan meraklılara öğretmek için tek bir kitap yazılmamıştır daha; ancak parça parça öğreten kitaplar vardır. Neden? Matematikçi olmayanlar matematiği anlayamaz önyargısından mı? Matematiği kapalı duvarlar arasında saklamak için mi? Hiçbiri değil. Daha lisede edebiyat (sosyal) ve fen kolları ayrılır. Sosyalciler sanat ve felsefe deyince koşarlar; matematik deyince kaçışırlar; lise bitse de şu matematik belasından yakayı kurtarsak derler. Liseden sonra matematiği yanlarına uğratmamaya yeminlidirler. Birinci neden bu. İkinci nedense, matematikçilerin çoğunun kendi fildişi kulelerinde matematiğin esrikleştirici büyüsüne kapılmış olmalarıdır. Onlar matematik anlatmak değil, matematik yapmak isterler; yani matematikte buluş yapmak peşindedirler. Bir şair de kimseye şiir yazmayı öğretmeyi düşünmez. Matematikçilerin yazdıklarını yalnız kendileri ve matematikçiler (o da bazen) okurlar.

Sosyalciler için genellikle matematik taş gibi ağır, toprak gibi tatsızdır; onlar matematiği hiç düşünmezler. Mühendis ve bilimciler içinse matematik bir araç, mikroskop ya da tansiyon âleti gibi bir şeydir; işe yarar tabii. Ama o kadar. Mikroskopun güzeli mi olur?

Oysa matematikçi çok güzel şiirler yazan, ama onu anlayacak okurlar bulamayan bir şair gibidir. Matematikçi olmayanlarla arasında uçurumlar vardır.

Matematikçiler kendilerini bir sanatçı olarak görseler de - ki gerçekten öyledirler- ne yazık ki sanatçılar onları duygusuz, mermer mantıklı insanlar olarak görürler.

Matematikçi, formülleri kara tahtaya özenle yazar. Onlara saygı duyar. Karşılarına geçip susarak onları seyreder. O sırada kafasının içinde Beethoven'in 9. senfonisi ya da Mahler'in 1. senfonisi çalıyor gibidir. Matematikçi, matematiğe tapar. Pisagorcuların sayılara taptıkları biliniyordu. Pisagorcular $\sqrt{2}$'yi (irrasyonel sayıları) tanımıyorlardı; kenarı 1 olan karenin köşegenini $\sqrt{2}$ bulunca çok şaşırmışlar, Tanrı'ların kendilerini çarptığını sanmışlar, bunu bir sır olarak saklamışlardı.

Matematiksel dünya kafanın içinde, gerçek dünya ise dışındadır. Matematikçi garip bir paradoks içindedir: Kendisi gerçek dünyada yaşar; ancak üzerinde çalıştığı nesneler o dünyada yaşamazlar; kafasının içinde yaşarlar. Bunun için çoğu kez dalgındırlar. Kafanın içinde yaşayan bir şey daha vardır: Gerçek.



Kepler: "Dünya Güneş etrafında dönerken bir elips çizer ve Güneş bu elipsin odaklarından birinde bulunur".

Matematikçi Alfred Renyi, şöyle demişti: "İnsanın var olmayan şeyler hakkında var olanlardan daha çok şey bilmesi ne gizemli değil mi?". Matematikçi matematik hakkında gerçek dünyadan fazla şey bilir. Bazıları "Matematik insanın dışında da, kafasında da var; matematiği insan icat etmedi" diyorlar. Tartışmalı bir görüş. Doğada entegral, logaritma, türev, kök alma vb. var mı? Yok. O halde... Yalnız şu söylenebilir: "İnsanın kafasında doğan matematik, doğaya uygulanabilmektedir." Ama her bilimde böyle değil mi? Doğa, insan beyninin ürünü olan mantık kurallarına uygundur. Bu nedenle insan mantığının ürünü olan matematik, doğaya da uygulanabilmektedir.

Matematik evrende varsa ve onu beynimize ve evrene Tanrı koyduysa neden matematik bazen yanılmıştır? Örneğin Ptolemy'nin büyük yanılgısı (Evren'in merkezi Güneş'tir). Newton'un ışık teorisi neden yanlıştı? Kepler neden gezegenleri çokyüzlüler içine yerleştirmeye çalıştı? Neden doğa'da yalnız doğal sayılar var; rasyonel, irrasyonel, aşkın, ondalık sayılar, log, ln, integral, türev, matris, n boyutlu uzaylar, topolojik garip şekiller vb. nerede?

Matematikteki yalın güzelliğe iki örnek verelim. Euler şu formülü bulmuştu. $e^{i\theta} = \cos\theta + i \sin\theta$. ($\theta$ gerçek sayı). $\theta = \pi$ için $\sin\theta = 0$ ve $\cos\theta = -1$'den $e^{i\pi} = -1$. Güzelliğe bakın. Matematiğin birbirinden bağımsız gözüken üç sayısı, natürel logaritmaların tabanı e, $i = \sqrt{-1}$ ve π nasıl bir araya geldi.

Bir başka güzellik. Öklit asal sayıların sonsuz olduğunu basitçe şöyle kanıtladı: olmayana ergi ile diyelim ki asal sayılar sonludur; p_1, p_2, p_3... asal sayılar ve sonuncu asal sayı P olsun. Hepsini çarpalım: $A = (p_1.p_2.p_3. ...P)+1$ yazalım. A asal sayı değil (asallar bitti; hepsi parantezin içinde; orada A yok). A, parantez içi sayıların hiçbirine tam bölünemez; hep 1 artar. A asal olmadığına göre en az 2 asal çarpanı vardır ve bu asal çarpanlar parantez içindekilerden ikisi olamaz (bunların hepsi kalan olarak 1 verir ve bu yüzden A'nın asal çarpanı olamaz). Biz asal sayılar P ile bitti demiştik. Görüyoruz ki A asal değil; A'nın en az iki tam böleni vardır. A'nın en az bir asal çarpanı vardır ve bu, parantezimiz içinde değildir. O halde demek ki P'den daha büyük en az 1 asal sayı vardır. Aynı yöntem tekrarlanırsa asal sayıların sonsuz olduğu anlaşılır.

Yazımızı Büyük Alman matematikçisi Jacobi'nin şu güzel sözleriyle bitirelim: "Ben matematiği insan aklını onurlandırmak için seçtim".

Selçuk Alsan

Kaynaklar

Boehm, G.A.W., The New World of Mathematics, 1959

Boll, M., *Matematik Tarihi*, İletişim Yayınları, 1991

Dönmez, A., *Matematik Tarihi*, 1986.

Hardy, G.H., *Bir Matematikçinin Savunması*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1997

İ. Asimov, Biographic Encydopedia of Science and Technology, 1975

King, J.P., *Matematik Sanatı*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1997

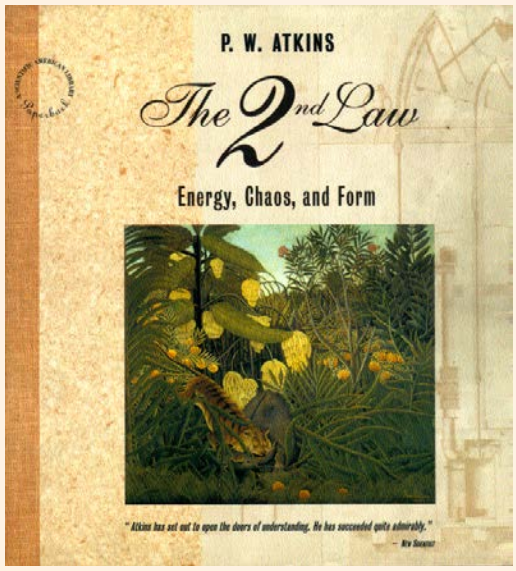
Sertöz, S., *Matematiğin Aydınlık Dünyası*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1998

Wells,D., *Matematiğin Gizli Dünyası*, (Çeviri: Alsan, S.) Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1997.

Wells,D., *Geometrinin Gizli Dünyası*, (Çeviri: Alsan, S.) Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1998.

Tema Larousse, Tematik Ansiklopedi.

"Bilimin başka hiçbir dalı, insan ruhunun özgürleşmesine termodinamiğin ikinci yasası kadar katkıda bulunmamıştır." P. W. Atkins, İkinci Yasa adlı kitabına bu iddialı cümleyle başlıyor. "Zamanın yönünü gösteren ok" olarak da anılan ikinci yasayı derinlemesine ele alan kitaptan küçük bir alıntı…



The Second Law
P. W. Atkins
Scientific American Books, 1994, 216 sayfa

Doğal değişimin yönü de gerçekleşme hızı da enerjinin dağılımıyla ilgilidir. Doğal değişimin yönü enerjinin yayılma yönüne, hızı ise atomlar arasındaki bağı koparan enerji birikiminin niceliğine bağlıdır. Atomlar enerji saldıklarında, gelişigüzel düzenlerinin yerini yeni bir yapı alabilir, çünkü saldıkları enerji uzaklaşarak atomların hareketsiz kalmasına neden olur.

Kaosun bu iki yönlü etkisini kabul etmek akla iki düşünceyi getirir: İlki, gerçek dünyanın nitelikleriyle sıcaklık arasında nasıl bir ilişki olduğu ve özellikle bu niteliklerin sıcak ve soğuk uçlara gidilerek gerçekleştirilen esaslı değişikliklere nasıl karşılık verdiğiyle ilgilidir. İkincisi ise, bu uç noktalara, özellikle de soğuk uca nasıl ulaşılacağı üzerinedir. Soğuk ucu ele almamız gerekiyor, çünkü termodinamiğin ikinci yasasına ters düşüyor gibi görünüyor: Bir cisim içinde bulunduğu çevrenin sıcaklığının altına nasıl soğutulabilir? Isı akışı söz konusu olduğunda, değişimin doğal yönü ters yöndedir; bu bakımdan soğutma doğaya karşı bir işlemdir.

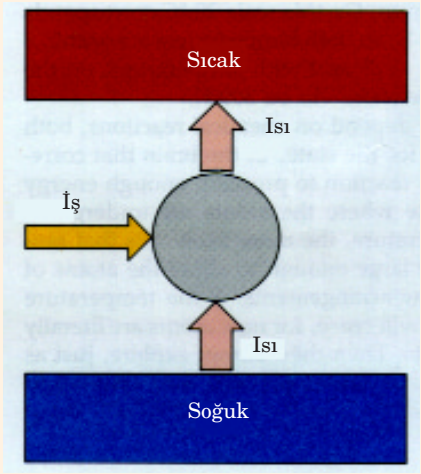
Sıcaklık ölçeğindeki yolculuğumuza sıradan bir yerden, bir piknik alanından başlayabiliriz. Daha sonra sıcaklığı onun katları biçiminde artırabilir ve azaltabiliriz. Piknik yaptığımız normal sıcaklıktan on ya da yüz kat daha sıcağına veya soğuğuna gidebiliriz.

Normal sıcaklıklarda, yani 20°C ve civarında, piknik faaliyetleri için gereken tepkimeler makul hızlarda gerçekleşebilir. Piknik yapanların vücutlarında yaşamsal tepkimelerin gerçekleşmesi içinse, biraz daha yüksek bir sıcaklığa, yaklaşık 37°C'ye ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, bu sıcaklıklar aşağı yukarı aynıdır. Kelvin sıcaklık ölçeğinde gösterdiğimizde birbirlerine yakınlıkları daha belirgin hale gelir. Bu ölçekte 20°C, 293K'e, 37°C de 310K'e karşılık gelir, yani her iki sıcaklık da 300K'e yakındır. Bundan böyle sıcaklıkları Kelvin ölçeğine göre ele alacağız, "normal sıcaklığımız" da 300K olacak.

Piknikte gerçekleşen şeyler, hem yemek yemekle ilgili işlemler hem de beynin zevk almayla ilgili faaliyetleri, kimyasal tepkimelere bağlıdır. Herhangi bir tepkimenin başlayıp devam etmesi için, atomların yeni bir düzen içine girdiği moleküllerde yeterli enerjinin toplanması gerekir. Sıcaklık ne kadar yükselirse, enerjinin gelişigüzel birikiminin, moleküllerin atomlarının yeni düzenler oluşturmasına olanak sağlayacak kadar büyük olma olasılığı o kadar fazladır. Sıcaklık çok düşerse, yaşamla ilgili süreçler durur, çünkü bu durumda atomlar kelimenin tam anlamıyla o andaki yapıları içinde donup kalırlar. Artık başka yapıları keşife çıkamazlar, tıpkı donma noktasının altına soğutulduğunda suyun akamaması gibi.

Soğuğa nasıl erişebiliriz? Örneğin, piknikte yiyip içeceğimiz şeyleri normal sıcaklıklarının onda biri bir sıcaklığa nasıl soğutabiliriz? Soğutma doğaya aykırı gibi görünürken, bazı şeyleri nasıl olur da 30K'e (-243°C) soğutabiliriz?

Termodinamiğin ikinci yasasında belirtildiği gibi, soğutma aslında doğaya aykırı değildir. Bu yasa, başka bir yerde değişim olmadan ısının soğuktan sıcağa kendiliğinden akmasına izin vermez, daha doğrusu, bunun gerçekleşmesinin son derece olanaksız olduğunu belirtir. Başka bir yerde bir değişim olursa, iki farklı sıcaklık arasındaki ısı akışını (bir buzdolabının içinden odaya olduğu gibi, soğuktan sıcağa ısı akışını) yasaklamaz. Sıcaklıkla yaşam arasında başka bir benzeşim daha var. Soğuk nasıl kendiliğinden ortaya çıkamazsa, yaşamın düzenli yapıları da kendiliğinden ortaya çıkamaz: Oysa, başka bir yerde telafi edici bir değişim meydana gelirse, hayatın ortaya çıkışı ikinci yasaya aykırı düşmez. Yaşamak için yemek yemek zorundayız, bu da aldığımız düzenli ve yüksek nitelikli bir enerjiyi, örneğin bir sandviçteki enerjiyi, başka bir biçime dönüştürmemiz gerektiği anlamındadır. Bir yeri ya da bir şeyi soğutmak için de başka bir yerdeki enerjiden yararlanmamız, örneğin bir miktar kömür yakmamız, bir atom çekirdeğini parçalamamız veya barajlara yerleştirilmiş boruların ve türbinlerin içinden kuvvetli bir su akışı sağlamamız gerekir. Dünyadaki enerjinin kullanılabilirliğinin bu biçimde tahrip edilmesiyle, kaosu küçük bir ölçekte yatıştırmak mümkün olabilir ve tıpkı iş yaparak bir bina inşa edilebileceği gibi, herhangi bir şey de iş yapılarak soğutulabilir. Doğaya büyük bir ölçekte değil ama küçük bir ölçekte nasıl karşı gelindiğini anlamanın en iyi yolu bir soğutucuyu incelemektir.



Soğutucu aslında tersine çalıştırılan bir motordur. İş yapıldığı sürece ısı soğuktan sıcağa taşınabilir.

Sıcaktan soğuğa ısı akışı olduğunda iş üretilebildiğini daha önce görmüştük. Şimdi enerjinin ısı olarak ters yönde akması için işin kullanılabileceğini göreceğiz. Bir soğutucu motorunun pistonu, silindirin içinde hapsolmuş gaz tarafından dışarı doğru itilir ve böylece dış ortamda iş yapılmış olur. Bu sırada gazın sıcaklığı düşer, çünkü gaz parçacıklarının hareketinde depolanan enerji işe dönüştürülür. Ancak, silindirin çeperleri çevrimin bu aşamasında ısıyı ilettiğinden bu süreç eşısıldır, çünkü soğutulan cisimden silindire enerji girişi olur.

Çeviri: Barış Bıçakçı

Yayın Dünyası

Murat Dirican



Dünya Düzeni: Eskisi Yenisi
Noam Chomsky
Çevirmen: Tuncay Birkan, Ali Çakıroğlu
Metis Yayınları / Yaşadığımız Dünya Dizisi
İstanbul Nisan 2000

Yeni Dünya Düzeni gerçekten yeni mi? Ya da yeni olan ne? Küresel politikalarda sürekli vurgulanan "yeni dünya düzeni"nin hakikatle bir ilişkisi var mı? Chomsky, zengin tarihsel verilerden hareketle yürüttüğü tartışmasında, soğuk savaş döneminin nükleer tehdit, Doğu Bloku tehlikesi gibi bahanelerinin yerini alan yeni gerekçelendirmelerle Batı'nın aynı programı sürdürdüğünü göstermeyi amaçlıyor. Chomsky, kitabında dünya düzenin iddia edildiği yönde değişmediğini, yalnızca eski bahanelerin yerini yenilerinin aldığını, bu yeni söyleme meşruiyet kazandırmak için, pek çok tarihçi ve siyasi yorumcunun da yakın tarihi değiştirerek yeniden yazmaya giriştiklerini savunuyor. Ona göre, dünya gündemini demokratik, çok-sesli bir açıdan izliyormuş görüntüsünü veren bir medyanın, yalnızca izin verileni ve yalnızca izin verildiği şekliyle göstermeyi, verileri gizlemeyi ve çarpıtmayı başarıyla üstlendiği bir döneme girilmiştir. Böyle bir dönemde Chomsky'nin sorgulayıcı çalışmasının, geçmişin ve bugünün varolan düzeninde değişmeden kalanı anlamakta büyük bir önem taşıdığını söylenebilir.



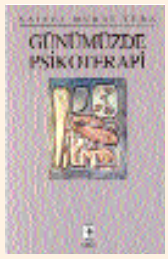
Hastalığın Penisilinle Fethi: Alexander Fleming
Steven Otfinoski
Çevirmen: Celal Kapkın
Evrim Yayınevi
İstanbul
Mart 2000

Kitap, 1922'de antibiyotiği bulan İskoç bakteriyoloğunun yaşamını ve çalışmalarını anlatıyor. Bakteri kültürleriyle denemeler yapan Fleming kültürlerinden biri üzerinde gelişen mavi bir küfün, çevresindeki bakterileri öldürdüğünü fark etmişti. Küfün adı penicillium olduğu için Fleming küfün bakteri öldüren maddesine penisilin adını vermişti. Enfeksiyon sürecinin henüz az bilindiği ve küçük bir sıyrığın bile ölümcül kan zehirlenmesine yol açabildiği bir dönemde Fleming'in bu buluşu, bir dönüm noktası olmuştu. Buna karşın penisilinin insanlar üzerinde kullanılması için yirmi yıl geçti ve II. Dünya Savaşı'nda sayısız yaşam kurtararak kendini kanıtladı. Steven Otfinoski de bu alçakgönüllü ama zeki bilim adamı tarafından yapılan buluşun hem tıp devrimi haline gelişinin hem de insanlığa katkısının öyküsünü Hastalığın Penisilinle Fethi'nde anlatıyor.



Osmanlı Adet, Merasim ve Tabirleri
Abdülaziz Bey
Yayına Hazırlayan: Kazım Arısan, Duygu Arısan Günay
Tarih Vakfı Yurt Yayınları / Osmanlı Araştırmaları Dizisi
İstanbul Mart 2000

Umur-ı Mülkiye Nazırı Pertev Paşa'nın torunu Abdülaziz Bey'in (1850-1918), Osmanlı toplumunda günlük yaşam, törenler, gelenek ve görenekleriyle kullanılan deyimler üzerine bilgi ve gözlemlerini kaleme aldığı on dört defter ilk kez yayımlanıyor. Özellikle İstanbul yaşamı konusunda bu denli ayrıntıyı içeren ilk elden kaynakların ne kadar az olduğu gözönüne alınırsa, Merhum Prof. Kazım Arısan ile Duyu Arısan Günay'ın yıllarca emek vererek sadeleştirdikleri ve dipnotlarla zenginleştirdikleri bu kitap önemli bir boşluğu dolduracak. Özgün adıyla Adat ve Merasim-i Kadime, Tabirat ve Muamelat-ı Kavmiye-i Osmaniye'de, eski doğum, eğitim, evlenme törenlerini, İstanbul'un semtlerini ve evlerini; giyim-kuşam çeşitlerini, inanışları, eğlenceleri, nasıl mehtaba çıkılır, aşure nasıl pişirilir gibi adetleri, goygoycular dan müneccimlere, muhallebicilerden köçeklere değin değişik insan manzaralarını okuyacaksınız.



Günümüzde Psikoterapi
Saffet Murat Tura
Metis Yayınları
İstanbul
Mart 2000

Psikanalizden türeyen psikoterapi, insanlığın umutsuzluk ve kaygıyla savaşımında önemli bir aşamayı simgeler. Yirminci yüzyıl boyunca da psikoterapi tekniklerinde büyük bir çeşitlilik gözlenir. Günümüzde Psikoterapi, bu konudaki Türkçe kaynakların sınırlığını göz önüne alınarak, özellikle sınır durumlar ve narsisizm konuları çerçevesinde geçen başlıca tartışmaları özetlenerek temel ve güvenilir bir bilgi aktarmayı amaçlıyor. Analitik psikoterapi kuramları arasındaki çatışmaların sanıldığı kadar uzlaşmaz olmadığını savunan kitap, kuramsal tartışmaların çoğunun, psikoterapi tekniklerinin oluşturduğu farklı deney ortamlarında, farklı tepkiler gözlenmesinden kaynaklandığını öne sürüyor. İşte bu nedenle Günümüzde Psikoterapi, değişik teknikler ve bu tekniklerle bağlantılı kuramları birlikte ve karşılaştırmalı olarak okumanın, bütün bu perspektiflerin üstünde bir geometriye; bütünsel ve merkezsiz bir kavrayışa ulaşmayı kolaylaştıracağı inancıyla yazılanmış.



Safiye Sultan
(iki cilt)
Roman
Ann Chamberlin
Çeviren: Solmaz Kamuran
İnkılap Kitabevi
İstanbul, 2000



Sıfırdan Sonsuza
Popüler Bilim
Ann Rae Jonas
Çeviren: Özlem Çelik
Timaş Yayınları
Bilim Dizisi
İstanbul, Mart 2000



Görkemli Kaybedenler
Öykü
Leonard Cohen
Çeviren: Nezih Onur
Altıkırkbeş Yayınları
İstanbul, Nisan 2000



Delphi 5'e Bakış
Bilgisayar
Ruhver Barengi
Seçkin Yayınevi
Ankara, 2000

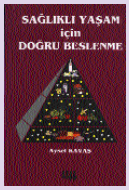
Halk Edebiyatı Dersleri
Edebiyat
Pertev Naili Boratav
Tarih Vakfı Yayınları / Boratav Arşivi
İstanbul, Mart 2000



Çorak Ülke
Şiir
Thomas Stearns Eliot
Çeviren: Yaşar Günenç
Yaba Yayınları / Şiir Dizisi
İstanbul, Nisan 2000



Sağlıklı Yaşam İçin Doğru Beslenme
Sağlık
Aysel Kavas
Literatür Yayıncılık
İstanbul, Nisan 2000



Adım Adım Microsoft Excel 2000
Bilgisayar
Çeviren: Esra Davutoğlu
Arkadaş Yayınları
Ankara, 2000





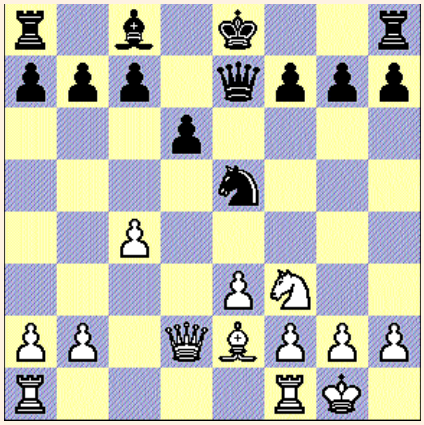
Kendinizi Sınayın

Size bir oyunun ilk açılış hamlelerini veriyoruz ve sonrakileri tahmin etmenizi istiyoruz. Hamleleri doğru tahmin ettikçe puan kazanıyorsunuz. Oyunun sonunda puanlarınızı toplayarak ne kadar iyi bir satranç oyuncusu olduğunuzu görme şansınız oluyor. Oynamaya karar verdiğiniz hamle dışında diğer varyasyonları da düşünürseniz daha fazla puan toplama şansı yakalayabilirsiniz.

Bu oyun Beyaz için doğrudan bir zafer olarak görünse de Siyah'ın harika savunma yolları geliştirdiğini görüyoruz. Bu yollar o kadar iyi ki kimi anlarda oyun tamamiyle kurtarılamaz bir hale dönüşse de Siyah direnmeyi güçlü bir şekilde sürdürüyor. Bu oyun ayrıca geniş alan kontrolünün ne kadar etkili olduğunu göstermek için de birebir.

A. Hoffman- M Tempone
Budapeşte Gambiti

1. d4 Af6 2. c4 e5 3. dxe5 Ae4 4. Af3 Ac6 5. e3 Fb4+ 6. Abd2 Ve7 7. Fe2 Axd2 8. Fxd2 Axe5 9. 0-0 Fxd2 10. Vxd2 d6



11. Ad4

5 puan. Budapeşte karşı gambitine karşı oynamak hayli zordur. Üçüncü hamlede At g4'e gidebilir 3. …Ae4 oynanırsa neler olacağı belirsiz. 4. Vc2 d5!? 5. exd6 Ff5 gibi hamleleri oynamak için cesur olmalısınız. Bu oyunda ise böyle sonu bilinmezliğe giden varyasyonlar seçilmemiştir. Af3'e yerleşmiş ve 5. e3?'le sakin ama mantıklı hamleler yapılmıştır. Taşlar geliştirilmiş ve e5'teki piyona saldırmaktansa rok yapmayı seçmiştir.

Beyaz ayrıca c4'teki piyonuyla merkez üzerinde Siyah'tan daha fazla bir kontrol gücüne sahiptir. 11. Ad4 hamlesi At değişimini engellediği için iyi bir hamle. 11. Axe5 için puan yok 11. …dxe5 var.

11. Kfd1 ve 11. Kad1 hamleleri için **2 puan.** Siyah şimdi değişime giderse Fil çaprazdan harika bir konuma oturur.

11. …0-0

12. Kac1

3 puan. Sağlam bir hamle. Beyaz ileride c piyonuyla bazı yollar açmayı düşünüyor. Bunun içinde arkasını Kale'yle destekliyor. 12. Kad1 ya da 12. Kfd1 için de **aynı puan**.

12. …Fd7

13. f4

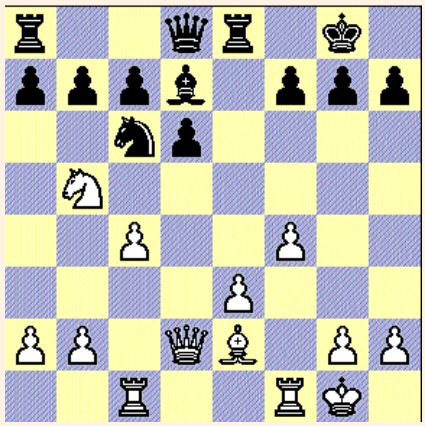
5 puan. Beyaz merkezde daha fazla alan elde etmek için bu şansı iyi kullanıyor. Bu hamle aynı zamanda Siyah'ın iyi yerleşmiş At'ını rahatsız etmek için de harika. 13. Kfd1 için yalnızca **2 puan**. Bu da iyi bir hamle ancak oyunun ruhundan uzak.

13. …Ac6

14. Ab5

4 puan. Akıllaca bir hamle. Siyah bu baskılı durumdan kurtulmak için bazı değişimlere gitmek peşinde ancak Beyaz At'ı geri çekerek bunu engelliyor. 14. Ff3, iyi değil Siyah'a eşitleme şansı verir: 14. …Axd4 15. Vxd4 Fc6

14. …Vd8



15. Ff3

4 puan. Fil çok iyi bir konuma yerleşiyor ve Siyah kendisini şimdiden savunmada buluyor.

Aslında Beyaz için çok daha iyi bir yol var. 15. f5 (**5 puan**). e5 karesini Siyah'a bıraksa da bakalım bu hamle nelere sebep oluyor: Siyah'ın …f5 piyon ileri sürümü engelleniyor, hatta f6'yla Siyah'ın şah kanadı zor durumda. Siyah'ın Fil'I için alan kısıtlanmış diğer yandan Beyaz için şah kanadında boşluk yaratılmıştır. Beyaz e4'ten sonra Kf1-f3-h3 ya da Kc1-c3-h3 hamlelerini yapabilir.

15. …Vc8

16. Kfd1

3 puan. Kaleyi yarı açık düşeye çeken gerekli bir hamle. Beyaz aynı şekilde konumu 16. c5'le de hemen açabilir bu **3 puan**. 16. …dxc5 17. Kxc5'ten sonra Beyaz için oyun çok kolay.

16. …Ae7

17. Ac3

2 puan.

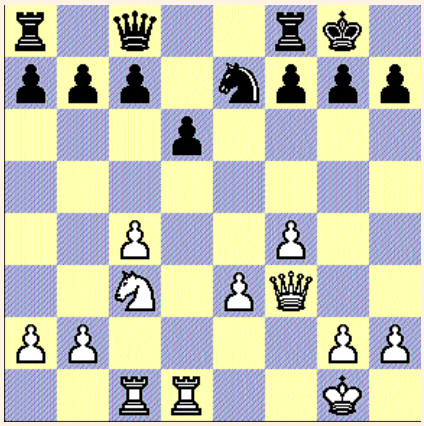
17. …Fg4

18. Ve2

3 puan. Siyah hala değişim peşinde. Bununla baskıyı azaltmak istiyor. Bu kez başarmış gibi gözükse de Fil'in yerini Vezir alır. 18. Vf2 için de **3 puan** yine de oyunda oynanan hamle kadar zorlayıcı değil. 18. Fxg4 için yalnızca **2 puan.**

18. …Fxf3

19. Vxf3



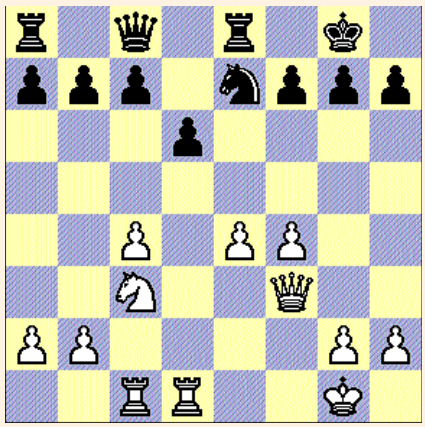
1 puan. Birkaç hamle içinde tahta üzerindeki konum tamamıyla değişti. Beyaz ilk tahtadaki konumuna bkılacak olursa çok üstün görünmüyordu. Ancak alan genişliği sayesinde kontrol ve güç elinde. Beyaz'ın taşları birbirini korumakta ve açılmış saldırı için hazırlar. Siyah ise yanlış karelere konumlanmış. Kaleleriyle e düşeyine baskı yapmak peşinde olsa da bu e7'de duran At'ıyla zor olacak görünüyor.

19. …Ke8

20. e4

2 puan. Siyah dikkatli olmazsa Beyaz onu ezip geçecek.

20. …a6



Bu çok iyi bir hamle. Siyah Beyaz'ın merkezine 20. …b5'le saldırmak peşinde. Bunun dışında aynı planla 20. …f5 de oynayabilirdi Buna karşı ne yanıt verirdiniz? Yanıt bir sonraki satırda.

Bu durumda oyunu açmak biraz riskli görünse de başka seçenek yok. Eğer 21. exf5 Axf5 At'ı iyi bir kareye yerleştirir. Buna karşılık 22. Vd5+ bu da 22. …Ve6'yla savuşturulur.

21. e5 hamlesine karşılık 21. …dxe5 22. Fxe5 Ag6 ve e piyonu düşebilir.

En iyi hamle 21. Ke1 **2 puan**. 21. …fxe4 22. Vxe4 ve Beyaz hala üstün. Ancak Siyah'ın baskıyı bir parça da olsa hafiflettiği bir gerçektir.

21. f5

7 puan. Bu hamle Siyah'ın …f5 hamlesini engeller ve f6 tehdidiyle şah kanadını dağıtma gözdağı verir. Siyah'ın son hamlesi hayli zayıftı ve Beyaz …b5 tehdidiyle ilgilenmiyor bile. Çünkü At'ı c7 ve d6 piyonlarına bakıyor.

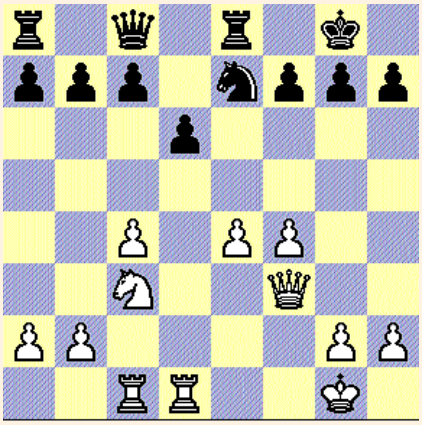
21. …f6

Siyah bunu oynamak zorundaydı.

22. Ae2

5 puan.

22. …Ac6



23. Af4

1 puan. Bu durumda Siyah e5 karesini At'la kapatabilir. Bu Beyaz'ın f5 hamlesini yaptığında zaten öngördüğü birşeydi. Ama Siyah bunun Vezir'i daha iyi bir kareye yöneltebileceğinden korkmuş olmalı. 23. …Ae5 24. Vg3. Beyaz Ah5'le g7 ve f6'ya tehditler savuruyor. Eğer 24. …Vd7 (25. Ah5 Vf6) o zaman 25. c5 hoş değildir. Beyaz'ın büyük bir alan üstünlüğü var. 24. …Vd7 yerine 24. …Ke7?'ye ne yanıt verirdiniz?

Siyah'ın savunmasını kırmanın en iyi yolu: 25. c5'le 25. …dxc5'e zorlamak ve 26. Ad5 Kf7 27. Axf6+ Kxf6 28. Vxe5'tir. Bu konumda Beyaz zafere çok yakın. 28. …b6 29. b4! 28. Vxe5'e kadar bu yolu gördüyseniz **3 puan** daha alın.

23. …Ke7

24. c5

7 puan. İşte zafer yolu.

24. …dxe5

25. Vb3+

3 puan.

25. …Şh8

26. Ag6+

4 puan. Siyah çok güçsüz. 25. …Kf7 daha iyi bir savunmaydı.

26. …hxg6

27. Kc3

3 puan. Oyuncuların oyun sırasında ne düşündüklerini kestirmek zor belki de Siyah, Beyaz'ın 27. fxg6 oynamasını bekliyordu. Bunu düşündüyseniz **10 puan** çıkarın. 27. …Ve6 eğer 28. Vg3 Şg8 29. Vh4 Şf8 ve Vezir g8'deki matı önler.

27. …Ke6

Çaprazı kesmek Kh3'le matı önler.

28. fxe6

3 puan. 28. Vxe6'da büyük bir olasılıkla kazandırır.

Siyah burada terk etti. 28. …Ad4 29. Kh3+ Şg8 30. Kxd4 cxd4 31. e7+ ve 28. …Ae7 29. Kd7'yle karşılanır ve Siyah için durum zor.

Şimdi puanlarınızı toplayın ve alttaki tabloyla karşılaştırın.

63-71 **Büyükusta**
53-62 **Uluslararası usta**
43-52 **FIDE ya da Ulusal Usta**
32-42 **Usta Adayı**
22-31 **Güçlü Klüp Oyuncusu**
11-21 **Ortalama Klüp Oyuncusu**
0-10 **Satranç Meraklısı**

Açılış Ansiklopedisi

Bu ay köşemizde yine Kabul edilmeyen Vezir Gambiti açılışlarının Lasker varyasyonlarını bulabilirsiniz.

D50 KEVG : yarı-Tarrasch, Krause varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5 5.Af3 cxd4 6.Axd4 e5 7.Adb5 a6 8.Va4
D50 KEVG : yarı-Tarrasch, Yaban Pillsbury varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 c5 5.Af3 cxd4 6.Vxd4
D51 KEVG : 4.Fg5 Abd7
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7
D51 KEVG
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3
D51 KEVG : Manhattan varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 Fb4
D51 KEVG : 5...c6
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6
D51 KEVG : Capablanca anti-Cambridge Springs varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.a3
D51 KEVG : Alekhine varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.Af3 c6 6.e4
D52 KEVG
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması, Capablanca varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5 7.Fxf6
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması (7.cxd5)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5 7.cxd5
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması, Yugoslav varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5 7.cxd5 Axd5
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması, Bogoljubow varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5 7.Ad2 Fb4 8.Vc2
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması, Arjantina varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5 7.Ad2 Fb4 8.Vc2 O-O 9.Fh4
D52 KEVG : Cambridge Springs savunması, Rubinstein varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Abd7 5.e3 c6 6.Af3 Va5 7.Ad2 dxc4
D53 KEVG : 4.Fg5 Fe7
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7
D53 KEVG : Lasker varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 Ae4
D53 KEVG : 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O
D54 KEVG : Anti-yeni-ortodoks varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Kc1
D55 KEVG : 6.Af3
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3
D55 KEVG : Pillsbury atağı
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 b6 7.Fd3 Fb7 8.cxd5 exd5 9.Ae5
D55 KEVG : Yeni-ortodoks varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6
D55 KEVG : Yeni-ortodoks varyasyonu (7.Fh4)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4
D55 KEVG : Petrosian varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fxf6 Fxf6 8.Kc1 c6 9.Fd3 Ad710.O-O dxc411.Fxc4
D55 KEVG : Yeni-ortodoks hızlandırılmış (5.Fg5 h6) varyasyonu
1.d4 Af6 2.c4 e6 3.Af3 d5 4.Ac3 Fe7 5.Fg5 h6 (6.Fxf6 Fxf6 7.Vb3 c6 8.e3 O-O)
D56 KEVG : Lasker savunması, Teichmann varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4 Ae4 8.Fxe7 Vxe7 9.Vc2
D57 KEVG : Lasker savunması, Bernstein varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4 Ae4 8.Fxe7 Vxe7 9.cxd5 Axc310.bxc3 exd511.Vb3 Vd6
D58 KEVG : Tartakower (Makagonov-Bondarevsky) sistemi
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4 b6
D58/17 KEVG : Tartakower (Nikolic-Vaganian) sistemi
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4 b6 8.Fe2 Fb7 9.Fxf6 Fxf610.cxd5 exd511.O-O Ve712.Vb3 Kd813.Kad1
D58/23 KEVG : Tartakower (Kasparov-Beliavsky) sistemi
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.cxd5 exd5 5.Fg5 Fe7 6.e3 h6 (7.Fh4 O-O 8.Fd3 b6 9.Af3 Fb710.O-O c5)
D59 KEVG : Tartakower (Makagonov-Bondarevsky) sistemi (8.cd Axd5)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4 b6 8.cxd5 Axd5

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Boğa

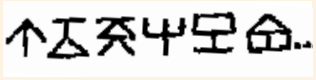


Boğanın başı sola bakıyor, yalnızca 2 kibritin yerini değiştirerek boğanın sağa doğru bakmasını sağlayın.

Bir Holmes Problemi

Şehir dışında yeni bir silahın yapıldığı fabrikaya bomba konmuş ve fabrika havaya uçurulmuştu. Mahkemede çeşitli tanıklar dinlendi. Bir çiftçi: "Fabrikadan önce bir patlama duyuldu. Sonra alevler ve en sonra dumanlar yükseldi". Bir otostopçu: "Önce kopkoyu siyah bir duman çıktı fabrikadan, sonra alevler yükseldi ve en son büyük bir patlama duyuldu". Bir çocuk: "Hiç duman görmedim. Önce patlama oldu ve sonra alevler yükseldi". Civarda uçmakta olan bir özel uçağın sahibi: "Fabrikadan 250 km. uzakta 4 km. yüksekte uçarken fabrikayı alevler sardığını gördüm. Sonra koyu bir duman çıkmaya başladı ve peşpeşe patlamalar oldu". Mahkemede dinleyiciler arasında bulunan Sherlock Holmes yargıca konuşmak istediğini söyledi. Holmes'in söylediği bir cümle üzerine bu 4 tanıkdan biri tutuklandı. Acaba kim tutuklandı ve Holmes ne söylemişti?

Bunlar da Ne?

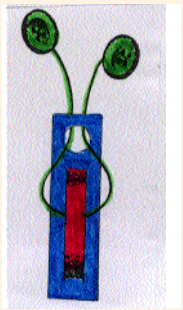


Yukarıdaki şekiller arasında bir ilişki vardır, bu ilişkiyi keşfederek son şekli siz çiziniz.

Yamyamdan Kurtulmak

Cin Ruhi ve Şahane Şahsenem tatillerini Afrika'nın yağmur ormanlarında geçiriyorlardı. Birden karşılarına üç yerli çıktı ve tamtamlar çalmaya başladı. Yerlilerden biri dev gibi uzun boylu, biri orta, biri de kısa boyluydu. İyi yürekli bir yerli yaklaşıp Ruhi'ye gizlice bir ok ve yay verdi ve şunları söyledi: "Bunlardan biri yamyamdır ve yamyamlar daima yalan söyler. Buranın âdetleri gereği sizi yemeden önce bir kaç söz söylerler. Yamyamı bul ve vur" dedi. Yerliler Şahane Şahsenem'in güzelliği karşısında sersemlemiştiler. Ruhi bundan yararlanıp düşünmek olanağı buldu. Dev adam (A) "bunların biri yamyamdır, diğeri değildir" dedi. Orta boylu (B) "dev adam yamyamdır" diye bağırdı. Kısa boylu (C) "dev adam neyse ben de oyum" diye fısıldadı. Siz olsanız hangisine ok atardınız?

Düğmeler



Şekilde görd ü ğ ü n ü z d ü ğ m e l e r i ve bağlı oldukları ipi kağıdı yırtmadan ve ipi koparmadan dışarı alınız.

Modulus

"Matematik Prensi" Karl Friedrich Gauss'dan önce 31/13'ü söyle yazardık: 31/13 = 2+(5/13). Gauss bunu şöyle yazdı: 31≡5 (mod 13). Anlamı: 31, 13'e bölünürse kalan 5'tir, ya da 31 kongrüent 5 modülo 13.

a) 31 ve 5'e aynı sayıyı eklerseniz özdeşlik bozulur mu?

b) 31 ve 5'den aynı sayıyı çıkarırsanız özdeşlik bozulur mu?

c) 31 ve 5'i aynı sayıyla çarparsanız özdeşlik bozulur mu?

d) 31 ve 5'in aynı üssünü alsanız özdeşlik bozulur mu?

e) 16 ≡ 1 mod 5 özdeşliğinde 16 ve 1'i aynı sayıya bölerseniz özdeşlik bozulur mu? 40 ≡ 10 mod 15 için aynı soru.

Tangram



Top Oyunu: Kral

Çocuklar şöyle bir top oyunu oynuyor. İçlerinden biri Kral yapılır. Kral "YEŞİL" diye bağırınca herkes rastgele koşuşmaya ve bağrışmaya başlar. Kral "KIRMIZI" deyince herkes olduğu yerde durur. Kral topu alıp kendinden en uzak olan kişiye fırlatır. Bu kişi topu yakalayıp kendinden en uzak kişiye fırlatır. vb. Herkes topu kendinden en uzakta olana fırlatır. Topu yakalayamayan kişi yeni Kral olur.

a) Oyun sırasında top aynı iki kişi arasında durmadan bir ona, bir ötekine geçebilir. Buna "çay partisi oluştu" denir; çay partisi ne zaman oluşur?

b) Top asla Kral'a geri gelmeyebilir; bu ne zaman oluşur?

Bir Çarpım



Beş basamaklı A sayısı yalnız 1 ve 2'lerle, yine 5 basamaklı B sayısı yalnız 3 ve 4'lerle yazılıyor. AB çarpımının son iki basamağı aynı olabilir mi?

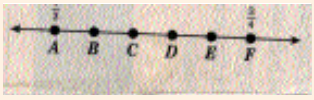
Kravat ve Cüzdan Paradoksları

Ünlü zekâ problemleri ustası Martin Gardner şu problemi sordu: İki oyuncu cüzdanlarındaki paraları masaya boşaltırlar. Üçüncü bir kişi paraları sayar. Parası daha az olan diğerinin cüzdanındaki parayı alır. Burada nasıl bir paradoks var?

Buna benzer bir paradoks Fransız matematikçisi Maurice Kraitchik tarafından bulunmuştur. İki kişinin herbiri "benim kravatım seninkinden daha güzel" der.

3. bir kişiyi hakem tâyin ederler. Bahsi kazanan (kravatı daha güzel olan) teselli için kravatını bahsi kaybeden kişiye verir. Burada nasıl bir paradoks var?

Hangi Kesir?



Bir sayı doğrusu üzerinde A, B, C, D, E ve F eşit aralıklarla sıralanmışlardır. A noktası 1/3'e ve F noktası 3/4'e karşılıksa E noktası hangi kesire karşılıktır?

Arşimed Silindirleri

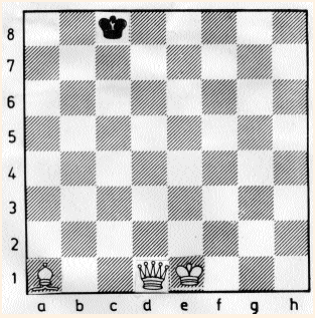
Birbirinin aynısı iki kare prizma birbirlerini dik olarak kessin. Kesit bölgesinde bir küp oluşur. Birbirinin aynısı 2 silindir birbirlerini dik olarak kessin. Kesişme bölgesinde her iki silindire de ait ortak hacim ne kadardır? (Silindirin taban yarıçapı r).

Saatin Vuruşları



Bir saat saat 1'de 1 kere, saat 2'de 2 kere, saat 3'de 3 kere, ..., saat 12'de 12 kere ve her yarım saatte bir kere çalıyor. Bu saat 24 saatte kaç kere çalar?

Cin Satrancı



Beyaz oynar ve 1 hamlede mat yapar. Evet, yanlış yok, 1 hamlede mat.

Geometride Sürprizler

1) İki daire var; herbirinin merkezinden diğerine 2 teğet çiziliyor. Teğetlerin daireleri kestiği 4 noktanın özelliği nedir?

2) Hangi dörtgende karşılıklı kenarların çarpımlarının toplamı, köşegenlerin çarpımına eşittir?

3) Bir dörtgende köşegenlerin ortasını birleştiren doğrunun özelliği nedir?

4) Herhangi bir üçgenin her kenarı üzerinde eşkenar bir üçgen oluşturun. Bu üç eşkenar üçgenin merkezlerini birleştirirsek hangi şekli elde ederiz?

5) Bir daire içine çizilmiş bir çokgenin bir köşesinden köşegenler çizerek çokgeni üçgenlere ayırın ve her üçgenin iç dairesini çizin. Çizilen iç dairelerin çaplarının toplamı nasıl bir özellik gösterir?

Paralar



Şekilde 6 tane madeni para görüyorsunuz. İstenilen bunlardan birinin (ve yalnız birinin) yerini değiştirmesiyle yatay ve düşey doğrultularda dört madeni paralık iki dizinin meydana gelmesidir.

Diziliş

n kişiyi, a ile b yanyana gelmeyecek şekilde bir doğru üzerine kaç türlü dizebiliriz?

Dokunmazlık

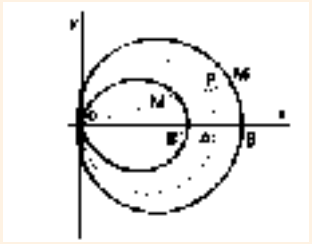
Bir satranç tahtasına 5 at ve 5 kaleyi öyle koyunuz ki hiçbiri diğerini alamasın.

Kırk Elçi

Bir kasabada 40 farklı ülkenin 40 elçisi 40 evde yaşıyor. Her elçinin evde 1 uşağı ve kendisi var. Bir gün Birleşik Ülkeler Komutanlığına şöyle bir ihbar geliyor: Her elçinin uşağı, bir başka elçiye gizli haberler ulaştırarak ülkesi aleyhine casusluk yapmaktadır. 40 ayrı uşak 40 farklı elçiyle ilişki içindedir. Hiçbir elçinin 2 uşakla ilişkisi yoktur. Kendi efendisi dışında kasabadaki herkes bu ihanetlerden haberdardır. Komutan bütün elçileri toplayıp şöyle diyor: "İçinizden en az birinin uşağı bir başka elçiyle ilişki kurarak ülkesine ihanet ediyor. Bundan emin olduğunuz anda uşağınızı komutanlığa teslim ediniz". 40. gün 40 elçi uşağını komutanlığa getiriyor. Neden 40. gün? (Çok ince bir mantık var burada. İyi düşününüz).

İlginç Eğriler

Paskal Salyangozu

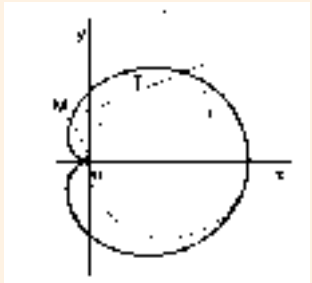


OA=a. OP kirişi üzerinde PM = PM' = AB = AB' = b.M ve M' noktalarının geometrik yeri bu eğridir.

$(x^2+y^2-ax)^2 = b^2 (x^2+y^2)$

(Roberval 1644, büyük matematikçi Pascal'ın babasının anısına bu ismi vermiştir).

Kardioid (yürek biçimi eğri)



a yarıçaplı dairenin çeşitli teğetleri üzerinde O'nun izdüşümü alınarak bulunan M noktalarının geometrik yeridir.

$(x^2+y^2)^2 - 2ax(x^2+y^2) - a^2y^2=0$

(Castillon 1741)

Nilüfer

Havuzda bulunan bir nilüfer yaprağı öyle büyümektedir ki her gün bir evvelki gün kapladığı alanın iki katını kaplamaktadır ve içinde bulunduğu 25 m^2lik bir havuzun yüzünü 20 günde tam olarak örtmektedir. Aynı şartlarla büyümekte olan ikinci bir nilüferle birlikte başlamış olsalar bu havuzun yüzünü kaç günde kaplayacaklardır?

Zebra

5 komşu evde 5 farklı ülkenin elçileri yaşıyor. Herbirinin içeceği, sigarası ve ev hayvanı kendine özgü.

1) İngiliz kırmızı evde 2) İspanyol köpek seviyor 3) Beyaz evin sağına bitişik yeşil evde kahve içiliyor 4) Fransız çay seviyor 5) Püro içenin papağanı var 6) Ortadaki evde süt içiliyor 7) İsveçli en soldaki evde 8) Kedi besleyene komşu evdeki, yabancı sigara içiyor 9) Pipo içen kedili eve komşu 10) Pipo içen portakal suyu seviyor 11) İtalyan püro ve sigara içmiyor. 12) Maymunlu evden sonraki 2. ev yabancı sigara içiyor 13) İsveçli mavi eve komşu 14) Maymunlu evin komşusu Türk sigarası içiyor 15) Papağanlı evdeki viski seviyor.

Zebra kime ait? Her elçinin içkisini, sigarasını ve hayvanını bulunuz.

Gizli Gerçekler

Bahçede öğrenciler toplanmıştı. Okul bir spor gösterisine hazırlanıyordu. Her öğrencinin eşofmanına bir sayı yazılmıştı. Herhangi 7 öğrencinin numaralarının toplamı 14 ve bütün öğrencilerin numaralarının toplamı 100'dür. Bahçede en az kaç öğrenci var?

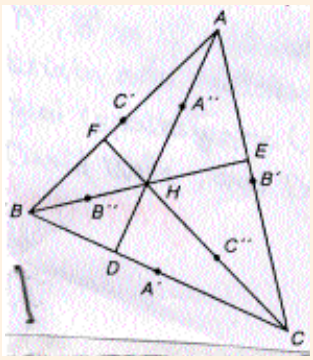
İçiçe Daireler

Yarıçapı 1 olan bir daire içine aynı merkezli ve yarıçapı bir öncekinin 2/3'ü olan daireler çiziliyor. Daire sayısı sonsuza giderken dairelerin çevrelerinin ve alanlarının toplamını bulunuz.

El Sıkışlar

Bir toplantıda toplam 66 elsıkış yapıldı, toplantıda kaç kişi vardı?

Dokuz Nokta Dairesi (Euler dairesi)



Şekildeki ABC üçgeninde A', B' ve C' kenarların orta noktaları; D, E ve F yükseklik ayakları ve A", B" ve C" noktaları sırasıyla AH, BH ve CH segmentlerinin orta noktalarıdır. Bu 9 noktadan bir daire geçtiğini ispatlayınız. (Matematiğin Gizli Dünyası, David Wells, çev. Doç. Dr. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınları, 1997).

Çoraplar

Bir torbanın içinde yüz mavi, seksen beyaz; altmış kırmızı, kırk sarı, yirmi siyah ve iki yeşil çorap var. Aynı renkten bir çift çorabı mutlaka elde etmek için kaç çekim yapmanız yeterlidir? (Her keresinde bir çorap çekiliyor ve çekilen çorap torbanın dışında kalıyor.)

n2+n+1 Formülü

Bu formülü İsviçreli büyük matematikçi Leonhard Euler buldu. n'e -40'tan +39'a kadar istediğiniz tam sayı değerlerini verin; ne buluyorsunuz?

En Hızlı Mat

Öyle bir satranç oyunu düşününüz ki açılış 1.d2-d4; d7-d5 olsun. Bundan sonraki 7 hamlede beyaz yalnız şahını oynasın ve 8. hamlede mat yapsın.

Kare Sayı

Yalnız 0 ve 6 sayılarıyla yazılan kare bir sayı olabilir mi? (Kvant'dan) (ipucu: usavurma).

Geçen Ayın Çözümleri

Tek Yönlü Yollar

Her harfe kaç yoldan gelinebileceğini bulalım: A=1, D=1, B=1, E = B+D=2, F=1, G=E+F=3.Y'ye 3 ayrı yoldan gelinebiliyor.

Esrarengiz Bir Ölüm

Yazları balıkçı dükkanlarının depolarında buz kalıpları bulunur; bunlar çabuk erimesin diye daima talaşla kaplıdır. Balıkçı buz kalıplarını üstüste koyarak tavana erişmiş ve kendini asmıştı. Buzlarsa erimiş ve geriye talaşlar kalmıştı.

Mantığın Gücü

Her okuldan farklı sayıda öğrenci seçilmiş olsun; toplam öğrenci sayısı 1 + 2 + 3 + ... + 15 = 15.16/2 = 120; oysa 100 öğrenci vardır. Zorunlu olarak en az 2 okuldan aynı sayıda öğrenci seçilmiştir.

Kralların İddiası

1. Kral: Kârlı çıkar. 500 altın alıp 1000 altını vermez. Bahsi kaybettiği için 100 altın öder. Kârı 400 altın.

2. Kral: Ne kâr, ne zarar eder. 500 altın alır; 1000 altın vermezse bahsi kaybettiği için 500 altın öder. 500 altın alıp 1000 altın verirse bahsi kazandığı için 500 altın daha alır; aldığı ve verdiği eşittir (1000 altın).

3. Kral: 500 altın alıp 1000 altın verir; bahsi kazandığı için 1000 altın daha alır; 500 altın kârlıdır.

Burada kralların hepsi akıllı çıkmıştır; en akıllısı 3. Kraldır; 2. Kral pek akıllı değildir. 1. Kral akıllıysa da 3. Kral kadar değildir. Tefeci Feci aklı varsa 2. Kralla bahse girer.

Mantık Uygulaması

1. önerme doğruysa 2. ve 3. önerme yanlış olur. 3. önerme yanlışsa 4. önerme doğrudur; o halde 5. önerme de doğrudur ve 1. önerme yanlıştır. İşte mükemmel bir mantık paradoksu: 1. önermeyi doğru kabul edersek 1. önerme yanlış sonucuna varıyoruz. 1. önermeyi yanlış kabul edersek 1. önermenin doğru olduğuna hükmediyoruz. Matematikçiler bu gibi durumlara "doğrulanamaz" derler; 1. önerme ne doğru, ne de yanlıştır. Ne doğruluğu, ne de yanlışlığı kanıtlanabilir.

Halkanın Alanı

Eş merkez 0, teğetin değme noktası M ve kirişi çap alan dairyle büyük dairenin kesişme noktası A olsun.

$AM^2 = AO^2-OM^2$ (Pisagor'dan). Her iki tarafı π ile çarpalım: $\pi.AM^2=\pi.AO^2-\pi.OM^2$. Sol taraf 3. daire'nin, sağ taraf halkanın alanıdır.

Amip Üremesi I

Amiplerin hepsi ikiye bölünseydi 1 saat sonra kavanozda 2M amip bulacaktık. Fakat amiplerin bölünme olasılığı p'dir. O halde: N = 2p.M ve p = N/2M. Örneğin M = 1 milyon ve N = 2 milyon ise p = 2/1.2 = 1, yani amiplerin hepsi ikiye bölünmüş. M = 1 milyon, N = 1 milyon ise amiplerin yarısı bölünmüş: p = 1/1.2 = 1/2. M = 1 milyon ve N = 250 000 ise p = 0.25/1.2 = 1/8 i yani amiplerin sekizde biri bölünmüş; sekizde yedisi ise ölmüş (bölünmeyen amip ölmüş demektir; bu nedenle p=1/2 iken M=1 milyon ve N=1 milyon bulunur. Çünkü 1 milyon amibin 1/2si ölmüş, kalan 0.5 milyon amip bölünerek toplam 0.5+0.5=1 milyon amip oluşturmuştur).

Amip Üremesi II

Bir amipin soyunu sonsuza dek sürdürememe olasılığına x diyelim: Bu amip (1-p) olasılıkla ölecek, p olasılıkla ikiye bölünecektir. Şöyle gösterelim:

$$1 \xrightarrow{1-P} 0 \quad \text{ve} \quad 1 \xrightarrow{P} 2$$

1 amip p olasılıkla 2 amip olacak, (1-p) olasılıkla ölecek. Oluşan 2 amip 1 saat sonra şu olasılıklarla karşı karşıyadır:

1) Her ikisi ölür (soy tükenir); 2) Biri ölür, biri ürer; 3) İkisi de ürer. Birinci amipimizin soyunun kuruması için bu amip; 1) ya 1. oku izleyip ölmeli; 2) ya da 2. oku izlemeli ve oluşan iki amipin her ikisinin de soyu kurumalı. O halde: x = 1. oku izleme olasılığı + [(2. oku izleme olasılığı) x (iki amipin soylarının kuruması olasılığı)]. Buradan x = (1-p)+p. (iki amipin soylarının kuruma olasılığı). Tek bir amipin soyunun kuruma olasılığı x ise her iki amipin de soyunun kuruma olasılığı x^2 dir. (Zarda şeş gelme olasılığı p=1/6, düşeş olasılığı ise $(1/6)^2$ = 1/36 dır). O halde : $x = (l-p) + px^2$

Bu 2. dereceden denklem çözülürse x=1 veya $x=\frac{1-p}{p}$ bulunur. Peki, doğru yanıt hangisi? p<1/2 ise (1-p)/p>1 olacağı kolayca bulunur. Oysa x bir olasılıktır ve 1'den büyük olamaz. O halde p<1/2 ise x=1 dir. Demek ki amipin bölünme olasılığı p = 0.5'den küçükse amipin soyu kurur (sezgimize de uygun). p≥1/2 ise x kaç olmalı? O zaman $\frac{1-p}{p} \le 1$ olur. En fazla n saat sonra hiç amip kalmama olasılığına x_n diyelim.x_1 = 1-p, x_2 = (1-p) + p $(p-1)^2$ dir. $\lim_{n\to\infty} x_n = x$ olduğu bellidir.

Şimdi şu eşitsizliği kanıtlamalıyız: $x_n \le \frac{1-p}{p}$ Bu eşitsizlik x_1 = 1-p olduğundan x_1 için geçerlidir. Şimdi aynı eşitsizliği (x+1) için kanıtlayalım. Yukarıda nasıl $x=(1-p) + px^2$ yazdıysak:

$$x_n + 1 = (1-p) + px_n^2$$

$$\le (1-p) + p\left(\frac{1-p}{p}\right)^2$$

$$= (1-p) + \frac{(1-p)^2}{p} = \frac{(1-p)}{p}$$

$x_{n+1} \le \frac{1-p}{p}$ kanıtlanmış oldu.

Eğer p≥1/2 ise:

$x = \lim_{n\to} x_n \le \frac{1-p}{p} \le 1$. O halde

$$x \le \frac{1-p}{p} \le 1.$$

Böylece $p \ge 1/2$ ise $x = \frac{1-p}{p}$

olduğu anlaşılır.

Eğer $0 \le p \le 1/2$ ise x = 1 dir.

Eğer $1/2 \le p \le 1$ ise

$x = \frac{1-p}{p}$ dir.

Amipin sonsuza dek yaşaması için p > 1/2 olmalıdır.

Tangram



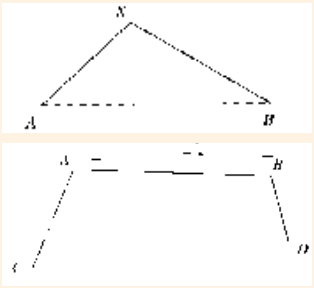
Kaplan mı Hazine mi

Hazineyi bulmak için B kapısını açmalısınız. B'nin arkasında kaplan olsaydı, yazı yanlış olacağından, A ve C'nin arkasında hazine olacaktı; O zaman A kapısında yazan doğru olurdu (çünkü hazine kapısı); bu ise çelişki yaratırdı; çünkü B ve C'nin arkasındakiler aynı olmayacaktı; B'nin arkasında kaplan ve C'nin arkasında hazine. B'nin arkasında hazine varsa kapıda yazan doğru olur; çünkü A ve C'de kaplan olacaktır ve A ve C kapılarında yazan da gerçekten yanlıştır.

Uydu Fırlatma Hızı

Uyduyu Ekvatordan Dünya'nın 24 saatlik rotasyonunun hız vektörü yönünde ve doğrultusunda fırlatmak daha az enerji gerektirir, çünkü Dünya'nın doğrusal rotasyon hızı roket motörünün hızına eklenir. Meridyen doğrultusunda (ya da Dünya'nın rotasyon yönünün tersine) uydu fırlatılması daha çok enerji gerektirir; çünkü Dünya'nın rotasyon hızından yararlanılamaz.

100 Kent



X kentinden A ve B kentlerine XA ve XB yolları gidiyor. AB, ABX üçgeninin en uzun kenarı. Eğer AX en uzun kenar olsaydı, ne A, X'e ne de X, A'ya yakın kent olurdu ve AX varolamazdı. Bu nedenle ABX üçgeninde AXB açısı en geniş açıdır; bu ise AXB açısının > 60° olması demektir. *Bir X kentinin olduğunu ve X'dan 6 diğer kente 6 yol gittiğini düşünelim. O zaman X etrafında 6 açı olacak ve herbiri 60°den büyük olacağından toplam açı 6x60° = 360° den büyük olacaktı ki olanaksızdır.

O halde bir kentden en fazla 5 yol çıkabilir.

(* Bir üçgenin açıları $\alpha \le \beta \le \gamma$ olsun. γ en büyük açı olduğundan $\gamma \ge \pi/3$'tür. Aksi halde $\gamma < \pi/3$, $\beta < \pi/3$ ve $\alpha < \pi/3$ olurdu ki o zaman $\alpha+\beta+\gamma = \pi$ yapmazdı. Verilen koşullarda ($\alpha \le \beta \le \gamma$), $\gamma \ge \pi/3$ ve $\alpha \le \pi/3$ olmak zorundadır).

b) Böyle bir çokgen olduğunu varsayalım. Bu çokgenin en uzun kenarı AB olsun. AB yolu iki nedenle yapılmış olabilir: 1) B, A'ya en yakın kentdir. 2) A, B'ye en yakın kentdir. CA ve BD, AB'ye komşu olsun. O zaman CA < AB ve BD < AB. O zaman C, A'ya B'nin A'ya olduğundan daha yakındır. Bu, (1)'e ters düşer. Ayrıca D, B'ye A'nın B'ye olduğundan daha yakındır. Bu da (2)'ye ters düşer. Böyle bir çokgen olamaz.

Yüklü Parçacıklar

Yalnızca kuvvet çizgileri doğrusal olan elektrik alanlarda ve parçacığın başlangıç hızı kuvvet çizgileri doğrultusundaysa.

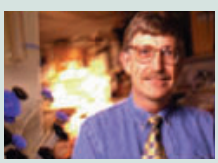
BİLİM VE TEKNOLOJİ

H A B E R L E R <

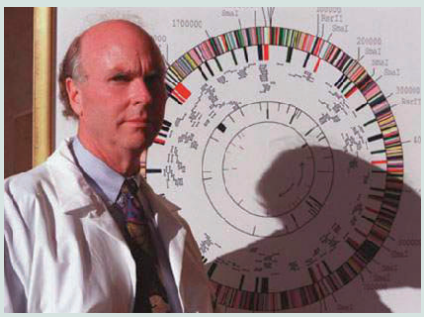
Raşit Gürdilek

Müsveddemiz Hazır

Yaşamımızın şifresini çözmek için yıllardır kıyasıya yarışan iki kuruluş tarihi bir kararla aralarındaki rekabete son vererek 26 Haziran günü insan gen haritasının ilk "müsveddesini" açıkladılar. 3 milyardan fazla baz çiftinin yüzde 85'inin diziliş örüntüsünü içeren haritayla ilgili açıklama, rakip kuruluşların liderlerini sağına ve soluna yerleştirerek basın toplantısı düzenleyen ABD Başkanı Bill Clinton tarafından yapıldı. Çeşitli ülkelerin resmi araştırma kuruluşlarının oluşturduğu ve başkanlığını Dr. Francis Collins'in yaptığı İnsan Genom Projesi adlı uluslararası bir bilim konsosiyumuyla, Dr. Craig Venter adlı araştırmacının sahibi olduğu Celera Genomics firması arasındaki rekabet, son aylarda karşılıklı suçlamalara dönüşmüştü. Uluslararası konsorsiyum, vardığı sonuçları hemen İnternet aracılığıyla kamuya açıklarken, daha ileri teknolojiyle çalışan ve ipi daha önce göğüsleme iddiası taşıyan Celera Genomics'in bazı genlerin patentini alarak bunları ilaç firmalarına satma planları, ağır eleştirilere hedef oluyordu.



İnsan Genom Projesi yöneticisi Francis Collins (sağda), Celera'nın sahibi Craig Venter (altta)



Araştırmacılar, ilk müsveddenin, insan gen haritasının %97'sini kapsadığını ve şifrenin, yani 3 milyarı aşkın genin yüzde 85'inin diziliş biçiminin güvenli bir biçimde saptandığını belirtiyorlar. Ancak bu müsvedde, doğruluğu dört kez sınanmış dizilimlerden oluşuyor. Doğruluğu 10 kez sınanmış, %100 güvenli haritanınsa 2003 yılında hazır olması bekleniyor.



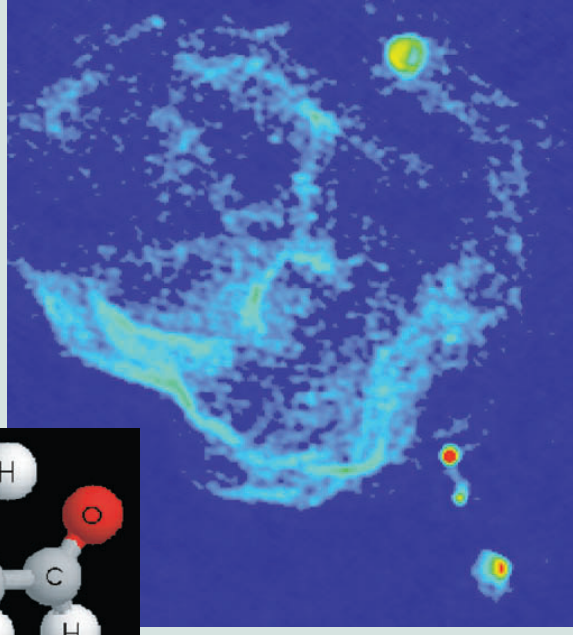
Her insan hücresinde yaklaşık iki metre toplam uzunlukta ve bükülü bir ip merdiven görünümündeki ikili DNA sarmalı üzerindeki bu baz dizilimleri, 23 kromozom çifti üzerine sarılmış durumda bulunan ve boyumuz, rengimiz, bedenimizdeki kılcal damarların örüntüsü, hangi hastalıklara eğilimli olduğumuz gibi akla gelebilecek tüm özelliklerimizi belirleyen genleri oluşturuyor. Bu genler, kodladıkları proteinler aracılığıyla bu özelliklerimizi belirliyor ve işlevlerini sağlıyor. Ancak DNA baz dizilimlerinin büyük ölçüde belirlenmiş olmasına karşılık, bu genlerin sayısı konusunda bilim adamları arasında görüş birliği yok. Son aylara kadar bu genlerin sayısı 80-100 000 arasında tahmin edilirken, bazı kromozomlar üzerinde tamamlanan çalışmalar, bu sayının yarıya kadar inebileceğini gösterdi.

Dolayısıyla araştırmacılar, baz dizilimlerinin belirlenmesini, insanlık abecesinin "harflerinin" bulunması biçiminde yorumluyorlar. Şimdi iş, "sözcüklerin" ve "tümcelerin" belirlenmesine kaldı. Bunun için genlerin tanınması, ürettikleri proteinlerin belirlenmesi ve bunların işlevlerinin anlaşılması gerekiyor. Bununsa on yıllar alacağı sanılıyor.

Gene de insan gen haritasının sağladığı potansiyel, daha şimdiden büyük umutlar vaat ediyor. Bu potansiyel en güçlü bir biçimde tıp alanını ilgilendiriyor. Genlerimizin işlevlerinin belirlenmesi, bazı kalıtsal hastalıkların, bunlara yol açan genlerin "kesilip çıkartılmasıyla" giderilmesi gündemde. Ayrıca şimdiye kadar tedavisi olanaksız görülen birçok hastalık da, insanlık için sorun olmaktan çıkabilecek. Çözülen gen şifresinin sağlayacağı önemli bir yarar da, her insanın özelliğine göre farklı farklı üretilebilecek, böylelikle zararlı yan etkileri ortadan kaldıracak ilaçların ufukta görülmesi.

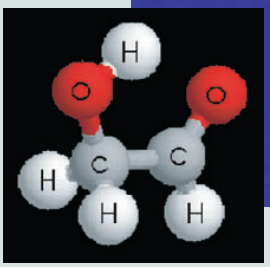
www.bbc.com, 26 Haziran 2000

Uzayda Şeker



Evrende başka canlılar bulunması olasılığı, gökbilimcilerin Samanyolu'nun merkezi yakınlarında bir şeker molekülü bulmalarıyla yeni bir boyut kazandı. Şeker, yaşam için gerekli karmaşık organik moleküllerin başlıca yapıtaşlarından biri.

Keşfi yapan, ABD Ulusal Bilim Vakfı'nın, Arizona eyaletindeki Kitt Peak gözlemevinde 12 metrelik radyoteleskopla çalışan gökbilimciler. Ekip, 8 atomdan oluşan glikolaldehid adlı şeker molekülünü, Dünya'dan 26 000 ışık yılı uzaklıkta, Samanyolu'nun merkezi yakınlarındaki dev bir gaz bulutunun içinde bulduğunu açıkladı. Ekipte yer alan, NASA Goddard Uzay Uçuş Merkezi araştırmacılarından Jan M. Hollis'e göre, yeni yıldızlar oluşturan bir gaz bulutunun içinde şeker moleküllerinin bulunması, yaşamın öncüllerinin, gezegenlerin yeni doğan yıldızların çevresinde oluşmalarından çok önce bu bulutlarda ortaya çıktığının bir göstergesi. Yıldızlararası bulutlardaki koşulların, bazı durumlarda Dünya'nın oluşumundan hemen sonraki atmosfer koşullarını andırabileceğini düşünen bilim adamları var. Bazı bilim adamlarına göreyse yaşam, yeryüzüne Güneş'i oluşturan gaz ve toz diskinin uzak bölgelerinden Dünya'ya kuyrukluyıldızlarca taşınmış olabilir.



Karbon, oksijen ve hidrojenden yapılı 8 atomlu bir molekül olan glikolaldehid, başka moleküllerle birleşerek glükoz ve riboz gibi daha karmaşık şeker moleküllerini oluşturabiliyor. Riboz, RNA ve DNA gibi yaşamın genetik şifresini taşıyan nükleik asitlerin temel yapıtaşı.

Araştırmacılar, daha önce bu tür bulutlarda 120 değişik molekül belirlemişler. Ancak bunların hepsi, glikolaldehidden daha küçük. Bu molekülün keşfiyse, yıldızlararası gaz bulutları gibi Dünya atmosferiyle karşılaştırılamayacak kadar seyrek olan ortamlarda bile karmaşık moleküllerin oluşabileceğini gösteriyor.

NASA basın bülteni, 15 Haziran 2000



Küresel Kümeler Gezegen Sevmiyor

Hemen hergün Güneş sisteminin yanında yöresinde yeni bir gezegen keşfedilmesini kanıksamış olmalıyız ki, Amerikan Astronomi Derneği'nin geçen ay yapılan toplantısında gezegenlerin nerede "bulunmadığı" konusunda bir araştırma daha çok ilgi çekti.

Araştırmayı yürüten, Baltimore'daki Uzay Teleskop Bilimi Enstitüsü'nden gökbilimci Ronald Gilliland başkanlığındaki yaklaşık 25 gezegen avcısı ve kuramcı. Kullandıkları araç da öyle sıradan bir şey değil; Hubble Uzay Teleskopu'nun ta kendisi. Hem de 8.3 gün süreyle araştırmacıların emrine verilmiş. Gilliland ve ekibinin taradığı hedef, Samanyolu'nu çevreleyen küresel yıldız kümelerinden 47 Tucanae. Yaklaşık 1 milyon yıldız içeren bir topak. Araştırmacılar, 34,000 yıldızı gözleyip önlerinden geçen bir gezegenin ışığında yol açacağı küçük bir azalmayı aramışlar. Geçen yıl gökbilimciler aynı yöntemi kullanarak Güneş yakınlarındaki bir yıldızın çevresinde 3.5 günde bir dönen dev bir gaz gezegen keşfetmişlerdi. Aslında Jüpiter'den büyük bu gaz devlerinin, Güneş çevresindeki yıldızların çevresinde oldukça bol bulunduğu anlaşılıyor. Gökbilimciler Güneş yakınlarındaki yıldızların yaklaşık %1'inin çevresinde çok yakın yörüngelerde dönen "sıcak Jüpiterler" bulunduğunu düşünüyorlar. Aynı oranın geçerli olması halinde, Gilliland ve ekibinin, inceledikleri küresel kümede de bir gezegenin varlığına işaret edebilecek 15-20 kadar ışık azaltma etkisi görülmesi gerekiyordu.

Araştırmacılar, bu gezegen eksikliğini öncelikle kümenin kimyasal yapısına bağlıyorlar. Gezegen oluşması için yıldızları oluşturan gaz bulutlarında, karbon, oksijen, demir gibi, hidrojen ve helyumdan daha ağır olan ve ancak ömrünü tamamlamış yıldızlarca uzaya saçılan elementlerin görece bol bulunması gerekiyor. Çünkü gezegenleri oluşturan yapıtaşları, bu elementlerden ve karışımlarından meydana gelen toz ve buz zerreciklerinin birikip birleşmesiyle ortaya çıkıyor. Küresel kümeler, ve bu arada 47 Tucanae ise, bu elementler bakımından oldukça fakir. Örneğin bu kümede demirin hidrojene olan oranı, Güneş'tekinin yalnızca beşte biri.

Gezegenlerin oluşumunu engelleyen ikinci bir öğe olarak da, küresel kümelerin yoğun yapısı gösteriliyor. 47 Tucanae içindeki yıldız yoğunluğu, Güneş çevresine kıyasla 1 milyon kat daha fazla. Bu durumda yıldızların birbirlerinin yakından geçmeleri, kütleçekim etkisiyle gezegenleri yörüngelerinden çıkararak boşluğa fırlatabiliyor. Ayrıca bu kümelerde yıldızların çarpışarak birleşmeleri de, bazı gökbilimcilere göre sanılandan çok daha sık gerçekleşen olaylar. Bu tür olayların, özellikle kümelerin daha da yoğun merkezlerinde gezegenler için ölüm anlamına geldiği açık.

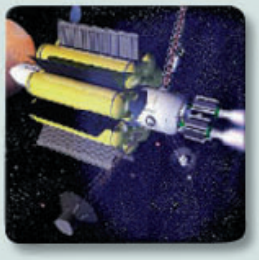
Science, 23 Haziran

NASA Mars İçin Roket Geliştiriyor

NASA'nın, Mars'a yolculuk süresini yarı yarıya azaltarak önümüzdeki on yıl içinde gezegenlere insanlı uçuş devrini açacak bir roket geliştirmek için ticari bir firmayla anlaşmaya vardığı açıklandı. NASA'nın Houston'daki Johnson Uzay Merkezi'yle MSE Teknoloji Uygulamaları Şirketi arasında imzalanan anlaşma, bir plazma roketinin geliştirilmesini öngörüyor.

Değişken Spesifik Atımlı Manyetoplazma Roketi (VASIMR) adlı proje, astronotların zararlı radyasyona daha kısa süreyle maruz kalmalarını, ayrıca kemik ve kas erimesine yol açan kütleçekimsiz ortamda yaşama sürelerini azaltmayı amaçlıyor.

Planları Johnson Uzay Merkezi'ndeki İleri Uzay İtki Laboratuvarı'nda hazırlanan motor, birbiriyle bağlantılı üç manyetik hücreden oluşuyor. Ön hücrede, yakıt olarak giren gaz iyonlaştırılarak plazma haline getiriliyor. Bir yükseltici işlevi gören merkezdeki hücrede plazma daha da ısıtılıyor. Arka hücreyse akışkanın enerjisini yönlendirilmiş bir akıma çeviren manyetik bir hortum görevi yapıyor. Plazma, çok yüksek sıcaklıklarda atomların elektronlarının bazılarını (ya da tümünü) yitirmeleri sonucu oluşan maddenin özel bir biçimi. Plazma iyi bir elektrik ileticisi olduğundan, mıknatıslarca tutulup yönlendirilebiliyor ve hızlandırılabiliyor. Düzenek şöyle çalışıyor. Elektrik olarak nötr (protonların artı elektrik yükü, elektronların eksi yüküyle dengelenmiş) durumda bulunan hidrojen gazı ön hücreye enjekte edilip iyonlaştırılıyor. Oluşan plazmaya merkezdeki hücrede iyon siklotron rezonans ısıtması yöntemiyle enerji kazandırılıyor. Bu süreçte radyo dalgaları, bir mikrodalga fırında olduğu gibi enerjilerini plazmaya aktarıyorlar. Arka hücredeyse plazma mıknatıslarca dışarıya fırlatılarak araca itki sağlanıyor. Roketin önemli bir özelliği, itkinin değişken olabilmesi. Böylelikle araç, Mars'a yolculuğunun ilk yarısında sürekli ivmelenecek, ikinci yarıdaysa yavaşlayacak.

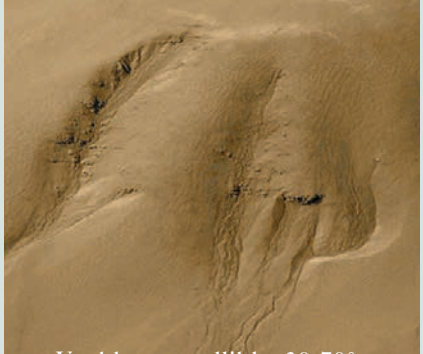


Bilinen teknolojideki roketlerle en az yedi sekiz ay sürecek Mars yolculuğu, yeni teknoloji sayesinde üç ayın biraz üzerinde bir sürede gerçekleşebilecek.

NASA basın bülteni, 13 Haziran 2000

Mars Yüzeyinde Su

Mars kâşifi aracındaki kameranın dağ yamaçlarında saptadığı derin yarıklar, görece yeni bir jeolojik dönemde sıvı suyun gezegen yüzeyine sızdığını gösteriyor.



Yarıklar, genellikle 30-70° enlemler arasında ve yamaçların öğlen güneşi almayan tarafında görülüyor. Coğrafi konum ve Güneş ışığından sakınım, üst katmanları dondurarak buharlaşmayı önlüyor. Yeterli basınç oluştuğunda da su sel halinde yamaçtan aşağı kayarak yarıkları oluşturuyor. Bu yarıkların görece genç olmaları, bazılarının bugün bile aktif olduklarını gösteriyor. Bu durumda sıvı su bazı bölgelerde yüzeyin 500 metre kadar altında bulunabilir.

www.mss.com/mars-images/moc/june2000/index.html

Mars Okyanusu İçin Yeni Kanıt

NASA'nın insansız gezegen incelemeleri programı çerçevesinde Mars'a gönderdiği araçlar, komşumuzda bir zamanlar okyanuslar bulunduğu yolunda kanıtlar sağlamıştı. Ancak Mars'ın kendisinin bize gönderdiği bir "kanıt", Kızıl Gezegen'deki denizlerin kimyasal yapısının, Dünyamızdakinden fazlaca farklı olmadığını ortaya koymuş bulunuyor. Sözkonusu kanıt, 1.2 milyar yıl önce bir göktaşı çarpması sonucu Mars'tan kopup, boşlukta uzun bir yolculuktan sonra Mısır'ın kuzeyindeki Nakhla bölgesine düşen ve aynı adla tanınan bir kaya parçasında ortaya çıktı.

Arizona Eyalet Üniversitesi araştırmacıları, Mars kayasının merkezinden aldıkları örneklerde, suda eriyebilen iyonlar keşfettiler. Kimya ve jeoloji profesörü Carleton Moore başkanlığındaki ekip, bu elementlerin, kayaya çatlaklardan sızan tuzlu deniz suyunca depolandığı sonucuna vardılar. Araştırmacılar, klor, sülfat, florür, erimiş silisyum, sodyum, magnezyum ve kalsiyum örnekleri üzerinde yaptıkları araştırmada, en yoğun elementlerin sodyum ve klor olduğunu belirlediler. Bu da Dünya okyanuslarındaki tuzlu suyun bileşimine son derece yakın. Moore, "bu durumda, kayadan elde ettiğimiz elementlerin eski bir Mars okyanusundan kaynaklandığını düşünüyoruz" diyor. Mars kayasındaki iyonik elementlerle Dünya okyanus suyunda bulunanlar arasındaki tek önemli fark, kaya örneklerindeki kalsiyumun çok daha fazla olması. Ama Moore, Dünya denizlerindeki kalsiyum oranının da, 1.2 milyar yıl önceki Mars denizlerindekiyle aynı olabileceğini, ancak daha sonra sudaki kalsiyumun kabuklu deniz canlılarınca çekilmiş olabileceğini düşünüyor.

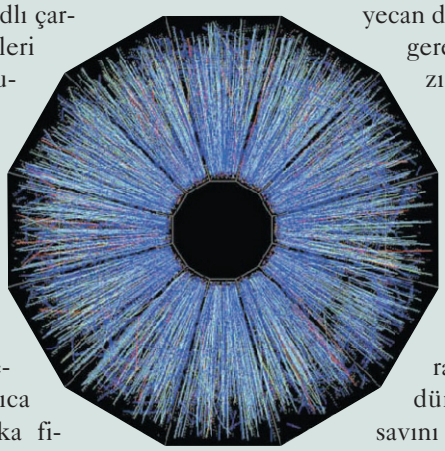


NASA basın bülteni 23, Haziran 2000

Büyük Patlamanın Fiziği

Geçtiğimiz ayın ortalarında New York yakınlarında 3.5 kilometre uzunluğunda halka biçimli bir tünel içinde ters yönlerde neredeyse ışık hızında yol alan iki altın çekirdeği kafa kafaya çarpışarak 10 x 10^{12}(10 trilyon) elektronvolt düzeyinde enerji ortaya çıkarttılar. Şimdiye kadar bir laboratuvarda gerçekleştirilen en şiddetli çarpışma Brookhaven Ulusal Laboratuvarında medyanın Büyük Patlama Deneyi diye adlandırdığı önemli bir deneyin ilk adımını oluşturdu. Dünyanın her yanından gelen yüzlerce yüksek enerji fizikçisinin katıldığı deneyde evrenimizi oluşturan Büyük Patlama'nın ilk anlarında var olduğu sanılan madde biçimleri araştırılacak. Bunun için önümüzdeki haftalarda araştırmacılar, laboratuvardaki Relativistik Ağır İyon Çarpıştırıcısı'nın (RHIC) oluşturacağı enerjiyi 40 trilyon elektronvolta kadar yükseltmeyi planlıyorlar. RHIC yöneticilerinden Tom Kirk'e göre çarpışma noktasında yaklaşık 1 trilyon K sıcaklık oluşacak. Araştırmacıların hedefi, "Kuark-gluon plazması" denen ve maddenin, Büyük Patlamanın ilk birkaç mikrosaniyesi içinde var olduğu sanılan bir türünü gözleyebilmek. Maddenin temel yapı taşları olan kuarklar normal olarak proton ve nötron gibi atom çekirdeğini oluşturan çekirdek parçalarının içinde hapis durumda bulunuyorlar. Bunları bir arada tutansa, şiddetli çekirdek kuvvetinin taşıyıcısı olan gluon adlı sanal parçacık. Kuark ve gluonların, madde parçacıkları içine hapsolmadan önce çok kısa bir süreyle serbest olarak var oldukları düşünülüyor.

Avrupa parçacık fiziği laboratuvarı CERN'deki fizikçiler, Şubat ayı içinde yaptıkları açıklamada, Süper Proton Sinkrotron adlı çarpıştırıcıyla yürüttükleri deneyde kuark-gluon plazması oluştuğu yolunda "inandırıcı kanıtlar bulunduğunu" açıklamışlar, ancak çarpıştırıcı yeterli enerjiyi oluşturamadığından plazma doğrudan gözlenememişti. Ayrıca CERN'in savı başka fizikçilerce kuşkuyla karşılanmıştı.

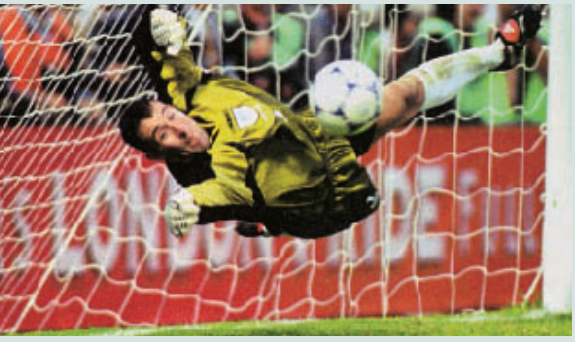


RHIC deneyinde oluşacak enerji CERN'dekinin 10 katı olacağından, araştırmacılar plazmanın doğrudan gözlenebileceğinden kuşku duymuyorlar. Çarpışma enkazı içinde aranacak "plazma" göstergeleri arasında serbest kuarkların yayacağı gama ışınları ve plazmanın soğuyup normal madde biçimine dönüşmeden önce içinden saçılacak elektronlar sayılıyor. Ancak süper dedektörlerin bu belirtileri sptayabilmek için son derece hızlı ve duyarlı ölçümler yapabilmesi gerekiyor. Çünkü plazma 10^{-23} saniye (saniyenin yüz milyar kere trilyonda biri) süre içinde soğuyor ve kuarklarla gluonlar tekrar hücre hapsine dönüyorlar.

RHIC deneyinin başlaması için medyanın körüklediği bir heyecan dalgasının yatışması gerekti. Geçen yıl bazı gazeteler, çarpışmalarda oluşacak plazmanın minik bir karadelik, ya da "garip" diye adlandırılan ve ağır serbest kuarklardan oluşan bir madde oluşturacağı, bunların da dünyayı yokedeceği savını ileri sürmüşlerdi. Halkın korkusu, laboratuvar yöneticilerinin ve bazı ünlü fizikçilerin karadeliklerin ve garip maddenin oluşması için neredeyse gökada büyüklüğünde hızlandırıcıların gerektiği, kaldı ki bunların bile oluşturacağı kara delik çok küçük olacağından saniyenin çok küçük dilimlerinde buharlaşıp yok olacağı konusunda güvence vermeleriyle yatışmıştı.

Nature, 22 Haziran 2000

Penaltı Kurtarmanın Fiziği



Euro 2000 Futbol Şampiyonasına katılan bazı takımlar için çok geç olabilir; ama yarı finale kadar yükselmiş takımların kalecileri için hâlâ bir şans var. Penaltı vuruşunu yapan oyuncuların kalçalarına dikkat ederlerse, takımlarını yenilgiden kurtarabilirler.

Mayıs ayında Malaysia başkenti Kuala Lumpur'da düzenlenen "2. Asya Bilim ve Futbol Kongresi"ne sunulan bir araştırmaya göre penaltıyı atan oyuncunun topa dokunmadan önceki son anda kalçalarının durumu, topu atacağı yönü ele veriyor. Gerekli bilgiyle donanmış kaleci de önceden o yöne atlayarak kendisini bir anda ulusal kahraman yapabilecek kurtarışı gerçekleştirebiliyor.

Kongrede sunuşu yapan Liverpool John Moores Üniversitesi'nden Mark Williams'a göre, "sağ ayağıyla şut atan bir oyuncunun kalçaları vuruşun hemen öncesinde doğrudan kaleciye dönükse, şut kalecinin sağ tarafına gidecek demektir." Eğer kalçalar "açıksa" yani kaleciye tam dönük değil de biraz açılı konumdaysa, şut kalecinin soluna gidiyor. Williams bu sonuca, penaltı atışlarının video kliplerini inceleyerek varmış. Araştırmacı, ayrıca penaltı atanın koşu açısı, vuruş yapmayan ayağının yönü, ve gövdesinin eğimi gibi farklı "yön işaretleri" bulunduğunu da kaydediyor.

Kanada'da yapılan bir araştırmaysa, en belirgin işaretin, vuruş yapmayan ayağın yönü olduğunu ortaya koymuş. 1982 ve 1994 yılları arasındaki 138 Dünya Kupası maçını izleyen British Columbia Üniversitesi araştırmacıları, atışların yüzde 80'inde, vuruş yapmayan ayağın şutun gideceği yöne dönük olduğunu saptamışlar.

New Scientist, 10 Haziran 2000

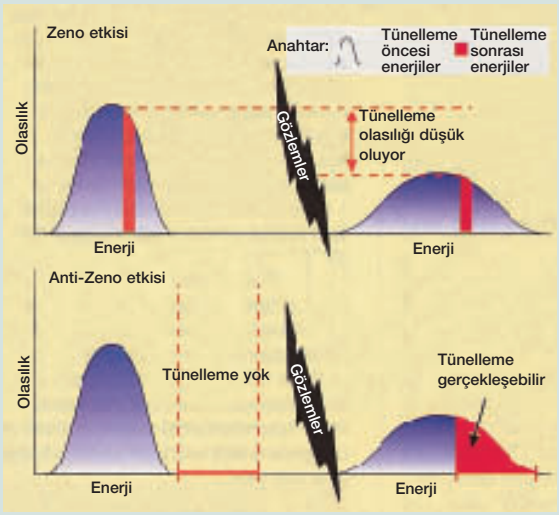
Bakarsanız Çaydanlık Kaynar mı?

Kuantum fizikçileri, akla uygun herşeyi yerle bir etmek konusundaki yeteneklerini bu kez kendileri üzerinde uygulayarak, garip bir varsayımı daha da garip biçimde yadsıdılar.

Konu, radyoaktif bozunma; yani kararsız bir atom çekirdeğinin parçacık ve enerji yayımlayarak daha hafif ve kararlı başka bir çekirdeğe dönüşmesi. Mantığımız, bir atom çekirdeğine yalnızca bakarak onun bozunmasını sağlayamayacağımızı söyler. Oysa kuantum mekaniğine göre bu mümkün. Dahası, iki İsrailli bilim adamı, gözlemle bozunmanın hızlandırılabileceğini de ortaya koymuş bulunuyor.

"Çaydanlığa bakarsanız kaynamaz" deyiminin kuantum dünyasındaki karşılığı olan "gözlenen atom bozunmaz" önermesi, "kuantum Zeno etkisi" denen bir sürece dayanıyor. Etki, adını, bir okun izlediği yolu hayalinde sürekli keserek hareketin olanaksızlığını kanıtladığını düşünen, paradokslara meraklı bir eski Yunan filozofundan alıyor. Çok daha ağır ve radyoaktif bir atom çekirdeği içinde, iki nötron ve iki protondan oluşan bir alfa parçacığı düşünün. Parçacık çekirdek içindedir, çünkü çekirdeği bir arada tutan enerji engelini aşıp dışarıya çıkamaz. Ama büyük olasılıkla parçacık eninde sonunda bu engeli aşacak ve radyoaktif bozunmaya neden olacaktır. Parçacığın kaçışını sağlayan, "tünelleme" denen ve kuantum dünyasının garipliklerini yansıtan bir etki. Parçacık önceleri enerji engelinin bir tarafına (çekirdek içinde) yapışık olarak durur. Ancak zaman geçtikçe "yayılır" ve bağlı ve serbest durumlarının üst üste konmuş bir durumuna gelir. Bu bağlılık ve serbestlik, aynı zamanda parçacığın hem çekirdek içinde, hem de dışında bulunduğu anlamına gelir. Sonunda parçacık bu durumlarından biri üzerinde, örneğin dışarıdaki durumu üzerinde karar kılar ve böylelikle çekirdekten kaçmış olur.

Ancak işin püf noktası, bu üst üste binmiş durumların kolayca "çökebilmesi". Eğer parçacığı gözlemek için üzerine bir foton çarptırırsanız, bu çoklu durum hemen çöker ve parçacık hemen o anda hangi durumda olduğuna karar vermek zorunda kalır. Parçayı sürekli gözleyen ve böylece bir anlamda "dürtükleyen" bir araştırmacı, parçacığın çoklu duruma geçmesini sürekli önleyerek engeli tünelleme yoluyla aşarak dışarı kaçma olasılığını azaltır, hatta tümüyle ortadan kaldırabilir. İsrail'in Weizmann Bilim Enstitüsü'nden Gershon Kurizki, "Böylelikle, hızlanan bozunma süreci yavaşlatılabilir, hatta tümüyle durdurulabilir" diyor. Kısacası en azından kuramsal olarak, bakılan çaydanlık bir türlü kaynamaz! Fizikçiler, bu kuantum Zeno etkisini lazer fotonları ve tuzakta yakalanmış iyonlarla yaptıkları deneylerle 10 yıl önce doğruladıklarını düşünüyorlar.



Gözlemler, bir parçacığın enerji eğrisini yayarak, kuantum tünelleme yoluyla kaçış olasılığını azaltabilir (üstte) ya da artırabilir (altta).

Ancak Kurizki, araştırma arkadaşı Abraham Kofman'la birlikte yürüttüğü ve sonuçlarını İngiliz bilim dergisi Nature'da yayınladığı çalışmalarında, bunun tam tersinin de söz konusu, hatta daha yaygın olduğunu ortaya koymuş bulunuyor. Yani belirli koşullarda gözlenen çaydanlık daha hızlı kaynıyor!.

Kurizki ve Kofman, Zeno etkisini birbiriyle kısmen örtüşen enerji durumlarının karşılıklı etkileşimi olarak değerlendiriyorlar. Kendilerine göre tünellemeden önce bir parçacık, enerji spektrumu (yelpazesi) denen birden çok enerji durumunda bulunabilir. Tünelleme işleminin sonundaysa, tümüyle değişik bir enerji yelpazesine sahip olur. Tünelleme, işte bu iki farklı yelpaze bir yerde kesişiyorsa meydana gelebilir. Ancak bu enerji yelpazeleri değişebilir. Eğer gözlem sonucu bir parçacığı "devirirseniz", çarpan fotonun yol açtığı sarsıntı, parçacığın alabileceği olası enerji durumları yelpazesini genişletir. Zeno etkisinin alışılmış yorumuna göre, eğer gözlemi sürekli ve artan bir hızla yaparsanız, yelpaze de aynı oranda genişler. Böylece daha fazla enerji seçeneğine kavuşan parçacık, tek bir enerji durumunda daha az vakit geçirir. Böylece tünelleme öncesi durumdaki parçacık süreki gözlenerek tünelleme sonrası durumun enerji eşiğiyle çakışmayacak bir eşik içinde tutulabilir. Sonuçta tünelleme olmaz ve çekirdek bozunmamış olur.

Kurizki ve Kofman ise, bunun tam tersinin de olabileceği görüşündeler. İki araştırmacıya göre tünelleme öncesi ve sonrası için gerekli enerji yelpazeleri, başlangıçta birbirleriyle çakışmayan bir durumda olabilir. Bu durumda parçacık çekirdek dışına kaçıp bozunmaya neden olamaz. Ancak gözlemler, tünelleme öncesi enerji yelpazesinin sınırlarını genişletip bunun tünelleme sonrası enerji bölgesine sızmasına, dolayısıyla da çekirdek bozunmasına yol açabilir. Kurizki, "eğer gözlem işini yeterince hızlı yaparsanız, bozunma oranının arttığı gözlemleyebilirsiniz; demek ki, aynı süreç, beklenenin tam tersi etki yapıyor" diyor.

İsrailli araştırmacı, deneylerin birkaç yıl içinde öngörüsünü doğrulayacağı konusunda güvenli. Hatta bu "kuantum anti-Zeno etkisi"nin, daha yaygın biçimde etki yaptığını, "istisna değil, kural olduğunu" vurguluyor. Ancak bu savın kanıtlanması, kuantum mekaniğindeki çok durumluluk ilkesinden yararlanarak son derece hızlı ve güçlü "kuantum bilgisayarları" geliştirmeye çalışan araştırmacıları hiç de memnun etmeyecek. Çünkü bazı fizikçiler kuantum bitlerinin içerdiği bilgiyi kaybetmelerinin önüne geçmek için Zeno etkisinden yararlanılabileceği görüşünü savunmaktaydılar. Hangi etkinin baskın çıkacağını, ilerideki deneyler ortaya koyacak. Gerçek ortaya çıkana kadarsa bizler de çaydanlığa bakmaya devam edeceğiz.

Science, 2 Haziran 2000
Nature, 1 Haziran 2000



Yarı Balık, Yarı Robot

Bir balığın beyin hücrelerince yönetilen mekanik bir gövde, "cyborg"ların bilimkurgu fantezisi olmaktan çıkıp gerçeklik kazanması yolunda önemli bir adım olarak değerlendiriliyor. Şimdilik ilkel bazı işlevler görebilen yarı-canlı robot, ileride kendi beynimizle yönetebileceğimiz protezler için umut veriyor.

Amerikalı ve İtalyan araştırmacılarca geliştirilen araçta mekanik gövdeye yerleştirilen ışık algılayıcıları, verileri balık beynine iletiyor ve beyin dokusu da bu bilgileri komut sinyallerine dönüştürerek motorların, uyarılar doğrultusunda aracı yönlendirmesini sağlıyor. Aslında robot, *Petromyzon marinus* adlı, yılan balığına benzer ilkel bir omurgalıdan birkaç nöron "ödünç almış". Bunlarla, basit ışık uyarılarına karşı "karmaşık" nitelikte davranış tepkilerinde bulunabiliyor.

Yarı-canlı robotu geliştiren ABD'nin Northwestern ve İllinois Üniversiteleriyle, İtalya'nın Cenova üniversitesinden bilim adamları, aracı "yapay bir hayvan" olarak nitelendiriyorlar.

Ekip, yılanbalığının beyin kökünü ve omuriliğinin bir bölümünü çıkartarak bol oksijenli, soğutulmuş bir tuzlu eriyik içinde korumuş. Araştırmacılar daha sonra Müller hücreleri denen olağanüstü büyüklükteki birkaç hücrenin yerini belirlemişler. Bunlar, motor hücrelere giden algılama sinyalleriyle komutları birleştirip balığın ışığa karşı konum almasına yardımcı oluyor.

Northwestern Üniversitesi'nden Ferdinando Mussa-Ivaldi ve ekip arkadaşları, Müller hücrelerini, normal koşullarda algılayacakları uyarıların benzerlerini sağlayan elektrotlara bağlamışlar. Başka elektrotlarla da nöron çıktılarını ileten aksonlar izlenmiş. Beyin dokusu, robotun üzerine yerleştirilmeyip, içinde tutulduğu özel eriyikten düzeneğe tellerle bağlanmış.

Deneyde kullanılan robot, "Khepera" adıyla piyasada satılan bir düzenek, aslında bir yılan balığından çok, daire biçimli baskı devreleriyle tekerleki bir bisküviye benziyor. Robota değişik ışık uyarıları verildiğinde, canlı beyni ışığı izlemek, ışıktan kaçınmak ve bir daire çizmek gibi karmaşık komutlar oluşturup uygulatıyor.

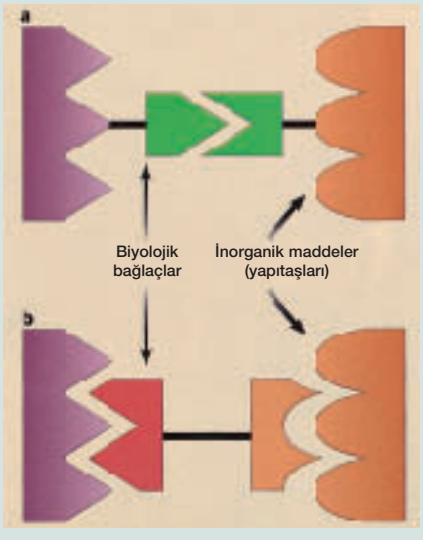
Mussa-Ivaldi, nöronların yapay makinelerle nasıl iletişim kurduklarının belirlenmesiyle özürlülere kendi beyinleriyle yönetebilecekleri protez bacaklar ya da benzeri aygıtlar takılabileceğini söylüyor. Ekipte yer alan Cenova Üniversitesi araştırmacılarından Vittorio Sanguinetti, çalışmanın ayrıca beynin öğrenme süreciyle belleğin nasıl iş gördüğü konularına da ışık tutacağı görüşünde. İngiltere'nin Reading Üniversitesi'nden sibernetik uzmanı Kevin Warwick daha da iddialı: Birgün bedeni ölen bir insanın beyni bir robota transfer edilebilecek. Warwick, güç olmakla birlikte, insanın tüm beyin fonksiyonlarının bir robota yüklenmesini olanaksız görmüyor. Şimdilik daha gerçekçi bir hedefse, cep telefonları ve benzeri elektronik araçların doğrudan beyinle ilintilendirilmesi.

New Scientist, 3 Haziran 2000

Malzeme Bilimcisinin Yeni Gözdeleri: Biyomoleküller

Malzeme bilimcileri, şimdiye değin en az kullandıkları, buna karşın en güçlü ve en kullanışlı araçlarının farkına şimdilerde varıyorlar. Proteinlerin, peptid adlı protein yapıtaşlarının ve tek sarmallı DNA dizilerinin molekül tanıyıcı özellikleri, sentetik benzerleriyle karşılaştırılamayacak ölçüde gelişkin. Bazı sorunların varlığına ve ilk modellerin henüz mükemmellikten uzak olmalarına karşın, metal ve metal oksit yüzeylere seçici biçimde bağlanacak peptidlerin tasarımı konusunda stratejiler geliştirilmeye başlandı bile. Bir grup Amerikalı araştırmacı, milyonlarca peptidi tarayarak belli yarıiletken yüzeylere yapışmaya yatkın olanları saptıyor. Araştırmacılar şimdiden değişik yarıiletkenler arasında ayrım yapabilen, hatta aynı yarıiletken üzerindeki farklı kristal yüzleri tanıyabilen protein parçaları belirlemişler.

Biyomoleküller bu yeteneklerini milyonlarca yıllık bir evrim sürecinde geliştirmişler. Bu moleküllerin biyolojik olmayan inorganik yapıtaşları üretiminde (örneğin çok küçük yalıtkan, yarıiletken ya da metal parçaları) kullanılarak işlevsel malzemeler elde edilmesi, 21. yüzyıl malzeme bilimcisinin düşlerini süslüyor. Hedef, moleküler malzemelerin biyolojik bir montaj süreciyle işlevsel biyoinorganik malzemeler üretilmesi. Bu biyolojik yapıştırıcılarla inorganik maddelerin gene biyolojik araçlarla (biyomoleküllerle) inşası, özellikle optik-elektronik ve moleküler elektronik (nanoelektronik) alanlarında çekici olanaklar sağlıyor. Melez yapıtaşları, fiziksel ve kimyasal özellikleri bunların kullanım biçimi ve çeşitlerine göre değişebilen malzemeler üretimine kapı açıyor. Strateji, hastalık yapan antijenlerle bunları yokeden antikorlar, protein almaçlarıyla bunlara yapışan ligandlar arasındaki ilişkileri de içerecek kadar genişlemiş durumda. Tıp alanında bu malzemelerle çok daha duyarlı tanı aygıtları, özelliği kullanılan biyomolekül ya da inorganik maddenin özelliğine göre değişen optik araçlar yapılabilecek.



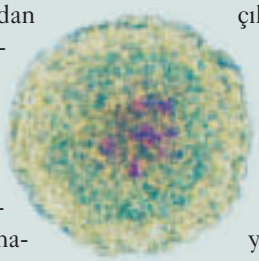
Biyolojik tabanlı elektronik alanındaysa, bu inşa tekniği, nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde malzemelerin çok büyük paralel dizeler halinde yerleştirilmesini sağlayabilecek.

Nature, 8 Haziran 2000

Kök Hücreler Sanılandan da Marifetli

Geçen yıl yetişkin farelerin beyinlerindeki kök hücrelerin kan hücrelerine dönüşebildiği keşfinin açıklanması, tıp dünyasında heyecan yaratmıştı. Şimdi bu değişken hücrelerin sanılandan daha da marifetli oldukları anlaşılmış bulunuyor: Embriyolara aşılandıklarında bedenimizdeki herhangi bir dokuya dönüşebiliyorlar. Buluşun böylesine yankı yapmasının nedeni, onyıllar süren araştırmaların sonunda kök hücrelerinin gelişme süreci ilerledikçe giderek farklılaştıklarının ve görebilecekleri işlevlerin giderek azaldığının gözlenmesiydi. Bu durumda ortaya çıkan yaygın görüş, ancak gelişme aşamasındaki temel süreçler başlamadan yalıtılabilen embriyon kök hücrelerinin herhangi bir beden hücresine dönüşebilme yeteneği taşıdığı merkezindeydi. Oysa İsveç'in Karolinska Enstitüsü araştırmacılarının ortaya koyduğu buluş, yetişkinlerdeki hücrelerin de çevreden aldıkları sinyaller üzerine gelişme sürecini tersine çevirerek embriyon kök hücre haline geri dönebileceklerini göstermiş oldu. Tıpta şimdiye değin tedavi edilemeyen omurilik zedelenmeleri, Parkinson hastalığı ve şeker gibi hastalıkların tedavisi için umutlar bu tür kök hücrelere bağlanmış bulunuyor.

Yetişkin kök hücrelerinin sanılandan daha çok yetenek taşıdıkları yolundaki ilk işaretler, geçen yıl birikmeye başladı. Bazı araştırmacılar beyin kök hücrelerinin kana dönüşebileceğini, başkalarıysa kemik iliğinden alınan hücrelerin kas haline getirilebileceğini gösterdiler. Ancak deneyler her zaman aynı başarıyla yinelenemiyordu. Bu kez yetişkin kök hücreleri üzerinde araştırmalar yürüten gelişme nörolojisi uzmanı Jonas Frisen ve Karolinska Enstitüsü'nden ekip arkadaşları, bunları daha da çetin bir sınavdan geçirdiler. Yetişkin hücrelerin de, fare embriyon kök hücrelerinin yaptığı gibi başka bir embriyoya uyum sağlayarak ortaya çıkan melez farenin tüm dokularına katkıda bulunup bulunmayacağını gözlemek istediler.



Enstitü'de doktora sonrası çalışmalar yapan Diana Clarke, işe yetişkin fare beyinlerinden hücreler alarak başladı. Bir hafta süreyle bunları kültürde bir tutarak, kök hücreleri, bu ortamda fazla canlı kalamayan farklılaşmış hücrelerden ayırdı. Daha sonra öteki araştırmacılarla birlikte bunları, ya tek tek, ya da kök hücrelerin kültürde oluşturdukları ve "neurosphere" diye adlandırılan sinir kök hücresi topakları halinde, gelişmenin ilk evrelerindeki fare embriyolarına aşılayarak embriyoyu 11. güne kadar gelişmeye bıraktılar. Orijinal kök hücreleri β-galaktosidaz adlı bir bakteri enzimi salgılayan farelerden alındığı için bu hücrelerin embriyoda ne yaptıkları, enzim tarafından kesildiğinde mavi boya bırakan bir şeker türevi aracılığıyla izlenebiliyordu. Sonunda araştırmacılar kök hücrelerin maviye boyanmış "torunlarını" çeşitli organlarda, örneğin kalpte, karaciğerde, bağırsakta ve sinir sisteminde buldular. Tek hücrelerin aşılandığı 600 embriyonun altısında, sinir kök hücre kolonilerinin aşılandığı 94 embriyonun 11'inde de mavi "torunlar" ortaya çıktı.

Daha da ilginç bir deneyde, fare sinir kök hücre topaklarının tavuk embriyolarındaki amniyotik boşluğa aşılandığında da bunların "torunlarının" embriyoların yaklaşık dörtte birinin karaciğer, omurilik , mide ve böbreklerinde ortaya çıktıkları gözlendi. Ancak geçen yılki sonuçla çelişen bir gözlem, fare sinir kök hücrelerinin ne fare ne de tavuk embriyonlarında kan hücrelerine dönüşebilmiş olması. Araştırmacılar sinir kök hücrelerince melezlenen embriyoların da embriyon kök hücreleriyle yapılan deneylerde olduğu gibi normal yetişkinlere dönüşüp dönüşmediğini inceliyorlar. Özellikle bilmek istedikler, sinir kök hücrelerinin olgun sperm ya da yumurtalara dönüşüp dönüşemediği. Henüz yanıtlanamayan bu gibi sorulara karşın araştırmacılar, sinir kök hücrelerinin de sanılandan çok daha yetenekli olduklarını kanıtladıkları görüşünde. Bundan sonra çalışmalar, bu potansiyelden en verimli biçimde yararlanmaya yöneltilecek.

Science, 2 Haziran 2000

Hayvanlardan Organ Nakline Sıkı Denetim

Gen tedavisiyle ilgili bazı olumsuz gelişmeler ve bunların yol açtığı adli davalar, ABD hükümetini "xenotransplant" denen hayvandan insana organ naklindeki denetimini güçlendirmeye yöneltmiş görünüyor. Daha önce klinik deneyler eyalet üniversitelerinin iznine bırakılmışken, 25 Mayıs'ta açıklanan bir yönetmelik taslağı, deneylerin Ulusal Gıda ve İlaç Dairesi'nin (FDA), nakillerin de Sağlık Bakanlığı'nın onayına bağlanmasını öngörüyor. Önlemlerin nedeni, nakil yoluyla hayvanlardan insanlara güçlü bazı virüslerin bulaşması olasılığı. Ancak nakle karşı çıkanlar, yeni önlemlerin de yeterince caydırıcı olmadığı görüşündeler. Bir kere yönetmelik, risk değerlendirmesine konu olabilecek virüsleri tanımlamıyor. Ayrıca bilinmeyen yeni virüsler ancak nakil gerçekleştikten sonra ortaya çıkıyor. Domuz gibi evcil hayvanlar üzerinde yapılan virüs taramaları, genellikle bu hayvanların sayısını azaltacak salgın hastalık taşıyan virüsler üzerinde yoğunlaşmış. Herpes ya da benzeri retrovirüsler gibi uzun süre gizlenebilen bulaşıcı virüsler konusundaki araştırmalar yetersiz. Bunların insanlar için bir tehdit oluşturabileceği uzmanlarca kabul ediliyor.



Güneybatı Biyotıp Araştırma Vakfı virologlarından Jonathan Allan, insansı maymunlardan insanlara organ nakline karşı olmasına karşılık, Parkinson tedavisinde kullanılıp milyonlarca kişiyi sağlığına kavuşturabilecek domuz sinir hücresi nakli gibi uygulamaların düşünülebileceğini söylüyor. Araştırmacıya göre hücre nakilleri, organ nakline kıyasla çok daha az tehlike taşıyor.

Nature, 8 Haziran 2000

Romatizma Ağrısına Isırgan

Bir İngiliz araştırmacı, ısırgan otuyla her gün kısa bir temasın, eklem romatizmasının yol açtığı ağrıları büyük ölçüde hafiflettiğini belirtti. Araştırmacının başparmaklarının tabanında osteoartirit ağrılarından yakınan hastalarla yaptığı deneyler, artirit (romatizma) tedavisi için önerilen kocakarı reçetelerini doğrular nitelikte.

Devon'da bulunan Plymouth Lisans Sonrası Tıp Okulu'nda yürütülen projeyi yöneten Colin Randall, ısırgan dalamasının sanıldığı kadar acı vermediğini, buna karşılık romatizmal ağrılara karşı etkin sonuç sağladığını açıkladı.

Emekli bir aile doktoru olan Randall, araştırmayı, ısırganın etkisi konusundaki rivayetleri duyduktan sonra başlatmaya karar vermiş. Araştırmacıya göre ısırgan, Roma döneminde askerlerce bir tedavi aracı olarak kullanılıyordu. Ayrıca 18. yüzyıl Metodist din adamı John Wesley'in de vaizlerinde ısırganın yararlarına değindiği anlaşılıyor.

Randall ve ekip arkadaşları başparmak osteoartiritinden yakınan ve çağdaş tıbbın önerdiği aneljezik türü ilaçları kullanan 27 denek seçmişler. Hastalara bir hafta süreyle hergün ağrıyan bölgeyi 30 saniye kadar ısırganla ovmaları söylenmiş. Bu iş için hastaların yarısına, dalayan ısırgan (*Urtica dioica*), geri kalanlaraysa aynı görünümde olmasına karşın dalama ve kaşıntı yapmayan beyaz ölü ısırgan (*Laminum album*) verilmiş. Hastalara deneyden ne yarar beklemeleri gerektiği de söylenmemiş. Beş hafta sonra gruplar, kullandıkları ısırgan türlerini değiş tokuş ederek deneyi sürdürmüşler ve sonuçta her hasta iki türü de aynı süreyle kullanmış. Deneyin sonunda hastalardan, bitkinin ağrı kesici etkisini, "hiç ağrı kalmadı" dan başlayıp, "şimdiye değin duyduğum en şiddetli ağrı"ya kadar uzanan çeşitli basamaklar içeren bir ölçek üzerinde işaretlemeleri istenmiş. Sonuç, dalayıcı ısırganların olumlu sağaltıcı etkileri olduğunu ortaya koymuş. Ağrı kesici etki, en çok ısırgan bir şişmeye yol açtığında ortaya çıkıyormuş. Hastalar ağrıyan bölgeyi ısırganla ovduktan sonra yarım saat kadar bir batma hissi duyduklarını, daha sonra 24 saat süreyle de hafif bir ısınma ve kaşıntı duyduklarını belirtmişler. Isırgan bazı hastalarda da uzun süreli anastezi etkisi yapmış ve bu nedenle ilk kez sürdükten sonra hastalar daha sonraki uygulamalarda ısırganın dalamasını bile duymamışlar. Hastalardan 17'si tedaviyi tekrarlamaya karar verirken, 14'ü daha önce uygulanan ilaçla tedavi yöntemlerinden vazgeçmek istemiş. Ancak Randall hafif bir kaşıntının ötesinde hiçbir olumsuz etki görülmemesine karşılık hastaların ısırgan tedavisinde aşırıya kaçmamalarını öğütlüyor.



Araştırmacılar ısırganın ağrı kesici etkisinin, içerdiği histamin gibi kimyasal bileşenlerle, serotonin asetilkolin gibi sinirsel iletimde işlev gören moleküllerden kaynaklanabileceğini düşünüyorlar.

New Scientist, 3 Haziran 2000

İç Kanamalara Karşı Ültrason

Henüz deneme aşamasında bulunan bir teknik geliştirilebilirse, doktorlar bedenin derinliklerinde meydana gelen bir kanamayı, ameliyata gerek kalmaksızın ses dalgalarıyla durdurabilecekler.

Günümüzde iç kanamayı durdurmak için, kendisi de önemli risk taşıyan ameliyattan başka yaygın olarak kullanılabilen başka bir seçenek yok. Bazı araştırmacılar, iç yaraları ültrason aracılığıyla saptayıp ısıtarak koterize etme (dağlamayı) yöntemi üzerinde duruyorlar. Ancak kanama beyin gibi hassas bir bölgede meydana gelmişse, ya da doktorlar kanamanın yerini tam olarak belirleyemeyip görece geniş bir bölgeyi hedef almışlarsa, dokuları bu biçimde yakmak çok tehlikeli olabilir.

Seattle'daki Washington Üniversitesi'nden bir araştırma ekibi bu tehlikeyi ortadan kaldıracak bir çözüm bulmuş görünüyor. Ekip, yüksek şiddette, odaklanmış ültrason demetlerinin doğal pıhtılaşma sürecini hızlandırdığını ve dokunun ısıtılmasına gerek kalmaksızın kanamayı durdurduğunu keşfetmiş. Ses dalgaları, kan akımını hızlandırır. Bu da, kanın açık bir yaradan akıp gittiğini sanan pıhtı pulcuklarını hareketete geçirir. Laboratuvar deneylerinde pulcukların istenilen biçimde davranarak birbirlerine ve doku zarlarına yapıştıkları gözlenmiş. Bu pıhtıların oluşması ve kanamanın durması için gerekli bir ilk adım. Teknik, koterizasyonun tehlikeli olduğu durumlarda yaşam kurtarabilecek bir araç olarak değerlendiriliyor. Araştırmacılar, ültrason kontrast ajanları denen içleri gaz dolu mikroskopik köpükçüklerle birlikte kullanıldığında, bu kandırmaca yönteminin daha da etkili olduğunu ve kanamayı durduran pıhtının daha çabuk oluştuğunu da gözlemişler. Ekipte yer alan araştırmacılardan Wayne Chandler'a göre bundan sonraki adım, tekniğin önce hayvanlar, daha sonra da insanlar üzerinde denenmesi. Deneme süresinin önümüzdeki üç yıl içinde tamamlanabileceği de araştırmacılarca belirtiliyor.

New Sxcientist, 3 Haziran 2000

Parkinson'a Karşı Kahve

Kahve tiryakiliği, Parkinson hastalığını önlüyor mu? Hawaii'de kalp hastalıklarıyla ilgili olarak yürütülen uzun süreli bir araştırmaya göre öyle. Beynimizde dopamin adlı maddeyi üreten nöronları (beyin hücreleri) öldüren Parkinson hastalığı, kontrol edilemeyen titremelere ve motor sinir sisteminde hasara yol açıyor.

Daha önce yapılan bazı araştırmalar, sigara içenlerinde bilinmeyen bir nedenle Parkinson'a karşı korunduğu yolunda bulgular ortaya koymuştu. Honolulu Savaş Gazileri Dairesi'nde görevli nörolog Webster Ross başkanlığındaki bir ekipçe yürütülen araştırma, kafeinin daha belirgin bir önleyici etkisi olduğunu göstermiş bulunuyor. Araştırma, 8004 yaşlı erkek üzerinde yürütülmüş. Bunlardan 102'si 1965 yılından sonra Parkinson hastalığına tutulmuşlar. Araştırma sonuçlarını ABD Tıp Derneği Dergisi'nin (The Journal of the American Medical Association) 24 mayıs 2000 sayısında yayımlanan bilim adamları, kahve içmeyenlerin hastalığa yakalanma olasılığının, içenlere oranla iki ya da üç kat fazla olduğunu belirlemişler. Günde yedi fincan ya da daha çok kahve içenlerdeyse hastalığa yakalanma riskinin beş kat azaldığı gözlenmiş. Araştırmacılar, kahveden bağımsız olarak sigaranın da koruyucu bir etki yaptığını gözlemişler; ama diyet ve alkol kullanımıyla Parkinson arasında olumlu ya da olumsuz bir ilişki görülememiş.



Hawaii araştırmasının sonuçları, gene Mayıs ayında ABD'nin San Diego kentinde yapılan Amerikan Nöroloji Akademisi toplantısında bir Hollanda araştırma grubunca sunulan raporla uyum içinde. Rotterdam'daki Erasmus Tıp Merkezi araştırmacılarından kurulu ekip, 55 yaşın üzerindeki 8000 kişiyi 10 yıl süreyle gözlemiş. Sonuçta, kahve içenlerle, sigara ve alkol kullananlar arasında hastalığa yakalanma oranının daha düşük olduğu ortaya çıkmış.

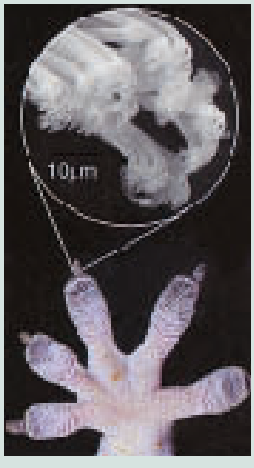
Güney California Üniversitesi'nden epidemiyolog James Mortimer, kahvenin Parkinson'a karşı koruyucu etkisini gösteren kanıtların, son bulgularla güçlendiğini söylüyor. Ancak bunda hangi mekanizmaların etkili olduğu şimdilik bilinmiyor. Webster Ross'un varsayımına göre kafein, salgılanmasını baskılayan kimyasal etmenleri ortadan kaldırarak dopamin düzeylerinin yüksek kalmasını sağlıyor olabilir. Mortimer ve Hollandalı araştırmacılara göreyse kahve, içki ve sigara kullananlar, zaten ötekilere göre daha yüksek dopamin düzeylerine sahip olabilirler. Mortimer, Parkinson hastalığına eğilimli kimselerin, "zararlı alışkanlıklardan" zevk almadıklarına işaret ediyor, ve bunun da bozuk dopamin sistemlerinin habercisi olabileceğini söylüyor.

Science, 2 Haziran 2000

Cambaz Kertenkelelerin Sırrı

Gecko'lar nemli tropik bölgelerde ucuz otellerin olağan müşterileri. Duvarlarda, hatta tavanda asfalt yolda yürüyormuş gibi rahatlıkla ilerleyebilen bir kertenkele türü. Bazı türleriyse sıcak kıyı kentlerimizde "köygöçüren" diye de tanınıyor. Ancak ünlerini, şeffaf ya da benekli olan derileriyle, ay gibi kıvrık tuttukları kuyruklarıyla yapmamışlar. Asıl hünerleri, tavanda başaşağı rahatlıkla koşabilmeleri, hatta tek parmaklarıyla bile asılı kalabilmeleri. Bunun sırrını çözmeye çalışan bilim adamları, çeşitli seçenekleri birer birer elemek zorunda kalmışlar. Vantuzlama ve sürtünme olası değil; çünkü geckoların ayakları vakum ortamında da iş görüyor. Ayrıca hayvanlar cilalı cam üzerinde de başaşağı koşuşturabiliyorlar. Elektrostatik çekim de söz konusu olamaz; çünkü ayaklar iyonlaştırılmış havada da etkin. Yapışma deseniz, o da olmaz; çünkü hayvanda herhangi bir yapıştırıcı madde salgılayacak bez de yok. Sonunda bilim adamları en yakın çözüm üzerinde karar kılmışlar: Tabanlarındaki mikroskopik kıllar. Bu kıllardan milimetre kare başına 5000 tane düşüyor. Bu da her ayakta yarım milyon kıl demek. Ayrıca her kıl da kendi içinde 400-1000 arasında daha ince kılcıktan oluşmuş. Bu kıllar topuklara bakar durumda. Hayvan adım atarken, tabanını yüzeye bastırıyor ve hafifçe geriye iterek kılların yüzeye maksimum biçimde temasını sağlıyor. Bunu yaparken hayvan, Van Der Vaals kuvveti denen iki yüzey arasındaki moleküler çekim gücünden yararlanıyor. Ayağını ve dolayısıyla kıllarını belirli bir açıda kaldırması, bu çekimi ortadan kaldırıyor ve hayvan ilerleyebiliyor. Araştırmacılar, gecko ayağı gibi bir yapıyı gerçekleştirmenin, insan teknolojisinin erimi dışında olduğunu, ama ileride kuru yapışkanlar yapımı için yol gösterebileceğini düşünüyorlar.





Nature, 8 Haziran 2000
Science, 9 Haziran 2000

Haziran 2000 Orta (Çankırı) Depremi

Yine mi KAF?



6 Haziran 2000 günü meydana gelen ve Çankırı batısı ile Ankara kuzeyinde yıkıcı etki yapan orta büyüklükteki (Mw:6.1) deprem herkesi korkuttu ve kamuoyu gündemine yeniden Kuzey Anadolu Fayı tartışmasını getirdi. Hatta, popülerliği nedeniyle, bazı yerbilimciler tarafından saha bulgusu toplama zahmetine katlanılmadan, 1999 Doğu Marmara depremleri sonrasında Kuzey Anadolu Fayı'ndaki hareketliliğin doğuya doğru da ilerlemekte olduğu yönünde yorumlar bile yapıldı. Oysa sismolojik veriler depremin, Kuzey Anadolu Fayı'ndan yaklaşık 30-40 km daha güneyde olduğuna işaret ediyordu. Büyük olmaması nedeniyle bu deprem fazla ilgi çekmedi ve Ankara'daki bazı üniversite ve kuruluşlardaki birkaç grup dışında saha verisi toplanmadı. Grubumuzca toplanan saha bulgularıysa Kuzey Anadolu Fayı yakın çevresinin kinematiği ve depremselliği hakkında çok da fazla bilgimiz olmadığını gösterdi.

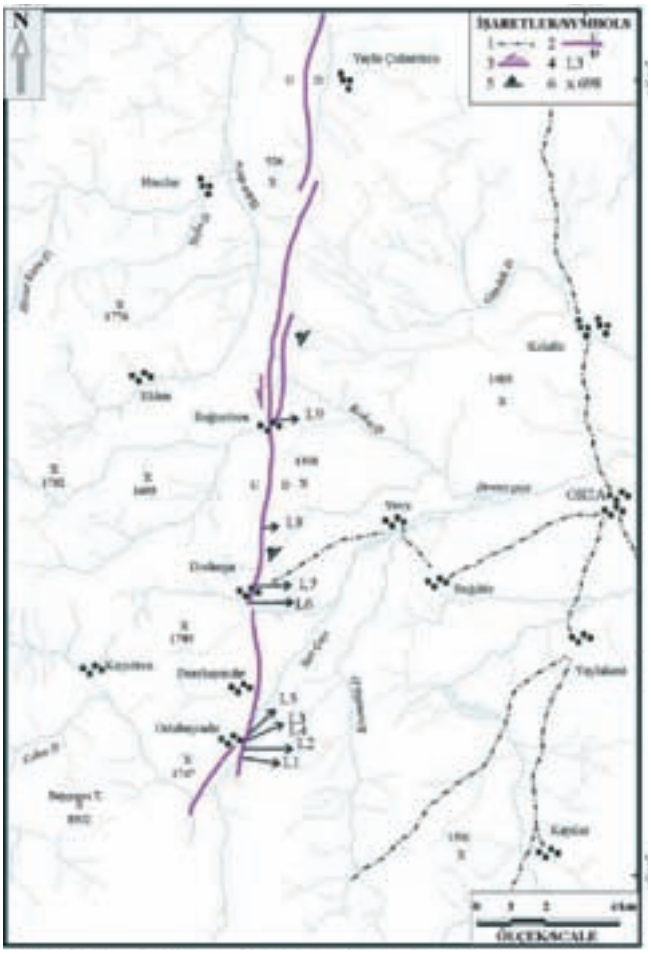
SON YILLARDA bölgede yapılan gözlemler Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) yakın çevresinde, bu fayın doğrultusuna aykırı yönde uzanan bazı açılma çatlaklarının varlığını ortaya koymuştu (Ömer Emre ve Fuat Şaroğlu, yayınlanmamış bilgi). Bunların en belirgin olanları İsmetpaşa kuzeyinde, KAF'ın kuzey bloğunda yer alan İmanlar ve güney bloğunda yer alan Çavundur açılma çatlağıdır. Her ikisinde izlenen sıcak su çıkışları ve güncel traverten oluşumları, aslında buradaki güncel tektonik hareketliliğin önemli kanıtlarıdır. Yaklaşık 500 metre uzunluğunda olan İmanlar açılma çatlağı KAF'ın 10 km kuzeyinde yer alır ve K20°B doğrultuludur. Güney bloktaki Çavundur açılma çatlağıysa belirgin olarak 300 metre uzunluğunda ve K18°D doğrultuludur.

KAF'ın bu bölümünde son yüzyılda büyüklüğü (M) 6.0 ve daha büyük dört yıkıcı depremin meydana geldiği biliniyor. Kayıtlara göre bunlardan, 1943 (M 7.2), 1944 (M 7.2) ve 1951 (M 6.9) depremlerinde yüzey kırıkları oluşmuş, 1953 depremindeyse (M 6.1) herhangi bir yüzey kırığına rastlanmamıştı.

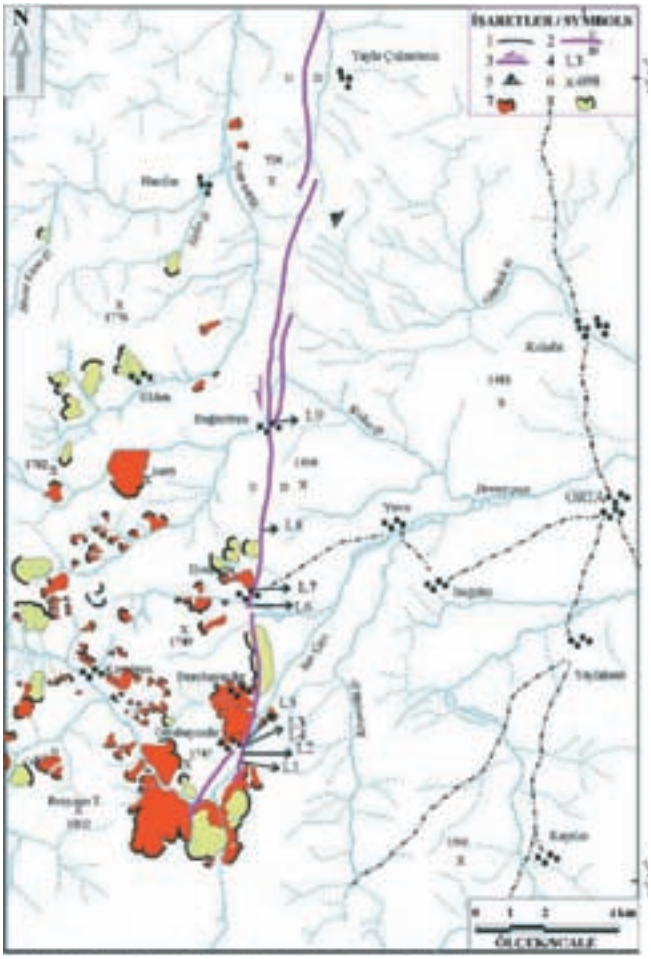
Son depremin belki de en ilginç yanı, depremin gerçekleştiği bu bölgede, daha önce herhangi bir fayın tanımlanmamış oluşuydu. Önerilen episantır bölgeleri (lokasyonları) ve hasar dağılımıysa, bu depre-



Orta depremi (06.06.2000) için önerilen dış merkez (episantır) bölgeleri.



Dodurga fayı: Drenaj özellikleri ve gözlem noktaları 1. yol, 2.morfolojik olarak (U) yükselen-(D) düşen blok, 3. sol yönlü ötelenme, 4. gözlem yeri, 5. tiltlenme yönü, 6. yükseklik.



Dodurga fayı yakın çevresinin heyelan haritası: 1. yol, 2.(U) yükselen-(D) düşen blok, 3. sol yönlü ötelenme, 4. gözlem yeri, 5. tilt, 6. yükselti, 7. aktif heyelan, 8. inaktif heyelan.

min (Orta depreminin) KAF'ın yaklaşık 30-35 km uzağındaki bir alanda gelişmiş olduğunu ortaya koyuyor. Deprem sonrasında yapılan hava fotoğrafı incelemeleri ve saha gözlemleri, Orta ilçesi batısında K-G doğrultusunda uzanan ve jeomorfolojik (yer şekillerine) özelliklerine bakıldığında aktif olarak tanımlanabilecek bir fayın varlığını ortaya koydu ve bu fay Dodurga Fayı olarak adlandırıldı.

DodurgaFayı

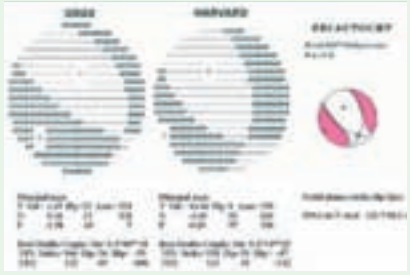
Grubumuzca bölgedeki çalışma, 6-12 Haziran tarihleri arasında gerçekleştirilmişti. Bu çalışmada, Orta ilçesinin 10 km batısında, Yaylaçukurören–Bayındır köyleri arasında uzanan Dodurga Fayı'nın toplam uzunluğu 22 km olarak belirlendi. Genel doğrultusu K10°D olan fayın, KAF'la yaklaşık 70°lik bir açı yaptığı ve Buğurören yöresi hariç birbirini izleyen parçalardan oluştuğu gözlendi.

Fay, güney ucu dışında genellikle Miyosen-Pliyosen yaşlı (günümüzden önceki 3-24 milyon yılları arası) volkanik ve bunlardan türemiş tortul kayalarda izlenebilirken, güneyde heyelanların yaygın olması nedeniyle fayla ilişkili yer şekillerini gözlemek ve yorumlamak bir hayli güç. Bölgeye egemen olan yer şekillerinin, akarsular tarafından derin şekilde yarılmış ve parçalanmış dağlar ve tepelerden oluştuğunu söyleyebiliriz. Dodurga Fayı'ysa böylesi bir coğrafya içinde kuzeyden güneye doğru bir uyumsuzluk, başka bir deyişle belirgin bir yer şekli sunuyor ve böylece ayırdediliyor. Genel olarak Dodurga Fayı'nın batı bloğu, doğudakine oranla daha yüksektedir. Batıdaki bu blok, ortalama 1500-1700 metre yüksekliğinde bir plato niteliği gösterir. Güneydeki 10 km'lik bölümde, fayın doğu bloğunun ortalama yüksekliğiyse, 1250-1400 metre-

Kuruluş Adı	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyüklük
Kandilli	40.67	33.00	10.0	Md: 5.9
DAD	40.67	33.09	22.7	Md: 5.9
USGS-NEIC	40.72	32.87	33.0	Mw: 6.1
HRVD	40.57	32.83	20.5	Mw: 6.0
ERI	40.60	33.00	33.0	Ms: 6.1

Kandilli: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, DAD: Bayındırlık Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi, USGS-NEIC: USGS National Earthquake Information Center, HRVD: Harvard University Seismology Group, ERI: Tokyo University Earthquake Research Institute

Depreme ilişkin çeşitli kuruluşlarca açıklanmış sismolojik bilgiler. Bu kuruluşlarca önerilen episantır koordinatları birbirine yakın ve Çerkeş güneyi-Orta batısına rastlıyor. Büyüklüğü 4'ten

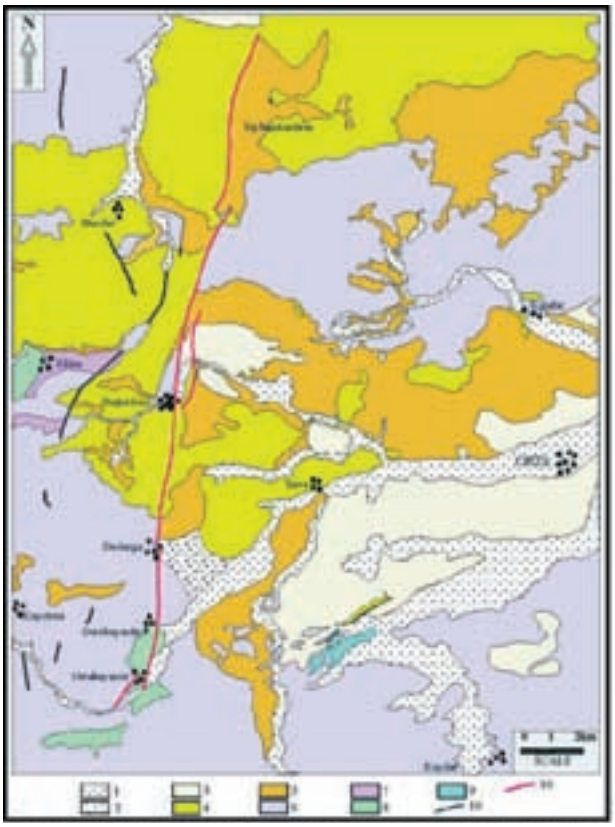


büyük artçı şokların episantırları da ana şokla aynı bölgede yer alıyor. Yapılan fay düzlemi çözümleri depremin eğim atımlı (normal) kırılma (faylanma) sonucu oluştuğunu gösteriyor.

ye ulaşır. Bu bölgede alüvyon dolgulu vadi tabanları geniş yer tutar. Fayın güney bölümünde, kuzey bölümün tersine heyelanlar nedeniyle aktif fayla ilişkili yer şekilleri gözlenemeyecek derecede bozuktur.

Bununla birlikte, D-B yönünde gelişmiş olan drenajın kuruluş ve gelişim özellikleri, fayın Kuvaterner dönemi (İki milyon yıl öncesinden günümüze) içinde aktif olduğunu gösterir. Buna, Buğuören yöresindeki Kısaç derede 1.5 km'lik, güneydeyse Yazır çayında yaklaşık 2 km'lik sol yönlü ötelenmeler örnek verilebilir. Ayrıca Dodurga'nın yaklaşık 750 metre kuzeyinde küçük bir sel kanalında 12-15 metrelik sol yönlü ötelenme de gözleniyor. Drenajdaki bu ötelenmeler, fayın sol yönlü doğrultu atım bileşenini gösteren önemli verilerdir. Öte yandan, Dodurga-Buğurören arası ve Buğuören yakın kuzeyinde fayın doğu bloğunda, batı-kuzeybatı yönüne eğimli, yüzey tiltlenmesi (çarpılması) de izlenir. Bu tür yüzey tiltlenmesi, aktif normal faylara özgüdür. Yer şekillerinin sağladığı bu veriler, Dodurga Fayı'nın doğu bloğu aşağıda sol yönlü doğrultu atım bileşenli normal fay olduğunu gösterir.

Tüm bunlara karşın bölgede, fay çizgisi boyunca eski depremlerde meydana gelmiş yüzey faylanması verisi olarak değerlendirilebilecek belirgin sarplıklara rastlanmaz. Bu durum, yüzey yırtılması ile sonuçlanan depremlerin tekrarlanma süresinin çok geniş aralıklı olduğuyla (iki deprem arasındaki sürede bunların aşınması nedeniyle) açıklanabileceği gibi, fay hattı üzerinde oluşmuş eski depremlerin, en son deprem gibi yüzey yırtılmasına yol açan büyüklükte olmadığı biçiminde de yorumlanabilir.



Orta'nın (Çankırı) batısının jeoloji haritası (Türkecan ve diğ., 1991'den değiştirilerek alınmıştır). 1 Alüvyon (Kuvaterner), 2. Alüvyon yelpazesi (Kuvaterner), 3. Pliyosen; çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, 4. Pliyosen; bazalt, 5. Miyosen; çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, evaporit, 6. Miyosen; andezit, bazalt, riyolit, dasit, piroklastik, 7. Eosen; andezit, bazalt, dasit, piroklastik, 8. Üst Kretase; kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, olistostrom, 9. Triyas; meta-kırıntılılar, 10. Fay, 11. Dodurga fayı.

Saha Gözlemleri

Deprem nedeniyle belirgin yüzey kırıkları gelişmemiş olmasına karşın, Dodurga Fayı'nın Ortabayındır-Buğurören köyleri arasında kalan 10 km'lik bölümünde, yer yer küçük boyutlu yüzey çatlaklarının oluştuğu gözlendi. İzlenen bu kılcal çatlaklar heyelan ve benzeri zemin hareketlerinden farklı olarak, Dodurga Fayı boyunca kendini gösteriyordu. Bunlar, bazı yerlerde doğal zemin ve stabilize yollarda, bazı yerlerde de faya dik veya dike yakın uzanan duvarlarda izlenebildi. Depremin ilk günü sonunda yağan yağmursa, doğal zeminin ve yollardaki çatlakların ilk biçimlerini bozmuş ve çoğunun kapanmasına neden olmuş, bu da çatlaklara ilişkin ayrıntılı bir araştırmayı güçleştirmiştir.

Buna karşın, Dodurga fayı dışında bu tür yüzey deformasyonlarına rastlanmadı. Çatlakların geometrisine göre genelde açılma bileşenin egemen olduğu söylenebilir. Öte yandan, Buğurören, Dodurga ve Ortabayındır yerleşmelerinde izlenen en fazla hasarlı yapılar bu çatlak zonu boyunca yer alıyordu. Ortabayındır köyünde, çatlaklar üzerinde ve yakın çevresinde yer alan betonarme yapılardaki hasarın, köy-



Otabayındır köyünde izlenen yüzey çatlaklarından biri. Şeritmetre çatlağın genel doğrultusunu gösteriyor. Güldürcek barajı kuzeyi, Kayıviran'da izlenen bir blok düşmesi.





Dodurga'da ağır hasar görmüş kerpiç bir yapı. Dodurga belediye binasındaki hasar, benzer betonarme yapılarda da gözlendi.

deki kötü kaliteli diğer yapılardakinden daha fazla olması da dikkat çekiciydi.

Bu çatlakların; kütle ve zemin hareketlerinden farklı nitelikte oluşu, kat ettikleri yapılarda komşu alanlara göre fazla deformasyon gelişmiş olması ve en önemlisi Dodurga Fayı boyunca sıralanıyor olmaları nedeniyle, bunlar olası bir yüzey kırığının göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Depremde kaya düşmesi, moloz akması ve küçük çaplı bazı heyelanlar oluşmuştu. En çarpıcı olanıysa büyük boyutlu eski heyelan kütlelerinin deprem sarsıntıları sonucu tetiklenerek yeniden hareketlilik kazanmış olmasıdır. Bölgede, MTA Genel Müdürlüğü'nce daha önce yapılmış heyelan haritalarına bakıldığında, hasarın (fay yakınındaki köyler dışında) çoğunlukla heyelan bölgeleri üzerinde gerçekleşmiş olduğu gözleniyor. Bu da fayın yakın çevresi dışında gözlenen ağır hasarın, depremle tetiklenen heyelanların hareket kazanmasıyla meydana geldiğini gösteriyor.

Yaklaşık aynı heyelan yoğunluğuna sahip Doğu Marmara'daysa, geçen yıl meydana gelen büyük depremlerde, Orta depremindeki kadar heyelan tetiklenmesi izlenmemişti (Emre ve Duman, 1999; Emre ve diğerleri 1999). Bu depremlere göre daha küçük olmasına karşın Orta depreminde, daha fazla heyelanın yeniden hareketlenmesi, mevsim koşulları ve deprem öncesinde bölgeye düşen aşırı yağışlarla ilgili olduğu düşünülüyor. Hasarın daha çok Çerkeş-Orta-Şabanözü-Çubuk ilçelerine bağlı ve Çerkeş-Çubuk arasında, kabaca K-G doğrultusunda uzanan köylerde yoğunlaştığı gözleniyor. Bu yerleşmelerde yıkılan veya ağır hasar gören yapıların çoğunluğunu çamur harçla tutturulmuş taş örme veya kerpiç yapılar oluşturuyor. En çok Orta ilçesinde olmak üzere üç kattan yüksek bazı betonarme binalardaysa çatlaklar şeklinde yapı deformasyonları gözleniyor. Orta ilçesindeki hasarda, kent yerleşmesinin alüvyon zeminde kurulu olmasının ve mevsim koşulları nedeniyle yeraltı suyu seviyesinin en yüksek düzeyde bulunmasının önemli bir rolü olduğunu söyleyebiliriz. Kentteki hasarlı yapıların çoğunlukla Devrez Çayı yakın çevresinde yer alması bu değerlendirmeyi doğruluyor.

Sonuç ve Öneriler

Depremin ilk günleri yapılan ve saha araştırmasına dayanmayan açıklamalarda, bu depremin Kuzey Anadolu Fayı'ndan kaynaklandığı görüşü yaygındı. Ancak, saha bulguları ve sismolojik veriler Orta depreminin (Mw 6.1) KAF'nın yaklaşık 35 km güneyinde yer alan, kabaca K-G uzanımlı Dodurga Fayı üzerinde gerçekleştiğini ortaya koyuyor. Toplam uzunluğu 22 km olan bu fayın, yer şekillerinin sağladığı verilerle sol yönlü doğrultu atım bileşeni olan bir normal fay olduğu ve olasılıkla bu fayın 10 km uzunluğundaki güney yarısının hareket ettiği anlaşılıyor.

Son deprem, Kuzey Anadolu Fayı yakın çevresindeki alanlarda D-B yönünde levha içi gerilmelerin olduğunu ve bunların da Dodurga Fayı gibi deprem potansiyeli taşıyabildiklerini ortaya koydu.

Depremde, özellikle kaya düşmesi, moloz ve toprak akması gibi küçük çaplı kütle hareketleri de gelişti. Var olan heyelanların çoğunluğunda tetiklenme sonucu yeniden hareketlenme izlendi. Bu hareketlenme Dodurga fayı boyunca yoğundur. Faydan uzak alanlardaysa heyelan kütlelerinin özel koşulları belirleyici olmuştur. Hasarlı bölge Çerkeş-Orta-Çubuk arasında K-G yönünde uzanıyor. En fazla hasar ise Dodurga Fayı yakın çevresinde gözleniyor. Bu fayın yakın çevresi dışında deprem, daha çok heyelan kütleleri üzerine kurulu kırsal yerleşmelerde hasara yol açmıştır. Bölgenin yeniden imarı konusunda yapılacak düzenlemelerde jeolojik açıdan heyelanlı alanlardan kaçınılması gerekiyor.

Dr. Ömer Emre*, Dr. Tamer Yiğit Duman,
Ahmet Doğan ve Dr. Selim Özalp
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
**Ulusal Deprem Konseyi Üyesi*

Kaynaklar
Ambraseys.N.N. 1969. Some characteristic features of the North Anatolian fault zone. Tectonophysics, 9, 143-165
Ambraseys, N.N. 1988, Engineering seismolgy. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 17, 1-105
Aydan, Ö., 2000, A Birief Note on Orta-Çankırı Earthquake of June 6, 2000,. Tokai University, Department of Marine Civil Engineering, Shimizu, Japon, June 08,2000.
Emre, Ö. ve Duman, T.Y., 1999, 17 Ağustos 1999 Doğu Marmara Depremi saha gözlemleri ve ön değerlendirme raporu. MTA Gn. Md.lüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
Emre, Ö., Duman, T.Y., Doğan, A., Ateş, Ş., Keçer, M., Erkal, T., Özalp, S., Yıldırım, N. ve Güner, N., 1999, 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Saha Gözlemleri ve Ön Değerlendirme Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, 27 s., Ankara
Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Yayını
Türkecan,A., Hepşen, N., Papak, İ., Dinçel, A., Akbaş, B., Bedi, Y., Karataş, S., Özgür, İ.B., Akay, E., Sevin, M., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E. ve Saraç, G., 1991, Seben-Gerede (Bolu)-Güdül-Beypazarı (Ankara9 ve Çerkeş-Orta-Kurşunlu (Çankırı) yörelerinib (Köroğlu dağları) jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi. MTA Rapor no: 9193

Ulusal Deprem Konseyi İlk Toplantısını Gerçekleştirdi

Oluşum çalışmaları TÜBİTAK tarafından yürütülen Ulusal Deprem Konseyi ilk toplantısını 16 Haziran'da gerçekleştirdi. 21 Mart 2000 tarihli bir Başbakanlık genelgesiyle tanımlanarak oluşturulmasına karar verilen konsey, genel olarak deprem konusundaki görüşlerin bir sağduyu süzgecinden geçirilerek kamuoyuna sunulmasını hedefliyor. Yaşadığımız iki büyük depremin ardından depremin, yazılı ve görsel yayın organlarından kamuoyuna ulaştırılması sırasında önemli sıkıntılar yaşanmıştı. Henüz üzerinde uzlaşmaya varılmamış kişisel görüşlerin, kuramların hatta hipotezlerin kamuoyuna duyurulması ve bunlar üzerinde tartışılması, başta deprem bölgesinde yaşayanlarımız olmak üzere hemen hepimizin günlük yaşamını olumsuz yönde etkilemişti. Bilim adamları arasındaki bilimsel ya da bilimsel olmayan her tartışmanın kamuoyuna duyurulması da bilime ve bilim adamlarına karşı duyulan güveni ve saygıyı azaltmıştı.

İşte bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması amacıyla Ulusal Deprem Konseyi'nin oluşturulmasına karar verildi. Konseyin oluşturulması sırasında, son yıllarda depremle ilgili konularda etkin çalışmalar yapmış üniversitelerden, TÜBA (Türkiye Bilimler Akademisi) ve TÜBİTAK gibi üniversitelerle doğal bağı bulunan kuruluşlardan, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın deprem çalışmalarıyla doğrudan ilgili genel müdürlüklerinden, MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) ve TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) gibi depremle ilgili çalışma yapan kuruluşlardan ve ilgili meslek odalarından kendi kuruluşları dışında en çok 10 kişiyi konsey üyesi adayı olarak bildirmeleri istenmişti. Ardından toplanan bu öneriler TÜBİTAK'ın en üst kurulu olan Bilim Kurulu'nda sayısal olarak değerlendirildi. Yerbilimleri, inşaat mühendisliği ve diğer alnlar olmak üzere üç ana grup altında toplam 20 bilim adamı konsey üyesi olarak belirlendi. Konseyde, yerbilimleri alanında; Prof. Dr. Ömer Alptekin (İÜ), Prof. Dr. Aykut Barka (İTÜ), Dr. Ömer Emre (MTA), Prof. Dr. Haluk Eyidoğan (İTÜ), Prof. Dr. Naci Görür (İTÜ), Prof. Dr. Ali Koçyiğit (ODTÜ), Dr. Fuat Şaroğlu (TPAO/MTA), Prof. Dr. Celal Şengör (İTÜ), inşaat mühendisliği alanında; Prof. Dr. Atilla Ansal (İTÜ), Prof. Dr. Nuray Aydınoğlu (BÜ), Prof. Dr. Mustafa Erdik (BÜ), Prof. Dr. Uğur Ersoy (ODTÜ), Prof. Dr. Polat Gülkan (ODTÜ) Prof. Dr. Faruk Karadoğan (İTÜ), Prof. Dr. Haluk Sucuoğlu (ODTÜ),



Prof. Dr. Tuğrul Tankut (ODTÜ) ve diğer alanlarda; Doç. Dr. Murat Balamir (ODTÜ), Prof. Dr. Necati İnceoğlu (İTÜ), Prof. Dr. Nuray Karancı (ODTÜ), Prof. Dr. Derin Orhon (İTÜ) yer alıyor. Uzmanlık alanları arasındaki dağılım dengesi bozulmamak koşuluyla, üç yılda bir 10 üyenin yenileneceği konseyde, ayrılacak üyeler kurayla belirlenirken yeni üyeleriyse konsey seçecek.

16 Haziran'daki ilk toplantısını TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak'ın başkanlığında gerçekleştiren komisyonda, ilk olarak başkan ve başkan yardımcısı belirlendi. Konsey başkanlığına Prof. Dr. Tuğrul Tankut, başkan yardımcılığınaysa Prof. Dr. Aykut Barka getirildi. Sözcülük görevini başkan ve başkan yardımcısının yürüteceği konseyde, Prof. Dr. Polat Gülkan ve Prof. Dr. Haluk Eyidoğan da aynı görev için yedek üye olarak seçildiler. Üyelerin konseyle ilgili görüş ve değerlendirmelerinin alındığı bu ilk toplantıda, çalışma ilkeleri, alanları ve yöntemleriyle ilgili kapsamlı bir araştırma yapmak ve bu araştırmanın sonuçlarını konseyde tartışılabilecek bir düzen içinde sunmak amacıyla bir de komisyon oluşturuldu. Konseyin 14 Temmuz'da gerçekleştirilecek ikinci toplantısında da bu konuda (çalışma ilke, alan ve yöntemleri konusunda) somut sonuçlara varılması planlanıyor. Ayrıca konseyin çalışmalarını üzerine kuracağı felsefi temel de bu toplantıda belirlenmeye çalışılacak.

Bu aşamada yanıtlanması gereken belki de en önemli soru, konseyin ne olduğu ya da ne olması gerektiği sorusu. Konsey Başkanı Tuğrul Tankut'a göre bu konuda henüz sağlam, sağlıklı ve iyi tanımlanmış bir kavram üzerinde görüş birliği bulunmuyor. Komisyona yöneltilen eleştirilerin de bu kavramsal belirsizliklerden kaynaklandığını söyleyen Tankut, bu belirsizliklerin konsey tarafından en kısa sürede giderilmesi ve halka duyurulması gerektiğini savunuyor. Konseyin bağımsızlığı ilkesiyse, Tankut'a göre konseyin en önemli özelliği: "Konseyin bağlı olduğu ya da altında çalıştığı herhangi bir kurum ya da kuruluş yok. Başka bir deyişle konsey, hiçbir kurum ya da kuruluşa bağlı değil. Kuşkusuz, komisyon üyelerinin çalışmalarını yürüttükleri çeşitli kurumlar var; ancak bu üyeler komisyonda kurumlarını temsilen bulunmuyorlar. Zaten üyeler de çalıştıkları kurumlara bakılarak seçilmediler. Dolayısıyla konseyin zorunlu olarak herhangi bir yerden talimat alması ya da her hangi bir yere hesap (rapor) vermesi de söz konusu değil. Buna karşın kurum ya da kuruluşlar, konseyin herhangi bir konu hakkındaki görüşünü almak isteyebilir. Konsey bu isteği kendi çalışma alanında görürse gündemine alabilir, değerlendirir ve görüş bildirir. Konseyin bu yönüyle hem herkese açık olduğunu



Prof. Dr. Tuğrul Tankut, Prof. Dr. Namık Kemal Pak, Prof. Dr. Aykut Barka

söyleyebiliriz. Bu niteliğiyle konsey her türlü etkinliğine kendisi karar veriyor. Çalışma yöntemi, çalışma alanı ve çalışma ilkesi de yine konsey tarafından belirlenecek şeyler. Kimse bu konuda konseye hazır bir reçete sunmuş ya da sunacak değil." Tankut, bu bağımsızlık ilkesiyle, konseyin TÜBİTAK tarafından oluşturulması arasındaki çelişki gibi görünen durumu da şöyle açıklıyor: "İlk oluşumun birileri tarafından yapılması gerekliydi. Genelgeyle de bu ilk oluşumu gerçekleştirme görevi TÜBİTAK'a verildi. Böylesi bir karar bana kalırsa doğru… Çünkü TÜBİTAK özel statüsüyle tüm bilim ve araştırma kurumlarıyla yakın ilişkisi olan, her birinden eşit uzaklıkta, merkezde bulunan ve serbest hareket edebilen bir kurum. Başka bir deyişle, var olan kurumlar içinde belki de en uygun başlama noktası. Zaten TÜBİTAK'ın görevleri bu tür bir çalışmayla biri dışında bitmiş oldu. Bu gö-reviyse konseye sekreterya ve lojistik destek vermek…"

Bir danışma kurulu niteliği taşıyacak olan konseyin, devletin bu konuda izleyebileceği politikaları ve stratejileri üretme yükümlülüğünün bulunmasına karşın, her hangi bir yaptırım gücü bulunmuyor. Tankut'un bu konudaki görüşleriyse şöyle: "… Konseyin yaptırım gücü yok, zaten olmasına da gerek yok. Konsey en basit anlamıyla etkili bir nasihat gücüne sahip. Daha doğru bir deyişle, konseyin bir yönlendirme etkisinin olması bekleniyor. Eğer yönetimler konsey kararlarını önemser ve uygulamaya geçirilmesi yönünde karar alırsa, bu konseyin yönlendirici etkisini ortaya çıkarmış olur.

Yaşanan son depremden, bir yenisine kadar geçen sürede yenisine hemen unutuverdiğimiz ülkemizin deprem olgusu, belki de toplumsal hafıza kaybımızla ilgili verilebilecek en iyi örneklerden biri. Tankut bu konuda da şunları söylüyor: "… Depremle ilgili hazırlık çalışmalarına bir an önce başlayıp, belli bir tempoda devam etemesi gerekiyor. Bu tür çalışmaların herhangi bir depremden sonra hız kazanması ama sonra uzunca bir süre daha doğrusu bir sonraki depreme kadar unutulması çok sakıncalı. Çünkü depreme hazırlık, deprem öncesinde, deprem sırasında ve deprem sonrasında yapılması gerekenler demek. Ancak bu yapılırken kamuoyunun ilgisi, panik düzeyine vardırılmadan sağlıklı bir düzeyde tutulmalı. Ama bu konseyin çok sık aralıklarla açıklamalar yapacağı anlamına da gelmemeli. Bu açıklamaların düzenli aralıklarla ve öncelikler içinde yapılması gerekli. Aynı zamanda bu açıklamaların spekülatif ya da alışılmış tabiriyle 'olay yaratacak' nitelikte olmayacağı, sağduyulu, dengeli ve güvenilir bilimsel açıklamalar olması gerektiği çok açık. Bu nedenle medyanın çok renkli bulacağı açıklamalar yapılacağını sanmıyorum. Buna karşın medyanın konseyin işlevini önemsediğini, konsey açıklamalarını da gözardı etmeyerek kamuoyuna duyuracağını düşünüyorum."

Tankut'un konseyin geleceğine yönelik görüşleriyse şöyle: "Konseyin, ülkemizin deprem kaynaklı tüm sorunlarını hemen çözüvereceğini düşünmek sanıyorum çok doğru olmaz. Çünkü konseyin sihirli bir değneği yok. Dolayısıyla kamuoyunun böylesi bir beklenti içine girmesi, konseyi çok kısa bir süre sonunda başarısızlıkla suçlamasına neden olur. Konsey hakkında benzer bir değerlendirme yapmak için en az bir iki yıla ve bu süre içinde yaşanacak olanlara ihtiyaç olduğunu düşünüyorum. Bence konseyin en büyük başarısı, eğer gerçekleşirse, konsey önerilerinin kamuoyu tarafından önemsenmesi ve uygulamaya geçirilmesi olacaktır."

Bu yazının hazırlanması sırasındaki yardımlarından dolayı Tuğrul Tankut'a teşekkür ederiz.

Murat Dirican

Ulusal Deprem Konseyi'yle İlgili Başbakanlık Genelgesi

17 Ağustos 1999 tarihli Gölcük ve 12 Kasım 1999 tarihli Düzce depremleri sonrasında yazılı ve özellikle görsel yayın kuruluşlarının gündeminde geniş yer alan deprem sorunu hakkında; yetkililer ve bilim adamlarınca yararlı bilgiler verilerek kamuoyunun aydınlatılmasına yardımcı olunmaya çalışılmakla birlikte, henüz uzlaşmaya varılmamış konularda kişisel yaklaşımların, kuramların ve hatta hipotezlerin kamuoyu önünde sergilenmesi ve savunulması sonucu ortaya çıkan karmaşa, başta deprem bölgelerinde olmak üzere vatandaşlarımızın kaygı, telaş ve gelecek korkusu içine düşmelerine yol açmaktadır. Ayrıca, bilimsel ortamda tartışılması doğal olan farklı görüşlerin yayın kuruluşlarında açıklanması kamuoyunun bilime duyduğu güveni, bilim adamlarına duyduğu saygıyı sarsmaktadır.

Deprem sorununun yaşandığı bazı ülkelerde birtakım düzenlemelere gidildiği görülmektedir. Avrupa Konseyi'nce kabul edilen "Depremin Önceden Tahminiyle İlgili Etik Kuralları", sorunu tanımlayarak çeşitli kurallar getirmekte ve her ülkede bir "Ulusal Değerlendirme Komitesi" kurulmasını önermektedir. Ülkemizde de kişilerin kendi görüşlerini açıklayabilmelerine bir kısıtlama getirilmeksizin, deprem konusundaki görüşlerin bir sağduyu süzgecinden geçirilerek kamuoyuna sunulmasını sağlamak amacıyla seçkin uzmanlardan oluşan bağımsız bir kurulun oluşturulması gerekmektedir. Böylelikle bu kurulun kamuoyunun güvenini yeterince sağlaması sonucu aykırı görüşlerin etkin olamayacağı beklenmektedir.

Depremle ilgili güncel konularda bilimsel tartışmalar sonunda ulaşılan uzlaşma sonuçlarının sağduyu çerçevesinde kamuoyuna duyurulması amacıyla sekizi yerbilimci, sekizi inşaat mühendisi, dördü de diğer alanlardan olmak üzere yirmi uzmandan oluşan ve bağımsız olarak görev yapacak "Ulusal Deprem Konseyi" kurulmuştur. Ulusal Deprem Konseyi'nin başlıca görevleri;

- Bilim adamlarınca yapılan deprem tahminlerini bilimsel açıdan değerlendirerek sağlıklı sonuçlar üretmek ve kamuoyunun bu konuda en güvenilir bilgiyi sağduyulu biçimde alabilmesini sağlayacak açıklamalar yapmak,
- Ülkemizin ihtiyaçları gözönünde bulundurularak, deprem zararlarının en aza indirilmesine yönelik araştırma çalışmaları için öncelikli alanları belirlemek,
- Deprem sorunlarına ilişkin konularda kamu yetkililerine danışmanlık yapmak, gerekli görülen alanlarda politika ve stratejiler üreterek uygulamaya yardımcı olmak,
- Deprem tahminleriyle ilgili etik problemler içeren başvuruları değerlendirmek, bu çalışmaların da Avrupa Konseyi'nin "Depremin Önceden Tahminiyle İlgili Etik Kuralları"nı esas alarak uygulamaya yol göstermektir.

Ulusal Deprem Konseyi'nin ilk oluşumu Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından yapılacak çalışmalar sonucunda gerçekleştirilecektir. Bu çalışmalar kapsamında; son yıllarda deprem konularında etkin çalışmalar yapmış olan üniversitelerden; üniversitelerle doğal bağı bulunan kuruluşlardan; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın deprem çalışmalarıyla doğrudan ilgili genel müdürlüklerinden; depremle ilgili çalışma yapan kuruluşlardan; ilgili meslek odalarından kendi kuruluşları dışından en çon onar kişi (dört yerbilimci, dört inşaat mühendisi ve iki diğer alanlardan) konsey üyesi adayı bildirmeleri istenecek; bu veriler değerlendirilerek konsey oluşturulacaktır.

TÜBİTAK tarafından yapılacak çağrı ile ilk kez toplanacak olan konsey, TÜBİTAK Başkanı'nın başkanlığında yapacağı ilk toplantısında konsey başkanını ve başkan yardımcısını seçecektir. Uzmanlık alanları arasında öngörülen dağılım dengesi bozulmamak koşuluyla, konseyin yarısı üç yılda bir yenilenecek, ilk üç yıl sonunda konseyden ayrılacak üyeler ad çekimi ile belirlenecektir. Yeni katılacak üyeleri konsey kendisi belirleyecek, konseyden ayrılmış üyeler, en az bir dönem ara verdikten sonra konseyde yeniden görevlendirilebilecektir.

Konsey yılda en az dört kez olmak üzere gerekli gördüğü zamanlarda TÜBİTAK Başkanlık Binası'nda toplanacak, gerekli durumlarda TÜBİTAK Başkanı da konseyi toplantıya çağırabilecektir.

Konsey, kararlarını toplam üye sayısının en az üçte ikisinin (14 oy) oyu ile alacaktır.

Konsey çalışmaları için gerekli olan araştırma sonuçları, ilgili kişi ve kuruluşlarca konseye verilecek, bunlar arasında gizli tutulması istenenler olması halinde, konsey gizlilik isteğini özenle ve önemle yerine getirecektir. Konsey'in sekretarya işleri TÜBİTAK tarafından yürütülecek, üyelerin yol ve diğer giderleri TÜBİTAK tarafından karşılanacaktır.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Bülent Ecevit
Başbakan

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ne Doğru...



Bilim ve Teknik dergisinin temel amacı, halkı bilimle buluşturabilmek. Bilimi, her dalda, herkesin anlayabileceği bir biçimde okuyucusuna sunmak. Gökbilim, Bilim ve Teknik okuyucu kitlesinin büyük bölümünün ilgi alanı. Gökbilimin, öteki bilim dallarından ayrılan bir yanı, onun laboratuvarında, yani, gökyüzü altında, isteyen herkesin çalışabilmesi.

Gökyüzü gözlem şenliklerinin ilkini düzenlerken, amacımız, gökyüzüne ilgi duyan ancak onunla bir türlü daha yakından tanışma fırsatı bulamamış okuyucularımızı ve bu işe gönül kaptırmış amatör gökbilimcileri bir araya getirmekti. Ayrıca, bu tür etkinlikler, Bilim ve Teknik'in okuruyla doğrudan iletişim kurabilmesinin iyi bir yoluydu. İlk şenlik, 15-18 Ekim 1998 tarihleri arasında, Antalya, Bakırlıtepe'deki TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) yapıldı. TUG, 150 cm çaplı optik teleskopuyla, Türkiye'nin en büyük teleskopuna sahip. Ayrıca, 2550 metre yükseklikteki Bakırlıtepe, gözlem koşulları bakımından, Dünya'nın sayılı tepelerinden biri.

1. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'nde Türkiye'nin her yerinden gelen gökyüzü tutkunları bir araya geldi. Katılımcılara, gözlemevi tanıtıldı, çeşitli konularda bilgilendirici seminerler verildi, stantlar açıldı, uzman gözlemciler eşliğinde çıplak gözle ve teleskoplarla gökyüzü gözlemleri yapıldı. Katılımcılar, ülkemizin önde gelen gökbilimcileriyle tanışma, sohbet etme olanağını buldular. Şenlik sırasında yaşanan coşku, ardından telefonlarla ve mektuplarla bize ulaşan olumlu tepkiler bizi 2. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ne taşıdı.



TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ndeki 150 cm ayna çaplı teleskop

İkinci şenlik başvurularında gördük ki, ilkine gelen katılımcıların neredeyse tümü bu şenliğe de başvurmuştu. Bu da, bir kere gökyüzünün büyüsüne kapılınca kurtulmanın pek de kolay olmadığını gösteriyor. İkinci şenlik, 1-3 Ekim 1999 tarihleri arası, çok eskiden de insanların gözlerini gökyüzüne çevirdikleri bir yerde, Kapadokya'da, Ürgüp'te yapıldı. Önceki şenliğin deneyimi, yöre halkının ve yöneticilerinin büyük desteği, şenliğin yapıldığı Golgoli Tepesi'nin eteklerindeki doğa ve tarihle iç içe ortamla birleşince ortaya çok başarılı bir etkinlik çıktı. Tüm ekip, yorgunluğa karşın, katılımcılar kadar; hatta onlardan daha çok zevk aldı şenlikten.

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, 1-3 Eylül 2000 tarihleri arasında, ilki gibi Antalya'da, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde yapılacak. İlkinden farklı olarak, etkinliklerin bir bölümü,

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği Başvuru Formu

Şenliğe katılmak isteyenlerin, aşağıdaki formu doldurarak, 31 Temmuz Pazartesi gününe kadar faksla ya da postayla göndermeleri gerekiyor.

İnternet: http://gozlem.biltek.tubitak.gov.tr **e-posta:** gozlem@biltek.tubitak.gov.tr
Telefon: (312) 427 06 25 **Faks:** (312) 427 66 77
Adres: 3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Atatürk Bulvarı No:221 06100 Kavaklıdere ANKARA
Lütfen derginizi kesmeyin. Formu fotokopiyle çoğaltın.

Ad-Soyadı:

Adres:

:

İşyeri Telefonu:

Ev Telefonu:

Faks :

e-posta:

Meslek:

Yaş :

Lütfen size ulaşabilmemiz için yukarıda istenen bilgileri eksiksiz doldurunuz.

Eğitiminiz?
❒ İlkokul ❒ Ortaokul ❒ Lise
❒ Üniversite öğrencisi Bölümünüz: .....
❒ Üniversite mezunu Bölümünüz: .....

Herhangi bir gözlem aracınız var mı?
❒ Yok ❒ Dürbün (.... x ....)
❒ Teleskop (Çapı: ..... mm, Tipi: .....)
❒ Diğer: .....

Gökbilimle ne düzeyde ilgileniyorsunuz?
(Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)
❒ Daha önce hiç ilgilenmedim
❒ Gazete ve dergilerden izliyorum
❒ Kitaplar okuyorum
❒ Bilim ve Teknik'teki "Gökyüzü" köşesini izliyorum
❒ Gökyüzünün değişimini izliyorum
❒ .....topluluğu/derneği üyesiyim
❒ Sık sık gözleme çıkıyorum
❒ Gökyüzü fotoğrafları çekiyorum
❒ Bilimsel çalışmalarım var

Saklıkent'e nasıl ulaşmayı düşünüyorsunuz?
❒ Kendi aracımla
❒ Antalya'dan sağlanacak araçla

Önerileriniz ve beklentileriniz:
.....
.....
.....
.....
.....

Bakırlıtepe'nin eteğindeki 1900 metre yükseklikteki Saklıkent'te gerçekleştirilecek. Bunun nedeni, katılımcıların kapalı seminer alanı, dinlenme ve konaklama olanaklarından yararlanabilmelerini sağlamak. Gece, gözlemler ve gözlemevi gezisi için minibüslerle Bakırlıtepe'ye çıkılacak, sonra yeniden Saklıkent'e dönülecek. Çıplak gözle ve teleskoplu gözlemler, uzman gözlemcilerin eşliğinde Saklıkent'te de sürdürülecek. İsteyen katılımcılar, buradaki konaklama olanaklarından yararlanabilecek. Antalya'nın kayak merkezi olan Saklıkent'te, yazın yerleşim yok. Bu nedenle burası, gökyüzü gözlemleri için ideal bir yer durumunda.

Şenliğe ön başvuru için belirlenen son tarih, **31 Temmuz Pazartesi** günü. Bu tarihe kadar, başvuru formunun dergimize posta ya da faksla gönderilmesi gerekiyor. Ön başvuru süresinin bitmesinin ardından, başvuru sahiplerine şenlik programı hakkında ayrıntılı bilgiyi içeren birer mektup gönderilecek. Bu mektubu alan başvuru sahiplerinin, şenliğe hangi gün katılmak istediklerini **18 Ağustos Cuma** gününe değin, telefonla bildirmesi gerekiyor. Ayrıca, yine bu tarihe değin, şenlik ücreti olan **10 milyon TL**'nin mektupta verilecek banka hesap numarasına her katılımcının adı açıkça belirtilerek yatırılması gerekiyor. Yerleştirme, katılımcıların isteği doğrultusunda yapılacak. Ancak, başvurularda belli günlere yığılma olabilmekte. Bu nedenle, herhangi bir günün kontenjanı dolduğunda, yeni başvurular öteki günlere kaydedilecek.

Katılımcılar, Antalya'da çeşitli merkezlerde karşılanacak, buradan Saklıkent'e ve TUG'a gidiş, Antalya'ya dönüş, tarafımızca sağlanacak araçlarla gerçekleştirilecek; bunlar için ayrı ücret alınmayacak. Ayrıca, katılımcılar, Saklıkent'e kadar özel araçlarıyla gelebilirler. Antalya'ya ulaşım, konaklama ve yemek masrafları katılımcılarca karşılanacak.

Tüm gökyüzü tutkunlarını, bir kez daha Bakırlıtepe'de yıldızların altında buluşmaya çağırıyoruz.



Yıldız Tozu

Yıldızlara, en azından onların atalarına sandığımız kadar uzak değiliz. Hatta, onların çocukları olduğumuzu bile öne sürebiliriz. Dünya'yı, bizi, elinizde tuttuğunuz bu derginin sayfalarını oluşturan elementlerin yüzde 99'undan fazlası, yıldızlarda pişirildi. Güneş sisteminin, ondan önce yaşamış yıldızların mirasçısı olduğunu söylemek, çok yerinde bir saptama olur.

EVREN, büyük patlamayla ortaya çıktığında, çok büyük oranda hidrojen ve az miktarda helyumdan oluşuyordu. Daha ağır elementler, yıldız adını verdiğimiz bu dev nükleer fırınlarda ve büyük kütleli yıldızların süpernova olarak patlamasıyla oluştu. Bizi ve çevremizdeki tüm cisimleri oluşturan maddenin yıldızlarda oluştuğunu bilmek gerçekten heyecan verici.

Evrendeki madde, zamanla topaklaşarak gökadaları; gökadalarda yoğunlaşan madde de yine kütleçekiminin etkisiyle biraraya gelerek yıldızları oluşturdu. Evrende ilk yıldızlar, başka element bulunmadığından, çok büyük oranda hidrojen ve az miktarda helyumdan oluşmuştu. Eğer, kütleçekiminin etkisiyle topaklaşan gaz yeterli kütleye ulaşırsa, merkezindeki basınç ve sıcaklık, nükleer tepkimeleri başlatır. Bir yıldızı, kendi kendine oluşmuş, devasa bir nükleer reaktöre benzetebiliriz. Nükleer tepkimeler sonucu, aşama aşama daha ağır elementler oluşur. Hidrojenlerin birleşmesiyle helyum oluşur. Yeterli helyum oluştuğunda, yıldızın çekirdeği daha da ısınır ve yıldız bu sefer helyum yakmaya başlar. Bu tepkimeler, demir oluşumuna değin sürer. Bir yıldızın içindeki sıcaklık ve basınç, demirden ağır elementlerin oluşumuna yetecek enerjiyi sağlayamaz. Bu elementler, ancak, çok yüksek enerjinin ortaya çıktığı süpernova patlamalarında oluşabilir.

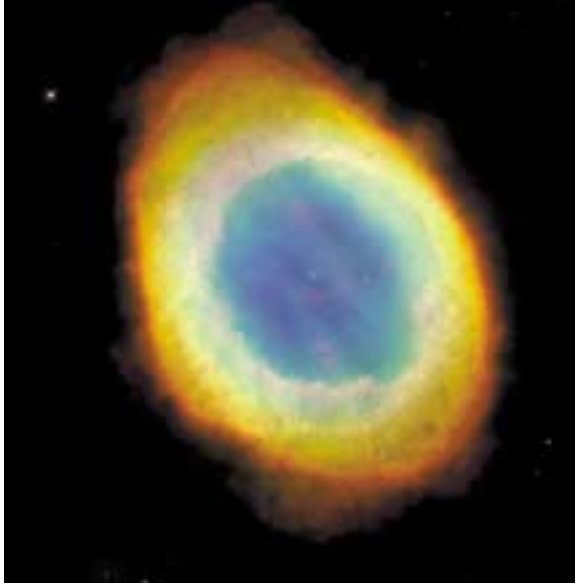
Bir yıldızda pişirilen elementler, yıldızın ömrünü tamamlamasıyla, süpernova patlaması ya da daha az şiddetli patlamalarla gaz ve toz biçiminde uzaya savururlar. Daha çok yıldız patladıkça evren giderek ağır elementlerce zenginleşir. Bu zengin gaz ve tozdan, gezegenlere sahip yeni yıldızlar oluşabilir. İşte, Güneş sistemi, bu elementlerin yeniden biraraya gelmesiyle oluştu. Ancak, sistemin oluşumundan bu yana geçen süre içinde, elementlerin karşılaştığı bazı kimyasal değişimler, onların geçmişiyle ilgili pek çok bilgiyi sildi. Neyse ki, bu elementlerin bozulmadan saklandığı yerler var: göktaşları.



Antarktika'da bulunan bir göktaşının kesiti.

Göktaşlarında sıkışmış yıldız tozunun Güneş sisteminin oluşumuna ışık tutabileceği düşüncesi, bundan yaklaşık otuz beş yıl öncesine gidiyor. Her biri gramın milyarda birinden daha hafif olan toz parçacıkları, yaklaşık 10^{28} ton kütleli yıldızlar hakkında bilgi sağlayabiliyor.

Göktaşlarının, bozulmamış yıldız tozunu içerebileceğinin ilk ipuçları, 1964'te California Üniversitesi'nden Grenville Turner ve John Reynholds'un İtalya'da bulunan Renazzo adlı bir göktaşındaki ksenon (Xe) gazındaki alışılmadık izotop dağılımını fark etmesiyle ortaya çıktı. Renazzo, ksenonun şaşırtıcı derecede yüksek oranda en ağır ve en hafif izotoplarını içeriyordu. Bu izotoplara daha sonra Xe-HL adı verildi. Daha sonra incelenen kimi göktaşlarında da aynı yapıya rastlandı. O zamanlar, pek çok bilim adamı, Güneş sisteminin oluşumu sırasında ortaya çıkan yüksek sıcaklıkların, geçmişin tüm kimyasal izlerini sildiği-



Küçük bir teleskopla bile görebildiğimiz Yüzük Bulutsusu, Güneş benzeri yıldızların sonuna güzel bir örnek. Yıldız dış katmanlarını uzaya savurarak, evreni hidrojenden ağır elementlerce zenginleştirir.

ni düşündüğü için, Xe-HL'nin kaynağı da bir gizemdi.

Bazı araştırmacılar,1970'lerin başlarında, Xe-HL'nin Güneş sisteminin oluşumunun öncesinin izleri olduğunu öne sürdüler. Ancak, 1987 yılına kadar, bu bir varsayımdan öteye gidemedi. O yıl, Chicago Üniversitesi'nden Edward Anders ve Roy Lewis, milimetrenin sadece birkaç milyonda biri büyüklüğündeki çok küçük elmas parçacıklarında ksenon atomlarına rastladı. Bu elmasların en küçükleri, sadece birkaç yüz atomdan oluşuyordu. Bu minyatür mücevherlerdeki ilginç ksenon izotopları, Anders ve çalışma arkadaşlarının, onların Güneş sisteminden önce oluştuğunu düşünmelerine yol açtı. Bu elmaslar, bir şekilde, geçmişlerini "silecek" olaylardan kurtulmuş olmalıydı.

Elmaslardan her biri, bir ya da pek çok farklı yıldızdan gelmiş olmalıydı. Ancak, çok küçük olmaları, incelenmelerini çok güçleştiriyordu. Neyse ki, Anders'in keşfinden sonra, pek çok göktaşında benzer türde yıldız tozuna rastlandı. Bunlar arasında, silisyum karbid (SiC) önemli yer tutuyordu. Üstelik, bu parçacıkların çapları, milimetrenin birkaç binde birine kadar ulaşabiliyordu. Bu da onların daha ayrıntılı biçimde incelenmelerine olanak tanıdı. Bu yıldız tozları, 1988'de, Washington Üniversitesi'nden Ernst Zinner tarafından bir iyon mikrosondasıyla incelendi. Bunun sonucunda, her göktaşındaki SiC taneciklerinin çok farklı izotoplar içerdiği ortaya çıktı.

Karbonun iki kararlı izotopu bulunuyor. Bunlar, karbon-12 ve karbon-13. Yeryüzünde ve belki de Güneş sisteminin büyük bölümünde, bu ikisinin oranı 88:1 ile 92:1 arasında. Ancak, bu ilkel SiC taneciklerinde bulunan oranlar çok farklı; 2:1 ile 7000:1 aralığında değişiyor. Bildiğimiz kadarıyla, böylesine geniş bir dağılım, Dünya'da doğal işlemlerle ortaya çıkamaz. Bu, ancak, bir yıldızdaki nükleer tepkimelerin eseri olabilir. Hatta, tek bir yıldızın da böyle bir dağılım oluşturması zor. Bu nedenle, bu tepkimeler pek çok farklı türden yıldızda oluşmuş olmalı.

Bu yıldız tozunun kaynağı için en iyi adaylar, karbonca zengin kırmızı dev yıldızlar. Gökbilimciler, bugüne değin, 30 kadar kırmızı devdeki karbon izotoplarını incelediler ve izotop oranlarının 20:1 ile 80:1 aralığında değiştiğini buldular. Başka yıldızlarda aynı dağılıma rastlanmadı.

Kırmızı devler, bir-beş güneş kütleli, yaşamlarının son aşamasına gelmiş yıldızlardır. Kırmızı dev aşamasında, yıldızlar genişleyerek, eski çaplarının birkaç yüz katına ulaşabilirler. Bu durumda, doğal olarak atmosferleri de soğur ve SiC gibi taneciklerin oluşmasına olanak tanır. Daha sonra bu tanecikler, ömrünü tamamlayan yıldızın dış katmanlarını savurmasıyla uzaya dağılır.

İtalya'daki Turin Üniversitesi'nden yıldız fizikçisi Roberto Gallino, uzun zamandır kırmızı devler üzerine çalışıyor. 1991'de, SiC taneciklerini duyduğundan bu yana kırmızı devlerin atmosferlerindeki SiC izotoplarıyla ilgili araştırmalar yapıyor. Silisyum izotoplarının oluşumu, gökadamızın evrimiyle ilişkili. Çünkü, daha önce değindiğimiz gibi, yıldızlar yeni elementler oluşturdukça, gökadamızın kimyasal bileşimi değişiyor. Bu, izotoplar için de geçerli. Silisyumun en hafif izotopu olan Si-28, çoğunlukla gökadamızın erken dönemlerinde; daha ağır izotoplarsa (Si-29 ve Si-30), büyük oranda daha sonraki dönemlerde oluştular. Bu nedenle, göktaşlarındaki SiC'nin içerdiği silisyum izotopları farklı zamanlarda patlamış pek çok yıldızdan gelmiş olmalı.

Buraya kadar her şey yolunda gitmiş olsa da, Güneş'teki izotoplara bakıldığında, ortaya bazı soru işaretleri çıktı. Taneciklerin pek çoğundaki ağır silisyum izotopu oranı, Güneş'tekinden daha yüksekti. Bu, daha önce sözünü ettiğimiz evrendeki elementlerin evrimleşme sürecine aykırı görünen bir durumdu. Bu tanecikler, sanki Güneş'ten daha sonra oluşmuş gibiydi. Doğal olarak, bu olası değildi; çünkü, Güneş oluşurken onlar da oradaydı.

Bu bilmecenin içinden çıkmanın yolu bulundu: Kimyasal evrim her yerde aynı işlemiyor. Bu nedenle, Güneş'in biraz sıra dışı bir bölgede oluştuğunu düşünebiliriz. Ayrıca, gökyüzü gözlemlerinden biliyoruz ki, gökadamızın farklı bölgeleri, gökada merkezinden uzaklığına bağlı olarak evrim sürecini değişik hızlarla yaşıyor. Maddenin çok daha yoğun olduğu gökada merkezine yakın yıldızlar, oluşum aşamasını çok daha hızlı geçiriyorlar. Yani, gökada merkezine yakın yıldızların kenardakilere göre biraz daha çabuk evrimleştiğini söyleyebiliriz. Güneş, gökadanın kenarlarında bir yerde kaldığı için biraz daha yavaş evrimleşmiş



Evrendeki madde, zamanla topaklaşarak gökadaları; gökadalarda yoğunlaşan madde yıldızları oluşturdu. Güneş sistemi, yıldızlarda "pişerek" zenginleşen ve yıldızın patlamasıyla uzaya saçılan maddenin yeniden bir araya gelmesiyle oluştu.



Kartal Bulutsusu, bir yıldız fabrikasıdır. Buradaki yoğun gaz ve toz bulutunun içinde yeni yıldızlar oluşuyor.

olabilir. 1998'de, Güney Carolina'daki Clemson Üniversitesi'nden Donald Clayton, SiC taneciklerinin "gökadanın otostopçu rehberi" olabileceğini, yani, Güneş'ten önce yaşamış yıldızların göçünü anlamamıza yardımcı olabileceğini öne sürmüştü. Merkezde oluşup çabuk evrimleşen yıldızlar, dış bölgelere ilerleyerek, Güneş'i oluşturan bulutsuyu SiC ile beslemiş olabilirler.

SiC'nin keşfinin yapıldığı günden bu güne pek çok değişik tanecik keşfedildi. Ancak, yine de, araştırmacılar menünün tamamlanmadığı düşüncesinde. SiC'nin bir kırmızı devin yaşamının sonunda oluştuğu ortada. Peki, daha önceki aşamalarda hangi parçacıklar oluşabiliyor? Bu tanecikler çok da iyi saptanabilmiş değil; çünkü, genellikle ilkel tanecikler, onları bulundukları taştan çıkarmak için yapılan asit uygulamalarından pek sağlam çıkamıyorlar. İğneyi bulmak için samanlığı yakmak gibi bir şey bu. Bu nedenle günümüze kadar oksijen içerdiği keşfedilen ilkel tanecikler, sadece korundum, hibonit ve rulit gibi aside dayanıklı mineraller.

Oksijen içeren taneciklerin neredeyse hepsinin, kırmızı devlerden geldiklerinin ipuçlarını veren izotopları var. Onlar da tek bir yıldızın ürünü olamayacak kadar çok çeşitliler. İşin ilginç yanı, hiçbiri, SiC taneciklerinin geldiği yıldızdan gelmiş gibi görünmüyor. Gallino'nun yıldız evrimi modeline bakarsak, SiC, oksitlere göre kimyasal bakımdan daha fazla evrimleşmiş yıldızlardan geliyor olmalı.

SiC ve oksit taneciklerinden bildiğimiz kadarıyla, gezegenimizdeki elementlerin en azından bir bölümünün kaynağı kırmızı devler. Ancak, bundan fazlası da var. Bazı taneciklerin de süpernova patlamalarıyla uzaya saçılan yıldız enkazlarından kaynaklandığı düşünülüyor. SiC taneciklerinin yaklaşık yüzde biri (bunlar X tanecikleri olarak da biliniyor) kırmızı devlerden gelenlerden farklı bileşime sahip. Tanımlanmış öteki olası süpernova tanecikleriyse grafit, korundum ve silisyum nitrit bakımından zengin. Bu elementlerin oluştuğu süpernova patlamalarına Tip II Süpernovaları da deniyor. Bu süpernovalar, en azından 10 güneş kütlesindeki yıldızların patlamasıyla oluşuyor. Bu yıldızların patlaması gerçekten çok şiddetli oluyor. Yıldız, çekirdeği dışındaki tüm katmanlarını uzaya savuruyor.



Yıldız tozu. Bu minyatür cam şişe, bir trilyondan fazla mikroskobik elmas taneciği içeriyor. Bu tanecikleri göktaşlarından çıkarmak için asit kullanılıyor. Bu minyatür elmaslar, Güneş sisteminin oluşumundan önce patlamış yıldızlarda oluşmuş.

Elmaslara dönersek, onlar, ilk keşfedilen tanecikler. SiC ve pek çok öteki mineralin tersine, incelenmek için çok küçük olmaları işi zorlaştırıyor. Bununla birlikte bu tanecikler, Güneş'ten önce oluşmuş moleküllerin en yaygın olanı. NASA'nın Ames Araştırma Laboratuvarı'ndaki gökbilimciler, yıldızlararası ortamda bulunan gaz ve toz bulutlarının önemli miktarlarda elmas tanecikleri içerebileceğini öne sürüyorlar. Eğer haklılarsa, gökadamızdaki karbonun yüzde 20'ye varan oranı elmas formunda demektir.

Kozmik elmasın sadece milyonda biri ksenon atomu içerse de, bu element, mücevherlerin kaynağı hakkında en iyi ipuçlarını sağlıyor bize. Xe-L (hafif ksenon izotoplarınca zengin) çok miktarlarda serbest nötronların bulunduğu ortamlarda; Xe-H (ağır ksenon izotoplarınca zengin) nötronlarla çok kısa süre etkileşime girerek oluşuyorlar. Tüm bu etkileşimler, yıldızların değişik katmanlarında ya da süpernovalarda gerçekleşiyor.

Bu minyatür mücevherler, bize gökadamızın nasıl işlediğine ilişkin önemli ipuçları sağlıyor. Bundan da öte, nereden geldiğimizi bir kez daha anımsatıyor bize. Her biri şimdi bir beyaz cüce, nötron yıldızı ya da kara delik olan yıldızların geri kalanı, Güneş sistemimizi ve bizi oluşturdu. Varlığımızı kırmızı devlere ve süpernova patlamalarına borçlu olduğumuzu rahatlıkla söyleyebiliriz. Sonuçta, hepimiz yıldız tozundan oluşmuşuz.

Alp Akoğlu

Kaynaklar

Beatty, J.K., Petersen, C.C., Chaikin, A., *The New Solar System*, Sky Publishing Corporation, New York, 1999

Haggerty, S.E., A Diamond Trilogy: Superplumes, Supercontinents and Supernovae, *Science*, 6 Ağustos 1999, 285: 851-860

Russell, S., Stardust, *New Scientist*, 13 Mayıs 2000



Gökyüzü Koordinat Sistemi

Biraz matematik bilgimiz varsa, küre üzerindeki bir noktayı belirtirken bazen, küresel koordinatların kullanıldığını biliriz. Benzer biçimde, yerküre üzerinde bir noktadan söz ederken (bu bir yerleşim yeri olabilir) onun enlemini ve boylamını vererek, yer üzerindeki konumunu anlatabiliriz. Hemen hepimiz, enlem ve boylam kavramlarını az ya da çok bildiğimiz için, küresel koordinatlara pek de yabancı sayılmayız aslında.

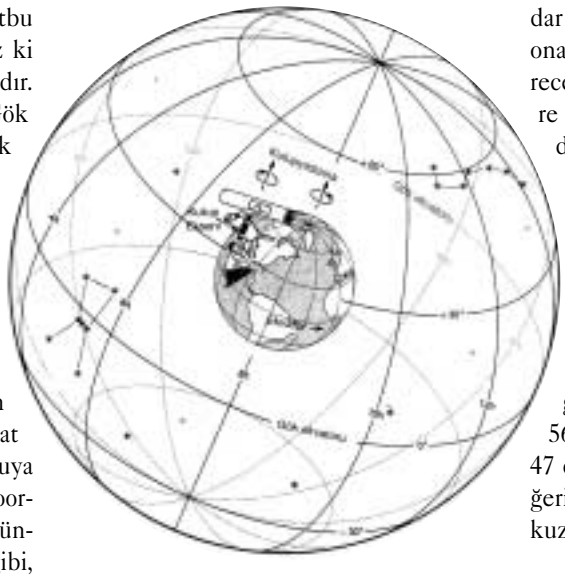
Burada yerkürenin koordinat sistemine değinmemizin nedeni, gökyüzü koordinatlarıyla büyük bir benzerlik göstermesidir. Nitekim, Yer'den baktığımızda, gökyüzü dev bir küre gibi görünür. Dünya da, bu kürenin merkezinde gibidir. Bu yüzden, eski çağlarda insanlar yanılmış, kendilerini evrenin merkezine yerleştirmişlerdir.

Gökyüzü koordinatları enlem ve boylam olarak değil, *dik açıklık* ve *sağ açıklık* olarak adlandırılır. Yerküreyle karşılaştırırsak, dik açıklık enleme, sağ açıklık boylama karşılık gelir. Yerkürenin ekvatoruyla, gökkürenin ekvatoru aynı düzlemdedir. Yer ekvatoru 0° enlemidir. Kuzey kutbu +90°, güney kutbu -90° enlemdedir. Buradan anlıyoruz ki boylam değerleri -90'la +90 arasındadır. Gökyüzünde de durum benzerdir. Gök ekvatoru 0° dik açıklık, kuzey gök kutbu +90° dik açıklık, güney gök kutbu da -90° dik açıklıktadır. Yani, dik açıklık değerleri de -90° ile +90° arasında olabilir. Eksi (-) dik açıklık değerleri gök ekvatorunun güneyinde, artı (+) değerleri ise kuzeyinde yer alır.

Sağ açıklığın boylamdan ayrılan yönü, değerlerinin derece değil, saat olarak verilmesidir. Burada, bir konuya açıklık kazandırmak gerekir: Gök koordinatları, hareketli değildir. Yani, Dünya'nın kendi etrafında döndüğü gibi, gökyüzü de kendi çevresinde dönmez. Buna karşın, biz, Dünya ile birlikte döndüğümüzden, onu yeryüzünden gözlediğimizde, 24 saatlik periyotla dönüyor görmekteyiz. Çünkü, Dünya kendi çevresinde 24 saatte bir dönmektedir. Sağ açıklık değerleri sıfırla 24 arasındadır. Yani, gökyüzü dev bir saat gibi, kendi çevresinde 24 saatte bir dönüyor gibi görünür bize. Buna dayanarak, her saat, gökyüzü sağ açıklığını bir saat değiştirir.

Gök ekvatoru, yer ekvatoruyla aynı düzlemdedir. Gök ve yer kutuplarının çakışması, bize büyük kolaylık sağlar. Gökyüzü gözlemleri için tasarlanmış teleskop ayakları, teleskopun dik açıklık ve sağ açıklık eksenleri etrafında döndürülerek, onun bu koordinatlara göre hareket edebilmesini sağlar. Sağ açıklık ekseni, Dünya'nın ekseniyle çakıştırıldığında, teleskopun kutup ayarı yapılmış demektir. Bu ayar için, genellikle teleskoplar sağ açıklık eksenleri doğrultusuna yöneltilmiş bir dürbüne sahiptirler. Bu dürbün yardımıyla sağ açıklık ekseni ayarlanır, kutup yıldızı bulunur ve eksen sabitlenir.

Kutup ayarı yapılmış bir teleskop, bir gökcismine ayarlandığında, Dünya'nın dönüşünden sadece sağ açıklık koordinatı etkilenir. Dik açıklık değişmez. Böylece, teleskopu cisme ayarladıktan sonra sadece sağ açıklığı uygun hızla değiştirerek, gözlediğimiz cismin teleskopun görüş alanında kalmasını sağlamış oluruz. Bazı teleskoplar, takip mekanizması olarak adlandırılan bir mekanizmaya sahiptir. Bu mekanizma, teleskopun görüş alanına sokulan bir gökcisminin burada kalmasını sağlar. Bu, sağ açıklık eksenine yerleştirilen bir motorla gerçekleştirilir. Motor, sağ açıklık ayarını Dünya'nın dönüş hızında; ancak, tersine döndürür.



Sağ açıklık - dik açıklık koordinat sistemi. Bu sisteme göre, gök ekvatoru, yer ekvatoruyla aynı düzlemdedir. Ayrıca, kutup eksenleri aynı doğrultudadır.

Pek çok modern teleskopun bir bilgisayar donanımı ve her iki eksende birer motoru vardır. Bu donanım sayesinde, teleskop bilgisayara girilen koordinatlara göre kendiliğinden yönlenir. Böylece teleskop, gözlenmek istenen gökcismine zahmetsizce yönlendirilmiş olur.

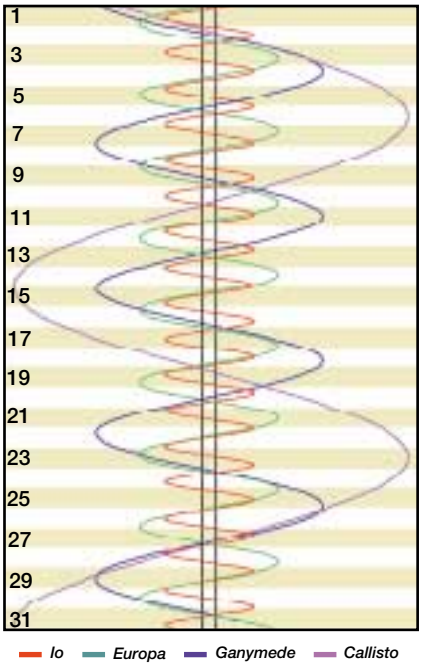
Babil'den bu yana, insanlar dereceleri ve saatleri daha küçük birimlere bölerken 60'lık sistemden yararlanmışlardır. Bu sistem, günlük hayatımıza o kadar yerleşmiştir ki programlarımızı hep ona göre düzenliyoruz. Bu nedenle, dereceleri ve saatleri daha küçük birimlere çevirirken pek zorlanmayacağız. 1 derece (°) 60 dakika (’); 1 dakika 60 saniye'dir (”). Benzer biçimde, 1 saat (h) 60 dakika (d); 1 dakika 60 saniye'dir (s).

Şimdi, iyi tanıdığımız bir yıldız olan Vega'nın koordinatlarına bakalım: Sağ açıklık $18^h36^d56^s$, dik açıklık +38°47’01”. Buna göre, Vega'nın sağ açıklığı 18 saat, 36 dakika, 56 saniye; dik açıklığı ise 38 derece, 47 dakika, 1 saniye'dir. Dik açıklık değerinin başındaki artı (+) işareti, onun kuzey gökkürede olduğunu gösterir.

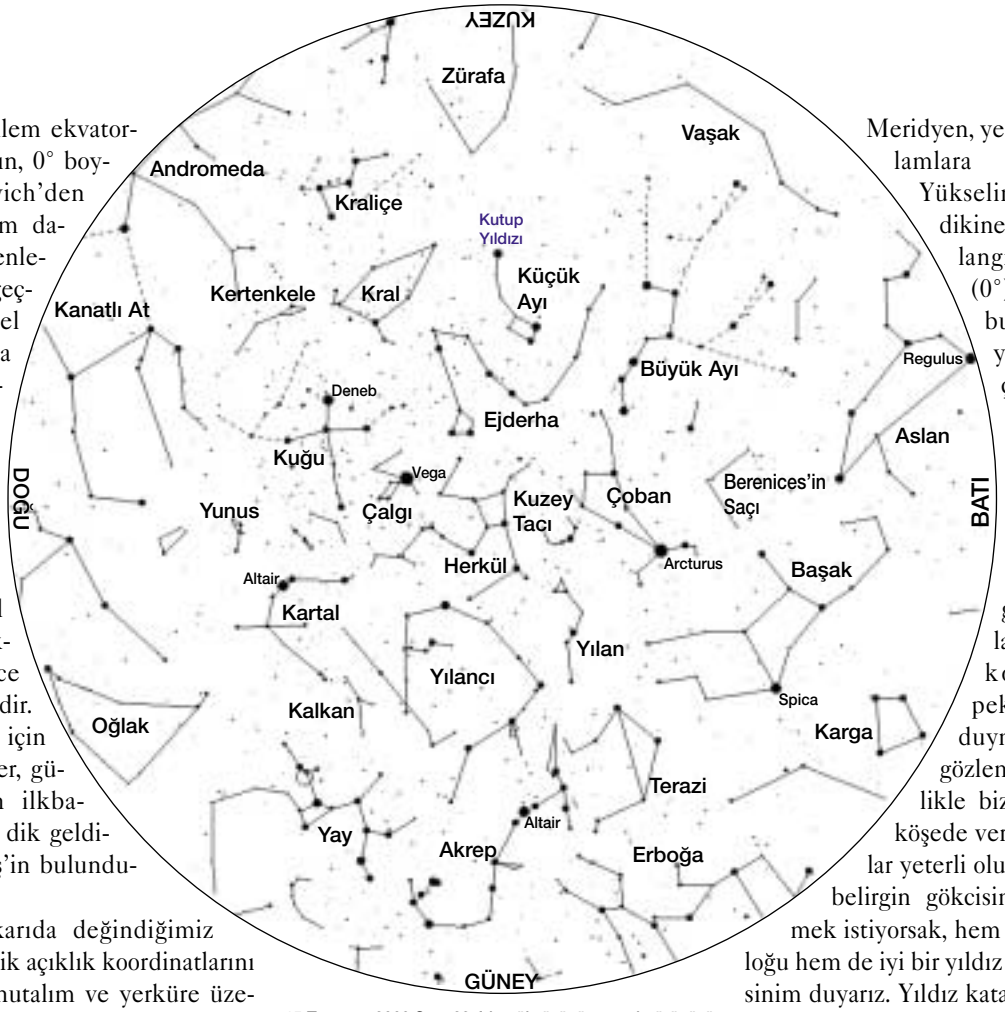
Dik açıklığın sıfır ya da başlangıç düzleminin önemine karşın, sağ açıklığın sıfır noktasının gökbilimsel bir önemi yoktur. Bu yer koordinatlarında da

böyledir. 0° enlem ekvatordur. Buna karşın, 0° boylam, Greenwich'den geçen bir yarım dairedir ve bu enlemin buradan geçmesinin tarihsel önemi dışında bir önemi yoktur. Benzer biçimde, 0^h sağ açıklığın hangi yıldızdan ya da takımyıldızdan geçtiğinin gökbilimsel bir önemi yoktur. Bu sadece tercih meselesidir. 0^h sağ açıklık için kabul edilen yer, güneş ışınlarının ilkbaharda ekvatora dik geldiği anda, Güneş'in bulunduğu noktadır.

Şimdi, yukarıda değindiğimiz sağ açıklık ve dik açıklık koordinatlarını bir süre için unutalım ve yerküre üzerinde bulunduğumuz noktadan gördüğümüz gibi ele alalım gökyüzünü. Bu şekilde bir gökcisminin konumunu nasıl tanımlarız ona bir bakalım. Gökyüzünün bize merkezinde bulunduğumuz bir kubbe (yarımküre) gibi göründüğüne değinmiştik. Bu kubbenin tam tepesine, *başucu* denir. Başucunu 90°; ufku



Temmuz ayında Jüpiter'in dört büyük uydusunun gezegene göre konumları.



15 Temmuz 2000 Saat 22[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

0° kabul edersek, karşımıza yeni bir koordinat sistemi çıkar. Ancak, bu koordinat sistemi, gökyüzüyle birlikte dönmez, sadece gözlemcinin konumuna bağlıdır. Bu koordinat sisteminde, bir gökcisminin konumu, yine iki koordinatla verilir. Bunlar, *yükselim* ve *meridyen*dir.

Bir gökcisminin gözlemcinin bulunduğu yerde ufuktan yüksekliğine yükselim denir. Doğal olarak, Dünya döndükçe bu gökcisminin yükselimi ve meridyeni de değişir. Yani, bir gökcisminin yükselimini ya da meridyenini belirtirken, bir anın söz konusu olması gerekir. Örneğin, 15 Temmuz 2000, saat 22:00'de, Ankara'da Vega'nın yükselimi 69°'dir. Ancak bir saat sonra yine aynı yerde, Vega'nın yükselimi, 80°'dir. Yükselimi ve meridyeni hemen hiç değişmeyen bir yıldız vardır: Kutupyıldızı (Kutupyıldızı tam anlamıyla Kutup noktasında olmadığından çok az bir değişim gösterir; ancak bunu çıplak gözle pek fark edemeyiz.). Kutup Yıldızı'nın yükselimi bizim bulunduğumuz enlemde 40°; ekvatordaki bir gözlemci için 0°; kuzey kutbundaki bir gözlemci içinse 90°'dir.

Meridyen, yerküredeki boylamlara benzetilebilir. Yükselim çizgilerini dikine keser ve başlangıç meridyeni (0°) kuzey kutbundan (kutup yıldızından) geçer. Meridyen değerleri 0° ile 360° arasındadır.

Gökyüzüne ilgimiz yalnızca ona çıplak gözle bakmakla sınırlıysa, bu koordinatlara pek gereksinim duymayız. Bu tür gözlemler için genellikle bizim her ay bu köşede verdiğimiz haritalar yeterli olur. Ama daha az belirgin gökcisimlerini incelemek istiyorsak, hem bir yıldız kataloğu hem de iyi bir yıldız atlasına gereksinim duyarız. Yıldız kataloglarında, yıldızların ya da öteki gökcisimlerinin birtakım özellikleri yanında koordinatları (sağ açıklık ve dik açıklık olarak) verilir. Bu koordinatlar, yer haritalarındaki koordinat çizgilerine benzer biçimde gökyüzü haritalarına da çizilmişlerdir. Böylece, katalogda bulduğumuz bir gökcisminin gökyüzündeki konumunu kolayca buluruz.

Ayın Gök Olayları

Bu ayın en önemli gök olayı, Linear Kuyrukluyıldızı. Bu kuyrukluyıldız, onun kadar parlak olmasa da, yaklaşık üç yıl önce gelen Hale-Bopp gibi çıplak gözle görülebilecek. Linear'ın yaklaşık 3,5 kadir parlaklığa ulaşması bekleniyor. Kuyrukluyıldız, ayın başında Perseus Takımyıldızı'nda olacak. 20 Temmuz'da Büyük Ayı Takımyıldızı'na geçtiğinde, parlaklığı yaklaşık 3,5 kadire ulaşacak. Kuyrukluyıldız, ayın sonunda Aslan'a geçecek ve artık sönükleşmeye başlayacak.

Jüpiter ve Satürn, gökyüzünün iki güzel yıldız kümesi Ülker ve Hyades'in arasında yer alıyor. Bu iki gezegeni gözleyebilmek için, sabah Güneş doğmadan önce doğu ufkuna doğru bakmak gerekiyor.

Alp Akoğlu



İnsanlık Geleceğiyle mi Oynuyor?
İklim Değişiyor

İNSANLIĞIN yerleşik yaşama geçişinden bu yana, dünya iklimi neredeyse değişmeyen bir gidiş izliyor; sıcaklıklarda herhangi bir ciddi değişim olmuyor. Bu nedenle bizler de gerek hava sıcaklıklarının gerekse iklim desenlerinin dünya tarihi boyunca hep aynı kaldığını, değişmediğini düşünüyoruz. Ne var ki iklimbilimcilerin bulguları hiç de böyle olmadığını gösteriyor. Gerçekte dünya iklim sistemi, durgun bir yapıda olmaktan çok uzak. Yüzlerce milyon yıllık sıcak dönemler, bunların ardından gelen onlarca milyon yıllık soğuk dönemler; soğuk dönemlerin içinde yüz bin yıllık periyodlarda ve yaklaşık on bin yıl süren ılık vahalar ve bunların içinde de onlarca ya da yüzlerce yıl süren görece hafif, soğuklu sıcaklı birçok dönem var. Kısacası dünya zaman zaman değişen sürelerle hem ısınıyor hem de sonra yeniden soğuyor.

Örneğin son bir milyar yıl içinde yaklaşık 250 milyon yıl süren sıcak dönemlerin ardından gelen dört büyük soğuk dönem oldu. Sıcak dönemlerde, dünyanın ortalama sıcaklığının 22°C kadar olduğu sanılıyor; bugünkünden 7°C daha fazla! Bu dönemlerde kıtalar bugünkü yerlerine oturmamıştır. Karaların iç bölgelerinde ılık ve sığ denizlerle bataklıklar vardır; deniz düzeyleri yüksektir, kutuplarda buz bulunmaz; oraları da bitkiler ve ormanlarla kaplıdır. Bu sıcak dönemler, bir süre sonra soğuk ama daha kısa süren dönemlerle kesiliyorlar. Bu köklü iklim değişimi de birkaç yüz yıl gibi kısa bir sürede oluyor.

Gezegenimiz, son olarak, yaklaşık elli milyon yıl önce soğuk bir döneme girdi. Aslında şu anda hâlâ onun içindeyiz. Bu dönemde hava sıcaklıkları düştü, kutuplardan başlayarak orta enlemlere değin uzanan buz tabakaları kapladı dünyayı. Canlıların doğal yaşam alanları değişti. Yeni koşullara uyum sağlayamayan türler yok oldu; yeni türler ortaya çıktı. Bu soğuk çağda, yüz bin yıl arayla görülen ve yaklaşık on bin yıl süren kısa dönemlerin dışında dünya sürekli soğuk oldu.

Peki bu periyodik ısınma ve soğumaların nedeni nedir? 250 milyon yıllık sıcak ya da yüz bin yıllık soğuk dönemlere yol açan güçlü etkiler nelerdir? İklimbilimciler de çok uzun zamandır bu sorulara yanıt arıyorlar. İlk soruya daha yanıt bulabilmiş değiller. Ancak ikincisi için bazı ipuçları var.

1930'lu yıllarda Sırp bilim adamı Milutin Milankoviç, Dünya'nın Güneş çevresindeki elips biçimli yörüngesinin, 95 000 yılda bir basıklaştığını gösterdi. Bu periyod akla hemen, yüz bin yıllık buz çağlarını getiriyor. Yörüngedeki bu değişimin yanı sıra Milankoviç, Dünya'nın ekseninde de 41 000 yıllık periyodu olan doğrusal bir kayma ile 23 000 yıllık periyodu olan dairesel bir sapma daha olduğunu buldu. Günümüz bilim adamları Dünya'nın bu hareketlerini bilmekle birlikte, bunların Dünya'nın değişken iklimiyle olan ilişkisini daha tam olarak kuramadılar.

Kimi iklimbilimciler, kıta kayma hareketlerinin ve dağ oluşumlarının iklim değişimlerinde bir etkisi olabileceğini düşünüyor. Çünkü bu tür hareketler okyanuslardaki akıntı sistemlerini ve atmosferdeki rüzgârları etkiler. Kimi bilim adamları da yanardağ etkinliklerindeki periyodik bir aşırılığın iklim sistemini etkileyebileceğini savunuyorlar. Yanardağ patlamalarıyla atmosfere çok büyük miktarlarda toz yükselir. Bu tozlar, güneş ışınlarının geçişini engelleyen bir tabaka oluşturur ve böylece dünyanın sıcaklığı da düşer. 1991'de Filipinler'deki Pinatubo yanardağının patlaması yüzünden bir yıl boyunca dünyanın ortalama sıcaklığı 1°C kadar düşmüştü. Bunlardan başka Güneş lekeleriyle iklim olayları arasında bir ilişki arayan bilim adamları da var. Gerçekten de Güneş'in manyetik alanındaki değişimler ve Güneş lekeleri, yayı-



1991'de patlayan Pinatubo yanardağı

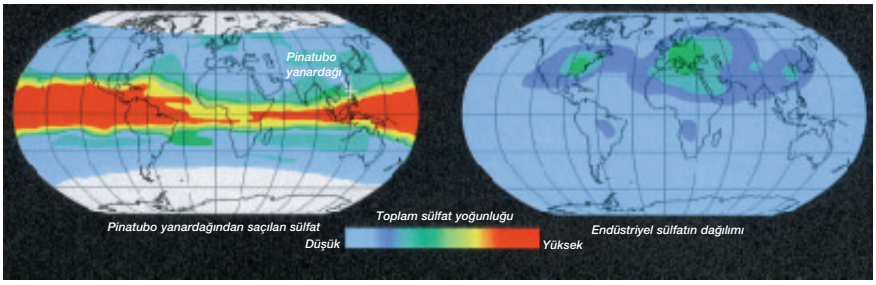


Dünyamızın ısınıyor olduğuna ilişkin en güzel kanıtlardan biri, orta ve alçak enlemlerde dağlardaki buzulların geri çekilmeleridir. Bu geri çekiliş, özellikle son yirmi yılda hız kazanmıştır. Buzullardan buharlaşan sular da denizlerin düzeylerinin yükselmesine yol açar.

lan enerji miktarını etkiler. Bu da doğal olarak Dünya'nın aldığı enerji miktarının değişmesine yol açar.

Soğuma ve ısınmaların nedenleri daha anlaşılabilmiş değil; ama son bir milyon yılda dünyayı en azından dokuz kez buz tabakalarının kapladığı biliniyor. Bugün aslında, bundan elli milyon yıl önce başlamış olan soğuk dönemin içindeki kısa süreli sıcak vahalardan birindeyiz: Büyük bir olasılıkla da vahanın sonu görünmeye başladı. Amerika ve Avrupa'nın ortalarına değin gelen buz tabakaları, bundan 18 000 ile 14 000 yıl önce çekilmeye başladılar. Buzların çekilmesi ısınmanın ilk belirtileriydi. Bu kısa ılık dönemin en yüksek sıcaklıklarına 8000 yıl kadar önce ulaşıldı; hava bugünkünden yalnızca 1-2°C daha sıcaktı. Dört bin yıl kadar önce sıcaklık düşüşleri başladı. Tabii ki arada kısa süreli görece ılık dönemler oldu. Örneğin bin yıllarındaki böyle bir ısınma sırasında, Vikingler İzlanda'ya ve o zamanlar yeşil olan Grönland'a gidip koloniler kurdular; hatta Amerika'ya bile gittiler. Ama sonra soğukların geri gelmesiyle Grönland buzla kaplandı ve koloniler de çöktü.

Bilim adamlarına göre dünya şu anda artık soğuma eğiliminde olmalı. Ancak son yüz elli yıllık gözlemler, bir şeylerin sanki ters gittiğini gösteriyor. On dokuzuncu yüzyılın ortalarından 1940'a değin, dünyanın özellikle kuzey yarım küresinde belirgin bir ısınma gözlenmişti. Sonra, 1940'tan başlayıp 1960'lı yılların sonuna değin süren yaklaşık 0,25°C'lik bir soğuma yaşandı. Bu dönemde Alaska ve İskandinavya'daki buzulların geri çekilmesi durdu. Hatta İsviçre'dekiler ilerlemeye bile başladılar. Ne var ki 1970'li yıllarda dünya yeniden ısınmaya başladı. Kasım 1976'da iklimbilimci Dr. Wallace S. Broecker "Yirmi-otuz yıl sürecek, hızlı bir ısınma döneminin başında olabiliriz. Eğer doğal soğuma eğilimi sona erdiyse, küresel sıcaklık büyük bir artış gösterecektir… bu ısınma 2000 yılında, dünyanın ortalama sıcaklığını son bin yılın en üst düzeyine çıkartabilir" demişti. Bugünkü durum ortada: Ağaç halkaları, buz örnekleri, mercanlar ve okyanus tabanlarından alınan örnekler üzerinde yapılan incelemeler, 1997 yılının son 1200 yıllık dönem içindeki en sıcak yıl olduğunu ortaya koydu. 1998 ise 1997'den bile daha sıcak geçti.



1991'de Filipinler'deki Pinatubo yanardağının patlamasıyla tonlarca kükürt dioksit stratosfere yayılmış ve orada sülfürik asit damlacıklarına dönüşmüştü. Tüm dünyaya yayılan bu ayresol battaniyesi, gelen güneş ışınlarını yansıttığı gibi dünyanın ısısını da soğuruyordu. Bu yüzünden de bir yıl boyunca dünyanın ortalama sıcaklığı 1°C kadar düştü. Bu olay bilim adamlarına, iklim modellerini geliştirme fırsatı sağladı.

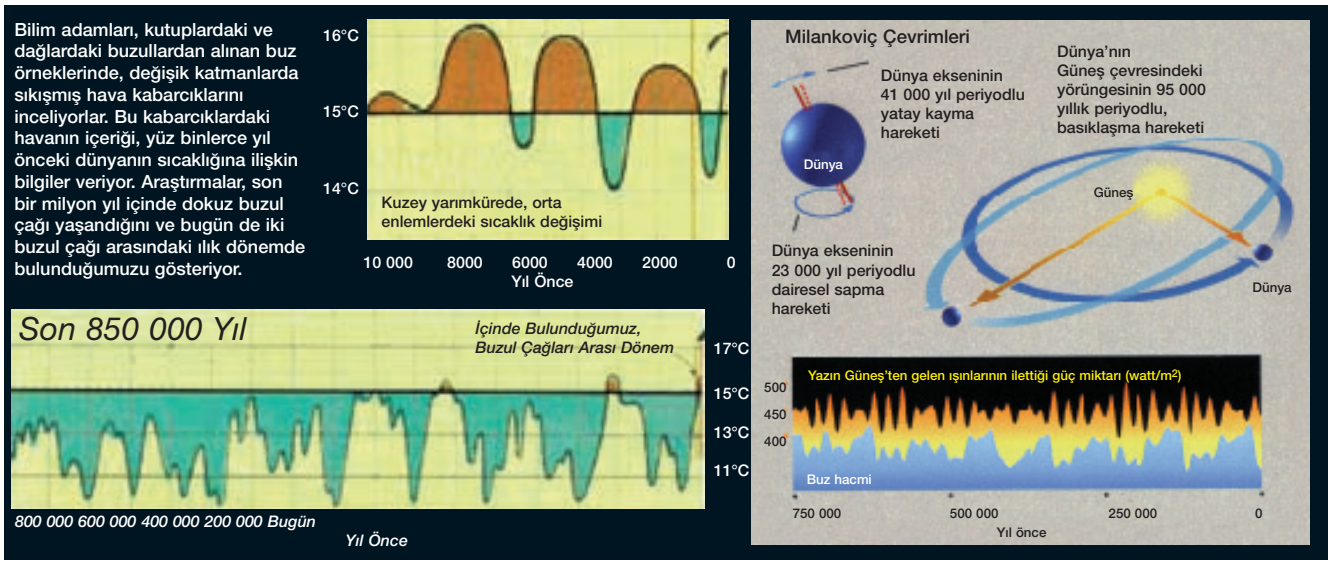
Isınıyoruz

Bugün dünyanın en soğuk bölgesi neresidir sorusuna verilecek yanıt, kuşkusuz Antarktika'dır. Avustralya'nın iki katı büyüklüğündeki bu kıtanın hemen hemen tümü (% 98) buzla kaplıdır. Yaklaşık yüz milyon yıl önce süper kıta Gondwana'dan kopan kıta yavaş yavaş bugünkü yerine oturdu. Oluşumundan sonra çok uzun bir süre üzerinde buz bulunmayan Antarktika'da yaklaşık on beş milyon yıldır değişmeyen bir buz takkesi bulunuyor.

Kıtayı kaplayan buz tabakası, gelen güneş ışınlarının %80-85'ini geri yansıtır. Antarktika'nın günümüzde bu denli soğuk olmasının temel nedeni budur. Buz tabakasının ortalama kalınlığı 1,5 km'dir ama bu kalınlığın 4,5 km'yi aştığı yerler de vardır. Dünyadaki buzların % 90'ı (yaklaşık 30 milyon kilometreküp), Antarktika'da bulunur ve bu buzlar, dünyadaki temiz suların % 70'ini içerir.

Bu yapısıyla, Antarktika'nın dünya iklimi içinde önemli bir yeri vardır. Her şeyden önce kıta, dünya iklim sisteminin soğutucu birimidir. Soğutma etkisinin dünya rüzgâr desenlerinin oluşumunda önemli bir yeri vardır. Bu etkinin yanı sıra Antarktika'nın okyanusla olan ilişkisi de çok önemlidir.

Dünyadaki iklimin en önemli öğelerinden biri de bilim adamlarının *taşıyıcı bant* adını verdikleri okyanus akıntı sistemidir. *Mobius şeridi*ne benzer biçimdeki akıntı, kimi zaman dipten kimi zaman da yüzeyden gider. Dünya-



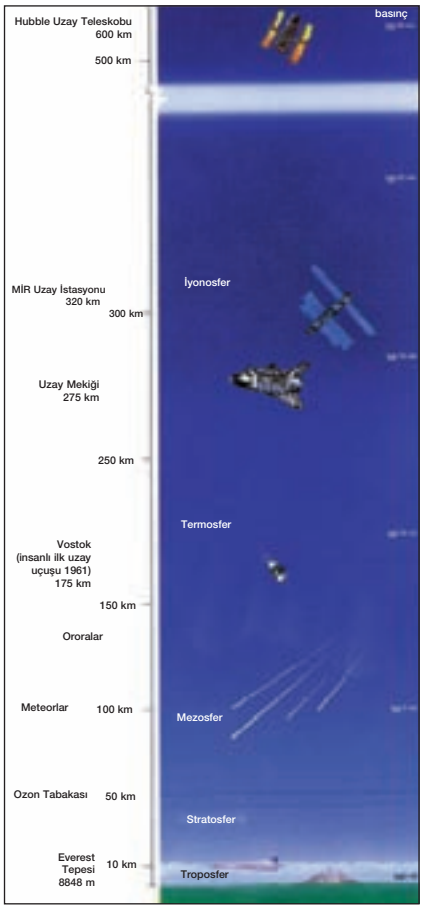
daki tüm ırmaklarda akan suların yirmi katı kadar su taşıyan bu akıntı sistemi İzlanda yakınlarında soğur ve yoğunlaşarak dibe batar. Yön değiştiren akıntı dipten, güneye, Afrika'ya, doğru ilerler.

Afrika'nın güneyinde, Antarktika yakınlarında, akıntı iki kola ayrılır. Kollardan biri Avustralya'nın doğusundan geçerek Pasifik Okyanusu'nun kuzeyine yönelir. Yol boyunca ısınır ve yüzeye çıkar; sonra ABD'nin batı kıyılarını izleyerek güneye iner ve Avustralya'nın kuzeyinden geçer. Öteki kol Hint Okyanusu'nda bir çember çizer; ısınan ve yüzeyden akan sular Avustralya'nın batısında birinci kolla birleşir. Ondan sonra taşıyıcı bant tek bir büyük kol biçiminde Afrika'nın batısından geçerek kuzeye yönelir. Yol boyunca buharlaşma nedeniyle suları azalan akıntının tuz oranı yükselmiştir; kuzeye yaklaştıkça da soğur. İzlanda yakınlarında bu soğuk ve yoğun sular dibe batar. Böylece döngü tamamlanır.

Taşıyıcı bant, okyanuslar arasında su ve ısı alışverişini sağlar. Bu sistem sayesinde Pasifik ve Hint Okyanuslarının sıcak suları Atlantik'e taşınır. Bu sırada yüzeyden giden akıntının üzerindeki hava da ısınır ve akıntının yakınından geçtiği karaların iklimi yumuşar. Örneğin Kuzeybatı Avrupa, taşıyıcı bant sayesinde yaklaşık 10°C daha sıcak olur.

Güney yarımkürede yaz mevsimi geldiğinde, Antarktika'da eriyen buzların soğuk suları da dibe çöker ve taşıyıcı banta katılır; sonra da kuzeye yönelir. Bu nedenle Antarktika, hem soğukluğu hem de taşıyıcı banta aktardığı soğuk suları nedeniyle dünya iklim sisteminin dengesi açısından çok önemlidir.

Son yıllarda bilim adamları kıtanın iç bölgelerinin aldığı yağış miktarında bir artış, bunun yanında kıyılarındaki buz hacminde de bir azalış gözlüyorlar. Buz hacmindeki benzer bir azalma Arktik Denizi'yle dünyanın orta ve alçak enlemlerindeki buzullarda da kendini gösteriyor. Örneğin Afrika'da Kilimanjaro Dağı'ndaki buzul, 20. yüzyılda kütlesinin yaklaşık dörtte üçünü yitirdi. Aynı dönemde Kafkaslar'daki buzulların kütlesi yarıya indi. Çin-Rusya sınırında, Tiyen Şan Dağları'ndaki buzullarsa son kırk yılda yaklaşık % 20 küçüldüler.

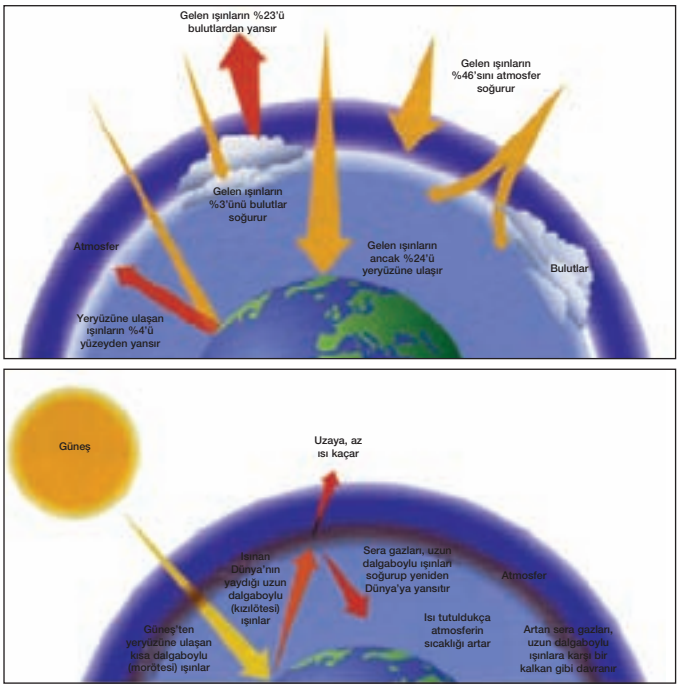


Yirminci yüzyılda denizlerin düzeyi 10-25 cm kadar yükseldi ve günümüzde de her yıl yaklaşık 2 mm yükseliyor. Bunun 0,2-0,6 mm kadarı okyanusların ısıl genleşmesinden (tıpkı yazın ısınan elektrik hatlarının sarkması gibi) kaynaklanıyor. Yükselmenin geri kalan bölümünün, buzların ve buzulların erimesi yüzünden olduğu sanılıyor. Bilim adamları bu durumu kaygıyla izliyorlar. Ama onları daha da kaygılandıran olay, buzulların erime hızının son yıllarda giderek artıyor olması. Örneğin Yeni Zelanda'daki buzullar yalnızca yirmi yılda kütlelerinin dörtte birini yitirdiler. İspanya'da 1980'de yirmi yedi olan buzul sayısı bugün on üçe düşmüş durumda. Peru Andları'ndaki Qori Kalis buzulu, 1963-78 yılları arasında, yılda dört metre kadar geri çekilirken, 1995'te buzulun yıllık geri çekilme hızı otuz metreye ulaştı. Bilim adamlarına göre buzullardaki bu erime, bir tek şeyi gösteriyor; küresel bir sıcaklık artışını.

Sıcaklık artışının tek göstergesi buzulların erimesi değil kuşkusuz. Göllerin su sıcaklıklarındaki artışlar ya da atmosferde sıcaklığın 0°C'ye düştüğü yüksekliğin, 1970'ten bu yana her yıl, 4,5 m kadar artması da birer gösterge. Ancak dünya sıcaklığındaki artışı, en belirgin olarak gözler önüne seren kanıt, yaklaşık 140 yıldır dünyanın birçok yerinde tutulan sıcaklık kayıtları. Bu kayıtlar incelendiğinde, 1860-2000 yılları arasında küresel sıcaklığın yaklaşık

0,5-0,7°C yükselmiş olduğu görülüyor. Sıcaklığın en hızlı arttığı dönem de son yirmi yıllık dönem.

Bir dereceden bile küçük bu artışın aslında pek de önemli bir artış olmadığı düşünülebilir. Ancak 1500'lü yıllarda başlayıp 1800'lü yıllara değin süren ve Avrupa'da Küçük Buz Çağı olarak anılan soğuk dönemde, ortalama küresel sıcaklık, bugünkü değerinin yalnızca 1°C altındaydı. Günümüzden 12 000 yıl kadar önce sona eren, son buzul çağındaysa dünyanın ortalama sıcaklığı bugünkü düzeyinden yalnızca 5°C daha düşüktü. Bize sayı olarak pek küçük gelen bu sıcaklık değişimlerinin, iklim kuşakları, canlıların doğal yaşam alanları ve insanların toplumsal yaşamları üzerinde gerçekte büyük etkileri olur.



Güneş'ten gelen ışınların bir bölümü bulutlar tarafından yansıtılır, bir bölümü atmosferce soğurulur, bir bölümü de yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan ışınların küçük bir bölümü doğrudan yansır; geri kalanıysa Dünya'yı ısıtır. Bu kez, ısınan Dünya kızılötesi ışın yaymaya başlar. Ancak Dünya'nın yaydığı bu ışınlar uzaya yayılamadan atmosferdeki sera gazlarınca soğurulur ve gerisin geri Dünya'ya yansıtılır.

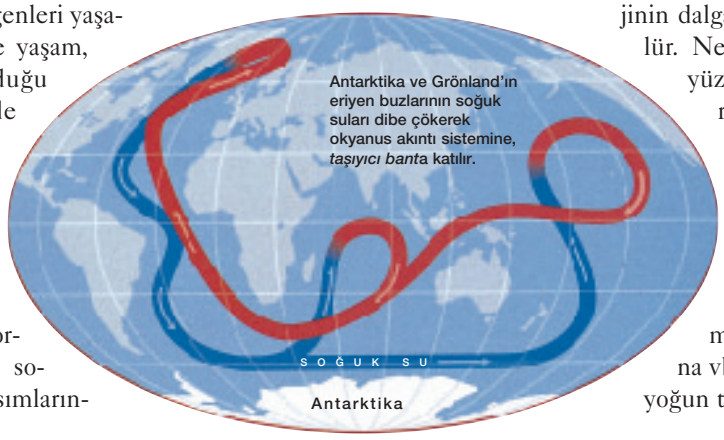
Atmosfer

Güneş sisteminde, Merkür dışındaki tüm gezegenlerde, hatta kimi gezegenlerin uydularında bile atmosfer bulunur. Bu atmosferlerin kalınlığı, içerdiği gazlar ve yapısı gezegenden gezegene değişir. Örneğin Mars'ta, karbon dioksitten (CO_2) oluşan ince ve soğuk bir atmosfer vardır. Öte yandan Venüs'te başta yine CO_2 olmak üzere, azot, kükürt dioksit ve su buharından oluşan çok yoğun ve sıcak bir atmosfer bulunur. Mars'ın yüzey sıcaklığı –130°C'ye kadar düşerken Venüs'te sıcaklık 500°C kadardır. Mars'ın atmosferi çok incedir ve Güneş'ten gelen yüksek enerjili morötesi ışınları engelleyecek bir yapıda değildir. Öte yandan Venüs'ün atmosferindeki bulut tabakası öylesine kalındır ki yüzeyden Güneş'i görmek olanaksızdır. Her iki gezegenin atmosferi de bugün için hem insanlar hem de Dünya'daki başka canlılar açısından –kimi mikroorganizmalar dışında– bu gezegenleri yaşanamaz kılıyor. Yeryüzünde yaşam, atmosferimizin oluşturduğu uygun koşullar sayesinde başlamış ve onun değişimleriyle birlikte evrim geçirerek biçimlenmiştir.

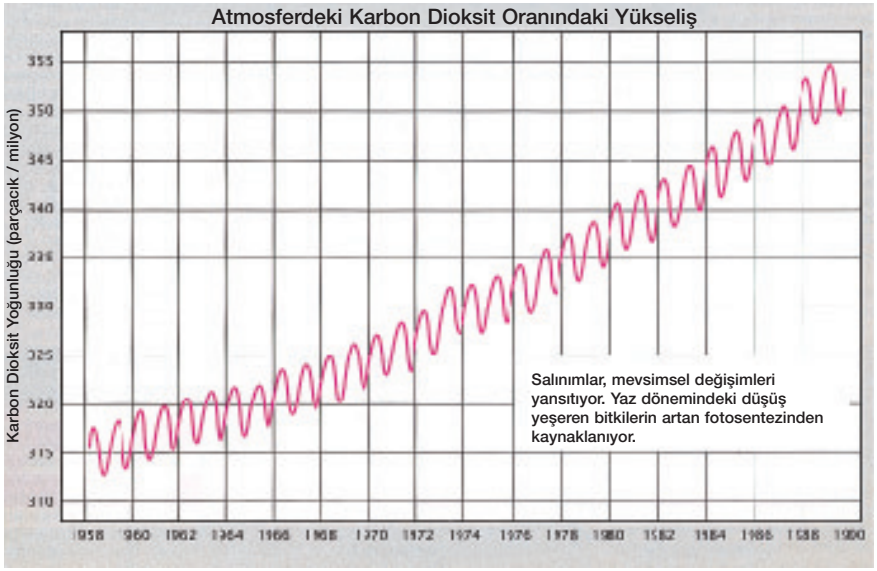
Bilim adamları, oluşumunun ilk aşamalarında Dünya'nın bir atmosferi bulunmadığını düşünüyorlar. Tektonik hareketlerin sonucunda Dünya'nın iç kısımlarından gelen gazların zamanla bir atmosfer oluşturduğu var sayılıyor. Bu ilk atmosferin içeriği ve yapısı bugünkünden çok farklıydı. Örneğin oksijen yok denecek kadar azdı; bir ozon tabakası da yoktu.

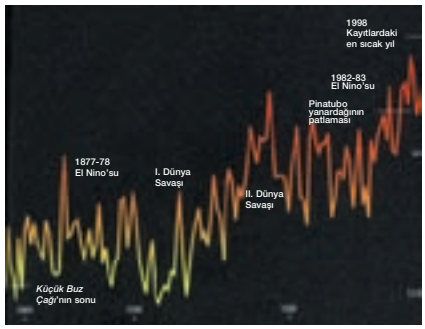
Günümüzde dünya atmosferini oluşturan temel gazlar azot (N_2) ve oksijendir (O_2). Bu iki gazın yanı sıra argon (Ar), karbon dioksit (CO_2), metan (CH_4), su buharı (H_2O), eser miktarda başka gazlar ve havada asılı küçük parçacıklar, ayresoller, bulunur. Atmosferimiz, birbirinen farklı özellikler gösteren katmanlardan oluşur. Gazların, her katmandaki oranları değişiktir. Ama ilk yüz kilometre boyunca azotun (% 78) ve oksijenin (% 20,5) oranları pek değişmez. Yükseklik arttıkça katmanlardaki gazların yoğunluğu (metreküpteki atom ya da molekül sayısı) da düşer.

Atmosferin ilk ve en yoğun tabakası *troposfer*dir. Troposferin kalınlığı yalnızca 10-15 km'dir ama atmosferdeki gaz kütlesinin % 85'i de bu katmanda bulunur. Burada yükseklik arttıkça sıcaklık azalır; en üst kısımları –60°C kadardır. Atmosferdeki su buharının hemen hemen tümü buradadır. Troposferin üzerinde yaklaşık 50 km kalınlığındaki, kuru ve daha az yoğun *stratosfer* yer alır. Stratosferin ilginç bir özelliği vardır; troposferin tersine, sıcaklık yükseklikle birlikte artar. Güneş'ten gelen morötesi ışınlar, stratosferin üst kısımlarındaki (35-48 km arası) iki atomlu oksijen moleküllerini parçalar. Ama oksijen atomları, bu kez ozon (O3) oluşturacak biçimde yeniden birleşirler. Oluşan ozon tabakası, Güneş'ten gelen ve Dünya'daki yaşam için tehlikeli olan morötesi ışınların geçişini engeller. Stratosferden sonra sırasıyla *mezosfer*, *termosfer* ve *iyonosfer* yer alır.



Uzaydan bakıldığında, dünyamızın yaydığı enerjinin dalgaboyuyla, –18°C'deki bir cisimden yayılan enerjinin dalgaboyunun aynı olduğu görülür. Ne var ki Dünya'da ortalama yüzey sıcaklığı 15°C'dir. Bu durum, ısının yer yüzüyle atmosferin alt katmanları arasında tutulduğunu gösterir. Gerçekten de Güneş'ten Dünya'ya gelen enerji, troposferde tutulur. Atmosfer olayları diye adlandırdığımız rüzgâr, yağmur, dolu, fırtına vb. olaylar hep bu en alt ve en yoğun tabakada olur.





Yüz elli yıllık sıcaklık kayıtları, Dünya'nın bu dönemde 0,5-0,7°C kadar ısındığını ortaya koyuyor. Bilim adamları, endüstri devrimiyle birlikte atmosferde karbon dioksit ve metan gibi sera gazlarındaki artmasının bu ısınmayla ilişkili olduğunu düşünüyorlar. Çünkü buz örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar, yüz binlerce yıl boyunca atmosferdeki sera gazı oranlarının Dünya'nın sıcaklığıyla birlikte artıp azaldığını gösteriyor.

Sera Etkisi

Güneş'in iç bölgelerinde oluşan füzyon tepkimeleri sırasında, çok büyük miktarlarda enerji açığa çıkar. Bu enerji yavaş yavaş Güneş'in yüzeyine doğru iletilir ve oradan da bütün dalgaboylarındaki elektromanyetik dalgalar biçiminde uzaya yayılır. Güneş sistemindeki gezegenler, büyüklüklerine ve Güneş'e olan uzaklıklarına göre, bu enerjinin küçük bir bölümünü paylaşırlar –geri kalanı, uzayda yayılmayı sürdürür.

Dünya'ya gelen ışınların yaklaşık dörtte biri, bulutlardan yansıyarak uzaya döner. Geri kalan enerjinin yaklaşık dörtte birini (% 28) stratosferdeki ozon tabakasıyla troposferdeki bulutlar ve su buharı soğurur. Atmosferin soğurduğu ışınların % 90'ı bizim göremediğimiz kızılötesi ve morötesi ışınlar, % 10'u da görünür ışındır. Bir başka deyişle atmosfer, Güneş'ten gelen görünür ışınların onda dokuzunun yeryüzüne geçişini engellemez. Yeryüzüne ulaşan bu ışınlar da onu ısıtır. Tropikal kuşaktan yükselen sıcak hava kutuplara doğru, soğuk kutup havası da yüzeye inip ekvatora doğru yönelir. Böylece atmosfer olayları, su çevrimi, karbon çevrimi vb. süreçler işleyerek dünyada yaşamın sürmesi sağlanır.

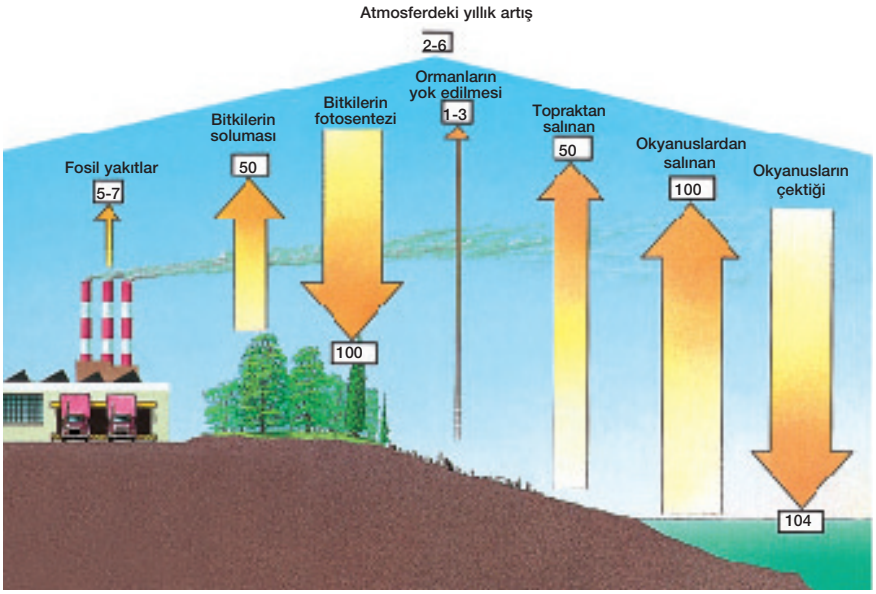
Gelen ışınlarla ısınan Dünya, tıpkı dev bir radyatör gibi davranmaya başlar. Ancak bu ısıyı Güneş gibi tüm dalgaboylarında yayamaz; yalnızca kızılötesi ışınlar biçiminde yayabilir. Ne ki yüzeyden yayılan bu ışınların yalnızca küçük bir bölümü uzaya gidebilir. Çünkü atmosferdeki su buharı, karbon dioksit ve metan molekülleri bu ışınları soğurur; sonra da yüzeye doğru yansıtır. Böylece Dünya'nın yüzeyi ve troposfer, olması gerekenden daha sıcak olur. Bu olay, Güneş ışınlarıyla ısınan ama içindeki ısıyı dışarıya bırakmayan seraları andırır ve bu nedenle de doğal *sera etkisi* olarak bilinir.

Bu sürecin başlıca aktörleri olan, su buharı, karbon dioksit ve metan da *sera etkisi yapan gazlar* ya da kısaca *sera gazları* olarak anılırlar. Bunların yanı sıra azot oksit (N_2O) ve kloroflorokarbonlar (CFC) da sera etkisi yapar. Ancak bunların atmosferdeki oranları çok küçüktür.

Dengeli bir sera etkisinin Dünya'daki yaşam için büyük bir önemi vardır. Çünkü dünyayı sıcak ve yaşanabilir kılar. Eğer bu etki olmasaydı yeryüzünde ortalama sıcaklık –18°C dolayında olurdu. Tıpkı Mars'takine benzer bir durum. Öte yandan şiddetli bir sera etkisi de Dünya'yı çok sıcak bir gezegen yapabilir; tıpkı Venüs gibi. Sera etkisinin, Dünya'yı olduğundan daha sıcak yapmasının yalnızca insan için değil tüm canlı türleri için yaşamsal bir önemi vardır. Hatta Dünya'da yaşamın başlamasının bile sera etkisiyle belki bir ilişkisi olabilir.

1970'li yılların başında ABD'deki Cornell Üniversitesi'nden iki bilim adamı, Carl Sagan ve George H. Mullen, ilginç bir düşünce ortaya attılar. Dünya'da okyanusların yaklaşık 3,8 milyar yıldır var olduğu ve en basit yaşam biçimlerinin de bu okyanuslarda yaklaşık 3,5 milyar yıl önce ortaya çıktığı tahmin ediliyor. Ayrıca aynı dönemde oluşumunun ilk aşamalarındaki Güneş'in, bugünkünden % 30 daha sönük olduğu ve çevresine daha az enerji yaydığı da biliniyor. Sagan ve Mullen'in düşüncesine göre, o dönemde Güneş'ten gelen enerji miktarı, Dünya'yı bugünkü gibi ısıtamayacak ve okyanuslardaki suların da sıvı olarak bulunmasına olanak vermeyecek denli azdı. Bu durumda okyanusların donması ve yaşamın da ortaya hiç çıkamaması gerekirdi. Ama hiç de öyle olmadı. Çünkü o dönemde atmosferin yapısı ve içeriği bugünkünden çok farklıydı. Güneş'ten gelen yetersiz enerjiye karşın Dünya'nın yüzeyi, suların sıvı kalmasını sağlayacak denli sıcaktı. Bunun nedeni de günümüzdekinden çok daha şiddetli bir sera etkisinin yaşanıyor olmasıydı. O dönemde atmosferdeki CO_2 oranı bugünkü düzeyinin 100–1000 katıydı. Zamanla oksijen üreten alglerin ve fotosentez yapan kara bitkilerinin ortaya çıkmasıyla bu oran giderek düştü. Atmosferin içeriği değişmeye başladı; canlılar sayesinde atmosferdeki karbon dioksit sürekli azalırken oksijen miktarı arttı.

Bu düşüncenin kanıtlanması olanaklı değil. Kuşkusuz başka bilim adamları sera etkisini dışlayan değişik senaryolar üretebilir. Ama Sagan'la Mullen'in senaryosunda aksayan bir yan da yok. Atmosferimizin içeriğinin, milyarlarca yıllık dünya tarihi boyunca zaman zaman değişmiş olduğu artık herkesçe biliniyor. Hatta bunun somut bir örneğine, bugün bizler tanıklık ediyoruz; 20. yüzyıl boyunca sera gazlarının atmosferdeki oranları sürekli arttı ve hâlâ da artıyor. Bunlardaki artış da atmosferin ısı tutma kapasitesini arttı-



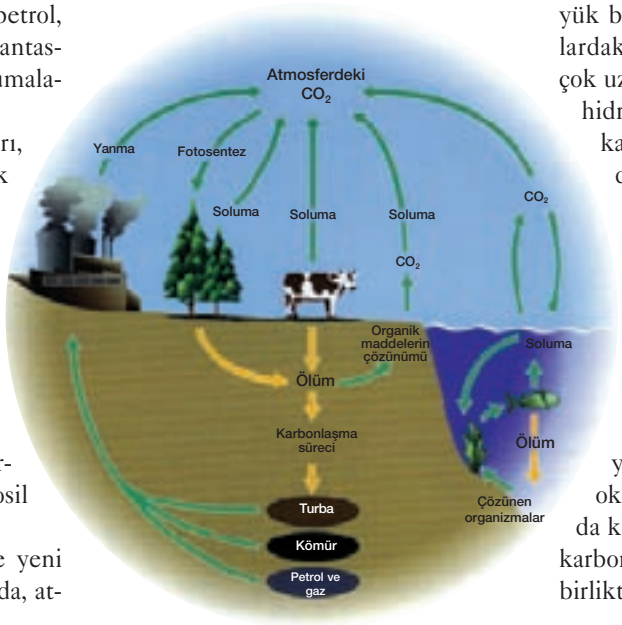
rıyor ve böylece küresel sıcaklığın yükselmesine yol açıyor. Bu gazlar arasında en etkilisi su buharı. Dünyadaki sera etkisinin % 75'inin su buharından kaynaklandığı düşünülüyor. Bu durum, ilginç ve tehlikeli olabilecek bir kısır döngü oluşturuyor. Çünkü dünya ısındıkça okyanuslardan, deniz, göl ve ırmaklardan daha büyük miktarlarda su, buharlaşıp atmosfere karışır. Atmosferdeki daha çok su buharı da sera etkisinin artması yani dünyanın biraz daha ısınması demektir. Ne ki insanların su çevrimi üzerinde yapabilecekleri doğrudan bir etki yok. Ama sera etkisini arttıran öteki gazların büyük bir bölümünü, insanlar üretiyor. Bunların başında da karbon dioksit geliyor.

On yedinci yüzyılın başlarında keşfedilen karbon dioksit, renksiz bir gaz. Atmosferde % 0,03 (on binde üç) oranında bulunuyor ve temel olarak, karbon içeren maddelerin (kömür, petrol, doğalgaz vb) yakılmasıyla, fermantasyonla, hayvan ve bitkilerin solumalarıyla üretiliyor.

Günümüzde bilim adamları, 1860'tan bu yana görülen yaklaşık 0,7°C'lik küresel ısınmanın % 60'lık bölümünden, karbon dioksitin sorumlu olduğu kanısındalar. Çünkü atmosferdeki karbon dioksit miktarı son 200 000 yılın en üst düzeyinde. Bu kadar fazla karbon dioksitin atmosfere karışmasından da kuşkusuz, otomobillerde, fabrikalarda, elektrik santrallarında vb. fosil yakıtları yakan insanlar sorumlu.

Gerçekte bu düşünce hiç de yeni değil. Daha 19. yüzyılın ortalarında, atmosferin bileşimindeki küçük değişimlerin bile büyük iklimsel değişikliklere yol açabileceği tahmin ediliyordu. Bu konu üzerinde çalışan ve atmosferdeki karbon dioksitin dünya iklim sistemine olan etkisini ilk fark eden, Nobel Ödüllü İsveçli kimyacı Svante A. Arrhenius oldu. Arrhenius 19. yüzyılın sonlarında, karbon dioksit oranındaki değişimin, dünyanın yüzey sıcaklığını nasıl etkileyeceğini hesapladı. Onun hesaplarına göre karbon dioksit oranı iki katına çıkarsa, yaklaşık 6°C'lik bir küresel ısınma olacaktı! Arrhenius'un bulduğu değer, bugün iklimbilimcilerin öngörülerine oldukça yakın.

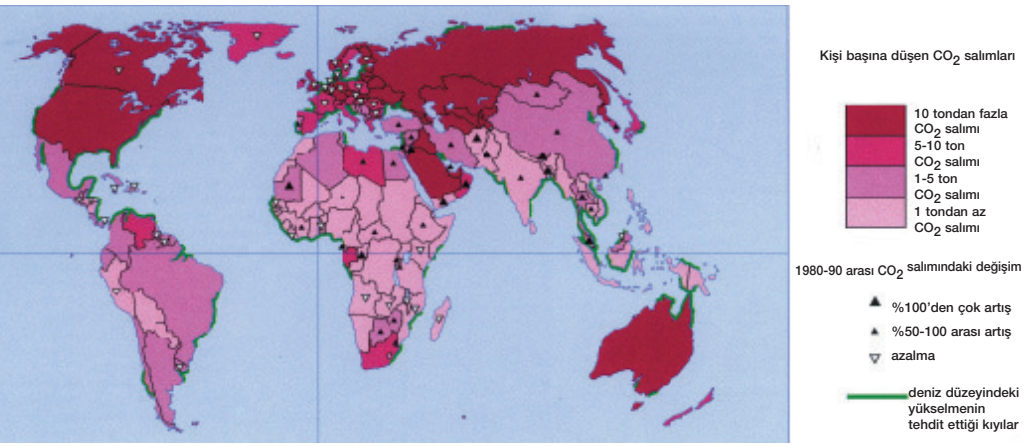
Bu konuya yönelik ilk pratik uygulamalar ancak 20. yüzyılın ortalarında gerçekleştirildi. Atmosferdeki karbon dioksit miktarının sistematik olarak gözlenmesine 1958'de başlandı. O yıllarda yapılan gözlemler, yaklaşık yüz yıllık bir dönemde atmosferdeki karbon dioksit miktarının % 25 oranında artmış olduğunu ortaya koydu. Bilim adamları, bu artışın temel nedenini fosil yakıtların kullanılması ve ormanların yok edilmesi gibi insan etkinlikleri olduğunu düşünüyor. Çünkü buz örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar atmosferdeki karbon dioksit oranının binlerce yıldır değişmediğini ortaya koyuyor; ta ki Endüstri Devrimi başlayana dek.



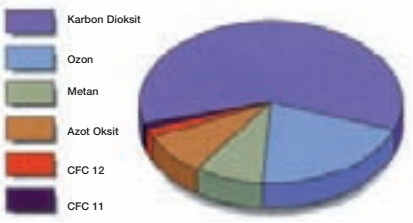
Sera Gazları

Dünyanın kabuğu denince akla hemen, dünyanın iç kısmında sıvı durumundaki mantonun üzerinde bulunan ve kalınlığı yer yer 6 km ile 70 km arasında değişen katı bölüm, litosfer, gelir. Ne var ki bilim adamlarının "Dünya'nın kabuğu"ndan anladıkları daha farklıdır. Onlara göre kabuk, o katı bölüm, litosfer, ile birlikte hidrosferi (okyanuslar, denizler, göl ve ırmaklar), atmosferi ve buralarda yaşayan canlıları (biyosfer) da kapsar. Kabuğu oluşturan bu katı, sıvı ve gaz bölümler ve biyosfer birbirleriyle sürekli ve yoğun bir etkileşim içindedir. Bunlardan herhangi birindeki bir değişiklik ötekilerde de değişimlere yol açar. Karbon çevrimi, bu karşılıklı ilişkiyi ortaya koyan güzel ve somut bir örnektir.

Yaşam, havadaki karbon dioksitin, canlı organizmalardaki karbon temelli organik bileşiklere dönüşmesi üzerine kuruludur. Dünyadaki karbonun büyük bölümü kayalardadır. Ancak bunlardaki karbonun çevrime katılması çok uzun sürer. Öte yandan atmosferle hidrosfer arasında çok daha hızlı bir karbon alışverişi vardır. Atmosferdeki karbon dioksit suda çözünerek karbonik asit oluşturur; sonra sırasıyla bikarbonat ve karbonat iyonlarına dönüşür. Suyun içinde yaşayan bitkiler fotosentez için suda çözünmüş olarak bulunan karbonatlardan ve karbon dioksitten yararlanırlar. Okyanuslar her yıl atmosferden yaklaşık 104 milyar ton karbon dioksit çeker ve 100 milyar ton kadar da karbon dioksit salar. Okyanusların karbon çevrimindeki etkisi bilinmekle birlikte bu çevrimde yer alırken hangi



Sera gazlarının küresel ısınmadaki payları



Bilim adamları, küresel ısınmanın temel nedeni olarak sera gazlarının artışını görüyorlar. Bunların başında su buharı geliyor. Ama insanların su çevrimine karşı yapabilecekleri bir şey yok. Bunun yanında atmosferdeki öteki sera gazlarını insan etkinlikleri arttırıyor. Bu etkinliklerin başında da fosil yakıtların kullanılması geliyor.

iç süreçlerin işlediği hâlâ açıklığa kavuşmuş değil.

Karadaki bitkiler de fotosentez sırasında atmosferdeki karbon dioksiti alır ve karbon temelli bileşiklere çevirirler. Bunların bir bölümü metabolizmalarında kullanılır; geri kalan bölümü de depolanır. Bitkilerin depoladığı karbon, bitki yiyen hayvanlara geçer. Kara bitkileri fotosentez yoluyla her yıl yaklaşık 100 milyar ton karbon dioksiti atmosferden çeker. Bitkiler, hayvanlar ve toprak her yıl soluma yoluyla 100 milyar ton karbon dioksit salar.

Karbon, ağaç dokularında da depolanır. Kayalardan sonra karalardaki en büyük karbon deposu ormanlardır. Yaşayan ormanlar yeryüzündeki; geçmiş dönemlerde yaşamış ormanlar da yer altındaki (kömür, petrol ve doğalgaz biçiminde) karbon depolarıdır. Dünyadaki doğal süreçlerin on milyonlarca yıldır depoladığı bu karbon stokları, yirminci yüzyıl boyunca insanlar tarafından çok hızlı bir biçimde atmosfere (karbon dioksit olarak) geri verilmiştir; hâlâ da veriliyor. Öte yandan atmosferdeki karbon dioksit oranını düşürecek ormanlar da hızla yok ediliyor. Fosil yakıtların tüketimi ve ormansızlaştırma yüzünden her yıl atmosfere yaklaşık 7 milyar ton karbon dioksit salınıyor.

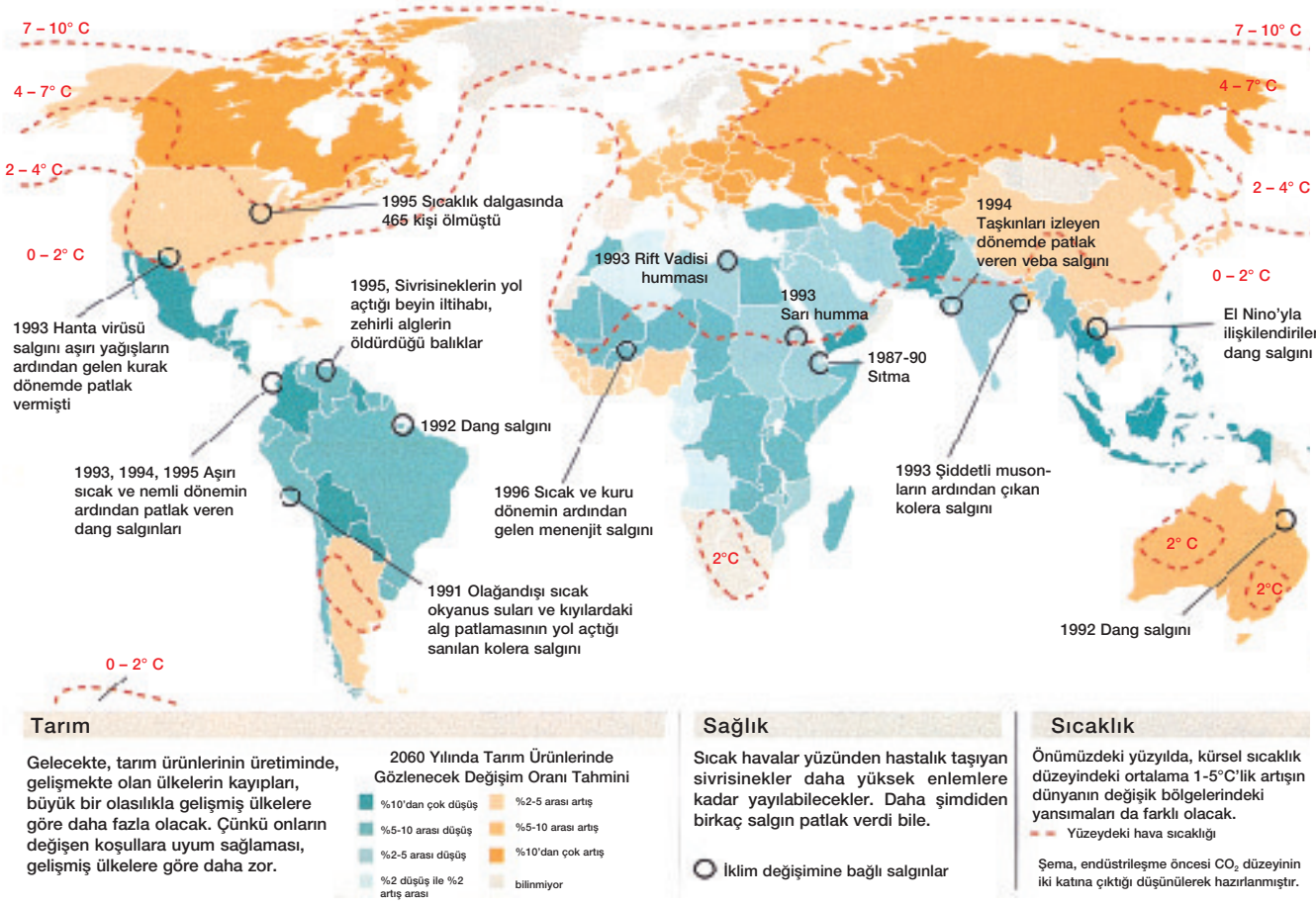
Şu anda atmosferde 750 milyar ton dolayında karbon dioksit bulunuyor. Bitkilerin, hayvanların ve toprağın soluması, fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaştırma ve okyanus-atmosfer etkileşimi yüzünden her yıl yaklaşık 207 milyar ton karbon dioksit atmosfere salınıyor. Bu miktar her yıl artıyor. Öte yandan, kara bitkilerinin fotosentezi ve yine okyanus-atmosfer etkileşimi nedeniyle de yaklaşık 204 milyar ton karbon dioksit her yıl atmosferden çekiliyor. Bu durumda yılda 3 milyar ton dolayında karbon dioksit atmosfere ekleniyor. Bu da aslında insanların fosil yakıt kullanımı sonucunda atmosfere salınan karbon dioksit miktarına eşit. Ne var ki dünyadaki fosil yakıt rezervleri, atmosferdeki karbon dioksit düzeyini 5-10 katına çıkaracak denli fazla. Bilim adamlarının tahminlerine göre insanlar, yer altındaki bu karbon stoklarını yavaş yavaş atmosfere aktaracak. 2050 yılında atmosferdeki karbon dioksit oranının 1850'deki düzeyin iki katına, 2100'de de üç katına çıkması bekleniyor.



Su buharı ve karbon dioksitle birlikte, dünyanın ısınmasına yol açan bir başka gaz da metan. Havadan hafif olan metan, renksiz ve kokusuz bir gaz ve atmosferde, karbon dioksit miktarının iki yüzde birinden daha az bulunuyor. Ama metan moleküllerinin ısı tutma yeteneği, karbon dioksit moleküllerinin 20 katıdır. Atmosferde kalış süresi de 10 yıl kadardır. Bilim adamları yaşadığımız küresel ısınmanın % 10-15'lik bölümünden atmosferdeki metanın sorumlu olduğunu düşünüyorlar. Atmosferdeki metan miktarı tıpkı karbon dioksit miktarı gibi biyolojik süreçlerden etkileniyor. Ölen bitki ve hayvanların anaerobik çözünmesi sırasında topraktaki bakterilerce ortaya çıkartılıyor. Bu nedenle de nemli topraklarda, pirinç tarlalarında, bataklık bölgelerde ve çöplüklerde bolca bulunur. Ayrıca doğal gazın % 50-90'ı metandır. Petrol, doğal gaz ve maden çıkarma çalışmaları sırasında da atmosfere metan karışır. Günümüzde atmosferdeki metan oranı 18. yüzyıldakinin 2,5 katıdır. Yapılan araştırmalar metan miktarının her yıl % 1 oranında arttığını gösteriyor. Küresel ısınma organik madde çözünümünü hızlandırdığı için bilim adamları metan miktarındaki bu artışın daha da hızlanacağını tahmin ediyorlar.

Küresel Isınma

Dünya iklim sistemi çok karmaşık bir bulmaca gibidir. Atmosfer, okyanuslar, okyanus akıntı sistemi, kutup bölgeleri, ormanlar, çöller, buzullar, yanardağlar, insan etkinlikleri vb. birçok değişkeni vardır. Bunların iklim sistemi üzerindeki tek tek etkileri ve birbirleriyle karşılıklı etkileşimleri hâlâ tam olarak anlaşılmış değil. Hatta bu yönde daha alınması gereken çok uzun bir yol olduğu bile söylenebilir. Bu nedenle hava durumu tahminlerinde, kasırga rotalarının ve gelecekteki iklim desenlerinin öngörülmesinde iklimbilimcilerin en çok başvurdukları araç, bilgisayar ortamında oluşturulan matematiksel modellerdir. Bu matematiksel modellere yönelik ilk çalışmayı, 1940'lı yılların sonunda dünyaca ünlü



matematikçi John von Neumann'ın başkanlığındaki bir grup bilim adamı başlattı. Bu çalışmalar sayesinde hava durumu tahmini, kişilere bağlı bir sanat olmaktan çıkıp bilimsel bir yapıya kavuştu. Küresel iklim sisteminin modellenmesine yönelik ilk çalışmalar da 1956'da başlatıldı. Gözlem tekniklerinin ve gözlem aygıtlarının gelişimiyle birlikte atmosfer olayları ve dünya iklim sistemine ilişkin toplanan bilgiler sürekli arttı. Bu bilgiler sayesinde matematiksel modeller de her geçen gün daha iyileşti. Meteoroloji uydularının kullanılmaya başlaması, yüksek hızlı ve büyük bellekli bilgisayarların devreye girmesiyle atmosfere ve okyanuslara yönelik gözlemlerin niteliğinde ve gelen verilerin değerlendirilmesinde de bir atılım yaşandı.

Günümüzde, iklimbilimcilerin kullandığı birkaç küresel iklim modeli bulunuyor. Bunlar kimi zaman ayrıntılarda farklı sonuçlara ulaşsalar da genel öngörüleri aynı oluyor. Örneğin bu modellerin tümü, karbon dioksit oranındaki bir artışın dünyada yavaş yavaş bir ısınmaya yol açacağını söylüyor. Bu ısınmanın gidişi de küresel enerji kullanma hızına bağlı olacak. Yapılan hesaplar, 1990'da 10 terawatt olan dünya güç tüketiminin, 2020'de 20 terawatt'a ve 2050'de de 30 terawatt'a çıkacağını gösteriyor. Bununla birlikte atmosferdeki karbon dioksit oranının da 2050'li yıllarda ikiye katlanacağı tahmin ediliyor. Bu artışın ne kadarlık bir ısınmaya yol açacağı konusundaysa, değişik iklim modelleri farklı sonuçlar veriyor. Bazı modeller, sıcaklık artışının 1°C ile sınırlı kalacağını söylerken bazıları da artışın 5°C'ye kadar çıkabileceğini söylüyor. Bir başka deyişle küresel bir ısınmanın olacağından neredeyse herkes emin. Ama bu ısınmanın ne kadar olacağı, ne kadar süreceği ve en önemlisi dünyada ne gibi değişikliklere yol açacağı konusunda kimse net bir şeyler söyleyemiyor. Bir derecelik bir artışın bugünkü toplumsal yapıları ve düzeni pek etkilemeyeceği düşünülüyor. Ancak eğer dünyanın sıcaklığı 5°C artarsa, bu durum yalnızca insanlık için değil tüm canlılar için çok büyük etkileri olacak.

Bu noktada politikacılar devreye giriyor. İlki 1979'da düzenlenen Dünya İklim Konferans'ından bu yana, sıcaklık artışının insanlık için bir yıkım olabileceği düşüncesi yavaş yavaş politikacıların gündemine de girmeye başladı. Ne var ki ani ve büyük sıcaklık artışları ve insan sağlığını tehdit eden ciddi gelişmeler olmadığı için, bu düşüncenin politikada yerleşmesi zaman aldı. Ama bugün gelinen noktada politikacılar da artık geleceğe yönelik kimi önlemler almak istiyorlar. Çünkü günümüzde yalnızca bilim adamlarının ve çevreci örgütlerin değil kamu oyunun da ciddi bir baskısını üzerlerinde duyuyorlar. Ama politikacıların doğru kararlar alabilmesi için "resmi" tam olarak görmeleri gerek. Bir başka deyişle küresel ısınmanın, dünyanın hangi bölgelerini nasıl etkileyeceğini bilmek istiyorlar. Çünkü bu kararlar, toplumsal ve ekonomik yapılarda köklü değişimlere yol açacak ve belki de yüz milyonlarca insanın yaşam biçimini değiştirecek.

Geleceğin Sıcak Dünyası

Küresel ısınmaya karşı alınacak önlemlerin maliyeti yüzlerce milyar dolar olacağından, zamanı gelmeden ya da gereksiz bölgelere yönelik önlem al-

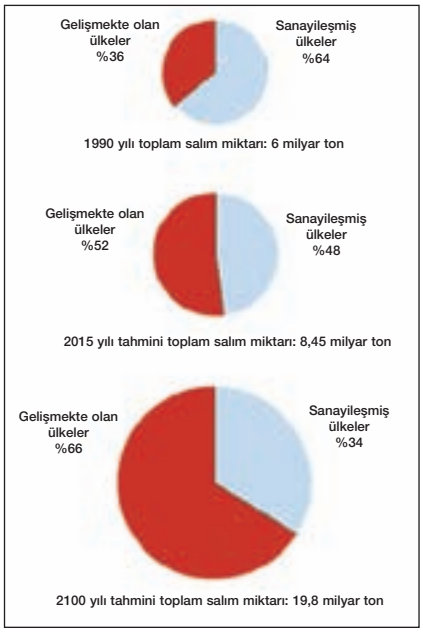
mayı kimse istemiyor. Bunun için de politikacılar, bilim adamlarından olabildiğince doğru öngörüler bekliyorlar. Ne var ki bilim adamları, küresel ısınmanın sonuçlarını tahmin etmekte şu an için güçlük çekiyorlar. İklimbilimciler yaklaşık yüz elli yıl önce ortaya çıkan ve bugünlerde biraz hız kazandığı görülen bu sürecin nedenleri, süresi, olası sonuçları ve yapılması gerekenler konusunda bir görüş birliğine daha varabilmiş değiller. Isınmanın, gezegenin çehresini ve üzerindeki yaşamı köklü biçimde değiştireceğinin farkındalar. Ama onlar için bölgesel olarak öngörülerde bulunmak, şimdilik gerçekten çok zor. Yalnızca genel olarak ne tür değişiklikler olacağını söyleyebiliyorlar.

Bir kere ısınma, dünya yüzeyinde her bölgede aynı ölçüde olmayacak. Sıcaklık artışının, yüksek enlemlerde ve özelllikle de kutup bölgelerinde daha şiddetli hissedilmesi bekleniyor. Bu bölgelerdeki sıcaklık artışının dünya ortalamasının iki katı kadar olacağını tahmin ediliyor. Yani dünyanın ortalama sıcaklığı 3,5°C artarsa, kutup bölgelerinde ortalama sıcaklık 7°C kadar artacak. Doğal olarak bu durum Arktik Denizi'yle Antarktika'daki buzların ve dağlardaki buzulların erimesini de beraberinde getirecek. Uzun erimde bu bölgeler belki yine bitki ve ormanlarla kaplanacak. Buzların erimesinin de çok önemli bir etkisi olacak; deniz düzeylerinin yükselmesi. Ancak bu yükselmenin ne kadar olacağı, sıcaklık artışına ve buzların erime miktarına bağlı.

Yapılan hesaplara göre 3-4°C'lik bir sıcaklık artışı, 2050 yılında denizlerin düzeyini en fazla 35 cm kadar yükseltecek. Bu yükselmede, buzların erimesinin yanı sıra sıcaklık artışı yüzünden okyanuslardaki suların ısıl genleşmesinin de payı olacak. Deniz düzeyinin yükselmesi kıyı şeritlerinin değişmesine ve kıyı ülkelerinin toprak kaybetmesine yol açacak. Örneğin 2100 yılına doğru, deniz düzeyi 60 cm yükseldiğinde, ABD'nin toprak kaybının 25.000 km²ye ulaşacağı hesaplanıyor. Büyük bir bölümü alçak deltalardan oluşan Bangladeş'se topraklarının %10'unu yitirebilir. Bu durum daha şimdiden başta Bangladeş, Maldiv Adaları, Mozambik, Pakistan ve Endonezya olmak üzere birçok ada halkını ve kıyı ülkeleri endişelendiriyor.

Deniz düzeyinin yükselmesi, kıyılardaki toprak kaybının yanında bir başka önemli sorun daha yaratacak: Kıyılara yakın temiz su kaynaklarının denizle birleşmesi. Temiz su sorunu, 21. yüzyılda, sıcak dünyanın belki de en önemli sorunu olacak. Çünkü artan buharlaşma yüzünden de göl ve ırmak sularında % 20'ye varan bir su kaybı olması bekleniyor.

Sıcaklığın artış oranı orta enlemlerde ve ekvatorda, kutuplardakinden daha farklı olacak. Örneğin ekvatorda bu artışın, dünya ortalamasının çok altında olacağı tahmin ediliyor. Bunun yanında sıcaklık artışı kışları, yazlara göre birkaç derece daha fazla olacak. Benzer bir durum, geceyle gündüz arasında da görülecek. Gece sıcaklarındaki artışın



gündüzkülerden yaklaşık %10 daha fazla olacağı tahmin ediliyor. Bu durumda karalar, geceleri eskisi kadar soğumaya fırsat bulamayacak. Yazla kış, geceyle gündüz arasındaki sıcaklık farkının azalması, bütün dünyadaki rüzgâr desenlerini etkileyecek; belki de fırtınaların sıklığı, şiddeti ve rotaları değişecek.

Küresel ısınma, insan sağlığı açısından yeni durumlar oluşturacak. Temmuz 1995'te ABD'nin Şikago kentinde aşırı sıcaklar yüzünden 465 kişi yaşamını yitirmişti. Sıcaklık artışı nedeniyle bu tür olaylar yüzünden her yıl binlerce kişinin yaşamını yitirmesi bekleniyor. Ayrıca böcek yumurtalarının ölmesini sağlayan gece ve kış soğuklarının hafiflemesi, önemli bir sorun olacak. Bunun basit ve somut örneği, sıtma taşıyan sivrisinekler. Bu sivrisinekler, 17°C'nin altında en fazla 1-2 gün yaşayabilir. Bu durum, onları dünya nüfusunun % 58'nin yaşadığı bölgelerden şimdilik uzak tutuyor. Ama 5°C'lik bir küresel ısınma, onların doğal yaşam alanını genişleterek, dünya nüfusunun % 60'ını o alanın içinde bırakacak. Bu düzeydeki bir küresel ısınmanın, her yıl fazladan bir milyon kişinin sıtmadan ölmesine yol açacağı sanılıyor. Bunun yanında kimi bölgelerde şiddetli kuraklık dönemlerinin ardından gelecek aşırı yağışların virüs mutasyonlarını hızlandırabileceği tahmin ediliyor. Bu nedenle yalnızca sıtmaya değil, bugün kuzey enlemlerinde seyrek rastlanan kimi hastalıklara da daha sık rastlanacak. Ayrıca sıcaklıkla birlikte salgın hastalıklarında artması bekleniyor.

Küresel ısınmanın oluşturacağı çok daha önemli bir başka etkinin de taşıyıcı bant üzerinde olmasından korkuluyor. Küresel ısınma yalnızca hava sıcaklıklarını değil, deniz suyu sıcaklıklarını da arttıracak kuşkusuz. Eğer bu ısınma, taşıyıcı bantın alttan ve üstten giden akıntıları arasındaki sıcaklık farkını azaltırsa ve bu sırada okyanusların daha fazla yağış almasına yol açarak tuzluluk oranını düşürürse, bu dev akıntı sistemi durabilir. Okyanus tortulları üzerinde yapılan araştırmalar, geçmiş dönemlerde taşıyıcı bantın birkaç kez durmuş olduğunu ortaya koyuyor. Eğer böyle bir durum olursa Belfast'ın iklimi, yüzlerce kilometre kuzeydeki Spitsbergen'inki gibi olur. Bir başka deyişle küresel sıcaklık artışının, Kuzey Avrupa'daki sonuçlarından biri, şiddetli bir soğuma olabilir!

Bu ilginç örnekten de anlaşılacağı gibi küresel ısınmanın etkisi, hava sıcaklıklarının dünyanın her yerinde artması biçimde olmayacak. Gerçekte bu ısınma, çok karmaşık bir yapısı olan dünya iklim sisteminde köklü değişimlere yol açacak; kimi bölgeler (kuzey yarı küredeki kıtaların iç bölgeleri gibi) çok ısınıp kuraklık çekerken kimi bölgeler ılıman bir iklimin, kimileri de aşırı yağışların ve taşkınların etkisinde kalacak. Yağış dönemleri, miktarları ve türleri değişecek. Artan sıcaklık, daha çok buharlaşmaya ve buna bağlı olarak da daha çok bulut oluşmasına yol açacak. Yani 21. yüzyılın or-

talarında dünyamız daha sıcak, daha nemli ve bol yağışlı olacak.

Böyle bir dünyada tarım üretiminin nasıl olacağı çok karmaşık ama çok da önemli bir konu. Bilim adamları arasında yaygın kanı; sıcaklık ve yeni yağış düzeni nedeniyle, ekilebilecek alanların kuzeye doğru bir miktar genişleyeceği. Yeni iklim desenleri, çiftçilerin bir bölümünü, ektikleri tarım bitkilerini değiştirmeye zorlayacak. Ama atmosferdeki karbon dioksit miktarındaki artışın, genel olarak dünya tarımını olumlu etkilemesi bekleniyor. Japonya'da yapılan bir araştırmada, karbon dioksitin iki katına çıkması durumunda pirinç üretiminin % 25 artacağı ortaya çıktı. Karbon dioksit bitkiler için besin demek. Atmosferdeki karbon dioksit oranının iki katına çıkması –öteki koşulların aynı kalması durumunda– dünyada alınan tarım ürününü % 10 ile % 50 arasında artıracakmış gibi görünüyor. Öte yandan tarım bitkilerinde görülen hastalıklarda da sıcaklıkla birlikte bir artış bekleniyor. Bu yüzden kurak bölgelerdeki çiftçiler hem daha çok sulama yapacaklar hem de daha fazla tarım ilacı kullanacaklar. Bir başka deyişle bu bölgelerde tarımsal etkinliklerin maliyeti artacak.

Küresel ısınmanın bir başka önemli etkisi de iklim kuşaklarının kayması olabilir. Örneğin bilim adamları yağmur kuşağının kuzeye doğru genişlemesini bekliyorlar. Ancak bu genişleme çerçevesinde yağışlar her bölgede de artmayacak; belli bölgelerde yoğunlaşacak. Birçok iklim modeli Güney Avrupa'daki yaz yağmurlarının azalacağını öngörüyor. Amerika, Avrupa ve Asya'nın 55° Kuzey enleminin yukarısında (yılın büyük bir bölümünde sıcaklığın sıfır derecenin altında olduğu bölgeler) kar yağışının artması bekleniyor. Daha güney bölgelerde kar yağışında bir azalmanın ve yağmurlarda da bir artışın olacağı, karın toprakta kalma süresinin azalacağı tahmin ediliyor. Şiddetli yağmurların daha sık yağması ve daha çok su bırakması bekleniyor.

Son çalışmalar, ısınan bir dünyada iklimsel aşırılıkların da yaygınlaşacağını, yani kuraklık, orman ve çayır yangını, taşkın ve sıcaklık dalgası gibi olaylarda bir patlama yaşanacağını gösteriyor. Doğal olarak tüm bunlar, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak. Birçok hayvan türünün beslenme düzeni sarsılacak, yaşam alanları daralacak ve büyük göçler yaşanabilecek. Yeni koşullara uyum sağlayamayan çok sayıda bitki, böcek ve kuş türü ortadan kalkacak.



Küresel ısınma yalnızca sıcaklık artışına yol açmayacak; yağış düzenleri de değişecek. Kimi bölgeler aşırı miktarlarda yağış alırken kimi bölgelerde de kuraklık yaşanacak.

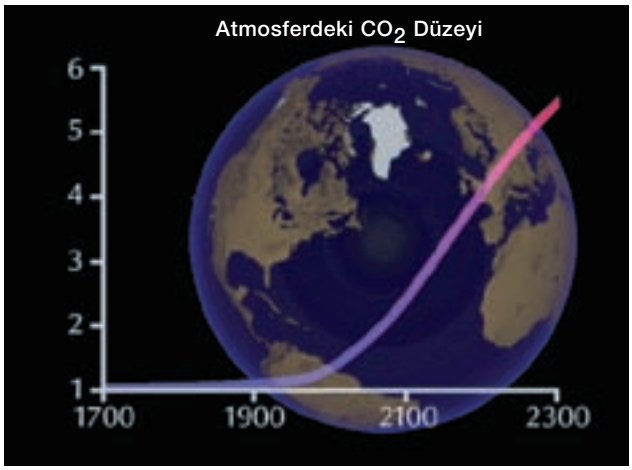
Önlemler

Sera gazlarının üretimi bugün dursa bile, atmosferdekiler yüzünden sıcaklık artışının daha 20-30 yıl sürmesi bekleniyor. Ama zaten böyle bir olayın gerçekleşeceği yok. Tersine, her geçen gün ülkelerin atmosfere saldığı sera gazı miktarı artıyor. Bu alanda başta Çin olmak üzere gelişmekte olan ülkeler yakın bir gelecekte gelişmiş ülkeleri geçecekler. Bu durumda da iklimbilimcilerin öngörülerinin gerçekleşeceğini düşünebiliriz. Peki dünya iklim düzenindeki değişikliklerin toplumlar üzerindeki etkisi nasıl olacak?



Bu soruya, ülkeleri tek tek ele alarak yanıt vermek olanaksız. Bilim adamları bu soru karşısında yine çok genel açıklamalar yapmakla yetiniyorlar. Öncelikle küresel ısınma dünyadaki tüm ülkeler için bir felaket olmayacak. Yeni durumun mutlu edeceği kimi ülkeler de olacak kuşkusuz. Günümüzde dünyanın genelinde olmasa bile birçok bölgesinde iklim koşulları çetindir. Daha ılıman kışlar ve daha bol yağış, bu bölgelerde yaşayanların yüzünü güldürecektir. Öte yandan kuraklığın ya da aşırı yağmurlar yüzünden taşkınların arttığı ülkeler üzülecektir. Sıcaklığın artacağı soğuk ülkelerde ısınma harcamaları düşecektir. Değişen fırtına ve kasırga rotaları nedeniyle kasırgalardan kurtulan ülkeler sevinirken aynı nedenle kasıngaların etki alanına giren ülkeler mutsuz olacaklar. Günümüzde birçok ülke su sıkıntısı çekiyor. Su sıkıntısı çekerken, genişleyen yağmur kuşağına giren ülkeler sevinecek ama yeni düzende giderek kuraklaşan bölgelerdeki ülkeler üzülecektir.

Bütün bunlara ek olarak küresel ısınmayı durdurmak için alınacak önlemler de kimi ülkeleri zor durumda bırakacak. Dünyada sera gazlarının salımına bir sınırlama getirilmesi planla-



Küresel ısınmanın durdurulabilmesi için tüm ülkelerin atmosfere saldıkları CO_2 miktarında çok ciddi bir azalma olması gerekiyor. Ne var ki ne sanayileşmiş ülkeler ne de gelişmekte olanlar bu yönde her hangi bir önlem almıyorlar. Karbon dioksit düzeyi de azalmak şöyle dursun sürekli olarak yükseliyor; bu hızla giderse 2100'de 1850'deki düzeyinin 3 katına çıkması bekleniyor.

nıyor. Bu durum fosil yakıtlarla elektrik üretiminin yerini zamanla biraz daha pahalı olan alternatif enerji kaynaklarının almasına yol açacak. Enerji harcamalarının artması da gelişmekte olan ülkelerin gelişimini yavaşlatacak. Ayrıca yer altında büyük karbon rezervleri (kömür, petrol, doğal gaz vb.) bulunan ülkeler de artık o kaynaklarından eskisi gibi yararlanamayacak.

Dünya ikliminin önümüzdeki yüz yıllık dönemde yeniden dengeye kavuşabilmesi için atmosferdeki karbon dioksitin, okyanusların ve ormanların emebileceği bir düzeye indirilmesi gerekiyor. Bu da yılda en fazla 1-2 milyar tonluk bir salımla sağlanabilir; yani bugünkü miktarın yalnızca % 20'siyle!

Atmosferdeki sera gazlarının miktarının kontrol edilmesine yönelik uluslararası çalışmalar yaklaşık 15 yıldır sürdürülüyor. Bu amaçla düzenlenen ilk uluslararası konferans 1988'de yapıldı. Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler'in ortaklaşa düzenlediği ve kısaca IPCC diye anılan, küresel ısınma konulu konferansa, iki bin dolayında bilim adamı, uzman ve çevreci katıldı. Konferansın sonuçlarını değerlendiren 140 ülke, bir anlaşma imzaladı. Bu anlaşmaya göre taraf ülkeler, 2000 yılına gelindiğinde sera gazı üretimlerini 1990 yılı düzeyine geri çekmiş olacaklardı. Ancak herhangi bir yaptırımı olmayan anlaşmaya kimse uymadı.

Daha sonra 1992'de Rio de Janeiro'da ve 1995'te Berlin'de aynı amaçla birer toplantı daha yapıldı. Berlin'de, iklim değişiminin doğal ekolojik sistemler, sosyo-ekonomik yapılar ve insan sağlığı açısından olası etkileri değerlendirildi. Ama bu sırada katılımcı ülkelerin daha önceden alınan kararlar uyarınca sera gazı üretimlerini azaltmaları şöyle dursun, neredeyse tüm ülkelerdeki üretimin % 5 ile % 40 arasında artmış olduğu görüldü. Tabii ki bu sırada küresel sıcaklık, artışını sürdürüyordu. Bu nedenle Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde büyük bir konferans daha düzenlenmesi kararlaştırıldı.

Kyoto'daki konferansa 160 ülkeden on bin dolayında bilim adamı, uzman, çevreci ve hükümet yetkilisi katıldı. Konferansta iklim değişiminin çevresel ve ekonomik sonuçları ve bunlara yönelik politikalar görüşüldü; enerjinin daha verimli kullanılması, yeni ve temiz enerji kaynaklarının araştırılması, ormanların korunması ve yeni orman alanlarının oluşturulması kararlaştırıldı. Ama konferansın en önemli olayı *Kyoto Protokolu* diye anılan bir anlaşmanın imzalanmasıydı. Buna göre gelişmiş ülkeler, başta karbon dioksit ve metan olmak üzere altı sera gazı üretimlerini 2012 yılına değin 1990 düzeylerinin en az % 5 altına çekecekler. Tek başına dünya sera gazı üretiminin neredeyse dörtte birini yapan ABD için bu oran % 8; Japonya için de % 6.

Öte yandan gelişmekte olan ülkeler herhangi bir kısıtlamaya gitmiyorlar. Çünkü onlara göre küresel ısınma sorunu, günümüzün gelişmiş ülkelerinin yol açtığı bir sorun. Bu saptamalarında haklılar. Ne ki yakın bir gelecekte durum biraz değişecek.

Kyoto'da çok yerinde kararlar alındı ama bakalım taraf ülkeler bu kararlara uyacaklar mı? Anlaşmanın yürürlüğe girebilmesi için en az 55 ülke parlamentosunca onaylanması gerekiyor. Mayıs 2000 tarihine değin yalnızca 22 ülke bunu başarabildi. Yani protokol yürürlüğe daha giremedi. Aslında durum, görüldüğü gibi gelecek için çok da umut vaat etmiyor. Tahminlere göre, 2015'te insan etkinlikleri yüzünden atmosfere karışan karbon dioksit miktarı 1990'daki miktarın % 50 fazlası olacak; 2100 yılındaysa üç katına çıkacak.

Bugün gelişmekte olan ülkelerdeki kimi fabrika kentleri, 1950'li yıllardaki Pittsburgh'u ya da Essen'i anımsatıyor. Karbon dioksit salımı en hızlı artan ülke Güney Kore. Brezilya, Çin ve Hindistan da bu alanda onunla yarışıyorlar. 1990'da atmosfere bırakılan yaklaşık 6 milyar ton karbon dioksitin % 36'sı gelişmekte olan ülkelerin bacalarından çıktı. Aynı ülkeler 2015 yılında salınan 8,5 milyar tonluk karbon dioksitin %52'sinden sorumlu olacaklar.

Sera gazlarını salanlar gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler olsun hiç fark etmiyor. Sonuç olarak atmosferimizdeki ısı tutan gazların miktarı her geçen gün artıyor. Bu da aslında soğuması beklenen dünyamızın ısınmasına yol açıyor. Küresel ısınmanın ciddi sonuçları kendini daha göstermedi. Öyle görünüyor ki Sovyetler Birliği'nin eski lideri Gorbaçov'un sözleri galiba gerçek olacak; "Önümüzdeki yüzyılda çevre koşulları dünya çapında yıkımlara yol açtıkça, askeri değil ama ekolojik güvenlik tüm ulusların en çok önem verdiği konu olacak".

Çağlar Sunay

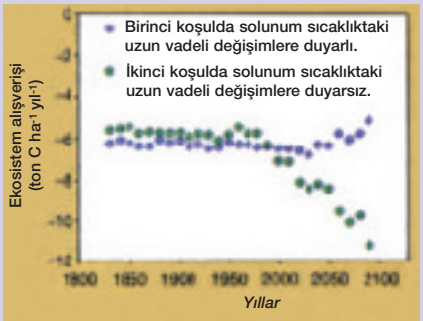
Kaynaklar
Dünyanın Durumu, Lester R. Brown, TÜBİTAK, 1996
Death by Global Warming? Climate Change, Pollution and Malnutrition, Segelken, R., *Cornell University News Service*, Şubat 2000
MIT Study Assesses Effects of Kyoto Protocol, Stitts, J., *MIT*, Ekim 1999
The Kyoto Protocol: Greenhouse Gas Emissions Depend On Future of China, Galbraith, M., *Renssealer Polythecnic Institute*, Mart 1998
Unlocking The Climate Puzzle, *National Geographic*, Mayıs 1998
Climate's Hidden Engine, Gould, J., *UNESCO Courier*, Temmuz-Ağustos 1998
Past and Future, Keith, A., Oldfield, F., *Global Change Newsletter*, Aralık 1997
The Coming Climate, Karl, R. T., Nicholls, N., Gregory, J., *Scientific American*, Mayıs 1997
Warning From The Ice, Linden, E., *Time*, 14 Nisan 1997
Antarctic Meltdown?, Livermore, B., *Popular Science*, Şubat 1997
Dirty Work Ahead, Emerson, T., *Newsweek*, 8 Aralık 1997
How to Beat the Heat, Begley, S., *Newsweek*, 8 Aralık 1997
Global Climate Change: The 1995 Report by Intergovernmental Panel On Climate Change, Thompson,R. S., http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/anthropogenic
A Second Look at the Impacts of Climate Change, Ausubel, J. H., *American Scientist*, Mayıs-Haziran 1991
Under The Sun, Matthews, S. W., *National Geographic*, Ekim 1990
The Great Climate Debate, White, R. M., *Scientific American*, Temmuz 1990
Global Climatic Change, Houghton, R. A., Woodwell, G. M., *Scientific American*, Nisan 1989
The Changing Climate, Schneider, S. H., *Scientific American*, Eylül 1989
Modelling the Geochemical Carbon Cycle, Berner, R. A., Lasaga, A. C., *Scientific American*, Mart 1989
How Climate Evolved on the Terrestrial Planets, Kasting, J. F., Pollack, J. B., *Scientific American*, Şubat 1988
What's Happening to Our Climate?, Matthews, S. W., *National Geographic*, Kasım 1976
Carbon Dioxide Chemistry and Properties, http://www.ieagreen.org.uk/doc2b.htm
The Conveyor Belt - A Key Global Phenomenon? Taylor, G. H., http://ocs.orst.edu/reports/conveyor.html http://cool.policy.net/proactive/newsroom/release.vtml?id=17301
Clouds and Global Warming, http://asd-www.larc.nasa.gov/fire/importance.html
http://www.worldbook.com/fun/wbla/earth/html/ed23.htm
http://www.enviroweb.org/edf/ishappening/index.html

Ormanlar ve Küresel Isınma

Bitkiler, fotosentez yoluyla yılda 100 milyar ton karbon emer ve buna yakın bir miktarı da solunumla bırakırlar. Bu karbon akışlarının miktarı öyle büyüktür ki, fosil yakıtlarla açığa çıkan 6,5 milyar ton karbon bunun yanında çok küçük kalır. Karada gerçekleşen fotosentezin ve solunumun çoğu, odunsu bitkilerin bulunduğu ormanlar ve savanlar gibi ekosistemlerde olur. Solunumla ortaya çıkan akışın bir bölümü bitkilerin kendisinden kaynaklanır; yaklaşık %50'siyse bitkilerin ürettiği organik malzemelerin mikroplar aracılığıyla bozulmasıyla çıkar. Toprakta depolanan bu organik maddelerin çoğu, yavaş bozulan lignin (odunsu bitkilerin hücre duvarlarının ana malzemesi) artıklarıdır.

CO_2 birikiminin küresel desenlerinden, karalarda fotosentezin ve solunumun dengede olmadığı; fotosentezin yılda iki milyar ton karbonla solunumu geçtiği anlaşılmakta. Bu akışları belli orman alanlarında ölçmek de olası. Ölçümler, açıkça eski ve zarar görmemiş ormanlarla, orta yaşlı ormanların sanılandan daha fazla CO_2 soğurduğunu gösteriyor. Bunun nedenleri, artan CO_2 gübrelemesi (CO_2 fotosentezi uyarır) ve insan azot atıklarının artması (o da gübre yerine geçer) olabilir.- Yani ormanlar bir tahliye deliği işlevi görüyor. Atmosferdeki CO_2'yi toplayarak bu gaza bağlı ısınmayı azaltan küresel bir çevre hizmeti yapıyor. Ancak, bu durum kalıcı olmayabilir. Şimdiye kadar araştırma yapılan tüm ormanlarda, salınana karşı toplanan karbon lehindeki farkın çok küçük olduğu görülmüş. Geleceğin "sera" dünyasında fotosentez, artan CO_2 düzeyleri ve azot atıklarıyla birlikte çoğalacak ve "delik"ten akıp giden karbon miktarı çoğalacak. Fakat, her doktorun bildiği gibi, sıcaklık arttıkça solunumun hızı da artar. Yani, genel olarak, solunumun (hem bitkilerin kendisinin, hem organik maddelerin bozulmasının) küresel ısınmayla artması beklenir. Böyle olunca da, küresel değişim modellerinin ortak görüşü, ormanların oluşturduğu tahliye deliğinin daralacağı; uzun dönemde, ormanların da atmosfer için birer karbon kaynağı olacağı.

Nature dergisinin 20 Nisan tarihli sayısında yer alan iki araştırmanın sonuçlarıysa, bizi görüşlerimizi değiştirmeye zorluyor. Giardina ve Ryan'ın araştırmalarına göre, on yılları kapsayan uzun zaman dilimlerinde, organik maddelerin bozulma süreci aslında ısıya çok duyarlı değil. Öyle görülüyor ki, kısa süreli ısınma deneyleri solunumun artacağını gösterse de, bu deneyler, solunumun artan ısıya tepkisinin uzun vadeli özelliklerini belirlemede yetersiz kalıyor. Avrupa ormanlarındaki CO_2 ölçüm istasyonlarından toplanan verilerin sunulduğu ikinci makaledeki sonuçlar daha da şaşırtıcı. Valentini ve arkadaşlarının çalışması, daha soğuk iklime karşın kuzey enlemlerinde solunumun karbon dengesinde ağırlıklı bileşen olduğunu gösteriyor. Buna göre, İzlanda'dan İtalya'ya kadarki enlemlerde değişkenlik gösteren şey sanıldığı gibi fotosentez değil, solunum.



Birinci durumda, karbon tahliye deliğinin kapasitesi azalıyor. İkinci durumdaysa her yıl hektar başına 10 tondan fazla karbon emerek çoğalıyor. Sayıların negatife doğru artması, ormanın karbon alımının da arttığını gösteriyor.

Bu bulgular genellenebilir mi? Tüm Avrupa için geçerli özellikte orman türleri belirlemenin güçlüğüne karşın, bilim adamları, bulguların bu enlemler için gerçek bir eğilimi ortaya çıkardığı görüşündeler. Şimdi, ABD'deki benzer bir istasyon ağından gelecek sonuçların bu eğilimi doğrulaması bekleniyor. Tropik ormanlardaki karbon akışlarının öteki ormanlardan daha fazla olduğunu biliyoruz. Ancak, henüz sıcaklığın karbon dengesindeki uzun vadeli etkileri üzerine yorum yapmaya yetecek kadar veri yok; küresel tabloyu tamamlamak için yağmur ormanlarından ve savanlardan daha fazla veri gerekiyor.

Peki toprak solunumu daha soğuk bir iklimde neden daha baskın oluyor? Neden, belki toprağın kuzeyde daha uzun süre nemli kalması ve soğukta iş görmeye alışık mikropların yılın daha uzun bir bölümünde etkin olabilmeleri; buna karşın güney enlemlerinde mikropların, yılın toprağın kuru olduğu daha uzun bölümlerinde etkisiz kalmaları. Bir başka olasılık da, kuzey enlemlerinde eski, soğuk dönemlerde organik madde olarak birikmiş daha çok karbon bulunması ve bunların, toprağın ısınmasıyla ancak şimdi bozulmaya başlamaları.

Birinci durum için ekosistem solunumunun, sıcaklıktaki uzun vadeli artışla birlikte artacağını varsaymışlar. İkinci durum içinse, modeli biraz değiştirerek ekosistem solunumunun sıcaklıktaki günlük ve mevsimlik değişimlere tepki vermeye devam edeceği, fakat uzun vadeli sıcaklık değişimlerine duyarsız olacağı varsaymışlar.

Birinci durum doğruysa, tahliye deliği daralır ve orman atmosferdeki CO_2'yi temizlemede verimsizleşir. Eğer ikinci durum doğruysa, fotosentez artışının etkisi, solunumun artmasınca maskelenmez; orman atmosferdeki CO_2 için giderek daha geniş bir tahliye deliği olur.

Her durumda, iki araştırmanın sonuçları, küresel bitki değişimi modelleri üzerinde çalışan araştırmacılara önemli bir ileti gönderiyor. Toprak solunumu modelleri için, yalnızca kısa vadeli deneylerin sonuçlarını kullanarak parametreler koymak yanıltıcı olabilir. Solunum modelleriyle iklim değişikliği modelleri tam olarak eşlendiğinde, küresel ısınmayı arttıran solunumla küresel ısınma arasındaki olumlu geri besleme, yalnızca sınırlı bir süre için ilerleyebilir; kolay bozulan topraktaki organik maddeler tükenene kadar. Yoksa bu, küresel ısınma konusundaki kıyamet tablosunun artık imkansız olduğu anlamına mı geliyor?

Nature, 20 Nisan 2000
Çeviri: Aslı Zülâl

Çiçekli Bitkilerin Fırtınalı Yaşamı

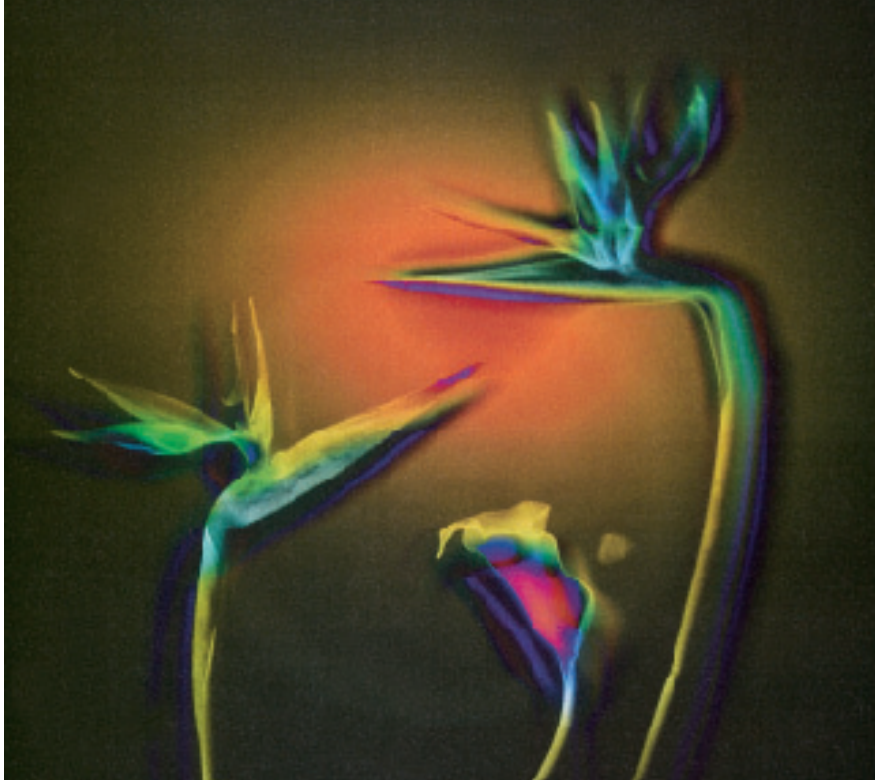


Bundan yaklaşık 120-140 milyon yıl önce ilk çiçekli bitkiler tropikal alanlardaki tepelerde ortaya çıktılar. Bu tepeler, daha alçakta bulunan, eğreltiler, yosunlar ve açıktohumlu bitkilerle kaplı alanlara göre daha az verimliydi. Çiçekli bitkiler de bir süre sonra aşağılardaki verimli bölgelere indiler. O dönemde en baskın canlılar oldular. Yaşam sürdürme yarışında öyle kıyasıya bir savaş verdiler ki dünya tarihinde en başarılı ve en yaygın bitki grubunu oluşturdular. Bu başarıyı sağlayan en önemli özellikleri, üreme olgunluğuna çok kısa sürede erişmeleriydi. Araştırmacılar, çiçekli bitkilerin üreme ve yaşamı sürdürme başarısının temelinde besleyici tohumlar üretebilme özelliklerinin olduğunu düşünüyorlar. Çiçekler, meyveler ve tohumlar, hayvanları kendilerine çekmek, kandırmak ve ödüllendirmek için yararlandıkları araçlardır. Böcek ve kuş gibi hayvanları kendilerine çekmeleri gerekiyordu; çünkü üremek için onlara gereksinimleri vardı.

ÇİÇEK, özelleşmiş bir gövdenin büyümesini durdurup çok farklılaşmış yaprak benzeri yapılar üretmesi sonucunda oluşur. Bu yapıların bazıları (taçyapraklar) tozlaşmayı sağlayan canlıları çeker, ötekilerse (çanakyapraklar) çiçeği korurlar. Ancak, doğal seçilim bazı çiçeklerin çanakyapraklarının da renkli olmasını sağlamıştır. Böylece, bazı bitkilerde çanakyapraklar da taçyapraklar gibi tozlaşmayı sağlayan canlıları çekmede rol oynar. Çanakyaprakların ve taçyaprakların dışındaki yapılar yaprak biçiminde değildir. Bu yapılar, çiçeğin erkek ve dişi organlarını oluşturur. Erkek organda çiçektozu üreten yapılar bulunur, dişi organdaysa her biri çiçektozunu almaya yarayan tepecik denen yapıyı içeren dişi organ bulunur. Bazı çiçekli bitkilerde bu yapıların tümü birden bulunur. Kiraz çiçeği bunun tipik bir örneğidir. Rüzgârla tozlaşan bitkilerde çiçeklerin çok renkli, çekici ve güzel olmaları gerekli değildir; çünkü tozlaşmalarını sağlayacak bir hayvana gereksinimleri yoktur. Bu nedenle rüzgârla tozlaşan otsu bitkilerde belirgin olarak görülebilen taçyapraklar yoktur. Manolya benzeri bitkilerin de belirgin çanakyaprakları yoktur. Ancak, tüm bu bitkilerin çiçeklerinde, ya dişi ya erkek organlar ya da her ikisi birden bulunur.

Dişi ve erkek organlar çoğalmayı sağlarlar. Çiçektozunun içinde sperm hücreleri, dişi organda (yumurtalıklarda) da yumurta hücreleri gelişir. Çiçekli bitkilerin çoğunda amaç, bir embriyon üretmek üzere sperm ve yumurta hücrelerinin bir araya gelmesidir. Embriyon, tohum çimlenene kadar bu tohumun içinde gelişir. Çiçekli bitkilerde dişi organdaki yumurta hücreleri burada güvencededir ve olumsuz etkilerden bu sayede korunur.

Çiçekli bitkilerde sperm ve yumurta hücresinin nasıl bir araya geliyor, yani döllenme nasıl gerçekleşiyor? İster hayvanlar, ister rüzgâr aracılığıyla olsun, dişi organdaki tepeciklerin üzerine gelen çiçektozu, yumurtalığa ulaşabilecek bir borucuk oluşturur. Borucuk, yumurtalığa ulaşana kadar büyür. Sonra çiçektozunun içinde gelişmiş olan iki sperm hücresi yumurtalığa gelir. Bunlardan biri yumurta hücresine girer, böylece döllenme olur. Yumurta hücresi döllendikten sonra arka arkaya bölünmeler geçirerek embriyonu oluşturur. Tüm bunlar olurken, ikinci sperm hücresi yumurtalık içinde bulunan başka iki hücreyle çekirdeğini birleştirir. Bu olayın sonunda çiçekli bitkilere özgü bir doku gelişir. Bu dokuya endosperm ya da besi doku denir. Besi doku, tohum gelişiminin ilk evrelerinde ebeveyn bitkiden aldığı besini depolar. Daha sonra da tohumda gelişen embriyona bu besinleri aktarır. Besidokuda çok miktarda karbonhidrat, yağ ve protein bulunur. Bu maddeler, embriyonun canlılığını uzun süre korumasını sağlayarak onu çimlenmeye hazırlar.



Çiçekli bitkiler, çoğalmalarını sürdüredursunlar, bazı bitkibilimciler onlara biraz daha farklı bakıyorlar. Onlara göre, çiçekli bitkilerin çoğalması yukarıda anlatıldığı kadar masum ve rastlantısal bir biçimde gerçekleşmiyor. Araştırmacılar, bitkilerin de hayvanlar dünyasındakine benzer bir acımasızlığa sahip olduklarını düşünüyorlar. Dişi için dövüşen geyiklerde görüldüğü gibi, hayvanlar üreyebilmek için zaman zaman zorlu bir savaşım içine girerler. Eş seçimi, yavru açgözlülüğü ve kardeş rekabeti hayvanlar dünyasının olağan koşulları. Bitkibilimciler, artık çiçekli bitkiler için de benzer durumların söz konusu olabileceğini düşünüyorlar. Bitkilerde döllenme üzerinde çalışanlar, bu olayın sanıldığı gibi rastlantıya bağlı olarak gerçekleşmediğini düşünüyorlar. Çiçektozu veren bitkilerden bazılarının rakipleri karşısında üstünlüğe sahip olduğu düşünülüyor. Ancak, nedeni konusunda, New Mexico Üniversitesi'nden Diane Marshall'ın çalışmasına kadar fazla bir bilgi yoktu.

Marshall, yaklaşık 10 yıl önce çiçektozları arasında rekabet olup olmadığını araştırmaya başlamıştı. Daha önce, erkek meyvesineklerinde spermlerin içinde bulunduğu sıvıda rakip spermlere zarar veren kimyasal maddeler bulunmuştu. Marshall, çiçektozları arasında da benzer bir durumun var olup olmadığını araştırdı. Bunun için, yabani turplar üzerinde çalışmaya başladı. Bunları, tek bir çiçektozu ya da farklı kaynaklardan alınmış çiçektozlarıyla tozlaşmasını sağladı. Çiçektozları arasında rekabet çimlenme oranını azaltıyordu. Daha ayrıntılı bir incelemeyle, farklı erkek bireylerden gelen çiçektozları birbirine dokunduğunda bu durumun ortaya çıktığı bulundu. Çiçektozları rakiplerinin büyümesini engelliyordu; böylece çiçektozu yumurtalığa ulaşabileceği bir borucuk geliştiremiyordu. Şimdi aynı laboratuvardan Emilie Miller, bu engelleme yarışının kimyasal temelini araştırıyor.

Bitkilerde döllenme, yalnızca erkeklerin savaşmasıyla mı, yoksa dişilerin seçimiyle de mi gerçekleşiyordu? Masum bir papatyayı düşünürsek, dişinin eş seçimi yapması bitkilerde olanaksız gibi görünse de bitkilerin toplum biyolojisi üzerinde çalışan bitkibilimciler bu işin peşini bırakmadılar. Birkaç yıl önce, New York Eyalet Üniversitesi'nden Mitchell Cruzan, en az bir petunya türünde dişilerin farklı bitkilerden gelen çiçektozlarını ayırt ettiğini buldu. Cruzan, olgunlaşmamış ve olgunlaşmasını tamamlamış çiçekleri tozlaştırdı. Bu deneyin sonunda, olgunlaşmasını tamamlamış çiçeklerde çiçektozunun borucuk oluşturarak gelişme yüzdesinin olgunlaşmamış çiçeklerdekine göre daha düşük olduğunu buldu. Böylece, Cruzan olgunlaşmamış tomurcukların çiçektozu borucuklarının oluşumunu engellemede daha başarısız olduğu sonucuna vardı.

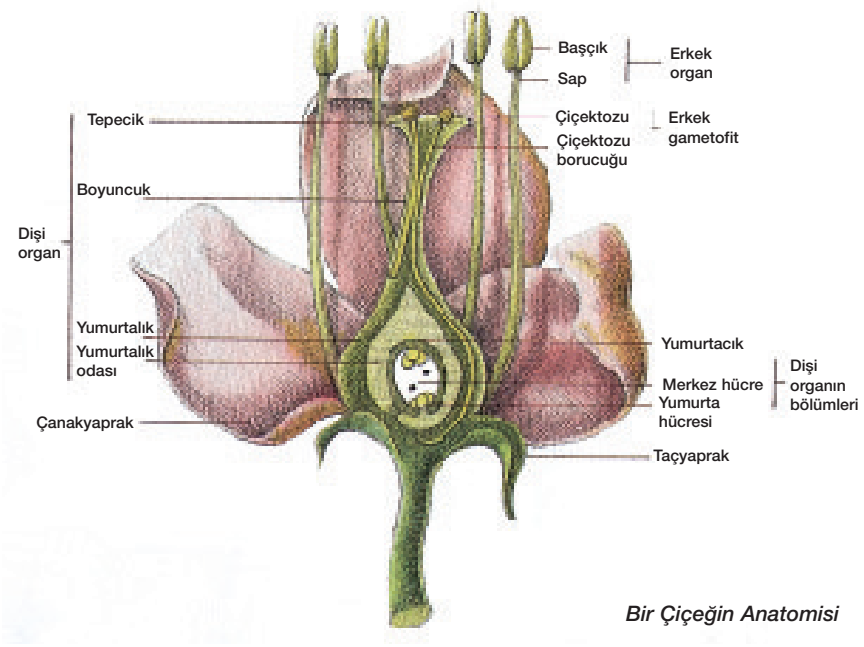
Benzer bir bulguyu Marshall, turplarla yaptığı araştırmada da bulmuştu. Döllenme, olgunlaşmış çiçeklerde daha ender gerçekleşiyordu. Birçok türde dişi organda çiçektozu borucuğunun gelişimi sırasında yol gösterici rol oynayan bir kimyasal madde salgılanır. Bu,



belki de dişilerin döllenmeyi denetim altında tutma mekanizmalarından biriydi. Marshall, dişilerin farklı bitkilerden gelen çiçektozlarını ayırt edebilmelerinin nedeninin yakın akrabalarla döllenmenin önlenmesi olup olmadığını da araştırdı. Onun bulgularına göre, dişiler daha çok akraba olmayan bitkilere ait çiçektozlarını seçiyordu.

Bitkilerin hayvanlarla benzerlik gösterdiği tek özellik cinsiyet rekabeti değil. Ebeveyn-yavru çatışmasının da benzerliklerden biri olduğu düşünülüyor. Bu kavramı 25 yıl önce evrim biyoloğu Robert Trivers ileri sürmüştü. Eşeyli üreyen türlerde yavruların yarı yarıya annelerine bağlı olduğunu, bu durumun da ebeveyn ve yavru arasında yaşamı sürdürme taktiklerinin evrimi bakımından uygunsuzluklara yol açtığını düşünüyordu. Başka bir deyişle yavru, ebeveynlerinden onların karşılyabileceğinden daha çok şey istiyordu. Trivers, elbette tüm bunları hayvanlar için düşünüyordu. Oysa, Oxford Üniversitesi'nden William Hamilton, aynı durumun bitkiler için de söz konusu olabileceğini ileri sürdü.

Ebeveyn-yavru çatışmasını Harvard Üniversitesi Karşılaştırmalı Zooloji Müzesi'nden David Haig inceliyor. Haig, insan embriyonlarının, anne karnındayken besin alımını artırmak üzere plasentadaki kan damarlarının yapısını, annenin kan basıncını ve kandaki şeker düzeyini etkileyen hormonlar ürettiğini bulmuş. Anneler de bu istismarı önlemek için kendi hormonlarını kulanarak karşı taktikler geliştiriyormuş. Hindistan'da Bangalore'daki



Bir Çiçeğin Anatomisi

Tarım Bilimleri Üniversitesi'nden Uma Shaanker, K. N. Ganeshiah ve arkadaşları, benzer durumun bitkilerde de söz konusu olup olmadığını araştırıyorlar. Araştırmacılar, K. V. Ravishankar'la birlikte tohumlar ve meyvelerin hormonal etkileşimine ilişkin bir literatür taraması yaptılar. Buldukları, bitkilerde de insan embriyonları ve anneleri arasındaki hormonal ilişkinin benzerinin söz konusu olabileceğini gösteriyordu. Bitkilerde yavruların dokuları ebeveyn dokuların denetimi altındayken, örneğin tohum kabuğu yavrunun besin almasını engelleyen absisik asit üretirken, ebeveyn dokularından besin almayı sağlayan giberellik asit ve indol asetik asit (oksin) gibi hormonlar salgılayabiliyordu.

Aile çatışması kavramının hormonal açıdan incelenmesi bitkilerde çimlenmeye ilişkin bazı gerçekleri de ortaya çıkardı. Embriyonun gelişimi sırasında ebeveyn bitkinin absisik asit üretimi iki kez yükseliş gösterir. İkinci yükseliş, tohumlara kuraklığa dayanma gücü sağlar. Ancak, araştırmacılar ilk yükselişin zamanlamasına dikkat edildiğinde, bunun oksinlerin ve giberellik asitin üretimine denk geldiğini gördüler. Bu durumun, tohumun gelişigüzel bir biçimde besin almasına ebeveynin bir tepkisi olduğunu düşünüyorlar.

Trivers'ın kuramı, kardeş bitkiler arasında da rekabet olduğunu savunuyor. Bazı hayvanlarda zorunlu yavru azaltma denen bir durum vardır. Özellikle bazı kuşlarda rastlanan bu durumda daha yaşlı yavrular kendilerinden daha genç ve daha zayıf yavruları öldürürler. Uma Shaanker ve Ganeshaiah'a göre kardeş öldürme, birçok bitkide çok sayıda döllenme olmasına karşın, yanızca tek bir ya da çok az sayıda tohum gelişmesini açıklayan bir durum. Meyvenin içinde birbirine çok yakın mesafede gelişme durumunda kalan tohumların, tıpkı kuş yuvasındaki yavruların birbirine davrandığı gibi davranmalarının olası olduğunu düşünüyorlar. Bu araştırmacılar hayvan, rüzgâr ya da her neyle yayılırsa yayılsın, tek bir meyvedeki tohum sayısı arttıkça her bir tohumun yaşamını sürdürebilme şansının azaldığını buldular. Hintli araştırmacılar, farklı bireylerden alınan çiçektozlarıyla tozlaşma olmasının, daha çok sayıda tohumun olgunlaşmadan kurumasını ve kurumayanların da yaklaşık tohum ağırlıklarının daha fazla olmasını sağladığını buldular.

Uma Shaanker, anne bitkinin besi doku sayesinde yavru bitki üzerinde bir denetiminin söz konusu olabileceğinden kuşkulanmıştı. Besi doku hücreleri annenin kromozomlarından iki kopya, çiçektozuyla gelmiş olan babanınkilerden de bir kopya taşırlar. Bu, bitkilerin üremesiyle ilgili anlaşılması en güç, en karmaşık konulardan biridir ve belki de evrim sürecinde annenin yavrular üzerinde denetimini korumak için gelişmiş olabilir. Eğer gerçekten böyleyse, besi dokunun tek bir yumurtalığı olan türlere göre çok sayıda yumurtalığı olan türlerde daha çok miktarda olması beklenir. Binden fazla bitki türünü inceleyen bu araştırmacılar, orkideler, baklagiller, yabani turp gibi besi dokusu daha az gelişmiş bitkilerde tohumun olgunlaşmadan kurumasına daha yüksek oranda rastlandığını; keneotu ve darı gibi daha çok sayıda yumurtalığı olan bitkilerde yumurtalığı bir tane olanlara göre besi dokunun daha gelişmiş olduğunu buldular. Uma Shaanker, yakınlarda yayımlanmış bir makalesinde bunu şöyle açıklıyor: "Üç kromozom içeren besi dokunun evrimi, kaynakların yavrular arasında paylaşımının daha eşitlikçi olarak gerçekleşmesini sağlıyor."

Gerçekten de çiçekli bitkilerin "aile yaşamı" hayvanlarınki gibi olabilir. Cinsiyet çatışmaları, kardeş rekabeti, aile çatışmaları vb. Ancak, bu konuda daha farklı yaklaşım içinde olan, kuşkucu düşünen araştırmacılar da var.

Zuhal Özer


Manolya



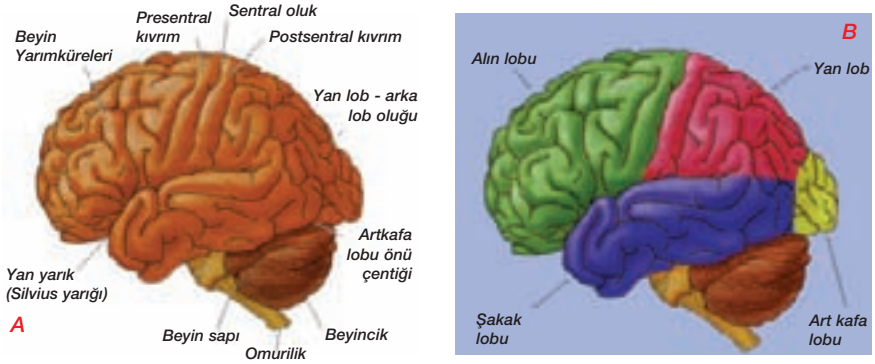
Kaynaklar
Furlow, B., "Flower power!", *New Scientist*, 9 Ocak 1999.
Niklas, K., "What's so special about flowers?", *Natural History*, Mayıs 1999.
Curtis, H., Barnes, N. S., *Biology*, 1989.

Belleğin Elektriği

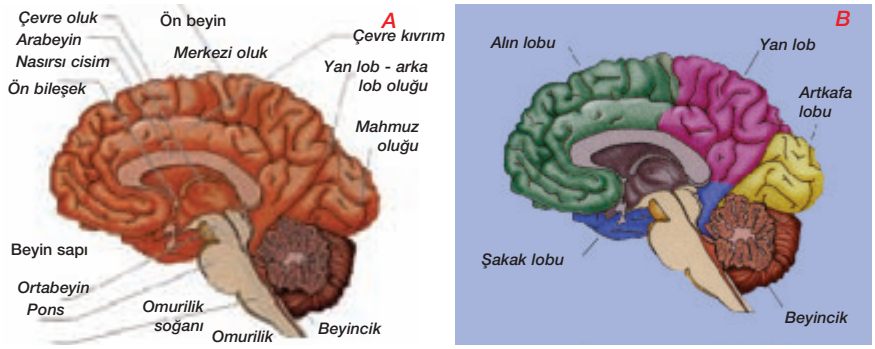
Bellek düşüncelerimizin altın madenidir. Geçmişimizle bugünümüzü birleştirerek kişiliğimizi yaratır. Belleği yok olan insan kişiliğini yitirir ve usavurma yapamaz. Beyinde, eskiden sanıldığı gibi belli bir bellek merkezi yoktur; beynin bütünü uygulamalı ve kuramsal öğrenime katılır. Öğrenim ve bellek çok yakından ilgilidir; bellek olmadan öğrenme olamaz. Anılar donmuş imgeler değil, hayalimizin ürünleridirler. Hayal edilerek bilince çağırılırlar. Unutuşsa beynin gereksiz ayrıntıları atarak yeni anılara yer açmasını sağlayan doğal bir savunma mekanizmasıdır. Kafa travması, beyin damar hastalıkları, alkolizm, uyuşturucu ve sakinleştirici ilaç alışkanlığı, depresyon, beyin yorgunluğu, stres gibi etkenler patolojik unutkanlık yapar. Unutmada pek çok öğe rol oynayabilir. Anılarımızıysa beynimizde her saniye gerçekleşen çok duyarlı elektrokimyasal süreçlere borçluyuz.

BEYNİN BAZI ALANLARI bellekde önemli rol oynarlar: denizatı (hipokampus), bademsi çekirdek (amigdal), koku kabuğu (rinal korteks-parahipokampus), siyah cisim (substantia nigra), çizgili cisim (corpus striatum), talamus, alın lobu ön alanları, şakak lobu iç (medial) kıvrımı, dilsi kıvrım (girus lingualis), iğsi kıvrım (girus fusiformis), mememsi cisim (corpus mamillaris) ve limbik sistem.

İlkel hayvanlarda bile bellek vardır. Bir terliksi hayvan besine batırılmış bir tele doğru yüzmesini öğrenir; bu öğrenimden geçmemiş terliksi hayvanlar tele doğru yüzmezler.Bir yer solucanı bir labirentde elektrik şoku vermeyen yollara dalmayı öğrenir. Bir ahtapot, iki geometrik şekli birbirinden ayırtedebilir. Bir şempanze ormanda en lezzetli meyvelerin nerede ve ne zaman bulunacağını daima hatırlar. Köpekler yere gömdükleri kemiklerin, kargalar ve sincaplar kışa hazırlık olarak toprağa gömdükleri tohumların yerini daima hatırlarlar. Göçmen kelebekler, kuşlar ve memeliler yollarını bulmada hiç güçlük çekmezler. Fakat insanda bellek doruklara çıkmıştır. Bellek gücü özel çalışmalarla arttırılabilir; bir üniversite öğrencisi 1 yıl her gün 1 saat çalışarak 80 basamaklı bir sayıyı hatırlama gücüne erişmiştir. Arturo Toscanini belleğinde 250 orkestra parçasının ve 100 operanın notalarını tutardı. Matematikçi Alexander Aitken 17 yaşındayken π sayısının 1000 basamağını ezberlemişti; 4 basamaklı bir sayının karesini akıldan 5 saniyede alıyordu; sonraları Edinburgh'da matematik profesörü oldu. Euler pekçok teorem ve formülü ezbere bilirdi. Bir satranç ustası tahta üzerindeki bir satranç pozisyonuna kısa bir göz attıktan çok sonra bile onu eskisi gibi dizebilir. Bazı satranç büyük ustaları 50-60 kişiyle satranç oynayıp bu maçların hepsini kazanabilmiştir (Capablanca, Portish vb.).



Şekil 1. İnsan beynine dıştan bakış. A - Başlıca kıvrım ve oluklar, B - Beynin 4 lobu



İnsan beynine içten bakış. A - Bir yarımküreye içten bakış, B - Beyin loblarına içten bakış

Bellek Tipleri

Bellek çok çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır.

l) Anlık bellek: Gördüğümüz ya da duyduğumuz bir şeyi önceden biliyorsak, en geç l-2 saniye içinde algılar ve tanırız. Merkez: Art kafadaki görme ve şakak lobundaki işitme merkezi.

2) Epizodik bellek: Kişisel anılarımız; hayatımızın tarihi. "Geçen hafta kardeşimle bir Çin lokantasında yemek yedim", "Onu bir ilkbahar günü tanıdım" derken uyanan anılarım. Bu belleğin kaybı amneziye neden olur; geçmişimizi unuturuz.

3) Çalışma belleği (birincil bellek): Yedi cismi ya da yedi basamaklı bir sayıyı (öne ve arkaya doğru) 30 saniye hatırlayabilmek. Günlük bilişsel görevleri yerine getirirken geçici olarak gereksinim duyduğumuz küçük bilgilerin belleği, Telefon rehberine bakıp bir numarayı hatırlamak için kullandığımız bellek (numarayı he-

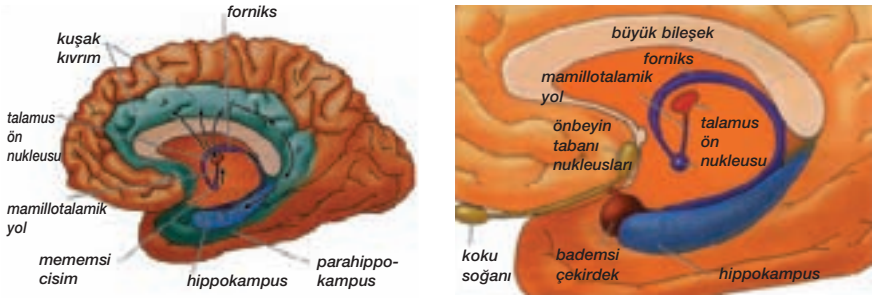
men unuturuz). Merkez: Sylvius yarığı etrafı ve alın lobu. Bu bellek olmasa konuşamaz ve kafadan hesap yapamazdık.

4) İşlevsel bellek: (İmplisit bellek, ifade edilemeyen bellek, örtük bellek): Daktilo yazmak, keman ya da piyano çalmak, otomobil sürerken debriyaj pedalına basmak, bisiklete binmek, giyinmek ve soyunmak gibi otomatik hareketlerimizin belleği. Bu belleği sözle tarif edemeyiz; ancak o hareketleri yaparak kanıtlarız. Merkez: Bademsi çekirdek, beyincik, beynin birleştirme alanları, alın lobu, çizgili cisim.

5) Semantik bellek: Sözcüklerin anlamını ve kendimiz dışındaki dünyayla ilgili değişmez bilgileri (tarih, coğrafya, bilim, kültür)saklayan bellek. Başkentleri, başbakanları, kahramanları vb. bu bellekle hatırlarız. Yapacağımız işlerin sırasını bize bu bellek hatırlatır. Bu bellek evimizin, sokağımızın ve kentimizin haritasını saklar.

6) Algılarımızın belleği: Beş duyumuzla ilgili bellek; biçim, renk, sözcük ve yüz belleği. Koku belleği en kuvvetlisidir. Bir çörek bize ninemizi, parfüm sevdiğimiz kişiyi hatırlatabilir.

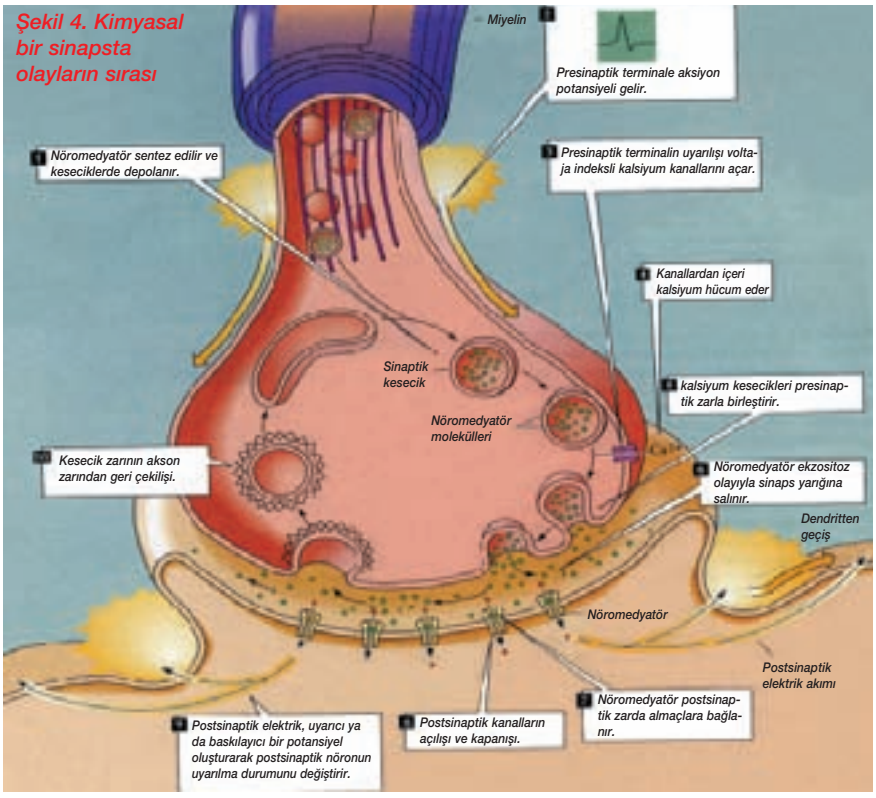
7) Uzak bellek: Çocukluğumuz, okul yıllarımız vb. Merkez: Beynin birleştirme alanları.



Şekil 2. Beyinde bellek kaybına en sık yol açan bölgeler. Limbik sistem Alzheimer bunamasında en sık patoloji gösteren bölgedir. Limbik sistem iki yarımküreyi birleştiren beynin büyük bileşeğini (corpus callosum, nasırsı cisim) bir halka gibi çevreler (yeşil). Limbik sistemde hipokampus (denizatı), parahippocampal kıvrım (hipokampus yanı kıvrım), ikisi arasında (burada görülmüyor) koku kabuğu (rinal korteks), kuşak kıvrımı (girus cingularis) ve badem çekirdek (amigdal) vardır. Ayrıca amnezilerde forniks (kubbe kemeri), ön beyin taban çekirdekleri, talamus ve mememsi cisimlerde patoloji vardır. Limbik sistem aynı zamanda duyguların merkezidir.

Semantik ve epizodik belleğe dışa açık (eksplisit) bellek de denir; çünkü bu belleklerin içeriği söz ya da yazıyla anlatılabilir. İmplisit ve eksplisit bellek bir arada referans belleği, pekiştirilmiş bellek, ikincil bellek ve yeni bellek gibi adlarla da anılır. Bu bellek anıları dakikalar, günler ve aylarca saklayabilir. Temeli 3 sözcüğü 3-5 dakika hatırlayabilmektir. Merkez: Denizatı, talamus, mememsi cisim (corpus mamillare), bademsi çekirdek (amigdal) ve beyincik.

İnsan belleği, Dales Purves ve ekibine göre iki büyük bölüme ayrılır: 1) Bilinç alanına çağrılabilen. Bu bellek yazı ve sözle ifade edilebilir. Örnekler: bir telefon numarasını, bir doğum gününü, bir alışveriş listesini, önemli olayların zamanını hatırlamak. 2) Bilinç alanına çağrılamayan (prosedüral ya da işlevsel bellek, örtük bellek, implisit bellek, ifade edilemeyen bellek): Hareket becerilerini (keman çalmak, bisiklete binmek vb.) lisanla ifade edemezsiniz; fakat bu hareketleri yaparken onları hatırlarsınız. Çağrışımlar bilinçli değildir; örneğin Mustafa Kemal denilince Kurtuluş Savaşını ve devrimleri hatırlarız. Kısa vadeli anılar, beynin belli bölgelerindeki yoğun sinaptik-kimyasal çalışmalar sonucu kalıcı hale getirilir; belleğin pekiştirilmesi denilen bu olay da bilincimiz dışında gerçekleşir. Bilmece çözme ustalığı da bilinç dışı bir bellek gerektirir.



Unutma

İnsan beyni unutma ustasıdır. Yalnız insan değil, insanlık da unutmada ustadır: "Hafıza-i beşer nisyan ile maluldür" denmiştir (İnsan belleğinin hastalığı, unutma illetidir). Beyin henüz bilmediğimiz bir mekanizmayla bazı ayrıntıları siler. Böyle yapmasaydı belleğimiz gereksiz ayrıntılarla yüklenmiş olurdu. Belleğin her çeşidindeki anılar bir gün silinebilir; bu normal bir olaydır. Ancak şunu da belirtelim ki bazı araştırmacılar şöyle düşünmektedirler: "Öğrendiğimiz herşey hatırımızda kalır; yalnız bazen ayrıntılar unutulur". İnsanlar unuttuklarını sandıkları bazı şeyleri unutmazlar. Bazı insanların kriz anlarında, çocuklarında öğrenip unuttuklarını sandıkları bir yabancı dili (örneğin İtalyancayı) su gibi konuştukları görülmüştür.

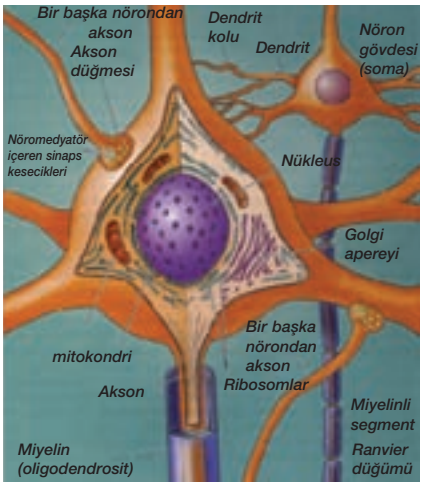
Sinaps Elektriği

Beyinde ve omurilikte nöron denilen sinir hücreleri bulunur. Her nöro-

nun çok sayıda kısa uzantıları vardır; bunlara dendrit deniyor. Her nöronun tek ve uzun bir uzantısı vardır, buna da akson deniliyor. Akson uçları ile başka nöronların dendritleri veya gövdeleri arasındaki bağlantıya (temas noktasına) sinaps denir. Sinir sistemindeki bütün etkinlikler, bu arada bellek, nöronlarda doğan elektrik akımıyla ilgilidir. Belleği anlamak için sinapsı anlamak şarttır. Nöronla iyi iletken değillerdir; fakat zarlarında iyon değiş tokuşu sağlayarak sinirsel elektriği oluştururlar ve iletirler. "Sinir akımı" denilen bu özel tipteki elektriksel olay metal bir iletkendeki elektron akımına benzemez. Çok yavaş (1-200 m/san) yayılan bu akım türü, iyonlaşmanın hücre zarı boyunca ilerlemesidir.

Dokuda nasıl oluyor da elektrik doğuyor? Bunu anlamak için hücrenin içindeki ve dışındaki iyonları (başlıca sodyum, potasyum, kalsiyum (+elektrik yüklü) ve klor (-elektrik yüklü)) harekete geçiren iki öğeyi iyi anlamalıyız: 1) Difüzyon (yayınım) kuvvetleri; 2) Elektrik kuvvetleri. Difüzyonun ne olduğunu bir örnekle belirtelim. Sol kompartmanda 0.1 M tuz, sağda ise 10 M tuz var. Gerek sodyum iyonlarının sayısı, gerek klor iyonlarının sayısı sağda, sola göre daha fazla. İki kompartman arasındaki zar suya, sodyuma ve klora geçirgen olsun. Hem sodyum, hem de klor iyonları, her iki tarafta sodyum ve klor yoğunlukları eşit olana kadar, sağdan sola gidecektir; işte buna difüzyon (yayınım) diyoruz. Kompartmanın duvarları katı olduğunda zardan su geçemeyecek, yani ozmos hemen hemen hiç olmayacak.

Sulu çözeltilerde sodyum ve klor eşit hızlarla hareket etmezler; bunun nedeni etraflarında bir su "bulutu" sürüklemeleridir; sodyum daha büyük bulut oluşturduğundan daha yavaş hareket eder. klor hızla sola göç ettiğinden sol kompartman sağa göre negatifleşir. Bu voltaj farkına "difüzyon potansiyeli" deniyor. Görüyoruz ki iyon hareketleri elektrik yaratabiliyor. Soldaki klor iyonları sağdan gelen klor iyonlarını itip sodyum iyonlarını çekeceğinden, klor ve sodyum iyonlarının zarı geçiş hızları giderek birbirine yaklaşır ve nihayet eşitleşir. Bu noktada difüzyon potansiyeli sıfıra iner. Bu deneyi biraz değişmiş olarak düşünelim.



Nöron, akson ve dendritler

Herşey aynı olsun; yalnız ortadaki zar "seçici geçirgen" bir zar olup yalnız klor geçirsin; sodyum geçirmesin. Klor hızla sola geçeceğinden sol taraf hızla negatifleşecektir. Klor iyonunun hareketi, onu 2'den 1'e iten difüzyon kuvvetiyle 1'den 2'ye iten elektrik kuvveti (klor, kloru itecektir) eşitleştiği zaman sona erecektir. Bu noktada soldaki potansiyel geldiği düzeyde kalacak; ne sıfıra inecek, ne de daha artacaktır. Böylece görüyoruz ki zarın iyonlardan birini geçirmesi, diğerini geçirmemesi kalıcı bir elektrik yaratabiliyor. Böylece artık şu kuralı anlayabiliriz: "Bir iyonun bir hücre zarından geçmesi iki faktöre bağlıdır: 1) Zarın iki yanı arasındaki iyon yoğunluk farkı; 2) Zarın iki yanı arasındaki elektrik potansiyel farkı".

Sodyum Pompası

Memeli hücreleri mükemmel bir ozmotik ve iyonik denge sağlanmış görünürler. Bir süre bunun gerçek hayvan hücresini temsil ettiğine inanıldı. Fakat sonra normalde hücre zarının sodyuma geçirgen olduğu anlaşıldı. Ne var ki hücre zarı sodyuma kontrolsüz derecede geçirgen olsaydı sonuç bir felaket olur, bütün hücre dışı sodyum, hücre içine hücum ederdi. Bu felaketi önleyen şey sodyum pompasıdır. Sodyum pompaları hücre zarını delip geçen proteinlerdir; hücreye giren sodyum kadar sodyumu hücre dışına pompalarlar, hücre dışına kaçan potasyum kadar potasyumu hücre içine alırlar.

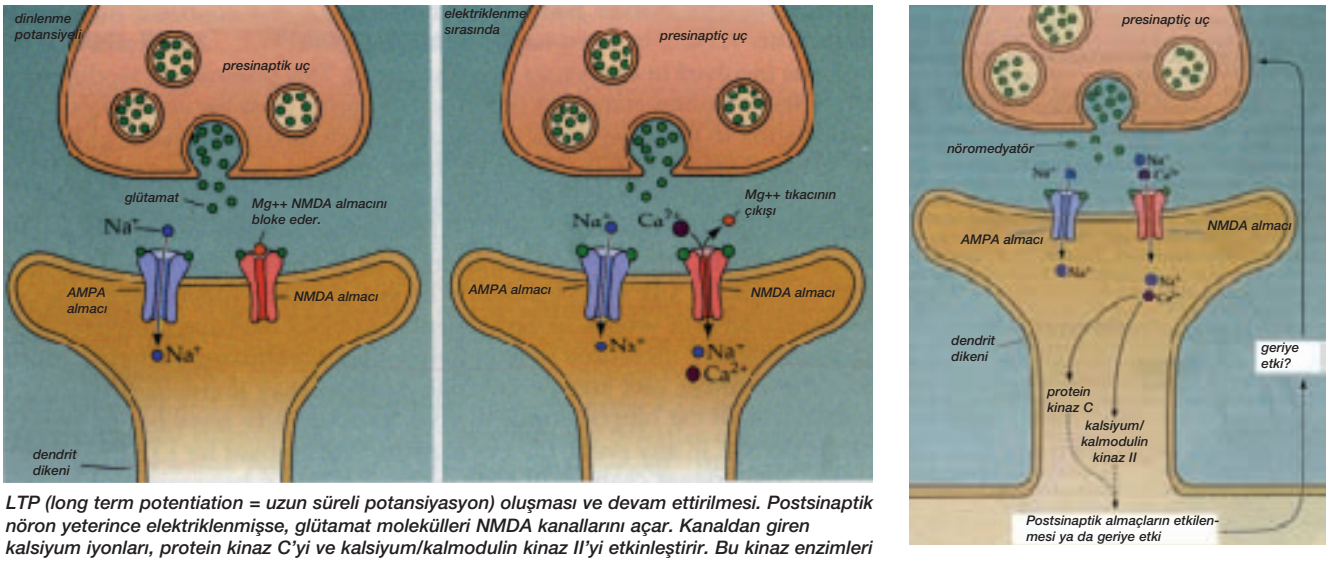
Sinapslar

Belleği anlamak için sinapsları çok iyi anlamalıyız. l952'de Yeni Zelanda Otago Tıp Fakültesinden J.C. Eccles ekibi önemli bir buluş yaptı: Sinaps yarığının berisindeki nörondan ötesindeki nörona geçen uyarı, nöromedyatör (NM=Sinir ileti maddesi) maddenin cinsine bağlı olarak, postsinaptik nöronda ya yeni elektrik potansiyel farkı yaratır ya da orada bulunan elektriği azaltır. Böylece iki çeşit sinaps olduğu anlaşıldı: Uyarıcı ve baskılayıcı sinapslar. Bellekle ilgili uyarılar sinapstan geçerken sinaps yapısını değiştirirler; bilgi bu şekilde sinapslarda saklanır. Yeni

Aplysia Deniz Salyangozunda Duyarlılaştırma

1989'da Eric Kandel ve arkadaşlarının deniz salyangozu Aplysia californica üzerindeki deneyleri, beyinde uzun süreli bilgi depolanmasına ışık tuttu. Kandel, Aplysia'da l ay süren duyarlılaştırma sırasında protein sentezinin arttığını gösterdi. Bu yavaş evre, ilaçlarla (antibiyotikler vb.) yokedilebiliyordu; bunlar protein sentezini azaltan ilaçlardı. Protein sentezinin artışı sırasında his nöronlarının sinaptik uçlarında şişkinlikler belirdiği gözlemlendi. Bu hayvanın beyninde yalnız 20 000 nöron vardır (en küçük memelide ise yüz milyonlarca). Aplysia, su çekici sifonu sıkılırsa solungaçlarını içeri çeker. Bu sıkma birçok kez tekrarlanırsa sonunda hayvan solungaçlarını içeri çekmez. Buna alışma (habitüasyon) deniyor. Hayvan bununla bu uyarının zararsızlığını anladığını ifade etmiş oluyor. Şimdi hayvanın sifonunu sıkarken kuyruğunu da sıkalım ya da kuyruğa bir elektrik şoku verelim. Bu durumda Aplysia sifona en hafif bir dokunmayla bile solungaçlarını içeri çeker. Bu duyarlık 1 saat kadar sürer (kısa süreli duyarlılaştırma). Bu deneyler sık sık tekrarlanırsa günler ve haftalar süren bir duyarlık görülür (uzun süreli duyarlılaştırma). Uzun süreli duyarlığın oluşması kısa süreliden farklı bir mekanizmayla olur. Senotonin Æ cAMP artışı Æ protein kinaz A (PKA) etkinliği şöyle devam eder; PKA bazı DNA kopyalama faktörlerini fosforlayarak etkinleştirir. Bu faktörlere CRE (cAMP responsive elements = cAMP'a yanıt veren elemanlar) deniyor. Bunlardan CREB (cAMP response element binding proteins = cAMP'a yanıt veren elemanları bağlayıcı proteinler) uzun süreli duyarlığı sağladığı gibi öğrenmede de roloynuyor Meyve sinekleri CREB olmayacak şekilde mutasyon yapınca kokulara eşlik eden elektrik şokundan kaçınmayı öğrenemezler. CREB'siz fareler bazı görevleri öğrenemezler; bunlarda LTP eksikliği de olabiliyor.

Alışma ve duyarlılaştırmanın evrimsel önemi vardır: hayvan tek düze tekrarlayan uyarıları dikkate almaz; çünkü hayvan çevrenin sabitliğiyle değil, değişmesiyle ilgilenir. Kuvvetli bir uyarıysa hayvan tarafından tehlike olarak algılanır ve bu nedenle birçok nöron aşırı etkin hale gelir.



LTP (long term potentiation = uzun süreli potansiyasyon) oluşması ve devam ettirilmesi. Postsinaptik nöron yeterince elektriklenmişse, glütamat molekülleri NMDA kanallarını açar. Kanaldan giren kalsiyum iyonları, protein kinaz C'yi ve kalsiyum/kalmodulin kinaz II'yi etkinleştirir. Bu kinaz enzimleri geriye doğru giderek presinaptik nöromedyatör salgısını arttırırlar. kalsiyum ve/veya kinazlar, postsinaptik almaçların glütamata duyarlılığını arttırırlar. Bunun sonucu olarak özellikle hipokampusta sinaps iletimi artar ve uzar. Bu, uzun süreli bellekle ve belleğin pekişmesiyle ilgili bir olaydır.

bir sinyal böyle bir sinapstan geçerken, sinapstaki kalıba göre biçimlenir; bu ise hatırlama olayının temelidir. Bu gibi sinapslara "plastik sinapslar" denilir.

Sinirsel uyarı bir nörondan diğerine sinapslarla geçer. Bir sinapsın 3 ana öğesi vardır: Sinaps öncesi (pre-sinaptik) nöron, sinaps yarığı ve sinaps sonrası (post-sinaptik) nöron. Uyarı sinapsa milivolt düzeyinde elektrik akımı olarak gelir ve sinaps yarığından kimyasal yolla geçer. Uyarı pre-sinaptik nörondan asetilkolin, serotonin, glütamat vb. gibi bir NM salgılanmasına neden olur. NM post-sinaptik hücre zarı üzerindeki almaçlara bağlanır; bu ise bu zardaki kalsiyum, sodyum ve potasyum kanallarının açılmasına ya da kapanmasına neden olur. Hangi kanalların nasıl etkinleşeceğini NM belirler. Bu iyonik olaylar postsinaptik hücrede yeniden elektrik yaratırlar; böylece ileti devam eder. Presinaptik nörondan akson denilen tek ve uzun (birkaç metre olabilen) bir uzantı çıkar. Aksonun ucu düğme gibidir. Akson bir sonraki nöronun dendrit denilen saç gibi çok sayıda kısa uzantılarıyla bağlantı yapar. Her nöron ortalama 1000 sinaps yapar; insan merkez sinir sisteminde 10^{11} nöron olduğundan toplam 10^{14} sinaps vardır. Omurilikte tek bir hareket nöronuna 10000 terminal düğme yapışır (2000'i hücreye ve 8000'i dendritlere). Terminal düğme küçük bir alan kaplar; fakat o kadar çokturlar ki hücre yüzeyinin % 40'ı ve dendrit zarlarının % 75'i bu düğmelerle kaplıdır. Beyin kabuğunda sinapsların %98'i dendritler ve %2'si hücreler üzerindedir. Beyin ve beyincik kabuğunda uyarıcı uçların çoğu dendritlerin dikensi çıkıntıları üzerinde son bulur.

Sinaps yarığı 20-40 nm (nanometre: metrenin milyarda biri) genişliktedir. Pre-sinaptik uçta çok sayıda mitokondri ve 3 çeşit vezikül (sıvı dolu kesecik) vardır. Terminal düğmede sürekli bir devir vardır:NM içeren veziküller "ekzositozla" dışarı atılır, "endositozla" geri alınır, endosom içine girer, buradan tomurcuklanarak ayrılır, yeniden NM ve ATP (adenosin trifosfat) alır, zara yanaşır ve yeniden dışarı boşalırlar.Sinirsel elektrik terminal düğmeye gelince kalsiyum kanalları açılır ve hücre içine kalsiyum hücumu, NM yüklü vezikülün ekzositozla sinaps yarığına atılmasını sağlar.

Sinapsların Değişkenliği

Nöron elektriği kısa süreli, ani voltaj değişmeleri gösterir; her postsinaptik voltaj değişmesi, sinaps yarığına NM'ler salgılanışına ve bir uyarının geçişine karşılıktır. Bazı sinapslarda uyarı geçerken postsinaptik nöronda voltaj yükselir (uyarıcı sinapslar); bazı sinapslardaysa uyarı geçerken postsinaptik voltaj düşer (baskılayıcı sinapslar). Sinapsın cinsini NM belirler. Baskılayıcı bir NM, postsinaptik nöronun ateşleme yapmasını engeller; uyarıcı bir NM ise postsinaptik nöronu ateşler. Bir nöron birden fazla (bazen binlerce) nöronla sinaps yapmışsa gelen uyarılar birbirine eklenir. Peşpeşe uyarı verilmesi sinaps voltajını arttırır. Milisaniyelerce süren en kısa sinaps kuvvetlenmesine "kolaylaştırma (fasilitasyon)" deniyor. Saniyelerce süren sinaps kuvvetlenmesine "sinaps ogmantasyonu" ve dakikalarca süren "sinaps kuvvetlenmesine", "potansiyasyon" denmektedir. Bu son iki sinaps kuvvetlenmesi, presinaptik nörona birkaç saniyede yüzlerce elektrik uyarı verilmesini gerektirir. Çok sayıda aksonun aynı nörona gelmesi böyle etki yaratır. Her üç kısa süreli sinaps kuvvetlenmesi de (fasilitasyon, ogmantasyon, potansiyasyon) uyarı sırasında presinaptik nörona giren kalsiyumun kalsiyum pompalarınca yeterince dışarı atılamayışındandır.

Kalsiyumun birikmesi NM veziküllerinin zarla birleşmesini ve NM sentezini hızlandırır; bu şekilde sinaps yarığına dökülen NM artar. Bu olayın vücuda yararı şudur: en fazla uyarı alan nöronlar en yüksek voltaja erişir ve en fazla NM yaparlar; bu şekilde bu gibi nöronlar "sözünü dinletir" hâle gelirler; beyin o anda en önemli etkinliklerin neler olduğunu bu yolla anlamış olur.

Beyin o an için kendisine gerekmeyen uyarıları "sinaps depresyonu" yoluyla zayıflatır; bunda da sinapsa peşpeşe uyarılar gelmesi rol oynar. Bu, sinapslarda NM salgısının giderek azalması demektir.

Selçuk Alsan

Kaynaklar:
Psychol. Bull. 1999, 125: 800-25
Rev. Neurosci. 1999, 10: 267-78
J Neurol. Neurosurg. Psychiatry 1999, 67: 140
Rev. Neurosci. 2000, 11: 113-25
Ann. Med. 1999, 31: 380-7
Science 2000, 287: 248-51
Neuron 1999, 24: 295-8
Neurobiology, G. G. Matthews, Blackwell Co., 1998
Neuroscience, Dale Purves et all., Sinuer Ass. Co, 1997
http://www.hcs.harvard.edu/~hsr/hsr/winter97/amnesia.html
http://130.14.32.49/cgi-bin/VERSION-A/IGM-client?239+records+1
http://www.maccs.mq.edu.au/~max/Memory/

Bellek Bozuklukları

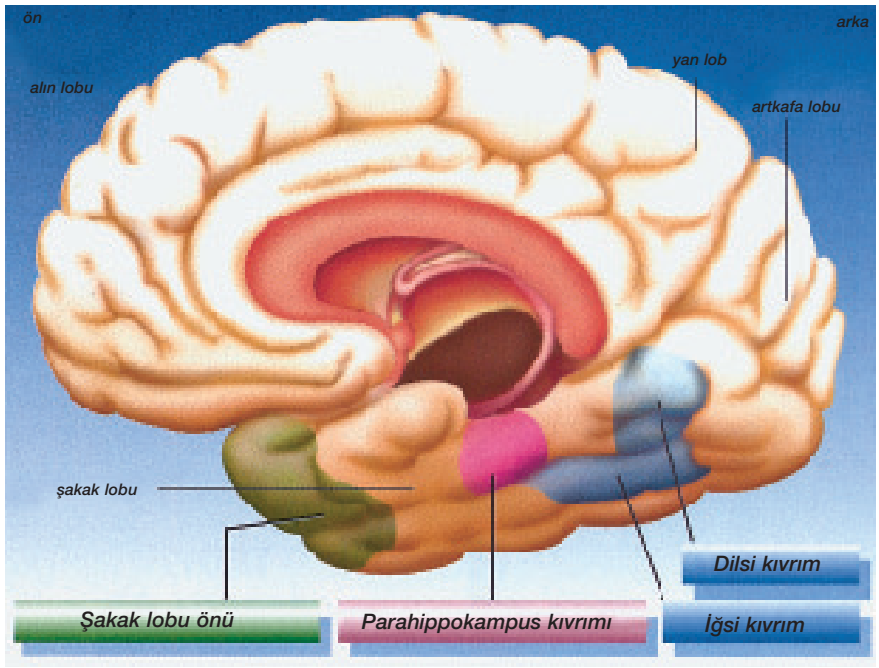
Lisan, düşünce ve deneyimlerin sözcük denilen sembollerle ifade edilmesidir. Sol yarımkürede Silvius yarığı bölgesinde yoğunlaşan bir sinir ağının ürünüdür. Sözcükleri anlama merkezi şakak lobu üst kıvrımının arka ucu ve yan lob lobulusunu içeren Wernicke alanıdır. Burada duyulan sözcüklere anlam verilir. Alın lobu alt kıvrımının arka ucu ve ona komşu ön alın alanları söz söylemeyi sağlayan Broca alanını oluşturur. Bu alan sözlerin söylenmesinden ve doğru dizilmesinden (sentaks ya da gramer) sorumludur. Bu sinir ağının bir yerinin tahribi afazi denilen konuşma bozukluğunu yapar. Afazide söz söyleme, söz anlama, doğru sözcük seçme ve sözcük sırasını doğru sıralama (gramer, sentaks) bozulmuştur.

Sağ elle yazanların %90'ında ve sol elle yazanların %60'ında konuşma merkezleri sol yarıkürededir. Az sayıda insanda konuşma merkezleri sağ yarıkürededir. Sağ elle yazan birinde sağ yarıkürede hasar oluşuna bağlı afaziye çapraz afazi denir.

Afazi belirtileri: En sık görülen belirti hastanın gösterilen bir cismin ismini söyleyememesidir (anomi=isimlendirememek); örneğin silgi gösterilince silgi diyemez; "silmek için birşey" diyebilir ya da sözcüğü yanlış söyler: Sili ya da salgi diyebilir (parafazi). Hastaya "silgiyi göster" dersek gösterebilir; fakat bazıları bunu da yapamaz. Hastanın konuşmayı anlayıp anlamadığı evet-hayırla yanıtlanan şu gibi sorularla test edilir. “Köpek uçar mı?” ya da "Bu odada ışık veren şeyi" göster. Afazisi olanlar aynı sözcüğü ya da kısa cümleleri 4-5 kere tekrarlayamaz. Hasta yazı yazamayabilir (agrafi) ve yüksek sesle okuyamayabilir (aleksi).

Wernicke afazisi: Hasta söylenen sözleri ve okuduğunu anlayamaz. Konuşma akıcıdır; fakat sözcüklerin çoğu yanlış söylenir (parafazi); öyleki hasta yeni bir lisan yaratmış gibidir; söylediklerini anlamak zordur (jargon afazi) [jargon; bir mesleğe özgü başkalarına anlamsız gelen sözcükler]. Konuşması bir akıl hastasınınkini andırır.

Hasta anlamsız konuştuğunun farkında değildir; sözlerini anlamayanlara kızar ve bu nedenle şüpheci ve saldırgan olabilir. Wernicke afazisi olanlar iyi okuyamaz, yazamaz, cisimlere isim veremez ve sözcükleri tekrar edemez.



PET tekniğiyle normal bir insanda bir yüz tanırken beynin etkinleşen bölgeleri. Sağ yarıküreye içten bakılıyor. Yüz tanıyıcı üç alan prosopagnozik hastalarda tahrip olmuştur.

Broca afazisi: Hasta az sözcük kullanır; dura dura konuşur (söyleyeceği sözcüğü aramaktadır), sözcüklerin sırası ve söylenişi yanlıştır. Tekrarlama ve isimlendirme yapamaz. Konuşma "evet", "hayır"a, hatta bir iniltiye indirgenebilir. Söyleneni ve okuduğunu anlar; şarkı söyleyebilir. Wernicke afazisinin aksine hasta konuşamadığının bilincindedir ve buna çok üzülerek ağlar.

Wernicke ve Broca afazileri beyin damar tıkanmalarına, beyin kanamasına, kafa travmalarına ya da beyin tümörüne bağlı olabilir. Wernicke ve Broca afazilerinin birlikte görülmesine tam afazi (global afazi) denir.

Afazinin daha az görülen başka çeşitleri de vardır: **a)** İletim afazisinde Broca ve Wernicke alanları arasındaki birleştirici yollar tahrip olmuştur. Broca afazisine benzer; fakat konuşma akıcıdır. **b)** Bazı Broca ve Wernicke tipi afazilerde sözcükleri tekrar yeteneği bozulmaz. Bunlara "beyin kabuğu ötesi afaziler" (transkortikal afaziler) deniliyor. **c)** Anomik afazide hasta yalnız gördüğü cisimlerin adını hatırlayamaz; kafa travmalarında ve Alzheimer hastalığında en sık görülen afazi, anomidir. **d)** Şakak lobu üst kıvrımının tahribinde saf sözcük sağırlığı olur; hasta işitir; fakat kendi lisanını yabancı bir lisanmış gibi anlayamaz. **e)** Sol artkafa lobu harabiyetinde saf aleksi olur; yani hasta kendi lisanında yazılmış bir kitabı, yabancı dilde yazılmış gibi, okuyup anlayamaz. Bu hastalar renklerin adını da unuturlar (renk anomisi). **f)** Afemiada hasta dilsiz gibidir; bu hal bir süre sonra fısıltıyla konuşmaya dönüşür. **g)** Gertsmann sendromunda hasta basit aritmetik işlemleri yapamaz (akalküli); iyi yazamaz (disgrafi); parmaklarının adını (işaret parmağı vb.) söyleyemez ve sağla solu karıştırır. Bu sendrom sol yarıkürenin yan lobunda açısal kıvrım (girus angularis) lezyonlarında görülür. **h)** Sözlerdeki vurguları algılayamamak aprosodiaya neden olur. Bu hastalar vurgusuz sözcüklerle, monoton bir tarzda konuşurlar. Sağ yarıküre Silvius yarığı etrafındaki patolojiler aprosodiaya neden olur. **i)** Sol yarı kürenin derin çekirdeklerinin (talamus, kuyruklu çekirdek) tahribi de klasik olmayan afazi nedenidir. **j)** Bazı afazilerde gramersizlik (agramatizm) ya da telegrafik konuşma görülür; yazılı ya da sözlü dil-

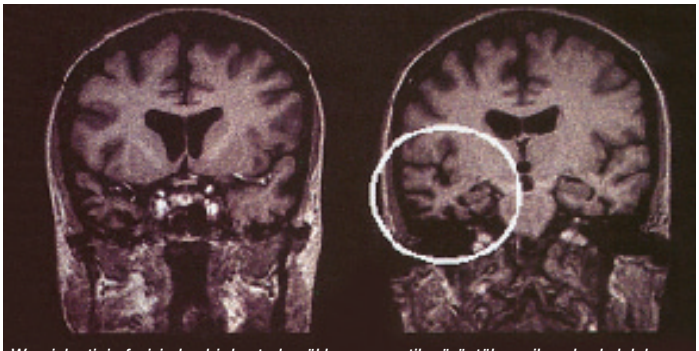
de edat ve bağlaçlar kullanılmaz. Böyle bir hasta 1968 Paris olaylarını şöyle anlatıyordu: "Grevler, ah grevler... ah kırmızı bayrak... ah, ah coplar... ah yine coplar... Fakülteler; ah evet yüzde on... ah ücret". **k)** Hasta soyut sözcükleri (adalet, şeref, iyilik vb. gibi) ve icat edilmiş anlamsız sözcükleri (hecelerin rastgele sıralanması) okuyamaz ve tekrar edemez; somut sözcükleri kolayca tekrarlar; fakat bunu anlamca yakın sözcükler kullanarak yapabilir; örneğin "tiyatro" yerine "bale" der. Sol şakak lobunda lezyon olan bir hasta şöyle diyordu: "Cisimlerin adlarını söyleyebilirim, diğer sözcükleri asla" **l)** Somut sözcük afazisi çok nadirdir; bugüne dek 10-20 olgu görülmüştür. Bu hastalar bir sözcüğün kendisi yerine ona anlamca yakın bir sözcük kullanırlar; örneğin "ağaç çileği" yerine "böğürtlen" derler. Bu gibi hastalar söyleyemedikleri sözcükleri rahatlıkla okuyabilirler. Bu zorluklar kısa vadeli bellek kusuruna bağlıdır (kafa travması, beyin damar tıkanması, kanaması, beyin tümörü vb.) Soyut ve somut sözcüklerin beyinde temsil edildikleri alanlar farklı olmalıdır. **m)** Bazı afazilerde hasta doğayla ilgili sözcükleri (çiçekler, hayvanlar vb) hatırlar, cansız şeylerin adını (masa, koltuk, kalem vb) hatırlayamaz. **n)** Bazı afazilerde hasta vücudun çeşitli bölümlerinin, bir evin içinde bulunan eşyaların, sebze ve meyvaların isimlerini ya da özel isimleri (Ahmet, Ayşe vb) unutmuştur. **o)** Bazı afazilerde yalnız isim ve fiiller unutulur; bazılarındaysa isimler hatırlanıp fiiller unutulur ya da bunun aksi olur. Fiil merkezi sol alın, isim merkezi sol şakak lobundadır.

Diğer Bellek Bozuklukları

Yarıyı ihmal (hemineglect) sendromunda baş sağa dönüktür; hasta vücudunun sol yarısını yıkamaz, traş etmez ve giydirmez; tabağın soluna konulan yemekleri yemez; sayfanın sol yarısını okumaz, yazarken kağıdın sol yarısını boş bırakır ve saat resminin yalnız sağ yarısına rakamlar koyar, yüzün sağ yarısını çizer. Sol kolunun ve bacağının kendine ait olduğunu kabul etmez; bir yabancıya ait addettiği kolunu ya da bacağını yataktan dışarı atmak isterken kendini yerde bulur. Solundaki kişi ve binaları farketmez. Bu sendrom kişiyi dış çevreden haberdar edici sistemin bozukluğuna bağlıdır. Bu sisteme çevre kıvrım (girus cingularis) kabuğu, yan lob kabuğunun arka bölümü, alın lobu göz alanları, çizgili cisim (corpus striatum) ve talamusun pulvinar çekirdeği dahildir. Bu bölgeler çevremizin üç boyutlu (uzay) haritasını, duyu haritasını ve hareket haritasını saklar. Sol yarıküre sağ alanımızı, sağ yarıküre hem sol, hem sağ alanımızı haritalar. Bu nedenle, sol yarıküre hasarı sağ yarıda ihmal yapmaz; çünkü sağ yarıküre sağ ihmali telafi eder. Sağ yarıküre hasarı sol yarıda ihmale neden olur.

Apraksi de hasta emredilen bir hareketi yapamaz; örneğin "düğmeni ilikle" deyince ilikleyemez. Saç tarama, diş fırçalama gibi basit hareketleri pandomim olarak yapamaz. En sık rastlanılan apraksi, düşünce-hareket apraksisidir. Bu hastalıkta, beyinde düşünce sistemiyle hareket sistemi arasındaki bağlantılar kopmuştur; hasta düşündüğü bir hareketi taklit edemez. Bu tip apraksi sıklıkla afaziyle beraberdir. Apraksi yüzde, kol ve bacaklarda olabilir. Düşünce apraksisinde hasta hareketlerin sırasını şaşırır; örneğin kalemin yazmayan ucuyla yazmaya çalışır. Bu duruma bunamalarda rastlanır. Beynin premotör alan ya da beyin kabuğu-bazal gangliyonlar bağlantılarının hasarında, hasta bir aleti doğru dürüst kullanamaz.

Giyinme apraksisinde hasta elbisesini giyemez; onunla uğraşıp durur (İki taraflı veya sağ yan lob harabiyeti). Konstrüksiyon apraksisinde hasta basit geometrik şekilleri kopya edemez (sağ yan lob harabiyeti). Balint sendromunda hasta çevreyi incelemek için gözlerini gerektiği gibi çeviremez (göz hareketleri apraksisi); gördüğü şeyi elle yakalayamaz (görsel dengesizlik, optik ataksi) ve merkezi görmeyle çevresel görmeyi bütünleştiremez (simültanagnozi); örneğin görüşü masa lambasının yalnız dibine yoğunlaşır ve gördüğü şeyin kültabağı olduğunu söyler; baktığı cisim birden kaybolabilir; bir kağıda çok büyük ve çok küçük A harfleri çizilirse yalnız küçük A'ları görür. Simültanagnozi iki taraflı yan lob hasarına bağlıdır. Yüzlerle ilgili anılar artkafa lobundaki birincil (çizgili) görme alanında ve ona komşu birleştirme alanında saklanır. Artkafa-şakak loblarının lingual ve füziform kıvrımlarındaki iki taraflı hasar yüzlerin tanınmasını önler (prosopagnozi) ya da hastanın gördüğü şeyleri tanımasına engel olur (görsel cisim agnozisi). Bu gibi hastalar bazen aynada ya da fotoğrafta kendi yüzlerini de tanıyamazlar. Hastalar kendi ev hayvanlarını tanıyamaz, otomobillerin markasını anlayamaz.



Wernicke tipi afazisi olan bir hastada nükleer manyetik görüntüleme ile sol şakak lobunda atrofi (beyaz daire içindeki siyahlık). Hasta duyduğu veya okuduğu sözcükleri anlamıyor, gördüğü cisimlere anlam veremiyordu. Söylenen sözleri tekrar edemiyor, gördüğü cisimlerin ismini söyleyemiyordu. Beyninde dejeneratif bir sinir hastalığı vardır.

Limbik Sistem Amnezileri

Limbik sistem, bazı talamus çekirdekleri, çizgili cismin bir bölümü ve hipotalamustan oluşur. Burası duygu, güdülenme, iç salgı bezleri ve organ sinirleri merkezidir. Limbik sistem ayrıca kişisel anıların saklandığı merkezdir. Limbik sistemin iki taraflı hasarı ağır bir amneziye neden olur. Amnezi geriye doğru (retrograd) ya da öne doğru (anterograd) olabilir. Retrograd amnezi, amnezi oluşmadan önceki anıların yok olmasıdır. En uzak anılar en iyi saklanır; örneğin bir çok amnezik insan çocukluğunu iyi hatırlar, fakat amnezinin az öncesindeki olayları hatırlayamaz. Anterograd amnezi amneziden sonraki anıları unutmak, yeni bir şey öğrenememek demektir. Hasta az önce ne yediğini hatırlayamaz. Amnezik hasta amnezisi olduğunu inkar eder ve belleğindeki boşlukları uydurma olaylarla doldurur (fabülasyon). Amnezik hasta, bulunduğu yeri ve özellikle zamanı bilemez. Buna-

malar, beyin damar tıkanmaları, beyin tümörleri, kafa travmaları, beyin iltihabı (ensefalit), kronik alkolizme bağlı beyin hastalığı (B1 vitamini eksikliğine bağlı Wernicke-Korsakoff ensefalopatisi) vb amnezi yapabilir. Korsakoff sendromunun en ağır şekli, iki taraflı şakak lobu tahribinde görülür. Böyle bir hasta olan H.M. 1953'ten bu yana yeni hiçbir şey öğrenememiştir. Migrenli bir genç kız, krizin ertesi günü 2 sene geriye giderek bir süre o günlerdeymiş gibi yaşamıştır.

Renk duyumunun kaybında, hasta herşeyi grinin tonlarında görür. Yemek yiyemez; çünkü domatesler ona kömür gibi gözükür. Eşini fare renginde gördüğünden terkedebilir. Rüyaları bile renksizleşir.

Hareket belleğinin bozukluğunda hasta hareketli bir cismi belli aralarla gözden kaybeder; caddede karşıya geçerken otomobil altında kalabilir; çünkü otomobili bir uzaktayken, bir de yanı başına gelince görmüştür. Çay bardağını taşırır; çünkü çayın yüksekliğini izleyemez. Bazı beyin hasarlarında hasta dünyayı bir düzlem olarak görür; 3 boyutlu göremez. Anton hastalığında (körlük yadsınması) hasta kör olmasına rağmen bunun farkında değildir; imgeleri hayalinde üretir.

Belleğin aşırı kuvvetli olmasına hipermnezi denir; bu duruma genellikle akıl hastalarında rastlanır. Rain Man filminin Dustin Hoffman tarafından canlandırılan kahramanı otistikti ve çok kuvvetli bir belleği vardı.

Amnezilerin ilginç ve bazen inanılmaz yönleri vardır. Örneğin mükemmel tenis oynayan birisi, ona bu oyunu öğreteni hatırlayamaz; ama oyunda yapacağı hamleleri unutmamıştır. Piyano, keman vb. çalmak, bisiklete binmek, dansetmek, gibi otomatik hareketlerde de aynı şey olabilir. Kafa travmasına bağlı anterograd amnezide hasta kahvaltıda ne yediğini hatırlamaz; fakat kafa travmasından önceki anılarını ve hayatını hatırlar; lisanı da normaldir. 1911'de Dr. E. Claparède bir amnezik hastanın elini sıkarken ona avucunda sakladığı dikeni batırdı. Ertesi gün aynı hastanın elini sıkmak istedi; hasta buna izin vermedi; fakat 1 gün önceki olayı hatırlamıyordu. Aslında hasta o olayı biliyor, fakat bildiğini bilmiyordu.

Amnezili hasta, belleğini kaybetmeden önceki kişiliğiyle eski yıllarda yaşıyormuş gibi yaşar. Örneğin 25 yıldır amnezik olan yaşlı bir hanım genç bir kız gibi giyinip öyle davranabilir.

Görme korteksi V1 (çizgili kabuk) hasarlarında "kör görüş" vardır. Bu Anton hastalığının tersidir. Hasta bazı şeyleri görür; fakat gördüğünü kabul etmez (Anton hastalığında kör bir hasta gördüğünü iddia eder). 1981'de Roger Sperry'ye Nobel Ödülü kazandıran çalışmalar da çok ilginçtir: Bir kedi ya da maymunda iki beyin yarıküresini birbirine birleştiren "büyük birleşek" (corpus callosum=nasırsı cisim) kesilirse hayvan iki ayrı beyni varmış gibi davranır. Aynı durum insan için sözkonusu olduğunda, örneğin elleri karşıt işler yapmaya çalışabilir: Biri düğme iliklerken öteki çözmek ister. Uyarılara karşı beynin bir yarısına başka, öteki yarısına başka türlü tepki göstermek öğretilebilir. İnsanların sol beyni çevrenin sağ yarısını, sağ beyni sol yarısını görür. Corpus callosum'u hasar görmüş "yarık beyin"li hastalarda çevrenin sağ ve sol yarısına ait görsel bilgiler birleştirilemez. Konuşma merkezleri genelde soldadır. Sağdan göstereceğimiz bir resim hastanın sol beynine gider; konuşma merkezi burada olduğundan hasta resimde gördüğü cismin ismini söyleyebilir ya da sol beynin kontrol ettiği sağ eliyle o cismi gösterebilir. Resim soldan tutularak sağ beyine gösterilirse hasta bunları tam yapamaz; çünkü sağ beyin cismi görür; fakat tanıyamaz. Beynin bir yarısı öteki yarısından habersizdir (ayrık beyinler). Büyük birleşeği kesilmiş ya da hasar görmüş hastalarda "yabancı el" hastalığı görülür. Hastanın ellerinden biri hastayı boğmaya çalışır; hasta eline hükmedemez ve ancak diğer eliyle karşı koyarak boğulmayı önler. Yabancı el hastanın çocuğunun ya da kedisinin boynuna yapışıp sıkabilir. Bu hastalar sürekli korku içinde yaşarlar.

Beyin lezyonlarında cisimleri tanıma: İnsanda ve maymunda şakak lobunun iç (mesial) bölgesinin çıkartılması, ameliyattan sonraki olayların hatırlanamamasına neden olur (anterograd amnezi).

Maymunlarda şakak lobu iç kıvrımının ön ucunun (bademsi çekirdek ve koku kabuğu) hasarı, cisimleri dokunma ve görme yoluyla tanımanın birbirinden kopmasına neden olur; maymun karanlıkta yokladığı cisimleri aydınlıkta gözleriyle tanıyamaz. Limbik sistemin bir başka bölgesinin (denizatı) lezyonları da benzer sonuçlar verir. Bir maymun bir muzu bir defada bir iskemlenin üzerinde görmüşse hep o iskemle üzerindeki muzları almaya eğimlilidir; hem iskemle, hem masa üzerine muz konulsa yalnız iskemle üzerindeki muzları yer. Denizatı lezyonlarında cismin yerini tanıma yeteneği kaybolur; maymun hem iskemle, hem masa üzerindeki muzları yer.

His ve hareketin eşgüdümündeyse beynin derin çekirdeklerinden (çizgili cisim), kuyruklu çekirdek ve putamen rol oynar. Bir maymuna 20 çift farklı cisim gösterilir ve bunlardan yalnız birinin içine şeker konulursa, maymun hep şekerli cismi seçer. Bu cevapta çizgili cisimle beraber beyin sapındaki dopaminerjik siyah madde (substantia nigra) rol oynar.

Yüzleri Hatırlamak

Tanıdık bir yüzü görür görmez hatırlarız. Beynimizin yüz tanıma alanları cisim tanıma alanlarından farklıdır. Bir yüzü inceleyen beyin, derhal o yüzle ilgili bir çok ayrıntıyı kaydeder; cinsiyet, yaş, ırk, duygu içeriği (neşeli, hüzünlü, asık vb), fizyonomik değişmezler (bir yüzü kendine özgü yapan anatomik ayrıntılar), yüzün tanıdık olup olmadığı, o kişinin sesi, adı, o kişiyle ilgili anılar (sevmediğimiz bir yüzü görünce yüzümüz asılır) vb. Beynin öyle hastalıkları vardır ki hasta tanıdığı yüzleri, aynada gördüğü kendi yüzü dahil, tanıyamaz olur. 1980'lerde Marsilya'da La Timon hastanesinde M. Poncet'nin bir hastası, kendisine gösterilen fotoğrafların kendi yüzüne ait olduğunu farkedemiyordu. Tıpta bu hastalığa "prosopagnozi" deniyor. Prosagnozi daima sağ yarı kürenin hastalıklarında görülür; sorumlu lezyon bir tümör, kafa travması, beyin kanaması vb. olabilir. Sol yarı kürede de yüz tanıma merkezleri varsa da bunlar önemli bir rol oynamazlar.

Selçuk Alsan

Kaynaklar
Adv Neurol 2000, 82: 123-33
Pharmaco Psychiatry 1999, 32 Suppl 1: 38-43
Semin Speech Lang 1999, 20: 19-31
Memory 1999, 7: 561-83
Neurobiology, G. G. Matthews, Blackwell Co., 1998
Neuroscience, Dale Purves et all Sinauer Ass. Co., 1997
Harrison's Principles of Internal Medicine, 14th ed., 1998
Review of Medical Physiology, 18th ed., Lange Publ., 1997
http://www.gla.ac.uk/Acad/Psychology/project-pages/aphasia.html
http://www.nih.gov/nided/health/pubs-vsl/aphasia.htm

Kolayca Önlenebilecek Zihinsel Özür

FKÜ (Fenilketonüri)

Kalıtsal metabolik hastalıklar nadir görülen hastalıklardır. Ancak çok sayıda metabolik hastalık olduğundan hepsi birlikte değerlendirildiğinde yılda doğan metabolik hastalıklı çocuk sayısı oldukça fazladır. Pek çoğu zihinsel özür yaratan metabolik hastalıkların hemen hepsi otozomal resesif yolla kalıtılır. Anne ve babanın taşıyıcı olması halinde bu çiftin her çocuğunda bu kalıtım şekliyle geçen kalıtsal hastalıkların görülme olasılığı % 25'tir. Ülkemizde akraba evliliklerinin sıklıkla yapılması otozomal resesif kalıtılan metabolik hastalıkların yüksek sıklıkta izlenmesine neden olmaktadır ve kalıtsal metabolik hastalıklar zihinsel özürlülüğün ülkemiz için önemli bir nedenidir. Klinik gözlemler ülkemizde 1/4500 sıklığında izlenen fenilketonüri yanında diğer metabolik hastalıkların görülme sıklıklarının kesin bilinmemesine karşın dünya ortalama değerlerinin üzerinde olduğunu göstermektedir.

Kalıtsal bir metabolik hastalık olan fenilketonüri, toplumumuzda hâlâ yeterince bilinmemekte ve birçok çocuğun ömür boyu özürlü kalmasına sebep olmaktadır. Bu konuda sağlık kuruluşlarına ve hekimlere ailelerin uyarılması konusunda büyük görev düşüyor. Bir damla kan ile bu hastalığın önlenmesi mümkündür...

Fenilketonüri kalıtsal bir metabolik hastalıktır. Bu hastalıkla doğan çocuklar proteinli gıdalarda bulunan fenilalanin isimli bir amino asidi metabolize edemezler, sonuçta kanda ve diğer vücut sıvılarında artmış olan fenilalanin ve onun artıkları çocuğun gelişmekte olan beynini harab eder ve ileri derecede zihinsel özürlü olmasına, sinir sistemini ilgilendiren daha birçok belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olur.

Hayatın ilk birkaç ayı içerisinde fenilketonüri hastalığı olan bebekleri sağlıklı bebeklerden ayıran özellikler fark edilemez.Tedavi edilmeyen fenilketonürili çocuklarda 5-6 aylardan sonra zekadaki gerileme belirgin hale gelir. Akranlarından farklı olarak oturma, yürüme ve konuşma gibi becerileri kazanamazlar. Beyin gelişimleri normal olmadığından başları da küçük kalır. Bazı fenilketonürili çocukların saç ve gözleri anne ve babalarınınkine göre daha açık renkte olabilir.

Fenilketonüri aileden gelme bir hastalıktır. Fenilketonürili çocuğun anne ve babasında fenilalanin hidroksilaz enzimi yapımından sorumlu, biri normal, biri bozuk iki gen vardır. Anne ve babasından bozuk genleri alan bir çocuk fenilketonüri hastalığı ile doğmaktadır. Anne ve babasından bir bozuk gen alan çocuksa anne ve babası gibi hastalığı taşır, ancak hastalık belirtisi göstermez. Anne ve babasının her ikisinden de sağlam genleri alan bir çocuk ise tamamen sağlıklıdır. Anne ve baba taşıyıcı olduğunda her çocuğun fenilketonüri olma olasılığı % 25 gibi yüksek değerlere ulaşır.



Fenilketonüri Amerika'da ve birçok Avrupa ülkesinde her 10000-30000 yenidoğanda bir görülmesine karşın ülkemizde 3000-4000 yenidoğanda bir görülmektedir. Türkiye fenilketonüri hastalığının en sık görüldüğü bir ülkedir. Her yıl ülkemizde 350-400 çocuk bu hastalıkla doğmaktadır. Her 20-25 kişiden birinin hastalığı taşıyor olması ve ülkemizde akraba evliliklerinin yüksek oranda yapılması hastalığın sık görülmesine neden olmaktadır. Hastalığın yeterince bilinmemesi, zekâ geriliği gösteren hastaların bu hastalık yönünden incelenmemesi ve ebeveyne gerekli danışmanın verilmemesi, hatalı gen yaygınlığını artırmaktadır. Akraba evliliği hastalığın görülme sıklığını artırıyor olsa da, akraba olmayan bireylerin de çocukları hastalıklı doğabilir. Çünkü Türkiye'de her 100 kişiden 4 ü bu hastalık açısından taşıyıcı durumundadır.

Fenilketonüri erken teşhiş edildiğinde tedavi edilebilen bir hastalıktır. Tedavide genel ilke besinlerle alınan fenilalanin miktarını azaltarak kandaki fenilalanin düzeyini normal sınırlar içinde tutmaktır. Diyet tedavisinde fenilalanini çok azaltılmış ya da fenilalanin içermeyen özel ve ilaç niteliğinde mamaların ve tıbbi ürünlerin kullanılması gereklidir. Tedavi en az beyin dokusunun en hızlı geliştiği hayatın ilk 8-10 yılı boyunca çok iyi şekilde uygulanmalıdır.

Fenilketonüri hastalığı ile doğan bebeğin, beyni etkilenmeden, erken olarak tanımlanması çok önemlidir. Bu amaçla geliştirilmiş her yenidoğan çocuğa uygulanabilecek pratik, ekonomik bir test vardır. Hayatın ilk günlerinde bebek en az 24 saat beslendikten sonra özel bir filtre kâğıdına alınan 2 damla kan teşhiş için yeterlidir. Hasta bebek hayatın ilk günlerinde tanımlandığında uygun diyet tedavisi ile zekâ geriliği önlenebildiği için gelişmiş ülkelerde tüm yenidoğanların fenilketonüri yönünden taranması zorunluluğu vardır.

Fenilketonüri hastalığına bağlı zekâ geriliğinin önlenmesi amacı ile faaliyetlerde bulunan "Fenilketonürili Çocukları Tarama ve Koruma Derneği" Sağlık Bakanlığı'nın organizasyonu ile ülkemizde doğan her çocuğun bu hastalık yönünden taranması için çaba sarf etmektedir. Ankara Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde faaliyet gösteren dernek merkezi Istanbul ve Izmir dışındaki 79 ilde, Istanbul Üniversitesi Istanbul Tıp Fakültesi bünyesindeki dernek şubesi Istanbul ilinde, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi bünyesindeki Izmir şubesi ise Izmir ilinde tarama programını yürütmektedir..

Zihinsel Özür Yaratan Bir Kalıtsal Metabolik Hastalık

• Fenilketonüri zihinsel özür yaratan bir kalıtsal metabolik hastalıktır.
• İlk kez 1934 yılında Asbjörn Fölling (1888-1937) isimli Norveçli bir hekim tarafında zihinsel geri olan sarışın, mavi gözlü iki kardeşte tanımlanmıştır.
• Hastalık ismini idrarda normalde bulunmayan, bu hastalıkta idrarla atılan bir maddeden almaktadır.
• Fenilketonürili bireylerde hastalığın şiddetine uyan derecede zihinsel özür yanı sıra hastaların yaklaşık % 60 kadarında açık saç rengi, açık göz rengi, açık cilt rengi ile karakterize görünümü vardır. Hastaların vücüt sıvılarında özellikle idrarda özel bir koku dikkati çeker.
• Fenilketonüri yenidoğan taraması ile saptanıp ilk 3 ayda tedaviye başlanmaz ise hastalığın şiddetine uyan zihinsel özür gelişmesi kaçınılmazdır. Tedaviye mümkün olduğunca erken başlanması zihinsel performansı olumlu etkileyecektir. Ilk hafta tedaviye başlanan vakalar ile yaşamın ilk ayı içinde ama 2,3,4ncü haftalarda tedaviye başlanan vakalar arasında hepsi normal sınırlar içinde olsa bile zeka performansında farklılıklar gösterilmiştir.
• Fenilketoüride hiç tedavi uygulanmamış hastada hastalığın şiddetine bağlı olmak üzere ağır ya da çok ağır zihinsel özür gelişmesi kaçınılmazdır.
• Yenioğan taraması ile saptanıp yaşamın ilk aylarında (ilk 3 ayda) tedavi başlanan hastalarda daha sonra tedavinin aksamaması kaydı ile zihinsel özür gelişmesi beklenmez.
• Geç tanı konup geç tedavi başlanan vakalar arasında hastalığın şiddetindeki farklılıklar nedeni ile klinik farklılık olabilir.
• Hastalık çekinik genle taşındığı için hastalığın ortaya çıkması için anne ve babanın taşıyıcı olması gereklidir.
• Bugün için Fenilketonüri taşıyıcılığını saptamaya yönelik bir test yoktur.
• Fenilketonürili çocuğu olan ailenin gerekli genetik çalışmaları yapılmış ve genetik defekt saptanmış ise ailenin bir sonraki çocuğunun hasta olup olmadığı anne karnında tanı yöntemi ile saptanabilir. Genetik çalışması olmayan ya da bu tür çalışma yapılmış olsa bile genetik bozukluğun hangisi olduğu saptanmamış ailelere anne karnında tanı uygulanamaz.
• Hastalık ile ilgili yabancı dilde hekimlere ya da hasta ve hasta ailelerine yönelik pekçok yayın olmasına karşılık Türkçe olarak tıbbi kitaplarda hekim ve diğer sağlık çalışanlarına yönelik yayınlarda bu konudaki bilgilere ulaşmak mümkündür. Hastalığı tanıtmak hasta ailelerine bilgi vermek üzere hastalığı tanıtan Türkçe broşür de vardır.
• Hastalığın tedavisi vücutta kullanılamayan, kullanılamadığı için birikip beyin hasarı yaratan protein yapıtaşının (phenyl alanin) vücüda girişini azalmak için yapılan, proteinden kısıtlı diyet tedavisidir. Vücudun gereksinim duyduğu diğer protein yapıtaşlarının gerekli miktarları ancak bu hastalık için üretilmiş fenilalanin dışındaki diğer protein yapıtaşlarını içeren özel diyet ürünleri ile sağlanabilir.
• Hastalığın "Ulusal Fenilketonüri Taraması" kapsamında ülkemizde doğum hizmeti veren tüm sağlık kuruluşlarında taranması zorunludur. Ancak ülkemizde evde doğumlar hala yüksek sıklıkta yapıldığı için taramalar ancak Sağlık Ocakları ve Ana-Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Merkezlerinde yapılmaktadır.
• Ülkemizde akraba evliliği sıklığının yüksek (% 22) olması nedeni ile diğer çekinik genle taşınan hastalıklar gibi Fenilketonüride yüksek sıklıkta izlenmektedir. Hastalıkta cinsiyet ayırımı yoktur, erkek ve kız çocuklarda aynı sıklıkta izlenir. Ayrıca ülkemizde hastalığı yaratan genetik bozukluk yaygın olduğundan akraba evliliği olmadan da görülmesi diğer ülkelere göre yüksek oranda olmaktadır. Hastalığın dünyada en sık görüldüğü ülke 1/3500-4000 ile Türkiye'dir.
• Taşıyıcı olduğu bilinen çiftin her bebeğinde hastalığın görülme olasılığı % 25 dir. Taşıyılarda herhengi bir klinik bulgu yoktur. Hastalık yenidoğanda tarama testi dışında klinik muayene ile belirlenemez. Bebek büyüdükçe gelişim basamaklarında geçikme diğer zihinsel gerilik yapan hastalıklar gibi fenilketonürinin de bulgusu olabilir. Gelişme geriliği olan her bebek fenilketonüri yönünden araştırılmalıdır.
• Ülkemizde fenilketonürili hastalara yardım amaçlı "Fenilketonürili Çocukları Tarama ve Koruma Derneği" ile " Fenilketonüri ve diğer Kalıtsal Metabolik Hastalıklı Çocuklar Vakfı -METVAK" adlı sivil toplum örgütleri vardır. Feniletonürili Çocukları tarama ve Koruma derneği "Ulusal Fenilketonüri Taraması" nın parasal giderlerini karşılamakta, METVAK sosyal güvencesi olmayan hastalara diyet tedavisi için destek sağlamaktadır.

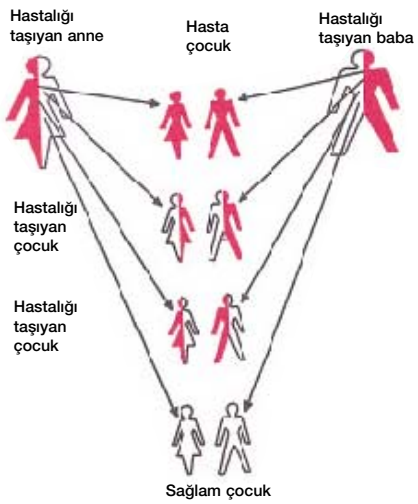
Günde 6000-7000 kan örneğinin tarandığı merkezlerde, hastalıklı bulunan çocuklarda hemen tedaviye geçilmektedir. Bu hastalığın zamanımızdaki tek tedavi yolu fenilalaninden kısıtlı diyettir ve bu diyet tedavisinin aile, metabolik hastalıklarda uzmanlaşmış çocuk hekimi, diyet uzmanı ve laboratuvar uzmanlarından oluşan bir ekip tarafından izlenmesi gerekmekte bu tedavi ile çocuğun normal gelişmesini sağlanmaktadır.

Annenin ilk çocuğu hastalıklı olarak doğmuş ise ikinci bebeğin daha anne karnında iken hasta olup olmadığının belirlenmesi yani anne karnında erken tanı mümkün olabilmektedir.

1986 yılında Ankara'da başlayan tarama ülke çapında genişletilmiştir. Şu anda Türkiye genelinde doğan bebeklerin %50'si hastalık açısından taranmaktadır. Diğer yüzdeye de ulaşılabilmesi için organizasyonu kırsal bölgelere de ulaştırması gereklidir. Amaç her doğan bebeğe ulaşmak ve tanı konan her olguya tedavi şansı vermektir. Dış alım yolu ile sağlanan hastalığın tedavisinde kullanılan özel diyet ürünlerinin temini özellikle sosyal güvencesi olmayan hastalarda sorun olmaktadır.

Ülke çapında taramaya destek sağlayan dernek ve bunun yanı sıra hastalara tedavide destek, fenilketonürili çocuğa sahip olan fakat maddi gücü yerinde olmayan aileye her türlü maddi yardımı sağlamak üzere Fenilketonüri ve Benzeri Metabolik Hastalıklı Çocuklar Vakfı (METVAK) kurulmuştur. Bütün bu çabalar ile her yıl doğan 350-400 fenilketoürili çocuğun zihinsel engelli olmaları engellenmeye çalışılmaktadır.

Her yıl haziran ayının ilk günü "Ulusal Fenilketonüri Günü", 28 Haziran ise "Avrupa Fenilketonüri Günü" olarak değerlendirilmektedir. Haziran ayı boyunca düzenlenen toplantı ve panellerle hem sağlık çalışanları hem de halk bilgilendirilmeye çalışılmakta, her yıl doğacak 350-400 fenilketonürili çocuğa zamanında ulaşabilmek için her doğan bebeğe tarama testi uygulanması gerektiği anlatılmaya çalışılmaktadır.



Testin her bebeğe uygulanmasının sağlanması ve tarama testi uygulanmasının yasal zorunluluk haline getirilmesinin yanı sıra, bu testin uygulanması gerektiğinin anne-babalar tarafından bilinmesi ile sonuç sağlanabilir. Bu aşamada yazılı ve görsel basının desteğine ihtiyaç vardır.

Şu anda "Ulusal Fenilketonüri Tarama Programı" "Fenilketonürili Çocukları Tarama ve Koruma Derneği"nin maddi katkıları ve Sağlık Bakanlığı'nın organizasyonu ile ülke çapında yürütülmekte, sağlık kurumlarında doğan bebeklerden tarama için kan örneği alınmaktadır.

Ülkemizde bebeklerin yaklaşık %40'ının evlerde doğduğu bilinmektedir. Anne ve babaların hastalık ve tarama testi ile ilgili olarak bilgilendirilmesi, her bebeğe ulaşılmasını sağlayacaktır.

Ayşegül Tokatlı
Prof.Dr., H.Ü. Tıp Fak., Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı



Oyun Oynamak Herkesin Hakkı

BUGÜNE DEĞİN birçok yazar, oyunun tanımını yapmaya çalışmıştır. Bu tanımların çoğu, oyunun açık bir amacı ya da nedeni olmayan serbest bir etkinlik olduğunu içeriyor. Peki gerçekten böyle midir bu? Bugün oyun oynamanın, sadece "oyun oynamaya" yaramadığı görüşü benimseniyor. Bu konudaki hemen hemen tüm psikolojik araştırmalarda oyunun biyolojik bir açıklamasına rastlıyoruz. Çocuklar oyun oynayarak bilişsel ve motor becerilerini geliştirirler, sosyal beceriler kazanırlar. Nitekim, 1950'li yıllardan bu yana psikologlar oyunla gelişen bu bilişsel, motor ve sosyal becerilerin neler olduğunu, ve oyunun çocukların sorunlarını anlamak ve çözmek için nasıl kullanılabileceğini araştırıyorlar. Psikanalistler, oyunun iyileştirici yönünün olduğundan yola çıkarak, çocukların yaşadığı sorunların oyunla giderilebileceğini öne sürüyorlar. Öte yandan oyunun nasıl ortaya çıktığını açıklamak içinse psikologlar, hayvan davranışlarıyla, özellikle de primatların davranışlarıyla insan davranışları arasında benzetmeler yapıyorlar.

Oyunun insan yaşamındaki önemi nedir? Bu soruyu ilk ele alanlardan biri, Fransız düşünür Rousseau olmuş. Rousseau, Emile adlı kitabında genç bir adamın nasıl yetiştirilmesi gerektiğini anlatır. Emile ormanda ve kırlarda serbestçe dolaşabilmeli ve keşifler yapabilmelidir. Bedensel becerilerini arttıracak her türlü hareketi öğrenebilmelidir. Oyun oynamak çocukların hakkıdır. Rousseau'ya göre Emile bir idealdir. Gerçekte insan, özgür doğmuş olsa da her yerde zincirlenmiş durumdadır. Bunun nedeni de "toplumsal sözleşme"dir.

Rousseau gibi aydınlanma çağı düşünürlerinden Schiller'se, bu zincirleri keyif çemberlerine dönüştürmenin bir yolunu bulmuştur, bu da oyun oynamaktır. Schiller'e göre "gerçek" sorundur. Gerçek insanın elini kolunu bağlar; böylece insan kendisini parçalanmış gibi hisseder. Bütün olmak için, insanın gerçeğin fiziksel ve ahlaki kısıtlamalarından kurtulması gereklidir. Bu da, çevredekilere karşı farklı bir tutum takınmakla mümkün olur. Schiller'e göre oyunla, gerçek ciddiliğini kaybeder. Gerçekten de, batı toplumunun bireyler için stresli bir yapıya sahip olduğunun herkes tarafından kabul edildiği 1960'lı yıllardan sonra bütün spor türlerinde ve oyunlarda patlama yaşandığını hatırlatıyor David Cohen.

Eskiye göre daha mı az oyun oynuyoruz yoksa daha mı çok? Son otuz yılda, işin ve ilerlemenin insanların yaşamında ağırlık kazanmasına yol açan kültürel bir değişim yaşandı. İnsanbilimci Gary Chick'e göre, oyun oynama isteği, saldırganlıkla ve az zamana çok fazla iş sığdırma dürtüsüyle yer değiştirdi. Birçok araştırmacıya göre de, boş zamanların miktarı, endüstri devriminden sonra sürekli olarak arttıktan sonra 1970'lerde düşüşe geçti. İş alanındaki rekabetin küreselleşmesi, 1960'lardaki ideallerin maddecilikle yer değiştirmesi, boş zamanlarımızı erozyona uğrattı.

Kimilerine göreyse, bugün 1970'lere göre çok daha fazla boş zamanımız var. Ancak, küreselleşmenin hızından öylesine rahatsız ve çevremizdeki şeylerin hızından öyle yılmış durumdayız ki, sanki bize daha az zamanımız varmış gibi geliyor. Ellis'e göre, modern dünyamızın koşulları oyun oynama isteğimizi köreltiyor. Çocukların yaşamında eğitimin rolünün oyundan daha kritik bir öneme sahip olduğu kabul ediliyor ve çocukların yaşamında eğitim, oyun oynama zamanından çalıyor. Kentleşme ve var olan toplum yapısı, hem





küçüklerin, hem de yetişkinlerin yaşam kalitesini düşürme yolunda. Küçüklerin olmasa da, yetişkinlerin boş zamanları iş çevresinde düzenleniyor; yaşamın diğer bütün yönleri işten sonra geliyor. Günümüzde "zaman" öylesine önemli ki, boş zamanlarımızdan bile olası en verimli biçimde yararlanmaya çalışıyoruz. Öyle ki, uykuda öğrenme, uykuyu verimli kullanma gibi kavramlar bile bize yabancı değil.

1860'larda Herbert Spencer, oyunun insan bünyesindeki fazla enerjiyi atmanın bir yolu olduğunu söyler. Ayrıca, oyun sırasında çocuklar pek çok beceriyi geliştirmeyi öğrenirler. Dünyanın her yanından topladığı öykülerle hayvan davranışlarıyla insan davranışları arasındaki bağlantıların kurulmasına öncülük eden Darwin'e göre de oyun bir aşamadır. Onun izinden giden Groos'a göre de tüm canlılar, becerileri konusunda önalıştırma yapmak üzere oyun oynarlar. İçgüdüsel davranışlarını keskinleştirmek için oyun oynayarak pratik yapmaya gereksinim duyarlar.

Tıpkı sanat gibi oyun da tanımlanması zor bir deneyimdir; çünkü oyun da pek çok türde çıkabilir karşımıza. Hayvanlar dünyasında, canlının beyni karmaşıklaştıkça o türün bireylerinin daha fazla oyun oynadığı görülür. Chick'e göre oyun oynamamızın bir nedeni de oyunun koruyucu bir işlevinin olması. Pek çok farklı kültürdeki oyunları ve sporları inceleyen Chick, neden oyun oynadığımız konusundaki açıklamaların, başka kültürler açısından da geçerliliğini koruduğunu görmüş. Örneğin oyun oynamanın, yaşamın öteki aşamalarında kullanılacak becerilerin kazanılması için bir tür alıştırma olduğu düşüncesi ona göre doğru. Bu hem kimi hayvan türleri, hem de insanların küçükleri için geçerli. Yırtıcı hayvanlar, avcılık oyunları oynuyorlar; av hayvanları kaçma oyunu oynuyor, sosyal hayvanlar, hiyerarşideki düzeylerini belirleyecek dövüşler için oynuyorlar… Aslında yetişkinlerin neden oyun oynadığını açıklamak o kadar da kolay değil. Çünkü yetişkinlerin öğrenecekleri pek de fazla bir şey yok. Chick'e göre, birçok memeli hayvan türünde yetişkinlerin oynamayı küçüklere bırakıyor olmasının nedeni de bu.

İnsanlar, primatlar ve öteki memeliler yetişkinlikte de oyun oynamayı sürdüren canlılardır. Bu canlıların başarı nedeninin, büyük bir olasılıkla oyun oynama güdüleri olduğunu söylemek mümkün. Evrim basamaklarının üst sıralarında yer alan hayvanlar için oyun oynamak her ne kadar içten gelen biyolojik bir özellikse de, bir bakıma sonradan öğrenilen bir davranıştır. Chick'in okul öncesi çocuklar ve onların aileleri üzerine yaptığı bir araştırmaya göre, genç çiftlerin çocukları, yaşlı çiftlerin çocuklarına göre çok daha oyuncu oluyor. Belki de genç çiftler çocuklarıyla daha çok oyun oynadığı için. Ailelerin ikinci çocuklarının da ilk çocuklara göre daha oyuncu olduğu görülmüş. Çünkü ikinci çocukların her zaman yanlarında bulabilecekleri bir oyun arkadaşları oluyor.

Neden Oyun Oynuyoruz?

Peki bizi oyun oynamaya iten, "oyunu başlatan" güdü nedir? Oyun güdüsü konusunda eski yeni pek çok kuram bulunuyor. "İnsanlar Neden Oyun Oynar" adlı kitabında psikolog M. J. Ellis, oyun güdüsü konusundaki kuramların temellerine ve bunların sınıflandırılmasına geniş yer ayırmış. Bu kuramlardan en ilgi çekici olanı, "en uygun canlılık düzeyi" kuramı. Bu kurama göre memelilerin beyninde, sürekli olarak tutturmaya çalıştıkları en elverişli bir canlılık düzeyi bulunuyor. Canlılık düzeyini arttırmak için beyin sürekli olarak organizmayı o an için yaşamı sürdürme açısından önem taşımayan etkinlikler yapmaya itiyor. Bu etkinliklere oyun adını veriyoruz. Eger organizmanın çevresinde çok az uyarıcı varsa, daha "ilginç" ve beklenmedik deneyimler arayarak gerçek yaşamın sıkıcılığını dengelemeye çalışıyor. Bunun tam tersi olarak, eğer organizma çok fazla uyarıcı yüzünden strese girmişse de, daha az uyarıcının olduğu bir çevreye kaçma davranışına giriyor (akşam saatlerini televizyon karşısında geçirmek gibi). Buna, herhangi bir düzeydeki herhangi bir uyarıcının sürekli tekrarlanması halinde "geri plan" düzeye erişeceği, yani organizmanın buna alışacağı bilgisini de eklersek, tüm memeli beyinlerinde bulunan oyun oynama içgüdüsünü anlamak kolaylaşır. Bu içgüdü, organizmayı içinde yaşadığı çevrenin en değişken ve hareketli bölgelerine iter. Çünkü, ancak bu bölgeler kişinin yeni uyarıcılara duyduğu gereksinimi karşılayabilecektir. Memeli atalarımızın sürüngen rakiplerinden sıyrılarak yaşamı sürdürebilmek açısından daha avantajlı duruma gelmelerinin nedeni bu "maceracılık ruhu" olabilir. Merak deyin, ya da maceracılık ruhu, ya da oyun oynama güdüsü, adını ne koyarsanız koyun, bu duygu memelilerin ilgisini ekosistemin bilinmedik ve yeni tehlikeler, yeni sorumluluklarla dolu alanlarına doğru iter. Bu "daha çok uyarıcı gereksinmesi" aynı zamanda çok iyi bir öğretmendir. Sözgelimi bir kedinin yakaladığı bir fareyle nasıl oynadığına hiç dikkat etmiş miydiniz? Kurama göre, en uygun canlandırma mekanizması, aç olmasa da, kedinin bir uyarıcı kaynağı olarak fareye dikkatini yöneltmesini sağlar. Bu "oyun" sırasında kedi, fareler ve farelerin kaçma yolları konusunda bilmesi gerekenleri öğrenir ve bu konuda alıştırma yapar. Bu ders, kediler arasında bir ku-





şaktan ötekine aktarılmaz; her kuşakta yeniden keşfedilmek zorundadır. Böylece, fareler değiştikçe, kediler onları yeniden keşfedecektir. İnsanlar da, bugün için yaşamda kalmak için yapılması gereken işlerini tamamladıklarında, eğer hâlâ enerjileri varsa, gelecekte yaşamda kalmalarını etkileyebilecek yeni uyarıcılar ararlar, yani oyun oynarlar.

Yetişkin Oyunları

Yetişkinliğin tanımlarından biri de, 20 yaşına geldiğimizde artık spor yapmak ve kâğıt oynamanın dışındaki oyunlar için çok yaşlı olmamız. Yetişkin oyunları olarak adlandırabileceğimiz spor ve kâğıt oyunları aslında çok eski oyunlardandır. Söz gelimi olimpiyatların başlama tarihi İÖ 776 olarak biliniyor. Araştırmacılara göre böylesi bir spor festivalinin, koşu ve fırlatma yarışları gibi çok daha eski geleneklere dayanıyor olması gerekiyor. Batı dünyasındaki iskambil kâğıtlarıysa ortaçağa dayanıyor. Brian Sutton Smith de, insanları oyun oynamaya yönelten bir içgüdülerinin olduğundan söz eden araştırmacılardan. Ancak, yetişkinlerin oyunlarıyla ilgili pek az araştırma bulunuyor.

"Çocukluk oyun oynama zamanıdır, yetişkinlikse "gerçek" yaşam zamanı." 19. yüzyılda ve 20. yüzyılın çoğunda insanlar bu ayrıma bağlı kalmaya çalışmışlar. 20. yüzyılın sonlarındaysa bu durumun değiştiği görülüyor. Gelişmiş ülkelerde, artık oyunlar çocuklarla yetişkinler arasında ayrım tanımıyor. Cohen'e göre, "post modern" olarak adlandırılan yetişkinlerin bir özelliği de oyun oynamaya duydukları heves; hem de, kimi zaman bunlar tam da çocukların hoşlandığı türden oyunlar oluyor. Peki ama, eğer oyun oynamanın amacı çocukları çeşitli açılardan yetişkinlerin yaşamına hazırlamaksa, yetişkinlerin oyun oynamasının nedeni ne?

"İnsanların Oynadığı Oyunlar" adlı kitabında Eric Berne, hepimizin içinde bir çocuk, bir ana baba ve bir yetişkin taşıdığından söz ediyor. Bu kişiliklerin, farklı istekleri vardır ve sık sık farkına bile varmadan çeşitli oyunlar oynamamızı sağlarlar. Örneğin, "benimle sinemaya gitmeyi reddedersen, iki yaşında bir çocuk gibi sana küserim. Ancak, çocukluk ettiğimin farkına varmam; gerçekten beni çok kırdığını düşünürüm." İnsanların oynadığı oyunlar, onların oynamaya zorlandıkları oyunlardır; çünkü kendilerini yeteri kadar tanımazlar ve kendilerini ayarlayamazlar. Bilgisayar oyunları, "Dungeons and Dragons" gibi fantezi oyunları, scrabble gibi strateji oyunları, bilgisayarlı oyuncaklar, spor dallarının ve spora katılımın artması… Bütün bunlar Berne'nin tanımladığı oyunlardan çok farklı. Troya'dan Çin tarihine, Filistin'e kadar Dünya'nın her yerinden edebi, tarihi ve arkeolojik bilgiler toplamış bir tarihçi olan Huizinga'ya göre oyun, uygarlık ilerledikçe gelişen bir etkinlik değildir; aslında tüm uygarlığın kalbinde yatan şeydir oyun. Dinsel törenler kutsal oyunlardır; şiir oyundan doğmuş ve oyundan beslenmiştir; müzik ve dans da oyunun ta kendisidir.

Oyun yalnızca bir etkinlik değil, aynı zamanda bir zihin durumudur da. Ancak, hiçbir zaman oyun oynamanın nedeni zihinsel bir etkinlik gösterme değildir. Leonore Terr'e göre, oyun sayesinde çevremiz üzerinde kontrol sahibi olmayı, çevremizdeki sembolleri değiştirmeyi ve olayların sonuçlarını kontrol etmeyi öğreniyoruz. Akıl sağlığımız açısından da oyun oynamak bir gereklilik. Çünkü, oyun sırasında duygularımızı, sonuçlarını çok fazla düşünmek zorunda kalmadan açığa vurabiliyoruz. Belki de bu yüzden, oyun oynayan yetişkinlerin oyun oynamayan yetişkinlere göre daha uzun yaşadığını belirtiyor Terr. 1920'lerde Stanford Üniversitesi'nden Lewis Termann tarafından, yetenekli çocukların yaşamları üzerine başlatılan bir araştırma sayesinde araştırmacılar, yüksek zekânın ve başka psikolojik etkenlerin sağlık ve yaşam süresi üzerindeki sonuçlarını gözleme olanağı bulmuşlar. Terr, bu araştırmaya katılanlardan hâlâ yaşamda kalanların, tüm yaşamları boyunca en çok oyun oynayanlar olduğunu söylüyor.

Hepimiz oyun oynama gereksinimi duyuyor olsak da, hepimiz aynı biçimde oyun oynamıyoruz. Chick araştırmalarında, insanların oyun oynama tarzlarının birbirinden kolayca ayırt edilebileceğini gözlemiş. Basit bir strateji oyunu olan "tic toc toe" oyuncuları üzerinde yaptığı çalışmalarda, oyuncuların pek çok boyutta birbirlerinden ayrıldığını görmüş. Chick'in yüksek hız oyuncuları adını verdiği tipler, mümkün olan en az vuruşu almaya çalışıyorlar. Düşük hız oyuncuları, oynamış olmak için oynuyorlar; yalnızca hareketleri yapmak hoşlarına gidiyor. Oyuncuların stratejileri de birbirinden farklı oluyor. Kimileri kazanmak için oynarken, kimileri de kaybetmemek için oynuyorlar. Sutton Smith'e göre oyun, tıpkı müzik ve sanat gibi alternatif bir kültür biçimi. Kesinlikle zaman yitimi değil, ancak şimdiki zamanla ve yapılması gereken işlerle de pek ilgili değil. Ancak, oynadığımız oyunlar zihnimizin içindekileri ve içinde yaşadığımız kültürü yansıtıyor.

Kimilerimiz fiziksel becerilerimizi sınayan oyunları oynamaktan hoşlanıyoruz. Kimilerimiz satranç gibi yalnızca strateji kurmaktan ibaret oyunlardan. Kimilerimizse, sözcük oyunlarını ve bulmacaları seviyoruz. Belki de, oyun kendi yolunu kendi kendine belirlemenin en kolay yolu olduğundan, hepimiz oyun oynamayı seviyoruz. Oyun, kendimizi gerçekleştirme olasılıklarının anahtarı.

Aslı Zülal

Kaynaklar
Cohen, David. "The development of play", *Routledge*, 1996, ikinci basım.
Ellis, M. J. "Why people play", *Prentice-Hall*, 1973.
Marano, H. E. "The power of play", *Psychology Today*, Temmuz-Ağustos 1999.

Antalya Cebir Günleri

Dünyanın değişik yerlerinden gelen elli kadar matematikçi geçenlerde Antalya'da mütevazı bir otelin barında buluştular. Sabah saat dokuz. Antalya'da mükemmel bir bahar sabahı başlarken matematikçiler perdeleri kapattılar ve daha önceden boşaltılıp sınıf haline getirilen barda yerlerini aldılar. Yaşlı bir matematikçi eski ama hâlâ çözülmemiş bir problemi anlatmaya başladı. Perdenin aralığından Akdeniz'in parlak maviliğine inen Torosların silueti görünüyor. Dinleyiciler bu muhteşem görüntüye kaçamak bir bakış bile atmıyorlar. Tüm dikkatlerini bu eski problemi anlamaya vermişler. Onlar matematikçi. Neden bu mesleği seçmişler bilinmez.



Yirminci yüzyılın başlarında yaşamış matematikçilerden Caratheodory, neden onca iş varken seçe seçe matematiği seçtiğini şu sözlerle anlatmaya çalışır: "Hayatıma anlam verecek tek şeyin hiç bir kısıtlama olmaksızın kendimi matematik çalışmaya adamak olduğu yönündeki saplantımdan kendimi kurtaramadım."

Maddi imkansızlıkları ciddiye dahi almadan, bir otelin barını sınıfa çevirme pahasına, hatta yol paralarını da kendileri vererek gelen bu matematikçileri buraya çeken ne? Dışarıdaki havuzda çığlık çığlığa eğlenen çocukların sesleri arasından tahtadaki yaşlı matematikçinin kısık sesiyle anlattığı problemi dinlemeye çalışan bu matematikçilerin ilgisini bu denli toplayan bu konu, matematik, nasıl bir şey?

Dakikalar ilerledi. Artık yaşlı matematikçi problemin tanımlanmasını ve tarihçesini bitirdi. Şimdi teknik ayrıntılara girecek. Buraya kadar olan kısım matematik eğitimi almış herkesin anlayabileceği düzeydeydi. Bundan sonra dinleyenler kendi konularının sayılar teorisine olan uzaklığıyla ters orantılı olarak sırayla konuşmadan kopacaklar. Sonlarda ise yalnızca o problemle ilgili bir kaç kişi kalacak konuşmayı aktif olarak takip eden. Peki diğerleri ne olacak?

Tecrübeli hoca derse başlamadan önce sınıfa döner ve "Eğer sınıfta uyuyan olursa beni uyandırın" der...

Onlar yıllardır bu çeşit konferanslarda yapmaya alıştıkları şeyi yapacaklar. Önce konuşma tamamen onların ilgi ve bilgi alanı dışına çıkıncaya kadar dinleyecekler. Sonra konuşmayı bırakıp kendi kafalarının içindeki dünyaya geçecekler ve o dakikaya kadar dinlediklerinin kendi uğraştıkları probleme nasıl uygulanacağını düşünmeye başlayacaklar. Yavaş yavaş akıllarına yeni fikirler gelecek. Önlerindeki kağıda bu fikirlerin ana hatlarını çiziktirecekler ilerde hatırlamak üzere. İlerde hatırlamak?

Günümüzden yaklaşık 4000 yıl öncesine tarihlenen ve Plimpton 322 diye bilinen Mezopotamya tabletleri üzerinde, kenarları tam sayı olan ve belli bir kurala göre sıralanmış dik üçgenlerin kenar uzunlukları verilmiştir.

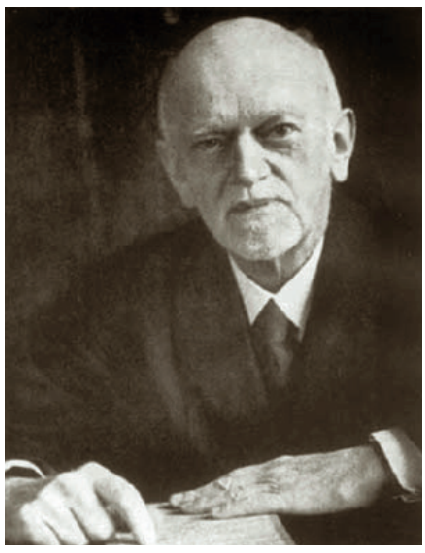
Tahtadaki yaşlı matematikçi konuşmasını yılların kazandırdığı rahatlıkla öyle bir ustalıkla anlatıyor ki kendi kafalarındaki matematik dünyasına gitmiş olanlar sık sık geri gelip konuşmaya katılma ihtiyacı duyuyorlar. Aynı konuyu genç bir matematikçi anlatsaydı çoktan herkes kendi dünyasına kaçmış olurdu. Zaten o genç konuşmacı da dinleyicilerden habersiz kendi probleminin labirentlerinde tek başına dolaşıyor olurdu.

Hocalık hayatının ilk dersinden alı al moru mor çıkan genç matematikçi yan sınıftan sakin ve memnun bir şekilde çıkan yaşlı matematikçiye sarılır ve "Öğrenciler bana matematik ne işe yarar diye sordular, çok zorlandım. Size sorduklarında siz ne yapıyorsunuz?" diye sorar. Yaşlı matematikçi hiç umursamadan cevaplar: "Bana sorduklarında ben söylüyorum."

Konuşma bitti. şimdi kahve molasındayız. Havuzun kenarındaki çardağın altındayız. Akdeniz'in göz kamaştıran güneşi, Torosların heybeti ve açıklarda sezonun ilk turistlerini gezdiren motorların patpatları arasında mükemmel bir Antalya günü mayala-



Yirminci yüzyılın başlarında yaşamış matematikçilerden Caratheodory.



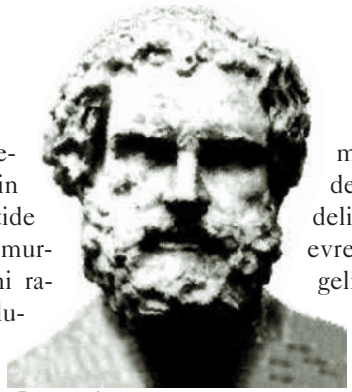
Yirminci yüzyılın en yetkin matematikçilerinden Hilbert.

nıyor. Ama bizim matematikçilerin bundan etkilendikleri söylenemez. Kulak kabarttığınız zaman Türkçe, İngilizce ve Rusça konuşmaların çoğunun az önceki konuşmada konu edilen problemle ilgili olduğunu görüyorsunuz. Kimileri bazı tekniklerin neden bu problemi çözemediğini anlamaya çalışıyor. Kimileri bir masaya oturmuşlar, önlerindeki kağıda çizdikleri bir kaç sembole derin derin ve hareketsiz bakıyorlar. Zaman zaman biri bir söz söylüyor ve o sembollere bir tane daha katıyor. Öbürü onaylıyor. Sonra tekrar uzun uzun kağıda bakıyorlar. Bazıları oturmuş harıl harıl yakaladıklarını sandıkları bir teoremi kağıda geçiriyorlar ve aynı telaşla kahvelerini içiyorlar. Herkesin elinde bir kahve. Zaten matematikçiler kahveyi teoreme çeviren makineler değil midir? Peki matematikçileri bunca teoremi bulmaya iten dürtü nedir?

Dünyanın tepsi gibi düz olduğunun okullarda okutulduğu yıllarda Dünyanın eğik olması gerektiğini düşünen ve yerkürenin eğimini hesaplayan Knidoslu Eudoxus bir gün başını göğe kaldırıp arkadaşlarına "Şu güneşin yapısını, şeklini ve büyüklüğünü tam olarak kavrayabileceğimi bilsem yanına gidip yanmaya razı olurdum" der.

Öğleden sonra yine bardayız. Bu kez orta yaşlı bir matematikçi bir bölümünü çözdüğü, kalan bölümünün de nasıl çözüleceğini keşfettiği bir problemi meslektaşlarıyla paylaşıyor. Dinleyiciler Kolomb'un gemisinden Yeni Dünyanın bilinmezliklerine bakan tayfaların heyecanıyla konuşmayı izliyorlar.

Sabah konuşan yaşlı matematikçinin yıllar içinde kazandığı rahatlık henüz bu konuşmacıya ulaşmamış. Ne de olsa bu konuşmacı daha genç. Çok kısa sürede konuşmayı konunun teknik ayrıntılarına getiriyor. Artık konuşmayı yalnız o konuda kendileri de araştırma yapan matematikçiler izliyorlar. Öyle ki konuşma arasında bir soru sormak isteyen sanki diğerlerini rahatsız etmek istemezmiş gibi alçak sesle soruyor. Diğerleri kendi dünyalarında harıl harıl çalışıyorlar. Matematikçilerin böyle ayrı bir dünyaya çekilip kendi problemlerinin sırlarını çözmek için kullandıkları en uygun mekanlar bu çeşit konferanslar, fakat onlar diğer fırsatları da değerlendirirler. Örneğin hatır için katıldığı partide bir kenarda oturup somurtan matematikçi "Beni rahatsız etmeyin, meşgulum" demektedir. Zaten yolda karşıdan karşıya geçerken hayati tehlike atlatmayan ya da duşa girip de çıkmayı unutmayan matematikçiye camiada iyi gözle bakılmaz.



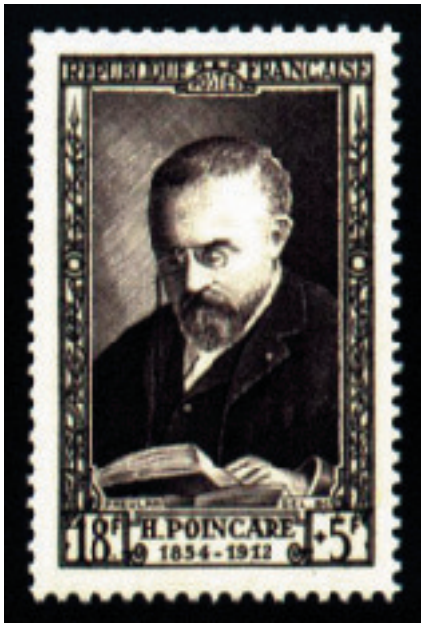
Democritus

Evinin bahçesindeki çimlerin üzerine sırt üstü yatmış, bulutlara bakan matematikçiye oğlu pencereden seslenir "Baba, çok çalıştın, artık içeri gel."

Konuşma ilerledikçe Antalya sıcağı bara dolmaya başlıyor. Havuza atlayanların çığlıkları ve mevsimin ilk sıcaklarını karşılayan kuşların şaşkın ve tereddütlü ötüşleri bardakilerin dikkatini dağıtmaya yetmiyor. Konuşmadan kopanlar zaten kendi problemlerine yoğunlaşmış çözüm arıyorlar. Konuşmayı takip edenler ise orta yaşlı matematikçinin çizdiği şekillerin simgelediği kavramları kendi matematik gözlerinde canlandırmak üzere konuşmacı ile birlikte başka bir boyuttalar. Zaten tahtaya çizilen şekiller iki boyutlu gerçel figürler, oysa anlatılan konu karmaşık sayılarla ilgili çok boyutlu bir uzayda olan bir olay.

Poincare geometri için "Yanlış şekillerle doğru düşünebilme sanatıdır" der.

Barda bu dünya ile temas halinde kalan tek kişi oturum başkanı. Onun görevi de konuşmanın zamanında bitmesini sağlamak. Bar, içindekilerle birlikte bir kara deliğin içinden bambaşka bir evrene ışınlanmış. Zamanı gelince bu barı yine bu otelin birinci katındaki köşesine geri getirme görevi oturum başkanında. Sık sık saatine bakıyor. Tüm sorumluluk onda.



Yirminci yüzyılın en yetkin matematikçilerinden Hilbert'e eğer bin yıl sonra dünyaya geri gelebilse ilk merak edip öğrenmek isteyeceği şeyin ne olacağı sorulduğunda "Riemann hipotezi çözüldü mü diye sorarım" demiştir.

Konferansın son günü. Çok genç bir matematikçi üzerinde çalıştığı bir problemi anlatıyor. Bu son konuşma olmasına rağmen bar yine dolu. Genç matematikçinin konuyu çok kısa sürede teknik ayrıntılara boğacağı ve dinleyicilere kendi problemleriyle ilgilenmek için çok daha uzun bir süre vereceği tahmin edildiği için kimse bu fırsatı kaçırmak istememiş. Gerçekten genç matematikçi öyle bir coşku, heyecan ve süratle teknik labirentlere dalıyor ki onu ön sıralarda dinleyen hocası fenalık geçiriyor. Her genç matematikçinin konuşmasında olduğu gibi konuşma derhal içinden çıkılmaz hesaplara ve kendinden başka kimsenin anlamadığı ayrıntılara kayıyor. Oysa öylesine büyük bir coşku ve sevgiyle anlatıyor ki.

Bu tutkunun, bu sevginin, bu ateşin bir tarifi var mı?

Matematiği Mısırlı matematikçilerden bile daha iyi bildiğini söylemekten çekinmeyen Democritus tüm bu kibirine rağmen "Her hangi bir şeyin nedenini kavrayabilmeyi tüm Pers krallığını fethetmeye tercih ederim" demiştir.

Konuşmayı takip edebilenler artık konuyu bırakmışlar, genç matematikçinin makul bir açığını yakalayıp onu biraz hırpalamak istiyorlar. Bu çeşit iyi niyetli hırpalamalar matematik eğitiminin bir parçasıdır. Önde oturan hoca da böyle bir hırpalama başlarsa hangi safhada müdahele etmesi gerekeceğinin hesabını yapıyor. Ama tüm heyecanına, süratine ve tecrübesizliğine rağmen genç konuşmacı beklenen açığı vermiyor. Herkes memnun. Oturum başkanı saatine bakıyor ve barı tekrar

yerkürenin Antalya civarındaki eski yerine ışınlıyor. Konuşmanın ve konferansın bittiğini ilan ediyor.

On yedinci yüzyıl İngiliz şairlerinden Alexander Pope bir şiirinde şöyle der:

Öğrenmenin azı tehlikeli bir iştir;
Kana kana iç, ya da tadına bile bakma
ilham pınarının.
Orada sığ akıntılar başını döndürür,
sarhoş eder
Ve ancak bol bol içince ayıltır yeniden.

Amerika Birleşik Devletlerinde üniversite ya da araştırma enstitülerinde çalışan matematikçilerin üye olduğu Amerikan Matematik Derneğinin üye sayısı yaklaşık 30,000'dir. Uygulamaya yönelik ve endüstride çalışan matematikçiler de Uygulamalı ve Endüstriyel Matematik Derneği'ne üye olurlar ve o derneğin de yaklaşık 10000 üyesi vardır. Demek ki Amerika yaklaşık 235 milyon nüfusu içinde 40000 kayıtlı matematikçi barındırmaktadır. Kaba bir hesapla Türkiyeíde de bu oranlar geçerli olsa 10000 civarında kayıtlı matematikçimizin olmasını bekleriz. Oysa bizde bu sayı 500 civarındadır.

Napolyon "Bir ülkedeki matematik biliminin gücü ile devletin gücü birbirine paraleldir" der.

Matematikçiler artık ertesi yıl yine toplanılması dilekleriyle otelden ayrılmaya başladılar. Toplantıyı ertesi yıl düzenleme görevini verdikleri matematikçiye toplantının daha iyi olması için ne yapması gerektiği konusunda fikirler veriyorlar. Verilen fikirler hep konuların seçimi, konuşmaların içerikleri ve tartışma zamanlarının ayarlanmasıyla ilgili. Kimse konferans boyunca bir türlü çalışmayan havalandırma sisteminden, çıkan yemeklerin kalitesizliğinden, en acil durumlarda göçen resepsiyon bilgisayarlarından ya da barın ders için pek de ideal bir mekan olmadığından şikayet etmiyor. Nasıl olsa seneye konuşmalar başladığında herkes o konuşmadan alacağı kadarını alıp kendi problemlerinin dünyasına çekilecek. Bu dünya ile ilgili hiç bir talepleri o yüzden olmuyor.

Ama bunun bir isitisnası var. Kahveler zamanında ve kıvamında hazır olmalı. Eğer kahve servisi biraz aksasaydı yıkarlardı oteli...

Sinan Sertöz

Goldbach

Goldbach tahmini ile ilgilenen okurlarımız için ne yazık ki kötü bir haberimiz var. Bir milyon dolarlık ödülün şartnamesinin, 10. maddesinde bu ödülün yalnızca İngiliz ve Amerikan uyruklu kişilere verilebileceği yazılı! Buna inanmak istememiştik ama, maalesef doğru. Bilimsel geleneklere tümüyle aykırı bu milliyet ayrımcılığını kınıyoruz.

Goldbach problemi ile ödül almadan da uğraşmak isteyebilecek okurlarımıza imkânlarımız ölçüsünde yardımcı olmaya devam edeceğiz. Çünkü bilimsel meraktan daha yüce bir duygunun olmadığını düşünüyoruz. Ancak okurlarımızı bir anlamda uyarmak da istiyoruz. Goldbach problemi birçok büyük matematikçinin gayretlerine rağmen 250 yıldır çözülememiş bir problem; bu nedenle de çok basit yöntem ve düşüncelerle çözülebilme olasılığı çok düşük görünüyor. Tabii ki umulmadık bir düşünce manevrasıyla sürpriz bir elemanter çözümün bulunma olasılığı yok değildir. Ama bu konuda umutlu olmak için de doğrusu hiçbir sebep yok.

Goldbach tahmini 2'den büyük her çift sayı için bir iddia içerdiğinden, ispatının da bu genellikte olması gerekiyor. Ne kadar çok çift sayı için bunu kontrol ederseniz edin, bu bir ispat yerine geçmez. 1998'de Richstein adlı bir Alman matematikçi tarafından bilgisayar kullanılarak, 400 trilyona kadar çift sayılar için iddianın doğruluğu kontrol edildi. Örneğin, 389965026819938 çift sayısı 5569 asal sayısı ile 389965026814369 asal sayısının toplamı olarak yazılabilir. Ama bu kontrol, Goldbach tahmininin doğruluğu konusunda fazla bir şey ifade etmez. 400 trilyon nedir ki; geride o kadar çok çift sayı var ki! Aslında, çift sayıların hemen hepsi geride duruyor ve onlardan birisinin aksilik çıkarmayacağını kimse bilemez. Eğer kontrol edilen çift sayılardan tek bir tanesi bile iki asal sayının toplamı olarak yazılamasaydı, o zaman "hayır" cevabı çok kesin ve tahminin yanlışlığı apaçık olurdu. Ama değil 400 trilyon, trilyon kere trilyon kere trilyon kadar sayı için bile tahmini doğrulasanız, evet cevabı hep şüpheli kalacaktır. Ya ondan sonrakiler?

Doğa bilimleriyle uğraşanlar, tabiatın "hayır"ının kesin, "evet"inin şüpheli olduğunu söylerler. Bu olgu bütün tüme varımlı düşünce için geçerlidir ve matematik için de, tümden gelimli bir ispat bulunmadıkça, durum farklı değildir.

Şimdi okurlarımızdan gelen tipik bazı çözüm önerilerine kısa yanıtlar vermek istiyoruz. Öncelikle, gösterdikleri büyük ilgi için okurlarımıza teşekkür ediyoruz. Ankara'dan Güçlü Güney ve Orhan Tosun'un çözümleri oldukça uzun ve karmaşık olduğu için, değerlendirme devam ediyor. Diğer bütün çözümlerin ise yanlış olduğunu hemen söyleyebiliriz.

Fatih Üniversitesi Matematik Bölümü öğrencilerinden Mehmet Çiçek, herbiri 2'den farklı iki asal sayının toplamının bir çift sayı olduğunu ispatlıyor. Bu tabii ki doğru olmakla beraber, 1 milyon dolarlık bir soru değildir! 2'den farklı bir asal sayı bir tek sayıdır ve iki tek sayının toplamı çifttir. Ama, Goldbach tahmini bu değil, bunun bir anlamda tersi: 2'den büyük her çift sayı iki asal sayının toplamı olarak ifade edilebilir. Konya'dan Hüseyin Gürsesli, Niğde'den Suat Gündüz, Diyarbakır'dan Berat İşçi, Ankara'dan Tuna Bulut ve Uğur Şerafettinoğlu'nun çözüm önerilerinde de bu yanlış anlama var.

Birçok okurumuzun başvurduğu bir kanıt yaklaşımı şöyle: verilen çift sayıyı, aşağıdaki gibi çeşitli şekillerde bir toplam olarak ifade ediyorlar;

$$2n=(n-a)+(n+a)$$

$$2k=n_1+\frac{n_1\times n_2}{\frac{n_1+n_2}{2}-\left|\frac{n_1-n_2}{2}\right|}$$

$$m=(r-2n)+(m-r+2n)$$

$$n=x+y$$

$$2K=(K-T)+(K+T)$$

$$S=A+C$$

Tahmini Üzerine

sonra da sağ taraftaki terimlerin, "uygun" seçilmeleri halinde asal olacaklarını söylüyorlar ya da göstermeye çalışıyorlar. Sadece örnekleme kanıt yerine geçmediği gibi, "uygun" seçme de bir anlam ifade etmez. Somut bir seçimin ya da geçerli bir varlık kanıtının verilmesi gerekir.

Kocaeli'nden Mustafa Demir'in, İstanbul'dan Selçuk Atay'ın, İzmir'den Ercan Şengül'ün, İstanbul'dan Nurettin Aydın'ın, Osmaniye'den Serdar Köksal'ın, Ankara'dan Burak Himmetoğlu'nun ve Kütahya'dan Ekrem Emre'nin yaklaşımları bu gruptan. Bir diğer yaklaşım, bir önceki sayımızda önerisini tartıştığımız Birsen Yılmaz'ın düşüncesini geliştirmeye yönelik. Orada, verilen bir çift sayıdan küçük asal sayıların en büyüğü gözönüne alınıyordu. Bazı arkadaşlarımız bu asal sayıdan bir önceki asal sayıyı kullanmayı öneriyorlar. Ancak bu da kurtarmıyor: Aynı örneği kullanmak gerekirse 220'den küçük en büyük asal sayı olan 211'den bir önceki asal sayı olan 199 da işe yaramıyor: 220=199+21 ve 21 asal değil. Balıkesir'den Ali Abakan ve Fatih Kocasahan'ın, İstanbul'dan Selçuk Atay'ın (bir diğer çözümü) bu gruptan.

Ankara'dan Şükrü Bezen'in çözüm önerisi de bu yaklaşımın bir çeşitlemesi: n'den küçük en büyük asal sayı p ise, $n-p$ asal olmayabiliyor. Ama $n-p+2$ asaldır diyor sayın Bezen ve $n+2$ sayısı için $n+2=p+(k-p+2)$ eşitliğini yazıyor.

Burada gene Duran imdada koştu ve bize asal sayı yetiştirdi. $n=10034$ sayısını gözönüne alalım. Bu sayıdan küçük asal sayılar içinde en büyüğü $p=10009$. $n-p=10034-10009=25$ asal değil. Fakat $n-p+2=27$ de asal değil.

Çanakkale'den Murat Demirtaş'ın "muhtemel ispat"ını kabul edemeyeceğiz. Sağduyu ne yazık ki matematikte ispat yerine geçmediği gibi çoğu kez yanıltabiliyor da.

Ankara'dan Çiğdem Özdemir kardeşimiz de hayatı kolay tarafından alıyor (Bu her zaman en kötü yaklaşım olmayabilir!). Çiğdem, verilen bir n çift sayısını değil, n+x gibi kendi tercihi olan başka bir çift sayıyı iki asal sayının toplamı olarak ifade ediyor.

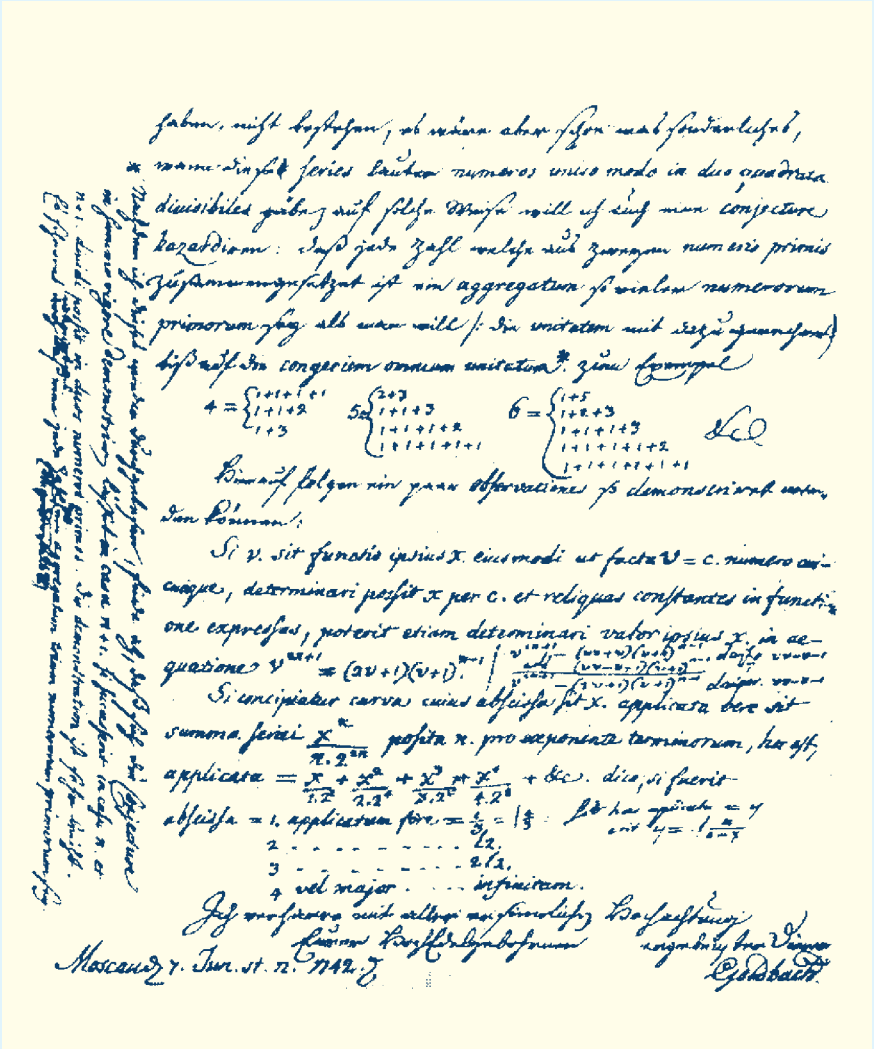
Ufuk Duman bize formülünü göndermediği için yanıt veremiyoruz. Ali Tuna Şenatlı ve Mustafa Demir kendilerinde bulunan Goldbach kuramlarını hakemli bir dergide nasıl yayınlatabileceklerini soruyorlar. Okurlarımız sonuçlarını herhangi bir hakemli dergiye gönderebilirler. TÜBİTAK'ın da hakemli matematik dergisi var. İlgilenenler için adresini veriyoruz: Turkish Journal of Mathematics, TÜBİTAK, Atatürk Bulvarı No:221 Kavaklıdere-Ankara
http://www.tubitak.gov.tr/journals/
e-posta: math@tubitak.gov.tr

Elazığ'dan Ali Haydar Tunç için, ödülü koyan Faber and Faber firmasının adresini veriyoruz (Her ne kadar bu firma, yaptığı milliyet ayrımcılığı nedeniyle bizce bir ilgiyi artık haketmiyorsa da).

Faber and Faber Limited, 3 Queen Square, London, WC1N3AU
http://www.faber.co.uk

Hoşçakalın sevgili okurlar.

Bilim ve Teknik



Christian Goldbach bugün artık meşhur olan tahminini 1742 yılında Leonard Euler'e gönderdiği bu mektubun kenarına düştüğü dört satırlık notta dile getirmişti.

yerkürenin Antalya civarındaki eski yerine ışınlıyor. Konuşmanın ve konferansın bittiğini ilan ediyor.

On yedinci yüzyıl İngiliz şairlerinden Alexander Pope bir şiirinde şöyle der:

Öğrenmenin azı tehlikeli bir iştir;
Kana kana iç, ya da tadına bile bakma
ilham pınarının.
Orada sığ akıntılar başını döndürür,
sarhoş eder
Ve ancak bol bol içince ayıltır yeniden.

Amerika Birleşik Devletlerinde üniversite ya da araştırma enstitülerinde çalışan matematikçilerin üye olduğu Amerikan Matematik Derneğinin üye sayısı yaklaşık 30,000'dir. Uygulamaya yönelik ve endüstride çalışan matematikçiler de Uygulamalı ve Endüstriyel Matematik Derneği'ne üye olurlar ve o derneğin de yaklaşık 10000 üyesi vardır. Demek ki Amerika yaklaşık 235 milyon nüfusu içinde 40000 kayıtlı matematikçi barındırmaktadır. Kaba bir hesapla Türkiyeíde de bu oranlar geçerli olsa 10000 civarında kayıtlı matematikçimizin olmasını bekleriz. Oysa bizde bu sayı 500 civarındadır.

Napolyon "Bir ülkedeki matematik biliminin gücü ile devletin gücü birbirine paraleldir" der.

Matematikçiler artık ertesi yıl yine toplanılması dilekleriyle otelden ayrılmaya başladılar. Toplantıyı ertesi yıl düzenleme görevini verdikleri matematikçiye toplantının daha iyi olması için ne yapması gerektiği konusunda fikirler veriyorlar. Verilen fikirler hep konuların seçimi, konuşmaların içerikleri ve tartışma zamanlarının ayarlanmasıyla ilgili. Kimse konferans boyunca bir türlü çalışmayan havalandırma sisteminden, çıkan yemeklerin kalitesizliğinden, en acil durumlarda göçen resepsiyon bilgisayarlarından ya da barın ders için pek de ideal bir mekan olmadığından şikayet etmiyor. Nasıl olsa seneye konuşmalar başladığında herkes o konuşmadan alacağı kadarını alıp kendi problemlerinin dünyasına çekilecek. Bu dünya ile ilgili hiç bir talepleri o yüzden olmuyor.

Ama bunun bir isitisnası var. Kahveler zamanında ve kıvamında hazır olmalı. Eğer kahve servisi biraz aksasaydı yıkarlardı oteli...

Sinan Sertöz

Goldbach

Goldbach tahmini ile ilgilenen okurlarımız için ne yazık ki kötü bir haberimiz var. Bir milyon dolarlık ödülün şartnamesinin, 10. maddesinde bu ödülün yalnızca İngiliz ve Amerikan uyruklu kişilere verilebileceği yazılı! Buna inanmak istememiştik ama, maalesef doğru. Bilimsel geleneklere tümüyle aykırı bu milliyet ayrımcılığını kınıyoruz.

Goldbach problemi ile ödül almadan da uğraşmak isteyebilecek okurlarımıza imkânlarımız ölçüsünde yardımcı olmaya devam edeceğiz. Çünkü bilimsel meraktan daha yüce bir duygunun olmadığını düşünüyoruz. Ancak okurlarımızı bir anlamda uyarmak da istiyoruz. Goldbach problemi birçok büyük matematikçinin gayretlerine rağmen 250 yıldır çözülememiş bir problem; bu nedenle de çok basit yöntem ve düşüncelerle çözülebilme olasılığı çok düşük görünüyor. Tabii ki umulmadık bir düşünce manevrasıyla sürpriz bir elemanter çözümün bulunma olasılığı yok değildir. Ama bu konuda umutlu olmak için de doğrusu hiçbir sebep yok.

Goldbach tahmini 2'den büyük her çift sayı için bir iddia içerdiğinden, ispatının da bu genellikte olması gerekiyor. Ne kadar çok çift sayı için bunu kontrol ederseniz edin, bu bir ispat yerine geçmez. 1998'de Richstein adlı bir Alman matematikçi tarafından bilgisayar kullanılarak, 400 trilyona kadar çift sayılar için iddianın doğruluğu kontrol edildi. Örneğin, 389965026819938 çift sayısı 5569 asal sayısı ile 389965026814369 asal sayısının toplamı olarak yazılabilir. Ama bu kontrol, Goldbach tahmininin doğruluğu konusunda fazla bir şey ifade etmez. 400 trilyon nedir ki; geride o kadar çok çift sayı var ki! Aslında, çift sayıların hemen hepsi geride duruyor ve onlardan birisinin aksilik çıkarmayacağını kimse bilemez. Eğer kontrol edilen çift sayılardan tek bir tanesi bile iki asal sayının toplamı olarak yazılamasaydı, o zaman "hayır" cevabı çok kesin ve tahminin yanlışlığı apaçık olurdu. Ama değil 400 trilyon, trilyon kere trilyon kere trilyon kadar sayı için bile tahmini doğrulasanız, evet cevabı hep şüpheli kalacaktır. Ya ondan sonrakiler?

Doğa bilimleriyle uğraşanlar, tabiatın "hayır"ının kesin, "evet"inin şüpheli olduğunu söylerler. Bu olgu bütün tüme varımlı düşünce için geçerlidir ve matematik için de, tümden gelimli bir ispat bulunmadıkça, durum farklı değildir.

Şimdi okurlarımızdan gelen tipik bazı çözüm önerilerine kısa yanıtlar vermek istiyoruz. Öncelikle, gösterdikleri büyük ilgi için okurlarımıza teşekkür ediyoruz. Ankara'dan Güçlü Güney ve Orhan Tosun'un çözümleri oldukça uzun ve karmaşık olduğu için, değerlendirme devam ediyor. Diğer bütün çözümlerin ise yanlış olduğunu hemen söyleyebiliriz.

Fatih Üniversitesi Matematik Bölümü öğrencilerinden Mehmet Çiçek, herbiri 2'den farklı iki asal sayının toplamının bir çift sayı olduğunu ispatlıyor. Bu tabii ki doğru olmakla beraber, 1 milyon dolarlık bir soru değildir! 2'den farklı bir asal sayı bir tek sayıdır ve iki tek sayının toplamı çifttir. Ama, Goldbach tahmini bu değil, bunun bir anlamda tersi: 2'den büyük her çift sayı iki asal sayının toplamı olarak ifade edilebilir. Konya'dan Hüseyin Gürsesli, Niğde'den Suat Gündüz, Diyarbakır'dan Berat İşçi, Ankara'dan Tuna Bulut ve Uğur Şerafettinoğlu'nun çözüm önerilerinde de bu yanlış anlama var.

Birçok okurumuzun başvurduğu bir kanıt yaklaşımı şöyle: verilen çift sayıyı, aşağıdaki gibi çeşitli şekillerde bir toplam olarak ifade ediyorlar;

$$2n=(n-a)+(n+a)$$

$$2k=n_1+\frac{n_1\times n_2}{\frac{n_1+n_2}{2}-\left|\frac{n_1-n_2}{2}\right|}$$

$$m=(r-2n)+(m-r+2n)$$

$$n=x+y$$

$$2K=(K-T)+(K+T)$$

$$S=A+C$$

Tahmini Üzerine

sonra da sağ taraftaki terimlerin, "uygun" seçilmeleri halinde asal olacaklarını söylüyorlar ya da göstermeye çalışıyorlar. Sadece örnekleme kanıt yerine geçmediği gibi, "uygun" seçme de bir anlam ifade etmez. Somut bir seçimin ya da geçerli bir varlık kanıtının verilmesi gerekir.

Kocaeli'nden Mustafa Demir'in, İstanbul'dan Selçuk Atay'ın, İzmir'den Ercan Şengül'ün, İstanbul'dan Nurettin Aydın'ın, Osmaniye'den Serdar Köksal'ın, Ankara'dan Burak Himmetoğlu'nun ve Kütahya'dan Ekrem Emre'nin yaklaşımları bu gruptan. Bir diğer yaklaşım, bir önceki sayımızda önerisini tartıştığımız Birsen Yılmaz'ın düşüncesini geliştirmeye yönelik. Orada, verilen bir çift sayıdan küçük asal sayıların en büyüğü gözönüne alınıyordu. Bazı arkadaşlarımız bu asal sayıdan bir önceki asal sayıyı kullanmayı öneriyorlar. Ancak bu da kurtarmıyor: Aynı örneği kullanmak gerekirse 220'den küçük en büyük asal sayı olan 211'den bir önceki asal sayı olan 199 da işe yaramıyor: 220=199+21 ve 21 asal değil. Balıkesir'den Ali Abakan ve Fatih Kocasahan'ın, İstanbul'dan Selçuk Atay'ın (bir diğer çözümü) bu gruptan.

Ankara'dan Şükrü Bezen'in çözüm önerisi de bu yaklaşımın bir çeşitlemesi: n'den küçük en büyük asal sayı p ise, $n-p$ asal olmayabiliyor. Ama $n-p+2$ asaldır diyor sayın Bezen ve $n+2$ sayısı için $n+2=p+(k-p+2)$ eşitliğini yazıyor.

Burada gene Duran imdada koştu ve bize asal sayı yetiştirdi. $n=10034$ sayısını gözönüne alalım. Bu sayıdan küçük asal sayılar içinde en büyüğü $p=10009$. $n-p=10034-10009=25$ asal değil. Fakat $n-p+2=27$ de asal değil.

Çanakkale'den Murat Demirtaş'ın "muhtemel ispat"ını kabul edemeyeceğiz. Sağduyu ne yazık ki matematikte ispat yerine geçmediği gibi çoğu kez yanıltabiliyor da.

Ankara'dan Çiğdem Özdemir kardeşimiz de hayatı kolay tarafından alıyor (Bu her zaman en kötü yaklaşım olmayabilir!). Çiğdem, verilen bir n çift sayısını değil, n+x gibi kendi tercihi olan başka bir çift sayıyı iki asal sayının toplamı olarak ifade ediyor.

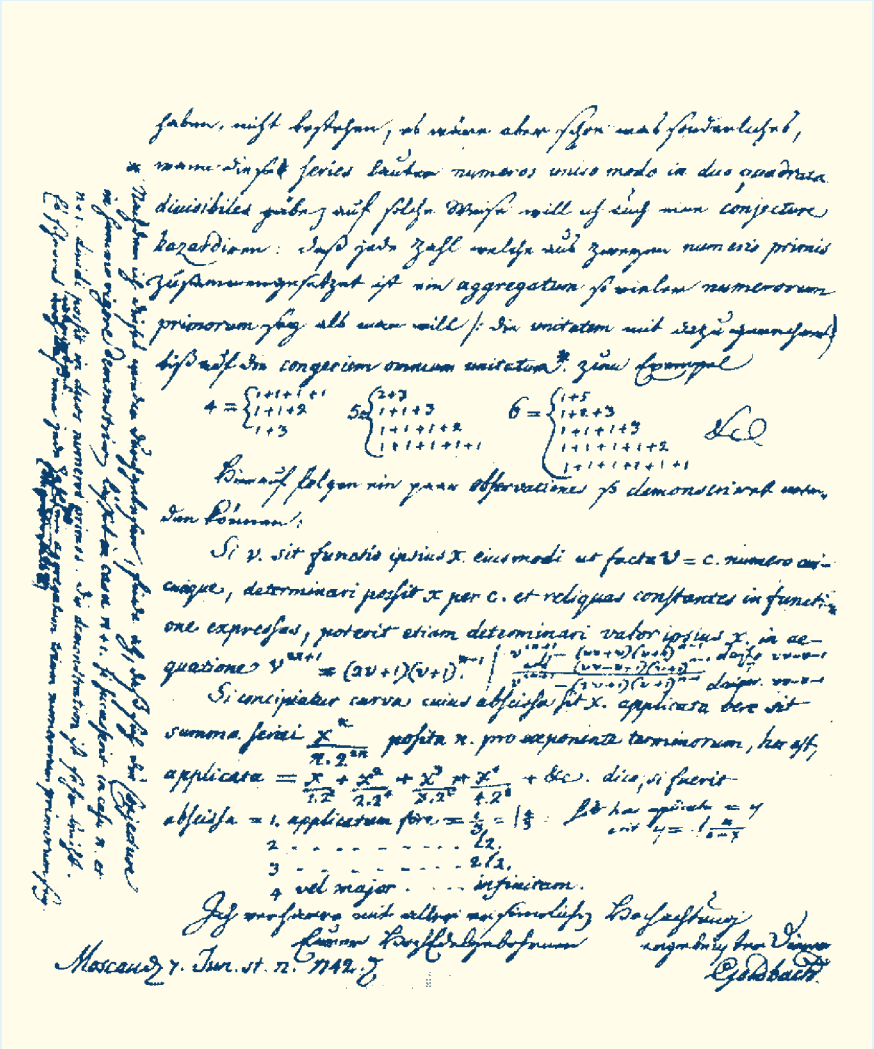
Ufuk Duman bize formülünü göndermediği için yanıt veremiyoruz. Ali Tuna Şenatlı ve Mustafa Demir kendilerinde bulunan Goldbach kuramlarını hakemli bir dergide nasıl yayınlatabileceklerini soruyorlar. Okurlarımız sonuçlarını herhangi bir hakemli dergiye gönderebilirler. TÜBİTAK'ın da hakemli matematik dergisi var. İlgilenenler için adresini veriyoruz: Turkish Journal of Mathematics, TÜBİTAK, Atatürk Bulvarı No:221 Kavaklıdere-Ankara
http://www.tubitak.gov.tr/journals/
e-posta: math@tubitak.gov.tr

Elazığ'dan Ali Haydar Tunç için, ödülü koyan Faber and Faber firmasının adresini veriyoruz (Her ne kadar bu firma, yaptığı milliyet ayrımcılığı nedeniyle bizce bir ilgiyi artık haketmiyorsa da).

Faber and Faber Limited, 3 Queen Square, London, WC1N3AU
http://www.faber.co.uk

Hoşçakalın sevgili okurlar.

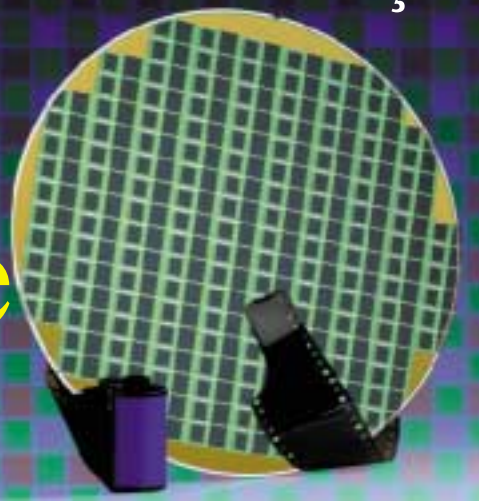
Bilim ve Teknik



Christian Goldbach bugün artık meşhur olan tahminini 1742 yılında Leonard Euler'e gönderdiği bu mektubun kenarına düştüğü dört satırlık notta dile getirmişti.

CCD'ler, CMOS'lar ve Mükemmel Göz Düşü

Sayısal Görüntüleme Teknolojisi



Görmek için göz kapaklarımızı kaldırmamız yetiyor. Görmek, çaba gerektirmediği için, ağtabakamızın nasıl olup da fotonları yakaladığı, bunu yeterince iyi yapıp yapmadığı üzerine düşünmemize bile gerek yok. Aslına bakarsanız, bir görüntüleme aygıtının, gelen fotonları hangi yüzdeyle yakalayıp görüntü bilgisine çevirdiğinin, "kuantum verimliliği" denen bir ölçütü var. Böyle olunca, mükemmel gözün, tek bir fotonu bile atlamaması beklenir. Bu bir ön bilgi. Şimdi, basit görünen bir soru sorabiliriz. "Şu görüntüleme aygıtları, kuantum verimliliklerine göre nasıl sıralanır: İnsan gözü, fotoğraf filmi ve sayısal fotoğraf makinesi?.." Hemen herkes, evrim harikası insan gözünün kusursuz, fotoğraf filmlerinin olabildiğince iyi, sayısal fotoğraf makinelerininse ancak umut verici olduğunu söyleyecek. Başka ölçütlerle bakıldığında bu doğru olabilir. Evrimin ortaya çıkardığı göz, olağan insan gereksinimleri ve alışıldık aydınlatma koşulları çerçevesinde yeterli. Görmeyi mekanik bakış açısıyla değerlendirdiğimizde ortaya çıkan tabloysa acımasız: %1 dolaylarında kuantum verimliliğiyle insan gözü açık farkla sınıfta kalıyor. %3-%5 verimliliğe sahip fotoğraf filminin de fazla yol aldığı söylenemez. Oysa, %80'i aşan verimlilikleriyle, sayısal fotoğraf makinelerinde kullanılan CCD ve CMOS yongaları, mükemmel göz beklentilerimize en çok yaklaşan aygıtlar.

GÜNLÜK YAŞAMDA, gözümüzün foton yakalama becerisinden yakınabileceğimiz koşulların sayısı son derece kısıtlı. Oysa bazıları, sözgelimi uzak yıldızlara bakan gökbilimciler için tek bir foton bile gözden kaçırılmayacak kadar değerli. Görüş alanımızda kuramsal olarak sayılamayacak kadar yıldız varken, dünyanın en iyi gözlem noktasından en uygun zamanda bakıyor olsak bile, çıplak gözle topu topu ancak 9000 kadar yıldız görebiliyoruz. Bundan fazlasını görebilme, teleskop kullanmayı gerektiriyor. Ancak, arkasında kuantum verimliliği düşük olan insan gözü bulunduğu sürece, teleskoplardan da yeterince yüksek verim alabilmek olası değil. Gökbilimcilerin ürettikleri yaygın çözüm, teleskopu bir fotoğraf makinesi gibi kullanıp, bir fotoğraf filmi karesini çok uzun sürelerle pozlamak. Bu yolla, çıplak göze belli belirsiz bulanık bir disk olarak görünen andromeda gökadasının aslında neye benzediğini öğrenebiliyoruz. Ancak, bu işlem gerçek zamanlı olmadığından makine ölçütleriyle bile "görme" olarak nitelenemez...

Gökbilimcilerin yaklaşık 10 yıldır yaygın olarak kullanageldikleri en verimli görme yöntemi, teleskopun arkasına, CCD (Charge-Coupled Device: Yükten Bağlaşımlı Aygıt) yongalı bir kamera yerleştirmek. Bu yöntemle hem gerçek zamanlı, hem de yüksek kuantum verimlilikli görüntüler elde edilebiliyor. CCD yongalarının geçmişi 1969'a dayansa da, gökbilimde ancak son yıllarda yoğun olarak kullanılmaya başlandı. Bunun da nedeni, ilk örneklerinin düşük çözünürlüklü ve pahalı olması. Üstün çözünürlüklü ve ucuz CCD'ler, gökbilim ve diğer ileri uygulama alanlarının sınırlarını aşıp, ucuz sayısal fotoğraf makinelerine kadar yayıldı. Son bir-iki yıldır piyasaya üstün sayısal fotoğraf makineleri çıktı. Bunlar ortaya çıkıncaya değin, CCD teknolojisinin, hem teknolojik uygulamaları, hem de görmeye ilişkin kuramsal bilgilerimiz açısından böylesine çığır açıcı nitelikte olduğunun farkına varabilen insan sayısı azdı. Bu yüzden bu teknoloji, hak ettiği ilgi ve hayranlığa ancak son günlerde kavuşabildi.

Bell Laboratuvarları'ndan Willard Boyle ve George Smith'in, 17 Ekim 1969'da buldukları CCD yongası, geçtiğimiz yıl sonlarında iki önemli teknoloji ödülü aldı. Bunu da, bu teknolo-

jinin getirdiği atılımın ancak ucuz sayısal fotoğraf makineleri sayesinde anlaşılabilmiş olmasına bağlayabiliriz. Bilgisayar ve iletişim alanlarında verilen ünlü C&C Ödülü ve Uluslararası Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Organizasyonu IEEE'nin verdiği Atılım Ödülü'nün sonuncuları, 30 yıl gecikmeyle de olsa Boyle ve Smith'e verildi. İkilinin buluşlarını eşsiz kılan bir boyut da, ilk fikrin akıllarında oluşmasıyla, uygulanabilir projenin biçimlenmesi arasında geçen toplam "buluş" süresinin bir saat olması. CCD, gerçek anlamıyla bir anda bulunuveren ender önemli buluşlardan biri...

CCD ve onu izleyen CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor: Tümleç Metal Oksit Yarıiletken) teknolojileriye gelen atılım niteliğindeki en son uygulamalar, yine Bell Laboratuvarları kökenli transistör kadar sükse yapıyor. En son, bu yılın Mart ayında, bir İsrail firması, bir kapsülün içine sığdırdıkları, kendi kendine yeterli kamera-verici sistemini tanıttı. Bele bağlanan kemer biçimli bir anten sayesinde, kapsül sindirim sistemi boyunca ilerlerken, geçtiği her yerin gerçek zamanlı ve renkli video görüntüsünü yayımlayabiliyor. Kapsüle kumanda edebilmek için, mikromotor düzenekleri geliştirmeye de başlamışlar. Böyle bir muayenenin maliyeti, fiberoptik kablolar kullanılan geleneksel yönteminkinden daha fazla da değilmiş.

Elektronik görüntülemenin son zaferiyse, en yaygın körlük türlerine çözüm getirebilecek yapay ağtabaka (retina) üretimi olacak. Yapay ağtabaka araştırmaları yapan belli başlı 3-4 konsorsiyum, teknoloji yaklaşımlarının temel bileşenlerini ayrı ayrı başarıyla sınamışlar. Bunların biraraya getirilip, çalışır durumda ilk yapay ağtabaka aktarımının gerçekleştirilmesi için birkaç yıl sabretmek gerekiyor.

Yapay ağtabakalar, fotoğraf makinelerinde kullanılan CCD ve CMOS teknolojilerinden çok farklı ürünler değil. Ağtabakaya yerleştirilen bu yongalar, göz sinirlerini elektrikle uyararak, görüntüyü beyine iletecekler. Yöntem, ağtabakanın doğal işleyişini taklit ediyor. Araştırmacıların doğayı taklit edemedikleri tek nokta, yapay ağtabakanın dışarıdan bir güç kaynağına gereksinim duyuşu. Bunun için geliştirilen çözüm, ağtabaka üzerine bir güneş pili eklemek. Göze giren doğal ışık bu pili beslemek için yeterli olamayacağından, göze zarar vermeyen görünmez bir lazer demeti kullanılacak. Araştırmacılar, böyle bir lazer kaynağını, pilleriyle birlikte, normal görünen bir gözlük çerçevesine gizlemeyi başarmışlar.



Bell Laboratuvarları'ndan Willard Boyle ve George Smith, 17 Ekim 1969'da buldukları CCD teknolojisini, bir kamera prototipi üzerinde deniyor.

CCD ve CMOS

CCD'ler, ışığa duyarlı silikon noktacıklardan oluşan matrislerdir. Bir foton, yarıiletken kristal yapısındaki noktacıklardan birine çarptığında, bir miktar elektronu serbest bırakır. O noktacığa ne kadar çok foton denk gelirse, serbest kalan elektron sayısı o kadar fazla olur. Elektron miktarı, yani yük ölçülerek, o noktacığın aydınlanma düzeyini veren göreli sayısal bir değer elde edilebilir.

CCD matrisindeki noktacıklar aslında renk körüdürler. Komşu noktacıkların her biri, üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve sarıdan sadece birini geçirecek renk filtreleriyle örtülmüştür. Renkler, yaygın olarak, Kodak firmasınca bulunmuş "Bayer" motifine uygun olarak dizilirler. Şematik olarak:

K Y K Y K Y K Y K Y
Y M Y M Y M Y M Y M
K Y K Y K Y K Y K Y
Y M Y M Y M Y M Y M

Donanım ya da yazılım düzeyindeki bir algoritma, her noktacığın kendine ait renginin şiddetine, komşu noktacıklara ait renklerin şiddetlerinin ortalamasını ekleyerek, standart RGB (kırmızı-yeşil-mavi) kodlamasına uygun noktacık değerini elde eder. Zayıf aydınlatma koşullarında, renkli CCD kullanılması verimli değildir. Aslına bakarsanız, insan gözü de geceleri farklı algılayıcı hücreleri kullandığı siyah-beyaz kipe geçer.

Uygulamada, bir CCD yongası, sözünü ettiğimiz toplayıcı katmanın yanı sıra, elektrik yükünü saklayan ve aktaran ek öğeler içerir. Fotoğraf kalitesinde bir görüntü yakalayabilmek için, tüm sistemin hızlı ve eşgüdümlü çalışması gerekir. Elektron yük değerleri hızla saptanıp korunmalıdır. CCD'lerde, noktacık değerleri satır satır okunur. Bu okuma işlemi sırasında ışık düşmeyi sürdürürse, görüntü bulanıklaşacaktır. Bunu önlemek için bazı sayısal fotoğraf makineleri, geleneksel makinelerde olduğu gibi, hızla açılıp kapanan perde düzenekleri içerir. Yine de, sayısal fotoğraf makinelerinin en çok üzerinde durulan üstünlüklerinden biri olarak hareketli parça içermemeleri beklenir. Bunu sürdürmek için geliştirilen bir başka yaklaşım, kısa süre için etkinleştirilip yeniden kapatılabilen bir yük bilgisi katmanı eklemek. Bu yöntemde, algılayıcı katmandaki yük, hızla saklayıcı katmana aktarılır ve görece uzun süren asıl okuma süreci bu katman üzerinden işletilir.



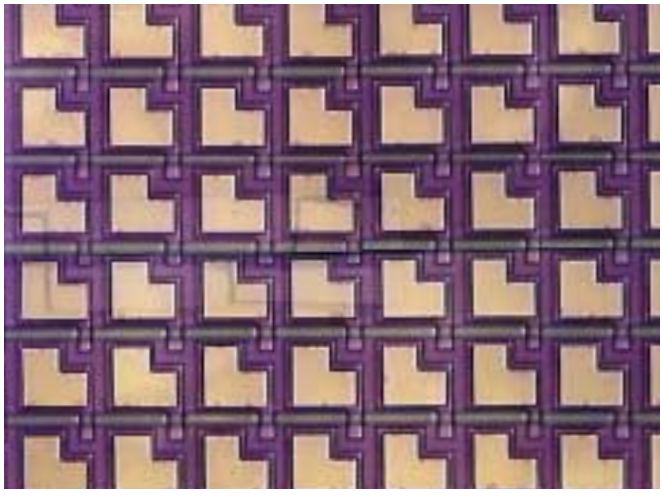
IBM'in mikroelektronik laboratuvarlarında CCD yongaları ilk olarak 8 ya da 5 inçlik silikon diskler halinde üretiliyor. Fotoğrafta, 1,3 milyon noktacık çözünürlükte yongalar grup halinde ve tek bir yonga ayrıntı olarak gösterilmiş. Son olarak, koruyucu katmanları ve iletken bacakları eklenmiş ürün görülüyor.

CCD teknolojisindeki yaklaşım, uygulamada, özellikle amatör sayısal fotoğraf makineleri söz konusu olduğunda iki önemli olumsuzluk getiriyor: Yüksek maliyetli oluşları ve hızlı pil tüketmeleri... Bu olumsuzlukları ortadan kaldıran daha yeni bir görüntüleme yongası tipi olan CMOS'lar üzerindeki öncü çalışmaları 1990'larda NASA yapmış ve ilk ticari ürünler 1998'den itibaren pazar bulmaya başlamış. CMOS'lar, ileri uygulamalarda henüz CCD'ler kadar başarılı sonuç vermese de, düşük beklentili amatör uygulamalarda CCD'nin 10'da birine kadar inen fiyatları ve 100 kez düşük enerji tüketimleri nedeniyle yeğlenmeye başladılar. CCD'ler tümüyle bu alana özgü üretim yöntemleri gerektiriyorken, CMOS'lar, günümüzde yonga üretiminin %90'ını oluşturan temel tekniklerle, genel tesislerde üretilebiliyor.

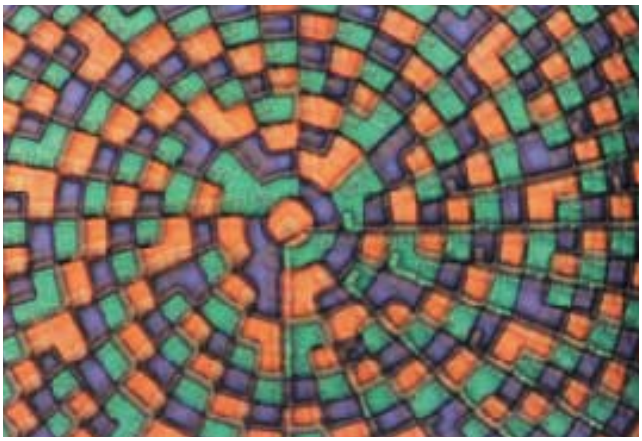
CMOS'lar, işlemci ve bellek yongalarına çok benziyor. Özellikle, DRAM (Dynamic Random Access Memory: Dinamik Rastgele Erişimli Bellek) bellek yongalarıyla benzeşen yönleri fazla. Üretim maliyetlerindeki düşüklük sayesinde, ünlü avuç içi bilgisayar serisi Palm'lar, GameBoy oyun aletleri ve cep telefonlarına eklenmek için üretilen küçük boyutlu, düşük çözünürlüklü CMOS kameralarının fiyatları 50 ABD doları ve altına kadar düştü.

CCD'li sayısal fotoğraf makinelerinin çok güç sarf etmelerinin en önemli nedeni, 5 volt ile 15 volt arasında farklı güç kaynağı gereksinimine sahip birden fazla bileşen içeriyor olmaları. CMOS teknolojisindeyse, algılayıcılar, depolayıcılar, güçlendiriciler, hatta karmaşık görüntü algoritmaları gerçekleştiren bileşenler bile aynı yonga içinde birarada üretilebiliyor. Her şeyi bünyesine alan bu yongaların elektrik gereksinimi de genelde 3.3, ya da en çok 5 volt ile sınırlı. Özdeş özellikteki iki sistemden CCD seçeneği 2-5 watt güç tüketirken, CMOS, 20-25 miliwattla yetiniyor. Üstelik CMOS noktacık değerleri, CCD'lerde olduğu gibi baştan sona, satır satır okunmak zorunda değil. Rastgele erişim özelliğiyle, herhangi x,y koordinatındaki değer doğrudan okunabiliyor. Bu özelliğin getirilerinden biri, yonganın ek donanım ya da yazılım gerektirmeden, görüntü kadrajlama ve seçimli büyütme özelliklerini barındırması...

Peter Denyer, bundan 11 yıl önce Edinburgh Üniversitesi'nde elektronik mühendisliği profesörüyken, bir bilgisayar bellek yongasının tepesini binbir zahmetle koparıp, açığa çıkan çıplak yarıiletken yüzeyi odaklanmış görüntüye tutarak ekranda kaba bir sayısal görüntü elde etmeyi başarmış. O sıralarda NASA, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü gibi birçok yerde üç aşağı beş yukarı aynı yöntemle benzer deneyler yapılıyordu. CMOS görüntü yongalarının bu emekleme aşamasında Denyer, konunun dikkate değer ekonomik gelecek vaadinin farkına varan ilk insanlardan biri olmuş. Vision Group adı altında kurduğu şirket geçen yıl, dünyanın 7. en büyük yonga üreticisi ST Microelectronics bünyesine katılınca, CMOS alanındaki öncü kuruluşlardan biri haline gelmiş. ST Microelectronics, bugün birkaç yüz dolar mertebesine satılan kaliteli CCD'lerin yerini almak üzere, bugünün bellek yongaları kadar ucuz, yani birkaç dolarlık CMOS'lar üretmeye uğraşıyor. Başını SONY, Matsushita gibi, çoğunluğu Japonya kökenli devlerin çektiği CCD pazarına rakip olarak, CMOS pazarının başını, ST Microelectronics'in yanısıra Motorola, Agilent, Hewlett-Packard, Photobit, Conexant ve Y-Media gibi batılı firmalar çekiyor.



CMOS yongaları en yaygın olarak, masaüstü bilgisayarlara eklenen web kamaraları için, CCD'lere göre daha düşük çözünürlükte üretiliyorlar. Mikrofotoğrafta, 640x480 çözünürlük ve 1,25 mikrometre noktacık büyüklüğüne sahip bir VGA kamera yongası yüzeyinden ayrıntı görülüyor.



Dairesel noktacık dizilimli bir CMOS yongasına ait ayrıntı mikrofotoğrafı. Noktacıklar 0,7 mikrometre çaplı. Bayer CFA renk motifinin, dairesel dizilime nasıl uyarlandığını örneklemesi açısından ilginç bir fotoğraf. Dairesel dizilim, özellikle, göz için yapay ağtabaka üretimi çalışmaları için önemli.

Sayısal fotoğraf makinesi pazarının çoğunu elinde tutan Japon fotoğraf makinesi üreticileri ve Kodak, şimdilik yaklaşık 500 dolara satılan CCD tabanlı makineler üretiyor. Şimdilik CMOS pazarı kişisel bilgisayarlara takılan masaüstü kameralar ve diğer küçük uygulamalarla sınırlı olsa da, Polaroid, 200 doların altına satılan bir CMOS tabanlı fotoğraf makinesini piyasaya sürdü bile. Er ya da geç, diğer üreticilerin de, daha ucuz olan CMOS teknolojisini yeğlemek zorunda kalacakları öngörülüyor.

Sayısal Fotoğraf Makineleri

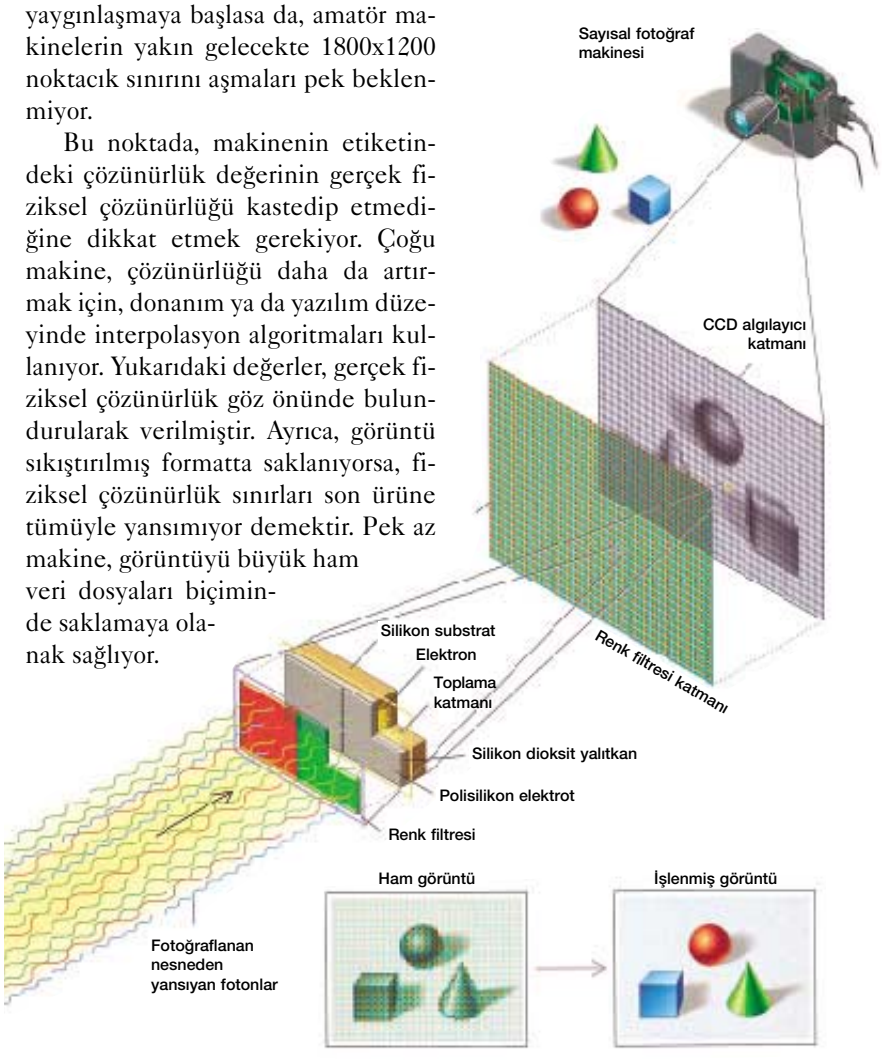
Sayısal fotoğraf makineleri de film kullanan atalarınınkine benzer biçimde görüntüyü duyarlı bir yüzeye yansıtırlar. Farklı olarak, duyarlı yüzey film değil, CCD matrisidir. CCD, noktacıklarına düşen ışık parlaklığı niceliğini analog akıma dönüştürdüğünde işini tamamlar. Bu aşamada, ayrı bir bileşen olan analog-sayısal dönüştürücü devreye girer. Dönüştürücü, CCD'den aldığı sinyali, ikilik tabanda sayısal ham görüntü verisine dönüştürüp, sayısal görüntü işlemcisi olarak adlandırılan üçüncü bir bileşene aktarır. İşlemci, renk değerlerini, gözün algıladığı olağan dengeye kavuşturur, kontrast bozukluklarını düzeltir, interpolasyon algoritmalarıyla çözünürlüğü yükseltir ve işlenmiş görüntü verisini JPEG ya da başka bir formatla sıkıştırıp depolama birimine iletir. Farklı üreticiler farklı tasarım yaklaşımları geliştirmiş olsalar da, yapılan işin özü budur.

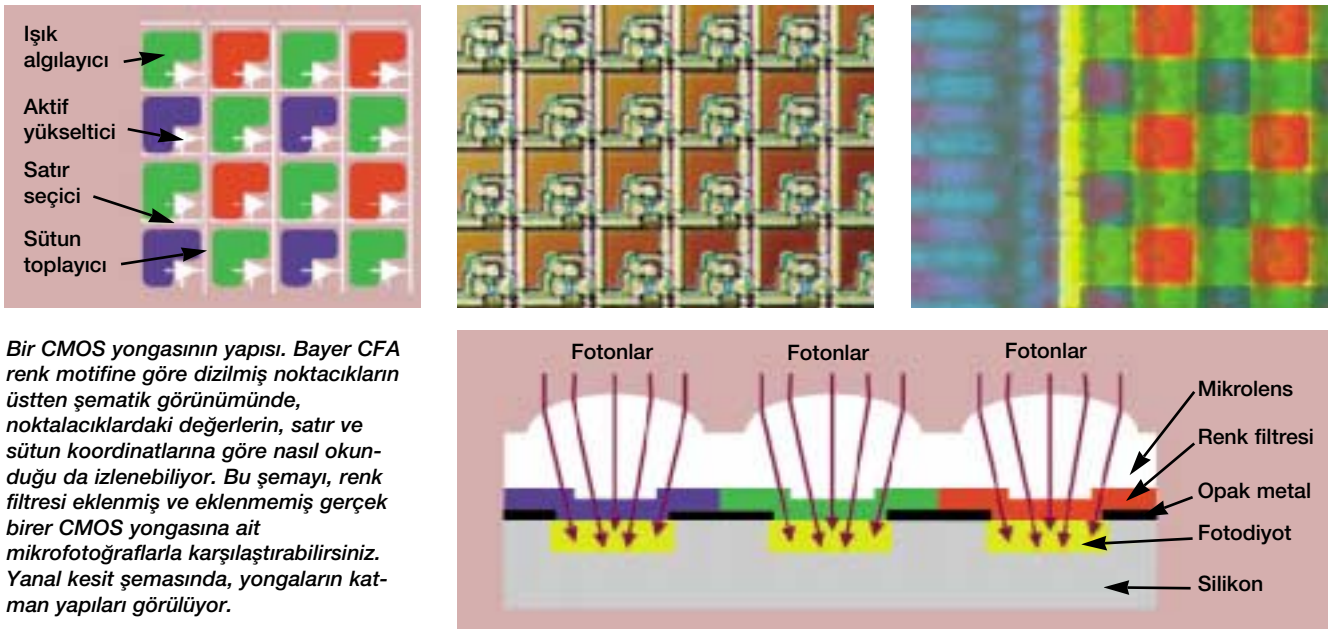
Sayısal fotoğraf makinelerini karşılaştırırken kullanılan en önemli ölçüt, görüntü çözünürlüğüdür. 1997'de tek tük görülmeye başlayan ilk ticari modeller, 640x480 noktacık çözünürlükteydi. 1998'de, aynı fiyata 1024x768 noktacık çözünürlüklü modeller yaygın standart oldular. 1999'un başlarında, 1536x1024 noktacıklı makineler piyasadayken, 1999'un sonlarından bugünlere kadarki ticari ürünler 2 megapiksel çözünürlük sınırını biraz aşıp, görece kararlı bir hale geçtiler. Aslında, genel bilimsel amaçlı, 16 megapiksellik (örn. 4000x4000) modeller yaygınlaşmaya başlasa da, amatör makinelerin yakın gelecekte 1800x1200 noktacık sınırını aşmaları pek beklenmiyor.

Bu noktada, makinenin etiketindeki çözünürlük değerinin gerçek fiziksel çözünürlüğü kastedip etmediğine dikkat etmek gerekiyor. Çoğu makine, çözünürlüğü daha da artırmak için, donanım ya da yazılım düzeyinde interpolasyon algoritmaları kullanıyor. Yukarıdaki değerler, gerçek fiziksel çözünürlük göz önünde bulundurularak verilmiştir. Ayrıca, görüntü sıkıştırılmış formatta saklanıyorsa, fiziksel çözünürlük sınırları son ürüne tümüyle yansımıyor demektir. Pek az makine, görüntüyü büyük ham veri dosyaları biçiminde saklamaya olanak sağlıyor.

Filmin Sonu mu?

Reklam ve moda fotoğrafçılığı gibi üstün kalite beklentisi içeren alanlarda, geleneksel filmli makineler hâlâ sayısal makinelere yeğleniyor. Aslına bakarsanız, kuantum verimliliğin ön plana çıktığı uç uygulamalar dışarıda tutulacak ve kuruluşlar için, çok pahalıya, az sayıda üretilen astronomik CCD matrisleri yok sayılacak olursa, bugün için geleneksel fotoğrafların kalitesinin daha üstün olduğunu teslim etmek gerek. Bu, bütünüyle CCD ve CMOS'ların çözünürlüklerindeki sınırlılığa dayanan bir durum ve yarıiletken teknolojisindeki yeniliklerle ve pazar baskısının artmasıyla aşılacağı umuluyor. Standart bir sayısal makinenin çözünürlüğü bugün için yaklaşık 2 milyon noktacıkla sınırlıdır. Oysa, standart bir 100 ASA'lık 35 mm negatif film kabaca kare başına 34 milyon noktacık çözünürlüğe sahiptir. Amatör fotoğrafçılıkta bu kuramsal çözünürlük üst sını-





Bir CMOS yongasının yapısı. Bayer CFA renk motifine göre dizilmiş noktacıkların üstten şematik görünümünde, noktalacıklardaki değerlerin, satır ve sütun koordinatlarına göre nasıl okunduğu da izlenebiliyor. Bu şemayı, renk filtresi eklenmiş ve eklenmemiş gerçek birer CMOS yongasına ait mikrofotoğraflarla karşılaştırabilirsiniz. Yanal kesit şemasında, yongaların katman yapıları görülüyor.

rına asla yaklaşılamadığı için, kaliteli sayısal fotoğraf makineleriyle sadece profesyonel fotoğrafçılar yetinemiyor.

Renk çeşitliliği ve doğallığı bakımından, sayısal makineler lider. 16,7 milyon renk sunan 24 bitlik bir makinenin çektiği fotoğraflar, düzeltici algoritmaların da yardımıyla son derece doğal görünen renk paletleri sunar. Saydam filmlerse, filmlerin kimyasal yapıları ve filmin zemin rengi nedeniyle şu ya da bu yönde doğaldan sapmalar içerir.

CCD ve CMOS'ların renk algıları da aslında insan gözü ve beyninkinden dikkate değer ölçüde sapar. Bir yonganın maviyi nasıl gördüğü, kullanılan mavi filtrenin ve silikon noktacıkların fiziksel özellikleriyle ilintilidir. Ancak, filmlerdeki küçük bir sapmayı düzeltmek için, karmaşık kimyasal çalışmalar gerekirken, sayısal yongalardaki büyük sapmalar bile, algoritmalar yardımıyla kolayca düzeltilebiliyor.

Yonganın renk hataları, standart bir renk tablosuyla, bu tabonun elektronik fotoğrafı karşılaştırılarak elde edilen katsayılarla düzeltilebiliyor. Örneğin, mavi için kabaca şöyle bir formül kullanılıyor: $M'=m_1xK+m_2xY+m_3xM$. Burada, m_1, m_2 ve m_3, kırmızı, yeşil ve eski maviyle doğal mavinin şiddetlerinin ilişkisini belirleyen katsayılardır. Benzer ilişkiler diğer temel renkler, kırmızı ve yeşil için de yazılınca, matris fonksiyonları elde edilir.

Bir başka sorun daha çözünürlükle ilgili ama tam olarak değil... Geleneksel makinelerle çekilen, aslen düşük çözünürlüklü ve bozuk renkli fotoğrafların sayısal fotoğraflara göre üstünmüş gibi algılanmalarının önemli nedenlerinden biri, film noktacıklarının, yani grenlerin, sayısal görüntülerin aksine, boyut ve diziliş bakımından herhangi bir düzenlilik göstermemeleri. Eş noktacık büyüklükleri ve kusursuz matris dizilimiyle sayısal görüntüler, çözünürlük sorunlarını ilk bakışta ele veriyorlar. Son zamanlarda bunu önlemek için geliştirilen yaklaşım, baskı aşamasında stoastik tramlama denen bir teknikle noktacıkların rastgeleliğini artırmak.

Sorun eninde sonunda gelip çözünürlük zayıflığına dayanıyor. Bu sorunun 2-3 yıla kalmadan çözülmesi işten bile değil. Üreticileri, yongaların noktacık çözünürlüğünü alabildiğine yükseltmekten alıkoyan asıl etmen, teknolojik yetersizlik değil, işin ekonomik boyutu: Noktacıklar ne kadar iri tutulursa, noktacık başına o kadar çok foton toplanır; iri noktacıklı algılayıcılar da, zayıf aydınlatma koşullarında bile o kadar mükemmel çalışırlar. Aynı büyüklükte matris için daha iri noktacıkları yeğlemek, daha büyük yonga üretmeyi gerektiriyor, yani maliyeti artırıyor. Hatta, daha büyük objektif kullanılmasını gerektirdiğinden, maliyeti fazladan bir kat daha artırıyor. Küçük noktacıklı yongalar, hem yonga üretimi, hem de objektif maliyeti bakımından daha ekonomik.

Gelgelelim, noktacıkları küçültmenin de bir sınırı var. CMOS'larda yaygın olarak 5-10 mikron aralığında çapa sahip noktacıklar kullanılıyor. Noktacıkları, 0,5 mikron çapa indirmek bugünün teknolojisiyle işten bile değilken, 5 mikron sınırının altına inmek, yaygın uygulamalar için ekonomik değil. Bunun en önemli nedeni, bu sınırın altındaki noktacık büyüklüğünü anlamlı kılacak duyarlıkta objektiflerin üretim maliyetinin, çözünürlükle birlikte birden bire astronomik boyutta artması. Ancak, objektif teknolojisinde maliyetler, aynı yarıiletken teknolojisinde olduğu gibi, eninde sonunda gelip piyasanın arz-talep dengelerine dayanıyor. Bilgisayar mikroişlemcilerinde benzer dengelerin çıtasının nasıl ileri teknoloji yönünde aşamalı olarak başarıyla yukarı çekildiğini örnek alarak, görüntüleme piyasasından da benzer stratejik başarı bekleyebiliriz.

Saydam film teknolojisi tarih mi oluyor? Bu sorunun yanıtlanması farklı tüketici gruplarının gelir düzeyleri, elektronik görüntü basma ve saklama olanaklarının varlığı ya da yokluğu gibi toplumsal-ekonomik boyutların tartışılmasından geçiyor. Soruya yalnızca teknolojik verimlilik açısından bakarsak yanıt yine de net: Evet, film tarih olacak. Sayısal görüntüleme şimdiden lider oldu. Mükemmel göz düşünü neredeyse başarmış olmanın sembolik önemiyle birlikte...

Özgür Kurtuluş

Kaynaklar:
http://www.apogee-ccd.com
http://www.foveon.net
http://www.imaging-resource.com
http://www.lucent.com
http://www.photobit.com
http://www.siliconfilm.com

Başka Açıdan Görmek

Kütleçekimin daha vermesi gereken pekçok hesap var. Ancak bunun fotoğrafçılar için bir sorun olabileceği, herhalde günümüze değin pek fazla kişinin aklına gelmemiş olsa gerek. Ancak Japonya'nın Fuji firmasında görevli mühendisler, sayısal (dijital) fotoğraf makinesi yapımcılarına kütleçekiminin fotoğraflar üzerindeki etkisini artık umursamaya başlamaları için uyarı zamanının geldiğini düşünüyorlar.

Fuji araştırmacıları, geniş bir yelpazeden seçilen çok sayıda fotoğrafı üç yıl süreyle inceledikten sonra, doğal ve yapay cisimlerin büyük çoğunluğunun yatay ve düşey çizgiler bakımından hayli zengin olduğunu belirlemişler.

Bir şirket sözcüsünün İngiliz popüler bilim dergisi New Scientist'e yaptığı açıklamaya göre Fuji, bu durumu denizdeki ufuk çizgisi, dik yamaçlar, ağaçlar, ya da yaşadığımız kentsel çevremizde gördüğümüz cisimler gibi doğal karşıladığımız yapıların çoğunun ya kütleçekimince ya da kütleçekimine karşı koymak üzere insanlarca biçimlendirilmiş olmasına bağlıyor. Dolayısıyla araştırmacılar yatay ve düşey kamera çözünürlüğünü arttırırlarsa resimlerin daha güzel görüneceği sonucuna varmışlar.

Ancak şimdiye değin sayısal fotoğraf makinelerinde kullanılan algılayıcı yongalar, çapraz çizgileri yakalamaya uygun olarak tasarlanmış bulunuyor. Bu nedenle Fuji, şimdi algılayıcılardaki noktacıkların biçimlerini ve açılarını değiştirerek sayısal fotoğraf makineleriyle daha düşük ışıkta bile net resim alınmasını sağlamaya çalışıyor.

Sayısal fotoğraf makinelerinde, geleneksel tasarımda cam bir mercek, görüntüyü CCD diye adlandırılan düz bir algılayıcı üzerinde odaklar. Bu yüzey üzerinde, görüntüden gelen ışığı elektrik yüküne dönüştüren çok küçük fotodiyotlardan oluşmuş bir matris yer alır. Oluşan elektrik yükü, sayısal olarak kodlanarak bir bellek yongasına



gönderilir. Her fotodiyot, resimdeki bir pikseli temsil eder ve modern fotoğraf makinelerinde yaklaşık iki milyon piksel, dikdörtgen biçimli bir yonganın içine sıkışır. Buradaki temel sorun şu: Daha fazla piksele yer açarak çözünürlüğü arttırmak için fotodiyotlar daha da küçültülürse, bunlar daha az ışık toplayabilir. Böyle olunca da fotoğraf makinesi ancak güneşli havalarda kullanılabilir, ya da flaş kullanmak gerekir ki, bu da pillerin çabucak tükenmesine yol açar. Bu nedenle sıradan bir CCD yongasının pratik boyutunun sınırı, yaklaşık 3 milyon pikseldir.



CCD piksellerinin yatay dizilim örüntüsü, görüntülenen cismin yatay ve düşey ayrıntılarının içinde kaybolduğu çizgisel boşluklar oluşturur. Fotoğraf makineleri, video kameralar gibi TV çizgi yapılarına bağımlı olmadıklarından, Fuji'nin yeni Süper CCD ürünü, 45° çapraz açıda bal peteği gibi dizilmiş sekizköşeli fotodiyotlar kullanabiliyor. Bu da daha büyük diyotların, doğal ayrıntıların içinde yiteceği çizgisel boşluklar oluşturmaksızın birbirlerine daha yakın biçimde dizilmelerine olanak sağlıyor.

Daha büyük yapıdaki diyotlar, daha çok ışık enerjisi toplayabildiklerinden, resim çekmek için doğrudan ışığa daha az gerek kalıyor. İlk Süper CCD yongaları, 800 ASA değerinde bir filme karşılık gelen oldukça yüksek duyarlılığa sahipler. Petek biçimindeki diziliş de 2,5 milyon sekizgen piksele, 4 milyon dikdörtgenin çözünürlüğünü sağlıyor.

Süper CCD, Fuji'nin yeni FinePix 4700 fotoğraf makinesiyle piyasaya çıkmaya hazırlanıyor. Fiyatı, yaklaşık 1050 dolar.

Fox, B. "Look at It This Way", *New Scientist*, 3 Haziran 2000

Çeviri, Rasit Gürdilek

Bilgisayarların Belleği
Sabit Disk Sürücüler

Birçok şirketin bilgisayarlarında üretilen veri miktarı her geçen yıl neredeyse ikiye katlanıyor. Şirketlerin sabit disklerinde depoladıkları ya da on-line kullandıkları veriler arttıkça, bir tera bayttan –bir trilyon bayt- daha fazlasını içeren, dev veri tabanları artık olağan ve sıradan hale geliyor. Bu durumun birçok yararı var: Veriler doğru yazılımlarla değerlendirilip çözümlendiğinde şirketler pazar eğilimlerini çok hızlı belirleyebiliyorlar, müşterilerine daha iyi hizmet sunuyorlar, üretim sürecini geliştiriyorlar vb. Öte yandan müşteriler de uygun fiyatlı bilgisayarlarında artık aşırı miktarda veriyle uygulamalar yapıyorlar: Gelen tüm e-postaları saklıyorlar, fotoğraflarını sayısallaştırıp belleğe atıyorlar, oyunlar oynuyorlar vb. Bunların tümü yüksek kapasiteli, ucuz manyetik sabit disk sürücüler sayesinde gerçekleşiyor. Bu alandaki teknolojik ilerlemenin hızı artık kimseyi şaşırtmıyor. Sabit disk sürücülerin kapasitesi, 1980'li yıllarda her yıl ortalama % 30 artarken, bu artış 1990'lı yıllarda yılda % 60'a yükseldi. Günümüzde disk kapasitesi her dokuz ayda bir ikiye katlanıyor.

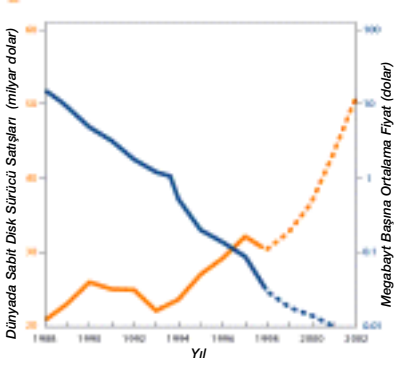
Öte yandan sabit disk sürücü fiyatları da çok hızlı düşüyor. 1988'de sabit disk sürücülerin bir mega baytı 11,5 dolara alınabilirken, bu fiyat 1999'da 0,02 dolara düşmüştür. Fiyatın 2002 yılında 0,003 dolara kadar ineceği tahmin ediliyor.

Böylesine hızlı büyüyen bir pazarda bu göz kamaştırıcı kapasite artışı ve fiyat düşüşü gerçekte pek de şaşırtıcı değil. Dünyada yalnızca geçen yıl 170 milyon sabit disk sürücü satıldı. Bu sayının 2002'de 250 milyona ve satış gelirlerinin de 50 milyar dolara ulaşması bekleniyor.

Endüstri bu gidişini daha ne kadar sürdürebilecek? Merak edilen yön de burası. Önümüzdeki yıllarda, teknolojik ilerleme "süper paramanyetik etki" (SPE) diye anılan bir sorunla yüz yüze gelecek. Bu fiziksel etki, veri depolarken ortaya çıkıyor. Veriler bellekte, atomların manyetik spinlerinde saklanıyor. Manyetik spin için gereken enerji eğer ortamın ısıl enerjisine yaklaşırsa bu etki ortaya çıkıyor. Bu durumda bitler rasgele bir biçimde sıfırdan bire, birden sıfıra dönüşüyor; böylece bellekteki bilgi de bozuluyor.

IBM, Seagate Technology, Quantum Corporation ve öteki şirketler, sabit disk sürücülerin kapasitelerini artırma çalışmalarında sürekli olarak bitleri (verileri) daha küçük alanlarda saklamaya çalışıyorlar. Böyle olunca, veriler de SPE'ye daha duyarlı oluyor. Kimi uzmanlara göre küçülme eğer bu hızla giderse, SPE sorunu 2005 gibi yakın bir tarihte ortaya çıkacak. Ama araştırmacılar da boş durmuyorlar; SPE engelini aşmak için değişik yöntemler, stratejiler geliştirmeye çalışıyorlar.

Sabit disk sürücüler teknolojinin harikalarından biridir. Bir sabit disk sürücü aralıklı olarak yerleştirilmiş birçok diskten oluşur. Bu diskler alüminyum ya da camdır; üzerleri manyetik bir malzemeyle ve koruyucu tabakalarla kaplıdır. Disklerin her iki yüzeyinde de okuyucu/yazıcı kafalar bulunur. Bu kafalar, verileri manyetik ortamdaki dairesel izler (track) üzerine yazar ve oradan okur. Servomekanik kollar, okuyucu/yazıcı kafaları, izlerin tam üzerinde tutar. Disk yığını, dakikada 3000 ile 10 000 devir arasında döner. Diskler dönerken, hidrodinamik bir yatak, kafaların, izlerin ancak milimetrenin yüzde biri kadar üzerinde durmasını sağlar.



Bu tasarım temelde, IBM'in 1956'da geliştirdiği RAMAC adlı sabit disk sürcününü tasarımının aynıdır. RAMAC'da 50 alüminyum disk bulunuyordu. Altmış santimetre çaplı disklerin her iki yüzü de manyetik demir oksitle kaplanmıştı. Beş milyon karakter saklayabilen RAMAC, yaklaşık bir ton ağırlığında ve iki buzdolabı büyüklüğündeydi.

Son kırk beş yıl içinde, yüzlerce yenilik, veri depolama kapasitesinde çok büyük artışlar ve boyutlarda da şaşırtıcı küçülmeler sağladı. Kapasite artışındaki bu ilerlemelerin büyük bir bölümü, okuyucu/yazıcı kafalardaki gelişmeler sayesinde oldu. Bu kafalar, "domain" denilen ve bir bitlik bilgiye karşılık gelen çok küçük alanlardaki manyetik polariteleri değiştirerek, disk üzerine yeni veri kaydeder. Veriler okunurken de kafa yine domainin üzerine gelir; domainin manyetik durumu kafada 0 ve 1 gibi yorumlanabilen bir sinyal oluşturur.

İlk okuyucu/yazıcı kafalar ferritten yapılıyordu. 1979'da silisyum yonga yapım teknolojisiyle birlikte, ince-film kafalar üretilmeye başlandı. Bu yeni tür kafalar sayesinde, verilerin saklandığı domainler küçüldü. 1990'lı yıllarda da IBM'nin geliştirdiği çığır açıcı bir yöntem, ince-film teknolojisinin yerini aldı. Bu yöntemde, kafalar disk üzerindeki domainlerin değişken manyetik alanlarına bakmak yerine, domainin elektriksel direncindeki değişikliğe bakıyordu. Duyarlılıktaki bu artış, domainlerin çok daha küçülmesine yol açtı. Yine de şirketler, yeni yöntemle çalışan sabit disk sürücüler, 1996'da pazara egemen oluncaya değin, ince-film kafalı disk sürücülerini satmayı sürdürdüler.

1997'de IBM bir başka yenilik daha tanıttı. Bu yenilikte, okuyucu kafada artık manyetik ve manyetik olmayan katmanlar bulunuyordu. Böy-

lece kafaların duyarlılığı 2-3 kat daha artıyordu. IBM'in California Sandia'daki Almaden Araştırma Merkezi'nde depolama sistemleri ve teknolojisi müdürü olan Currie Munce, bu yeni teknolojiyle üretilen disklerin, santimetrekarede 16 gigabit saklayabileceğini ileri sürüyor.

Ancak kimi uzmanlar da 1998'de SPE sorunu yüzünden veri saklamanın 5 gigabit/cm^2 ile sınırlanacağını hesaplamışlardı. Bugün için daha hiç kimse, sınırlamanın nerede başlayacağını bilemiyor. Ama IBM'nin başarısından sonra bilim adamları arasında "yoğunluk canavarı"nın, 25 gigabit/cm2'nin ötesinde bir yerlerde beklediği düşüncesi egemen olmaya başladı.

Okuyucu/yazıcı kafalardaki teknolojik gelişmelere koşut olarak disklerde de birçok yenilikler gerçekleştirildi. Zaten diskler daha yoğun bir biçimde veri depolayamasaydı, kafalardaki gelişmeler pek bir işe yaramayacaktı California, Milpitas'taki Quantum Corporation'ın stratejik ve teknik pazarlama müdürü Pat McGarrah "Şirketler daha küçük bitleri destekleyen ortamları bulmaya çalışıyorlar" diyor. Ama işte tam da bu noktada SPE karşımıza çıkıyor. Verilerin (bitlerin) saklandığı manyetik malzemedeki alanlar ya da kristaller küçüldükçe bu alan, belli bir sıcaklıkta, sahip olduğu manyetik özelliği koruyamaz duruma geliyor. Munce "Ortamın ısıl kararlılığı bozuluyor. Daha duyarlı kafalar yapabilirsiniz ama verilerin saklandığı malzemenin, manyetik kararlılık gibi kimi özelliklerini de göz önüne almanız gereklidir." diyor.

Sabit disk sürücülerinin kapasitesinin bağlı olduğu bir başka etken de diskler üzerindeki izlerin sayısıdır. Günümüzde üreticiler, 1 cm'ye 8000 iz sığdırabiliyorlar. Ne var ki bu sayıyı da sınırlayan kimi etkenler bulunuyor. Bunların başında, kafanın üzerinde çalıştığı izi karıştırması ve konum algılama sisteminin doğru çalışması geliyor. Bu nedenle diskler üzerindeki iz sayısını arttırabilmek için öncelikle kafa ve kafayı yönlendiren düzeneğin tasarımında ilerlemeler kaydedilmesi gerekiyor.

Santimetrekareye 16 gigabitlik veri yoğunluğuna ulaşabilmek için diskler üzerinde santimetreye 60 000 iz sıkıştırılması gerekiyor. Bu da izlerin kalınlığının 170 nanometre olması demek. Günümüz teknolojisiyle, izler arasındaki açıklık 90-100 nanometre. Eğer bu açıklık daha daralırsa, izlerden biri üzerine veri kaydederken, komşu izlerdeki veriler bozulabilir. Bu sorun için akla ilk gelen çözüm yolu, okuyucu/yazıcı kafaları daha küçük ve daha duyarlı yapmak. Böylece izlerin genişliğini düşürmek olanaklı olur.

Bilim adamlarının karşısında son olarak da bir sinyal işleme sorunu var İnce izlerin içinde yer alacak küçük domainler çok daha zayıf sinyaller üretecekler. Okuyucu kafaların, okuduğu bu sinyalleri fondaki gürültüden ayırt edip veriye yanlışsız bir biçimde ulaşabilmesi için yeni algoritmalar geliştirilmeli.

Munce, IBM ve öteki şirketlerin, laboratuvarlarında yeni malzemeler, üretim yöntemleri ve sinyal işleme üzerine çalışıldığını ve önümüzdeki birkaç yıl içinde 16-25 gigabit/cm2'lik sabit disk sürücüler üretilebileceğini ileri sürüyor.

Ne var ki ele alınması gereken tek konu yalnızca depolama kapasitesi değil. Veriye erişim hızı da artık manyetik disk sürücü teknolojisinin ömrünü belirleyen önemli bir etken olmaya başlıyor. Günümüzde sabit disk sürücülerin kapasitesi her yıl %130 artarken, erişim hızı yalnızca %40'lık bir artış kaydediyor. Üreticiler, bu hızı arttırmak için disklerin dönüş hızlarını artırmaya çalışıyorlar. Ancak bu iş o denli kolay değil. Çünkü disklerin hızı arttıkça titreşimleri de artıyor. Ayrıca kafaların iz sürme becerileri de azalıyor.

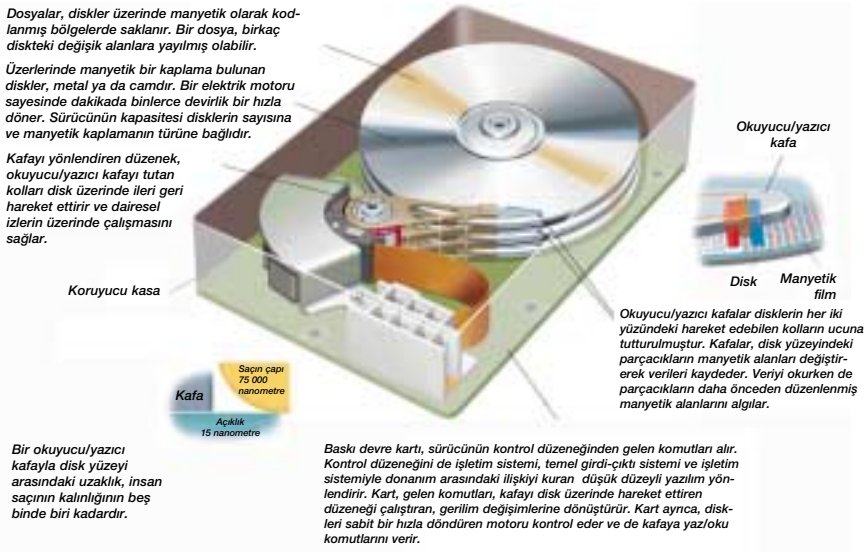
Uzmanlara göre yakın bir gelecekte, üreticiler ikiye ayrılacak. Bir bölümü sabit disk sürücülerinin kapasitesini arttırmaya çalışırken ötekiler hızı arttırmaya uğraşacak. Birinci tür diskler, şirketlerin ve kurumların geçmiş dosyalarının saklanmasında kullanılacak. İkinci tür diskler de bilgiye erişimin çok önemli olduğu müşteri hizmetleri gibi uygulamalarda kullanılacak. Eskiden tüketiciler genellikle fiyatı en uygun büyük bellekleri yeğler, hıza da pek önem vermezlerdi. Ne var ki günümüzün birçok uygulaması artık hızlı sabit disk sürücüler gerektiriyor. Buna en güzel ve somut örnek, elektronik ticaret.

Bu sırada endüstri de SPE engelini aşmak için değişik yaklaşımlar üretiyor. Bunların başında da holografik kristaller, plastik ya da faz-değiştiren metaller gibi yeni veri saklama malzemeleri kullanmak geliyor. Bunun yanında uzmanlar 25 gigabit/cm2'den daha yoğun sabit disk sürücülerin artık geleneksel yapıda olamayacağı konusunda görüş birliğindeler.

Ayrıca kapasite artışındaki bu hızlı gidişin, beş yıl sonra %60 düzeyine gerileyeceği de tahmin ediliyor. Bu yavaşlama döneminde de yeni yaklaşımların sınanacağı düşünülüyor. Kuşkusuz bu yeniliklerin fiyat açısından da kendini kanıtlaması gerekecek. Ama birçok gözlemci veri depolama teknolojisinin geleceğindeki belirsizliklere ve SPE'ye karşın bilgi çağı'nın hız kesmeyeceği görüşünde birleşiyor.

Avoiding A Data Crunch, *Scientific American*, Mayıs 2000

Çeviri: Çağlar Sunay



Maddenin Yapısı Hakkında Ufkumuzu Genişleten Araç

X-Işını Kristal Mikroskobu

Kim sevdiği bir çiçeğin yapraklarının, yazı yazarken kullandığı kurşun kalemin ya da vücut sıvılarının yapısını merak etmez? Şu güzel çiçeğin yapraklarının hücreleri neye benziyor, kalemin gövdesi nasıl oluyor da dağılmadan durabiliyor, acaba vücudumda dolaşıp duran bu sıvı nasıl bir şey?.... Bu soruları böylece çoğaltmak olası. İnsan yüzyıllar önce, gözle göremeyeceği büyüklükteki şeyleri ya da kimi madde ve canlıların iç yapılarını görebilmek, meraklarını giderebilmek için birtakım aletler icat etmeye başladı. En basit biçimiyle büyüteç olarak bildiğimiz bu aletler de diğer tüm ilkel aletler gibi zaman içinde değişiklikler geçirdi ve gelişti. Günümüzde bunların çok gelişmiş örneklerini kullanabiliyoruz. Ancak, ne mutlu ki araştırmacılarımız sürekli daha iyinin peşindeler. Gelişen teknolojiyle birlikte, minik dünyaların enginliğine ulaşmak için kullanılan aletler, yerlerini daha gelişmiş akrabalarına bırakıyorlar.

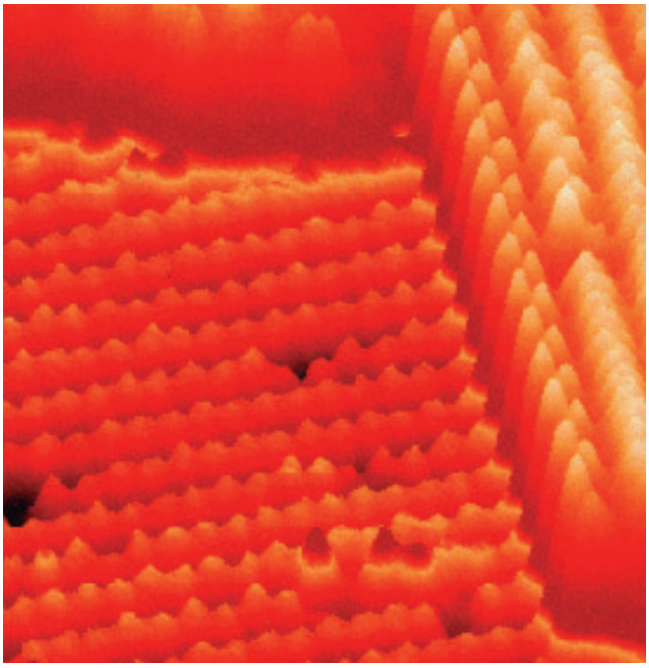


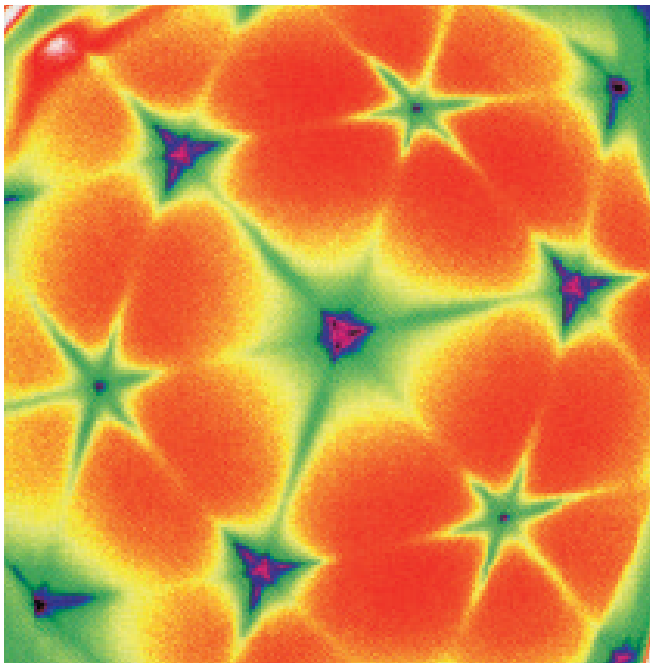
BİLGİSAYARINIZ bozulduğunda bunun nedeni çoğunlukla bilgisayarın içindeki entegre devreleri bağlayan ince metal kabloların yıpranmış olmasıdır. Ancak yine de bu konuda kesin bir şey söyleyebilmek kimi zaman güçtür.

Şimdilerde bu ve benzer sorunlarımızın çözümünde bize çok yardımcı olacak ve elektron mikroskobundan sonra maddelerin yapısal tanımlamasında kullanılacak en önemli aygıt, laboratuvarların başköşelerinde yerini almaya hazırlanıyor. ABD'deki Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı'nda geliştirilen üç boyutlu X-ışını kristal mikroskobu, bilim adamlarınca polikristal maddeleri çözümleme yolculuğumuzda bize ışık tutacak devrimci bir buluş olarak nitelendiriliyor. Mikroskop yardımıyla bir polikristalin içine girerek, maddenin özgün kristal bloklarının görüntülenmesi, araştırmacıların maddenin taneciklerine uygulanan basıncın ve zorlamanın etkilerini görebilmelerini sağlıyor. Aramıza yeni katılan bu mikroskop, araştırmacılara daha önce sahip olmadıkları büyülü bir yetkinlik sağlıyor. Araştırmacılar, X-ışını kristal mikroskobu sayesinde birçok maddenin üç boyutlu kristal yapısını ilk kez görebildiler.



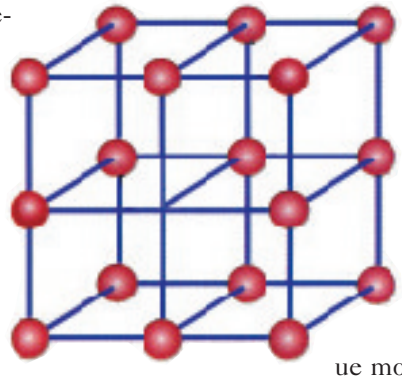
Bu yeni mikroskobun eski teknoloji üzerinde çok önemli ilerletici bir etki sağlayacağı kesin. Her şeyden önce araştırmacılar, yine eskiden olduğu gibi yalnızca yalıtılmış tek kristaller ya da birçok polikristalin ortalama özelliklerini gözönüne alarak çalışabiliyorlar. Ayrıca bu yeni teknoloji, araştırmacılara maddenin taneciklerinin herhangi bir andaki durumunu gösteren güncel görüntüler de sağlayabiliyor. Halen kullanılmakta olan elektron mikroskobu gibi öteki analitik yöntemler, iki boyutlu örnekler için yüksek çözünürlük sağlarken, mikronun onda biri ölçeğindeki örneklerin üç boyutlu görüntülerini veremez. Bu durumdan yakınan araştırmacılar, yeni





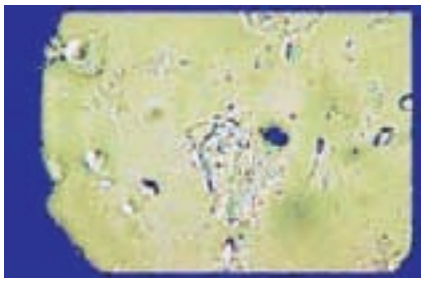
oyuncakları sayesinde bu zorluğun da üstesinden gelebilecekler.

X-ışını kristal mikroskobunun mucitlerinden olan ve Oak Ridge Laboratuvarı Metal ve Seramik Bölümü'nden Gene Ice, heyecanını gizleyemeyerek şunları söylüyor: "Bu bize birçok maddenin üç boyutlu kristal yapısını görme olanağı veriyor. Bu sayede maddelerin evrimsel süreçlerini yakından izleyebiliyoruz. Ancak tüm bunları her bir atom için endişelenmemize yol açacak kadar geniş ve maddeyi tek biçimli kabul edecek kadar da dar bir ölçekte gerçekleştiriyoruz." X-ışını kristal mikroskobunun üstün performansı, üç önemli yeniliğe bağlı.



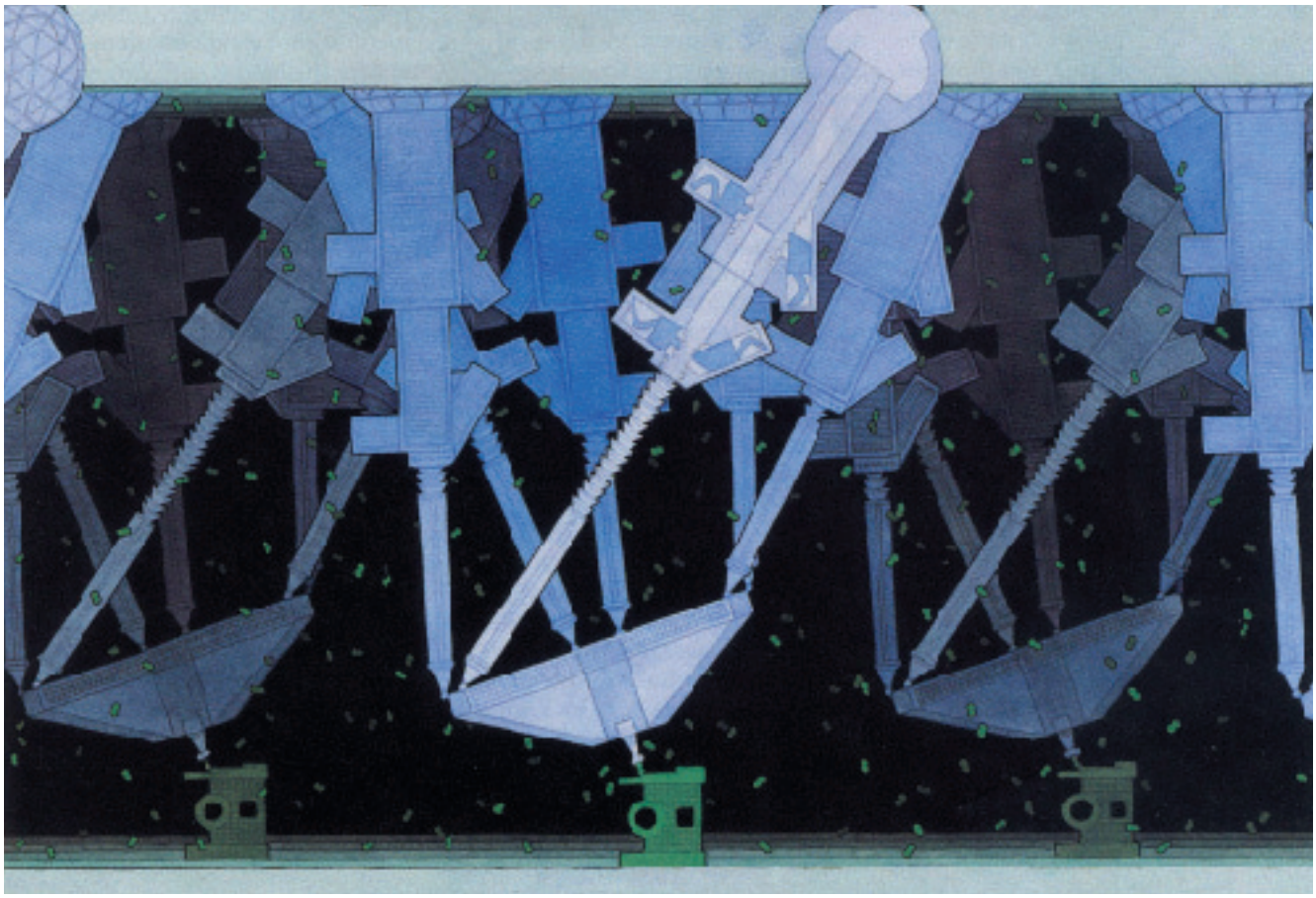
Bunlardan ilki, X-ışınlarını mikrondan daha küçük boyuttaki noktalara odaklamayı sağlayan yeni ayna teknolojisi. Farklı tekniklere dayanılarak elde edilen ince filmden üretilen Kirkpatrick beyaz X-ışını aynaları, Argonne Ulusal Laboratuvarı'ndaki İleri Foton Kaynağı'ndan sağlanan çok güçlü X-ışını demetini odaklayabilir. "Beyaz" X-ışını demeti, taneciklerin üzerine odaklandığında karmaşık kırınım modelleri oluşturarak onları aydınlatıyor.

İkinci yenilikse, kristalin yönünü belirlemede kullanılan Laue kırınım tekniğidir. Gerçekte kesinlik isteyen ölçümlere ulaşmada pek sık kullanılmayan bu yöntemle, bundan sonra yeni mikroskobumuzun sayesinde yüksek basınç altındaki taneciklerin yönleri ve uğradıkları zorlamalar da saptanabilecek. Araştırmacılar, Laue beyazışın demeti yöntemini kullanarak, örnek olarak kullanılan maddenin yönünü değiştirmeden taneciklerin evrelerini, dokularını ve özelliklerini tanımlayabiliyorlar. X-ışını aynaları, her durumda Laue modeli ile karşılaştırılarak belirli taneciklerin kesin özelliklerini belirleme anlamı taşıyan beyaz ışın ve tekrenkli ışın arasında değiş tokuşa olanak tanıyor. Bu da tanecikler arasındaki hareket konusunda önemli bilgiler elde edebileceğimiz anlamı taşıyor.



Son olarak üçüncü yenilikte de Laue kırınımı tekniğiyle elde edilen bilgi sayesinde karmaşıklık çözülebiliyor. Araştırma grubu, üst üste gelen Laue modellerini, eşzamanlı olarak aydınlanan taneciklerden ayırmaya yarayan kendiliğinden endeksleme yazılım programı geliştirdi. Bu yazılım programı, tek tek her bir taneciğin konumunu ve yönünü belirlemeye ek olarak, her taneciğin içindeki düzensizliği ortaya çıkaran X-ışını modellerini de analiz ediyor. Bu beceri göründüğünden çok daha fazla şey ifade ediyor; çünkü, artık eskiden olduğu gibi ortalamalar alınarak çalışmak yerine her bir tanecikte neler olduğu kesin olarak bilinebiliyor. Sistem, üzerine güç uygulanmış ya da biçim değişikliğine uğrayan polikristal bir maddenin içindeki her taneciğin yönünü, üzerine uygulanan basıncı ve maruz kaldığı zorlamayı gösterebilir.

Araştırma grubunun başkanı olan Ice bu becerikli aygıtı yalnızca bir araştırma projesi olmaktan çıkarıp, araştırmacıların sürekli olarak kullanabileceği bir araç haline getirmeye çalıştıklarını söylüyor. Grubun amacı, taneciklerin yapısına; tanecik gelişimi, kırılma ya da şekil bozukluğuna uğrama gibi çok küçük boyutlarda gerçekleşen etkilerin, evrimsel süreçlerine bağlı olarak yıpranan maddeleri bu alet yardımıyla izleyebilmek. X-ışını kristal mikroskobu, birbirine bağlı tanecikleri görüntüle-



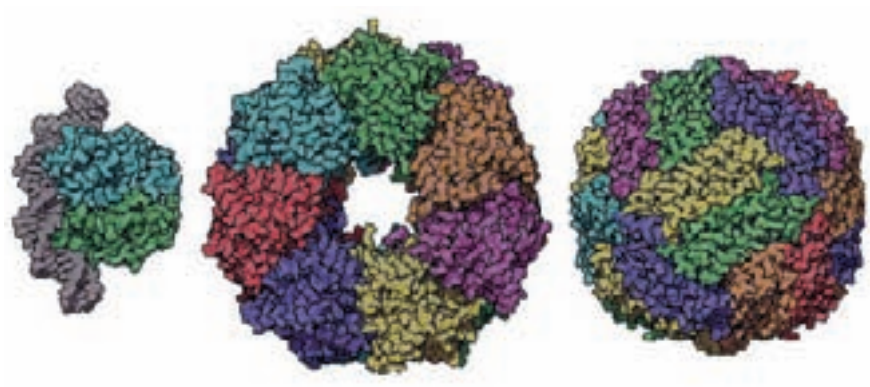
X-ışını kristal mikroskobu ile maddenin giderek daha ayrıntılı biçiminin gözlenmesi, ileride proteinleri atomları uç uca ekleyerek "inşa edecek" nanomakinelerin yapımına olanak sağlayacak.

yerek önemini kanıtlamış oldu. Basınç değişikliğinin yol açtığı ısı yayılımları ve birbirine geçmiş devre bağlarının zayıflaması durumlarının saptanıp izlenmesinde de yeni aletimize çok iş düşüyor. X-ışını kristal mikroskobunun bir başka kullanımını da süper iletken maddelerin tanecikleriyle ilgili çalışmalar oluşturuyor. Oak Ridge'de yapılan diğer bir çalışma olan yüksek performanslı süper iletken uzun kablo yapımı yönteminde (RABIT), yüksek sıcaklık altında süper iletken taneciklerin dizilimine etki eden güçlerin çözümlenmesinde de X-ışını kristal mikroskobu kullanılıyor. Tipik bir yüksek enerjili lazer füzyonu deneyini, araştırmacının istediği çözünürlükte gösterebilecek kadar yakınlaştıran (büyüten) mikroskoplar, hassas olduklarından çok çabuk bozulabiliyorlar. X-ışını miroskobu bu soruna da parmak bastı. Nova lazeriyle yapılan deneylerde 2 mm'lik bir delik (aralık), altın kablonun çözünürlük şeridini görüntülemek için 2023 kuvars kristali ve geri ışık olarak tek renkli sayılan 4,43 keV X-ışını hattı kullanılır.

Yapılan bütün testlerde mikroskobun sağladığı çözünürlük, parlaklık ve sıra dizini çok umut verici. Gelecekte daha yüksek enerji ve parlaklıkta yapılacak testlerin sonucuna göre, mikrosobun potansiyel kullanım alanları da belirlenecek. Bunlara ek olarak, mezo ölçekli taneciklerin bu şekilde çalışılması, göktaşlarının yıkıcı etkilerinden, zehirli ve radyoaktif ağır metallerin taşınımının ivmelenmesine kadar birçok uygulama alanının da kapılarını aralıyor.

Tüm bu uygulamalar buz dağının yalnızca görünen kısmını oluşturuyor. Araştırmacılar, hemen hemen bütün polikristal maddelerin bu yeni mikroskobun kullanılacağı çalışmalardan payını alacağı görüşünde.

Elif Yılmaz

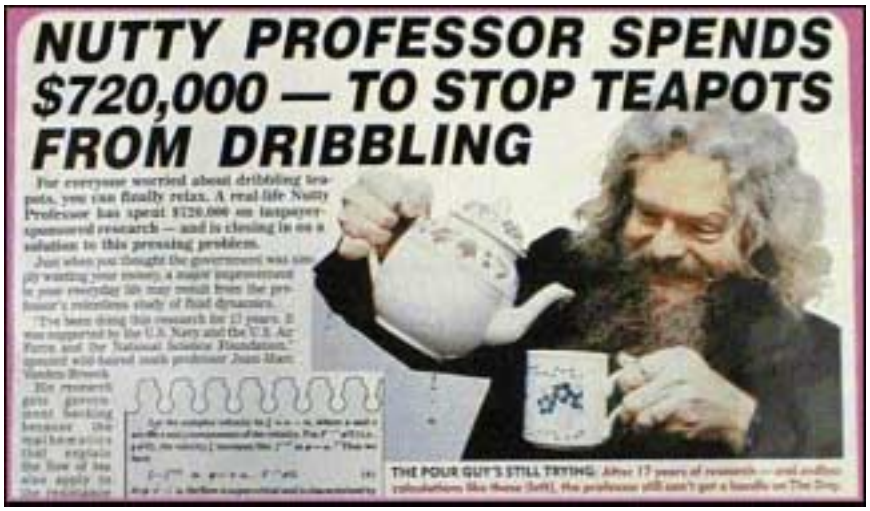


Şimdiye değin güçlü senkrotronların ürettiği X-ışınlarıyla görüntülenen molekül yapıları. X-ışını kristal mikroskobunun daha ayrıntılı görüntüler sağlaması bekleniyor.

http://www.materials.co.uk/mwldweb/
http://www.ornl.gov/
http://www.lasers.llnl.gov/

Bir Ampul Takmak Kaç Fizikçi İster?

Geçenlerde TV haberlerinde sık sık gösterilen Başkan Clinton klibini görenler sanırım oldukça şaşırmışlardır. Öyle ya, bir cumhurbaşkanının Beyaz Saray'ın savaş odasında general üniforması giymiş biriyle "amiral battı" oynaması, aynı odada bu kez bir hipinin yardımıyla bilgisayarda ne olduğunu bilmediğimiz bir oyunu kazandığı zaman bir lise öğrencisine yakışacak hareketlerle zaferini kutlaması, sarayın içinde bisikletle dolaşması ve benzer şaklabanlıklar- sanırım bunların hepsini, bırakın bir cumhurbaşkanını, alt düzey bir devlet memurundan bile beklemeyiz. Üstelik "gemimi batırdın!" diye mızmızlanan üniformalı adamın da ülkenin gerçek genel kurmay başkanı olduğunu söylersem belki daha da şaşıracaksınız. "Eh", diyeceksiniz, "bu ülkenin devlet başkanı ve generali böyle davranırsa acaba biliminsanları ne yapar?" Eğer arkadaşımız Didem Sanyel'in geçen yıl bu sayfalarda yayınlanan 1998 yılının IG Nobel ödül törenlerini anlatan yazısını okumuşsanız bu konuda zaten bir fikir sahibi olmuşsunuzdur. Eğer okumadıysanız veya bir yıl sonraki törende neler olup bittiğini merak ediyorsanız konumuza 1999 yılı törenleriyle başlayalım.


NUTTY PROFESSOR SPENDS $720,000 — TO STOP TEAPOTS FROM DRIBBLING

THE POUR GUY'S STILL TRYING:

Başlık: Kaçık Profesör Çaydanlığın Damlatmasını Önlemek İçin 720.000 Dolar Harcadı.

Kazananların ikisi hariç hepsinin katıldığı törende kral ve kraliçe yerlerini almış, ilk kez sahneye konulacak bir operanın baş rollerini üstlenen sanatçılar son hazırlıklarını tamamlamış ve tıka basa dolu salonda seyirciler sabırsızlıkla törenin başlamasını bekliyorlardı. Sabırsız yerine "arsız" demek belki daha doğru olur; çünkü bu seyirciler kral ve kraliçeyi ıslık ve yuhalıyarak karşılamış, opera oynanırken sahneye kağıt uçaklar fırlatmış, ödül alanların yaptıkları konuşmaları alaylı kahkahalar atarak karşılamışlardı. Üstelik töreni yöneten Prof. Mark Abrams dahil hiç kimse bu olaylara hiç bir müdahalede bulunmamış, ödül kazananların çoğu kızmak bir yana zaman zaman kendileri de kalabalığa çeşitli hakaretler yağdırmış. Operacılar yapılan protestolardan rahatsız olmak bir yana sanki La Scala'da ayakta alkışlanıyormuş gibi oyunlarına devam etmişler. Yok, bu anlattıklarımız bir akıl hastanesinde değil, ünlü Harvard Üniversitesi'nin toplantı salonunda cereyan etmiş. Üstelik, "The Seedy Opera" daki baş rolleri koyun maskeleri takarak oynayan Sheldon Glashow, Robert Wilson, Dudley Herschbach ve William Lipscomb. Bunların dördü de gerçek Nobel ödülü almış Harvard Üniversitesi profesörleri! (Operanın adı bir kelime oyununa dayanıyor. "Seed" tohum ama "seedy" hem tohuma kaçmış hem de "pis, sefil" anlamına gelir (Böylelikle opera bu olaylardan bir kaç ay önce insan kopyalayacağını söyleyen bir bilim adamını hedef alıyor.) Bu yıl fizik ödülünü İngiltere'den Prof. Len Fisher bir krakeri çaya en iyi şekilde nasıl batırabilirsin adlı makalesiyle aldı. Tıp ödülüyse Norveçli Prof. Arvid Vatle'nin hastaların idrar örneği verirken ne tip şişeleri yeğledikleri üzerine yaptığı çalışmalar için verildi. Prof. Takeshi Makino kimya ödülüne geliştirdiği çok ilginç bir sprey için layık görüldü. Özellikle evli hanımlardan büyük rağbet göreceğinden hiç şüphemiz olmadığı bu sprey evin beyinin iç çamaşırlarına sıkıldığı takdirde değişen kokudan beyin hanımını aldattığı ortaya çıkacakmış. Çevre ödülü Koreli Prof. Hyuk-ho Kwon'a, geliştirdiği sürtünce esans kokan elbise için verildi.

Her ne kadar halk kitleleri çamaşır makinesine koyduğu deterjandan tutun uzay mekiğine kadar yüzbinlerce icadı bilim insanlarına borçlu olduğunu biliyorsa da, bir iki istisna dışında, bu insanların ne yiyip ne içtikleri, nasıl çalıştıkları veya nasıl eğlendikleri, kısacası ne tür bir yaşam sürdükleri hakkında dışarıya fazla bilgi sızmazdı. Son yıllarda gerek kendi yazdıkları gerek onlar hakkında yazılan popüler kitaplar, TV ekranlarında uzman bilirkişi olarak boy göstermeleri, gazetelerde sık sık çıkan röportajlar bilimin 'insani' yüzünü bir derece olsun gün ışığına çıkarmada oldukça yararlı oldu. Gerçi ortaya çıkan manzara her zaman o kadar iç açıcı değilse de, biz bu yazımızda sadece bu "yüzün" mizahi boyutlarını değerlendirmeye çalışacağız..

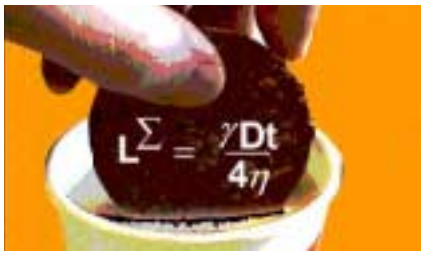
Fizikçinin Biri...

İsterseniz konumuza fıkralardan başlayalım. Bilim insanlarına ait fıkraların çoğu onların bize egzantrik gelen davranışlarıyla ilgilidir ve bu kategoride dalgınlık fıkraları oldukça geniş bir yer tutar. Isaac Newton bir arkadaşını yemeğe davet etmiş. Misafir geldiğinde Newton'u masa başında önünde hiç dokunulmamış yemek tabakları, derin düşüncelere dalmış görmüş. Adam üstadın daveti unuttuğunu anlamış ve Newton'un önündeki yemekleri kendi önüne çekerek bir güzel yemiş ve boş tabakları Newton'un önüne itmiş. Bir süre sonra Newton kendine gelmiş ve önündeki boş tabaklara bakarak: "Eğer tabaklar boş olmasaydı, yemek yemediğime yemin edebilirdim demiş".

Aynı temanın başka bir versiyonunu, Nobel Ödülü sahibi Harold Urey için duymuştum. Urey bir gün California Üniversitesi'nin San Diego kampüsünde yürürken bir arkadaşına rastlar ve ayak üstü bir sohbet başlar. Ayrılırken arkadaşına sorar: "John, ben seninle karşılaşmadan önce hangi yönden geliyordum?" Arkadaşı: "Şu yönden" deyince Urey: "Demek öğle yemeğimi yemişim" der.

Sibernetik bilimin kurucularından Norbert Weiner ve ailesi, yeni bir eve taşınmışlar. Weiner'in ne kadar dalgın olduğunu bilen karısı yeni adresi bir kâğıda yazıp cebine koymuş. Yolda Weiner'in aklına yeni bir fikir gelmiş; karısının verdiği kâğıdın arkasına bir sürü denklem yazmış ama istediği sonuç çıkmayınca kağıdı çöp tenekesine atmış. Weiner akşam eski evine dönünce tabi taşındıklarını hatırlamış ve orada oynayan bir kız çocuğuna: "Kızım, belki beni tanırsın ben de buralarda otururdum, ailemin nereye taşındığını biliyor musun?" diye sormuş. Çocuk: "Babacığım, annem bunun böyle olacağını bildiği için yeni adresi bir kâğıda yazıp cebine koymuştu" der. (Weiner'in kızına bu fıkranın doğu olup olmadığı sorulduğunda: "Yok, babam çocuklarını unutacak kadar dalgın değildi ama hikayenin geri kalanı doğru" demiş.)

Azınlık fıkrası anlatmayan bir toplum yok gibidir. Bizdeki Karedenizli fıkralarının yerini ABD'de Polonyalı, İngiltere'de İrlandalı, Kanada'da Ukraynalı, ve Fransa'da Belçikalı fıkraları alır. Örneğin:



Çaya bisküvi banmanın bilimsel formülü.

"-Bir Belçika denizaltısını nasıl batırabilirsin?

-Kapıyı çal, nasıl olsa içeriden birisi kapıyı açar."

Bilim dünyasında bir branşı hedef alan gerçek anlamda azınlık fıkraları yoktur; daha doğrusu hemen hemen her uzmanlık alanı bu işten nasibini alır.

"-Bir ampülü değiştirmek için kaç fizikçi gerekir?

-Hiç; çünkü ampülü bulurlarsa duyu bulamaz, duyu bulurlarsa ampülü bulamazlar".

"Eğer bir insan tuvalete girmeden önce elini yıkarsa muhakkak kimyacıdır."

"Bir matematikçi, karanlık bir odada kara bir kediyi arayan kör bir insandır" (Bu sözü Charles Darwin'e atfederler.)

-Uçakla yolculuk eden bir adam yanında oturan kişinin sıkı sıkı bir pakete sarıldığını görünce içinde ne olduğunu sormuş. Adam: "Ben bir istatistik profesörüyüm. Uçakta bir bomba bulunmasının olasılığı bir milyonda birdir. İki bomba bulunma olasılığı ise milyarda birdir. O yüzden emniyetli olsun diye yanımda daima bir bomba taşırım."



Ve onur konuğumuz Profesör Melvin Fenwick'i alkışlarla sahneye çağırıyoruz. Kendisi artık hepimizim kullandığı "Aptallar! Hepsini yok edeceğim" deyimini literatüre kazandıran arkadaşımızdır.

Tabii bilimcilerin birbirlerine anlattıkları fıkralar, her zaman sizin veya benim anlattıklarımızdan entelce daha yüksek bir düzeydedir. Bir örnek verelim. Ünlü Polonyalı matematikçi Waclaw Sierpinski, karısıyla birlikte seyahate çıkmış. Bir taksi çağırmaya giden karısı, kocasının ne kadar dalgın olduğunu bildiği için "Bak" demiş, "burada tam 10 tane bavul var. Sakın hiç birini kaybetme." "Hayır" demiş büyük matematikçi, "9 tane var. İstersen birlikte sayalım: 0, 1, 2,…."

Murphy Ve Diğer Kanunlar

Murphy kanunu ve ondan esinlenerek ortaya çıkan yüzlerce başka kanun özellikle laboratuvarda bir deney yanlış yapılırsa gündeme gelir. Kimliğini bir türlü belirleyemediğimiz Murphy'ye göre "Eğer bir işin yanlış gitme olasılığı varsa muhakkak gider". İşte bu kanundan yola çıkarak üretilenlerden bir kaç örnek:

"-Laboratuvarda bir alet mutlaka en çok zarar verecek bir şekilde düşer."

"-Bir şeyden söz ettiğin zaman, eğer iyiyse kaybolur, kötüyse hemen başına gelir".

"-Eğer araştırma yaparken her şey yolunda gidiyorsa muhakkak yanlış bir şey yapıyorsundur."

"-Murphy iyimser bir insanmış".

Pratik Şakalar...

Son yılların en büyük fizikçilerinden biri olan Richard Feynman'ın "You Must Be Joking, Mr. Feynman" (Her halde Şaka Yapıyorsunuz, Bay Feynman) adlı kitabını okuduysanız, onun mizah yeteneğinin biliminden pek aşağı kalmadığını anlarsınız. Bir örnek: "Fizik seks gibidir, bazen pratik sonuç verebilir ama bizim asıl amacımız o değildir." Feynman'ın bir hobisi, atom bombası çalışmalarının yapıldığı laboratuvarda kasaları açarak "bil bakalım kim?" diye bir not bıraktıktan sonra tekrar kapamasıydı.

Bazen bu pratik şakaların da dozu kaçırıldığı zamanlar olur. Prof. Bilmem kim'in evinde gece yarısı telefon çalar. İngilizceyi aksanla konuşan bir ses İsveç Akademisi'nden aradığını söyledikten sonra: "Size iyi bir haberim var"

der “Nobel Ödülü’nü kazandınız!” Yıllar yılı böyle bir ödülü zaten bekleyen adamcağız o gece sevinçten uyuyamaz. Sabah olunca durum bütün eşe dosta duyurulur; basın toplantısı için hazırlıklar yapılır, bol miktarda şampanya ısmarlanır. Ne yazık ki sabah haberlerinde ödülün başka birisine verildiği ortaya çıkar.

Bir arkadaştan dinlediğim başka tür pratik bir şaka, ABD’de bir denizbilimcinin verdiği konferans esnasında yapılmış. Bu tür konuşmaların başında ilk gösterilen dia, genellikle çalışma yerini veya çalışanları gösterir. Konuşmacı "işte çalışma alanımız ve arkadaşlarımız" dedikten sonra ilk diayı perdeye aksettirince salonu bir kahkaha tufanı kaplamış. Meğerse bir arkadaşı konuşmacı farkında olmadan ilk diayı pornografik bir sahneyi içeren bir diayla değiştirmiş.

Deniz araştırmaları genellikle çok güç şartlar altında yapılır. Gerilen sinirleri bir nebze olsun yatıştırmak için deneyimli denizbilimciler sık sık pratik şakalara baş vururlar. Örneğin, üç arkadaş ilk defa sefere çıkan bir arkadaşlarını ABD gemilerinde sık sık oynanan bir iskambil oyununa davet ederler. Anlaşmaya göre, limana dönüldüğü zaman kaybeden kazananlara lüks bir lokantada ziyafet çekecektir. Yeni gelen belki usta bir oyuncudur ama, diğer üç oyuncu onun haberi olmadan aralarında önceden anlaştıkları için, ne yaparsa yapsın daima kaybeder. Ziyafet çekilip hesap ödendikten sonra gerçek ona anlatılır ve ağzını sıkı tutması da söylenir. Neden tutmasın? Nasıl olsa gelecek seferde yeni gelenle masaya oturacaklardan biri de kendisi olacaktır.

Benim bildiğim kadar ABD’de iki şey için ‘vardı; ama şimdi yanımda yok’ mazereti kabul edilmez: Vergi dairesinde makbuz ve ekvatoru geçmek üzere olan bir gemide "çizgiyi geçme belgesi’ istendiği zaman. Yıllar yılı ticaret, hatta korsan gemilerinde bile yapılan ekvatoru geçme törenleri pek şekil değiştirmeden bilim teknelerinde de bir gelenek olmuştur. Ekvatoru önceden geçenler aralarında bir kral ve iki yardımcı seçerler. Bunlar paçavra veya kâğıt gibi maddelerden kendi yaptıkları giysilere büründükten sonra adayları birer birer huzura çağırırlar. Ve o adayların başına gelecekler pişmiş tavuğun başına gelmez. Örneğin, kral "cerrah" diye bilinen yardımcısına kurbanın eski tip bir usturayla traş edilmesini emredebileceği gibi başına bir kova bulaşık suyu dökülmesini de isteyebilir. Törenin sonunda katılanlara, eğer hâlâ ayakta kalabilecek güçleri varsa, gösterdikleri sportmenlikten dolayı teşekkür edilir ve gayet dostça birlikte yemek yenir, kadehler kaldırılır ve adaylara geçiş belgeleri birer birer takdim edilir.

Can Sıkmayan Konuşmalar...

ABD’de çalışan akademik bilim insanları arasında en yaygın mizah türüne genellikle bilimsel toplantılarda yapılan konuşmalarda rastlarız. Bu ya konuya ışık tutacak bir fıkra, ya da bir karikatür olabilir. Yıllar öncesi San Francisco’da çok saygın bir bilim kuruluşu olan American Association for the Advancement of Science tarafından, o zamanlar daha adı yeni yeni duyulmaya başlayan bir bilim dalı olan sosyobiyoloji üzerine bir panel düzenlenmişti. (Sosyobiyoloji hayvan ve insan davranışlarında genetik ve evrimsel faktörlerin baş rolü oynadığını vurguladığı için bazen haklı, bazen haksız şekilde bol bol eleştirilir.) Bu bilimin kurucularından Prof. Barrash anımsadığım kadar konuşmasına şöyle başladı: "İyimser ile kötümser arasındaki farkı size şöyle anlatabilirim. Adamın eline bir kürek verin ve içinde bol miktarda gübre olan bir ahıra sokun ve orada bir at olup olmadığını sorun. Eğer o adam içeriye bir göz attıktan sonra ‘burada bir at yok’ diyerek dışarı çıkarsa o bir kötümserdir. Ama eğer hemen küreğe sarılıp, ‘belki bu gübrenin altında canlı bir at bulurum’ diyerek kazmaya başlarsa işte o adam bir iyimserdir. Sosyobiyoloji’de de durum aynen böyle. Bakalım bu konuşma sonunda canlı bir at bulabilecek miyiz?" İşte burada mizahın basit bir güldürünün ötesinde bir rolü olduğunu görmek o kadar zor değil. Birçoklarımız gibi Barrash da kurucudan birinin de kendisi olduğu sosyobiyoloji’nin nasıl bazı art niyetliler tarafından ters yönlere çekildiği ve bu arada gerçek bilimsel araştırmanın engellendiğini ne güzel vurguladı. Barrash herkesi ikna edemedi; ama böyle bir açılıştan sonra hepimizin pür dikkat kesilerek konuşmasını dinlediğimizi söylemeye bilmem gerek var mı?



“Profesör La Vonne’ün entemoloji dünyasında çok düşmanı vardı. Ama üzerindeki etiketi okursanız nereden -nasıl diyeyim- toplandığını öğrenebilirsiniz.

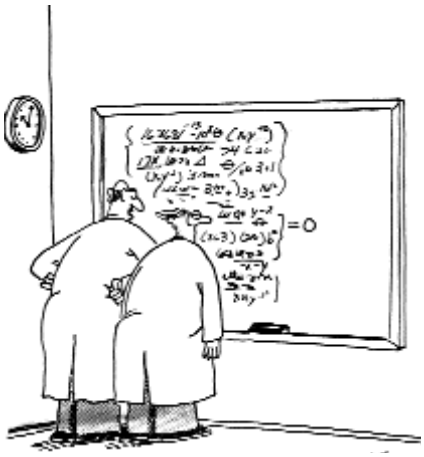
Bu derginin okuyucusu olup da New Scientist dergisini bilmeyen yoktur sanırım. İngiltere’de basılmasına karşın uluslararası bir çehresi olan New Scientist, popüler bilim denince ilk akla gelen dergidir. Eğer bilim dünyasında neler olduğunu sıcağı sıcağına öğrenmek isterseniz bu dergiden daha iyisini bulamazsınız. Ama 1970’li yıllarda bizim bu derginin yolunu iple çekmemizin ve alır almaz da ilk kez son sayfaya bakmamızın nedeni Ariadne başlığı altında çıkan ve o zamanlar kimin yazdığı bilinmeyen köşe yazılarıydı. (Ariadne, eski Helen mitolojisinde yarı insan yarı boğa bir yaratık olan Minator’u öldürdükten sonra kahraman Theseus’a labirentten çıkabilmesi için bir yumak iplik veren bayanın adıdır.) Ne yazık ki, bu yazılardan tam keyif alabilmeniz için oldukça kuvvetli bir bilim geçmişine sahip olmanız gerekir. O yüzden ancak ufacık bir örnekle yetineceğiz. Paranın ne kadar önemli bir araç olduğunu belirtmeye gerek yok ve parayla ilgili sorunlar, özellikle bizimki gibi yüksek enflasyonu olan ülkelerde, saymakla bitmez. Para basmak pahalı bir iştir; kalpazanlıkla mücadele etmek de kolay bir iş değildir. Bütün bu zorlukları aşmak için bu yazarın önerdiği bir yöntem: Dijital para. Bu yeni para hiç el dokunmadan bilgisayarda, yani sanal ortamda üretilecek. Aynen banknotlarda olduğu gibi bu dijital paralara da bir seri numarası verilecek. Maaş alma zamanı geldiği zaman çalıştığınız kuruluş hangi seri numaralarının size verildiğini bildirecek ve ödemeleri yalnız siz ya-

pabileceksiniz (Kredi kartı daha kolay diyorsanız işin esprisini kaçırdınız demektir.) Yıllar sonrası bu yazıların sahibinin İngiltere'nin Imperial Üniversitesi'nde hocalık yapan Prof. David E.H. Jones olduğu ortaya çıktı. Jones sonradan Nature dergisinde kendi adı altında yazmaya başladı ama belki kazancının astronomik rakamlara ulaşmasından mı nedir nedir bilinmez, o eski formunu bir daha yakalayamadı. Şimdi onun New Scientist'teki eski yerinde "Feedback" (kabaca geri yanıt vermek anlamına gelir) başlığı altında yine imzasız, büyük bir olasılıkla derginin sürekli editörlerinden birinin hazırladığı, yine mizahi bir açıdan ve uslupla yazılmış, köşe yazıları yer alıyor. Öteki popüler bilim dergileri de genellikle bir sayfalık espirili bir dille yazılmış yazılara yer verirler. Örneğin Scientific American dergisindeki Anti-Gravity (Yer çekimine karşı, [aynı zamanda ağırlığa, ağırbaşlılığa karşı anlamına da geliyor]) başlığı altında Steve Mirsky imzasıyla çıkan yazılar.

Peki ama diyeceksiniz kendi ülkemizde bilim mizahı ne durumda? Profesyonel yaşamımızın büyük bir bölümü dışarıda geçtiği için bu soruya yanıt vermem o kadar kolay olmayacak ama görebildiğim kadar bizim bilim dünyamızda mizahın pek o kadar yaygın olmadığını söyleyebilirim. Buna üzülmemek elde değil; çünkü bizdeki genel mizah seviyesi pek çok toplumdan çok daha üst düzeyde ama her ne hikmetse bilim insanlarımız Nasreddin Hoca'nın torunları olduklarını, Aziz Nesin gibi dünyaca ünlü bir yazarın bu topraklardan çıktığını unutmuş gibiler. Her neyse, bizzat tanık olduğum fakat stratejik nedenlerden dolayı fazla ayrıntıya giremeyeceğim bir olayı sizlerle paylaşayım. Hepinizin bildiği bir üniversitede bürokrasiden hiç hoşlanmayan bir öğretim görevlisi var. Yönetmeliğe göre belirli sayıda sınav yapması gerekiyor; ama hepinizin takdir edebileceği gibi üniversitelerde sınav yapacak salon bulmak, vesaire çok dertli bir iştir. Hoca sınavı sınıfta yapsa, öğrencilerin birbirlerinin kâğıtlarına bakmalarını veya konuşmalarını önlemek hemen hemen olanaksız. Hem yönetmeliği uygulamak, hem de kopya çekilmesini önlemek için şöyle bir çare buluyor. Soruları dağıttıktan sonra öğrencilere sınavın sadece açık-kitap değil aynı zamanda 'açık-ağız' olduğunu, yani isterlerse öğrencilerin birbirleriyle sınav sırasında konuşabileceklerini söylüyor. (Bu hocanın devre ortası ve sonu sınavlarını alışılmış biçimde verdiğini belirtmekte fayda var.)

Mizahın Bilimsel Boyutları

Mizahın stres atma, rahatlama etkisi büyük bir olasılıkla mağara devrinde bile biliniyordu. Ama yakın zamanlara kadar mizah, bilim insanlarının ilgisini çeken bir araştırma konusu değildi. Artık mizah da çok ciddi (!) bir araştırma konusu sayılıyor ve çok sayıda araştırmacı bu konuda çalışıyor. Maryland Üniversitesi'nde mizahı çeşitli yönlerden inceleyen bir Mizah Merkezi bile



Hiç kuşkum yok Ellington, Evren'in anlamını matematiksel olarak açıklamayı başardık. Tanrım, bilimsel buluşlar beni öylesine heyecanlandırıyor ki...

var ve sırf bu konudaki buluşlara yer veren Humor (Mizah) adında akademik bir dergi de yayımlanıyor. Yine bilim insanlarının oluşturduğu International Society for Humor Studies (Uluslararası Mizah Araştırmaları Kuruluşu) bu tür araştırmalara verilen önemin başka bir göstergesi. İsterseniz şimdi de bu araştırmaların 'neden güleriz' sorusuna ne gibi yanıtlar verdiğine kısaca bir bakalım.

Maryland Üniversitesi'nden Prof. Robert Provine'e göre gülmemiz, kurtların uluması veya kuşların ötmesi gibi, benliğimizin derinliğinden kaynaklanan bir davranış. "Gülmenin bir de sosyal yönü var" diyor Provine. İnsanlar başkalarıyla birlikte oldukları zaman yalnız oldukları zamana göre tam 30 kat daha fazla gülerlermiş. Düsseldorf Üniversitesi'nden Prof. Willibad Ruch'ın Nitrous Oxide denilen ve koklanınca insanı gülmeye sevkeden bir gazla yaptığı deneyler Provine'in tezini destekler nitelikte: Gazı etrafta başkaları olmadan içine çekenler grup halinde çekenlerden daha az gülüyorlarmış.

Bazı antropologlar gülmenin insanlar arasındaki ilişkileri kuvvetlendirdiğini ve tıpkı bir virüs gibi bir insandan diğer insana bulaşabileceğini öne sürüyorlar. O kadar ki, 1962 yılında Tanganika'da bir kız okulunda o kadar şiddetli bir gülme salgını baş göstermiş ki, bütün çabalara rağmen gülmeleri durduramayan okul idarecileri çareyi okulu kapatmakta bulmuşlar!.

Diğer bir ekol ise, gülmenin sosyal ilişkileri kuvvetlendirecek bir araçtan çok, bir saldırı sonucu kazanılmış bir zafer işareti olduğunu savunuyor. "Gülmek = Kazanmak" diyor Georgia Üniversitesi'nden George Gruner, ve pek çok fıkranın kişileri veya toplulukları küçük düşürücü, aşağılıycı olmasını da bu teze kanıt olarak gösteriyor.

Marvin Minsky, Massachusetts Institute of Technology'de mizahı evrimsel yönden inceleyenlerden biri. Ona göre mizah, yaptığımız hataları düzeltmeye yardımı olan ve uzun bir evrim sonucu gelişen bir duyu. (Bizim Nasrettin Hoca fıkralarının çoğunun hata belirleyici ve öğretici yönleri Minsky'nin belki de haklı olduğunu gösteriyor.)

Bir grup araştırmacı, gülmenin ne gibi fizyolojik olaylardan kaynaklanabileceğini inceliyor. Epilepsi için beyninden ameliyat olan genç bir kızın beyninin belirli bir noktasına dokunulduğu zaman gülmeye başlaması gülmenin belki de fizyolojik bir haritasının çizilebileceği olasılığını gündeme getirmişti. Şimdi gönüllüler bir alete bağlanıyor ve araştırmacı veya asistanının anlattığı fıkraları dinlerken beyin dalgaları kaydediliyor. Sonuçlar ümit verici gibi görünse de bu konuyu araştıranlar arasında neyin tam olarak neden kaynaklandığı hakkında fikir birliği daha sağlanmış değil. Sağlansın veya sağlanmasın, sakın gülmeyi veya en azından gülümsemeyi hiç ihmal etmeyin.

Sargun A. Tont
Odtü, Biyoloji Bölümü.

Kaynaklar
Comic Relief, *New Scien*tist, 20 Mayıs 2000
Nature 401, 518 (1999)
Titter ye not . . . . *New Scientist*, 27 Nisan 1996
http://www.xs4all.nl/~jcdverha/scijokes/index.html
http://www.improbable.com/ig/ig-top.html

Resim ve Sözcüklerde Görsel Bakışıklık

BaKIŞIK Sözcükler

Sonunda Hüsamettin Bey dükkanında değişiklik yapmaya karar vermişti. Evet, babadan kalan Lezzet Lokantası iş yapıyordu ama iki blok ötedeki Temiziş Restoran gibi dolup taşmıyordu. Birkaç yıl önce yakınlarında açılan üniversitenin öğrencileri önünden geçip oraya gidiyorlardı. Onun için eski dükkanın yenilenmesi kaçınılmaz olmuştu. Hüsamettin Bey de paraya kıymış, mutfağından salonuna kadar her şeyi yenilemişti. Hatta tabelacı Eşref'e gitmiş, ona şöyle "modern görünüşlü" bir tabela bile ısmarlamıştı. Herkesin bildiği eski adını koruyan ama gençlere de seslenen bir tabela olmalıydı bu.



Tabelacı Eşref hemen işe koyulmuş, açılıştan bir gün önce de getirip yerine asmıştı. Doğrusu Hüsamettin Bey tabelayı beğenmedi değil. Ama Tabelacı Eşref'e "..Hay Allah, keşke Lezzet Kafeterya diyeceğimize Kafeterya Lezzet deseydik daha da çarpıcı olurdu..", demekten kendini alamadı. Öyle ya, artık böyle kullanılıyordu pek çok şey. Tabelacı Eşref "..Tamam abicim, hiç sorun değil, hemen düzeltiriz..", dedi ve dediğini de yaptı. Artık herşey tamamdı.

Şimdi siz bir yandan onun çok küçük bir değişiklikle bunu nasıl çözümlediğini düşünedururken biz de sözcüklerdeki bakışıklığa değinen konumuza geçelim. Ola ki, burada anlatılanlar size bir ipucu verir.

Bir İletişim Aracı

Dil ilginç bir olgu. Yalnızca insanlar arasında bir iletişim sağlamaya yaramıyor, aynı zamanda pek çok özelliğiyle de kendini gösteriyor. Onun biçimlendirmeye yatkın oluşu öğelerine, bileşenlerine başka başka anlamlar yüklenebilmesini, yeni ve değişik anlatımlar kurulmasını sağlıyor. Bu tür kullanımlar onu varsıllaştırıyor, anlatım ve iletim gücünü yükseltiyor.

Dilin bir de yazılı biçimi var. Sözcükleri, tümceleri yazarak görsel bir duruma getiriyoruz. Bu yazılı dilin de kendine özgü kimi ilginç özellikleri var. Zaman zaman bunları keşfetmek oldukça keyifli bir uğraş olabiliyor.

Yazılı dili kurmak için kimi zaman seslemleri, kimi zaman da doğrudan doğruya tekil sesleri anlatan imler kullanıyoruz. Bunlara harf demişiz. Daha önce Arap yazısına dayanan bir yazı kullanıyormuşuz, 1928'den bu yana da Latin abecesini benimsemişiz. Hangi dil hangi abeceyi kullanırsa kullansın, sözlü dili yazıya geçirirken kimi sorunlar ortaya çıkıyor. Ama bizim konumuz o değil. Biz yazılı dilin daha çok görsel bir özelliği üstünde duracağız.

Dönüşük Sözcükler

Kimi sözcüklerin tersten de okunabildiğini hepimiz gözlemişizdir. KABAK sözcüğü böyle bir sözcük. Hatta bu tür özel adlar bile var, EFE, ÜMMÜ, TALAT gibi. Bu tür sözcüklere dönüşük deniyor. Batı dillerinde de palindrom denmiş. Dönüşük sözcükleri geriye doğru da okumak olası. Belki bu özelliği taşıyan tümceler de biliyorsunuzdur. En bilinen örneklerden biri ANASTAS MUM SATSANA tümcesi. Bu satırları yazanın aynı adı taşıyan bir kitabı bile var ve içinde çok sayıda bu özellikte tümce anılıyor.

Dönüşüklük aslında bir tür görsel bakışıklık (simetri) anlamına geliyor. Sözlü dilde dönüşüklüğü sezmek kolay değil. Japon yazısında olduğu gibi, seslemleri (heceleri) imlerle anlatan, ya da Arap yazısında olduğu gibi, aynı harfi sözcüğün başında, ortasında ve sonunda başka başka imlerle gösteren,

Bizim Kültürümüzde de Var

Doğal olarak Scott Kim, ya da bu işle uğraşan başkaları, ambigramları ilk bulan kişiler değiller. Onlar yalnızca kendi dillerinde başarılı örnekler yaratmışlar, adını koymuşlar. Bu tür yazı düzenlemeleri çok eskiden beri biliniyor. İslamlığı benimsemiş ülkelerin güzelyazı, ya da hat sanatının da bu alanda denemeleri var. Yazıların düzenlenmesinde (ki, buna hat sanatında istif deniyor) bakışıklığı kullanan örnekler hiç de az değil. Bunlara "müsenna" denmiş, Arapça kökenli bu sözcük de ikili, iki bölümden oluşan anlamına geliyor. Biz ise "aynalı" demişiz, çok daha güzel bir sözcük. Aşağıda iki tane böyle düzenlenmiş hat sanatı örneği var. Bunlardan biri Tuğrakeş İsmail Hakkı Altınbezer Bey tarafından hazırlanmış bir düzenleme. Öteki de Mevlevi sikkesi biçiminde yazılmış bir "Ya hazreti Mevlana" yazısı.



Atalarımız güzel yazı yazmayı bir sanat olarak görmüşler. Ne yazık ki, biz artık o kadar önemsemiyoruz. Gene de hat sanatıyla uğraşanlar yok değil.



Onların da bakışık düzenlemeler kullanarak yaptıkları istifler var. Özellikle Profesör Emin Barın'ın düzenlemeleri ilgi çekiyor. Barın'ın Latin harflerini kullanan denemeleri de var. Onları da bir tür ambigram olarak görmek olası. Aşağıdaki örnekler ondan. Birincisinde dört kez "La İlahe İllallah" yazıyor, ikincisi de





gene Tanrının adını dört kez görüntüleyecek biçimde düzenlenmiş.

Harfleri elle yazarak düzenleme sanatına kaligrafi dendiği de oluyor. Kali güzel anlamına geliyor, grafi de yazı. Yazı ve dizgi makinaları ile bilgisayarlar için hazırlanmış harfleri kullanarak yapılan düzenlemelere ise tipografi adı veriliyor. Her iki türü de kullanarak yüzü-tersi-eş sözcükler üretmek olası.

sesli harf gibi kimi harfleri kullanmayan dillerde dönüşüklüğü keşfetmek daha zor, belki de olanaksız. Latin abecesini kullanan dillerde ise bu özelliği görmek görece daha kolay, onun için de taa Romalılardan beri bu diller dönüşük sözcükleri bulmuşlar, böyle tümceler kurmuşlar.

Bizim dilimizde bunların az bilinmesi biraz da abecemizin görece yeni olması, henüz yeterince bu açıdan araştırılmamış olmasından kaynaklanıyor, yoksulluğundan değil. Madem böyle bir özelliği var, biz de pek ala bu tür sözcükleri keşfedebiliriz, hatta böyle tümceler kurabiliriz.

Abecemizdeki kimi harfler başaşağı çevrildikleri zaman da okunabiliyorlar. Örneğin "I" harfi öyle. Bir aynaya tutulduklarında, cam gibi saydam bir yüzeye yazıldıklarında da okunabilenlerin olduğunu siz de gözlemişsinizdir. Kimi zaman bunlarla anlamlı sözcükler kurmak olası. Bu da başka bir bakışıklık türü. Üçüncü tekil kişiyi belirten kişi isimsisi (şahıs zamiri) "O" sözcüğü her türlü bakışıklığa sahip bir sözcük.

Başka Bir Bakışıklık

Acaba sözcükler baş aşağı çevrildiğinde de okunabilir mi? Ya da bir sözcüğün harflerinde kimi küçük değişiklikler yaparak bu tür sözcükler kurmak olası mı? Bu sorunun yanıtı evet gibi gözüküyor. Böyle düzenlenmiş sözcüklere Batı dillerinde "ambigram" adı verilmiş. Bu iki Latince sözcükle kurulmuş yeni bir bileşik sözcük. Ambi "ikisi de" anlamına geliyor, gram da harf demek. Ambigram da birden çok bakış açısından okunabilen sözcük anlamına kullanılıyor. Biz de böyle sözcükler için yüzü-tersi-eş tanımlamasını kullanacağız.

Dönüşük sözcükleri, yani palindromları görülür kılmak için büyük harfle yazmak daha uygun, çünkü büyük ve küçük harfler arasında biçim farkı olabiliyor. Yüzü-tersi-eş sözcüklerde, yani ambigramlarda böyle bir koşula uymak gerekmiyor, harfler nasıl uygunsa öyle kullanılıyor.

Türkçe'de bu özelliğe sahip en kısa sözcük un sözcüğü. Bu sayfayı 180 derece döndürürseniz de onu okuyabilirsiniz. (Senin) unun diye yazdığınızda da bu özelliğini koruyor, ayrıca ununun biçiminde de bu değişmiyor. ISI sözcüğü de hem bir dönüşük hem de doğal bir yüzü-tersi-eş bir sözcük. Acaba okuyucularımız başka sözcükler de bulabilirler mi?

Böylece baştaki bilmecenin ipucunu vermiş oluyoruz. Tabeladaki her iki sözcük de birer ambigram oluşturacak biçimde düzenlendiklerinden Tabelacı Eşref'e tabelayı baş aşağı çevirip asmaktan başka bir iş kalmamış. Bir de siz deneyin.

Kimi sözcükler doğal olarak ters çevrilince de okunabiliyorlar ama onları Tabelacı Eşref'in yaptığı gibi yapay olarak kurmak da olası. Buyrun, size bir iki örnek:

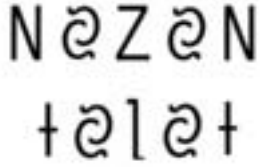


Görüldüğü gibi doğal koşullar altında tersten okunamayacak bu sözcükleri öyle de düzenlemek olası. Kimi özel adlar böyle yazıldıklarında oldukça etkileyici sonuçlar verebiliyorlar. Onlara da bir kaç örnek verelim:





Onları izleyen adlar ise hem palindrom hem de ambigram, yani hem tersten okunabiliyorlar hem de baş aşağı çevrildikleri zaman okunabilecek gibi düzenlenmişler.



Bu örneklerin bir bölümünde belli bir zorlama var doğal olarak. Ama güzelyazı yazarken biçim bozmalarına, abartmalara göz yumuluyor. Yoksa Tabelacı Eşrefler işsiz kalırdı.

Kim Buluyor Bunları?

Gerçekten de bu tür sözcükleri bulup çıkaran, ya da böyle özellikleri olan sözcükler düzenleyenlerin başında grafik sanatçıları geliyor. Amerikalı Scott Kim bunlardan biri. Onun düzenlemiş olduğu pek çok başarılı ambigram var. O bunlara "inversions" adını vermiş, İngilizcedeki "to invert", yani baş aşağı çevirmek, tepetaklak etmek anlamındaki sözcükten türeterek. Aşağıdaki örnekler ondan:



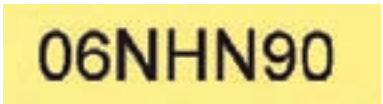
Bu tür düzenlemeler kurmak oldukça beceri gerektiren bir iş, kimi zaman epeyce uğraşmak gerekiyor.

Sayılarda da Geçerli

Tersten ya da baş aşağı bakıldığı zaman da okunabilir olma özelliği yalnız harflere ve yazıya özgü değil. Sayılar da böyle yazılabiliyorlar, aralarında anlam taşıyanlar bile bulunuyor. Akla hemen 0, I, 8 sayıları geliyor. Bunların çesitli birleşimleri 180 derece çevrildikleri zaman da okunabiliyorlar. Örneğin Atatürk'ün doğum yılı böyle bir sayıdan oluşuyor:



Bakalım okuyucularımız 20. yy'da olup da aynı özelliği taşıyan bir başka tarihi bulabilecekler mi? I, II, III, X gibi Roma rakamlarının bir bölümü de doğal ambigramlar oluşturuyorlar. Dilerseniz sayılarla harflerin bir arada olduğu örnekler de var. Hiç arabaların plakalarına dikkat ettiniz mi? Onların arasında öyle olanları var ki, baş aşağı takılmış olsalar kimse ayrımına varamaz.



İlginin Kaynağı

Bunların hepsi iyi de, tersten okunan harflere, sayılara, tümcelere, çevrildikleri zaman da aynı kalan sözcüklere ilgi nereden geliyor? Büyük bir olasılıkla bu ilgi insana özgü çok temel bir dürtüden, düzensizlik içinde düzen aramak, düzensiz olan şeylere düzen vermek kaygısından kaynaklanıyor. Doğanın kendine özgü bir düzeni var ama bu insanın bir bakışta algılayamayacağı kadar büyük ve karmaşik, o nedenle de düzensiz gibi gözüküyor. Bu büyük bütünün içinde düzenli olgular, oluşumlar olduğunu, olabileceğini gözlemiş insanlar, bunları kendilerine göre kümelendirmişler, giderek de işlerine yarayacak düzenlemeler oluşturmaya başlamışlar. Bu aynı zamanda bir soyutlama etkinliği de. Büyük bir olasılıkla bütün sanatsal ve bilimsel uğraşların temelinde bu yatıyor.

Otlar, çiçekler her yerde var. Ama bir çiftçi tarlasını düzgün dörtgenlerden oluşturuyor. Bu onun hem tarlasını daha kolay kavramasına, daha rahat denetlemesine yardımcı oluyor, hem de onu sürmesinde kolaylık sağlıyor. İşte size doğanın soyut bir modeli olan küçük bir düzenleme etkinliği.

Doğada geometrik şekiller yok. Ama kimi olguların biçimleri insanlara bunların olabileceğini düşündürmüş ve üçgen, kare, altıgen, daire gibi geometrik şekiller tasarımlamış. Bu da bir soyutlama. Daha sonra onları kullanarak kendisi yapay fiziksel çevresini düzenlemeye başlamış.

En güçlü düzenleme ilkelerinden biri bakışıklık, uyandırdığı denge duygusuyla sağlamlığı, kalıcılığı anımsatıyor. Pek çok doğal oluşum ondan yararlanmış. Onun için insan yapısı pek çok nesne belli bir bakışıklık içeriyor. Öyle ki, bakışıklık zamanla yetkinliği simgeler duruma gelmiş.

İşte bu düzensizlik arasında bir düzenlilik arama ve bulma, doğal durumlarında düzensiz olan şeylere düzen verme kaygısı, hatta tutkusu palindromların, ambigramların bulunmasına ya da kurulmasına yol açmış. Yüzlerce sözcükten yalnız bir kaçı İKİ, KÜÇÜK, ANISINA gibi dönüşük oluyor. Pek çok tümce kurmak olası ama ALTAN ATTAN ATLA tümcesinin tersten okunabilir olmak gibi farklı bir özelliği, ayrıcalıklı bir bakışıklığı var.

Birden sonsuza değin pek çok sayıdan ancak sınırlı bir bölümü baş aşağı çevrilince de okunabiliyor. Dilerseniz "I080I" gibi bir dönüşük sayı yazabilirsiniz ama çok sınırlı sayıda olan "I00I" gibi biri bir yılı anlatmak için kullanılıyor.

Baş aşağı döndürülünce okunan sözcüklerin ortaya çıkmasında grafik sanatçılarının etkisi olmuş, onlar da bir düzen kaygısı güdüyorlar, düzensizlik içinde bir düzen kuruyorlar. Tabelacı Eşref tabelasını durup durduk yerde öyle düzenlememiş, sözcüklerin başaşağı okunabileceğini görerek onlara o özel biçimi vermiş. Bunu yaparken de harfleri alışıldıkları gibi kullanmamış, güzelyazı kurallarına uygun, süslü, ilgi çekici harfler kullanmaya uğraşmış. İşte onun yazdığı başka bir sözcük daha. Burada yalnız yeğeni Reyhan'ın adını tersten okunabilecek gibi yazmamış, harflerini de bir güzel süslemiş. Onun bir ambigram olduğunu keşfedince arkasında bir uğraş, bir beceri görmek hoşumuza gidiyor. Bu tür güzelduyusal (estetik) kaygılar da böyle düzenlemelere götürüyor.



Dönüşüklere, yüzü-tersi-eşlere götüren başka bir etken daha olabileceğini düşünüyor insan. O da kimi insanların, özellikle sanatçıların, bilim adamlarının, var olan olgulara, kurulu düzenlere tersten bakma, hatta bunları tepe taklak etme eğilimleri. İnsanlar düzenden, düzenlemelerden hoşlanıyorlar ama her zaman her şeylerinin

Ambigram Türleri

Yüzü-tersi-eşlerin başka başka türleri var. En yaygını tek bir sözcüğün hem yüzünden hem de 180 derece çevrildiği zaman okunması. Bir başkası bir tür sözcük içinde sözcük, tıpkı vazo - insan yüzleri yanılsamasında olduğu gibi, yapılan düzenlemede bir o sözcük bir bu sözcük algılanıyor. Aşağıda Scott Kim tarafından hazırlanmış böyle bir düzenleme var. Burada dönüşümlü olarak İngilizce "ben" ve "sen" anlamına gelen "me" ve "you" sözcüklerini iç içe görmek olası.



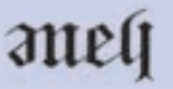
Bizim iç içe geçmiş sözcüklere örneğimiz ise ünlü bir ozanımızın adından oluşuyor.



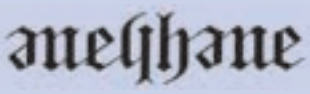
Daha zor olan bir başka ambigram türü de yüzden bir, döndürülünce de başka bir sözcüğün okunabildiği örnekler. Aşağıdaki örneği gene Scott Kim hazırlamış. Burada bir besteci olan Bach'ın adı baş aşağı çevrilerek okunursa başka bir besteci olan Fauré'nin adına dönüşüyor. Böyle bir ambigram kurmak gerçekten yaratıcılık gerektiren bir uğraş.



Bizim bulduğumuz sözcük bu kadar ünlü kişilerin adlarından oluşmuyor ama tersinden okunduğunda her iki sözcüğün birleşmesinden oluşan bir bileşik adı veriyor:



Doğal olarak her iki sözcüğü yan yana da yazmak olası, bu onların yüzü-tersi-eşliğini bozmuyor.



Bir başka ambigram türü de bir sözcüğü kendi içinde bakışık olarak düzenlemek. Başka bir deyişle, sözcüğü öyle bir biçimde yazmak gerekiyor ki, ortasından geçen bir eksene göre sağ yanı ile sol yanı örtüşsün. Scott Kim'in örneği "fantasy" (fantezi, düş gücü) sözcüğü.



Bu tür düzenlemeler için Türkçe bir örnek de veriyoruz. Burada spor sözcüğü bakışık

düzenli olması da onları rahatsız ediyor, düzen içinde düzensizlik bulmak, hatta kurmak yoluna gidiyorlar. Böylece de belli bir çeşitlilik yaratmaya çalışıyorlar.

Yazıların, harflerin belli bir düzeni, belli bir birörnekleştirilmeleri var. Doğal koşullar altında buna uyuyoruz, hatta öyle olmasını istiyoruz, çünkü okunabilmeleri için belli kurallara uymaları gerekiyor. Ama zaman zaman içimizden birileri çıkıp bunları baş aşağı ediveriyor, onlara başka bir açıdan bakılabileceğini bize gösteriyor. Bu da kimi zaman ilginç sonuçlar veriyor, o düzene çeşitlilik kazandırıyor, hatta bir bakıma onu pekiştiriyor. Bu nedenle de insanlar zaman zaman bakışık olmayan, katı kurallara göre düzenlenmiş gibi gözükmeyen düzenlemeler kuruyorlar.

Bilimsel Kaynaklı Nedenler de Var

Ambigramlar bilimsel açıdan da ilgi çekici. Davranış bilimlerinin algılama psikolojisi dalı insanların çevrelerini nasıl algıladığını araştırıyor. Görsel yanılsama adı da verilen göz aldanmaları gördüğümüz her şeyin gerçeği yansıtmadığını gösteriyor. Yanılsamalar arasında iki türlü de görülebilen, tersten bakıldığında başka bir görüntü veren, böylece de sıradan nesneleri algılamak üzere ayarlanmış beynimizin yorumlama yeteneğini zorlayan görüntüler var.

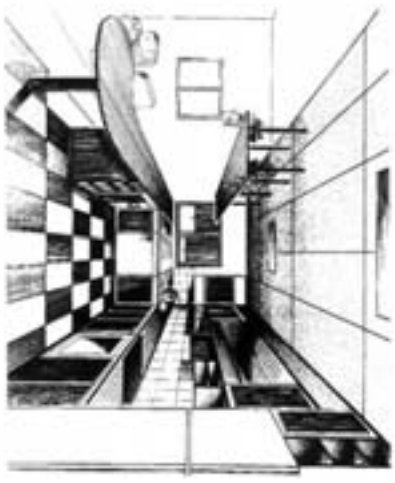
1895'de bilgin Armand Thiery görsel yanılsamaların bu özel türü ile ilgili bir inceleme yazısı yayınlamış, onun için bu tür resimlerin onun adıyla anıldığı da oluyor. O zamandan bu yana pek çok sanatçı benzer resimler üretmiş. Aşağıda bunlardan biri görülüyor.



Aşağıdaki resimde bir vazo mu görüyorsunuz yoksa karşılıklı iki insan yüzü mü? Ya da bir sonrakinde genç bir kız mı var yoksa yaşlı bir kadın mı? Her ikisi de doğru, ama bir öyle bir böyle bakıldığı zaman.



Mimarlık çizimleri, özellikle de tek kaçış noktalı derinlikçizim (perspektif) yentemi kullanılarak çizilen iç uzam görüntüleri bu tür görsel yanılsamaların oluşmasına yatkın oluyorlar. Aşağıya Doğu Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi arşivinden alınmış bir öğrenci ödevi görüyorsunuz. Anlaşılan ne öğrenci ne de öğretmenleri onun iki yandan da algılanabileceğini anlamışlar.



Böyle yazılmış kitaplar var. Bunlardan birinde Ann Jonas küçük bir Amerikan kasabasından bir büyük kente yapılan yolculuğu anlatıyor. Kitap bi-

olacak biçimde düzenlenmiş, ortadan katlanırsa iki yanı üst üste geliyor. İçinde bulunduğumuz yılda olimpiyat oyunlarının yapılacağını düşünerek bu sözcüğün başka bir çeşitlemesini de verelim istedik.





Ambigramlar Ne İşe Yarar?

Görüldüğü gibi dönüşük, yüzü-tersi-eş, bakışık sözcükler ilginç bir yaratıcılık alanı oluşturuyorlar. Okuyucularımızı bunlarla uğraşmaya ve ister bilimsel bir deney yapmak, ister güzelduyusal kaygılarla bir tasarım kurmak, ister dilimizin ve abecemizin sınırlarını zorlamak, isterse de yalnızca eğlenmek ve başkalarını şaşırtmak amacıyla bu tür sözcükler üretmeye, onlarla oynamaya çağrıyoruz. Oynamaya? Evet, oynamaya. Sonuçta oyun da bir araştırma, sınırları zorlama türü değil mi? Bakalım dilimizin bu konudaki gizilgücü (potansiyeli) nedir. Biz iki yüzden çok bu tür sözcük bulduk ya da kurduk, bunun da son sınır olmadığı görülüyor. İyi bir tatil uğraşı olabilir, ama uyarmadı demeyin, yüzü-tersi-eşlerle uğraşmak bağımlılık yapabilir!..

İlle de yararcı bir yaklaşımınız var ve yüzü-tersi-eş sözcükleri bir işe yaratmak istiyorsanız, onların çeşitli kullanım alanlarını da anımsatalım. Adınızın da okunabilecek bir biçimde yazıldığını ve odanızın kapısına asıldığını, ya da kartınaza basıldığını düşünün. Bu satırları yazanın adının harfleriyle şöyle bir ambigram oluşturmak olası:



Şirketinizin, okulunuzun, kulübünüzün ambleminin ya da şimdiki deyişle logosunun böyle olmasına ne derdiniz? Örneğin Yaşar Holding'in amblemi "y" ve "h" harfleri iki yandan da okunacak biçimde düzenlenmiş. Karikatürcü Tan Oral'ın imzası ise sol-sağ bakışıklığa çok yakın.

Belki kendi elinizle hazırlayacağınız bir yeni yıl ya da doğum günü kutlama kartında böyle bir düzenleme kullanırsınız, hem ilginç hem de özgün bir armağan olur. Bir dergi adı da böyle yazılabilir. Örneğin "darpan" Sanskritçe ayna anlamına gelirmiş, Hindistan'da çıkan bir dergi de bu adı taşıyormuş. ("Mirror" da onun İngilizcesi).



Ambigramları reklam amacıyla da kullanmak olası. Böyle örnekler var. OMO ya da UHU gibi marka adlarının seçilmesi hiç de raslantı değil. Bir kaç yıl önce erkek giysileri üreten bir firma ürünlerinin üstüne İngilizcede "yeni adam" anlamına gelen bir etiket işliyordu. Yani hiç bir sınır yok, gerisi de artık sizin düşgücünüze kalmış.



tince ters döndürülüp aynı resimlere baş aşağı bakılıyor ve öykünün ikinci bölümü izleniyor. Aşağıya ondan bir örnek alıyoruz. Resim bir yandan bakıldığında gündüz gözüyle bir yerleşme birimini gösteriyor, 180 derece çevrilince de gece yapılan bir havai fişek gösterisini yansıtıyor. Burada da geometrik biçimleri nedeniyle bu tür çizimlere elverişli yapılardan yararlanılmış.

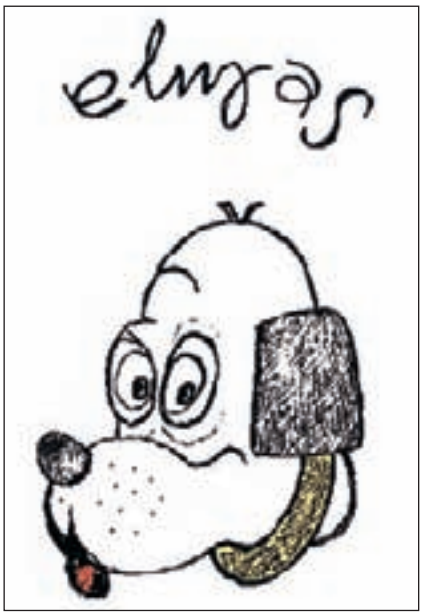


Gustave Verbeek adlı bir karikatürcü ise 20. yy başlarında yarattığı bir çizgi romanda bu yöntemi kullanmış. Baştan başlayıp kare kare çizgi romanı okuyorsunuz, sonra sayfayı baş aşağı döndürüp bu kez de geriye doğru giderek okumayı bitiriyorsunuz. Bir ya da iki kez böyle bir kurgulama yapmak neyse de, bir buçuk yıl boyunca her hafta bu tür bir çizgi roman hazırlamak gerçekten sabır ve beceri gerektiren bir iş.

Algılama psikolojisi alanında çalışan bilim adamları bu tür görsel yanılsamalara yol açan olguları araştırıyorlar, nedenleri üstünde durup insanların algılama davranışlarının sınırlarını belirlemeye çalışıyorlar. Ambigramlar da bu nedenle ilgilerini çekiyor.

Bitirirken

Yazımızı bitirmeden son bir örnek daha verelim. Burada yazıyla resim birlikte kullanılmış. Öyküsü de şöyle: Elmas çok akıllı bir köpek ama bugün biraz kızgın, çünkü sahibi kulaklıklarını takmış müzik dinliyor ve onunla ilgilenmiyor. Elmas'ın sahibini ve adını bulun bakalım. Deneyimli bir ambigram izleyicisi olarak bunları bulmak sizin için işten bile değil. Ama bunu bir arkadaşınıza gösterin bakalım, sizin kadar başarılı olabilecek mi?



...Hayır, unutmadık. 20. yy'da baş aşağı çevrilince de aynı kalan tek yıl I96I. Bundan sonra 6009 yılına kadar bir başkası gelmiyor. Önümüzdeki ilk dönüşük yıl ise 2002 yılı.

Türkçe sözcüklerin ek ve takı alabilme özelliği daha uzun ambigramlar üretme olanağı sağlıyor. Örneğin ısısı sözcüğü de beş harfli doğal bir ambigram. pund sözcüğü ise dört harfli bir doğal ambigram.

Üstün Alsaç
Doçent Dr., Doğu Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
alsac@sinan.arch.emu.edu.tr

Başkalarının olduğu belirtilenler dışında bu yazıda kullanılan Türkçe ambigramlar ile yüzden tersten görülen çizimler yazar tarafından hazırlanmıştır.

Kaynaklar
Alsaç, Ü., *Anastas Mum Satsana, Anagramlar, Palindromlar ile Başka Dil ve Sözcük Oyunları Üstüne Denemeler*, Yapı Kredi Yayınları, Doğan Kardeş Kitaplığı 40, İstanbul, 1992
Alsaç, Ü., "..Tanrım, Gözlerime İnanamıyorum..", *Cumhuriyet Bilim Teknik*, sayı 580, İstanbul, 1998
Alsaç, Ü., "Optical Illusions in Architecture", *ARCH*EMED*, sayı 2, Gazimağusa, 1998
Alsaç, Ü., Yayınlanmamış *Türkçe Yüzü-Tersi-Eş Öteki Bakışık Sözcükler Derlemesi*, Gazimağusa, 2000
Biner, B., "Yaşamın İçindeki Düzen… Palindromlar", *Bilim ve Teknik*, sayı 368, Ankara, 1998
Block., J., R., Yuker, H., E., "*Ich sehe was, was Du nicht siehst*", 250 Optische Taeuschungen und visuelle Illusionen, Wien / Gütersloh / Stuttgart, 1993 (1989)
Ernst, B., *Optical Illusions*, Köln, 1992 (1986)
Jonas, A., *Round Trip*, New York, 1983
Rado, Ş., *Türk Hattatları*, İstanbul
http://ambigram.matic.com/ambigram.htm
http://www.best.com/--scottkim/inversions/index.html

Hem Kolay Hem Zor Bir Uğraş

Ters çevrilince de okunan sözcükleri kurmak hem kolay, hem de zor. Kolay, çünkü hemen hemen her harfi bu özelliği taşıyacak biçimde yazmak, ya da baş aşağı edilince başka bir harf oluşturacak biçimde yazma olanağı var. Öyle ki, bunu yapan bir bilgisayar programı bile yapılmış, yazılan her harfi, hatta sözcüğü tersten de okunacak biçimde düzenleyiveriyor. Ayrıca bilgisayarlarla çalışılıyorsa kesip yapıştırmak ya da 180 derece döndürmek belli bir kolaylık sağlıyor.

Buna karşılık gerçekten espirili, dilin ve harflerin yapısını çok zorlamadan, iyice biçim bozulmasına uğramış bir takım im ya da harfler kullanmadan böyle bir şeyi yapmak çok kolay değil. Güzelyazısal (kaligrafik) nitelikler arayanları doyurmak daha da güç. Ama bu oldukça da keyifli bir uğraş. Türkçe sözcükler bu bakımdan neredeyse hiç denecek kadar az işlenmiş olduklarından onlarla yeni ambigramlar bulmak ya da kurmak olası.

Özel adlardan sonra ünlü kişilerin adını sayfayı döndürünce de okunabilecek biçimde yazmak ilginç olduğu kadar zor bir iş. Aşağıda gene Scott Kim'in kurduğu biri yer alıyor.



Bizim bulduğumuz iyi bir örnek ise cumhuriyetimizin kurucusunun adı. Bakın bakalım beğenecek misiniz. Daha iyilerini bulmak ya da kurmak olası.



Yer adları da kimi ilginç sonuçlar veriyor. Aşağıda bunların bize göre başarılı olan bir kaçını veriyoruz.





Ambigramların kurulmasındaki bir güçlük, kimi harflerin yalnız küçük ya da büyüklerinin ters döndürülünce de okunabilir olması. Örneğin, büyük ne harfi (N) doğal bir ambigram. Buna karşılık küçük ne (n) ters çevrilince küçük u (u) oluyor. Bir de hiç bir biçimde yüzü-tersi-eş oluşturmaya yatkın olmayan harfler var, bunlar işi zorlaştırıyorlar.

Noktalı, çengelli ya da şapkalı harfler bakışıklığı bozuyorlar, ters döndürülüp bakıldığında olmadık bir yerde ortaya çıkıp görüntüyü bozuyorlar. Bu nedenle ambigram kurarken bu işe uygun sözcükleri bulmak gerekiyor. Kimi süslü yazı türleri ya da ek olarak getirilen süslemeler ise bu aksaklıkları gidermek için kullanılabiliyor.



Denizlerde Pupa Yelken...

Yelkenli Gemilerin Tarihi

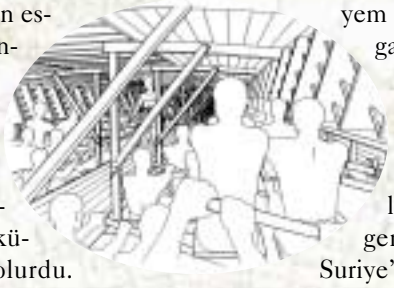
Yelkenli gemilerin tarihini anlatmak, yalnızca engin denizlerde süzülür gibi giden deniz araçlarının öyküsünü ya da denizlerdeki savaşların tarihini anlatmak değildir elbette. Bu aynı zamanda insanlığın gelişimine başka bir gözle bakmaktır. Karaya bağlı insan uygarlığının, bilim ve teknikteki gelişmelerinin denizlere yansıması demek yelkenli gemiler. Binyıllar boyunca yavaş yavaş gelişen insanlık, gemilerini de bu gelişime göre yeniden tasarladı. Askeri ve ticari gereksinimler, bölgesel koşullar, siyasi ve ticari durum gemilerin gelişimini etkiledi. Bronz çağının başlangıcında Akdeniz kıyılarında görülmeye başlayan yelkenli gemiler 18. yüzyıla kadar varlığını sürdürdü denizlerde. Çok uzun yıllar boyunca gemicilik dendi mi akıllara Akdeniz gelirdi. Gemi yapımı ve denizcilikteki gelişmeler ilerledikçe dünya yavaş yavaş küçüldü. Yelkenli gemiler, yeni yeni yerler bulmak isteyen cesur kişileri dünyanın bilinmeyen yerlerine taşıdılar.



Tarihte ilk gemiler büyük kayıklardan başka şeyler değildi. Bunların tarihi o kadar eskiye dayanır ki tarihçiler bu kayıkların ilkin ne zaman, nerede ve nasıl ortaya çıktığını tam olarak saptayamamışlardır. İnsanlar ellerindeki doğal malzemeye göre son derece değişik nitelikte kayıklar yapmışlardı. Ormanlık yerlerde ağaç kütükleri birleştirilmiş, bu yolla sal yapılmış ya da kütüklerin içleri oyularak oyma kayıklar elde edilmişti. Ağaçların olmadığı yerlerde bambular ya da Eskimoların yaptığı gibi üzerine deriden yapılmış tulumlar kullanılmıştı. Bu ilk kayıklar dış etkilere çok açıktı ve akıntıların yönüne göre ilerleyebiliyordu ancak. Sonraları basit dallar yardımıyla kayıklara yön vermenin yolu bulundu. Bu dalların yerini zamanla sırık, elde kullanılan kürek ve geminin bordalarına dayanarak çekilen kürekler almıştı.



Gemilerde direk ve yelken kullanımı ancak MÖ 4000'li yıllarda gerçekleşmişti. Ne var ki bunlardan da ancak rüzgârın estiği yerlerde yararlanmak olasıydı. Bunun dışında yolculuklarda kürekçiler gemiyi yürütürdü. Bu kürekçiler genellikle köleler ya da kürek mahkumları olurdu. Sonradan daha da gelişen bu tür gemilere kadırga dendi. Kadırgalar 15. yüzyıla değin kullanıldı.



Tarihte gemi denebilecek büyüklükte tekneler ilkin Mısır'da çıkıyor karşımıza. Çöllerle yalıtılmış olan Mısır dış dünyayla ilişkisini su yoluyla sürdürürdü. Bu yönden Nil filosu büyük önem taşır. Gemiler hem ülke içindeki ulaşımı hem de Nübye'yle bağlantıyı sağlardı. Delta limanlarından gemiler Akdeniz'e açılır; Fenike'ye doğru yol alırdı.

Eski Mısır'da genel olarak nehir ulaşımı çok ileriydi. Bunu o dönemden günümüze kalan Mısır vazolarında ve kayalar üzerindeki gemi resimlerinde de görüyoruz. Öteki dünyada tanrılar güneş kayıklarında dolaşırlar; resimlerini taşıyan tahtırevanlar tekne biçimindedir. Taşocaklarından çıkarılan büyük kütlelerin taşınmasında düz mavnalar kullanılır. Bunun yanında yolcular için kamaraları, atlar için bölmeleri bulunan yüzen evlere de rastlanırdı. Bunlar Nübye'ye kadar bütün çölü geçebilirlerdi. Gemiciler gece yol almaktan sakınırlardı. Tekneyi devirip, tayfa ve yolcuları timsahlara yem edebilecek güçlü rüzgarlardan da sakınmak gerekiyordu. Firavunun gemileri bu tehlikeleri çok eski zamanlardan beri göğüslemekteydiler. Fenike gemilerinden çok önce Suriye'ye ya da Somali'ye yol alırlardı. "Denizde batanın öyküsü" adlı destansı yapıt MÖ 2. binyılın başında deniz insanlarının kaygılarını ve umutlarını bakın nasıl dile getiriyor: "Koca Yeşil üzerinde, uzunluğu yüz yirmi dirsek (yaklaşık altmış metre) genişliği kırk dirsek bir gemiyle yola çıkmıştım. Mısır'ın en iyilerinden yüz yirmi denizcim vardı. Denizcilerim gökten başka bir şey görmezken de kara karşısında aslanlardan daha yiğittiler. Rüzgârı daha başlamadan, fırtınayı daha patlamadan haber verirlerdi"



Firavunun gemileri uçları hafif kalkık, ince uzun gövdeli gemilerdi. Ülkedeki keresteden ya da Lübnan'ın sedir ağacından yapılırdı. Trapez biçimli yelkenlerin kullanıldığı gemilerde ayrıca kürekçiler de kürek çekerek geminin ilerlemesini sağlarlar. Gemilerin kıçında bulunan bir kuyruk küreği dümen görevini görür ve gemiye yön vermeye yarardı.

Tarihte Mısırlılardan sonra gemi kullanan uygarlık olarak karşımıza Fenikeliler çıkıyor. Fenikeliler kurdukları ticaret kolonileri aracılığıyla bütün Akdeniz'e yayılmışlardı. Koloniler arasında ulaşım ve ticaret, gemiler aracılığıyla sağlanıyordu. Bu açıdan baktığımızda Fenike uygarlığında denizciliğin ve gemilerin ne denli önemli bir yer tuttuğunu görebiliriz. Öte yandan Girit adasında yapılan kazıların sonuçları MÖ 5000'li yıllarda Akdeniz'in doğu kesimlerinde denize açılabilecek ölçüde gelişmiş teknelerin yapıldığını ortaya koyuyor.

Bir başka gelişmiş uygarlık, Yunanlılarsa 48 kürekli, trireme adı verilen gemiler kullanırlardı. Bu gemilerde gövdenin her iki yanında da üçer sıra kürek bulunurdu ve her küreği de üç





kişi çekerdi. İleride Romalılar da benzer gemiler kullanacaklardı. Roma kadırgalarında da üçer sıra kürek bulunurdu. Gemide birbiri üzerine sıralanmış üç sıra kürek dizisini çeken üç kürekçi güvertesi vardı. Ayrıca direğe çekilen üçgen yelkenler yardımıyla rüzgârdan yararlanılırdı. Latin yelkeni olarak adlandırılan bu yelken gelecek yüzyıllarda da sıkça kullanılacaktı.

Roma gemilerinin uzunluğu 30 metreyi aşıyordu. Bu gemilerde hareket kürek ve dört yakalı ilkel bir yelkenle sağlanıyordu. Daha sonra Roma gemilerinde eğik olarak yerleştirilen serenlere takılı üç yakalı Latin yelkeni ortaya çıktı. Bu yelken ilkin Kızıldeniz'de ve Hint Okyanusu'nda seyreden Arap yelkenlilerinde kullanılmıştı. Son derece sağlam yapılmış olan bu gemiler genellikle 90 ila 200 ton arasında olurdu. Tek direkli Arap yelkenlilerinde bu direğe asılan yelken, Latin yelkeni denen üçgen yelkendi. Üçgen yelkenle denize açılmak dört köşeli yelkenle açılmaktan daha avantajlıydı. Bu sayede gemiler rüzgâra daha yakın olabiliyorlardı. Yelkenin biçimi rüzgârları yakalamak için daha elverişliydi ve kare yelkenli birçok gemi limanda beklerken üçgen yelkenliler rahatlıkla denize açılabilirlerdi. Öte yandan Latin yelkeninin bağlı olduğu serenler geminin kendisinden bile uzun olur ve yelkenleri idare etmek büyük güçlüklere neden olurdu.

Akdeniz'de bu gelişmeler olurken, kuzeydeki halklar da denize bağlı bir yaşam biçimi geliştiriyorlardı. Tarih sahnesine Vikingler olarak çıkan kuzeyli denizciler kısa sürede tüm Avrupa'ya yayılmışlardı. Oldukça hızlı hareket edebiliyordu Vikingler. Bunun nedeni korkusuz denizciler olmalarının yanı sıra oldukça iyi tasarlanmış gemilere sahip olmalarıydı. Viking gemileri temelde kürekle ilerliyordu. Kürekle ilerleyen Akdeniz gemilerinin tersine drakkar denen bu gemilerde köleler ya da kürek mahkumları kullanılmazdı. Kürekleri Viking denizcilerinin kendileri çekerdi. Zaten çok da büyük olmayan bu gemiler çoğunlukla yalnızca 35-40 kişiden oluşan mürettebatı taşıyacak kadar büyüktü. Bu gemilerde güverte yoktu. Gemiciler sağlı sollu iki sıra halinde oturur kürek çekerlerdi. Geminin üzeri de açık olduğu için hava koşullarından çok daha kolay etkilenirdi mürettebat. Gemilerde tek bir direk bulunur, bu direğe neredeyse kare biçiminde basit bir yelken asılırdı. Her ne kadar çok gelişmemiş gibi görünse de Viking gemileri bölgelerinde oldukça kullanışlı deniz araçlarıydı. Tabanları düzdü. Bu da gemilerin sığ sularda yol almasını kolaylaştırıyordu. Fiyortların arasında bulunan ve vik adı verilen küçük limanlarda yaşayan vikingler bu gemilerle karaya kolayca ve hızla yaklaşıp baskınlar yapabiliyor, aynı kolaylıkla da karadan ayrılıp denize açılabiliyorlardı.



Öte yandan Viking gemileri uzun yolculuklar için elverişli değillerdi. Gemilerinin üstlerinin açık olması bir yana uzun yolculuklarda mürettebatı besleyebilecek ve yaşamlarını sürdürebilecek yükü taşıma kapasitesinden de yoksundu bu gemiler. Sözgelimi 9. yüzyıla ait Gökstad adlı geminin taşıma kapasitesi yalnızca on tondu. Bir karşılaştırma yapmak gerekirse Kristof Kolomb'un Santa Maria adlı karavelası 40 mürettebat ve 100 tonluk yük kapasitesine sahipti. İngiltere'den bir grup koloniciyi Amerika'ya götüren Mayflower gemisiyse 100 yolcu ve mürettebat taşıyordu ve 180 ton yük kapasitesine sahipti. Vikingler birçok uzun yolculuğa çıkmışlar hatta Amerika'ya kadar bile gitmişlerdi. Ne var ki bu yolculuklar adadan adaya, koloniden koloniye geçerek gerçekleşiyordu. Yön bulma yer saptama teknikleri bakımından çok iyi olmayan Viking kaptanlar bilmedikleri sularda çok kolay kaybolabiliyorlardı.

Avrupa'da gemiler gelişmelerini sürdürürken Uzakdoğuda kendine özgü gemileriyle açılıyordu denizlere. Marco Polo, doğuya yaptığı seferinden döndüğünde Cathay (Çin) ve Cipango (Japonya) arasında gidip gelen gemilerden söz ediyordu. Kubilay Han, Japonya'yı işgal etmek



için yüzlerce gemilik bir donanma hazırlatmış ne var ki bu donanma bir kamikaze (Çin Denizi'nde görülen çok şiddetli fırtınalar) tarafından ortadan kaldırılmıştı. Doğuda kullanılan bu tekneler aslında günümüzde bile rastlanabilen Çunke ya da Junk adı verilen gemilerdi. Sözcüğün kökeni olan "djhounk" Java dilinde büyük deniz taşıtı anlamına geliyordu. Bu gemilerin kıç tarafı yüksek, pruvası ise uzun yapılırdı. Çunkelerin direkleri keten panellerden ya da bambu şeritleriyle yassıltılmış saz örgülerden oluşan dört yakalı yelkenlerle donatılmıştı. Her yelken jaluzi gibi açılıp kapanabilme yeteneğine sahipti. Enine ve boyuna sağlam ağaç bölmelerle ayrılmış olan gemide dümen oldukça ağırdı. Doğuda oldukça yaygın bir tip olan bu gemiler bölgeden bölgeye biçim ve boyut değiştirebiliyordu. Yine de bugün en bilinen çungeler, Çin çungeleriydi. Bu gemilerle Endonezya, Çin Hindistan gibi ülkeler arasında ticari bağlar da kurulmuştu.

Uzakdoğu'da bunlar olurken Akdeniz'de gemicilik adına büyük gelişmeler yaşanıyordu. İstanbul'u Türkler fethetti. İpek ve baharat yollarının Türkler tarafından kontrol edilmeye başlamasıyla birlikte batıda Hindistan'a gidecek yeni yollar aranmaya başladı. Bu yol deniz yolu olacaktı. Akdeniz'in doğusunun denetimini yitiren batılı ülkeler, pusula ve harita yapımındaki gelişmelerin de yardımıyla ilgilerini açık denizlere yönelttiler. Akdeniz'in bildik, görece sakin sularında yol alan gemiler için okyanusların hırçın dalgaları, birdenbire patlayan korkunç fırtınaları aşılmaz gibiydiler. Açıkça görülüyordu ki Akdeniz gemileri okyanusa uygun değildi. Bu da yeni gemilerin tasarlanmasını ve yapılmasını gerektirdi.

Ortaçağın sonlarına doğru kıç bodoslamasındaki dümenin geliştirilmesiyle gemicilikte büyük ilerleme sağlandı. Böylece yalnızca yelkenle gidebilen ve daha uzun yol alabilen büyük gemilerin yapımı sağlandı. Daha önce geminin kıçında büyük bir kürek gibi görünen dümeni idare etmek çok zordu. Gemiler büyüdükçe dümenin ağırlığı da artar, idare edebilmek için birden fazla insanın uğraşması gerekirdi. Dümenlerin tekerlek şeklinde yapılmasıyla da bu işi tek bir kişinin yapabilmesi olanağı doğdu. Ayrıca pusula kullanarak gemiciler o tarihe değin yapmadıkları bir şeyi yaptılar. Kıyılardan uzaklaştılar ve açık denize açıldılar.

Ortaçağda Akdeniz'de kullanılan Latin yelkenleriyle donatılmış savaş ve ticaret gemilerine karavela denirdi. İlk karavelaları 15. yüzyılın ikinci yarısında Portekizliler ve İspanyollar yaptılar ve bunları coğrafi keşiflerinde kullandılar. Vasco de Gama Hindistan, Kristof Kolomb Amerika seferine karavela türü gemilerle çıktılar. Boyutları gittikçe büyütülen ve geliştirilen karavelalardan sonra kalyona tipi gemilere geçildi.

Gemiler büyüdü. Yeni tip gemilerde kürekler kaldırıldı ve gemi yalnızca yelkenle yönetilecek biçimde tasarlandı. Baş ve kıç kalelerine (kasara) güverteler eklendi. Gemiler artık üç direkliydi. Direklerde büyük ölçüde kare yelkenler kullanılıyordu. Portekiz kralı "Gemici" lakaplı Henrique gemilerin geliştirilmesine önem veriyor, keşif gezilerini destekliyordu. Bu dönemde Avrupa ülkelerinde yaygın bir gelenek de gemilere kadın ya da aziz isimlerinin verilmesiydi. Sözgelimi Kristof Kolomb'un gemisinin adı Santa Maria'ydı. Önceden Maria Galante olan geminin adı, keşif yolculuğunun önemine uygun olması ve Hz. Meryem'in desteğini kazanmak amacıyla değiştirilmişti.

Avrupa keşifler çağına başlarken Türklerin egemenliğindeki Akdeniz'de kürekle giden kadırgalar varlığını uzun süre korudu. Birçok donanmanın temel gemisi olan kadırgalar önemini yalnızca yelkenle yol alabilen kalyonlardan sonra kaybettiyse de Osmanlı donanmasında uzun süre kullanılmaya devam ettiler. Oldukça dar, hafif, uzun ve neredeyse su seviyesinde denecek kadar alçak gemilerdi kadırgalar. Boyları genellikle yaklaşık 50 metre olan kadırgaların enleri de 6 ila 7 metreydi. Geminin kıç bölümünde köşk kısmı bulunurdu. Yabancı donanmalarda galley, gali, galer, galera gibi adlarla adlandırılan kadırgalar yüksek vurucu güce sahipti. 25 oturaklı ve 49 kürekli olan kadırgalarda her kürek 4-5 kişi tarafından çekilirdi. Geminin 25 oturaklı olmasına karşın 49 kürekli olmasının nedeni oturakların sonuncusunun mutfak yeri olarak ayrıl-







mış olmasındandı. Kadırgalar kürek yanında yelken de kullanırdı. Osmanlı kadırgalarının batı ülkelerinin kadırgalarından farkı Latin yelken kullanmasıydı. Türk kadırgalarında gabya ve pruva olmak üzere iki direk bulunurdu. Genellikle ön direğin üzerinde trinket denen küçük bir yelken de olurdu. Kadırgalarda üç tür yelken bulunurdu. Orta yelken normal havalarda, cankurtaran yelkeni hafif rüzgârda, borda yelkeni de fırtına da kullanılırdı. Kadırgaların dar olması, sert havalarda geminin apazlama denen, yelkenlerini doldurarak seyrini zorlaştırıyordu. Yelkenle hareket eden kalyonların yaygınlaşmasından sonra kadırgalar yavaş yavaş denizlerden çekildi. Günümüzde kalita tipi bir kadırgayı İstanbul deniz müzesinde görmek mümkün.



Kadırgaların yerini alan kalyonlar önceleri rüzgarsız havalarda işe yaramayacağı düşünülerek çok da rağbet edilmeyen gemilerdi. Öte yandan denizcilik tekniklerinin gelişmesi, kalyonların açık denizlere, uzun yolculuklara dayanıklı yapısı onların donanmalardaki ana gemiler olmalarına yol açtı. Genellikle kare yelkenlerle donanmış üç direkten oluşan kalyonlar, toplarla donatıldığında güçlü birer savaş aracıydılar.

17. yüzyılda boyları gittikçe büyüyen ve hızı artan yelkenliler, Avrupa ülkeleriyle uzak sömürgeler arasında durmadan yük taşıyorlardı. Bunların çoğu uzunluğu 60 metreyi ve ağırlığı 5000 tonu bulabilen ahşap üç direkli clipper'ler ya da büyük yelkenlilerdi. 1850'ye doğru bu gemilerin sonuncuları daha büyük boyutlarda demirden yapılacaktı. Ne var ki bu görkemli gemiler yelkenlerin kullanılması için kalabalık mürettebat gerektiriyordu. Bu gemiler ayrıca rüzgârların keyfine bağlı olarak görülüyordu. Buharlı gemilerin bulunmasıyla büyük yelkenliler de tarih sahnesinden çekildiler.

17. yüzyılın sonunda buhar makinesi ilkesini bulan Denis Papin, 1707'de bu buluşunu bir geminin yürütülmesine uygulamaya kalktı. Ne var ki bu ilk buharlı gemi, böyle bir makinenin rekabetinden ürken kayıkçılar tarafından parçalandı. Bir yüzyıl sonra bu fikir yeniden ele alındı. Fransız Jouffroy d'Abbans 1783 yılında Seine Nehrinden yukarılara çıktı. Benzer bir gösteriyi de 1803'te Amerikalı Fulton yaptı. Çok geçmeden ilk buharlı gemiler denizlere açıldı. Ama bu gemilerde hâlâ rüzâr gücünden yararlanılıyor, yelken kullanılıyordu. Yelkenli gemilerin devrinin kapanmakta olduğunun bir habercisiydi bu. Martılar gibi denizlerde süzülen gemiler yerlerini makinelerle çalışan gemilere bırakarak tarih sahnesinin dışına yelken açtılar.

Gökhan Tok

Kaynaklar

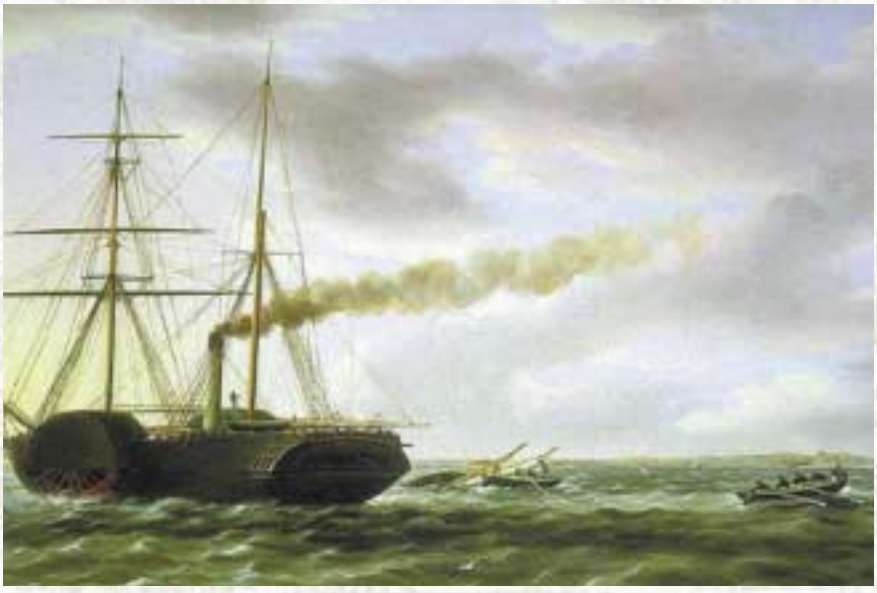
Boorstin, D., Keşifler ve Buluşlar, TC. İşbankası Kültür yayınları, çev: Fatoş Dilber, 1996

Gardiner, R., The Age of the Galley, Conway Maritime Press, 1995

Giggal, K., Great Classic Sailing Ships, Chancellor, 1998

Smith, R.C., Vanguard of Empire, Oxford Univercity Press, 1993

Tengüz, H., Osmanlı Bahriyesinin Mazisi, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, 1995





Karadeniz Hamsimiz ve Hamsigiller

Hamsi kendisi küçük kültürü büyük bir balık. Çoğumuzun sandığı gibi yalnızca Karadeniz'e özgü değil; pek çok denize yayılmış. Ne var ki, hiçbir yerde Karadeniz'de olduğu gibi yöre halkının yaşamıyla bütünleşmiş değil. Bu balık yöre balıkçıları için bir temel geçim kaynağı olmakla kalmamış; bu denize komşu illerimiz için bir sembol haline gelmiş. Hamsi, Karadeniz halkı dışındakilerin düş gücünü aşan çeşitlilikteki yemekleriyle de ünlü. Üstelik şöhreti yeni de değil. Ünlü gezgin Evliya Çelebi "Seyahatnâme"sinde hamsiye değinmeden edememiş. Ancak tarihlere geçmiş bu balık şimdilerde "tarihe karışmak" tehlikesiyle karşı karşıya. Artan av miktarları, bu küçük balığı, ve sembolü olduğu mizahı, kültürü tehdit ediyor.

HAMSİ ülkemiz sularında özellikle Karadeniz'de kış aylarında gırgır adı verilen çevirme ağlarıyla avlanan doğal ürünümüz.

Engraulis (yani hamsi) cinsi türler genellikle bütün tropik ve subtropik denizlerde yaşayıp, kıyı kesimlerinde sürüler oluşturuyorlar. Hatta zaman zaman nehir deltalarında da görülebiliyorlar. Hamsi özellikle Karadeniz ve Azak Denizi'nde bol miktarda bulunan bir balık türü. Bu balığın Karadeniz'deki türleri, *Engraulis encrasicolus ponticus* ve *Engraulis encrasicolus maeticus*.

Bunlardan *Engraulis encrasicolus ponticus*, Karadeniz hamsisi olarak sıkça bahsedilen tür. Karadeniz hamsisinin boyu 18-20 cm'ye kadar büyüyebilir. *Engraulis encrasicolus maeticus* ise Azak hamsisi olarak bilinir ve boyu 15 cm' ye kadar ulaşır. Azak Denizi'nde ürer ve beslenir ve kışlarken kuzey Kafkasya'dan Sukumi'ye kadar ve kısmen de Kırım açıklarında dolaşır. Kışlama döneminde bu tür yalnız BDT üyelerince avlanır. Yalnız bazı araştırmacılar, bu türün Türkiye sahillerine kadar indiği ve avlandığını ileri sürüyorlar.

Hamsinin Davranış ve Göçü

Karadeniz hamsisi kuzey-güney yönünde kışlama, beslenme ve üreme göçü yapar. Güney yönünde kışlamak ve kuzey yönünde de beslenme ve üreme göçünün hızı günde 10-20 mil olur. Sürüler, genellikle Anadolu, Kafkasya ve Kırım sahillerinin ılık alanlarında kışlarlar ve sık sürüler oluştururlar. Sürü yoğunluğu, gündüz oluşan sık sürülerde metreküpte 500-800 birey, seyrek sürülerde 200-400 birey/m^3 iken bu, geceleri 20-60 birey/m^3'e kadar iner. Hamsi gece gündüz arasında dikey göç yaparak, gündüzleri derin suya (70-90 m) inerken geceleri sahillere doğru ve yüzeye (10-40 m) çıkar.

Hamsinin Besini

Hamsi, plankton yiyen bir balıktır. Beslendiği organizmaları, Calanus cinsi Copepoda (Kürekayaklılar), Cirripedia (Dolaşıkayaklılar) ve Mollusca (Yumuşakçalar) larvaları oluşturuyor. Hamsi, aynı beslenme basamağında olan çaça, tirsi, sardalya, taraklılar ve medüzler gibi diğer organizma ve organizma grupları ile aynı besin maddesi için yarışır.

Sürüler, Mart'ta Türkiye kıyılarındaki kışlama alanından kuzeydeki beslenme ve üreme alanına göçe başlarlar. Nisan ortasından Ekim'e kadar tüm denize yayılmış olan hamsi özellikle Karadeniz'in kuzey kesiminde bulunur. Sıcaklık ve iklimsel değişmelere bağlı olarak genellikle Kasım'da güney göçü başlar. Güneye göçün başlama zamanları ile göçün şiddet ve miktarlarında yıldan yıla önemli farklılıklar söz konusu.

Hamsi kuzey-güney-kuzey göçünde ya kıyıyı izler ya da doğrudan denizi karşıdan karşıya geçer.



Üreme

Karadeniz hamsisi cinsel olgunluğa bir yılda ulaşır. Mayıs-Eylül ayları arasında 10 ve daha çok batında yumurt-

lama gerçekleşir. Bir yaşındaki genç balıklar ilk kez yumurtlama sezonunun sonuna doğru yumurta bırakırlar. Bireysel ortalama doğurganlık 42,000 yumurta olarak bulunmuştur.

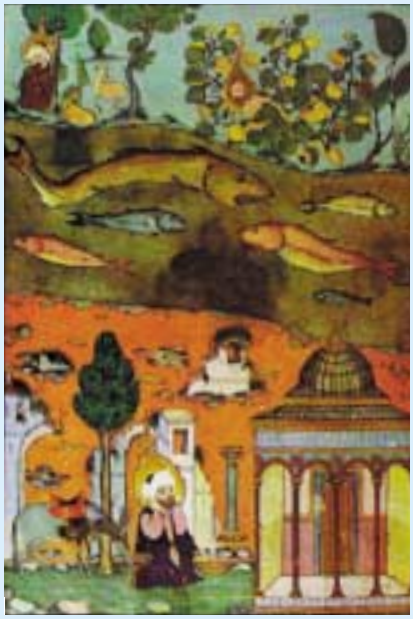
Hamsinin ömrü 2-3 yıldır. Geçirdikleri birinci kıştan sonra olgunlaşırlar. Yumurtlama 17-18°C'deki kıyıya yakın sığ sularda 5-10 metreler arasında gerçekleşir. Yumurtlamanın olduğu suyun tuzluluğu 12-18 ppt ve pH'si da 8-3 ile 8.4 arasında değişmektedir. Yumurtalar elips şeklinde olup suda yüzerler (pelajik). Su sıcaklığına bağlı olarak 24 saat içerisinde larva oluşur. Daha çok 5-30 metreler arasında dağılan planktonik larvalar diğer planktonlarla beslenirler. Genellikle (Mayıs ayında) bırakılan (erken batın) yumurtalardan çıkan larvalarda yüksek ölüm oranları görülmektedir. Bu durum larvaların dikey göç sırasında soğuk suyla karşılaşmalarından kaynaklanır. En yüksek yaşam oranıysa Haziran sonu-Temmuz başında bırakılan yumurtalarda görülüyor.

Bazı araştırmacılarca hamsinin ana yumurtlama alanının kuzey ve kuzeybatıdaki sahanlık bölgesi olduğu söylense de, H. Einarson ve N. Gürtürk'ün yayınlarıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün yaptığı çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre önemli miktarlarda hamsi yumurtasının Türkiye'nin Münhasır Ekonomik Bölgesinde dağıldığı görülüyor.

Karadeniz ve Hamsi

Türkiye su ürünleri üretiminin %90'ı denizlerden elde ediliyor. Avlanan toplam su ürünü kaynaklarının %82'siyse Karadeniz'den gelmekte. Türkiye'nin toplam olarak avladığı deniz balıkları, avcılığın görece az olduğu dönemle, avcılığın yine görece yüksek olduğu dönem olan 1950-1980 yılları arasındaki 30 yılda 4 kez artarak yılda 400.000 tona ulaşmış bulunuyor. Bu artış bir yandan gerçekten avlanan miktarın artmasından kaynaklanırken, bir yandan da hamsi ve istavrit gibi balıklara ait istatistiklerin daha iyi toplanabilmesinden ileri geliyor. 1958-1986 arasında kalan 28 yılda avlanan hamsi miktarı 4.4 kez artmış durumda.

Evliya Çelebi ve Hamsi



Çoğumuz balık pazarlarında ya da seyyar satıcı tepsilerinde, bir diğerimiz gırgır tekneleri avlarını boşaltırken ve belki de önemli bir kısmımız annelerimizin mutfağında hamsiyi görmüşüzdür. Belki bu canlıya dikkat etmiş belki sadece bakıp geçmiş ya da afiyetle bir güzel yemişizdir. Hamsi ile karşılaşmamız hangi şekil ve düzeyde olursa olsun bu balığı merak edenler şüphesiz pek çoktur ve imdi bu meşhur canlıyı yine meşhur bir ismin ağzından tanıyalım:

1670'lerde Trabzon'a seyahat eden Evliya Çelebi bölge balıklarıyla ve özellikle hamsiyle ilgili görüşlerini şöyle dile getirmiştir:

"Beğenilen balıkları: Levrek balığı, kefal balığı gayet lezzetlidir. Bir karıştan uzun kırmızı başlı tekir balığı, uskumru balığı ve daha bin çeşit balıkları vardır. Amma bunların hepsinden fazla Lazların üzerine düştükleri, alışverişi hakkında kavga ettikleri hamsi balığı… Bu balık Hamsinde (kış mevsiminin 50 günlük bir bölümü) çıktığı için, hamsi balığı derler. Balığın çıkışını dellâllar halka haber verirler. Dellâlların bir çeşit mürves ağacından boruları vardır. Bir kere su urunca, 'Ahça çomakla bir mendil hamsi ver' diye ince sırmalı mendillere balığı koyup giderler. Balığın suyu akarak giderken, bazıları suyun aktığına acıyarak, 'Bre balığın suyunu akıtıyosun.. Suyuna bir pilavcık sallasana' diye şaka ederler. Şu beyitleri de söylerler:

Trabzondur yerümüz
Ahça tutmaz elümüz
Hamsi paluk olmasa
Nice olurtu halumuz" …

sayfa 458-459

Meşhur hamsimizin diğer bazı özelliklerini yine Evliya Çelebi'den öğrenelim:

"Bu balık bir karış, ince ve morca cilalı, gümüş gibidir. Faydası o derecedir ki, yedi gün devamlı yiyen kimsenin şehveti son derece artar. Çok kuvvet verici ve hazımı kolaydır. Yemeğinde balık kokusu olmadığından, yiyene hararet vermez. Ağrı hastalığına tutulan adam yese şifa bulur. Bir evde yılan ve çıyan olduğu zaman, hamsi balığının başı tütsü edilirse kaçar" … sayfa 459.

Hamsi yemeklerine de yine merhum Evliya Çelebi ile başlamak yanlış olmasa gerektir. Diyorki "bunu" yani hamsiyi "yemek Trabzonlulara hastır ki kırk çeşit yemeğini pişirirler. Kebabı, çorbası, yahnisi, böreği ve baklavası olur. Fakat pilaki derler, bir çeşit tavası vardır ki şöyle yapılır: Önce bu hamsi balığını güzelce temizleyip onar onar kamışa dizerler. Maydanoz, kereviz, soğan ve pırasayı ince kıyıp tarçın ve siyah filfil ile karıştırdıktan sonra, pilaki tavasının içine bir kat hamsi, bir kat bundan döşeyip Trabzon'un âb-ı hayata benzer zeytinyağını üzerine dökerler. Bir saat kadar kuvvetli ateşte pişirildikten sonra yerkenki, doğrusu sevilecek mübarek bir yemek olur." sayfa 459.

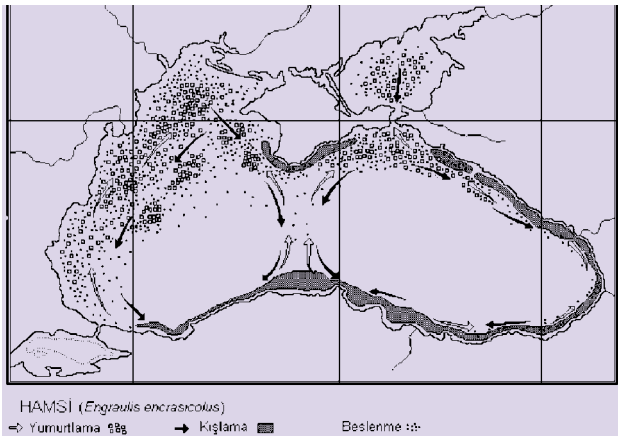
Bu avı karaya çıkartan Karadeniz gırgır filosundaki gelişme oldukça hızlı ve yüksek. Bu tür bir gelişmeyi, büyüklükleri çevresel koşullarla sınırlı stokların kaldırması zordur ve geçmişte av miktarlarının ciddi azalması da bunu doğrular görünüyor.

Karadeniz bölgesinde artan av ve avcılık baskısı, önceleri sanki bitmezmiş gözüyle bakılan hamsi stoklarının 1988/1989 sezonuyla birlikte önemli miktarlarda azalmasına neden olmuş bulunuyor. Bu azalmanın bir başka nedeni olarak da, Karadeniz'deki biyokitlesi anormal derecede artan ve hamsinin besinine ortak olan taraklı medüz *(Mnemiopsi leidyi)* gösterilebilir.

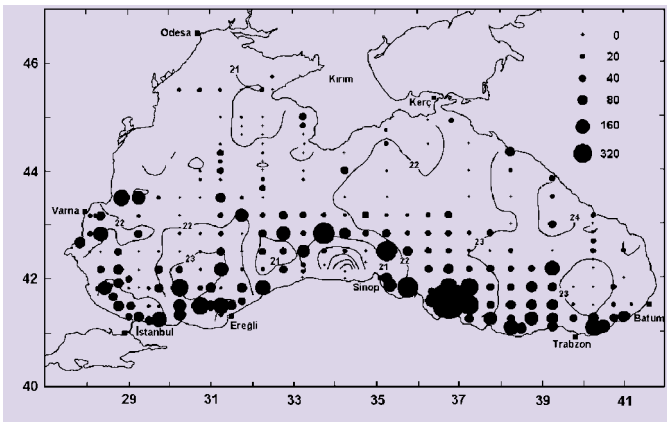
1988/89 avcılık sezonuyla birlikte azalan fakat şimdi artmış görünen hamsi avının sürekliliğinin sağlanması, yani sürekli yüksek ürünün alınabilmesi için bazı önemli noktaların dikkate alınarak gerekli önlemlerin uygulamaya konulması gerekiyor.

1978-1989 yılları için ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsünce yapılan çalışmalarda balıkçılığın durumu ele alınmış ve Karadeniz kıyımızda kışlayan hamsinin verebileceği sürekli en yüksek ürün 1968-89 dönemine ait verilerle 346 bin ton olarak tahmin edilmiştir. Bulgar bilim adamlarından Prodanov ve Stoyanova ise, F. Bingel ve ekip arkadaşlarınca daha önce sunulan verileri de kullanarak, tüm Karadeniz'de aynı dönem için 540 bin ton, 1968-95 dönemi içinse 461 bin ton en yüksek sürekli ürün miktarları tahmin etmiş bulunuyorlar.

Bu değerlerden de görülebileceği gibi bütün Karadeniz için tahmin edilen miktarlar Karadeniz kıyımızda kışlayan hamsi için tahmin edilen



Hamsinin geleneksel üreme, kışlama ve beslenme göç ve bölgeleri.



Hamsinin güncel yumurta dağılımı (adet/m²)

miktarlara oldukça yakın. Bu veri ve sonuçlar ışığında Karadeniz hamsi avının yüksek değerlere çıkması hem araştırıcı hem uygulayıcı ve düzenleyici organlarda ve hem de ulusal kaynak ve kamu malı olan hamsiden geçimini sağlayan balıkçılarda sevinç yerine kaygı uyandırmalı. Bugün artmış görünen hamsi avı yarın yeniden azalabilir. Onbir yıl önce (1988/89) hamsi çöküşünün nedenlerinden biri de 1987/88 döneminde yaşanan "iyi avcılık" sezonunun aslında aşırı avcılığa yol açmış olmasıdır. Buna bağlı olarak av, izleyen yıllarda azalmıştır. Yakın geçmişte yaşanmış bu gerçeğin yol gösterici bir niteliği olmalıdır. Çünkü olası ikinci hamsi çöküşünde birincisindeki kadar şanslı olunmayabilir ve stokların kendilerini toparlaması çok daha uzun sürebilir, hatta kendilerini hiç toparlamayabilirler.

Öz olarak belirtilen nedenlerden dolayı ülkemiz kıyılarındaki hamsi avının iyimser bir yaklaşım olarak 300 bin tonu aşmaması gerektiği ve bunun sağlanması için gerekli hassasiyetin gösterilmesi önem taşıyor.

Bu çerçevede son olarak önemli bir noktanın altının çizilmesinde yarar var: İnsanlar doğal değişmeleri ve bunun sucul stoklara getirdiği artma ve azalmaları kontrol edemiyor ve henüz bunu önceden de kestiremiyorlar. İnsanların tek kontrol edebilecekleri faaliyet balıkçılıktır. Biyolojik koşullar gerektirdiği zaman tüm diğer uygulama ve siyasi kaygıya dayalı karar ve uygulamalar geri plana itilmelidir. Çünkü doğa affetmez.

Hamsi Ailesi

Dünya üzerinde yaşayan balıklar, kabaca toplam omurgalıların yarısını oluşturur. Bu da 24,600 tür demektir. Balıklar dünyanın hemen hemen bütün sucul ortamlarında bulunabiliyorlar. Himalayalar'daki yüksek dağ göllerinden, okyanusların binlerce metre derinliklerine kadar tüm sucul ortamlarda balıklar yaşamlarını sürdürebiliyorlar. Balıklar bu geniş ve değişik yaşam alanlarına uyum göstermek için zaman içinde evrilmiş bulunuyorlar. Yaşam alanları tatlı su ve deniz olarak ayrıldığında balıkların %58'i denizlerde, %41'i tatlı sularda ve % 1'de hem tatlı hem de tuzlu sularda yaşadığı anlaşılıyor.

Balıklar, ilk çağlardan günümüze değin önemli bir protein kaynağı olmuştur ve buna bağlı olarak da balıkçılık eskiden günümüze önemli gelişmeler göstermiştir. Avcılığı yapılan balık türlerinin en yaygın ve ekonomik öneme sahip takımının Ringagiller (Clupeiformes) olduğuna kuşku yok. Bu takım içinde en önemli aileyse kuşkusuz hamsi balıkları (Engraulidae) ailesi. Engraulidae ailesi içinde 16 cins ve 139 tür yer alır. Hamsiler içinde en çok avlanan ve özellikle son yıllarda dünya üretiminin %10'unu veren cins ise Engraulis'tir.

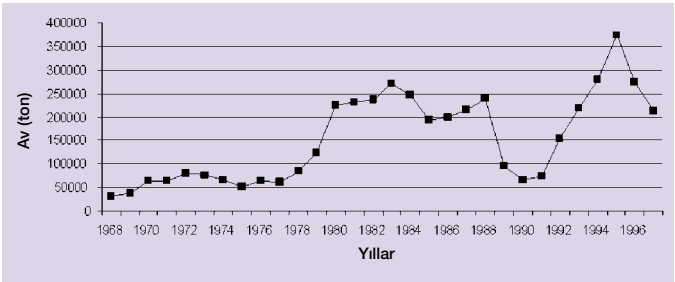
Yüksek av veren bu cinste yer alan hamsi türleri de şunlardan oluşuyor:

Engraulis anchoita	(Arjantin hamsisi),
Engraulis australis	(Avusturalya hamsisi),
Engraulis capencis	(Güney Afrika hamsisi),
Engraulis encrasicolus	(sularımızda da yaşayan Avrupa hamsisi),
Engraulis eurystole	(Gümüş hamsi),
Engraulis japonicus	(Japon hamsisi),
Engraulis mordax	(Kaliforniya hamsisi),
Engraulis ringes	(Peru hamsisi).

Hem hamsiler hem de bütün balıklar içerisinde avlanan miktarlar bakımından en önemli tür *Engraulis ringens*'tir. Bu balık Peru açıklarında avlanır. 1960'lı yıllardan sonra endüstriyel ölçeğe çıkan Peru hamsisi avı, 1970'te ulaştığı yaklaşık 13 milyon tonluk en yüksek düzeyden 1971'den sonra düşmeye başlamış ve hatta 2 milyon tonun altına inmiş bulunuyor.

Hamsi türlerinin balıkçılık açısından önemli diğer iki türüyse, Japon hamsisi *(Engraulis japonicus)* ve Avrupa hamsisidir *(Engraulis enrasicolus)*.

Engraulis japonicus adından da anlaşılacağı gibi Japon denizinde avlanan bir tür. Bu türün av değerleri Peru hamsisi kadar olmasa da yine de dünya denizlerinde avlanan en önemli küçük pelajik balık türleri arasında yer alıyor. Ülkemiz denizlerinde özellikle de Karadeniz'de önemli miktarlarda avlanan *Engraulis encrasicolus* da dünyada en çok avlanan

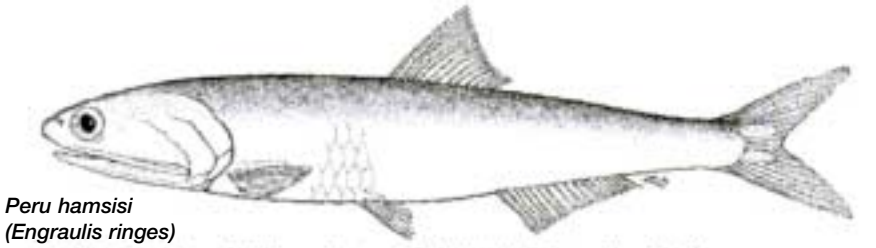


1972-1997 hamsi av miktarları (DIE, 1973-1997)

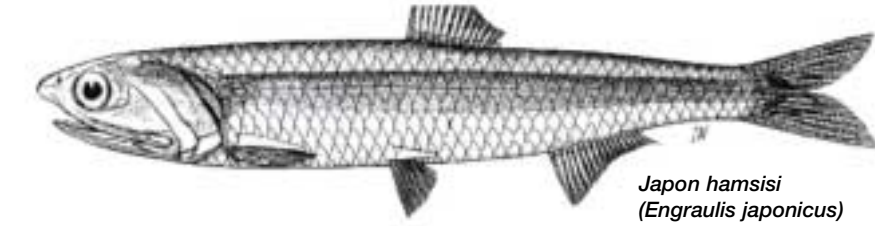
hamsi türlerinden. *E. encrasicolus*, diğer iki hamsi türüne göre daha değişik su özelliği olan denizlerde yaşıyor. Avrupa hamsisi (veya bildiğimiz hamsi) Kuzey denizi, Kuzey Doğu Atlantik, Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz'de Azak Denizi dahil olmak üzere dağılmış durumda. Avrupa hamsisi, Karadeniz başta olmak üzere bulunduğu tüm denizlerde hem kıyı, hem de uzak mesafe (açık deniz) avcılığı yapan ülkeler tarafından avlanıyor.



Karadeniz'de de bulunan hamsi (Engraulis encrasicouls)



Peru hamsisi (Engraulis ringes)



Japon hamsisi (Engraulis japonicus)

Hamsiler Neden Bol?

Hamsilerin avcılık açısından bu kadar değerli olmaları ve bu kadar çok miktarda avlanmalarının nedenleri bu canlının ekolojik ve biyolojik özelliklerinde aranmalı. Hamsiler kabaca üçüncü beslenme basamağında zooplankton ile beslenirler. Bununla birlikte, bazı hamsilerin diyetinde fitoplanktonlar da yer alıyor. Bu nedenle beslenme basamağı biraz daha aşağıya çekilmiş oluyor. Beslenme ağının alt kısımlarından beslenmek, hamsi türlerine zengin besin kaynağı sağlıyor ve sonuç olarak da zengin stoklar oluşturmalarına neden oluyor.

Hamsinin Avlanması

Geçmişte, motorlu araçların olmadığı çağlarda hamsi ve benzeri balıklar, insan gücü ve sonraları yelkenle hareket eden deniz araçlarında bugünkilerden çok küçük ağlarla avlanılmaktaydı. Zamanla motorize olan ve bu nedenle de giderek büyüyen tekneler değişik düzeneklerin yardımıyla daha büyük çevirme ağları kullanmaya başladılar. Örneğin bugün çoğumuzun normal kabul ettiği gırgır ağı makarası ülkemize 1950'li yıllarda Et ve Balık Kurumu vasıtasıyla geldi. Bugün bu makaralar hidrolik sistemlerle çalışıyor.

Hamsiler bilindiği gibi sürü oluştururlar. Balıkçılar önceleri yerini tecrübeye dayalı bilgileriyle saptadıktan sonra bunların etrafını kaçamayacakları bir ağ ile çevirip avlamaktaydılar. Günümüzde tek fark, 1980'li yılların başından bu yana su altı radarı denen 'sonarların' sürünün yeri ve büyüklüğünü saptamada kullanılması ve daha büyük ağların yardımcı tekne kullanılarak sürünün etrafına sarılması, avlanan balıkların bir taşıyıcı tekneyle pazara ulaştırılması.

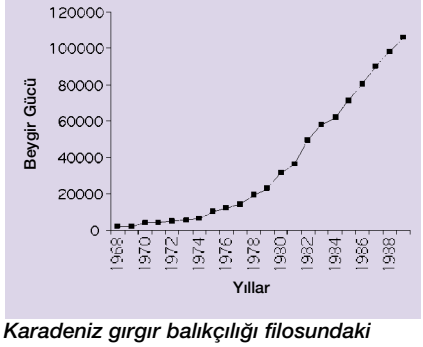
Hamsi genellikle gırgırlar ile avlanmakta birlikte, nadir olarak tek ya da çift tekneyle çekilen orta su trol ağı ile de avlanmakta.

Hamsi Tüketimi

Tüketim bir seçim sorunu. Ülkemiz insanları su ürünlerini taze tüketmeyi yeğlerler. Avın taze tüketilemeyen küçük bir kısmıysa, eskiden tarlalara gübre olsun diye atılırken günümüzde balık unu ve yağına dönüştürülüyor.

Diğer ülkelerde avlanan hamsilerse konserve, salamura, taze olarak ve sonuçta yine balık unu ve yağı fabrikalarında işlenerek değerlendiriliyor.

Görülebildiği kadar hamsimiz her yönüyle yararlı bir canlı olup neredeyse her derde deva bir özelliğe sahiptir.



Karadeniz gırgır balıkçılığı filosundaki gelişmeler.

O halde küçüklüğüyle ters orantılı üne sahip bu balığın avlanmasında biraz daha sorumlu davranılması gerekiyor.

Hasan Örek, Ferit Bingel
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü

Kaynaklar
Anon., 1992: Determination and quantification of fishing gears and technology in the Black Sea. Ministry of Agriculture and Rural Affairs of TC., Res. Inst. of Aquat. Prod. Yomra-Trabzon.
Bingel, F., Gücü, A. C., Niermann, U., Kideyş, A. E., Mutlu, E., Doğan, M., Kayıkçı, Y., Avşar, D., Bekiroğlu, Y., Genç, Y., Okur, H., Zengin M., 19965: Karedeniz stok tespiti projesi-Balıkçılık araştırmaları. Proje No: TÜBİTAK, DEBAG 74/GFinal Reoprt. IMS-METU, Erdemli.
Chashchin, A. K., 1995: Abundance, distribution and migrationj of the Black Sea anchovy stocks. Tr. J. of Zoology 19
Düzgüneş, E., Karaçam, H., 1989: Karadenizdeki hamsi (Engraulis encrasicolus L. 1758) balıklarında bazı populasyon parametreleri ve büyüme özelliklerinin incelenmesi. Doğa, Tu-Zooloji. D. C. 13(2).
Einarson, H., Gürtürk, N., 1960: Abundance and distribution of eggs and larvae of the anchovy (Engraulis encrasicolus ponticus) in the Black Sea. İst. Üniv., Fen Fak. Hidrobiyol. Araşt. Enst. Yay.
Evliya Çelebi 1672: Evliya Çelebi Seyahatnamesi. Sadeleştiren T. Temel-Kıran, N. Ateş. Cilt I-II. Üçdal Neşriyat, İstanbul, 1986.
FAO, 1998: Fish Stat Plus Ver 2.19. Fisheries statistics software by Yury Shatz.
Fischer, W., 1973(Ed): FAO species identification sheets for fishery purposes. Mediterranean and Black Sea (fishing area 37) Vols. 1-2 Rome, FAO. page, var.
Grainger, R., 2000: Recent trends in global fishery production (World fishery production up to 1996). FAO.
Helfman, Gene, S., Bruce, B. C., Facey, D. E., 1997: The diversity of fishes. Blackwell Science. Malden. Mass, USA
Ivanov, L., Beverton, R. J. H., 1985: The fish resources of the Mediterranean. Part two: Black Sea. Etud. Rev. CGPM/Stud. Rev. GFCM.
Karaçam, H., Düzgüneş, E., 1990: Age, growth and meat yield of the European anchovy (Engraulis encrasicolus L. 1758) in the Black Sea. Fisheries Research 9(1)
Muus, B. J., Dahlström, P., 1968: Meeresfische. BLV, München.
Owen, E. S., 1979: The production of the fishes in the Black Sea. In: Fundamental principles of the biological productivity of the Black Sea. Kiev, Naukova dumka
Prodanov, K. B., Stoyanova, M. D., 1999: Maximum sustainable yields (MSYs) of the Black Sea anchovy (Engraulis encrasicolus) and horse mackerel (Trachurus mediterraneus). Similarities and difference of two interconnected basins, 23-26 Feb. 1999 Athens, Greece, Abstracts.
Slastenenko, E., 1955/56: Karadeniz havzası balıkları. Çeviri H. Altan. EBK Yay. İstanbul.
Ünsal, N., 1989: Karadeniz'deki hamsi balığı Engraulis encrasicolus (L. 1758)'nın yaş-boy ağırlık ilişkisi ve en küçük av büyüklüğünün saptanması üzerine bir araştırma. İ.Ü. Su Ür. Derg.
Whitehead, P. J. P., 1984a: Clupeidae, p. 268-281. In: Fishes of the north-easthern Atlantic and the Mediterranean Vol. 1, UNESCO.
Whitehead, P. J. P., 1984b. Engraulidae, p. 282-283. In: Fishes of the north-easthern Atlantic and the Mediterranean Vol. 1, UNESCO
Whitehead, P.J.P. ve T. Wongratana: 1986. Engraulidae. p. 204-206. In M.M. Smith and P.C. Heemstra (eds.) Smiths' sea fishes. Springer-Verlag, Berlin. From Froese, R. and D. Pauly. Editors. 1999. FishBase 99, 10 April 2000.
Whitehead, P. J. P., Nelson, G. J., Wongratana, T., 1988a: FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 – Engraulididae. FAO Fish. Synop. 7(125)Pt., 10 April 2000.
Whitehead, P. J. P., Nelson, G. J., Wongratana, T., 1988b: Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). P 2. Engraulididae. FAO Species Catalogues, FAO Fisheries Synopsis, no. 125.

Sağlığımı Garantiye Aldım; Çünkü "Check-up" Yaptırdım

Acaba?

"Check-up" ya da Türkçe söylemle genel sağlık denetimi, sağlıklı insanların, tıp merkezlerinde, belirli taramaları yaptırarak kendilerini olası risklerden korumaları anlamına gelir. Bazı hastalıkların tanısının erken dönemlerde konulması aslında hem insanlar hem de hekimler açısından çok önemlidir. Böylece sağlıklı yaşamın sürekliliği bir anlamda güvence altına alınmış olur.

Son yıllarda, özellikle de son günlerde, insanlara check-up yaptırmaları için inanılmaz olanaklar sunuluyor. Bu olanaklar da her türlü yazılı, görsel, işitsel iletişim araçlarıyla insanlara anlatılıyor. Bir bakıyorsunuz heyecanla seyrettiğiniz bir televizyon filmi, en heyecanlı yerinde kesiliyor ve bir banka reklamında check-up yaptırmanızın ne denli gerekli olduğu anlatılıyor. Oldukça sevimli, ama bir o kadar da şişman bir aile babası yaşamını nasıl güvence altına aldığını söylüyor saniyeler içinde size. Ya da bir gün posta kutunuzda bir broşür buluyorsunuz: Broşürün ön yüzünde, kocaman puntolarla, "Sağlığınız için neler yapıyorsunuz?" sorusu soruluyor? Kâğıdın hemen sol üst köşesinde de "…… Check-up Merkezi" yazmakta. Broşürün katını açıp içindekileri okumaya başladığınızda bir mini anketle karşılaşıyorsunuz. Anketin ana amacı, sizi sağlığınızla ilgili kuşkuya düşürüp, "check-up" merkezine gitmenizi sağlamak. Bu anketin ardından o sağlık merkezine giderseniz size sunulacak olan inanılmaz (!) indirimlerden de söz ediliyor. Olduğu gibi pazar paylaşımına, var olan potansiyelden pay elde almaya yönelik bir yaklaşım bu; ama ustaca bir uygulamayla, sağlığınızı düşündükleri izlenimi verilerek bizlere sunuluyor.

Aslında toplumda sağlık kontrolü bilincinin yaratılması, gerçekten çok önemli bir konu. Zaten sağlığın korunmasıyla ilgili yöntemlerin insanlara anlatılması, insanların bu konularda bilgilenmesinin sağlanması, koruyucu hekimliğin ve bu alanda hizmet veren hekimlerin belli-başlı görevleri arasında. Ama pek çok konuda olduğu gibi bu konuda da insanlar, bilgili ve bilinçli olarak değil, kulaktan dolma bilgilerle, moda diye, herkes öyle yaptırdığı için check-up yaptırıyorlar. İşin kötü yanı birçok kişi, sağlık gibi çok önemli bir konuda, hem kendisi, hem de bu işi uygulayanlar tarafından kandırılabiliyor.

"Check-up"ın amacı, cinsiyet ve yaşla ilişkili sağlık koruma paketleriyle yaşamboyu sağlığı sürekli kılmaktır. Bu paketler sayesinde, sağlıklı insanlarda taramalar yapılır ve bu yolla bazı hastalıkların tanısının erken evrelerde konulması, eğer bir risk saptanmışsa ilgili tedavinin bir önce başlatılması, ve "riskin" giderilmesi sağlanır. Program uygulanırken, kişiye, toplumun genelinde yaygın olan riskleri taşıyıp taşımadığını belirleme, tanı amacıyla fizik muayene, laboratuvar testleri ve radyolojik testler yapılmaktadır. Eğer tarama sonuçları "pozitif çıkmışsa" başka testlerin yapılması da gerekir.

İnsanların karşı karşıya oldukları risklerle ilgili olarak sağlık kontrolleri yapılması gerektiği ilk kez 1920'li yıllarda



ABD'de önerildi. Böylece hastalıklar önlenecek, erken tanı ve tedavi sağlanacaktı. Ama bu öneri fazla rağbet görmedi. Çünkü birçok hastalığın ilk evrelerde saptanamadığı, saptananlarınsa sonucu pek de değiştirmediği kabul edilirdi. Sonra yine Amerika'da, 1950'li yıllarda, süreğen hastalıkların kontrol altına alınmasında yöntem belirleme amacıyla birçok kurumdan oluşan bir birlik kuruldu. Birlik, bir süre sonra sağlıklı insanların da olası hastalıklara karşı tarama yaptırmaları gerektiğine karar verip bir program geliştirdi. Program, zamanında saptanmadığında ciddi sorunlar ortaya çıkarabilecek hastalıkların erken evrelerde saptanıp, etkin bir tedaviyle giderilmesini ve insanların sağlıklı ve kaliteli bir yaşam sürmelerini amaçlandı. İşte bu programlara, kendi anadilimizdeki bir sözcük gibi, yabancısı olmadığımız, yadırgamadığımız "check-up" adı veriliyor. Ama zamanla şöyle bir gerçek ortaya çıktı: "Check-up" adı altında uygulanan pek çok program bilimsel bir dayanağı olmadan yapılıyor. Bu da, check-up yaptıranların harcadığı paranın, bunun için harcanan malzemelerin ve zamanın boşa kaybedildiği anlamına geliyor. Sonuçta, check-up programları sorgulanmaya başladı. Örneğin belirli aralarla yapılan fizik muayeneler yapılmaya değer nitelikte mi? Kitlesel taramalar, bazı hastalıklar için ne denli önem taşıyor? Sağlam bireyler, hastalık ortaya çıkartabilecek alışkanlıklarından vazgeçme konusuna ne derece duyarlı yaklaşıyorlar? Bu konuda da yine bilim adamları devreye girdi. Hastalar üzerinde yapılan taramaların, muayenelerin kimlere ve nasıl yapılması gerektiği konusunda araştırmalar, çalışmalar başlatıldı.

Dr. Tümay Sözen, "Sağlık Taramaları Kimlere ve Nasıl Yapılmalıdır?" başlıklı bir makalesinde şunları söylüyor: "İdeal tarama testi ucuz, kansız, duyarlılığı ve özgüllüğü yüksek ve sık rastlanan, tedavi edilmediği taktirde önemli bir hastalanma sıklığına ve ölüm oranına sahip bir hastalığı belirleyen bir test olmalıdır."

Yine aynı konuyla ilgili olarak Dr Melih Elçin, "Check-up Ticari Bir Uygulama mı, Bir Sağlık Hizmeti mi?" başlıklı yazısında şunları söylüyor: "Artık sağlık alanında kabul edilen tek düşünce var: Yaş, cinsiyet ve risk gruplarına yönelik periyodik sağlık kontrolleri. Örneğin, 40-64 yaş grubunda, herhangi bir risk faktörü taşımayan bir bireyde kan basıncı, boy ve kilo ölçümü, erkeklerde 35-65 ve kadınlarda 45-65 yaş arası total kolesterol düzeyinin ölçülmesi, kadınlarda smear (döl yolundan sıvı) alınması, 50 yaş üzerinde gaitada (dışkıda) gizli kan bakılması, kadınlarda 50-69 (bazı gruplarca 40-69) yaş arası mamografi ve meme muayenesi, sigara ve alkol kullanımı, beslenme ve egzersiz alışkanlıkları ve aşılanma konularında danışmanlık sunulması önerilir. Bunun dışında ya-

Değerli Okurlar,
Temmuz sayımızdan başlayarak Forum köşesini yeniden başlatıyoruz. Ama bu kez formatımız geçmiş sayılardakinden biraz farklı olacak. Nasıl mı? Her ay Forum'un konusunu Bilim ve Teknik ekibimiz belirleyecek. Örneğin bu sayımızda sağlığımızı yakından ilgilendiren bir konuyu, genel sağlık kontrollerini ve bilgisayar sözcüğünün doğru bir tercüme olup olmadığını gündeme getirdik. Ağustos sayımızın konusuysa "Bilim Etiği" olacak. Bu konulardaki görüşlerinizi bize yazın. Ayrıca tartışma açmak istediğiniz, bilimi ilgilendiren konuları da bizlere önerebilirsiniz. Ama unutmayın, sayfalarımızın kısıtlı olması ve bunun yanı sıra olabildiğince çok görüşe yer verebilmemiz için görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde özetlemeniz gerekiyor. Mektuplarınızı "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" adresinde, sabırsızlıkla bekliyoruz.
Gülgûn Akbaba

kınması olmayan bir bireyden istenen diğer tüm tetkiklerin amaçsız, verimsiz ve etkisiz olduğu bilinmektedir."

Dr. Elçin'in vurguladığı tetkikler, tıp alanında çalışmalar yapan uluslararası sağlık komitelerince şöyle açıklanıyor. Örneğin 1-3 yılda bir rutin olarak boy ve ağırlık ölçümü öneriliyor. Düşük sosyoekonomik durumda olanlara, ya da tek yönlü beslenenlere bu kontrol seçici olarak öneriliyor. Kan basıncı konusunda söylenenlerse şöyle: 18 yaşından büyüklerde, diastolik kan basıncının 85 mm'den küçük ve sistolik kan basıncının 140 mm'den düşük olması normal kabul ediliyor. Rutin olarak, bu değerleri taşıyan bireylerde en az 2 yılda bir kan basıncı ölçülmeli. Bu öneri yaşlılar için de, gençler için de geçerli; çünkü, bu tarama yaşlılarda inme ve koroner arter hastalığı riskini azaltır. Tüm dünyada yüksek kan basıncı ölümlerin önemli bir yüzdesinin nedeni olarak gösteriliyor. Kan basıncı ölçülmesinin hastaya getireceği maliyetse sıfır.

Total kolesterol için önerilense 20-60 yaşlarda, 5 yılda bir rutin olarak ölçümü yapılması. Eğer 18 yaş üzerinde bulunan kişi (kadın ya da erkek) sigara kullanıyorsa, ailesinde kalple ilgili sorunları olan ya da inme geçiren biri varsa, HDL'si (High density lipoprotein-yüksek yoğunluklu lipoprotein) 35'ten fazlaysa bu durumda önerilen, 5 yıldan daha az sıklıkta, güvenilir laboratuvarlarda yapılmak üzere kan kolesterol düzeyinin ölçtürülmesi.

Ayrıca, 50 yaşın üzerindeki kadınlara, 1-2 yılda bir kere mamografi yapılması öneriliyor. Ailesinde meme kanseri olanlar, yağ ağırlıklı beslenenler, geç yaşlarda gebe kalanlar, 40 yaş sonrasında yılda 1 kez mamografi yaptırmalı. Çünkü bu test sayesinde, meme kanserinden ölenlerin sayısında bir düşüş gözlenmiştir.

Gaitada gizli kan tayini hem kadın hem erkekte, 40-50 yaş sonrasında rutin olarak yapılmalı. Bu test, kolon kanserlerinin erken tanısında etkin.

Ülkemizde yapılan istirahat EKG'si, tiroid fonksiyon testleri, tiroid ultrasonografisi, tümör belirliyiciler gibi testlerin yapılmasının hiçbir anlamı olmadığını savunanlar da var. Dr. Elçin bu konuda şunları söylüyor: "Türkiye'de "check-up" adı altında yapılan uygulamaların, bilinçsiz hastanın tatmini ve sağlık kuruluşunun para kazanmasından öte bir amacı yoktur. Başvuran kişi kendisine sunulan teknoloji ağırlıklı tetkik listesinden etkilenmekte ve içeriğini öğrenmemekte. Tetkik sonuçlarında genel bir sağlıklılık hali onu tehlikeli olabilecek bir rehavete bile sürükleyebilmektedir. Çünkü birçok hastalık bu testlerle erken dönemde tanınmamakta ve "check-up"tan kısa süre sonra ortaya çıkan bulgular kişi tarafından önemsenmeyerek hastalığın tanısında gecikmeye neden olabilmektedir."

Dr. Tümay Sözen'se şu önerilerde bulunuyor: "Gelişmekte olan bir ülke olarak sağlık sorunlarımız gelişmiş ülkelerden farklıdır. Gelişmiş ülkelerdeki gibi ülkemizde de uzmanlardan oluşmuş sağlık komiteleri kurulmalı, taramaların nasıl yapılacağı konusunda esaslar saptanmalıdır. Bu komiteler, uluslararası kabul görmüş tarama ölçütlerine göre, halkımızın ırksal, yöresel, ekonomik ve çevresel koşullarını göz önüne alarak sağlık taraması yapılması konusunda raporlar yayımlamalıdır. Kuşkusuz bu raporlar, gelişmiş ülkelerden farklı sonuçlar içerecektir."

Gülgûn Akbaba

"Bilgisayar" mı, "Bilgiişler" mi?

Bilindiği gibi "computer"ler İngilizce'nin konuşulduğu ülkelerde geliştirilmiştir. İngilizce "Computer" sözcüğü bir küçük bilim sözlüğünde çevirisini verdiğim şu şekilde tanımlanmıştır: Veri kabul edebilen, ona bir dizi mantıksal işlemler uygulayabilen, bu işlemlerin sonuçlarını bilgi (information) olarak sunabilen bir elektronik aygıt. Computer'ler karmaşık matematiksel hesaplamalar dizilerini çok büyük hızda yerine getirmek için kullanılır; bu onları her günkü büro hesaplamaları, endüstriyel işlemlerin kontrolü ve uzay aracı uçuş yollarının kontrolü gibi çeşitli amaçlar için çok faydalı yapar. Bu işlemleri yerine getirme yetenekleri yalnızca matematiksel yeteneklerine değil, fakat bilgi depo edebilme ve uygun koşullarda belirtilen bilgi (information) bit'lerini yeniden kullanabilme yeteneklerine dayalıdır."

"Computer" sözcüğünün İngilizce günlük dilde karşılığı ise "hesaplayıcı" sözcüğüdür.

"Computer" sözcüğü Türkçe'ye "bilgisayar" sözcüğü ile karşılanarak girmiştir. Bilgisayar sözcüğü için Türk Dil Kurumu sözlüğünde şu tanım verilmektedir: "Bilgisayar (bileşik ad) kendine verilen bilgi ve verilere göre, yalın ya da karmaşık işlemleri yapıp sonuçlandıran elektronik makine. Buna elektronik beyin de denir, kompütür."

Günümüzde, kişisel computer'lerin büyük bir hızla yaygınlaşması ile "bilgisayar" sözcüğü geniş bir kullanım bulmuştur ve kullanımı gün geçtikçe daha da yaygınlaşmaktadır. Türkçe'de computer karşılığı kullanılan "bilgisayar" sözcüğünün "computer=hesaplayıcı" sözcüğünden farklı bir yönü, yapısında "bilgi" sözcüğünün bulunmasıdır.

Computer sözcüğünün çevirisini verdiğimiz tanımında ise İngilizce "information" sözcüğü, birkaç kere, şu kullanımlar içinde kullanılmıştır: "information olarak sunabilen bir elektronik aygıt..." "information depo edebilme ...belirtilen information bit'lerini yeniden kullanabilme yeteneklerine dayalıdır...".

İngilizce "information" sözcüğüne Türkçe şu karşılıklar verilmektedir. Information: Bilgi, haber.

İngilizce "information" sözcüğünün Türkçe karşılığı "bilgi" sözcüğü olarak alınırsa, computer'lerin Türkçe adlandırılmasında (bilgisayar) kullanılmış olan "bilgi" sözcüğü Türk Dil Kurumu sözlüğünde bilgisayar (computer) sözcüğünün tanımında bulunan ve çevirisini verdiğimiz "computer" sözcüğünün tanımında da birkaç kez kullanılmış bu sözcüğün computer'lerle kurulan ilişkisi nedeni ile kullanılmış olmalıdır.

"Computer=hesaplayıcı" lar gerçekten de zaman içinde yalnızca matematiksel hesaplamalar yapmaktan daha geniş işler



yapar duruma gelişmişlerdir. Bu aygıtların gelişme çizgileri, gün geçtikçe daha da değişik işlevler gerçekleştirebileceklerini önermektedir. Yazının başında aktardığım tanım 1986 tarihlidir, ancak orada dahi üç kere computer'lerin "information işlediği" anlamında bir tanım vardır. Bu durumda computer'lerin yalnız hesaplama işleri yapmadıkları, genel olarak "bilgi işledikleri" nitelemesi düşünülebilir.

"Computer=hesaplayıcı" sözcüğünün anlamında olan hesaplama işleri ise bu sözcüğe Türkçe'de karşılık olarak kullanılan "bilgisayar" sözcüğünde "sayar" sözcüğü ile belirtilmiştir. "Saymak-sayar" sözcükleri hesaplama ile ilgili, hesaplamayı çağrıştıran sözcüklerdir ama computer'lerin yaptıkları işlerle ilgili olarak bütünüyle ilgisiz, yanlış nitelendirmelerdir.

"Computer"lerin giderek genişleyen işlevleri içinde "bilgi üzerine işlem yaptıkları" "bilgi işledikleri" kabul edilirse, bilgi üzerine yapılan işlem "bilgi saymak" değildir ve bunu yürüten aygıt da "Bilgisayar" olarak adlandırılamaz. Bilgi üzerine işlem yapan aygıt daha doğru olarak "Bilgiişler" olarak adlandırılmalıdır.

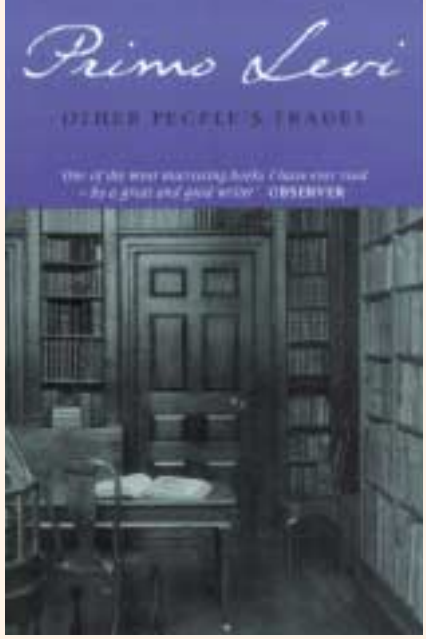
Computer'ler için "bilgisayar" değil "bilgiişler" sözcüğü kullanılırsa, "Computer Center" sözcüğünün doğal karşılığı "Bilgiişler Merkezi" ya da "Bilgiişlem Merkezi" olmaktadır ve "Bilgiişler" sözcüğü "Bilgiişlem" sözcüğü kullanımıyla uyum sağlanmaktadır.

"Computer"ler için "bilgisayar" karşılığının kullanılması günümüzde büyük yaygınlık kazanmıştır. Bu yanlış Türkçe karşılığın daha da yaygınlaşmasına izin verilmemelidir.

Alper Davutoğlu

Vitrinde Olmayanlar

Bu sayımızda ilgi alanı çok geniş bir yazarın, Primo Levi'nin kendi alanı (kimya) dışında değişik konularla ilgili denemelerini bir araya getirdiği Başkalarının Meslekleri adlı kitabından bir bölüm yayımlıyoruz.



Other People's Trades
Primo Levi
Abacus, 1991, 209 sayfa

Okula Dönüş

Çekingenliğimi ve tembelliğimi yendim ve altmış yaşında çok ciddi bir kurumda açılan, çok az bildiğim bir yabancı dilin öğretildiği kurslara kaydoldum. (...)

Öğretmen derse samimi ve dürüst bir konuşmayla başladı: İnsan bir yabancı dili birçok farklı sebeple öğrenmek isteyebilir. Dolayısıyla da öğretme yöntemleri farklı olabilir. Doğrusunu söylemek gerekirse, öğretim ihtiyaca göre, her bir öğrencinin önceki bilgilerine, yeteneklerine, hedeflerine göre şekillendirilmeli. Bu da mümkün olmadığına göre bir orta yol bulunması gerekir. Bazısı bir yabancı dili yalnızca o dilde okuyacak, mesleki yayınları takip edecek kadar, bir turist kadar ya da iş görüşmesi yapmaya, iş mektupları yazmaya yetecek kadar ya da bir meslektaşıyla anlaşabilecek kadar öğrenmek ister veya öğrenmek zorunda kalır. Ortada birbirinden farklı bunca sebep olmasına karşın, öğrenmeyi edilgen öğrenme (iletmeden alma) ve etkin öğrenme (alma ve iletme) diye ayırabiliriz. Ama çok da umutlanmayın; yetenekli olanlarınız sözlü ve yazılı dilin hemen hemen tamamını edilgen olarak anlamayı başaracak. Sizin yaşınızda (belli ki çoğunluğun yaşını kastediyordu) yalnızca bir dâhi bu dili hata yapmadan konuşmayı ve yazmayı becerebilir. Yurtdışında en az altı ay yaşar ve İtalyanca tek bir sözcük işitmez ve konuşmazsanız başka.

Daha ilk derste, öğrenmenin yirmi yaşında, kırk yaşında, altmış yaşında ne kadar farklı olduğunu anladım. Bir işitme sorunum olmadığını sanıyordum; yoktu da, ama yalnızca İtalyanca konuşulduğunda. İnsanın kendi dilinde yapılan bir konuşmayı dinlemesi başkadır. Bir heceyi ya da bir sözcüğü kaçırsanız bile, o sözcüğün ya da hecenin yerini farkına varmadan doldurmakta ya da dışarda bırakma yöntemiyle akıl yürüterek ne olduğunu tahmin etmekte zorluk çekmezsiniz. Ama eğer konuşulan dil sizin diliniz değilse, bir hece kaçırmak otobüs kaçırmaya benzer: Siz zincirin eksik halkasını bulmak için çırpınırken konuşma ilerler. Sizin kafanız duvarlardan yansıyan bir ses ya da sokaktan geçen bir tramvayın sesiyle hemen karışıverirken, genç sınıf arkadaşlarınızda en ufak bir rahatsızlık belirtisi görülmez. Görme gücünüzle ilgili sorunlar da çıkar. Kendiminkinden şikâyet edersem haksızlık etmiş olurum. Gündelik hayatta, o da sadece müzelerde, bir yakından bir uzaktan bakarken durmadan odak değiştirmem gerektiğinde belki biraz canımı sıkıyor. Okulda da işte böyle oluyor; odaklama işinde çok becerikli olmak gerekli. Gözün sayısız defa defterden tahtaya sonra da öğretmenin yüzüne atlaması gerekiyor. Çift odaklı gözlük kullanıyorsanız idare edersiniz. Yok eğer gözlüğünüz çift odaklı değilse, sol eliniz gözlüğü bir takıp bir çıkarmaktan yorgun düşer.

Bir de daha kalıcı oldukları için daha ciddi olan sorunlar var. Öğrenme sürecinde üç ayrı evre olduğunu biliyoruz. Öğrenilen şeyin belleğe kazınması, orada tutulması ve gerekli olduğunda hatırlanması. Son ikisi oldukça kolay: Bir şey belleğinize bir kere yerleşmişse belirsiz bir süre için orada kalmaya devam eder. Hatırlamak da zor değildir. Aslına bakarsanız, insan yıllar geçtikçe bazı püf noktaları öğreniyor, öyle ki insanın "dilinin ucundaki" sözcük ve kavramların sayısı giderek azalıyor. Ama öte yandan, yeni şeylerin belleğe kazınması giderek daha da zorlaşıyor. İnsanın "öğrenmeyi öğrenmesi" gerekiyor: Bir kavramın depoya girmesi ve orada beklemesi artık tek başına yeterli olmuyor. Zaten orada beklemez, en azından uzun bir süre beklemez: Girer ve hemen çıkar, uçucudur, ardında yalnızca sinir bozucu, bulanık bir iz bırakır. Sanki bir çekiç kullanır gibi, güç kullanarak müdahale etmeyi, bir çekiçle kavramları yerlerine zorla yerleştirmeyi öğrenmek gerekir. Evet, bu yapılabilir ancak zaman ve çaba ister. Düzenli olarak not almak, bu notları tekrar tekrar (aradan haftalar, aylar geçse bile) okumak gerekir. Üstüne üstlük insan, her ne kadar paradoksal görünse de, hatalı kavramları silmenin yani isteyerek unutmanın öğrenmek kadar zor olduğunu anlar. Sanki varsayımsal bir balmumu tablet, üzerine bir şey kazınamayacak, kazınmış olanlar da silinemeyecek kadar sertleşmiştir. Bir dili öğrenmeye heves ettiğinizde kolaylıkla yerleşen sözcük seçimindeki hataları ve gramer yanlışlarını daha sonra yok etmeye çalışmak yöntemli bir çalışma, sabır ve oldukça fazla enerji ister.

Öte yandan yaş insana sadece dezavantaj getirmiyor. Ne de olsa insan o arada birkaç numara öğrenmiş oluyor. Gerekli olanlarla fazlalıklar arasındaki farkı, yani hangi kavramların içeri kabul edilip depoya atılacağını, hangilerininse şöyle bir bakıldıktan sonra bir kenara atılacağını anlamak kolaylaşıyor. Artık daha bir sakin olan insanın, kendine ait daha çok zamanı ve zihnini oyalayan daha az işi oluyor. Yeni edinilen bilgilerin, bir anahtarın bir kilide yerleşmesi gibi gelip yerleştiği (belki de var olduğunun farkında olmadığınız) organik bir bilgi birikiminiz oluyor. On veya yirmi yıldır tatmin edilmeyi bekleyen merakınız olunca öğrenmeyi istediğiniz kavramlar belleğe daha iyi yerleşiyor.

Hepsinden önemlisi hedefleriniz değişmiş oluyor. Öğrenme isteği diye bir şeyden genellikle söz edilemeyecek zorunlu eğitim yılları bittikten sonra bile, öğrencinin öğrenme isteği dolaylı bir nitelik taşır. Öğrenmek için değil çalışmalarına devam etmesini ya da hayatını kazanmasını sağlayacak bir unvan kazanmak için okula gider. Öğrenme ile mesleki yetkinlik arasındaki karşılıklı ilişkinin ancak nadiren farkına varır. Çünkü, maalesef, çoğu zaman böyle bir ilişki yoktur. Yaptığı çalışmaların uzun vadede yararlı olacağına mantığını kullanarak ikna olsa bile, konuya ilgisi hâlâ zayıf olabilir. Bütün bunların aksine, tam bir seçme özgürlüğü ile, insanı sınırlayan bir ders programı ve devam zorunluluğu olmayan bir derse katılmaya karar veren, sınav korkusu yaşamayan, aleyhinde olabilecek yargılardan korkmayan yaşlı bir kimse, yukarıda anlatılan elverişsiz koşulların ve sert okul sıralarının bozamayacağı bir hafiflik hisseder, bir özgür irade duygusu tadar.

Böyle bir ders hem çalışma, kendini geliştirmedir hem de bir oyun ve bir lükstür. Oyun, yani amacı kendisi olan ama aynı zamanda kurallı ve düzenli olan etkinlik, çocuklara özgüdür. Ama okula geri dönerek oynadığı oyunda insan çocukluğun hoş ve unutulmuş tadını bulur. Sınıf arkadaşlarıyla girişilen rekabet, sonucu ne olursa olsun, gençlerle kurulan eşit bir ilişki, başka bir yerde yaşanması imkânsız adil ve açık bir yarıştır. Kuşaklar arasındaki duvarlar yıkılır; insan yaşlıların can sıkıcı otoritesini bir kenara bırakmak zorunda kalır ve kendisiyle alay etmeyen, kendisini aşağılamayan ve zoraki bir yakınlık kurmaya çalışmadan arkadaş olan, yanında oturan gencin daha üstün zihinsel kaynaklarına saygı duyar. Dahası, insanın kendine doğrudan bir amacı olmayan bir etkinlik armağan etmesi çok şeye mal olmayan ama çok fazla şey sunan bir lükstür: Ender rastlanan, güzel bir nesneyi bedavaya ya da neredeyse bedavaya, almaya benzer.

Çeviri: Sevil Kıvan

Yayın Dünyası

Murat Dirican



Demiryolundan Petrole
Chester Projesi (1908-1923)
Bilmez Bülent Can
Tarih Vakfı Yurt Yayınları
İstanbul
Mayıs 2000

Colby Mitchell Chester adlı Amerikalı amiralin öncülüğündeki bir grup, demiryolları yapımı ve işlemesi başta olmak üzere Anadolu'da birçok imtiyaz almaya çalışmıştı. İlki 1908'de Jön Türk devriminden hemen sonra, ikincisi ise 1922'de Ankara yönetimi döneminde gündeme gelen ancak hayata geçirilemeyen bu imtiyazlar, sadece demiryollarıyla ilgili değildi. İnşa edilecek hatların çevresindeki madenlerin, özelikle de bakır ve petrolün de işletme haklarını da kapsıyordu. Büyük Güçler'in Ortadoğu'daki nüfuz mücadelesi, milli iktisat politikaları, Birinci Dünya Savaşı'nın nedenleri, Lozan Antlaşması, Musul sorunu gibi geniş açılımları olan çalışmada, Chester Projesi gibi somut bir örnek-olaydan yola çıkarak tezlerini kuramsal bir düzleme oturtan Bilmez Bülent Can, Türkiye'nin batılılaşma süreci tartışmalarına "Avrupamerkezci modern standardizasyon" teziyle katkıda bulunuyor. Şerif Mardin'in deyişiyle, bu çalışma "bize dikkate değer yeni bir kuramsal yaklaşım sunduğu oranda, Cumhuriyet tarihimize de gerçek bir katkıda bulunuyor."



Erken İç Asya Tarihi
Derleyen: Denis Sinor
Çeviren: Ş. Tekeli, L. Köker, A. Şenel, M. Tunçay, T. Tekin, H. Berktay, R. Sezer, Ş. Tekin, A. Arel, S. Esenbel, İ. Togan
İletişim Yayınevi / Tarih dizisi
İstanbul, 2000

Cambridge Üniversitesi külliyatının en önemli kitaplarından biri olan *Erken İç Asya Tarihi*, her biri konusunun uzmanı tarihçilerin yazdığı makaleleri biraraya getiriyor. Dünyanın en ilginç coğrafyalarından biri, büyük uygarlıkların 'doğum yeri' olan İç Asya'nın eski çağlardaki tarihine ışık tutan bu derleme, imza attıkları önemli çalışmalarla ünleri ülkemizin sınırlarını aşan araştırmacılarımızca Türkçe'ye çevrildi.

Kitap, bölgenin coğrafyasını tanıttıktan sonra ele aldığı tarihini, Paleolitik Çağ'dan 13.yüzyılda Moğol İmaratorluğu'nun kuruluşuna değin getiriyor ve bu topraklarda yaşamış, çeşitli uygarlıkların tarihte bıraktığı izleri, arkeolojinin ortaya koyduğu kanıtlarla sunuyor. Ünlü tarihçi Ordinaryüs Profesör Denis Sinor'un yayıma hazırladığı, günümüze pek az belge bırakmış İç Asya tarihini dünya tarihiyle kaynaştıran *Erken İç Asya Tarihi*, aynı zamanda "Türk dünyası"nın tarihi olarak da okunabilir.



Atatürk ve Üniversite Reformu
Horst Widmann
Çeviren: Aykut Kazancıgil, Serpil Bozkurt
Kabalcı Yayınevi
İnceleme Dizisi
İstanbul, Mayıs 2000

Cumhuriyet dönemindeki en önemli olaylarından birinin, merkezini İstanbul Üniversitesi Reformu'nun oluşturduğu kültür ve eğitim atılımı olduğunu söyleyebiliriz. Bu reform, 1924'te başlayan Atatürk kültür hareketinin hem önemli bir parçası hem de sürekliliğinin simgesiydi. Reformun bir başka özelliği de tarihsel bir rastlantıyla Almanya'da siyasi baskı altındaki bilim adamlarına yeni kurulacak üniversitede yer verilmiş olmasıdır.

Mülteci olarak Türkiye'ye gelen bu öğretim üyeleri Türk Üniversitelerinin gelişmesine önemli katkılarda bulunmuş ve Türkiye'de yapılacak bilimsel gelişmeleri yönlendirmişlerdi. Kendisi de Ankara'da bir süre okutman olarak görev yapmış Widmann'ın bu kitabı Türkiye açısından büyük önem taşıyan bu reform dönemini konu alan ilk temel araştırmadır.

Mülteci öğretim görevlilerinin anıları, çalışmaları ve görüşlerine geniş ölçüde yer veren bu kaynak kitap, Prof. Dr. Aykut Kazancıgil'in katkıları ve eklediği belgelerle dönemin hareketli ruhunu canlı bir biçimde gözler önüne seriyor.



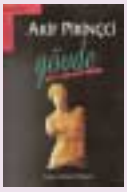
Antikçağda Kitap
Horst Blanck
Çeviren: Zehra Aksu Yılmazer
Dost Kitabevi Yayınları / Yaşam ve Kültür Dizisi
Ankara Mayıs 2000

Bu "kitaplar kitabı" için, antikçağda rulo ve kodeksleri, kitapçılık ve kütüphaneleri ele alan en önemli yapıtlardan biri olduğunu söyleyebiliriz.

Çok sayıda resimle desteklenen bu kitap hem antik kaynaklara hem de en son veri ve bulgulara dayanılarak hazırlanmış. Horst Blanck *Antikçağda Kitap*'ta Yunanlı ve Romalılarda kimlerin okuyup yazdığını, yazın dünyasını, yayıncıları, kitap dağıtımını, o dönemde kitapların hangi malzemelerden üretildiğini, papirüsten parşömene, rulo kitaptan kodekse nasıl geçildiğini ayrıntılarıyla anlatıyor. Ayrıca, antikçağda özel kitap koleksiyonlarını ve kamu kütüphanelerini, kütüphanelerin mimari yapılarını hoş bir dille betimliyor. Özetle Horst Blanck, sadık dostumuz kitabın özgeçmişini değişik yönleriyle öğrenmemizi sağlıyor.



Erdemin Başı Dil
Türkçemiz Üzerine Konuşmalar
Konuşma Metinleri
Emin Özdemir
Bilgi Yayınevi
Bilgi Dizisi
İstanbul Nisan 2000



Gövde
Roman
Akif Pirinçci
Çeviren: Selahattin Dilidüzgün
Güncel Yayıncılık
Edebiyat Dizisi
İstanbul Mayıs 2000

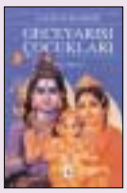


İblis, Erken Dönem Hıristiyan Geleneği
Tarih
Jeffrey Burton Russell
Çeviren: Ahmet Fethi
Kabalcı Yayınevi
İstanbul, Nisan 2000

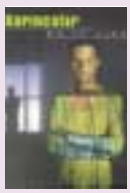


Albayım Beni Nezahat ile Evlendir
Roman
İlhami Algör
Dost Kitabevi Yayınları
Ankara, Nisan 2000

Geceyarısı Çocukları
Roman
Salman Rushdie
Çevirmen: Aslı Biçen
Metis Yayınları
Edebiyat Dizisi
İstanbul Mayıs 2000



Karıncalar
Roman
Boris Vian
Çevirmen: Işıl Yüce
Altıkırkbeş Yayınları
Nerdeyse Bütün Eserleri
İstanbul Mayıs 2000



Türk-Alman Eğitim İlişkilerinin Tarihi Gelişimi
Araştırma
Kemal Turan
Ayışığı Kitapları
İstanbul Mayıs 2000



Zamanımızın Bir Ressamı
Roman
John Berger
Çevirmen: Abbas Örmen
Adam Yayınları
Roman - Çeviri Dizisi
İstanbul Mayıs 2000





Saraybosna Turnuvası

Bu ay geçtiğimiz aylarda birçok büyükustanın katıldığı Sarajevo 2000 turnuvasından oyunlarla karşınızdayız. 11 tur üzerinden yapılan turnuvayı Kasparov kazandı. Daha ilk baştan ilk sırayı ele geçiren büyükustayı Adams ve Shirov zorladıysa da onlar sırasıyla ikinci ve üçüncülükle yetindiler. En düşük elo puanının 2594 olduğu turnuvadan seçtiğimiz oyunları aşağıda bulabilirsiniz.

Sonuçlar: 1. Kasparov, Gary RUS 2851 8.5; 2. Adams, Michael İNG 2715 8.0; 3. Shirov, Alexei İSP 2751 8.0; 4. Morozevich, Alexander RUS 2748 6.0; 5. Topalov, Veselin BUL 2702 6.0; 6. Bareev, Evgeny RUS 2709 6.0; 7. Sokolov, Ivan BIH 2637 4.5; 8. Movsesian, Sergei CZE 2668 4.0; 9. Short, Nigel D İNG 2683 4.0; 10. Georgiev, Kiril BUL 2677 4.0; 11. Gurevich, Mikhail BEL 2694 4.0; 12. Bacrot, Etienne FRA 2594 3.0;

Short, A-Topalov, V
ECO B20

1. e4 c5 2. b3 Ac6 3. Fb2 a6 4. f4 e6 5. Af3 Af6 6. d3 d5 7. Abd2 Fe7 8. g3 O-O 9. e5 Ad7 10. Fg2 b5 11. O-O c4 12. Şh1 cxd3 13. cxd3 a5 14. Ve2 a4 15. Kfc1 Vb6 16. a3 b4 17. axb4 Fa6 18. bxa4 Axb4 19. Fd4 Fc5 20. Ve3 Axd3 21. Kcb1 Vc7 22. Ff1 Fxd4 23. Axd4 A3c5 24. Fb5 g6 25. a5 Kfb8 26. Fxd7 Kxb1+ 27. Kxb1 Vxd7 28. Şg1 Kc8 29. Kc1 Ad3 30. Kxc8+ Vxc8 31. A2f3 Vc3 32. h4 Va1+ 33. Şh2 Vxa5 34. h5 Va2+ 35. Şh3 Vb1 36. Vg1 Vb2 37. Şh4 Ac5 38. hxg6 hxg6 39. Vh2 Va1 40. Şg4 Ae4 41. Vg1 Vb2 42. Vh2 Vc1 43. Vg1 Ff1 44. Şh4 Vd1 45. g4 Şh8 46. Vh2 Vc1 47. g5 Şg8 48. Şg4 Fd3 49. Vg1 Vb2 50. Vh2 Va3 51. Şh4 Ac5 52. Vg1 Fe4 53. Ah2 Ff5 54. Axf5 exf5 55. Vg2 Ae4 56. Vf3 Vc1 57. Af1 d4 58. Şh3 d3 59. e6 fxe6 60. Ag3 Ve1 61. Axe4 fxe4 62. Vg2 Ve2 0-1

Morozevich, A-Gurevich, M
ECO B07

1. e4 d6 2. d4 Af6 3. Ac3 g6 4. Fe3 c6 5. h3 Abd7 6. Af3 Vc7 7. a4 Fg7 8. Fe2 O-O 9. Ad2 b6 10. g4 Fb7 11. g5 Axe4 12. Adxe4 d5 13. Ag3 e5 14. O-O exd4 15. Fxd4 Vf4 16. Fxg7 Şxg7 17. Fg4 f5 18. gxf6+ Axf6 19. Ace2 Vd6 20. Ff3 Kae8 21. c4 Vd7 22. cxd5 Vxh3 23. Af4 Vh4 24. Ae6+ Kxe6 25. dxe6 c5 26. e7 Ke8 27. Ke1 1-0

Shirov, A-Adams, Mi
ECO C42

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Fd6 7. O-O O-O 8. c4 c6 9. Vc2 Aa6 10. a3 Fg4 11. Ae5 Ff5 12. b4 Vh4 13. Ac3 Ac7 14. Af3 Vh5 15. Axe4 dxe4 16. Fxe4 Fxe4 17. Vxe4 Kfe8 18. Vd3 Ae6 19. Fe3 Kad8 20. Kfe1 a6 21. Kad1 h6 22. h3 b5 23. Vc2 bxc4 24. Vxc4 Vb5 25. Kc1 Kc8 26. Ad2 Af4 27. Vxb5 axb5 28. Kc2 Ad5 29. Ab3 Ka8 30. Kxc6 Ff4 31. Aa5 Axe3 32. g3 Af5 33. Kxe8+ Kxe8 34. gxf4 Axd4 35. Kc5 Ke1+ 36. Şg2 Ka1 37. Ac6 Ae6 38. Kxb5 Kxa3 39. Ae7+ Şh7 40. Ad5 1/2-1/2

Kasparov, G-Bacrot, E
ECO C45

1. e4 e5 2. Af3 Ac6 3. d4 exd4 4. Axd4 Af6 5. Axc6 bxc6 6. e5 Ve7 7. Ve2 Ad5 8. c4 Fa6 9. b3 g6 10. f4 Vb4+ 11. Fd2 Vb6 12. Ve4 f5 13. Vf3 Vd4 14. Ac3 Axc3 15. Fxc3 Fb4 16. Kc1 Fxc3+ 17. Kxc3 O-O-O 18. c5 Fb7 19. Ve3 Vxe3+ 20. Kxe3 d6 21. Fc4 Şd7 22. h4 d5 23. Fd3 h5 24. Kg3 Kh6 25. b4 Şe6 26. Şd2 Ka8 27. Kb1 a6 28. Kb3 Şf7 29. Ka3 Khh8 30. Kg5 Kh6 31. Şc3 Kb8 32. Ka5 Ka8 33. Şd4 Khh8 34. Fc2 Kab8 35. Fd3 Ka8 36. Fe2 Khb8 37. Ka3 Kh8 38. Kag3 Kag8 39. Fxh5 1-0

Georgiev, Ki-Movsesian, S
ECO D15

1. d4 Af6 2. c4 c6 3. Ac3 d5 4. Af3 a6 5. c5 Ff5 6. Ff4 Abd7 7. e3 e6 8. Ad2 Fe7 9. Fe2 h6 10. b4 O-O 11. O-O Ke8 12. h3 Vc8 13. Ke1 Fd8 14. Ff1 e5 15. dxe5 Axe5 16. e4 Axe4 17. Acxe4 dxe4 18. Axe4 Fxe4 19. Kxe4 Ff6 20. Kc1 Vf5 21. Vc2 Ke7 22. Fg3 Kd8 23. Şh1 Kd5 24. Kce1 Kd4 25. a3 Kxe4 26. Kxe4 h5 27. Ke2 Vxc2 28. Kxc2 h4 29. Ff4 Kd7 30. Fe2 g5 31. Fe3 Şg7 32. Şg1 Şg6 33. Şf1 Fg7 34. g3 hxg3 35. fxg3 f5 36. Kd2 Kxd2 37. Fxd2 Ff6 38. Şg2 Şf7 39. Fd1 Şe7 40. Fb3 Ad7 41. Fc2 Şe6 42. Şf3 Ae5+ 43. Şe2 Ad7 44. Fb3+ Şe7 45. Fg8 Ae5 46. Fc1 Şd7 47. a4 Şe7 48. Fh7 Şe6 49. a5 Ad7 50. Fg8+ Şe7 51. Fh7 Şe6 52. Fd2 Af8 53. Fg8+ Şe7 54. g4 fxg4 55. hxg4 Ag6 56. Fb3 Af4+ 57. Şf3 Fe5 58. Fc2 Şf6 59. Ff5 Ae6 60. Şe4 Fb2 61. Şd3 Ad8 62. Fc8 Fe5 63. Şe4 Fb2 64. Fe3 Fa3 65. Fd4+ Şg6 66. Fc3 Fc1 67. Fe5 Şf7 68. Şd3 Şe7 69. Fc7 Fa3 70. Şc3 1-0

Adams, Mi-Kasparov, G
ECO B84

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Af6 5. Ac3 a6 6. Fe3 e6 7. Fe2 Vc7 8. a4 b6 9. f4 Fb7 10. Ff3 Abd7 11. f5 e5 12. Ade2 h5 13. h4 Kc8 14. Ag3 Vc4 15. Fd2 g6 16. fxg6 fxg6 17. Ve2 Fe7 18. Vxc4 Kxc4 19. O-O-O O-O 20. b3 Kc7 21. Şb2 Kfc8 22. Kc1 Ac5 23. Ad5 Fxd5 24. exd5 e4 25. Fe2 Axd5 26. Şb1 b5 27. axb5 axb5 28. Fxb5 e3 29. Fc4 exd2 30. Fxd5+ Şg7 31. Kcf1 Ff6 32. Kxf6 Şxf6 33. Kd1 Ke7 34. Kxd2 Ke1+ 35. Şb2 Kb8 36. Şa2 Kb6 37. Ae2 Kb4 38. g3 g5 39. hxg5+ Şxg5 40. Ad4 Şg4 41. Ff3+ Şxg3 42. Fxh5 Şf4 43. Kf2+ Şe4 44. c3 Kb6 45. Fg6+ Şe3 46. Kf3+ Şd2 47. b4 Ke7 1/2-1/2

Gurevich, M-Shirov, A
ECO A29

1. c4 Af6 2. Ac3 e5 3. Af3 Ac6 4. g3 d5 5. cxd5 Axd5 6. Fg2 Ab6 7. d3 Fe7 8. a3 Fe6 9. O-O O-O 10. b4 Ad4 11. Fb2 Axf3+ 12. Fxf3 c6 13. Vc2 Ad7 14. Ae4 Fd5 15. Fc3 Kc8 16. Vb2 Ke8 17. Fg4 Kc7 18. f4 Fxe4 19. dxe4 Ff6 20. Kad1 Ve7 21. Fxd7 Kxd7 22. Kxd7 Vxd7 23. fxe5 Fd8 24. Şg2 Fc7 25. Fd4 a6 26. Vc3 Ke6 27. Kf3 Ve8 28. Kd3 h6 29. Vd2 Şh7 30. Fc5 Kxe5 31. Kd7 Kd5 32. exd5 Vxd7 33. Vd3+ Şg8 34. d6 Fd8 35. h3 Ve6 36. e4 b6 37. Ff2 Şf8 38. g4 Şe8 39. Şf3 b5 40. Fe3 Vf6+ 41. Şe2 Şd7 42. Fd4 Vg6 43. Fe5 h5 44. Vf3 hxg4 45. hxg4 Ff6 46. Fxf6 Vxf6 47. Ve3 Vxd6 48. Va7+ Şe6 49. Vxa6 Şe5 50. Va7 Ve6 51. Şf2 Va2+ 52. Şg3 Şxe4 53. Vc5 Vd5 54. Vc1 g5 55. Ve1+ Şd3 56. a4 bxa4 57. Vd1+ Şc3 58. Vxa4 Vd3+ 0-1

Short, A-Bareev, E
ECO B15

1. e4 c6 2. Ac3 d5 3. d4 dxe4 4. Fc4 Af6 5. f3 b5 6. Fb3 e6 7. fxe4 b4 8. Ace2 Axe4 9. Af3 Fa6 10. O-O Fd6 11. c4 bxc3 12. bxc3 Ad7 13. Vc2 Aef6 14. c4 O-O 15. c5 Fc7 16. Fg5 h6 17. Fh4 Vc8 18. Kfe1 Fxe2 19. Kxe2 Ad5 20. Kf1 Va6 21. Ke4 Kae8 22. Kfe1 A7f6 23. Fxf6 Axf6 24. Kh4 Va5 25. Ke2 Ke7 26. g3 Kb8 27. Şg2 Kbe8 28. Vd3 Ad5 29. Ae5 Vc3 30. Vxc3 Axc3 31. Kd2 Fxe5 32. dxe5 Ad5 33. Ka4 Kb8 34. Ka5 Şf8 35. Şf3 Keb7 36. h4 Şe7 37. Kd4 f6 38. exf6+ gxf6 39. Kda4 Ac3 40. Ka3 Ab5 41. K3a4 Kd7 42. Fc4 Ac3 43. Ka3 Ab1 44. K3a4 Ad2+ 45. Şe3 Kg8 46. Fe2 Kxg3+ 47. Şf2 Kc3 48. Kxa7 Ae4+ 49. Şg2 Axc5 50. Kxd7+ Şxd7 51. Ka7+ Şd6 52. a4 Kc2 53. Şf1 Şe5 54. a5 Şf4 55. Kg7 Ae4 56. Fd3 Ka2 57. a6 Ad2+ 58. Şf2 Af3+ 59. Fe2 Ad4 60. Kg4+ Şe5 0-1

Morozevich, A-Sokolov, I
ECO C34

1. e4 e5 2. f4 exf4 3. Af3 Ae7 4. d4 d5 5. Ve2 Ag6 6. h4 dxe4 7. Vxe4+ Ve7 8. Vxe7+ Axe7 9. Ac3 c6 10. Fc4 Af5 11. O-O f6 12. Fxf4 Fd6 13. Kae1+ Şd8 14. Ad2 Fxf4 15. Kxf4 Ad6 16. Fd3 Ad7 17. h5 h6 18. Ke3 Ke8 19. Kg3 Ke7 20. Ace4 Ae8 21. c4 Af8 22. d5 cxd5 23. cxd5 Ke5 24. Ac3 Kxh5 25. Ke3 Ad6 26. Af3 Af7 27. Kfe4 Ae5 28. Axe5 Kxe5 29. Kxe5 fxe5 30. Kf3 Şe7 31. d6+ Şe8 32. Ab5 Ae6 33. Fg6+ Şd8 34. Kf7 Fd7 35. Ff5 Fe8 36. Ke7 Ad4 37. Ac7 Fc6 38. Fh3 1-0

Shirov, A-Topalov, V
ECO C11

1. e4 e6 2. d4 d5 3. Ac3 Af6 4. Fg5 dxe4 5. Axe4 Fe7 6. Fxf6 gxf6 7. Af3 a6 8. c4 f5 9. Ac3 Ff6 10. Vd2 c5 11. d5 O-O 12. O-O-O e5 13. h4 b5 14. d6 Ac6 15. d7 Fb7 16. Vd6 e4 17. Ad5 Fg7 18. Ag5 Ad4 19. Ae7+ Şh8 20. Kh3 f4 21. Şb1 b4 22. Fe2 f3 23. gxf3 Axe2 24. Vxc5 Af4 25. Vf5 Ag6 26. h5 Vxe7 27. hxg6 1-0

Kasparov, G-Gurevich, M
ECO C11

1. e4 e6 2. d4 d5 3. Ac3 Af6 4. Fg5 dxe4 5. Axe4 Fe7 6. Fxf6 gxf6 7. Af3 a6 8. g3 b5 9. Fg2 Fb7 10. Ve2 Ad7 11. O-O O-O 12. Kfd1 Fd5 13. c3 f5 14. Aed2 c5 15. dxc5 Axc5 16. Af1 Vc7 17. Kxd5 exd5 18. Ae3 Ff6 19. Ad4 Fxd4 20. cxd4 Ae4 21. Axd5 d6 22. Ae3 Vf6 23. Vh5 Kad8 24. Axf5 Ad6 25. Ae3 Vxd4 26. Kd1 Vg7 27. Kd5 Şh8 28. Vd1 Ab7 29. b4 Kxd5 30. Vxd5 Ad8 31. Vd6 Ae6 32. Vxa6 Ad4 33. h4 f5 34. Ad5 Ae2+ 35. Şf1 f4 36. Şxe2 fxg3 37. Vd6 Vb2+ 38. Şd3 Kxf2 39. Vb8+ Şg7 40. Vxg3+ Şh8 41. Vb8+ Şg7 42. Vc7+ Şf8 43. Ve7+ Şg8 44. Vg5+ Şh8 45. Fe4 Vc2+ 46. Şd4 Vd2+ 47. Şc5 Vxg5 48. hxg5 Kxa2 49. Şxb5 Ke2 50. Ac3 Ke3 51. Şc4 Kg3 52. b5 Kxg5 53. b6 1-0

Shirov, A-Short, N
ECO C18

1. e4 e6 2. d4 d5 3. Ac3 Fb4 4. e5 c5 5. a3 Fxc3+ 6. bxc3 Vc7 7. Vg4 f5 8. exf6 Axf6 9. Vg3 Ve7 10. Ff4 Ah5 11. Vg4 Axf4 12. Vxf4 c4 13. Af3 Ac6 14. g3 Vf6 15. Ve3 O-O 16. Fg2 Fd7 17. O-O Kae8 18. Kae1 b6 19. Vd2 Ke7 20. Ae5 Axe5 21. Kxe5 Kef7 22. f4 Vh6 23. h4 Kf5 24. Ke3 Vg6 25. Şh2 K5f6 26. Kfe1 Ke8 27. K1e2 Vf7 28. Ve1 Şf8 29. Fh3 h5 30. Ke5 g6 31. Vb1 Şg7 32. Vb4 Vf8 33. a4 Vxb4 34. cxb4 a6 35. c3 Şf7 36. Ka2 Şe7 37. Fg2 Şd6 38. Ff3 Kef8 39. Fd1 Fe8 40. Kf2 Kh8 41. a5 b5 42. g4 hxg4 43. Şg3 Kff8 44. Şxg4 Ff7 45. Şg5 Şe7 46. Ff3 Kfg8 47. Kfe2 Kh5+ 48. Şg4 Şf6 49. Şg3 Khh8 50. Fg4 Ke8 51. h5 gxh5 52. Fh3 h4+ 53. Şh2 Ke7 54. f5 Khe8 55. Kg2 Fg8 56. Kg6+ Şf7 57. Kgxe6 Şf8 58. Kxe7 Kxe7 59. Kxe7 Şxe7 60. f6+ 1-0

Açılış Ansiklopedisi

Bu ay köşemizde yine Kabul edilmeyen Vezir Gambiti açılışlarının Ortodoks savunması varyasyonlarını bulabilirsiniz.

D59 KEVG : Tartakower varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 h6 7.Fh4 b6 8.cxd5 Axd5 9.Fxe7 Vxe710.Axd5 exd511.Kc1 Fe6

D60 KEVG : Ortodoks savunması
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7

D60 KEVG : Ortodoks savunması, Botvinnik varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Fd3

D60 KEVG : Ortodoks savunması, Rauzer varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Vb3

D61 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Vc2

D62 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Vc2 c5 8.cxd5

D63 KEVG : Ortodoks savunması (7.Kc1)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1

D63 KEVG : Ortodoks savunması, İsveç (Henneberger) varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 a6

D63 KEVG : Ortodoks savunması, İsveç, Karlsbad varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 a6 8.cxd5

D63 KEVG : Ortodoks savunması, Capablanca varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 b6 8.cxd5 exd5 9.Fb5

D63 KEVG : Ortodoks savunması, Pillsbury atağı
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 b6 8.cxd5 exd5 9.Fd3

D63 KEVG : Ortodoks savunması
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6

D64 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein atağı (Kc1'le)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Vc2

D64 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein atağı, Karlsbad varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Vc2 a6

D64 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein atağı, Gruenfeld varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Vc2 a6 9.a3

D64 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein atağı, Wolf varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Vc2 Ae4

D65 KEVG : Ortodoks savunması, Rubinstein atağı, ana yol
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Vc2 a6 9.cxd5

D66 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3

D66 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu) fianchetto varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 b5

D67 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu) Capablanca serbest manevra
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad5

D67 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad510.Fxe7 Vxe7

D67 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu) Alekhine varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad510.Fxe7 Vxe711.Ae4

D67 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu,11.O-O)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad510.Fxe7 Vxe711.O-O

D67 KEVG : Ortodoks savunması (Fd3 yolu) Janowski varyasyonu
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad510.h4

D68 KEVG : Ortodoks savunması, Klasik varyasyon
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad510.Fxe7 Vxe711.O-O Axc312.Kxc3 e5

D68 KEVG : Ortodoks savunması, Klasik (13.Vc2, Vidmar)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 O-O 6.Af3 Abd7 7.Kc1 c6 8.Fd3 dxc4 9.Fxc4 Ad510.Fxe7 Vxe711.O-O Axc312.Kxc3 e513.Vc2

Kasparov, G-Sokolov, I
ECO C42

1. e4 e5 2. Af3 Af6 3. Axe5 d6 4. Af3 Axe4 5. d4 d5 6. Fd3 Fe7 7. O-O Ac6 8. c4 b4 9. Fe2 O-O 10. Ac3 Ff5 11. a3 Axc3 12. bxc3 Ac6 13. Ke1 Ff6 14. Ff4 Ae7 15. Vb3 b6 16. cxd5 Axd5 17. Fe5 Fg4 18. Kad1 Fe7 19. h3 Fh5 20. g4 Fg6 21. Fg3 Af6 22. Ae5 Ae4 23. Ff3 Axg3 24. Ac6 Vd6 25. Axe7+ Şh8 26. Fxa8 1-0

Shirov, A-Bareev, E
ECO B12

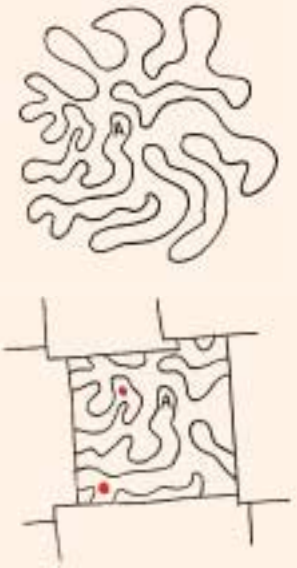
1. e4 c6 2. d4 d5 3. e5 Ff5 4. c3 e6 5. Fe3 Vb6 6. Vb3 h5 7. Ad2 Ah6 8. Fe2 h4 9. h3 Fe7 10. Agf3 Ad7 11. O-O Fg6 12. Fg5 Af5 13. Fxe7 Axe7 14. Va3 Af5 15. Kac1 a5 16. Kfe1 Ae7 17. Fd1 Ka7 18. Fc2 Af8 19. Ag5 Fxc2 20. Kxc2 Af5 21. c4 Axd4 22. Kcc1 Kh5 23. Ve3 Ae2+ 24. Vxe2 Kxg5 25. Af3 Kh5 26. cxd5 exd5 27. e6 fxe6 28. Ad4 Kh6 29. Af5 Kf6 30. Axg7+ Şd7 31. Kc3 Vb4 32. Ve3 b6 33. a3 Ve7 34. Vxb6 Kc7 35. Kec1 e5 36. Ah5 Kh6 37. b4 axb4 38. axb4 Vg5 39. b5 c5 40. Va5 Ae6 41. b6 Kb7 42. Va6 Ad8 43. Kxc5 Khxb6 44. Kxd5+ Şe7 45. Va3+ Şf7 46. Vf3+ Şg6 47. Kc4 1-0

Özgür Tek

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Ahtapotlu Bilmece



Üstte ahtapotu andırır bir şekil görüyorsunuz. Bu çizgileri askeri bir bölgenin telörgüleri olarak kabul edelim. Herhangi bir noktanın telörgüler içinde mi kaldığı, dışına mı düştüğü çok önemli olabilir. (Örneğin telörgü içine girmiş olanlar casus olarak tutuklanabilir). Altta yukarıdaki şeklin kenarları kapatılmış. Bunu askeri bir harita kabul edin. Kırmızı noktaların telörgü içinde mi dışında mı olduğunu nasıl belirlersiniz?

(Üst şekle bakarak A'nın telörgü dışı olduğunu öğrenmiş bulunuyorsunuz).

İki Kare Toplamı

Hangi sayılar iki kare toplamıdır; hangi sayılar iki kare toplamı olamaz?

"Gerekli" ve "Yeterli"

Aşağıdaki boş yerlere "gerekli" veya "yeterli" sözcüklerinden uygun olanını yazınız:

1) Doğal sayıların 8'e bölünmesi için bu sayıların 4'e bölünmesi .....

2) Doğal sayıların 4'e bölünmesi için bu sayıların 8'e bölünmesi .....

3) Bir üçgenin eşkenar üçgen olması için daraçılı olması .....

4) a+b<17 olması için a<2 ve b<15 olması .....

5) a=0 ve b=0 olması için a.b=0 olması.....

6) $sp>3^4$ olması için $s>3^3$ ve $p\geq 3$ olması .....

"Kolay" Bir Toplam

Aşağıdaki toplamın son üç rakamını bulunuz:

$S=1^{100}+2^{100}+3^{100}+...+9999\,98^{100}+999999^{100}$

Yalın Mantık

$a_1\leq a_2\leq ...\leq a_n$ olacak şekilde gerçek sayılarımız var. $s=a_1+a_2+...+a_n$. Kanıtlayınız ki $a_1\leq s/n$ ve $a_n\geq s/n$ dir.

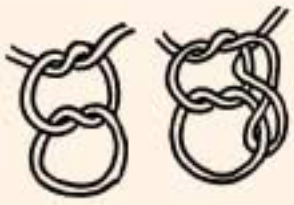
Mantık Olmasa Yandık

Bize 17 doğal sayı verilmiş, $a_1, a_2, ..., a_{17}$. Şunlar da verilmiş

$$a_1^{a2}=a_2^{a3}=a_3^{a4}=...a_{16}^{a17}=a_{17}^{a1}.$$

İspatlayınız ki $a_1=a_2, ... = a_{17}$.

Mefisto Düğümü



Soldaki düğüm bilinen kare düğümdür. Şeytan Mefisto kare düğümü değiştirerek sağdaki şekle sokmuş. Acaba sağdaki düğümün özelliği nedir? Hayalinizden çözemezseniz kalınca bir iple deneyiniz.

Üç Karenin Toplamı

Hangi tam sayılar üç karenin toplamı olamaz?

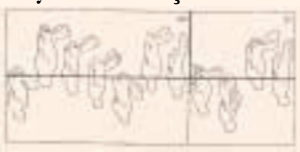
Kare İçi Üçgenler

Alanı 1 olan bir kare içinde rastgele 9 nokta alınmış. Köşeleri bu noktalar olan üçgenlerden en az birinin alanının 1/8'den küçük olduğunu kanıtlayın.

Dayı-Yeğen

Bir gün Kafacan konuklarına şöyle dedi: "Ben Babacan'ın hem dayısı, hem de yeğeniyim". Kapı çalındı ve içeri Babacan girerek şunları söyledi: "Merhaba sevgili dayıcığım ve şeker yeğenim!" Kafacan da ona aynı karşılığı verdi. Bu bir şaka mı, yoksa gerçek miydi?

Kaybolan Tavşan



Bu resmi kalın çizgiler boyunca keser ve A ile B dikdörtgenlerine yer değiştirirseniz bir tavşan kaybolur ve onun yerinde bir paskalya yumurtası belirir. Noktalı çizgi boyunca keser ve oluşan iki dikdörtgene yer değiştirirseniz tavşan sayısı 12'ye çıkar. Fakat bir tavşan kulaklarını kaybeder ve diğer komik değişmeler olur. Bunlar dahiyane çizimlerdir.

5 Kuralı

Kare bir sayının (16, 25, 36,...) basamaklarının toplamının 5 olamayacağını kanıtlayın.

1996 Doğal Sayı

İlk 1996 doğal sayı arasından birbirinden farklı 998+n rastgele sayı seçiliyor ($1\leq n\leq 998$). İspatlayınız ki seçilen sayılar arasında toplamları 1997n olan 2n sayı bulunmak zorundadır.

Ardışık Tek Sayı

"N ve a iki pozitif tam sayı ise N^a, N ardışık tek sayının toplamıdır". Bu ifadeyi ispatlayınız.

Ampul İçindeki Basınç

Elimizde su dolu silindirik bir kap ve bir cetvel var. Ampulün içindeki basıncı belirleyin.

Gezegenin Yoğunluğu

Astronotlar bilinmeyen bir gezegenin etrafında uzay gemisinin motörlerini kapatmış olarak dairesel bir yörüngede dönüyorlar. Yalnız saatlerine bakarak gezegenin ortalama yoğunluğunu nasıl bulurlar?

Venüs Dönüyor mu?

Venüs'te yaratıklar oluştuğunu düşünelim. İleri bir uygarlığa erişmişler; fakat yoğun bulutlar yüzünden yıldızları göremiyorlar. Bu yaratıklar Venüs'ün kendi ekseni etrafında döndüğünü nasıl kanıtlayabilirler?

Paraları Tartmak

Elimizde görünüşleri aynı n para var. Bunlardan biri diğerlerinden daha ağır. Bu ağır parayı kaç tartıda bulabilirsiniz? (çift kefeli terazi var, gramlar yok)

8 Para, Biri Farklı

Elinizde görünüşleri aynı 8 para var; bunlardan biri diğerlerinden ya daha ağır (A) ya da daha hafif (H). Her kefeye 4 para koyuyoruz ve kefelerden biri iniyor, biri çıkıyor. Kaç tartıda farklı parayı bulursunuz? (Terazi çift kefeli; gramlar yok).

9 Para, Biri Farklı

9 para aynı görünümde, biri diğerlerinden daha hafif veya daha ağır. Farklı parayı ve bunun ağır mı, hafif mi olduğunu bulmak için çift kefeli terazide kaç tartı gerekir? (gramlar yok).

80 Para, Biri Farklı

Çift kefeli bir terazinin her kefesine 40 para konulmuş. Bir kefe aşağı inmiş, diğeri yukarı gitmiş. Bu 80 paradan biri diğerlerinden daha hafif veya daha ağır. 4 tartı daha yaparak (40+40'ı saymıyoruz) bu farklı parayı ve onun hafif mi, ağır mı olduğunu bulunuz. (çift kefeli terazi var, gramlar yok)

Yıldızın Kütlesi

Elinizde 1 kg.lık bir ağırlık ve el kantarı (yaylı kantar) ile bir yıldıza iniyorsunuz. Yıldızın yarıçapı R belli. Yıldızın kütlesini bulunuz.

Bardakta Sihirbazlık

Bir bardaktaki suyun tam yarısını nasıl dışarı dökersiniz?

Elinizde hiçbir alet ve başka hiçbirşey yok.

Üç Şapka Problemi

Öğretmen sınıfa şunları şöyledi: "Elimde 3 kırmızı ve 2 mavi şapka var. Üç öğrenci gözlerini kapayacak ve ben onların başına kırmızı ya da mavi bir şapka geçireceğim. Sonra gözlerini açacaklar ve karşısında kırmızı bir şapka gören hemen kolunu yukarı kaldıracak. Kim kendi başındaki şapkanın rengini bilirse onu Bilim ve Tekniğe abone yapacağım". Öğretmen her öğrencinin kafasına kırmızı bir şapka geçirdi. Bir süre sonra Cin Ruhi bağırdı: "Benim kafamdaki şapka kırmızı". Bunu nasıl anlamıştı? (Diğer iki öğrenci Peri Perihan ve Şeytan Şeyda idi).

Genişletilmiş Şapka Problemi

a) Bir önceki problemde 4 kişi var ve hepsine kırmızı şapka giydirilmiş. Dördü de el kaldırıyor.

b) 5 kişi var ve hepsine kırmızı şapka giydirilmiş. Hepsi el kaldırıyor

c) n kişi var ve hepsine kırmızı şapka giydirilmiş. Hepsi el kaldırıyor

d) 3 beyaz ve 2 siyah şapka var; üç kişi iskemlelere arka arkaya oturmuş.

Şapkasının rengi sorulunca arkadaki "bilmiyorum" diyor. Sonra ortadaki adam "bilmiyorum" diyor. En öndeki "benim şapkam beyaz" diyor. Bu nasıl olur?

Telin Çapı

Elinizde ince bir tel, bir cetvel ve bir kalem var. Telin çapını en az hatayla nasıl ölçersiniz?

İki Renkli Hanoi Kulesi



A ve B çubuklarına 3 yeşil ve 3 kırmızı disk yerleştirilmiş. Bir de boş C çubuğu var. Bir disk kendi büyüklüğünde veya daha büyük bir disk üzerine konulabilir; daha küçük bir disk üzerine konulamaz. Her keresinde 1 diske yer değiştirerek kaç hamlede son durumu oluşturabilirsiniz? (n katlı disklerde 2^n-1 hamle gereklidir)

Pisagor Üçlüleri



Resimde Pisagor'un 1503'de tahta üzerine yapılmış gravürü görülüyor. $x^2 + y^2 = z^2$ deki x,y ve z'ye Pisagor üçlüleri denir. z<1000 için 158 Pisagor üçlüsü vardır. Pisagor üçlülerini elde etmenin en kolay yolu şudur:

$Z = d(m^2+n^2)$, $y = d(m^2-n^2)$ ve $x = 2$ dmn. d,m ve n doğal sayılar; m ve n aralarında asal. Örneğin d=10, m=4, n=3 için z=10 (16+9)=250, y=10 (16-9)=70, x=2.10.4.3=240.62500= 4900+57600. Örnekler (5,12,13), (8,15,17), (7,24,25),(65,72,97) ou (119,120,169)...

Hipopotamın Ağırlığı

Yıllar önce Afrika'nın bir kabilesinde kutsal sayılan bir hipopotam vardı. Her yıl kabile şefinin doğum gününde hipopotam bir mavnaya konulup ırmak üzerinden şefe taşınır, iki kefeli bir terazinin bir kefesine konulur, diğer kefeye yerliler tarafından dengeyi sağlayacak kadar altın konur, bu altınlar şefe hediye edilirdi. O yıl hipopotamın bakıcısı, şefin gözüne girmek için hipopotamı iyice beslemişti. Sonuç: Tartı sırasında terazi kırıldı. Şef çok kızdı ve bakıcıya "Akşama kadar bir çare bul; yoksa kellen gider" dedi. Siz olsanız ne yapardınız?

Eşitsizlik

x^2+y^2 mi büyüktür, 2xy mi?

Geçen Ay›n Çözümleri

Boğa



Boğamız şimdi sağa bakıyor.

Bunlar da ne?

1'den 6'ya kadar olan sayılar sırtsırta veya yüzyüze vermiş. Siz de 7'leri sırtsırta verdirin.

Yamyamdan Kurtulmak

B yamyamdır. B yamyam olmasaydı söylediği doğru olurdu; ozaman A yamyam ve söylediği yalan olmak zorundaydı. A yalancıysa B ve C doğrucu olurdu (yalnız yamyamlar yalancıdır); fakat o zaman C çelişkiye düşerdi; çünkü A gibi yamyam değildi. O halde B yamyamdır ve B yalancı olduğu için dev adam yamyam değildir. Dev adam (A) doğruyu söylemektedir: B ve C'den biri, (B) yamyamdır. C de beklendiği gibi doğru söylemektedir; o da A gibi yamyam değildir.

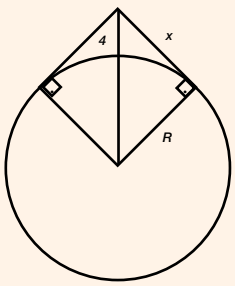
Modulus

a) Hayır. 34 ≡ 8 Mod 13. b) Hayır. 26 ≡ 0 Mod 13. c) Hayır. 62 ≡ 10 mod 13. d) Hayır.$31^2 \equiv 5^2$ mod 13. Fakat 5^2 =25 ve 25-13=12 olduğundan bunu şöyle yazarız:

$31^2 \equiv 12$ mod 13 (özdeşliğin hemen sağındaki sayıdan modulusları atıp kalanı yazmalıyız; bu nedenle 25 değil 25-13=12 yazdık). e) Evet bozulabilir. Örneğin 16 ≡ 1 mod 5'i 8 ≡ 1/2 mod 5 yapamayız. (8,5'e bölününce 1/2 değil 3 artar). Yine 40 ≡ 10 mod 15'i 4 ≡ 1 mod 15 diye yazamayız. Kural şudur: özdeşliğin iki tarafını ancak modulus ile aralarında asal olan (ortak böleni olmayan) bir sayıya bölebiliriz ve modulus'u aynen bırakırız. Örneğin 24 ≡ 3 mod 7 (24'ü 7'ye bölersem 3 artar). 3 ve 7 aralarında asaldır; o halde iki tarafı 3'e bölebilirim. 24/3=8 ve 3/3=1. 8 ≡ 1 mod 7.

Şu da mümkün olabilir: özdeşliğin solunu ve sağını böldüğüm bir x sayısı ile modulusun ortak bir böleni olabilir; özdeşliğin solunu ve sağını x 'e, modulusu x ile modulusun ortak bölenine bölerim. Örneğin 40 ≡ 10mod 15. 40/10=4 ve 10/10=1. 10 ve 15'in ortak çarpanı 5; o halde modulusu da 5'e bölmeliyim; 15/5=3 ve 4 ≡ 1 mod 3.

Bir Holmes Problemi



Dünyanın yarıçapı R=6370 km. olduğuna göre:

$(R+4)^2=X^2+R^2$ (Pisagor)

$R^2+8R+16-R^2=X^2$ (R^2'ler gider).

x=225.8 km.

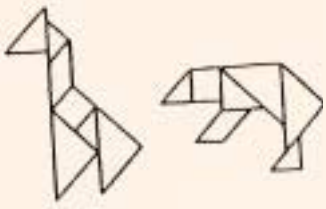
Pilot 226 km.'den ötesini göremezdi; çünkü ufka uzaklığı 226 km. idi. O halde 250 km'den fabrikada yangın olduğunu görmesi olanaksızdır. Pilot yalan söylüyordu. Bombayı fabrikaya pilot atmıştı.

Top oyunu: Kral

a) Oyuncular arasındaki uzaklıklar birbirlerinden farklı olabilir (bu herkesin topu tek bir kişiye atabilmesi demektir.) Kral, topu kendisinden en uzak olan A oyuncusuna fırlatır. A'ya en uzak oyuncu Kralsa, top Kral ile A arasında gidip gelir; çay partisi oluşmuştur.

b) Kral ile Krala en uzak oyuncu arasındaki uzaklık d_0, diğer uzaklıklar d_1, d_2, ..., d_n olsun. $d_0<d_1<d_2<...<d_n$ durumu varsa top Kral'a asla geri gelmez.

Tangram



Saatin Vuruşları

2(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12)

$$2.\frac{12.13}{2}$$

24 saatte 24 yarım saat vardır. Toplam vuruş sayısı 156+24=180.

Kravat ve Cüzdan Paradoksları

Cüzdan paradoksu: Her oyuncu şöyle düşünür. "Kaybedersem cüzdanımdaki para gider; ama kazanırsam param artar. Oyun benim lehi-

medir". Bir oyun nasıl iki tarafın da lehine olur? Bu bir paradokstur. Gerçekten öyle mi?

Bir defa oyuncunun bu oyuna girmeyi kabul etmesi, kendi cüzdanındaki paraya bağlıdır. Örneğin cüzdanı boş olan bu oyuna çekinmeden girer; kaybedecek bir şeyi yoktur. Buna karşı cüzdanında örneğin l00 dolar olan bir oyuncu bu oyuna girmek istemeyecektir. Bir insanın kaybetmeyi göze alabileceği para onun ekonomik durumuna göre değişir. Asgari ücretli biri örneğin l0 dolardan fazla para taşıyorsa oyuna girmez; zengin bir adamsa 70-80 dolar kaybetmeyi göze alabilir. Demek ki iki oyuncunun şansları ancak ekonomik durumları denkse eşittir. Bu oyunun iki tarafa eşit şans veren bir şekli vardır: bunda her oyuncu bir torbadan içinde bir miktar para bulunan bir cüzdan çeker; tabii ki cüzdanların içindeki parayı iki taraf da bilmez. İşte ancak bu oyun her iki tarafa eşit şans verir. Bu yazıtura atmak veya piyango bileti almak gibidir. İnsanlar piyango biletinde, lotoda, at yarışında vb kaybetmeyi göze alabileceği kadar para harcar. Cüzdan oyununda parası az olanın kazanma şansı artmaktadır.

Kravat: Kravatı daha güzel olan kravatını diğer oyuncuya verecekse de oyunu tam kaybetmiş olmaz. Çünkü estetik zevki daha yüksek olduğu için prestij kazanmıştır, kaybı somut olup soyut değildir.

Düğmeler



Hangi Kesir

$$\frac{3}{4}-\frac{1}{3}=\frac{5}{12}.$$

A ile F arasında 5 aralık olduğundan her aralık 1/12'ye karşılık olmalıdır.

O halde E noktasına

$$\frac{1}{3}+\frac{4}{12}=\frac{2}{3}$$

karşılıktır.

Cin Satrancı



Satranç tahtasını kıvırarak bir silindir haline getirdiğiniz zaman siyah mat olur. Buna silindirik satranç deniyor. Başka örnekler de vereceğiz.

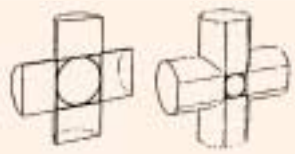
Diziliş

n kişi n! türlü dizilebilir. a ile b'nin yanyana olduğu permütasyonların sayısı (n-2)!dir. Bu 2 (n-1) şekilde yapılabilir (2, a ve b karşılıklı yer değiştirebildiği için konulmuştur.) a ile b'nin yanyana olduğu permütasyonların sayısı 2 (n-2)! (n-1)'dir. Aranan sayı n!-2(n-1)!=(n-1)! (n-2)'dir. Örnek: 10 öğrenci Ali ile Veli yanyana gelmeyecek şekilde (10-1)! (10-2)=9!. 8=2903040 türlü dizilebilir.

Nilüfer

a) l9 günde. Çünkü yirminci günden bir gün evvel nilüfer havuzun 1/2'sini kaplamaktadır. b) Havuzun yüzey ölçüsünün hiçbir rolü yoktur ve sadece şaşırtmaca için verilmiştir.

Arşimed Silindirleri



Soldaki şekilde kesişen silindirler tam ortalarından geçen bir düzlemle iki simetrik yarıya bölünmüştür. Sağdaki şekilde merkezden geçmeyen bir düzlemin silindirleri kesişi görülüyor.

Silindirlerin ortak hacminin kesiti bir karedir. Ortak hacime sığacak bir kürenin kesiti karenin içine çizilen dairedir. Kare alanının, daire alanına oranı basit bir hesapla formül olarak bulunur. Kuşkusuz kareye ve daireye karşılık olan hacimlerin oranı da bu olacaktır. O halde kürenin hacmine $V=4\pi r^3/3$ ve ortak hacme x dersek

$$\frac{4\pi r^3/3}{x}=\frac{\pi}{4}$$

ve buradan

$$x=\frac{16r^3}{3}$$

bulunur.

Geometride Sürprizler

1) Bu 4 nokta bir diktörtgenin köşeleri olur.

2) Daire içine çizilmiş dörtgenlerde (kirişler dörtgeni):
ab+cd=ef. (Ptolemeus teoremi)'dir.

3) Dörtgenin içine çizilen dairenin merkezi bu çizgi üzerindedir (Newton'un buluşu).

4) Yine bir eşkenar üçgen (Napolyon teoremi) (Napolyon bulmuştur)

5) Köşegenler nasıl seçilirse seçilsin, oluşan iç dairelerin çaplarının toplamı sabittir. (Japon teoremi)

Paralar



40 Elçi

Hatırlatalım ki her elçi kendisiyle ilişki kuran tek bir uşağı tanımakta ve onu hain addetmektedir. Eğer yalnız 1 elçi ihanete uğrasaydı, 1. gün kimse komutanlığa gitmediğinden, hainin kendi uşağı olduğunu anlar (çünkü en az 1 hain var denildi) ve 2. gün onu teslim ederdi. Eğer 2 elçi ihanete uğrasaydı, hainin diğer elçinin uşağı olduğunu düşünür ve onun 1. gün teslim edilmesini beklerdi. Bu teslim gerçekleşmeyince elçi, diğer elçinin de kendisi gibi düşündüğünü anlar ve kendi uşağının ihanet ettiğini anlardı; 2. gün 2 elçi uşaklarını teslim ederlerdi. Üç elçi ihanete uğramış olsaydı her elçi diğer iki elçinin ihanete uğradığını bilir ve bunların 2. günün sabahı uşaklarını teslim etmelerini beklerdi. Bu teslim gerçekleşmediğine göre 3. bir uşak haindir ve bu kendi uşağıdır. 3 elçi 3. günün sabahı uşaklarını teslim ederlerdi. 40 uşak hain olduğundan bu mantık devam ettirilirse 40. gün 40 elçi uşaklarını teslim ederler.

Zebra

Zebra İtalyan elçisinin. Evler sırasıyla: **Sarı** İsveç-portakal suyu-pipo-maymun. **Mavi** Fransız, kedi, çay, Türk sigarası. **Beyaz** İspanyol, köpek, süt, yabancı sigara, **Yeşil** İtalyan, kahve, zebra. **Kırmızı** İngiliz, püro, papağan, viski.

Dokunulmazlık



Gizli Gerçekler

Tek çözüm: 2, 2,.....,2 olarak 50 öğrenci

İç İçe Daireler

Yarıçapların kareleri şöyle bir geometrik dizi yapar:

$a^2,(2/3)^2a^2,\ (2/3)^4a^2,(2/3)^8a^2,\ (2/3)^{16}a^2,$ ...

Burada $r=(2/3)^2=4/9$ dur (her terim 4/9 ile çarpılarak bir sonraki terimi vermiştir). Buradan :

$$S=\frac{1-r^n}{1-r}$$

(r<1) ve

$$\lim_{n\to\infty} S=\frac{1-(4/9^n)}{1-(4/9)}=9/5.$$

Alanların toplamı $9\pi/5$.

Çevrelerin toplamı

$=2\pi+2\pi.2/3+2\pi(2/3)^2+2\pi(2/3)^3...$

$=2\pi(1+2/3+(2/3)^2+(2/3)^3+(2/3)^4+..$

Bu geometrik dizide r= 2/3'dür. (her terim 2/3'e çarpılarak bir sonraki terimi vermiştir). Geometrik dizi toplam formülünden

$$\lim_{n\to\infty} S=\frac{1-r^n}{1-r}=\frac{1-(2/3^n)}{1-(2/3)}=3$$

ve toplam çevre $2\pi.3=6\pi$.

Dokuz Nokta Dairesi

Bir üçgenin iki kenarının ortasını birleştiren doğru üçüncü kenara paralel ve onun yarısı kadardır. O halde B'C" ve B"C', AH'ya ve birbirine paralel ve AH'nın yarısı kadardır. B'C' ve B"C" birbirine paralel ve BC'nin yarısı kadardır. AH, BC'ye dik olduğundan B'C"B"C' ve B'A"B"A' birer diktördgendir. B'B" her iki dikdörtgenin köşelerinden geçen dairenin çapıdır. Çapı gören çevre açısı 90°'dir. O halde A',B',C',A",B",C" noktaları aynı çember üzerindedir. Çember dikkatli çizilirse D, E ve F noktalarının da aynı çember üzerinde olduğu görülür. Bu Euler'in ünlü 9 nokta çemberidir. Çok zevkli olan bu çizimi yapmalısınız.

El Sıkışlar

Toplantıda x kişi olsun, her insan x-1 el sıkar, toplam x(x-1) el sıkılır, bir el sıkışta 2 el olduğundan:

$\frac{x(x-1)}{2}=66$ ve $x^2-x-132=0$

Buradan x1 = 12 ve x2 = -11.

Eksi cevap olası değil, o halde 12 kişi vardı.

Çoraplar

Yedi çekiş. En kötü olasılıkla ilk altı çorap değişik renklerde gelir (altı değişik renk var). Yedinci çekişte çıkan çorabın rengi ne olursa olsun, ilk altı çoraptan birinin rengine uyacaktır.

n^2+n+1 Formülü

Bu formülde $-40 \le n \le 39$ için sonuç daima bir asal sayıdır. n=40 için $40^2+40+1=1641$ asal değildir; çünkü 3 ile bölünür. Bu formül nereden mi çıktı? Bu çok zor ve karmaşık bir sorundur. Yalnız hafifçe değinelim. e'nin kuvvetleri genellikle bir tamsayı olmaktan uzaktır. Fakat Charles Hermite (l822-l90l) (kuvantum fiziğinde rol oynayan hermitian operatörlerini bulan matematikçi) $e^{\pi\sqrt{163}}$'ün tamsayıya yaklaştığını gösterdi.

l63=(4x4l)-1'dir. n^2+n+1'in

nin-40 ile +39 değerleri arasında asal oluşu, $e^{\pi\sqrt{163}}$ ile bağıntılıdır. (Matematiğin Gizli Dünyası, David Wells, çev. Doç.Dr. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınları, l997, sayfa 77).

En Hızlı Mat

1 - d2 - d4; d7 - d5, 2 - Şd2; Fg4, 3 - Şd 3; f7 - f5, 4 - Şd2; Şf7, 5 - Şd3; Şf6, 6 - Şe3, Şg5,7 - şd2, Şf4,8 - Şd3 MAT.

Kare Sayı

Olamaz. Yalnız 0 ve 6 içeren bir kare sayı, çift sayıda sıfırla bitmek zorundadır. Bu sıfırları atarsak kalan sayı da çift olmalıdır. kalan sayı ya 06 veya 66 ile biter. 6 veya 66, 4'e bölünmediğinden bu sayı kare olamaz; çünkü 6 ile biten sayılar tabii ki çifttir, o halde çift bir sayının karesidir; çift sayıların karesi daima 4 ile bölünür (2xnx2n=4 n olduğundan).

Yarışçılar

Yarışın bitmesine 3 metre kala kardeş ile ağabeysi aynı hizaya gelir ve son 3 metreyi daha hızlı olan ağabey daha hızlı koşar ve kazanır.

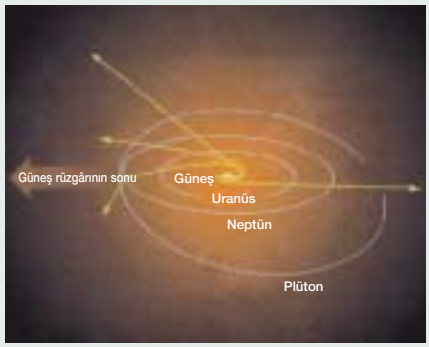


Raşit Gürdilek

Sizleri Unutmadık...

Yıllarca önce dış gezegenlere gönderilen keşif araçları, görevlerini uzun süre önce tamamlamış olamalarına karşın Güneş Sisteminin dışına doğru yolculuklarını sürdürüyorlar. Bunlardan Pioneer 10, Güneş'ten 11,2 milyar km ya da 75 Astronomik Birim uzaklıkta bulunuyor. (1 Astronomik Birim [AB], Dünya'nın Güneş'e ortalama uzaklığı = 150 milyon km).

Araç, ekliptik düzleminde Samanyolu'nun merkezine ters yönde, Boğa takımyıldızına doğru yol alıyor. Şimdi NASA'nın uydu kontrol görevlilerinin eğitilmesinde kullanılıyor. Öteki üç araçsa gökadamızın merkezine daha yakın yönlerde yıldızlararası boşluğa doğru ilerliyorlar. Ancak hızları görece çok düşük olduğundan, Güneş'in gökada merkezi çevresindeki yörüngesinden fazla uzaklaşamayacaklar. Bun-



lardan Pioneer 11, ikizinin ters yönünde Kalkan takımyıldızına doğru yol alıyor. Tüm sistemleri durmuş olan araç halen Güneş'e 52 AB uzaklıkta ve ekliptik düzleminin de 14 AB kuzeyinde.

Daha sonra fırlatılmalarına karşın daha hızlı yol alan Voyager uzay araçları, Pioneer 11'i geçmiş durumda. Dürbün takımyıldızına doğru yol alan Voyager 2, Güneş'e 61 AB uzaklıkta ve ekliptik düzleminin 26 AB güneyinde bulunuyor. Yıldızlararası boşluğa en yakın elçimizse, Voyager 1. Yılancı takımyıldızına yönelmiş olan araç, Güneş'ten 76 AB uzaklıkta.

Başka bir ölçeğe vurulduğunda, bu 10 ışık saatinden daha fazla bir uzaklık anlamına geliyor. Oysa, Güneş'in saniyede 300 000 km yol alan ışığı, Dünyamıza yalnızca sekiz dakikada ulaşıyor. Voyager 1, ekliptik düzleminin de 44 AB kuzeyine tırmanmış durumda. Her iki Voyager aracı da insanlık için son görevlerine hazırlanıyorlar: Hâlâ çalışır durumda bulunan parçacık ve radyo dalgası algılayıcılarıyla, Güneş rüzgârındaki parçacıkların ulaşabildiği en büyük uzaklıkla, yıldızlararası boşluk arasında "heliyopoz" diye adlandırılan sınır noktasını belirleyecekler.

Sky & Telescope, Ağustos 2000

Bilimkurgu Okuyun Kazanın

Koltuğa yayılıp televizyonda "Uzay Yolu"nu izlerken artık suçluluk duymanıza gerek yok. Çünkü bilimsel çalışma yapıyorsunuz! Avrupa Uzay Ajansı ESA, herkesi bilimkurgu kitapları karıştırıp, bu türden filmler izleyerek insanlığı şimdiye değin ulaşılamamış noktalara taşıyacak teknolojileri bulmaya çağırıyor.



Aslında kurum pek haksız da sayılmaz. Bilimkurgunun daha önce de geleceği isabetle tahmin ettiği gerçek. Arthur C. Clarke, daha 1945 yılında Dünya'nın sabit yörüngelere yerleştirilmiş iletişim uydularıyla çevreleneceğini öngörmüş. ESA, günümüzdeki bilimkurguda da benzer mücevherlerin saklı olabileceği görüşünden hareketle, literatürü tarayıp yaratıcı düşünceleri ortaya çıkaracak çalışmalar için maddi destek sağlayacağını açıklamış. Ajans, OURS Vakfı adlı bir İsviçre uzay kültürü kulübü ve Maison d'Ailleurs adlı bir bilimkurgu müzesiyle birlikte, bilimkurguda sıkça işlenen nanoteknoloji, kütleçekimini ortadan kaldıran düzenekler ve kurt delikleri aracılığıyla uzayı boydan boya kat etme gibi konular üzerinde ayrıntılı raporlar istemiş. Adı geçen kuruluşlar ayrıca, ilgilenenlerin öteki "uçuk" düşünceler konusunda sunumlar yapabilecekleri bir de Web sitesi hazırlamışlar (itsf.space-art.net). Ancak OURS Vakfı'nın yöneticisi Arthur Woods'a göre ESA bu konularda biraz cimri. Ismarladığı çalışmalar için harcamayı göze aldığı para, yalnızca "on binlerce dolar düzeyinde". Oysa NASA, salt kütleçekimini ortadan kaldırabilecek düzenek araştırmalarına yüz binlerce dolar harcamış.

Science, 7 Temmuz 2000

Galileo'dan Kamikaze



NASA, Jüpiter ve uyduları çevresinde gözlemler yapan Galileo uzay aracını, bir intihar dalışı için dev gaz gezegene yönlendirecek. ABD Ulusal Bilim Akademisi'nce onaylanan intihar dalışının amacı, Jüpiter'in yaşam barındırabileceği düşünülen uydularının "kirlenmesini" önlemek. Ancak kararı onaylayan komite, hareket ve yön bulma sistemlerinin çalışamaz hale gelmesinden önce araçtan sonuna kadar yararlanılmasını da karara bağladı. 1989'da fırlatılan ve 1995 yılından bu yana da Jüpiter çevresinde dolanmakta olan Galileo, halen bir dizi yakın geçişle gezegenin en büyük dört uydusundan biri olan Io'daki şiddetli volkanik süreçleri görüntülüyor. Bu nedenle intihar dalışı bir yıl ertelenmiş durumda. NASA yöneticileri, bu bir yıl içinde yönlendirme aygıtlarının devre dışı kalmasıyla aracın kontrol dışına çıkması olasılığının düşük olduğu görüşündeler.

Uzmanlar, Jüpiter'in ayları içinde, özellikle Europa'da basit yaşam biçimleri bulabilmekten umutlu. Nedeni, Europa'yı kaplayan buz tabakasının altında kalın bir sıvı su okyanusunun bulunduğu yolunda kanıtların birikmesi. Araştırmacılara göre Galileo üzerine Dünyamızdan bulaşmış ve hâlâ canlılıklarını korumuş olabilecek organizmalar, Europa'daki olası yaşam ortamını kirletebilir.

Nature, 6 Temmuz 2000

Hindistan, Ay Kulübüne Girmeye Hazırlanıyor

Hindistan Uzay Araştırmaları Örgütü (ISRO), hükümete sunmaya hazırlandığı bir fizibilite raporuyla Ay'a bir yörünge aracı göndermek için izin ve para isteyecek.

ISRO yetkililerince yapılan açıklamaya göre, üç ay içinde sunulması beklenen proje onaylanırsa, araç 2005 yılında fırlatılabilecek. Proje direktörü ve ISRO Uydu İletişim Bölümü Başkanı S. Rangarajan, Ay seferinin ülkeye maliyetinin yaklaşık 90 milyon dolar olacağını açıkladı.

Aracın Ay'a Hindistan'ın daha önce geliştirmiş olduğu Kutup Uydusu Fırlatma Aracı adlı roketin daha gelişkin bir modeliyle gönderilmesi düşünülüyor. Araç, Ay yüzeyine konmadan çevresinde dolanacak. Uzaktan algılayıcılar ve yüksek çözünürlükte görüntüleme aygıtlarıyla donatılmış bir yörünge aracı olarak tasarlanmış.



ISRO Uydu Merkezi yöneticisi P.S. Goel, aracın Hindistan'ın on yılı aşkın bir süreden beri üretmekte olduğu uzaktan algılama uydularının görece hafif bir modeli olacağını söylüyor.

ISRO Başkanı Krishnaswami Kasturirangan'a göre, tasarlanan Ay seferi, Hindistan'da bilime ivme kazandırmakla kalmayacak, daha ileride uzay araştırmaları için de bir deney platformu sağlayacak. Kurumun Ay aracı için sıraladığı olası görevler arasında ayrıntılı harita çizimi, ender bulunan elenmentlerin dağılımının araştırılması ve yüzey bileşiminin incelenmesi de bulunuyor. ISRO, ayrıca araştırmacıların projeyle ilgili başka önerilerine de açık olduğunu belirtiyor.

Ancak Hintli bilim adamları arasında farklı görüşte olanlar da var. Bangalore'daki Hindistan Bilimler Enstitüsü'nün Uzay Mühendisliği Bölümü Başkanı H.S. Mukunda'ya göre "başkalarının 30 yıl önce yaptığını tekrarlamanın ülkeye kazandıracağı fazla bir şey yok."



Nature, 6 Temmuz 2000



Gökbilimin Vazgeçilmezleri: Cüceler...

Gökbilimde "bitpazarına nur yağıyor". Giderek büyüyen ayna çapları nedeniyle gözden düşen küçük teleskoplar, tozlu depolara kaldırılmayı beklerken, son birkaç yıl içinde kullanıldıkları yaratıcı uygulamalar ve imza attıkları olağanüstü başarılarla, yeni nesil dev teleskoplara rakip olmaya başladılar. Gereken, bunların doğru alanlarda kullanılması. Sağladıkları yararlar, yalnızca büyük ağabeylerinin yapabildikleri şeyleri çok daha ucuza gerçekleştirebilmeleri değil. Uluslararası işbirliği projeleri için çok daha uygun araçlar olmaları, "arka bahçe gökbilimcileri"ni de seferber eden, dünya çapında büyük ağlar oluşturabilmeleri, ve nihayet "kendi kendilerine gözlem yapabilme" yetenekleri.

2 metre ya da daha küçük ayna çaplı teleskoplar kullanılarak gökyüzünün çok geniş bölgeleri izlenebiliyor. İstendiğinde aynı gökcisimleri, yıllar boyu her gece gözlenebiliyor. Hatta küçük teleskoplardan oluşan gözlem ağları, belirli bir gökcismini sırayla birbirlerine devrederek hiçbir kesinti olmaksızın süreki gözlem altında tutabiliyorlar. ABD Değişken Yıldız Gözlemcileri Derneği (AAVSO) Direktörü Janet Mattei'ye göre küçük teleskoplar belki manşetlere çıkmıyorlar; ama gökbilimin temel direği haline geldikleri de kesin.

Haziran ayında Rochester'de yapılan Amerikan Astronomi Derneği toplantısında, tümüyle otomatik duruma getirilmiş küçük teleskopların yararları dile getirildi. Bu düzenekler, gözlem koşulları uygun olduğunda koruyucu kubbelerini açıyorlar ve daha önce programlarına yüklenmiş çok sayıda hedefi büyük bir hızla tarayabiliyorlar.

California Üniversitesi (Berkeley) gökbilimcilerinden Alex Filippenko'nun kullandığı, 0,75 m çapında böyle bir teleskop. Katzman Otomatik Görüntüleme Teleskopu (KAIT) adı verilen aygıt, bir gecede binlerce gökadayı teker teker görüntülüyor ve birkaç gecede bir gözlemi yineleyerek elde ettiği görüntüleri bilgisayarlar aracılığıyla karşılaştırıyor. Filippenko bu yöntemle yalnızca geçen yıl 40 yeni süpernova belirlemiş. Bu süpernovalar üzerindeki gözlemler, daha uzak gökadalarda meydana gelen benzer patlamaların ışığıyla karşılaştırılarak evrenin genişleme hızı konusundaki varsayımlar sınanıyor.

Ksa sürede ün yapan bir başka otomatik teleskopsa ROTSE (Geçici Optik Işık Keşif Deneyi) adını taşıyor. New Mexico'daki Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda bulunan aygıt, yalnızca bir platform üzerine yerleştirilmiş dört teleobjektiften oluşuyor. İşlevi, evrendeki en şiddetli olaylar olan ve uydularla belirlenebilen gama ışını patlamalarından sonra ortaya çıkan optik yankıyı gözlemek. ROTSE, ününü 23 Ocak 1999 günü, milyarlarca ışık yılı uzaklıkta bir gama patlamasının optik yankısını yalnızca 22 saniyede belirleyerek yaptı. LOTIS adlı benzer bir teleskop da California'daki Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'nda bulunuyor.

Bir başka küçük teleskop gözlemevi de Arizona'da Meksika sınırı yakınındaki Fairborn Gözlemevi. Burada çapları 0,25 m ile, 0,8 m arasında değişen sekiz teleskop bulunuyor. Yakında bunlara beş tane daha katılacak. Güney Amerika'dan Avusturya'ya kadar birçok ülkenin gökbilimcileri, bu teleskoplarla sağlanan görüntüleri İnternet aracılığıyla izliyorlar. Bu araçlarla Güneş benzeri yıldızlardaki parlaklık değişimlerini inceleyen gökbilimci Greg Henry, yalnızca 50-100 yıllık işi bir yıla sığdırmakla kalmıyor, bir kadirin yalnızca 10 000'de biri küçüklüğündeki değişimleri bile güvenle saptayabiliyor.



Gama ışın patlamalarının optik yankılarını gözleyen LOTIS, bir platforma yerleştirilmiş 4 teleobjektiften oluşuyor.

Dev teleskoplardan gökbilimcilerin satın aldıkları son derece kısa ve pahalı gözlem sürelerinin tersine, küçük teleskoplarla tek bir hedefi istediğiniz kadar gözleyebiliyorsunuz. Lowell Gözlemevi'nden Wesley Lockwood, 0,55 m çapında bir teleskopla 30 yıl süreyle Satürn'ün dev uydusu Titan'ın parlaklığını gözlemiş ve Hubble Uzay Teleskopu'nun da gözlemleriyle geçen yıl bu uydunun 14 yıl süreli bir parlaklık döngüsünün belirlenmesine yardımcı olmuş.

Şimdilerde moda olansa, dünyanın uzak köşelerindeki teleskopların gözlemlerini birleştirerek bir ağ oluşturmak. Bu yöntem, belirli hedeflerin hiçbir kesintiye uğramaksızın sürekli gözlenmesini sağlıyor. Böylesine bir ağ, Iowa Eyalet Üniversitesi'nden gökbilimci Steven Kawaler tarafından yönetiliyor. Ağı oluşturan gözlemevleri, her

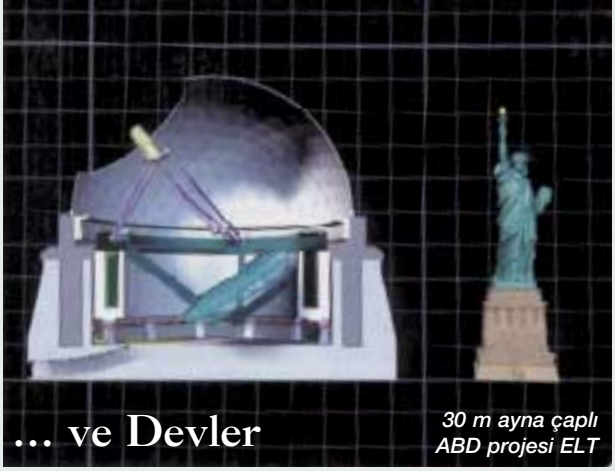


yıl iki kez iki hafta süreyle işbirliği halinde gözlem yapıyorlar. Ağı oluşturanlar, Brezilya, Çin, Honduras, Litvanya gibi ülkelerde bulunan 1-2 m ayna çaplı teleskoplar. Bunlarla, ömrünü tamamlamış Güneş benzeri yıldızlardan arta kalan, Dünya büyüklüğündeki sıcak ve sıkışık küreler inceleniyor.

New York'taki Columbia Üniversitesi'nden Joseph Patterson ise, yetenekli amatörlerden bir küresel ağ oluşturmuş: "Arka Bahçe Astrofizikçileri Merkezi". İkili sistemlerdeki yıldızlardan birinden ötekine akan gazın zaman zaman yol açtığı patlamalarla tanınan "patlayıcı değişkenleri" izliyorlar.

"Marifetli cüceler"in belki de en küçüğü, Şili'deki Las Campanas Gözlemevi'nde bulunan 8 cm mercek çaplı olanı. Polonyalı gökbilimci Grzegorz Pojmanski'nin ekibi, bu araçla güney gökkürenin yalnızca yüzde birini kapsayan bir alanda 3400 değişken yıldız belirlemiş. Bu durumda amatör gökbilimciler için av bol: Daha en azından yarım milyon parlak değişken yıldız, keşfedilmeyi bekliyor.

Science, 7 Temmuz 2000



… ve Devler

30 m ayna çaplı ABD projesi ELT

dusu Fırlatma Aracı adlı roketin daha gelişkin bir modeliyle gönderil-



deki uzay araştırmaları için
deney platformu sağlayacak.
mun Ay aracı için sıraladığı ol
revler arasında ayrıntılı harita
ender bulunan elenmentlerin
lımının araştırılması ve yüzey
minin incelenmesi de bulu
ISRO, ayrıca araştırmacıların
le ilgili başka önerilerine de a
duğunu belirtiyor.

Ancak Hintli bilim adamla
sında farklı görüşte olanlar
Bangalore'daki Hindistan Bi
Enstitüsü'nün Uzay Mühen

Arizona'da Büyük Milimetre Dizgesi (ALMA) 2010 yılında tamamlandığında dünyanın en büyük teleskopu olacak. Dev radyoteleskop, çekilerek yer değiştirebilen 64 çanaktan oluşacak.

Küçük teleskopların tartışılmaz yararlarına karşın, evrenin daha derinlerine bakmak, kozmolojik ölçekte bilinmeyenleri aydınlatma dürtüsü ülkeleri, hatta ülke topluluklarını, hayal gücünü zorlayan boyutlarda gözlem araçları yapmaya yönlendiriyor. Günümüzde "ileri gökbilim" için oluşmuş 10 m ayna çapı, yeni tasarımların yanında cüceleşiyor.



Şili'deki Cerro Paranal'da bulunan "Çok Büyük Teleskop" (VLT), 8,2 m ayna çaplı 4 teleskoptan oluşuyor. Henüz yalnızca iki ünitesi devreye girmiş olan VLT, girişim (interferometri) tekniğiyle çok uzak cisimleri gözleyebilecek.



Mount Graham'da (Arizona) yapılmakta olan Büyük Dürbün Teleskopu (LBT), 8,4 m çapındaki ikiz aynaları sayesinde, 11,8 m'lik apertür genişliğine ve 23 m'lik bir teleskopun çözünürlüğüne sahip olacak. Gene de bu gelecek için tasarlanan dev teleskopların en küçüklerinden biri.



LBT'nin aynalarından biri



İsveç'te inceleme altındaki "Son derece Büyük Teleskop" (XLT)'nin 50 m'lik birincil aynası 600 altıgen parçadan oluşuyor.



Olağanüstü Büyüklükte Teleskop (OWL=Baykuş) adındaki tasarımdaki birincil aynanın genişliği bir futbol sahasının uzunluğuna eşit. Ayna, bilgisayarlarla yönetilen 2000 parçadan oluşuyor. Teleskop kullanılmadığında, çevresindeki dört binadan uzanan kalkanlarla örtülüyor. Ancak 1 milyar dolarlık proje için birtakım mühendislik sorunlarının çözülmesi gerekli.

Sky&Telescope, Ağustos 2000

Tau Nötrinosu İçin Kanıt

Parçacık fiziği alanında dünyanın önde gelen kuruluşlarından olan Fermi Ulusal Laboratuvarı'nda görevli fizikçiler, Standard Model'in öngördüğü üçüncü nötrino türü olan tau nötrinosunun varlığı için ilk doğrudan kanıtı elde ettiklerini açıkladılar.

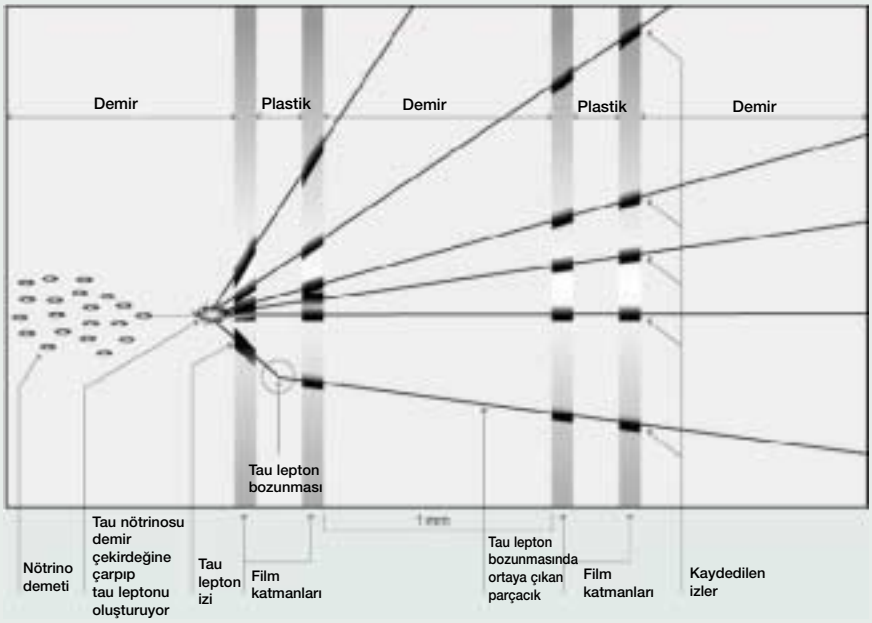
ABD'nin Illinois eyaletinde, Chicago kenti yakınlarındaki Batavia'da bulunan Fermilab'da Nu Tau (DONUT) Deneyini yürüten 54 Amerikalı, Japon, Koreli ve Yunanlı fizikçi adına açıklama yapan Byron Lundberg, bir tau nötrinosunun bir atom çekirdeğine çarparak onu tau leptonu adlı başka bir parçacığa dönüştürdüğü dört olgunun duyarlı dedektörlerce saptandığını belirtti. Lundberg, daha önce de tau nötrinosunun varlığı konusunda dolaylı işaretler görülmesine karşın, ilk kez böylesine güvenli bir kanıt elde edildiğini vurguladı. Sözcü,"sonunda tau nötrinosunun da doğanın yapıtaşlarından biri olduğu ve günümüzde geçerli parçacık etkileşimleri kuramına uygun olarak başka parçacıklarla tepkimeye girdiği konusunda doğrudan bir kanıta kavuşmuş bulunuyoruz" dedi. Bölünemeyen temel parçacıklardan olan olan nötrinolar, elektrik yükü taşımadıklarından ve neredeyse sıfıra yakın kütleleri nedeniyle başka parçacıklarla son derece ender etkileşen madde parçacıkları. Nötrino ailesinin öteki iki üyesi olan elektron nötrinosu ve müon nötrinosu, 1956 ve 1962 yıllarındaki deneylerle ortaya çıkarılmışlardı. Bu iki nötrino türünün gözlenmesi ve üretilmesi, görece daha kolay. Ancak tau nötrinosunun bulunması için 30 yıl süresince bilgi ve teknoloji birikimi gerekti.





DONUT deneyinde kullanılan aygıt ve sözcü Lundberg (solda). Yüklü parçacıklar temizleyerek yüksüz nötrino demetini oluşturan mıknatıs (sağda)

Nötrino ailesinin üçüncü ve son bireyinin ortaya çıkmasıyla sonuçlanan DONUT deneyi 1997 yılında gerçekleştirildi. Deneyde, yoğun bir nötrino demeti, aralarında çarpışmaları kaydeden duyarlı film tabakaları bulunan levhalardan oluşmuş bir metre kalınlığındaki bir demir hedefe yönlendirildi. Hedefte bir trilyon tau nötrinosundan yalnızca bir tanesi bir demir çekirdeğine çarparak, tau leptonu oluşturdu. Leptonun tartışılmaz kanıtı, film tabakası üzerinde bıraktığı bir milimetre uzunluğundaki iz. Fizikçiler ancak üç yıl süren bir çalışma sonucu tau leptonunun ve bozunmasının izini belirleyebildiler. Tau leptonunun parmak izi, duyarlı film tabakası üzerinde bıraktığı bükülmüş bir iz. Bükülme, tau leptonunun ortaya çıktıktan hemen sonra bozunduğuna işaret ediyor.



DONUT ekibi, deney sonuçlarını bu ay içinde Amerikan Fizk Derneğinin toplantısında dünyanın her yerinden gelen parçacık fizikçilerine resmen açıklayacak. Ancak tau nötrinosunun varlığını gösteren kanıt, nötrino fiziği konusundaki araştırmaların noktalanacağı anlamına gelmiyor. Fizikçileri meşgul eden konu, nötrinoların kütlesinin olup olmadığı ve bu kütlenin ne kadar olduğu konusunda çelişen görüşler. Son yıllarda en büyükleri Japonya'da bulunan yeraltı nötrino dedektörleriyle yürütülen deneylerde, nötrinoların birkaç elektronvolt düzeyinde bir kütleye sahip oldukları ve nötrino türlerinin kolayca birbirlerine dönüşebildikleri yolunda işaretler ortaya çıkmıştı. Bunlardan yola çıkan bazı fizikçiler her üç nötrino türünün kütlesinin birbirine yakın olması gerektiği görüşünü savunuyorlar. Nötrinoların kütleye sahip oldukları kanıtlanırsa, bu evrenin biçimi ve geleceği konusundaki modelleri de etkileyecek. Çünkü bu durumda evrendeki toplam maddenin çok büyük kısmını oluşturduğu düşünülen karanlık mddenin bir bölümünün nötrinolardan oluştuğu anlaşılacak.

www.fnal.gov./pub/donut.html.

CERN, Süpersimetri Kanıtı Bulmuş Olabileceği Görüşünde

Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de görevli fizikçiler, atom altı düzeyde etkileşen doğa kuvvetlerini özdeşleştirmeyi amaçlayan süpersimetri kuramı için bir kanıt belirlemiş olabileceklerini açıkladılar. Araştırmacıları bu düşünceye götüren, dört ayrı deneyde madde parçacıklarıyla, bunların ters elektrik yüklü karşılıkları olan "karşı madde" parçacıklarının çarpışmasıyla ortaya çıkan parçacık yağmurlarında gözlenen anormallikler. Ancak sapmaların son derece küçük olmaları nedeniyle fizikçiler ihtiyatı elden bırakmayıp, sonuçların dedektörlerdeki algılayıcılardaki bir titreşimden ya da açıklanabilir başka nedenlerden kaynaklanabileceğini de söylüyorlar. Ancak sonuçlar doğrulanırsa, çağdaş fiziğin üzerine oturduğu Standart Model'in sonu anlamına gelecek. Bazı eksiklik ve tutarsızlıklarına karşın Standart Model, kuark, nötrino, elektron, tau, müon, gluon gibi daha fazla bölünemeyen tüm temel parçacıklar ve etkileşimleri için son derece başarılı bir matematiksel çerçeve oluşturuyor. Doğrulandığı taktirde deney sonuçları, Süpersimetri diye adlandırılan ve kuantum dünyasında etkileşen tüm doğa kuvvetlerini (elektromanyetik kuvvetle, zayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetleri) çok yüksek enerji düzeylerinde özdeşleştirme iddiasında olan alternatif bir kuramı da destekleyecek. Aslında Steven Weinberg, Sheldon Glashow ve Abdus Salam daha önce, atom çekirdekleriyle çevrelerinde dolanan elektronları atom yapısı içinde bir arada tutan elektromanyetik kuvvetle, çekirdeklerin bozunmasına yol açan zayıf çekirdek kuvvetinin "elektrozayıf" adlı daha genel kapsamlı bir kuvvetin değişik görünümleri olduğunu kanıtlamışladı. Ancak atom çekirdeğini oluşturan, proton ve nötron gibi parçacıklarla, bunları oluşturan kuark gibi temel parçacıkların etkileşimini açıklayan şiddetli çekirdek kuvvetini bu birliğe katmak mümkün olmamıştı. Fizikçiler, ancak Büyük Patlama'dan sonraki saniye kesirlerinde var olabildiği sanılan bu "büyük birleşme" nin kuramsal olarak, Süpersimetri temelinde gerçekleştirilebileceğini düşünüyorlar. Bu büyük birleşme için, madde parçacıkları olan fermiyonlarla, kuvvet taşıyıcı parçacıklar olan bozonların özdeşleştirilmesi gerekiyor. Bu nedenle, süpersimetri kuramı, her fermiyon parçacık için, bozon nitelikli bir "süperikiz" öngörüyor. Örneğin, bir kuarkın süperikizi skuark (s-kuark), elektronunki, selektron, nötrinonunki nötralino vb. Ve tabii bozonlar için de fermiyon süper ikizler gerekli: foton için fotino, gluon için gluino vb. Atom ve daha küçük boyutlardaki etkileşimleri açıklayan bu doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesinden sonraki adım, kozmik boyutlarda etkileşen kütleçekimini de bu birleşmeye katarak, evrendeki tüm etkileşimler için geçerli, genel ve tek bir "Her Şeyin Kuramı" elde etmek. Süpersimetrik parçacıkların yanı sıra, tanıdığımız büyük ölçekli dört boyut (üç uzay ve bir zaman boyutu) dışında çok



küçük ölçeklerde birbirlerinin üzerine kıvrılmış altı ek boyut öngören süpersicim kuramı, işte bu nihai birleştirmeyi de gerçekleştirmek iddiasında.

CERN fizikçilerinin, yeraltında 27 km'lik bir halka olan "Büyük Elektron-Pozitron Çarpıştırıcısı" LEP'te gerçekleştirdikleri deneylerin amacı, her iki kuramın öngörülerini sınamak. Bu tünelde (-) elektrik yüklü elektronlarla bunların (+) yüklü karşıtları olan pozitronlar süperiletken mıknatıslarla karşı yönlerde neredeyse ışık hızına kadar hızlandırılıldıktan sonra çarpıştırılıyor ve dev dedektörlerle çarpışma ürünleri inceleniyor. Özellikle gözledikleri, tau parçacık çiftleri içeren çarpışma ürünü parçacık yağmurları. Tau'nun da, tıpkı elektron, müon ve kuark gibi temel bir parçacık olduğu düşünülüyor.

Standard model, çarpışan bir elektronla pozitronun (antielektron) çarpışması sonunda tau parçacık çiftlerinin ortaya çıkabileceği farklı parçacık etkileşim zincirleri öngörüyor. Bu etkileşim zincirlerine kanal da deniyor. Süpersimetri, tüm bu kanalları içermekle kalmıyor, ayrıca Standart Model'de bulunmayan süperikiz parçacıkların tepkimelerini de içeren başka kanallar da öngörüyor. Ayrıca her iki model de değişik enerjilerdeki çarpışmalarda hangi sayıda tau parçacığının ortaya çıkması gerektiği konusunda önerilerde bulunuyor, ama iki kuramın öngörüleri her zaman çakışmıyor. CERN fizikçilerinin üzerinde durdukları da işte bu farklar. Düşük enerjilerde LEP hızlandırıcısında ortaya çıkan tau parçacıklarının sayısı, Standart Model'in öngörüleriyle uyum içinde gerçekleşiyor. Ancak CERN mühendislerinin, hızlandırıcıdaki çarpışama enerjisi düzeylerini 189 milyar elektronvolta (189 GeV) yükselttikleri 1998 yılından bu yana, ortaya çıkan tau sayısında bir artış gözleniyor. Çarpışmalarda ortaya çıkan özel bir tau parçacık çiftinin sayısı 170'den 228'e fırlamış. Bu sayıysa, süpersimetri kuramının öngörüleriyle örtüşüyor.

CERN araştırmacılarından Gerardo Ganis'e göre, her dört deneyi de etkileyecek sistematik bir hata olasılığı dışlanırsa, her deneyde salt istatistiksel bir oynama nedeniyle fazlalık çıkması olasılığı %5'I aşmıyor. Dört deney bir arada ele alındığındaysa bu olasılık %1'in bir kesiri kadar oluyor. Ama bu fizikçilerin kutlama için şampanya şişelerini açabilirler anlamına gelmiyor. Geçerli bir saptama için hata payının %0.001'in altına indirilmesi gerekiyor.

Eğer gerçekliği kanıtlanırsa, tau çiftlerindeki fazlalık, bu Standart Model devrinin kapanıp Süpersimetri çağının açılacağı anlamına geliyor. Ancak geçmişteki "süpersimetrik parça gözlemlerinde" olduğu gibi, bunun da veriler arttıkça ortadan kalkacak rastlantısal bir istatistik sapma olması da güçlü bir olasılık. Deneyler Eylül ayına kadar sürecek; ancak fizikçilere göre bu süre, konunun aydınlığa kavuşabilmesi için yeterli değil.

Ancak yeni deneyler ilk bulguları doğrularsa, Standart Model'in ipini çeken LEP olmayacak. Hızlandırıcı, yerini çok daha güçlü olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'na (LHC) bırakmak üzere sonbahardan itibaren sökülmeye başlanacak.

Science, 14 Temmuz 2000



Susam Ürdün'e

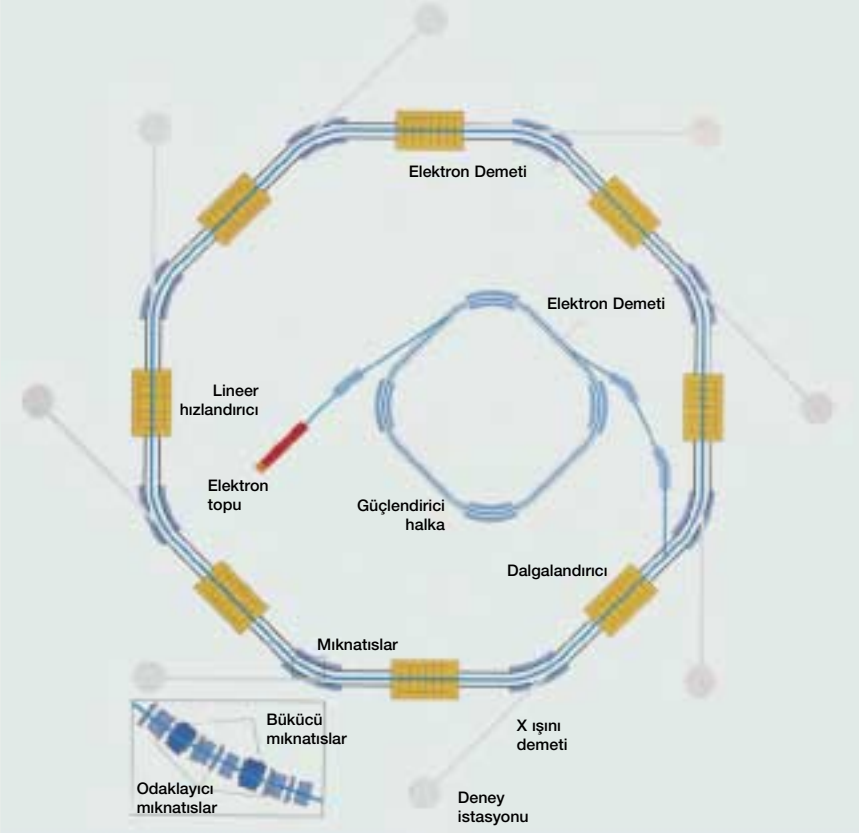
Almanya'nın devreden çıkarttığı ve Ortadoğu'ya taşınması kararlaştırılan güçlü bir sinkrotron ışın kaynağına ev sahipliği yapacak ülke olarak Ürdün belirlendi. "SESAME" (susam) diye adlandırılan Deneysel ve Uygulamalı Bilimler İçin Ortadoğu Senkrotron Işığı Merkezi, aralarında Türkiye de bulunan en az 11 ülkenin araştırmacılarına açık olacak. Sinkrotron ışınımı, halka biçimine yakın 8 yada 12 köşeli bir kanal içinde hızlandırılan elektronların, güçlü mıknatıslar yardımıyla köşeleri dönerken yayımladıkları enerjiye verilen ad. Enerji, son derece "temiz" (düzenli) X-ışınları biçiminde ortaya çıkıyor. Bu ışınım çeşitli malzemelerin kristal yapılarının ve proteinlerin moleküler yapılarının incelenmesi için özellikle uygun.

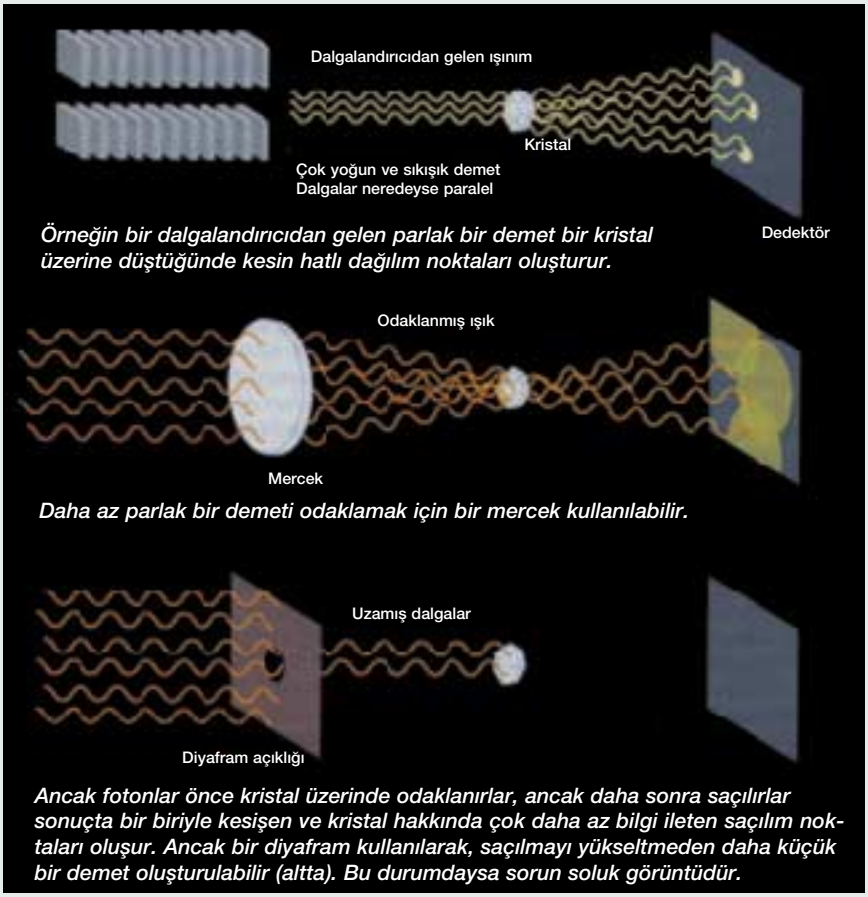
Eski adı Bessy-1 olan tesis, Almanya'nın gerçekleştireceği modernleştirme çalışmalarının ardından nakledileceği Ürdün'de Amman ve Batı Şeria arasında bulunan Al-Salt'ta ki Al-Balqa Uygulamalı Bilimler Üniversitesi kampüsüne yerleştirilecek. Tesisin montajının üç yıl sürmesi bekleniyor. Ürdün, tesisin işletim maliyetinin karşılanmasına yılda 1 milyon dolar katkı yapmayı üstlenmiş bulunuyor.

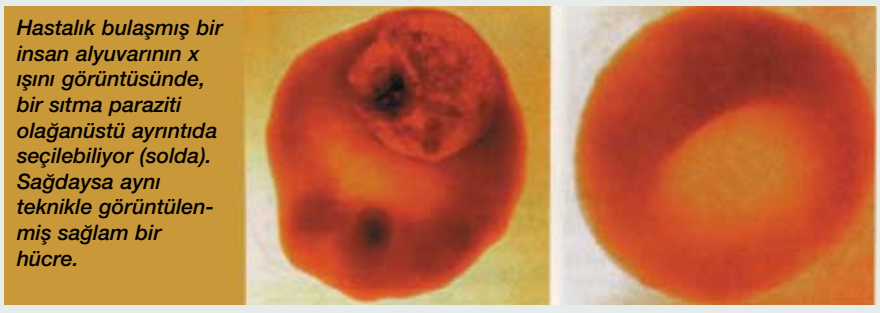
Sinkrotron kaynağı için Ürdün'e karşı başarısız bir lobi çalışması yürüten Ermenistan ile, Fas, Filistin Yönetimi, İran, İsrail, Mısır, Kıbrıs Rum Yönetimi, Umman, Türkiye ve Yunanistan projeyi desteklediklerini; Bahreyn, Tunus ve Yemen de katılma niyetlerini açıklamış bulunuyorlar. Ürdün dışındaki katılımcılar, tesisin kurulacağı üç yıl boyunca harcamalara yılda 50 000 dolar katkıda bulunacaklar.

SESAME'nin kurulması ve işletimi için daha fazla kaynak gerektiğinden, proje koordinatörü olan UNESCO ile, bilim merkezinin Ortadoğu'da barışı pekiştireceği umudunu taşıyan Avrupa Birliği'nin de parasal destek sağlamaları bekleniyor.

Nature, 20 Temmuz 2000







Hastalık bulaşmış bir insan alyuvarının x ışını görüntüsünde, bir sıtma paraziti olağanüstü ayrıntıda seçilebiliyor (solda). Sağdaysa aynı teknikle görüntülenmiş sağlam bir hücre.

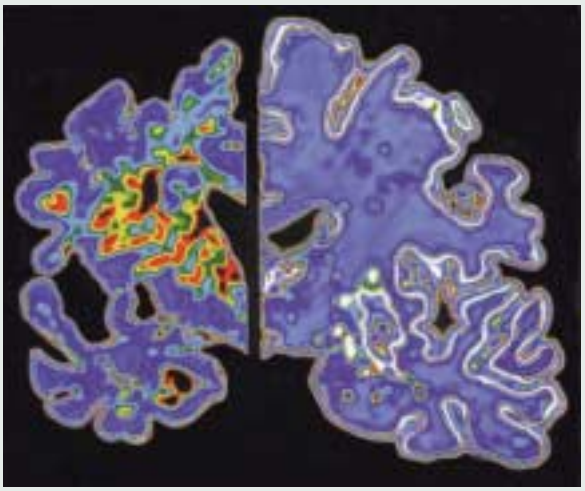
Alzheimer'e Karşı Aşı ve İlaç



Beyin dokusunun tahribiyle ileri ölçüde bellek yitimi olarak tanımlanabilecek Alzheimer hastalığı için geliştirilmiş bir aşının, fareler üzerinde yapılan deneylerde olumlu sonuçlar vermeyi sürdürdüğü açıklandı. Washington D.C.'de Temmuz ayında yapılan Dünya Alzheimer Kongresi 2000'e sunulan bildiride aşının, hasta farelerin zihni yeteneklerini iyileştirdiği, ayrıca birçok hayvanda, bu arada büyük bir olasılıkla insanlarda da herhangi olumsuz bir tepkiye neden olmadığı belirtildi.

Bununla birlikte ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri'nde Alzheimer araştırmaları bölümünün eski yöneticisi olan ve halen ABD Alzheimer Derneği ile bazı başka kuruluşlara danışmanlık yapan Zaven Khachaturian, sevinmek için zamanın henüz erken olduğunu vurgulayarak, farelerde olumlu sonuç veren tedavilerin bazen insanlarda yararsız olduğunu hatırlatıyor.

Denenen aşı, β amiloid (Aβ) adlı küçük bir protein içeriyor. Bu protein, Alzheimer hastalarının beyinlerinde "plaka" denen tortular oluşturuyor. Birçok Alzheimer araştırmacısı, nörotoksik olan Aβ'ninbeyin nöronlarını öldürerek bellek yitimine yol açtığı düşüncesinde. Aβ aşısınınsa, bedenin bağışıklık sistemini hareketlendirerek plakaları temizlemesini ve yeni plaka oluşumunu önlemesini sağlaması, bu yolla da zihinsel yeteneklerin yitimine engel olması bekleniyor.



Alzheimer'a karşı aşının işe yarayabileceğinin kanıtı ilk kez Güney San Fransisco'daki Elan Eczacılık Şirketi'nden Dale Schenk ve ekibinin çalışmalarıyla ortaya çıkmış. Aβ'nin Alzheimer'daki rolü bilindiğinden daha önce de birçok araştırma ekibi genetik mühendisliği yöntemleriyle farelerin amiloid plakaları oluşturmalarını sağlamış bulunuyorlardı. Hatta bazı olgularda farelerin öğrenme ve hatırlama yeteneklerinin bozulduğu da bilinmekteydi. Elan ekibinin bu tür farelerle yaptığı aşı denemeleri sonunda, aşılanan farelerin beyinlerinde, aşılanmayanlara göre çok daha yavaş tortu oluştuğu gözlenmiş. Daha yaşlı farelere aşı yapıldığındaysa, daha önce oluşmuş plakaların yok olduğu da belirlenmiş. Aβ bedende bulunan bir protein olduğundan bununla geliştirilecek bir aşının, bağışıklık sisteminin kendi bedenine saldırmasına yol açacağı yolundaki korkular da gerçekleşmemiş. Schenk, aşılanmış kobay, tavşan, maymun ve öteki hayvanların hiçbirinde böyle bir "otoimmün" tepkisi ya da başka türden zehirlenme belirtileri ortaya çıkmadığını söylüyor.

Araştırmacılar, amiloid aşısını sınırlı bir biçimde insanlar üzerinde de deneyip, "cesaret verici" sonuçlar almışlar. Ancak klinik deneylerin bu ilk evresinde, hafif ve orta düzeyde 24 hastaya yalnızca bir doz aşı verilmiş. Ysa Pittsburgh Üniversitesi nörologlarından Stephen DeKosky, etkili bir aşı tedavisi için hastaya yeni aşıların da yapılması gerektiğini vurguluyorlar. Araştırmacılar, İngiltere'de yürütülen ve gönüllü hastaların bir yıl süreyle iki ayda bir aşılandıkları bir deneyin sonucunu bekliyorlar.

Dünya Alzheimer Kongresi'nde Alzheimer hastalığıyla bedenin bağışıklık sistemi arasında olası bir ilişki üzerinde de duruldu. Indiana Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Yansheng Du, insanların doğal olarak Aβ'ye karşı antikor taşıdıklarını ve bunların beyinomurilik sıvısında bulunduğunu, Alzheimer'lı hastalarda bu antikorların, sağlıklı insanlara oranla %30 daha az görüldüğünü açıkladı. Du'ya göre Alzheimer hastalarında, Aβ'nin birikmesine yol açan bir bağışıklık sistemi bozukluğu olabilir. Ya da antikorlar Alzheimer'lı hastaların beyinlerindeki plakalara yapışarak beyin-omurilik sıvısındaki stokun azalmasına yol açıyor olabilir.

Aşının nasıl etkili olduğu yolunda araştırmacılar arasında görüş birliği bulunmuyorsa da Schenk'e göre Aβ ile aşılanmış fareler, bu proteine karşı antikorlar geliştiriyorlar ve bunlar daha sonra beyne giriyorlar. Antikorlar burada mikroglia denen temizlik hücrelerini harekete geçiriyor ve bunlarda oluşmuş plakaları yiyerek yok ediyor. Schenk, üzerinde tortu plakaları oluşmuş nöronlarla kültür içinde yapılan deneylerin, kendi bulgularını doğruladığı görüşünü savunuyor.

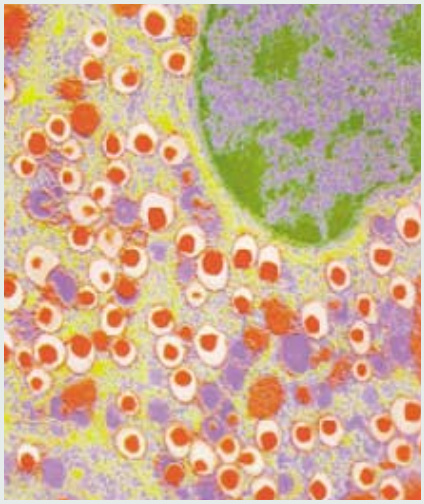
β-amiloid aşısıyla yürütülen çalışmalar Dünya Alzheimer Kongresi 2000'in başlıca ilgi odağı olduysa da, memantin adlı bir ilacın klinik deneylerinin de olumlu sonuçlar verdiği açıklandı. New York Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden nöropsikiyatrist Barry Reisberg, orta-ileri düzeydeki Alzheimer hastalarında, ilacın hastalığın ilerleyişini önemli ölçüde yavaşlattığını belirtti. ABD'de şimdiye kadar Alzheimer'a karşı kullanımına izin verilen ilaçlar, hastaların beyinlerinde tahrip olarak zihinsel yeteneklerin yitimine yol açan bir grup nöronun işlevlerini güçlendirmeye yönelik. Bu nöronlar, sinyallerini asetilkolin adlı bir madde kullanarak iletiyorlar. Memantine ise, glütamat adlı bir sinyal ileticisine duyarlı NMDA almacının faaliyetini yavaşlatıyor. Bu almacın aşırı faaliyeti Alzheimer hastalığında sinirlerin hasara uğramasına yol açıyor. Araştırmacılar, Almanya'da on yıldır piyasada olan ilacın, klinik deneylerin sonunda ABD'de de kullanımına izin verileceğini umuyorlar.

Science, 21 Temmuz 2000

Şeker Tedavisinde Yeni Yöntem

Hastaları sürekli insüline bağımlı kılan şeker hastalığı türünün (tip I. Diyabet) tedavisinde kullanılan bir yöntemin başarısı, Amerikalı araştırmacıları embriyon kök hücreleri alanındaki araştırmalara getirilen sınırlandırmaların kaldırılması için yeni bir kampanya başlatmaya yöneltti. Kanada'nın Alberta Üniversitesi'nden bir ekibin geliştirdiği ve "Edmonton Protokolü" diye adlandırılan teknik, hastaların karaciğerlerine, ölmüş vericilerden alınan pankreas dokusu nakledilmesini içeriyor. Pankreas dokusunda bulunan Beta hücresi adacıkları, insülin üreterek hastanın bu enzimi dışarıdan almasına gerek bırakmıyor. Sonuçları önümüzdeki günlerde yayınlanacak olan bir deneyde bu tekniğin uygulandığı sekiz hasta 15 aydır insülin tedavisine gerek göstermemiş. Ancak nakil için gerekli doku kaynakları sınırlı. Tedavi gören her hasta için gerekli pankreas dokusu için iki kadavra gerekmiş. Bu durumda tedavinin yaygın olarak uygulanabilmesi için, vericilerden alınabilecek olandan çok daha fazla dokuya gereksinme var. Araştırmacılar, embriyon kök hücrelerin denetim altında bölünme ve farklılaşmasıyla yeterli miktarda pankreas ada hücresi elde edilebileceğini düşünüyorlar. Tıp araştırmalarına bütçe desteğinin embriyon kök hücre araştırmalarını kapsayacak biçimde genişletilmesini savunanlar, Edmonton Protokolü'nün başarısına işaret ediyorlar.

Yeni tekniğin öncülerinden Alberta Üniversitesi endokrinologu Ray Rajotte, adacıklar için normal kaynaklara ulaşmanın zorluğu nedeniyle başka seçeneklerin aranmasının bir zorunluluk olduğunu söylüyor. Araştırmacılar, büyüme faktörleri kullanımı ya da gen mühendisliği teknikleriyle, pankreaslarda bulunan "yetişkin" kök hücrelerin de insülin üreten Beta hücrelerine dönüştürülebileceğini söylüyor. Ancak aynı araştırmacı, embriyonlardan elde edilsin, ya da pankreaslardan alınsın, kök hücrelerin beta hücrelerine dönüştürülmesiyle sorunun tümüyle çözüleceği yolundaki beklentilerin abartılı olduğunu belirtiyor. Rajotte'a göre pankreas dokusunda Beta hücrelerinin yanı sıra, glükagon salgılayan Alfa hücreleri ve başka hücreler de bulunuyor ve bunlar işbirliği yaparak kandaki şeker düzeyini ayarlayabiliyorlar. Bununla birlikte ABD Ulusal Diyabet, Sindirim ve Böbrek Hastalıkları Enstitüsü yöneticisi Allen Spiegel, hayvanlar üzerinde yürütülen deneylerde salt Beta hücrelerinin bile şeker hastalığının belirtilerini ortadan kaldırabildiğini vurguluyor.



Edmonton Protokolü'nden önce uygulanan ve çoğu kez başarısızlıkla sonuçlanan nakil yöntemlerinde, insülin salgılayan adacıklar, üzerlerinde bulundukları organla birlikte nakledildiyorlar ve hastaya bedeninin yeni organı reddetmemesi için steroid türü ilaçlar veriliyordu. Ancak steroidler, hastanın bağışıklık sistemini baskılarken, bir yandan da beta hücrelerine de hasar veriyordu. Kanada ekibiyse, hastanın bağışıklık tepkisini azaltmak için daha uzun ve dolambaçlı yöntemler kullanıyor. Nakilden önce hastaya antikorlar vererek bağışıklık sisteminin savunma hücreleri üretme kapasitesi sınırlanıyor. Ayrıca kadavradan alınan adacıklar da petri çanaklarında kültürlenmeyip, yabancı proteinlerin bulaşması da önleniyor.

Yöntemin başarısı üzerine daha yaygın kapsamlı yeni bir deney uygulanmaya konmak üzere. ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri ve Çocuk Diyabeti Vakfının parasal desteğiyle Edmonton Protokolü, önümüzdeki bir buçuk yıl süre içinde ABD, Almanya, İsviçre ve Kanada'daki 18 sağlık merkezinde 40 hasta üzerinde denenecek. Yöntemde, insülin üreten adacıklar 20 dakika süreyle hastalara karaciğere giden bir damar aracılığıyla verilecek. Hastalara daha sonra her gün bağışıklık baskılayıcı ilaç verilecek

Nature, 20 Temmuz 2000

Ana Sütünde Kültür

Amerikalı bir araştırmacı, insanların tat konusundaki eğilimlerinin, ana karnında ve de ana sütüyle beslenme devrelerinde ortaya çıktığını belirledi.

Philadelphia'daki Monell Kimyasal Duyular Merkezi'nden Julie Mennella, hamileliklerinin son üç ayında bulunan 46 kadınla yürüttüğü çalışmada, denekleri üç gruba ayırmış. Birinci gruptaki kadınlar, hamilelikleri sürerken havuç suyu, çocuklarını emzirirken de yalnızca su içmişler. İkinci grup bunun tersini yapmış; üçüncü grupsa her iki dönemde de yalnızca su içmiş. Bebekler altı aylık olup katı yiyeceklere başlayınca, kendilerine havuç suyuyla, ya da sade suyla hazırlanmış nişasta mamalar verilmiş. Mennella ve ekibi, Haziran ayında Miami kentinde Amerikan Psikoloji Derneği'nce düzenlenen bir sempozyuma sundukları araştırma sonuçlarında, ana karnında ya da ana sütüyle beslenirken havuç tadıyla tanışan bebeklerin, havuçlu mamaya belirgin bir eğilim gösterdiklerini açıkladılar. Öteki bebeklerdeyse göze çarpan bir tercih görülmemiş.

Mennella'ya göre ana sütünün bir üstünlüğü de bebeklerin yeni yiyecekleri daha kolaylıkla kabul etmelerini sağlaması. Araştırmacılar, ana sütünün tüm memeliler için yavrularına hangi yiyeceklerin güvenli olduğunu öğretmeye yaradığını da belirtiyorlar. Bu da analar için hamilelik ve emzirme dönemlerinde sağlıklı beslenmenin önemini ortaya koyuyor.

Yale üniversitesinde tat genetiği üzerinde araştırmalar yapan ve Mennella'nın çalışmasından övgüyle söz eden Linda Bartoshuk, bazı yabancı öğrencilerin eşlerinin hamileyken bebeklerini kendi ulusal kültürlerine ana karnında hazırlamak amacıyla ülkelerine özgü baharatları aradıklarını hatırlatarak, Mennella'nın deneylerinin bu inanışı haklı çıkardığını söylüyor.

Science, 21 Temmuz 2000

Türk Gençlerinin Dünya Çapındaki Bilimsel Başarısı

TÜBİTAK'ın eğittiği 6 lise öğrencimiz, Güney Kore'de yapılan 41. Uluslararası Matematik Olimpiyatı'nda üç gümüş, bir bronz madalya, bir de mansiyon kazanarak, büyük bir başarıya, ülkemiz adına imza attılar.

13-25 Temmuz 2000 tarihleri arasında, Güney Kore'de, Taejon'da yapılan yarışmaya 82 ülkeden, 463 öğrenci katıldı. Ülkemizi temsil eden ekip, 41. Uluslararası Matematik Olimpiyatı'nda 18. oldu. Türkiye takımı, aldığı bu sonuçla, UNESCO'nun Matematik Yılı ilan ettiği 2000 yılında, Avrupa Birliği ülkelerini geride bıraktı ve bilim alanında, dünya çapında bir başarı kazandı.

Olimpiyatta, Alp Şimşek (İzmir Fen Lisesi), Ahmet Çetintaş (Ankara Özel Samanyolu Fen Lisesi) ve Mehmet Bumin Yenmez (İzmir Özel Yamanlar Lisesi) gümüş madalya; Serhat Şevki Dinçer (Kayseri Fen Lisesi) bronz madalya ve Serhat Doğan (Manisa Özel Şehzade Mehmet Erkek Fen Lisesi) mansiyon aldılar.

İlk kez 1959 yılında, Romanya'da düzenlenen ve yılda bir kez yapılan Uluslararası Matematik Olimpiyatı'nda sorulan matematik problemlerin çözüm yolları olağanüstü yetenek ve mükemmel matematik bilgisi gerektiriyor. Gençlerimiz başarılarıyla, bu her iki özelliği taşıdıklarını kanıtladılar.

TÜBİTAK koordinasyonunda ilk kez 1978 yılında katıldığımız Uluslararası Matematik Olimpiyatı'na, 7 yıl aradan sonra, 1985 yılından itibaren ülkemiz düzenli olarak katılmaya başladı. Süreç içerisinde de, TÜBİTAK'ın hedefleri arasında olan toplumumuzu bilimsel alanda hep ileriye taşıma ve bilimi toplumun geneline yayma çabası meyvelerini vermeye başladı.



Örneğin geçen yıl Avrupa Topluluğu ülkelerinden yalnız Fransa'yı geride bırakan Türk takımı, bu yıl bütün Avrupa Topluluğu ülkelerini geride bıraktı. Aslında kazanılan bu başarının ilk sinyalleri, bu yıl yapılan Balkan Matematik Olimpiyatı'nda ikinci ve Gençler Balkan Matematik Olimpiyatında birincilik almamızla verilmişti.

TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak, 27 Temmuz'da, Türk matematik takımını biraraya topladı ve gençlerimizi elde ettikleri başarılarından dolayı kutladı. Prof. Pak, gençlerle yaptığı sohbette "dünya çapındaki başarılara gerçekten çok alıştık. Bundan sonra gelen gençlere çok zor bir misyon devrediyorsunuz. Kazanılan başarılar bir sonraki dönemdeki insanların işini gerçekten zorlaştırır. O başarının altında kalmamak gerekir. Ama durum gösteriyorki başarılar artarak devam edecektir." sözleriyle önümüzdeki yıllarda Uluslararası Matematik Olimpiyatına katılacaklardan gerek TÜBİTAK'ın gerekse Türkiye'nin beklentisini vurguladı. Ayrıca gençlere, hem TÜBİTAK, hem ülkemiz hem de halkımız adına şükranlarını sundu.



Uluslararası Matematik Olimpiyatı takım lideri Prof. Dr. Semih Koray da takımındaki gençlerden ortalamanın dışında olmalarını, toplumsal cereyanların onları itmelerini değil, onların toplumsal cereyanları belirlemesini beklediğini söyledi.

Uluslararası Matematik Olimpiyatlarındaki başarı grafiğimiz sürekli artıyor. TÜBİTAK'ın yönetiminde, yürütülen çalışmalarla ülkemizin 2005 yılına kadar ilk 10 takım arasına girmesi hedeflenmekte. Gençlerimiz salt matematikte değil, biyoloji ve kimya olimpiyatlarında da olağanüstü başarılar elde ettiler. 2-11 Temmuz 2000'de Danimarka'nın Kopenhag kentinde yapılan 32.Uluslararası Kimya Olimpiyatında, Yunus Emre Türkmen (İzmir Fen Lisesi) altın madalya ve Hakan Usta, Hakkı Bağcı(Ankara Özel Samanyolu Erkek Fen Lisesi) gümüş madalya aldılar.

11.Uluslararası Biyoloji Olimpiyatında kazanılan başarılar da altta kalmıyor. 9-16 Temmuz'da, Türkiye'de, Antalya'da yapılan bu bilim yarışında da, Yusuf Özuysal (İzmir Fen Lisesi) altın madalya, Cafer Özdemir, Tansel Sıtkı Tunç (İstanbul Özel Fatih Erkek Fen Lisesi) ve Münir Akkaya (İzmir Fen Lisesi) gümüş madalya aldılar. Aslında çok açık ortada: Pek çok alanda olduğu gibi bilim alanında da "biz de varız" diyebilecek noktaya geldik.

Gülgûn Akbaba

TÜBİTAK 2000 Bilim Hizmet ve Teşvik Ödülleri Açıklandı

"İnsanlığın bugünkü modern yaşama ulaşabilmesinde bilim ve teknolojideki gelişmelerin çok büyük payı vardır. Bu gelişmeler sonucunda, dünyadaki bütün kaynakların, insanlığın daha iyi bir yaşam sürmesine hizmet eder duruma gelmesi sağlanmıştır. Günümüzde, bilim alanındaki gelişme ve ilerleme, olağanüstü bir hız kazanmıştır. Öyle ki, son birkaç on yılda, insanlığın tarih boyunca yaptığı buluşlardan çok daha fazlası gerçekleştirilmiştir. Bunda, şimdiye kadar kazanılan birikimin sistemli bir biçimde kullanılması ve bilimsel çabaların kurumsallaşmasının önemi büyüktür. TÜBİTAK, bu çerçevede kurulmuş ve kuruluşundan bu yana geçen 37 yılda Türkiye'de bilimsel gelişmeye büyük katkılarda bulunmuştur.

Önümüzdeki yıllarda, bilim, özellikle de bilgi ve teknoloji üretmek her zamankinkinden çok daha fazla önemli olacaktır. TÜBİTAK'ın, bilim ve teknolojideki evrensel gelişmeleri de en iyi şekilde izleyerek, başarılı çalışmalarını sürdüreceğine inanıyorum."

Bu satırlar Cumhurbaşkanı Ahmet Necdet Sezer tarafından, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak'a, 24 Temmuz 2000'de, TÜBİTAK'ın kuruluşunun 37. yılı nedeniyle yazıldı.

Cumhurbaşkanının da belirttiği gibi, bilimsel çabaların kurumsallaşması, elde edilen birikimin sistemli bir biçimde kullanılmasını sağlıyor. İşte yine bu anlayış, 38 yıl önce Türk bilim adamlarını harekete geçirdi; Atatürk'ün kurduğu Türk Tarih Kurumu ve Türk Dil Kurumu gibi kendi alanlarında yaptıkları başarıyı bilimsel alanda da gerçekleştirmek üzere, bu alanda çalışmalar yapacak, araştırmaları destekleyecek bir kurum oluşturulması fikri ortaya atıldı. Bilim adamlarından bir komisyon oluşturuldu ve bu bilim kurumunun yasa tasarısı hazırlanmaya başlandı. Tasarının, 24 Temmuz 1963'te de, Cumhuriyet Senatosu'nca onaylanmasıyla TÜBİTAK hukuken kuruldu. 1963'ten beri de, Türkiye'deki bilimsel çalışmalar konusunda en güvenilir kurumlardan biri olmayı sürdürüyor. Bilimi yaygınlaştırmak için, amaçları ve görevleri doğrultusunda çalışmalarına kesintisiz olarak 37 yıldır devam ediyor.

Bu yıldönümünde, 24 Temmuz 2000'de, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak, 2000 yılının Bilim Hizmet Teşvik ödüllerini alan bilim adamlarını açıkladı.



TÜBİTAK'ın görevlerinden biri de, bilim insanlarının, araştırmacıların yetiştirilmeleri ve geliştirilmeleri için olanaklar sağlamak; bu amaçla ödüller vermek. TÜBİTAK bu görevini yerine getirmek amacıyla, TC uyruklu bilim insanlarının, pozitif bilimlerin temel ve uygulamalı alanlarındaki seçkin araştırma, çalışma ve hizmetlerini değerlendirerek, üstün niteliklerini belirlemekte, onaylamakta ve kamuoyuna duyurarak bir teşvik öğesi olarak, Bilim, Hizmet ve Teşvik ödüllerini dağıtmakta. İşte bu görevden hareketle, 24 Temmuz 2000'de, TÜBİTAK Bilim Kurulu'nun 1 Temmuz 2000 tarihli toplantısında alınan kararla, bu ödüllere layık görülenler açıklandı.

2000 yılının Bilim Ödülü'nü, Temel Bilimler dalında, Prof. Dr. Emel Arın, Prof. Dr. Özer Bekaroğlu; Mühendislik Bilimleri'nde, Prof. Dr. Erhan Pişkin; Sağlık Bilimleri'nde Prof. Dr. Gazi Yaşargil aldılar.

Hizmet Ödülleriyse, Prof. Tulu Baytin ve Prof. Dr. Sadık Kakaç'a verildi.

Teşvik Ödülü'nü alan bilim adamlarımızsa şunlar:

Temel Bilimler, Doç. Dr. Selçuk Atalay, Doç. Dr. Altan Baykal, Doç. Dr. Mehmet Ertuğrul, Doç. Dr. Ersin Serhatlı; Mühendislik Bilimleri, Doç. Dr. Mehmet Ak, Prof. Dr. İbrahim Akduman, Prof. Dr. Ferhan Çeçen, Doç. Dr. Seval Sözen, Doç. Dr. Servet Turan; Sağlık Bilimleri Doç. Dr. Saruhan Çekirge, Doç. Dr. Dicle Güç, Doç. Dr. Fatih Kızılcan, Doç. Dr. Feza Korkusuz.

Gülgûn Akbaba

Bilim Ödülü Alan Bilimcilerimiz ve Üzerinde Çalıştıkları Konular

Prof. Dr Emel Arınç, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü'nde, Biyokimya, Biyokimyasal ve Moleküler Farmakoloji ve Toksikoloji alanlarında çalışmalarını sürdürüyor. Prof. Arınç'a, "Moleküler ve biyokimyasal farmakoloji ve toksikoloji alanında, sitokrom P450'ye bağımlı monooksijenazlar enzim sisteminin etki mekanizmalarının yapı ve fonksiyonlarının aydınlatılması konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle Bilim Ödülü verildi.

Prof. Dr. Özer Bekaroğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü'nde, anorganik kimya alanında çalışıyor. Prof. Bekaroğlu, "Anorganik kimya-koordinasyon kimyası alanında makrosiklik sübstitüe ftalosiyaninler konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle Bilim Ödülü verildi.

Prof. Dr. Erhan Pişkin, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü'nde, kimya mühendisliği/polimer teknolojisi ve biyomedikal teknoloji konularında çalışıyor.Prof. Pişkin, "Polimerik mühendislik malzeme ve teknolojilerinin biyomedikal uygulamalarına yönelik uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle Bilim Ödülü verildi.

Prof. Dr. Gazi Yaşargil, Arkansas Üniversitesi'nde, nöroşirürji alanında çalışıyor. Prof. Yaşargil'e, "Beyin damarlarının anjiografi yöntemiyle tanımlanmasına katkıları; serebrospinal sıvının kompartmanlarının tanımlanması (sisternal anatomi) alanındaki çalışmaları; ameliyat mikroskopu ile gözle görülemeyen mikroanatomik yapılarda ameliyat yapma tekniği olan mikronöroşirürjiyi geliştirerek, beyin ve omuriliğin damat hastalıkları, tümörleri ve sara hastalığının tedavisinde devrim yapması ve 20. yüzyılın cerrahi anlayışını değiştirmesi; tasarladığı ve geliştirdiği çok sayıda özel cerrahi aletle mikro cerrahinin uygulanabilmesine olanak sağlaması; geliştirdiği yöntemleri tüm bilim dünyasına öğreterek daha önce tedavisi mümkün olmayan ve büyük risk taşıyan hastalıkların başarılı bir şekilde tedavi edilebilmesine temel katkıları" nedeniyle Bilim Ödülü verildi.

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ne Doğru...

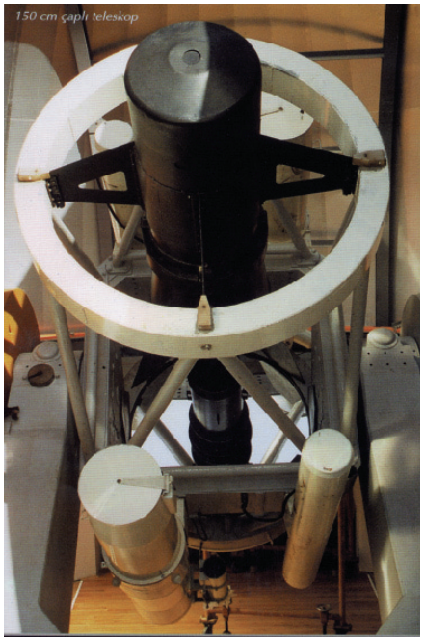
ANTALYA, BAKIRLITEPE'de 1-3 Eylül 2000 tarihleri arasında yapılacak 3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği için başvuru süresi sona erdi. Başvuruların geçerli olabilmesi için, katılımcıların 18 Ağustos Cuma'ya değin, şenliğe hangi gün (1, 2 ya da 3 Eylül) katılmak istediğini bildirmesi gerekiyor. Yine, aynı tarihe değin, katılım ücreti olan 10 milyon TL'nin katılımcılara gönderilecek mektuplarda belirtilen banka hesap numarasına her katılımcının adını ve soyadını açıkça belirtmesi şartıyla yatırılması gerekiyor.

Günlere yerleştirmeyi katılımcıların isteği doğrultusunda yapmaya çalışıyoruz. Ancak, önceki şenliklerden edindiğimiz deneyime göre, başvurular özellikle cumartesi gecesine yığılmakta. Etkinliklerin ve gözlemlerin verimli geçmesi için, katılımcıları günlere eşit dağıtmaya gayret ediyoruz. Bu nedenle, herhangi bir günün kontenjanı dolarsa, yeni başvurular öteki günlere kaydedilecek. Katılımcılar, Antalya'da çeşitli merkezlerde karşılanacak. Buluşma yerlerindeki, görevli arkadaşlarımız sizleri mektupta belirtilen yerlerde karşılayacaklar.

Dergimizin Temmuz sayısında, şenlikle ilgili kısaca bilgi vermiştik. Hem bunları hem de gözlemler için gerekebilecek bazı bilgileri hatırlatmakta yarar görüyoruz. Bildiğiniz gibi, ilk şenliği Bakırlıtepe'de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde düzenlemiştik. Şenliğe katılım gerçekten heyecan vericiydi. Bu şenlikte yaşanan coşku, ardından telefon ve mektuplarla bize ulaşan olumlu tepkiler, bizi 2. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ne taşıdı.

İkinci şenlik, 1-3 Ekim 1999 tarihleri arası, çok eskiden de insanların gözlerini gökyüzüne çevirdikleri bir yerde, Kapadokya'da, Ürgüp'te yapıldı. Tüm ekip, yorgunluğa karşın, katılımcılar kadar; hatta onlardan daha çok zevk aldı şenlikten.

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ni ilk şenlikteki gibi, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'yle (TUG) birlikte düzenliyoruz. İlkinden farklı yanı, etkinliklerin büyük bölümünün, Bakırlıtepe'nin eteğindeki 1900 metre yükseklikteki Saklıkent'te gerçekleştirilecek olması. Bunun nedeni, katılımcıların kapalı seminer alanı, dinlenme ve konaklama olanaklarından yararlanılabilmesini sağlamak.



Etkinlikler kapsamında, gece, gözlemler ve gözlemevi gezisi için minibüslerle TUG'a çıkılacak. Burada katılımcılar, TUG'daki teleskopları tanıyacak; ülkemizin en büyük teleskopundan gözlem yapma olanağı bulacaklar. TUG'da, biri 150 cm ayna çaplı; diğeri, 40 cm çaplı teleskop bulunuyor.

Etkinliklerin geri kalanı için, yeniden Saklıkent'e dönülecek. Çıplak gözle ve teleskoplu gözlemler, uzman gözlemcilerin eşliğinde burada sürdürülecek. Antalya'nın kayak merkezi olan Saklıkent'te, yazın yerleşim yok. Bu nedenle, gökyüzü gözlemleri için ideal bir yer. Dileyenler, buradaki konaklama olanaklarından da yararlanabilecekler.

Gökyüzü gözlemleri, açık havada ve geceleri yapıldığından, üşümemek için önlem almak gerekiyor. Şenlik kapsamındaki etkinlikler gece açık havada yapılacağından bu önlemlerin önemi büyük. İstatistiklere göre, Eylül ayında Bakırlıtepe'nin karanlık saatlerdeki sıcaklık ortalaması 8°C. Gözlemler sırasında uzunca süre hareketsiz kalınacağı göz önünde bulundurularak sıkı giyinmeli; fazladan bir-iki kazak, yün ya da kadife pantolon rüzgâr geçirmeyen bir mont, eldiven, başlık, atkı, yün çorap bulundurmakta yarar var. Uzmanlar, bu tür uzun süreler hareketsiz kalmayı gerektiren etkinliklerde, hava sıcaklığının gerçek sıcaklığın 10-15°C altında olduğu varsayılarak giyinilmesini öneriyorlar. Özellikle, ısı kaybının çok olduğu baş-boyun bölgesinin korunması da büyük önem taşıyor. Vereceğiniz görüntüden çekinmiyorsanız, sadece gözleri ve ağzı açıkta bırakan bir başlığın büyük yararı olacaktır. Üşümeye karşı alınacak bir başka önlem, beslenmeye özen gösterilmesi. Karbonhidrat oranı yüksek yiyecekler kan şekerini yüksek tutarak ısı sağlar. Bunun için sandviç türü yiyecekler uygun olur. Şekerin doğrudan alınması, kan şekerinde ani bir yükselmenin ardından ani bir düşüşe yol açacağından tavsiye edilmiyor. Sıcak içeceklerin alınması, hem ısınmak, hem de dağdaki kuru havanın neden olduğu su kaybını dengelemek için önemli. Etkinlikler süresince yiyecek, sıcak ve soğuk içecek satışları uygun fiyatlarla yapılacak. Belli aralıklarla yemek molası verilecek, bu sırada diğer gereksinimler de karşılanabilecek. Ayrıca, hem Saklıkent'teki otelleri hem de Antalya'da bazı konaklama olanaklarını araştırdık. Dilerseniz, Saklıkent'teki otellerde 5-6 milyon lira civarındaki fiyatlara konaklayabilirsiniz. Bunun için, 18 Ağustos 2000 tarihine değin bizimle bağlantı kurmanız gerekiyor.

Bir kez daha, Bakırlıtepe'de yıldızların altında buluşmak dileğiyle.



Gökcisimlerinin Adları Nereden Geliyor?

Eski çağlardan bu yana insanlar, gökyüzüne bakmış, onun güzelliği ve ulaşılmazlığına ilgi duymuşlar. Eski Yunanlılar ilk yıldız atlaslarını oluşturmuş, gökcisimlerine çeşitli adlar vermişler. O zamanlardan günümüze değin pek çok yıldız atlası oluşturulmuş. Bugün biz de modern bir yıldız kataloğuna ya da gökyüzü haritasına baktığımızda, değişik adlandırmalarla karşılaşırız. Bunlar biraz karmaşık görünseler de temelleri aslında daha önce kurulan adlandırma sistemlerine dayanır.

Bir yıldız kataloğuna ya da gökyüzü haritasına baktığımızda, pek çok adlandırmayla karşılaşırız. Takımyıldızlara verilen adlar, genellikle Eski Yunanlılar'ın verdikleri adlardır. Eski Yunanlılar, gökyüzünü belli bölümlere ayırmış, ilk yıldız kataloglarını oluşturmuşlar; her takımyıldıza ayrı bir ad vermişler. Bu ilk yıldız atlasları 48 takımyıldızdan oluşmaktaydı. Bugünkü gökyüzü atlaslarıysa çeşitli biçimlerde ve büyüklükte 88 takımyıldız içeriyor. Bu takımyıldızların adları, birtakım canlı varlıklardan, günlük hayatta kullanılan araç ve gereçten ya da mitolojiden gelmektedir. Bugün, modern gökbilimde kullanılan takımyıldız adları çoğunlukla Latince'dir.

Yıldızların parlak olanlarına verilen adlar genellikle Arapça'dan gelmedir. 1982 yılında hazırlanmış olan Yale Parlak Yıldız Kataloğu'nda 835 yıldızın adı yer almış. Tüm bu adları ezberlemek olanaksız olmakla birlikte, çıplak gözle görebildiğimiz yıldızların sayısı 4000'i aşmaktadır. Günümüzde ise çok gelişmiş teleskoplar sayesinde, gözlenebilen gökcisimlerinin sayısı milyonlarla ifade ediliyor.

Günümüze değin hazırlanan çeşitli yıldız kataloglarında farklı adlandırmalara gidilmiştir. 1600'lerin başlarında, Johann Bayer adlı bir gökbilimci, hazırladığı Uranometria adlı yıldız atlasında, yıldızları tanımlamak için Yunan alfabesindeki harfleri yıldızın bulunduğu takımyıldızın başına getirdi. Örneğin, Cygnus (Kuğu) Takımyıldızı'nın en parlak yıldızını Alfa Cygni, ikinci parlak yıldızını Beta Cygni olarak adlandırdı. Yunan alfabesindeki 24 harfin bazı takımyıldızlardaki tüm parlak yıldızları adlandırmakta yetersiz kaldığı durumlarda, birbirine yakın konumda yer alan yıldızları adlandırırken, aynı harf, yanına bir sayı eklenerek kullanılıyordu. π_1 Orionis, π_2 Orionis gibi...

1712 yılında, İngiliz gökbilimci John Falmsteed, takımyıldızlardaki yıldızları batıdan doğuya doğru, sağ açıklık yönünde numaralandırdı. Bu yöntem, harita üzerinde bir yıldızı bulurken büyük kolaylık sağladı. Falmsteed kataloğundan bir örnek verecek olursak, 80 Virginis (Virgo=Başak), 79 Virginis'in hemen doğusunda, 81 Virginis'in hemen batısında yer alır. Falmsteed bu biçimde 2682 yıldızı numaralandırdı. Günümüzdeki modern yıldız haritalarında, parlak yıldızların hem Bayer harfleri, hem de Falmsteed numaraları verilir.

19. yüzyılda, gittikçe daha büyük teleskopların yapılmaya başlanması ve gözlenebilen gökcisimlerinin sayısının yüz binleri bulması sonucu, artık bu yıldız katalogları ihtiyacı karşılamıyordu. 1859 yılında, Bonn Üniversitesinde bir gökbilimci olan F.W.A. Argelander, gökyüzünü dik açıklık yönünde her biri bir derece genişliğinde olan ve boylu boyunca sağ açıklık yönünde uzanan ince bantlara böldü. Her bandın içinde kalan yıldızları, içinde bulundukları takımyıldızların ne olduğuna bakmadan, sağ açıklıklarına göre numaralandırdı. Örneğin, gökyüzünün en parlak yıldızlarında Vega, bu katalogda BD +38°3238 olarak adlandırılmıştır. (BD, Bonner Durchmusterung sözcüklerinin baş harflerinde oluşur ve "Bonn Araştırma" anlamına gelmektedir.) Buna göre Vega, +38 ve +39 dik açıklıklar arasında, 0^h sağ açıklıktan sonra, 3238. yıldızdır. BD kataloğunun aslı 324 188 yıldız içerir ve gökkürenin yarısından biraz fazlasını (-2° dik açıklığa kadar) kapsar. Daha sonra, bu katalog genişletilerek, tüm gökküreyi kapsayan ve toplam 1 071 800 yıldız içeren bir katalog oluşturulmuştur.

Bugün en çok kullanılan yıldız kataloğu ise Annie J. Cannon'un 1911 - 1915 tarihleri arasında hazırladığı Henry Draper (HD) yıldız kataloğudur. Yıldızların sağ açıklıklarına göre sıralandığı bu katalog, 225 000 yıldız içeriyor ve her birinin tayf türü veriliyor.

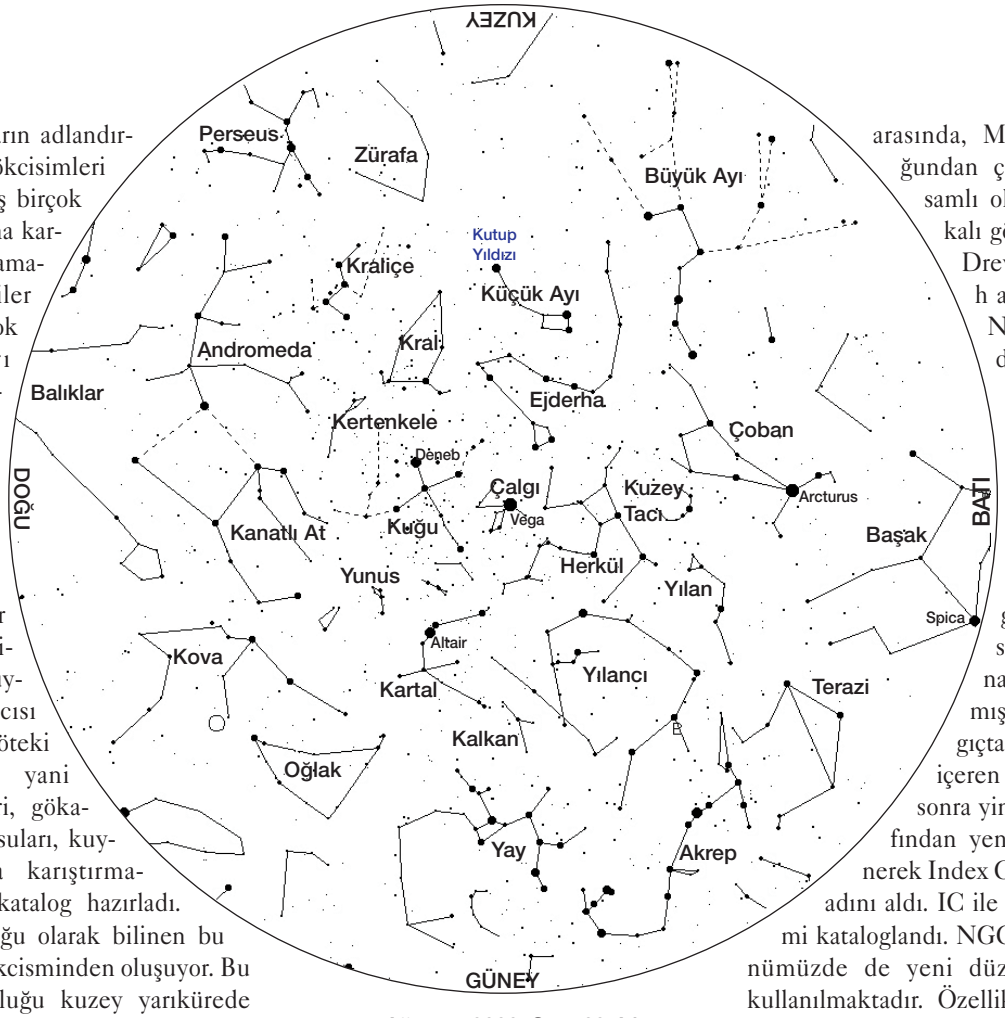
Bugüne kadar hazırlanmış en kapsamlı katalog ise, Hubble Uzay Teleskopu için oluşturulan Hubble Space Telescope Guide Star Catalog'dur (HST GSC). Bu katalog 19 milyona yakın gökcismini içeriyor. Bunların yaklaşık 15 milyonunu yıldızlar, geriye kalanın çoğunluğunu da gökadalar oluşturuyor. Bu katalogda GSC 1234 1132 olarak adlandırılan bir gökcismi, gökyüzündeki 9537 küçük bölgenin 1234'üncüsünde yer alan 1132'inci gökcismidir.

Değişen yıldızların adlandırması ise tümüyle kendine özgü bir sistemle oluşturulmuş. Bu sistem, Argelander tarafından kurulmuş. Argelander'in sistemine göre, bir takımyıldızda keşfedilen ilk değişen yıldız, içinde bulunduğu takımyıldızın başına R harfi getirilerek adlandırılmış. İkinci keşfedilene S, üçüncüye T getirilir ve bu Z'ye kadar devam eder. Z'den sonra RR, RS, ..., RZ, SR, SS, ... SZ, ..., ZZ, AA, AB, ..., AZ, BB, ..., BZ, ..., QZ'ye kadar gider. Bazı takımyıldızlarda bu 334 tanımlama yetersiz kalmaktadır. Bu durumda, QZ'den sonra adlandırma basitçe V335, V336, ... olarak devam eder. Biraz karmaşık da olsa, değişen yıldızları adlandırmakta kullanılan yöntem bu.

Yıldızların adlandırmalarına ve yıldız kataloglarına kısaca değindikten sonra, gelelim yıldız kümeleri, bulutsu-

lar ve gökadaların adlandırmalarına. Bu gökcisimleri için hazırlanmış birçok katalog olmasına karşın, özellikle amatör gökbilimciler tarafından en çok kullanılanları Messier Kataloğu ve NGC'dir (New General Catalogue).

Charles Messier, 1700'lü yıllarda yaşamış bir Fransız gökbilimcidir. Bir kuyrukluyıldız avcısı olan Messier, öteki gökcisimlerini, yani yıldız kümeleri, gökadaları ve bulutsuları, kuyrukluyıldızlarla karıştırmamak için bir katalog hazırladı. Messier Kataloğu olarak bilinen bu katalog, 110 gökcisminden oluşuyor. Bu katalog, çoğunluğu kuzey yarıkürede yer alan bulutsu, yıldız kümesi ve gökada gibi çeşitli, en parlak gökcisimleri yer alıyor. Aslında, Charles Messier'in amacı, bu yıldız kümeleri, bulutsular ve gökadaları gözlemek değil, kuyrukluyıldızlarla karıştırmamak amacıyla onların yerlerini belirlemekti. Çünkü, bu gökcisimleri, özellikle de küçük teleskoplarla bakıldığında kuyrukluyıldıza benzetilebilir.

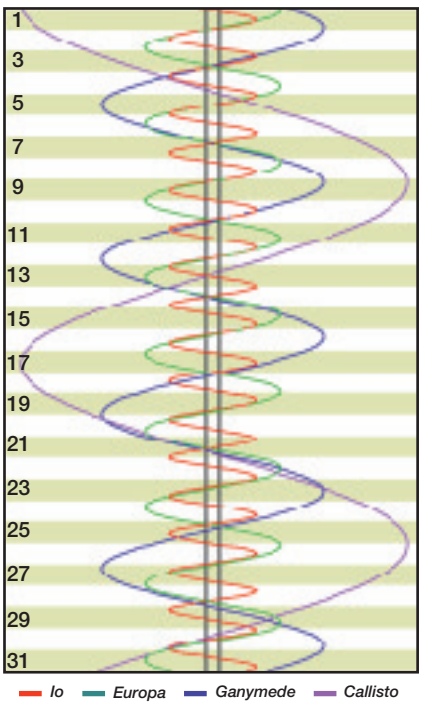


15 Ağustos 2000, Saat 22⁰⁰'de gökyüzünün genel görünüşü

Messier, 15 kuyrukluyıldız keşfine imza attı; ancak, bunların çoğu bugün anımsanmıyor. Messier Kataloğu, yaklaşık iki yüzyıl önce hazırlanmış olmasına karşın, içerdiği gökcisimleri, amatör (bazen de profesyonel) gökbilimcilerin en çok gözledikleri gökcisimleridir.

Messier kataloğundaki gökcisimlerinin sırası, sağ açıklık sırasına bağlı değildir. Messier onları, keşif sırasına göre numaralandırmıştır ve numaranın önüne bir "M" harfi koymuştur. Örneğin, Andromeda Gökadası Messier Kataloğu'nda M31 olarak adlandırılmıştır. En ünlü Messier cisimleri arasında, Ülker Açık Yıldız Kümesi M45, Herkül'deki küresel Küme M13, Orion Bulutsusu M42 vardır. Uygun gözlem koşullarında, Messier Kataloğundaki gökcisimlerinin çoğu, 7x50'lik bir dürbünle gözlenebilmektedir. 70-80 mm çaplı bir teleskoplaysa, bu gökcisimlerinin hepsi görülebilir.

Sadece yıldız kümeleri, bulutsular ve gökadalar için hazırlanmış kataloglar arasında, Messier kataloğundan çok daha kapsamlı olanı, Danimarkalı gökbilimci John Dreyer tarafından hazırlanan NGC'dir. Adında "New" yani "Yeni" sözcüğü bulunmasına karşın, bu katalog 110 yıl önce hazırlanmıştır. NGC'deki gökcisimleri, sağ açıklıklarına göre sıralanmışlardır. Başlangıçta 7840 gökcismi içeren katalog, daha sonra yine Dreyer tarafından yeniden düzenlenerek Index Catalogues (IC) adını aldı. IC ile 13 226 gökcismi kataloglandı. NGC kataloğu, günümüzde de yeni düzenlemeleriyle kullanılmaktadır. Özellikle de amatör gökbilimciler, Messier Kataloğu çok az gökcismi içerdiğinden, bu katalogdan sonra, NGC'yi kullanırlar. 7x50'lik bir dürbünle, NGC'de yer alan gökcisimlerinin parlak olanlarını görmek mümkün. 200 mm çaplı bir teleskopla bu katalogda yer alan gökcisimlerinin tümü görülebilir.



Ağustos ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak adlandırılan dört büyük uydusu.

Ayın Gök Olayları

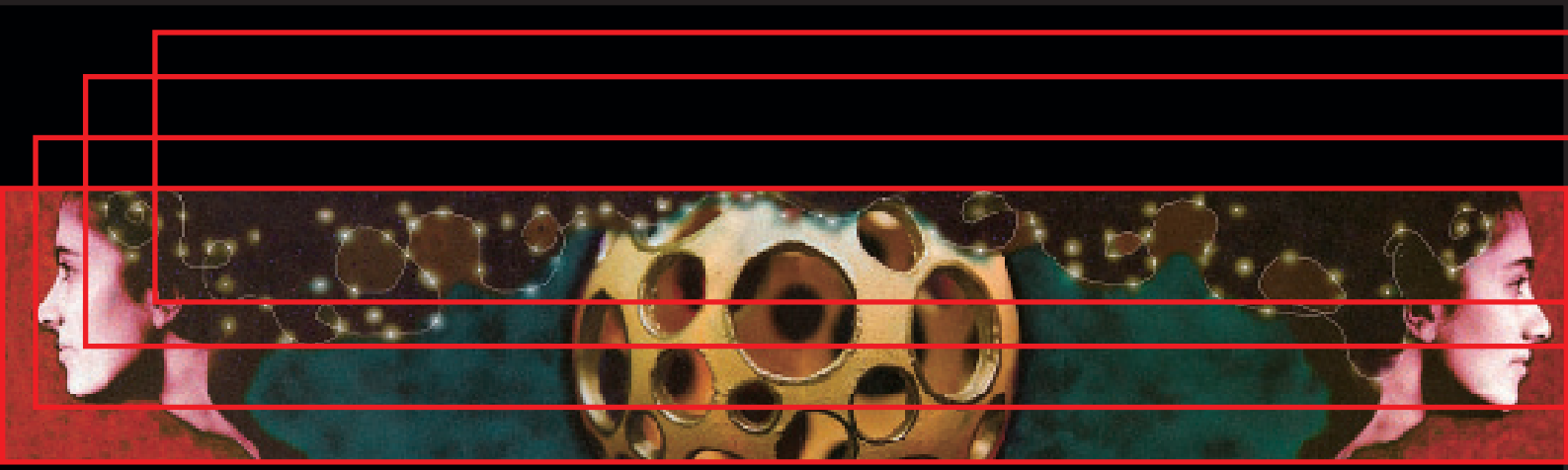
Aylardır gözlerden uzak kalan gezegenler bu ay biraz daha iyi konuma gelecekler. **Jüpiter** ve **Satürn,** ayın başında saat 1:00 sularında; sonundaysa daha erken, 23:00 sularında doğu-kuzeydoğu ufkundan yükseliyorlar.

Gözlenebilecek bir başka gezegen **Venüs**. Gezegen güneş battıktan sonra, kısa bir süre batı ufkunda gözlenebiliyor. Ayın sonuna doğru bu süre uzayacağından, gezegen daha rahat gözlenebilecek.

Merkür, sabah gökyüzünde ve ayın sonlarında Güneş'ten yaklaşık bir saat önce doğuyor.

Ay, 6 Ağustos'ta ilk dördün, 14 Ağustos'ta dolunay, 21 Agustos'ta son dördün ve 28 Ağustos'ta yeniay evrelerinden geçecek.

Alp Akoğlu



Kuantum İnternet

Kuantum mekaniği şaşırtıcı olmakla birlikte atomaltı dünyadaki etkileşimleri açıklamakta olağanüstü başarılı bir kuram. Bu mikrodünyanın, bizim dünyamızda alışık olmadığımız özelliklerinden biri de çoklu durumlar; yani, bir şeyin aynı anda hem var, hem de yok olabilmesi. Bu özellik makrodünyamızda hesaplama ve haberleşme için öylesine büyük potansiyel taşıyor ki, araştırmacılar, onyıllardır bundan yararlanacak algoritmalar, programlar ve iletişim ağları tasarlamakla uğraşıyorlar. Çoklu durumların, hızlı ve güvenli haberleşmede kullanılması için yaratıcı teknikler hazırlandı bile. Aşılması gereken zorluk, mikro ve makrodünyalar arasındaki sınırı geçerek, kuantum bilgisayarları gerçekleştirebilmek.

SETH LLOYD'un pek alışılmadık bir uğraşı var. Evrendeki en ilginç, sadece kuantum dünyasında var olan kaynakları kullanarak bir ağ yaratmaya çalışıyor. Bu tuhaf ürüne dolaşıklık (entanglement) deniyor. Dolaşıklık, geçmişte bir zaman etkileşime girmiş parçacıklar arasındaki bir tür hayali, bir bakıma telepatik bir bağ olarak tanımlanabilir. Bu bağlantı, "naklen" gerçekleşiyor ve parçacıklar evrenin iki ayrı köşesinde de olsa çalışıyor. Bu sayede, belki de bilim kurgu romanlarından aşina olduğumuz türden "ışınlama" bir gün gerçek olabilecek.

Ancak, öncelikle önümüzde duran bazı sorunlar var. Bilim adamları, ilk adım olarak dolaşıklığın yaratılması, saklanması ve dağıtılması gibi sorunların aşılması gerektiğini savunuyorlar. Böylece, çok hızlı kuantum bilgisayarların bir kuantum internetiyle birbirine bağlanması söz konusu olabilir. Kuantum bilgisayarlar, hiç kuşkusuz, araştırmacılara kuantum mekaniğinin evrendeki ilginç rolünü anlamalarına yardımcı olacak. Bunun yanında, bu bilgisayarlar sayesinde, en gizli şifreler kolaylıkla çözülebilecek. Bu nedenledir ki, Lloyd'un Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'ndeki (MIT) çalışmalarına Amerika Birleşik Devletleri ordusu bile destek veriyor.

Dolaşıklık, günümüzde, kuantum şifreleme ve çok küçük ölçekli kuantum bilgiişlem ve ışınlama deneylerinde kullanılıyor. Eğer dolaşık (entangled) parçacıklar, bir kuantum interneti yoluyla dünyanın her bir yanına dağıtılabilirse, bilgiişlem ve haberleşmede bir devrim gerçekleşmiş olacak.

Kuantum bilgisayarlar, çok büyük işlem gücü elde etmek için, birbirine bağlanabilecek. Bu sayede bilgi, bugün ancak kuramsal olarak varolan haberleşme hızından bile çok daha hızlı taşınabilecek. Kuantum işlemleri yapmak isteyen herkes, gereksinim duyacağı yazılımı kuantum internet yoluyla bilgisayarına yükleyebilecek. Fizikçilerse, kuantum maddenin "rafta durmayan" örnekleriyle çalışma fırsatını bulacaklar. Bu tür potansiyel uygulamalar, bir kuantum interneti yaratmak için yeterli nedenler gibi görünüyor.

Ancak, her şey göründüğü kadar toz pembe değil. Ortadaki en büyük sorunlardan birisi, kuantum parçacıklarının çok "kırılgan" olmaları ve taşıdıkları bilgiyi kolayca yitirebilmeleri. Yalnızca bir bakış bile, taşıdıkları bilgiyi yok edebilir. Öyle görünüyor ki, bir kuantum interneti oluşturmak, bazı ciddi sorunlar çıkarıyor karşımıza. Ancak, Lloyd ve çalışma arkadaşları, geçenlerde, bir kuantum internetinin nasıl yapılabileceğini ayrıntılarıyla yayımladılar. Üstelik, onlara göre, bugünkü teknolojiyle bunu başarmak mümkün. Lloyd'a göre, tüm gerekli parçalar daha önce yapıldı. Lloyd, üç yıl içinde, bu şebekenin ilk üç ayağını yapabileceğini düşünüyor.

Bir kuantum interneti, aslında, iletişim endüstrisinin altyapısını yeniden inşa etmek anlamına geliyor. Günümüzdeki her telefon çalışı, TV yayınları ve İnternet bağlantıları, kabaca, Claude Shannon'un çalışmalarının bir ürünü. Shannon, 1940'larda, New Jersey'deki Bell Laboratuvarları'nda, klasik haberleşme teknolojisinin temelini atmıştı. Shannon, her iletişim kanalının kapasitesini, yani her kanalın ne kadar bilgi yükünü kaldırabileceğini saptayarak ve bilgi sıkıştırma tekniklerinin ana hatlarını belirleyerek, mühendislere iletileri daha verimli göndermenin yolunu göstermişti.

Shannon, ayrıca, gürültülü kanallarla nasıl baş edeceğini ve bitlerin nerede bozulduğunu gösterdi. Örneğin, güvenilir olması bakımından, gönderici her biti üç kez tekrarlamalıydı. Shannon bunu kanal kodlama olarak adlandırdı. Araştırmacı, verimliliğin kuramsal sınırları üzerine de araştır-

malar yaptı. Yeni nesil cep telefonlarının verimliliği, bu "Shannon sınırı"na oldukça yaklaşmış olacak.

Ne var ki, Shannon'un fikirleri, sadece klasik haberleşmeye uygulanabiliyor. Kuantum internetine giden yoldaki en büyük sorun, onun kuramlarını kuantum dünyası için yeniden oluşturmakta yatıyor.

Kuantum dünyasındaki bilgiişlem, klasik bilgiişleme benzemiyor. Klasik bilgiişlemde bilgi, 0 ve 1'lerden oluşan bir dizi rakamla ifade edilir ve bu bilgi bir kablodaki voltajı değiştirerek taşınır. Bir düzeyin üzerindeki voltaj 1'i; altındakiyse 0'ı temsil eder. Ancak, bir kuantum parçacığına, örneğin bir fotona bir parça bilgi yüklemek çok daha farklı.

Fotonlar, aynı anda iki ya da daha çok durumda bulunabilirler. Örneğin, bir fotonun elektrik alanı, foton bir düzlemde titreşecek biçimde filtre edilebilir. Buna kutuplaştırma ya da polarizasyon deniyor. Örneğin, kutuplaşma düzlemini dik yaparsak bu 0'a, yatay yaparsak, 1'e karşılık gelir.

Ancak, kuantumda, durumların üst üste gelmesi (süperposizyon) denen bir olgu var. Bu, bir parçacığın aynı anda birden fazla durumda bulunabileceği anlamına geliyor. Bu nedenle, bir foton aynı anda hem dikine hem de yatay kutuplaşabilir. Bu, aynı anda hem 0 hem de 1 demek. Bu fotonun kutuplaşmasına, kubit (kuantum ve bit'in kısaltılmışı) deniyor. Kuantum durumlarının kırılgan doğası olmasaydı, mühendisler, durumların üst üste gelmesi sayesinde bu fotonları kullanarak, iletişim kanallarının hızını hemen iki kat artırabilirlerdi.

Aslında sorun tam olarak ne kadar bilginin depolanabileceği değil, ne kadarının yeniden kullanılabileceği. Bilgi, bir foton üzerinde yapılacak ölçümle geri kazanılabilir. Ancak, kuantum dünyasında, ölçümler her şeyi değiştirir. Tek bir foton için, kutuplaşma ancak tek bir doğrultu için ölçülebilir. Bu ölçüm yapıldığında da, fotonun taşıdığı bilginin geri kalanı geri kazanılamayacak biçimde yok olur. Bu da bir kubitten ancak bir bitlik bilgi alınabileceği anlamına geliyor. Yani, kuantum kanalıyla klasik türden bir veri gönderme, klasik kanalın kapasitesini aşamıyor.

Ancak, dolaşıklık işin içine girdiğinde her şey değişiyor. İkiliden biri üzerinde yapılan ölçüm, ötekinin ölçüm sonucunun da aynı olmasını sağlıyor. Aralarındaki uzaklık ne olursa olsun. Bu, uzay-zamanın iki noktasını sihirli bir biçimde birleştiren olay, iletişimde bir çığır açacak gibi görünüyor.

1992'de, IBM Thomas J. Watson Araştırma Merkezinden Charles Bennett, ve Tel Aviv Üniversitesi'nden Stephen Wiesner, dolaşıklığın, kuantum kanalına göre en azından bir ya da iki kez daha hızlı olabileceğini gösterdiler. Bu, araştırmacıların hayali karakterleri Alice ve Bob için çok iyi bir haberdi. Alice, zamanının büyük bölümünü Bob'a kuantum iletileri göndermeye ayırmış. Ne var ki, henüz telefonda olduğundan daha hızlı bir iletişim gerçekleştirememişler. Peki, Alice ve Bob, bir çift dolaşık fotonu paylaşıyor olsalardı ne olurdu?



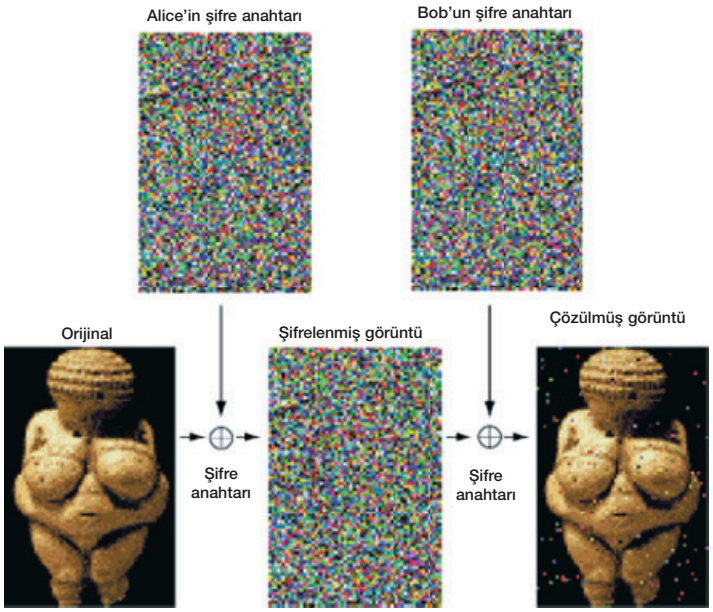
Her foton, ya yatay (1) ya da dikey (0) kutuplaşmış olabilir. Böylece, ikili, dört durumdan birisinde olabilir: İkisi de dikey; ikisi de yatay, birincisi yatay, ikincisi dikey; birincisi yatay, ikincisi dikey kutuplaşmış olabilir. İkili sisteme göre, bu 00, 11, 01 ya da 10 olacaktır. Onluk sistemdeyse, 0'dan 3'e kadar olan rakamlara karşılık gelir bu. Alice, elindeki fotonlardan birine bakarak, sistemin bu dört durumdan hangisinde olduğunu saptayabilir.

Alice ve Bob, her biri, başlangıçta üst üste gelmiş dört durumdaki dolaşık çiftin birini alır. Sonra, Alice fotonunu basit bir optik sistemin içine koyar. Dolaşıklığın garip doğası sayesinde, Alice'in müdahalesi, Bob'un fotonunu da etkiler. Alice'in hareketi, aynı anda hem kendi hem de Bob'un fotonuna bilgi yükler. Alice, kendi fotonunu, iki foton hakkında da bir bilgiye sahip olmayan Bob'a yollar. Bob, fotonu aldığında, ikilinin optik özelliklerine bakarak Alice'in dört işlemden hangisini yaptığını okur. Buradaki en önemli nokta, Alice'in, dolaşıklık yoluyla ve tek foton kullanarak iki bitlik veriyi gönderebilmesidir. Böylece, dolaşıklık, onun kanalının kapasitesini iki katına çıkarmış oluyor. Bu olaya, kuantum süperyoğun kodlama da deniyor.

Aynı yöntemle, bundan da öteye gidilebilir. Fizikçiler, dolaşık üçlüler ve dörtlülerle oynamaya başladılar bile. Doğal olarak bunlar çok daha karmaşık özelliklere sahipler. Ortaya kaçınılmaz olarak çok daha fazla kombinasyon çıkıyor. Eğer bu durumlarla başa çıkılabilirse, kuantum iletilerin inanılmaz hızlarla yapılması olanaklı hale gelecek.

Ancak, ortada bir sorun var. Eğer fizikçiler ortaya çıkan istenmeyen hataları düzeltmenin bir yolunu bulamazlarsa, bu muhteşem buluş, hiçbir işe yaramayabilir. Kuantum durumları o kadar kırılgan ki, dışarından gelecek en ufak etki, onların bozulmalarına neden olabiliyor. Bu nedenle, pek çok fizikçi, yakın zamana kadar kuantum bilginin güvenilir bir biçimde gönderilemeyeceğini düşünüyordu. Ancak, geçen yıl, iki fizikçi bu soruna mükemmel bir çözümle geldiler.

IBM'in California Almaden Araştırma Merkezi'nden Isaac Chuang ve Washington'daki Microsoft Araştırma'dan Daniel Gottesman, kuantum hesaplamaları yapan, kuantum iletilerinin içeriğini koruyan ve bitlerin hatasız kalmalarını sağlayan bir program geliştirme yolunda epeyce ilerlediler. Ve, bunu olanaklı kılan en önemli katkı, dolaşıklık. Chuang ve Gottesman'ın fikri, kuantum ışınlamayı temel alıyor. Araştırmacılar, önce gönderilecek kubit üzerinde bir ölçüm yapıyorlar. Aynı ölçümü, dolaşık çiftin yarısının üzerinde de yapıyorlar. Bu, çiftin öteki yarısına kubit hakkında bilgi gönderiyor.



Gizli bilginin kuantum kriptografi yöntemiyle iletilmesi. Viyana yakınlarında bulunan MÖ. 22 000 yılına ait Willendorf Venüsü'nün resmi 8 bit derinliğinde renkli bir haritaya kodlanıyor. Alice ve Bob tarafından, dolaşık fotonlar üzerinde yapılan bağımsız gözlemlerle elde edilmiş iki rasgele şifre anahtarı da renkli haritalarla temsil ediliyor. Alice, orijinal resmi şifrelenmiş haritayı da ekleyerek kodluyor. İletilen görüntü tümüyle rastgele olduğundan bu bilgiyi elde etme çabaları yararsız olacaktır. Bob, orijinal mesajı, elindeki şifreyi de koyarak elde ediyor. Sonuç görüntüdeki 1-2 hata, dolaşık fotonların ölçümünün bazen tam olarak örtüşmemesinden kaynaklanıyor.

Kuantum hesaplama, basitçe, bir kuantum durumunun bir başkası üzerindeki etkisinin bir sonucu. Dolaşık çiftin durumunu belirli bir biçimde hazırlarken, ışınlanan, orijinal kubit üzerinde yapılan işlemlerin sonucu.

AT&T Laboratuvarları'ndan Peter Shor ve Oxford Üniversitesi'nden Andrew Steane, 1995 yılında, veriler üzerinde yapılan bir takım basit işlemlerle hataların düzeltilebileceğini öne sürmüşlerdi. Chuang ve Gottesman'a göre, bir kuantum web sitesinden bir set halinde, hata düzelten dolaşık fotonlar indirerek bu sorunu halledebilirsiniz.

Chuang ve Gottesman'ın makalelerinde, dolaşık parçacıkların ticari bir kaynak olabileceğine değinmişlerdi. Öyle ki, onlara göre, bu parçacıklar kuantum interneti yoluyla alınıp satılabilecekler. Ayrıca, bu parçacıkların yapısı sayesinde, taşıdıkları bilgiyi başkalarının görmesi engellenebilecek. Bir başkası onlara baktığında durum değiştireceklerinden, gizlilik daha güvenilir hale gelecek.

Belki de buraya kadar anlatılanların hepsinden de ilginç olan, kuantum internetin karmaşık moleküllerin dünya'nın herhangi bir yerine ışınlanmasında kullanılabilecek ideal bir araç olabileceği düşüncesi. Şimdilik araştırmacılar, bir fotonun kuantum durumu gibi basit şeyleri ışınlayabiliyorlar. Daha ileri gitmek için, daha karmaşık dolaşıklıkların kullanılması gerekecek. Kuantum internet ve onun kuantum yazılımı, bilim adamları için, atomların, moleküllerin ve zamanla belki de yaşam unsurlarının ışınlanması yolunda bir başlangıç olacak.

Kuantum internetinin planını oluşturma yolunda ilk adımı, 1997'de Innsbruck Üniversitesi'nden Ignacio Cirac ve Peter Zoller attı. Bu yıl, Lloyd ve MIT'den Selim Shahriar ve Massachusetts'teki Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı'ndan Philip Hemmer, bu fikri gerçeğe daha da yakınlaştırdılar. Onların düşüncesi, bir çift dolaşık foton yaratıp optik fiber yoluyla birini Alice'e ötekini Bob'a göndermek. Alice ve Bob, süper soğutulmuş atomlar içeren lazer tuzaklarına sahipler. Bu tuzaklar, fotonları yakalayabiliyor. Lloyd ve arkadaşları, bir atomun ne zaman bir foton yakaladığını ona zarar vermeden saptayabileceğimizi söylüyorlar. Alice ve Bob'un eş zamanlı soğurmalarına bakarak atomların dolaşık çifti ne zaman yakaladığını bulabiliriz. Bu gerçekleştiğinde, atomlar, kendileri dolaşık olur; böylece Alice ve Bob bir çift dolaşık parçacığı paylaşırlar. Atomların elektrik yükü olmadığından, elektrik ve manyetik alanlardan etkilenmezler ve dış dünyadan korunmuş olurlar.

Alice ve Bob, yazılımı "raftan indirerek", onu iletilerini göndermede kullanabilirler. Fizikçiler, atom çiftlerini, kuantum mikrobilgisayarları arasında iletişimi sağlamada kullanabilirler. Bu, yararlı işlemler yapabilecek kuantum bilgisayarları oluşturmada gereksinim duyacakları şey.

Günümüzün kuantum bilgisayarları, kuantum bilgiişlemleri yapabilen; ancak onu paylaşamayan ilkel moleküller. Bunlardan en güçlüsü, New Mexico'daki Los Alamos Laboratuvarları'ndaki 7 kubitlik makine. Bu makinelerden pek çoğunu birbirine bağlayarak, yararlı kuantum hesaplamalar yapmak olanaklı olabilecek. Ağ gibi yaygın bir şebekeyle, tüm dünyadaki bilgisayarlarla muazzam işlem gücü elde edilebilir.

Küresel bir kuantum interneti, sanıldığından daha önce yapılandırılabilir. Lloyd, 6 ay içinde, çalışan bir dolaşıklık kaynağına sahip olmayı düşünüyor. İki yıl içinde de dolaşıklığı gönderebileceğini umuyor. Üç ayaklı bir internetse bir yıl daha sonra gelebilecek.

Şimdiden, dolaşık bilginin 21. yüzyıl için sağlayacağı olanakları düşünün. Microsoft gibi, tüm dünyaya dolaşıklık kaynağı olmayı düşünenler için de iyi haberler var: Kuantum yazılımları sadece bir kez kullanılabilir. Dolaşıklık ve kuantum ölçümlerinin kurallarına göre bir kere kullanmak, onu yok etmek anlamına geliyor. Bilgiişlem tarihinde ilk kez, yazılım korsanları dolaşıklık karşısında çaresiz kalacaklar.

Entangled Web, *New Scientist*, 20 Mayıs 2000
Çeviri: Alp Akoğlu



Schrödinger'in Kedisi Aramızda

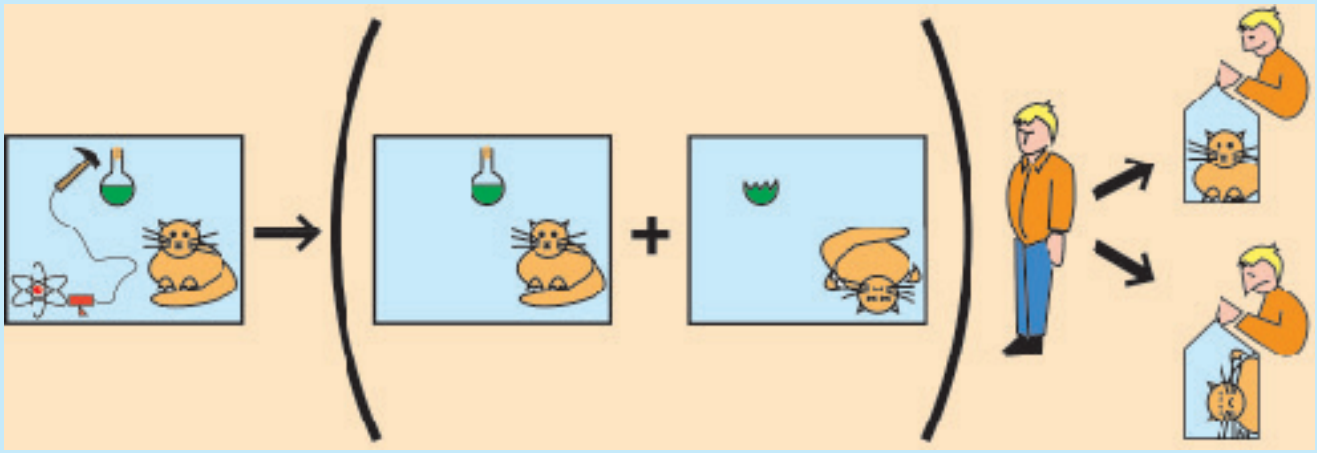
Stony Brook'taki bir grup fizikçi Schrödinger'in kedisi deneyinin bir benzerini SQUID'ler üzerinde gerçekleştirdiler. Böylece bu ünlü düşünce deneyinin kuantum fiziği hakkında ortaya attığı sorulardan biri, makroskopik cisimlerin de üst üste gelmiş durumlara sokulup sokulamıyacağı sorusu, yanıtlanmış oldu. Deney, aynı zamanda SQUID'lerin ileride yapılması olası kuantum bilgisayarları için kuantum bit'i olarak kullanılabileceğini de gösteriyor. New York Devlet Üniversitesi, Stony Brook kampüsünde James Lukens önderliğinde bir grup fizikçi, milimetrenin altıda biri kadar büyüklükte bir halkanın üzerinden aynı anda birbirine zıt iki akım geçirmeyi başardılar. Kuantum fiziğinde sıkça rastlanılan bu tür durumların büyük cisimler için geçerli olmadığı düşünülüyordu.

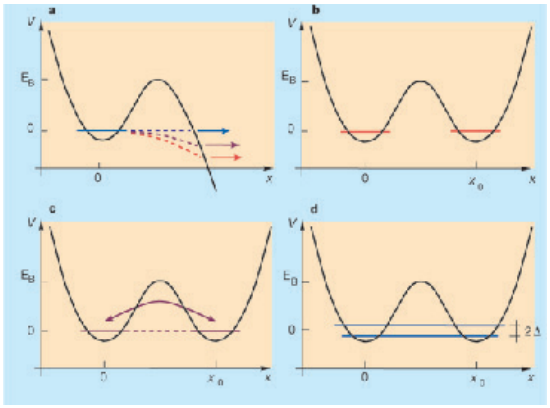
KUANTUM FİZİĞİNİN anlaşılması en zor yönü üst üste gelme (süperpozisyon) ilkesidir. Genel anlamda bu ilke bize, bir sistemin içinde bulunabileceği durumları aritmetik işlem yapıyormuşçasına toplayıp, çıkarabileceğimizi; sonuçta sistemin yeni durumlarını elde edeceğimizi söyler. Örneğin sizden noktasal bir parçacığı hayalinizde canlandırmanız istenirse, siz bu parçacığın uzayın belli bir noktasında bulunduğunu, eğer hareket ediyorsa zamanla bu konumunu değiştirdiğini düşünürsünüz. Ne yazık ki, kuantum fiziğinde parçacıklar böyle bir durumda hiç bir zaman bulunamazlar. Elektronlar gibi temel parçacıklar, genellikle, uzayın değişik noktalarında bulundukları durumların üst üste gelmesiyle oluşan, bizim hayalimizde canlandırmakta zorlandığımız bir durumda bulunurlar. Bir başka deyişle, söylemesi kolay olsun diye, biz bunu "bir parçacık uzayın değişik noktalarında aynı anda bulunabilir" şeklinde ifade ediyoruz.

Schrödinger'in Kedisi Deneyi

Kuantum fiziğine göre radyoaktif bir atomu yalnız başına bırakırsanız, atom bir süre sonra bozunmuş ve bozunmamış durumlarının üst üste gelmesiyle oluşan yeni bir duruma girer. Doğal olarak burada ilk aşamada çekirdeğin bozunmamış durumda bulunması olasılığı daha fazladır, ama bu olasılık zaman geçtikçe azalır. Çekirdeğin yarı ömrü kadar süre sonra, üst üste gelmiş durumda bozunmuş durumun olasılığıyla bozunmamış durumun olasılığı eşit olur. Yarı ömrün bir kaç katı kadar uzun bir süre beklendiğindeyse çekirdek, büyük olasılıkla bozunmuş durumda, çok küçük bir olasılıkla da bozunmamış durumda bulunur. Burada önemli olan özellik, ilk an dışında, her zaman için çekirdeğin durumunun iki durumun üst üste gelmesiyle oluşması, yani aynı anda hem bozunmamış hem de bozunmuş bulunabilmesi.

Schrödinger'in tasarladığı deneyde, bir kedi çevresinden mükemmel biçimde yalıtılmış bir kutunun içine yarı ömrü bir saat kadar olan bir atom ve diğer bir takım aletlerle beraber konur. Schrödinger, radyoaktif çekirdeğin kendiliğinden üst üste gelmiş durumlara girdiği gerçeğini kullanarak bir kediyi de üst üste gelmiş durumlara sokabileceğini söylüyor. Kutu içinde bir dedektör, çekirdek bozunduğunda ortaya çıkan ışımayı algılar algılamaz bağlı bulunduğu bir çekici harekete geçirir. Çekiç, içi siyanür dolu bir şişeyi kırarak kedinin ölümüne neden olur. Fakat atom bozunmazsa, dedektör gereki sinyali çekice göndermez ve kedi yaşamaya devam eder. Atomik olayların makroskopik cisim-





Tünelleme yoluyla bir sistemin durumunu değiştirmesi. (a) Çevreyle etkileşen sistem, tünelleme yaparken enerjisini kaybederek diğer vadiye tamamen geçer. (b) Vadiler simetrikse ve çevreyle etkileşim güçlü ise, makroskopik cisimlerde gördüğümüz gibi, sistem vadilerden birinin en alt noktasında sonsuza dek kalır. (c) Çevreyle etkileşim zayıf ise, bir vadiden diğerine tünelleme gerçekleşebilir. Fakat bu şekilde durum değiştirmeler rastgeledir. (d) Çevreden tamamen yalıtılmış bir sistemde tünelleme uyumludur ve iki vadideki durumların üst üste gelmesi ile oluşan yeni durumlar arasında bir enerji farkı oluşur.

Kuantum fiziği hakkında hiç bir şey bilmeyenler yukarıdaki paragrafta muhakkak kaybolmuşlardır. Kuantum dünyasının bu özelliğini anlamakta zorlanmamızın asıl nedeni, yaşadığımız, tanıdık olduğumuz dünyada üst üste gelmiş durumlara hiç bir zaman tanık olmamamız. Bugüne kadar hiç kimse bir nesnenin iki ayrı yerde aynı anda bulunduğunu görmemiştir. Ya da siz bu dergiyi okurken, derginin bütün sayfalarının aynı anda açık olduğuna ve bütün sayfaları aynı anda okuyabildiğinize şahit olmamışsınızdır. Daha önce hiç görmediğimiz bir nesneyi, daha iyi bildiğimiz nesne ve kavramlarla açıklamaya çalıştığımız için, kuantum dünyasını anlamak için elimizden gelen iyi bir şey yok.

Öte yandan, kuantum mekaniği çok başarılı bir kuram. Bugüne kadar bu kuramın atomlara, atomaltı parçacıklara ve mikroskopik ölçekte diğer bir çok olaya uygulanması o kadar iyi sonuçlar vermiştir ki, artık hiç kimsenin kuantum mekaniğinin doğruluğundan şüphesi kalmamıştır demek yanlış olmaz. Görünen o ki, eğer elektronlar yaşıyor olsaydılar, kuantum fiziğini anlamakta hiç zorluk çekmeyeceklerdi! Peki bunu neden biz başaramıyoruz? Neden çevremizde kuantum fiziğine göre hareket eden cisimler göremiyoruz? Neden bu derginin bütün sayfalarını aynı anda açıp, aynı anda okuyamıyoruz? Bu sorunun yanıtının, bizim makroskopik dünyamızdaki bütün nesnelerin çok fazla sayıda (milyarlarca milyar) temel parçacıktan oluşmasında yattığı düşünülüyor.

1935 yılında Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger, yukarıda sorduğumuz soruyu daha iyi kavrayabilmemizi sağlayan bir düşünce deneyi tasarladı. Bu deneyde, kuantum mekaniğine göre hareket eden parçacıklar kullanılarak, makroskopik cisimlerin üst üste gelmiş durumlara sokulması mümkün oluyordu. Olaya biraz da dramatik yön vermek için Schrödinger, makroskopik nesne olarak yaşayan bir varlık, bir kedi seçmişti. Deneyde mikroskopik olayların makroskopik cisimleri etkilemesi sağlanarak, canlı ve ölü durumların üst üste gelmesiyle kedi, bizim için çok egzotik bir duruma sokuluyordu. Aynı anda hem yaşayan, hem de ölü olan bir kedi! Bir çok kişi için bu deney, bazı nedenlerden dolayı kuantum kavramlarının makroskopik dünyaya kadar çıkamayacağı, bu nedenle makroskopik dünyayla mikroskopik dünya arasında bir sınır olduğu şeklinde yorumlanıyordu. Bir başka deyişle, bir sistemin içindeki parçacık sayısı, belli sınır değerleri aştığında artık kuantum yasalarına göre değil, bildiğimiz klasik yasalara göre hareket etmeye başlıyordu.

1980'li yıllarda Caldeiro ve Leggett çevreyle ilişkisi tamamen kesilmiş makroskopik bir sistemin, kuantum mekaniğine göre hareket edebileceği, hatta üst üste gelmiş durumlara konabileceği iddiasını ortaya attılar. Bundan sonra bir çok grup, Schrödinger'in kedisini düşünceden pratiğe döndürmeye çalıştı. Bu iddia ilk olarak büyük, ama hala mikroskopik sistemlerde denendi. Süperiletkenler, nanoölçekte mıknatıslar, lazerle soğutulmuş iyonlar ve C60 molekülleriyle yapılan deneyler bu görüşü doğruluyordu. Ama gerçek anlamda makroskopik bir cismin kuantum davranışı, Stony Brook'tan James Lukens önderliğinde çalışan bir grupça geçenlerde gözlemlendi.

Nature dergisinde detayları yayımlanan bu deneyde, SQUID (Superconducting Quantum Interference Device – Süperiletken Kuantum Girişim Aygıtı) diye adlandırılan süperiletkenlerden yapılan aletlerin belli koşullar altında üst üste gelmiş durumlara girdiği gösteriliyor. Deneyde kullanılan

ler üzerinde böylesine büyük etkisinin olmasını garantiledikten sonra, tıpkı bozunan çekirdek gibi kedi de, canlı ve ölü olduğu durumların üst üste gelmesiyle oluşan yeni bir duruma girer. Örneğin bir saat kadar sonra, eşit olasılıklarla kedi hem ölü, hem de canlı olacaktır. Makroskopik cisimlerin, hatta canlıların böyle durumlara sokulup sokulamayacağı sorusu uzun yıllar insanları meşgul etti. Kuantum fiziğinin değişik yorumları, bu soruya değişik yanıtlar verdi. Genel düşünce, makroskopik cisimlerin bazı özelliklerinden dolayı kuantum olaylarının bu cisimlerde görülmeyeceği yolunda oluştu.

Kedinin ölü+diri olduğu nasıl anlaşılır?

Kedinin durumunu merak eden deneyci, kapağı açtığındaysa daha garip bir şey olur. Kapağı açma ve kediyi görme bir çeşit "ölçme" işlemidir. Kuantum fiziğinin standart yorumuna göre de ölçme sonunda her fiziksel sistemin durumu, ölçülen şeyin niteliğine göre bir "çökme" yaşar. Örneğin, bir çok noktada aynı anda bulunan bir elektronun yeri ölçüldüğünde, elektron bulunduğu bu yerlerden birinde ortaya çıkar. Ölçme işlemi, çoklu konumların üst üste gelmesiyle oluşan durumu, elektronun tek bir noktada bulunduğu duruma çöktürmüştür. Kutudaki kedide de aynı şey olur. Kedinin durumu, ya canlı olduğu ya da ölü olduğu duruma bir çökme yaşar. Dolayısıyla deneyci kediyi, alışık olduğu biçimde, ölü ya da diri olarak görür. Hiç bir şekilde, deneycinin üst üste gelmiş durumu birinci elden gözlemlemesi olanağı yoktur. Peki, deneyci kedinin kutu içinde üst üste gelmiş durumda olduğundan nasıl emin olabilir? Lukens ekibi bu problemin üstesinden gelmiş: özetle başka bir şey ölçerek.

Kutu çevresiyle etkileşiyorsa ne olur?

Peki deneyci kapağı açmadan kedinin durumu hakkında bilgi sahibi olabilir mi? Örneğin, kutu henüz kapalı iken kutu içinden cam kırılmasına benzer bir ses gelmişse, deneyci bundan kedinin kesinlikle ölü olduğu sonucunu rahatlıkla çıkarabilir. Bu durumda kutunun kapağını açtığında kediyi kesinlikle ölü olarak görecektir. Bir anlamda kutu içinden ses gelmesi, tıpkı kutunun kapağının açılması gibi bir ölçme işlemidir. Ha kediyi ölü gibi yerde yatarken görmüşsünüz, ha onu öldüreceği kesin zehir şişesinin kırıldığını duymuşsunuz. Her ikisinde de deneyci aynı sonucu çıkaracağı için, her ikisi de kedinin durumunun çökmesi anlamını taşır.

Benzer şekilde, eğer kutu ses geçiriyorsa ve deney süresince kutu içinden herhangi bir ses gelmemişse, deneyci kedinin hayatta olacağından emin olabilir. Kapağı açtığında kedi kesinlikle hayatta bulunacaktır. Dolayısıyla, Schrödinger'in kedisi deneyini yapmak isteyenler kutunun içiyle dışı arasındaki tüm etkileşimi kesmek zorundalar. Caldeiro ve Leggett, ancak bu durumda kutudaki kedinin durumunun, kuantum fiziğine göre gelişmesinin mümkün olduğunu söylüyorlar.

SQUID'ler 0.14 mm çapında, bize göre küçük, ama makroskopik cisimler. Birçok canlı türünün bu cihazdan daha küçük olduğu düşünülürse SQUID'lerin gerçekten makroskopik nesneler olduğu daha rahat anlaşılabilir.



SQUID'ler genellikle manyetik alanların hassas ölçümlerinde kullanılan, süperiletken malzemelerin ince bir yalıtkanla birleştirilerek halka şekline getirilmesinden oluşan cihazlar. Bu halka üzerinde mikroamper seviyesinde akan akımın hiç bir dirençle karşılaşmadığı oldukça iyi biliniyor. Dışarıdan uygulanan manyetik alanın büyüklüğüne bağlı olarak, halka üzerinde akan akım belli değerler alıyor ve bu sayede manyetik alanın büyüklüğü ölçülebiliyor.

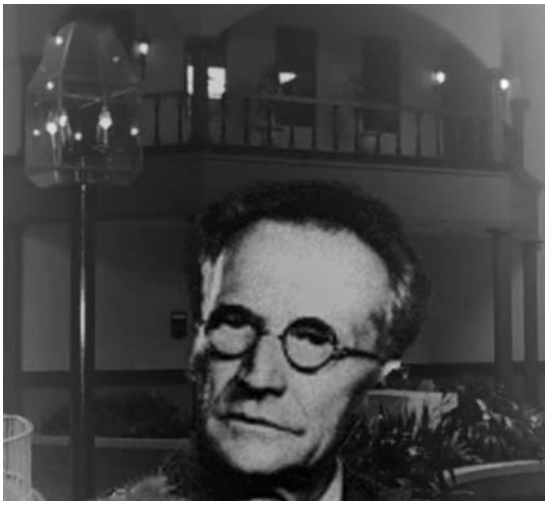
SQUID'in içinde bulunduğu her manyetik alan için akımın tek bir değeri ve tek bir yönü de yok. Üstelik halka üzerinde akan akım, "tünelleme" diye nitelendirdiğimiz fiziksel bir olay sonucu büyüklüğünü hatta yönünü değiştirebiliyor. Tünelleme sayesinde halkanın üzerinde akan akım kolaylıkla üst üste gelmiş durumlara girebilir. Grup, halka üzerindeki akımın ters yönde aktığı iki durumu üst üste getirmeyi hedefliyor. ve bu olayın bıraktığı izleri ölçerek bu olayın gerçekten olduğunu kanıtlıyor.

Bu olayın niteliğini tam olarak anlayabilmek için, şekilde gösterilen potansiyel diyagramlarını incelememiz gerekiyor. Bu şekillerde yatay eksen sistemin içinde bulunduğu durumu, düşey eksense bu durumda bulunan sistemin enerjisini gösteriyor. Ama biz burada bu şekillerin bazı dağların silueti olduğunu ve bir topun bu dağlar ve vadiler arasında hareket ettiğini varsayacağız. Eğer bir top, sol vadiye bakan bir yamaç üzerinde bulunuyorsa, hemen aşağıya doğru yuvarlanacağını, en sonunda tüm hareket bittikten sonra topu vadinin en dip noktasında bulacağımızı biliyoruz. Sol vadiye bakan yamaçlardan birine bırakılan bir topun ortadaki dağın sağ tarafına geçmesinin kesinlikle söz konusu olmadığını da hatırlatalım.

Ama eğer topumuz makroskopik bir cisim değil de, mikroskopik, kuantum yasalarına uyan bir parçacıksa o zaman ilginç etkiler görülmeye başlanır. Örneğin, parçacığın kesinlikle vadinin en dip noktasında olmadığını, değişik noktalarda aynı anda bulunabildiğini kuantum fiziği bize söylüyordu. Parçacığın en dip noktada bulunma olasılığının yüksek olmasına karşın, küçük te olsa yamaçlarda, hatta dağın içinde bulunma olasılığı da var. Hatta, daha da küçük olasılıkla dağın diğer yamacında, sağdakinde, görünme olasılığı da bulunuyor! Bunun anlamı şu: eğer dağın diğer yamacında bulunabiliyorsa, parçacık sağ taraftaki vadiye de geçebilir. Bir benzetme yapmak gerekirse, bu olayı parçacığın dağın içinde görünmez bir tünel açtığı ve diğer tarafa geçmeyi başardığı şeklinde yorumlayabiliriz. Sadece kuantum dünyasında gördüğümüz bu olaya tünelleme deniliyor. Radyoaktif bir atomun bozunması sonucu çekirdeğin içinden bir alfa parçacığının çıkması tünellemenin güzel bir örneği. Burada, çekirdek içinde dolaşan alfa parçacığı, çekirdek yüzeyinde parçacığı hapseden bir duvarı bu yolla aşıyor. Doğal olarak bu olayın gerçekleşme olasılığı dağın yüksekliğine ve açılması gereken tünelin boyuna bağlı. Eğer tünel daha kısaysa ve dağ daha alçaksa, tünelleme olasılığı daha yüksek oluyor. Radyoaktif atomların bozunmasında bazı çekirdekleri çevreleyen duvar daha güçlü ve kalın, bazıları da daha zayıf ve ince olduğu için çekirdek bozunma yarı ömürleri bazı çekirdeklerde saniyelerle, bazılarındaysa milyon yıllarla ölçülüyor.

Herhangi bir sistemi bu şekilde incelememiz mümkün. Örneğin, Schrödinger'in kedisi deneyinde sol vadi kedinin canlı olduğu durumları, sağ vadiyse ölü olduğu durumları gösteriyor diye düşünebiliriz. Ya da SQUID'lerde sol vadinin, akımın saat yönünde aktığı, sağ vadininse akımın saatin ters yönünde aktığı durumu gösterdiğini düşünebiliriz. Gerçek bundan farklı olmasına karşın, bu resim bütün olayı anlamamız için yeterli. Şekil (a) tünelleme sırasında çevreyle etkileşim olduğunda neler olabileceğini gösteriyor. Sol vadide bulunan bir parçacık, sağ vadiye tünelleme yoluyla geçerken çevreye bir miktar enerji verip bu enerjiyi kaybeder. Bu kayıp enerjiden dolayı, ve sağ vadi daha derin olduğu için, parçacık aşağıya kadar iner ve orada kalır. Sağ vadiye bir defa geçen bir parçacık buradan tekrar sol vadiye geçemez.

SQUID deneyindeyse, belli koşullar sağlandığında sağ ve sol vadiler birbirlerine simetrik olabiliyor. Böyle bir durumda, sağ vadiye geçen bir parçacığın tekrar sol vadiye geçme olasılığı da var. Tabi parçacığın tam olarak nasıl davranacağı kendi çevresiyle etkileşmesine bağlı. Eğer sistem çevresiyle güçlü bir biçimde etkileşiyorsa, örneğin söz konusu olan bildiğimiz makroskopik bir topsa, şekil (b)'de gösterilmeye çalışılan durum geçerli. Burada, eğer sistem sol vadideyse, orada kalmaya devam ediyor. Kesinlikle sağ vadiye geçme olasılığı bulunmuyor. Böylece sistemin iki farklı denge konumu oluşuyor. Sistem ya sol vadide-





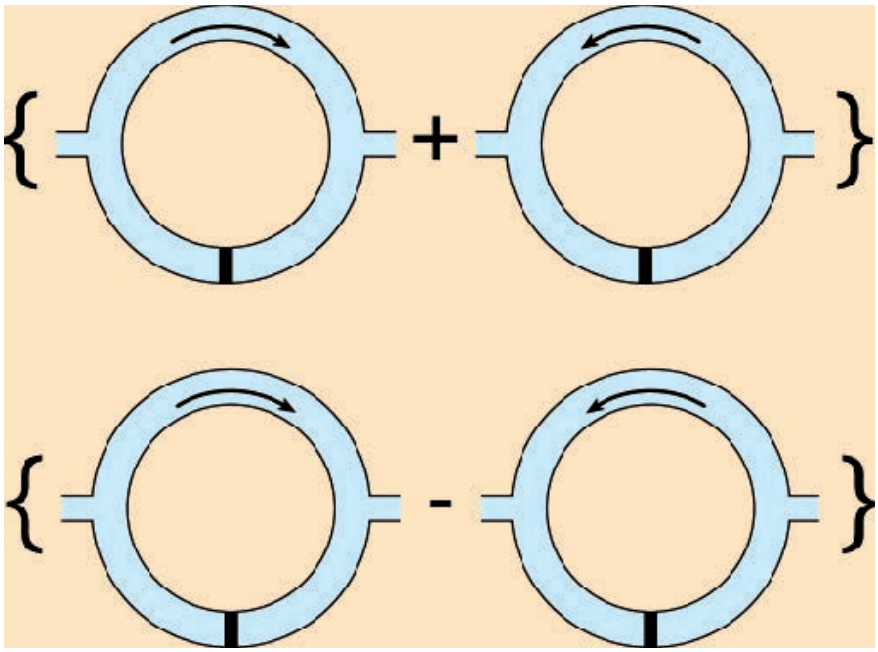
Schrödinger (solda) ve James Lukens (üstte).

dir ya da sağ vadide. Her ikisinde birden aynı anda olması mümkün olmadığı gibi, bir vadiden diğerine geçmesi de mümkün değildir. Bu aslında makroskopik nesnelerin davranışları için geçerli olan durum.

Sistemin çevresiyle etkileşimi var, ama çok zayıfsa, sistem vadiler arasında tünelleme yoluyla geçiş yapabiliyor [şekil (c)]. Örneğin sistem ilk olarak sol vadide bulunuyorsa, sağ vadiye tünelleme yapabilir. Ama, sağ vadiye geçtiğinde, çevreyle etkileşmesinden dolayı biraz önce diğer vadide bulunduğunu unutuyor. Fiziksel olarak bu sol ve sağ vadiler arasında rastgele gidip gelen bir sisteme karşılık geliyor. Burada tünelleme olayı kuantum fiziğinin bir sonucu olmasına karşın, sistem ya sağ ya da sol vadide konumlandığı durumlara girebiliyor. Sistem hiç bir zaman üst üste gelmiş durumlara giremiyor.

Çevreyle etkileşim kesinlikle yoksa diğer vadiye tünelleme yoluyla giden sistem, az önceki konumunu hatırlayabiliyor [şekil(d)]. Böylece, bir sonraki tünellemede uygun fazla geri dönebiliyor. Böyle bir durumda, çevresi tarafından rahatsız edilmeyen sistem, sağ ve sol vadideki durumların üst üste gelmesiyle sadece kuantum fiziğinde gördüğümüz egzotik durumlara girebiliyor. Bu olay aslında elektronların atom ve moleküllerde kuantum mekaniksel hareketi incelendiğinde sıklıkla karşılaşılan bir şey. Bu olayın elektronlarda görülen en ilginç etkisiyse, başta sağ ve soldaki durumların enerjilerinin eşit olmasına karşın, üst üste gelmeyle oluşan yeni durumların arasında bir enerji farkı oluşması. Örneğin, [(sağ)+(sol)] diye gösterebileceğimiz durumun enerjisi, normal enerjiden D kadar düşük, [(sağ)-(sol)] diye gösterebileceğimiz durumun enerjisiyse normal enerjiden D kadar fazla olabiliyor. Özet olarak, çevresiyle etkileşimi kesilen sistem sadece üst üste gelmiş durumlara girmekle kalmıyor, ayrıca bu durumlar arasında bir enerji farkı da oluşabiliyor.

Lukens ekibi, SQUID'in üst üste gelmiş durumları olduğunu göstermek için işte bu enerji farkını ölçüyorlar. Böyle bir enerji farkının var olması, sistemin üst üste gelmiş durumlara girdiğinin kesin bir göstergesi. Bu enerji farkını ölçebilmek için SQUID önce



SQUID'in deneyde gerçekleştirilen durumları. Her iki durumda da halka üzerinden geçen akım ters yönde akıyor. Üstte enerjisi daha düşük olan durum, altta ise daha yüksek enerjili durum gösteriliyor.

40 milikelvine kadar soğutuluyor. Bir başka deyişle mutlak sıfır sıcaklığı –273.15 oC'tan 0.04 oC daha yüksek bir sıcaklık. Bu derece düşük sıcaklıklara kadar soğutmanın nedeniyse önce SQUID'in çevreyle etkileşimini yeteri kadar küçültmek, sonra da SQUID'in yapıldığı süperiletken malzeme içindeki elektronların termal uyarılmalarının ölçmek istenen 2D enerji farkını perdelemesini önlemek. Deneyde, alet üzerine gönderilen elektromanyetik mikrodalgalar soğurulduğunda, SQUID üzerinde dolaşan akım, değişik büyüklüklerde ve değişik yönlerde akmaya başlıyor. SQUID ilk önce, saat yönünde akan bir akım durumuna konuyor. Daha sonra mikrodalga ışık altında akımın ters yöne aktığı duruma geçip geçmediği kontrol ediliyor. Bu tekniği kullanan grup, bazı durumlar arasında, yukarıda bahsettiğimiz enerji farkını ölçmeyi başarmışlar.

Bu deney kuantum fiziğinin eski bir sorusunu yanıtlamış oluyor. Evet, makroskopik sistemler de üst üste gelmiş durumlara sokulabilir. Ama bu, derginizin bütün yazılarını aynı anda okumanıza olanak sağlayacak bir teknoloji geliştirilebileceği anlamına gelmiyor. Schrödinger'in kedisi deneyinin kendisinin yapılabileceği anlamına da gelmiyor. Deneyi gerçekleştirebilmek için oldukça düşük sıcaklıklara gereksinim olduğunu düşünürseniz, neden günlük yaşamımızda kuantum etkileri görmediğimizi anlamak zor olmaz. Bu deney, kuantum kuramını daha iyi anlamamıza yardım edecek önemli bir adım attı, ama Schrödinger'in kedisinin yaşamı ve ölümü hala kafamızı karıştırmaya devam edecek gibi görünüyor.

Bu deney aynı zamanda SQUID'lerin uygun koşullar altında kuantum bilgisayarlarında devre elemanı olarak kullanılabileceğini de gösteriyor. Kullandığımız bilgisayarlarda bütün bilgiler bit olarak adlandırdığımız birimlerde saklanır. Her bit 0 ve 1 olmak üzere ancak iki değişik değer alabilir. Kuantum fiziğine göre davranışları olan bir bit, "kubit", ise sadece 0 ve 1 değerlerini değil, her ikisinde de aynı anda olabildiği üst üste gelmiş değerleri de saklayabilir. Bu tip kubitler kullanılarak yapılması öngörülen kuantum bilgisayarları ilginç özelliklere sahip olacaklar. Kısa sürede çözülmesinin imkansız olduğu bilinen bazı problemlerin, bu yeni tür bilgisayarlarla kısa sürede çözebileceği biliniyor. İlginç ve önemli bir çok problem için kuantum algoritmalar geliştirilmiş durumda. Şimdiye kadar kubit olarak kullanılması önerilen sistemler tek atom, tek foton ya da tek elektronlardan oluşuyordu. Bu deneyle birlikte, bu kubitler SQUID'ler gibi büyük ve güçlü bir rakip edinmiş bulunuyorlar.

Sadi Turgut

Blatter, G., "Schrödinger's cat is now fat", *Nature,* 6 Temmuz 2000

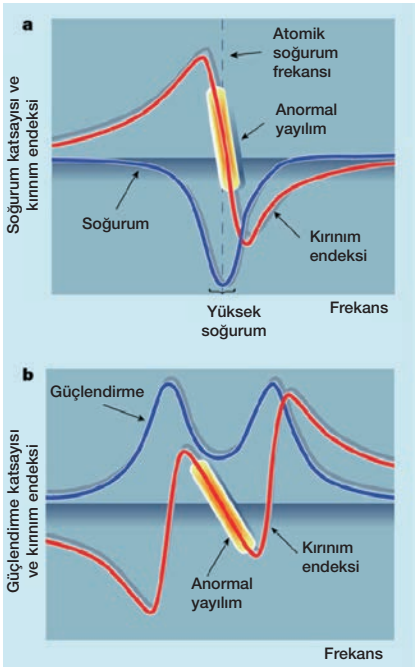
Işıktan Hızlı Işık!..

Bir ışık atımı (pulse), ışık hızından daha hızlı hareket edebilir mi? Einstein'ın özel görelilik kuramı, nedenin daima sonuçtan önce gelmesi ilkesiyle birleşince, hiçbir nesnenin ışığın boşluktaki hızından (saniyede 300 000 km) daha hızlı hareket edemeyeceği, dolayısıyla, hiçbir bilginin ışıktan daha hızlı iletilemeyeceği sonucu çıkar. Bilginin ışıktan daha hızlı iletilebileceği kanıtlanabilirse, özel görelilik kuramı ve nedensellik ilkesine aykırı bir durum söz konusu olacaktır ki, bunun da fizikçiler için çözülmesi gereken çok ilginç problemler yaratacağı açık.

Aslında yaklaşık yirmi yıldır, fizikçiler bazı ışık atımlarını çok kısa mesafelerde ışıktan daha hızlı göndermeyi başarıyorlardı. Fakat bu deneylerde ışık atımlarının biçimleri deformasyona uğradığından deneyleri yorumlamak oldukça zordu. Geçtiğimiz Mayıs'ta bir grup bilim adamı (D. Mugnai, A. Ranfagni ve R. Ruggeri) mikrodalgaları, cm ile ölçülebilecek mesafelerde ışıktan %7 daha hızlı göndermeyi başardıklarını bildirdiler. *Nature* dergisinin 20 Temmuz 2000 sayısındaki makalelerindeyse Princeton Üniversitesi'nden bir grup bilim adamı (L. J. Wang, A. Kuzmich ve A. Dogariu) yaptıkları deneylerde, görünen ışık için bu etkiyi çok büyük bir düzeye taşıdıklarını bildirdiler. Bu deneyde bir ışık atımı, özel olarak hazırlanmış ortamda –c/310 gibi negatif bir hızla hareket etmekte. Yani ışık atımının ortama girmeden önce ortamdan çıktığı gözlenmiş. Negatif grup hızı, biri boşlukta diğeriyse ışıktan hızlı gidilebilen ortamda hareket eden ve aynı mesafeyi kateden iki ışık atımını karşılaştırarak anlaşılabilir. Eğer ortamdaki hız ışıktan fazlaysa aralarındaki geçiş zamanının farkı negatif olacaktır. Ortamdaki hız negatifse aradaki zaman farkı atımın ortama girmeden önce çıkmasını sağlayacak kadar negatif olabilir.

Wang ve arkadaşları, bu deney sonuçlarının nedensellik ilkesiyle çelişmediğini savunuyorlar. Onlara göre, ışık atımlarının ışıktan daha hızlı gitmelerinin nedeni, ışığın bir dalga olması. Bu durumda, kütlesi olan hiçbir cismin ışık hızını geçmesi mümkün değil. Wang ve arkadaşlarının deneylerinde kullandıkları ışık atımları, ışık hızından daha hızlı gitseler de aslında herhangi bir bilgi ya da sinyalin ışık hızından daha hızlı iletilmiş olmadığını söylüyorlar.

Bir ışık atımının belli bir süresi vardır. Böyle bir atım yaratmak için sonsuz sayıda farklı frekanslarda dalganın bir araya getirilmesi gerekir. Atımın süresi ne kadar kısa ise, kullanılan dalgaların bant genişliği de o kadar büyük olmak durumundadır. Dolayısıyla tüm ışık atımları farklı frekanslarda dalgaların



bir araya gelmesinden oluşan bir paket gibi düşünülebilir. Her bir dalga, farklı genliğe ve faza sahiptir. Paketi oluşturan dalgaların her birinin hızına faz hızı, paketin hızına da grup hızı denir. Boşlukta bir ışık atımını oluşturan farklı frekanstaki ışık dalgalarının faz hızları aynıdır. Dolayısıyla oluşturdukları atımın da hızı, yani grup hızı da aynıdır. Bir madde ortamı içindeyse, ışık dalgalarının faz hızı frekansa bağlı olarak değişir. Atımın farklı frekans unsurlarının fazları, içinde bulundukları ortamda o şekilde kaymaya uğrarlar ki, ortamdan çıkışta oluşturdukları dalga paketi, boşlukta hareket eden aynı dalga paketine oranla zaman içinde bir miktar öne gelmiş olursa negatif bir grup hızı sağlanmış olur.

Negatif hızı sağlamanın bir yolu, ışığın geçtiği ortamın kırınım endeksini değiştirmektir. Geçen yıl Harvard'tan bir grup, aşırı derecede soğutulmuş bir atom bulutunun kırınım endeksini o derece değiştirdiler ki, içinden geçen ışığın hızı saniyede bir kaç metreye düştü. Bunun tersi, yani ışık hızını artırmak için kırınım endeksinin frekansa göre çok hızlı değiştiği bir ortam kullanmak gerekir. Bu da atomların ışığı soğurma frekansları yakınlarında olabilmektedir. Grup hızının negatif olduğu bu anormal yayılma bölgesindeki tek problemse, bu bölgede ışığın soğurulmasının da çok yoğun olması ve ışık atımlarının biçiminin aşırı derecede bozulması ışık hızını geçme iddialarının yapılmasını zorlaştırmakta.

Daha umut veren bir yaklaşımsa atomik geçiş frekanslarında ışık dalgalarını güçlendiren bir madde ortamı kullanmaktır. Bu, "popülasyon ters çevrimi" kullanarak lazerlerdeki gibi bir ortam yaratmak, yani uyarılmış durumda bulunan atomların sayısını, daha düşük enerji düzeyinde olanların sayısından daha fazla duruma getirmekle mümkündür. Wang ve arkadaşları birbirine yakın iki farklı frekansta ışık dalgalarını güçlendiren ve bu iki frekans arasındaki bölgede anormal yayılmaya, yani negatif grup hızına sahip olan ve ışık atımının biçimini fazla bozmayan bir madde ortamı yaratarak bu problemi çözmüş bulunuyorlar.

Bu deneyde, atımı oluşturan her farklı frekans unsuru, bulundukları madde ortamında çok az farklı dağılıma uğrar. Aralarındaki görece fazlar değişir ve atımın biçimi, onu zamanda ileriye götürecek bir kaymaya uğrar. Şaşırtıcı olmasına karşın bu tür, ışık hızını aşan bir atım iletimi, nedensellik ilkesine aykırı değildir.

Geriye, bir ışık atımınca taşınan bilginin gerçek hızının ne olduğu sorusu kalıyor. Bilim adamları bu konuyu tartışmaya devam ediyorlar. Ama bilinen birşey var ki, Einstein'ın özel görelilik kuramıyla nedensellik ilkesini çöpe atmak için henüz çok erken.

Yusuf İpekoğlu

Marangos, J., "Faster than a speeding photon", *Nature*, 20 Temmuz 2000



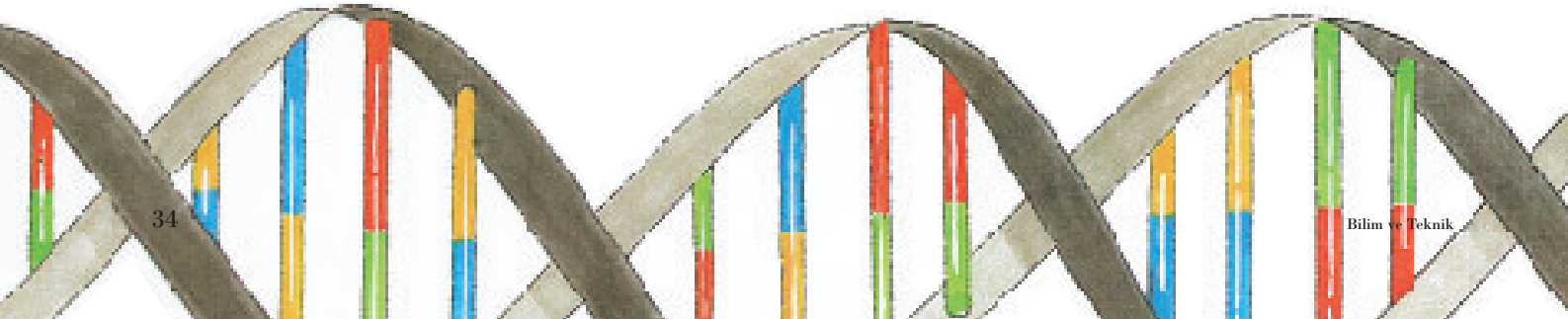
İnsanoğlunun Kendi Kendini Keşfi...

İnsan Genom Projesi

Kimilerine göre, insanlık için tekerleğin bulunuşundan daha önemli, kimilerine göre, insanoğlunun şimdiye kadar oluşturduğu en müthiş harita; kalıtsal hastalıkların ve kanserin tedavisinin yolunu açan büyük bir adım... 26 Haziran, dünyanın dört bir yanında, kariyerlerini genom araştırmalarına adamış bilim adamları için kutlama günüydü. 26 Haziran'da İnsan Genom Projesi'nde çalışan bilim adamları ve Celera Genomics'den Craig Venter, insanın gen haritasını oluşturmakta gelinen noktayı görkemli bir basın toplantısıyla dünya kamuoyuna açıkladılar: İnsan genom haritasının taslağı.

İNSAN GENOM PROJESİ'nin temel amacı, insan DNA'sında bulunan üç milyar kadar baz çiftinin dizilimini ve bunların %2-5'ini oluşturan genlerin yerlerini bulmak. Bu aslında zor bir iş; çünkü insan genomunda kesin sayısı şimdilik bilinmiyor olsa da 40 binle 140 bin arasında gen olduğu sanılıyor. Dış görünüşlerimizdeki onca farklılığa rağmen, aslında biz insanların kalıtsal yapısı büyük ölçüde birbirine benzer: İnsanların DNA yapılarının %99,9'u ortaktır. İnsan Genom Projesi de, "anlaşma genomu" olarak adlandırılan bu ortak genleri bulmayı hedefliyor. Ortaya çıkacak veri bankası, insanı insan yapan özelliklerinin yanı sıra, bir insanı başkalarından ayıran özellikleri de gösteren eşsiz bir kaynak olacak. 26 Haziran'da açıklanan taslak, adı üstünde, DNA'yı oluşturan bazların dizilişini "yaklaşık olarak" gösteriyor.

İnsan Genom Projesi'nde çalışan bilim adamları, insan genomunun %85'inin dizilişinin bulunduğunu açıkladılar. Araştırmacılar, her DNA parçasının dizilişini de yedişer kez oluşturmuşlar; Celera'nın taslağındaysa, her dizilişin bulunması işlemi 4,6 kez tekrarlanmış. Ayrıca Celera, kendi dizilişinin, insan genomun %99'unu kapsadığını açıkladı. Ama araştırmacılara göre, açıklanan verilerden, Celera'nın taslağının doğru düzenlenip düzenlenmediğini anlamak da, iki taslağı birbiriyle karşılaştırmak da mümkün değil. Celera'nın genomu oluşturan bazların dizilişini bulmak için kullandığı yöntemde, önce tüm genom küçük parçalara ayrılıyor. Bunların dizilişleri bulunduktan sonra, özel bilgisayar algoritmaları yardımıyla bu parçalar yeniden birleştiriliyor. İnsan Genom Projesi'ndeyse, genomun "kesişen" parçaları bulunarak, bunlar 24 000 kadar yapay kromozoma ayrıldıktan sonra, teker teker elden geçirilerek dizilişleri bulunuyor. Ancak yine de, araştırmacılar iki farklı harita olmasından hoşnutlar. Çünkü, bu iki harita birbirinin eksikliklerini giderecek



biçimde kullanılabilir .Genom haritası, "altın standart" olarak adlandırılan ölçüte ulaşıldığı zaman tamamlanmış olacak. Bu ölçüte göre, ortaya çıkacak bilgilerin güvenilir olarak kabul edilmesi için, genomun %99,99'unun dizilişinin, 10 bin bazda bir hatayla on kez tekrarlanarak bulunması gerekiyor.

Aslında başlangıçta İnsan Genom Projesi'nin izlediği yöntem, genomun dizilişini, sırayla birer birer kromozomların haritalarını çıkararak tamamlamaktı. Zaten en azından kısa vadede pek çok araştırmacı, genom bilgisinin tamamına değil, tek tek genler konusunda elde edilen verilere ilgi duyuyor. Geçtiğimiz aylarda 21. ve 22. kromozomların gen haritaları tamamlanarak *Nature* dergisinde yayımlandı. Bu bilgiler, bu kromozomlarda bulunan genlerin hangi hastalıklarla ilişkili olduğu konusunda çalışan araştırmacılar için çok önemli. Başlangıçta genom haritasının taslağının hazırlanması, proje için koyulmuş hedeflerden biriydi. Ancak, Celera Genomics'in başlattığı yarıştan sonra, genom haritasının taslağını kısa sürede bitirmek öncelikli duruma geldi. Böylece taslak, yeni teknolojiler ve Celera'nın başlattığı yarış nedeniyle tasarlanandan önce tamamlandı. Genom haritasının son halininse 2003 yılında ortaya çıkması bekleniyor. Ama aslında iş bununla bitmiyor. Haritası çıkarılan genlerin işlevlerinin "çözümlenmesi" belki de çok daha fazla çalışma gerektiriyor.

Peki, bu noktaya nasıl gelindi? Resmi olarak 1990 yılında başlayan İnsan Genom Projesi, başta ABD Enerji Bakanlığı ve Ulusal Sağlık Enstitüleri'nin güdümündeydi. 1992 yılında İngiltere'den Wellcome Trust'ın da genom araştırmalarına katılmasından sonra proje, birçok gelişmiş ülkeden, hükümetlerin ya da gönüllü kuruluşların desteklediği bilim adamlarının çalıştığı küresel bir çaba halini aldı. Bugün, projede 18 ülkeden araştırmacılar çalışıyor. Bunlar arasında başlıca katkıda bulunanlarsa, İngiltere'de Wellcome Trust'ın desteklediği Sanger Centre'la, Almanya, Fransa ve Japonya'daki araştırma merkezleri. Yakın bir zamanda projeye Çin de katıldı. Projenin başlangıçtaki hedefi, insan DNA'sındaki genleri bulmak ve DNA'yı oluşturan 3 milyar baz çiftinin diziliş sırasını belirlemekti. Ortaya çıkan verilerin bir veri bankasında toplanması ve bunların analizi için gerekli araçların geliştirilmesini de unutmayalım.

Sözünü ettiğimiz yarış da, iki yıl kadar önce Craig Venter adlı girişimci bir bilim adamının, Celera Genomics adlı bir diziliş bulma şirketi kurarak, insan genomunun dizilişini üç yıl içinde, yani İnsan Genom Projesi'nden önce tamamlayacağını açıklamasıyla başladı. Wellcome Trust, buna İnsan Genom Projesi'ne sağladığı desteği iki katına çıkararak karşılık verdi ve Sanger Centre, dizilişin üçte birini gerçekleştirme işini üzerine aldı. Venter'ın bulduğu verileri saklayacağından ve özel genleri patentleyeceğinden korkan kamu projesindeki araştırmacılar, çalışmalarını iki katı-

Kalıtımın Tarihçesi

1865 Avusturyalı Gregor Mendel kalıtımın ilk yasalarını buldu. Bu yasalar, kalıtsal özellikleri denetleyen bağımsız ve yeniden üretilebilen elementlerin varlığına dayanıyordu.

1910 Amerikalı Thomas Morgan, genleri taşıyanların kromozomlar olduğunu ortaya çıkardı. Morgan bu çalışmasıyla 1933'te Nobel Ödülü kazandı.

1940 Amerikalı George Beadle ve Edward Tatum'la Fransız Boris Epnrussi bir genle bir enzimin etkinlikleri arasındaki ilişkiyi buldular.

1944 Amerikalı Oswald Avery, Colin McLeod ve McLyn McCarthy, kromozomların sanıldığı gibi proteinlerden değil, DNA'dan "yapıldığını" gösterdiler.

1953 Amerikalı James Watson ve İngiliz Francis Crick, DNA'nın ikili sarmal yapısını açıkladılar. Watson ve Crick bu çalışmalarıyla 1962 yılında Nobel Ödülü aldılar.

1966 Amerikalı G. Khorana ve M. Nirenberg DNA sarmalındaki üç bazın bir aminoasit oluşturduğunu buldular.

1976 İngiliz Frederick Sanger ve Amerikalı William Gilbert, DNA dizilişi tekniğini açıklayarak 1980'de Nobel Ödülü aldılar.

1984 Fransız Jean Dausset, insan polimorfizmi araştırmalarının yapıldığı bir merkez kurdu. Merkezin amacı hasta ailelerden DNA örnekleri toplamaktı.

1988 İnsan genomu çalışmalarını planlamak için uluslararası bir kuruluş olan İnsan Genom Organizasyonu (Human Genome Organization-HUGO) kuruldu.

1990 Ana amacı insan genomundaki bazların dizilişini bulmak ve genlerin yerini belirlemek olan İnsan Genom Projesi başladı.

1995 Craig Venter'ın yönettiği Genom Araştırmaları Enstitüsü (The Institute for Genomic Research) *Haemophilus influenzae* adlı bakterinin genom dizilişini ortaya çıkardı.

1998 Celera Genomics adlı bir genom dizilişi bulma şirketi kuran Craig Venter, insanın gen haritasını kamu projesinden daha önce bitireceğini açıkladı.

1999 Dizilişi tamamlanan ilk kromozom olan 22. kromozomun dizilişi Aralık ayında yayımlandı.

2000 Nisan ayında Craig Venter genom haritasının taslağını tamamladıklarını açıkladı.

2000 İnsan Genom Projesi'nde çalışan Alman ve Japon bilim adamları, 21. kromozomun baz dizilişini Mayıs ayında tamamladılar.

Kromozom, DNA, Gen...

İnsan genomu, bir insanın oluşması için gerekli olan kalıtsal bilgilerin tümüne verilen ad. Genomu, canlının hücrelerinin yapısını ve hücrelerinin etkinliklerini gösteren bir "plan" olarak da düşünebiliriz. Bir insanın genomunun başka bir insanınkinden farkı, oran olarak o kadar azdır ki, bu yüzden bilim adamları sanki tek bir tane varmış gibi insan genomu sözünü kullanıyorlar.

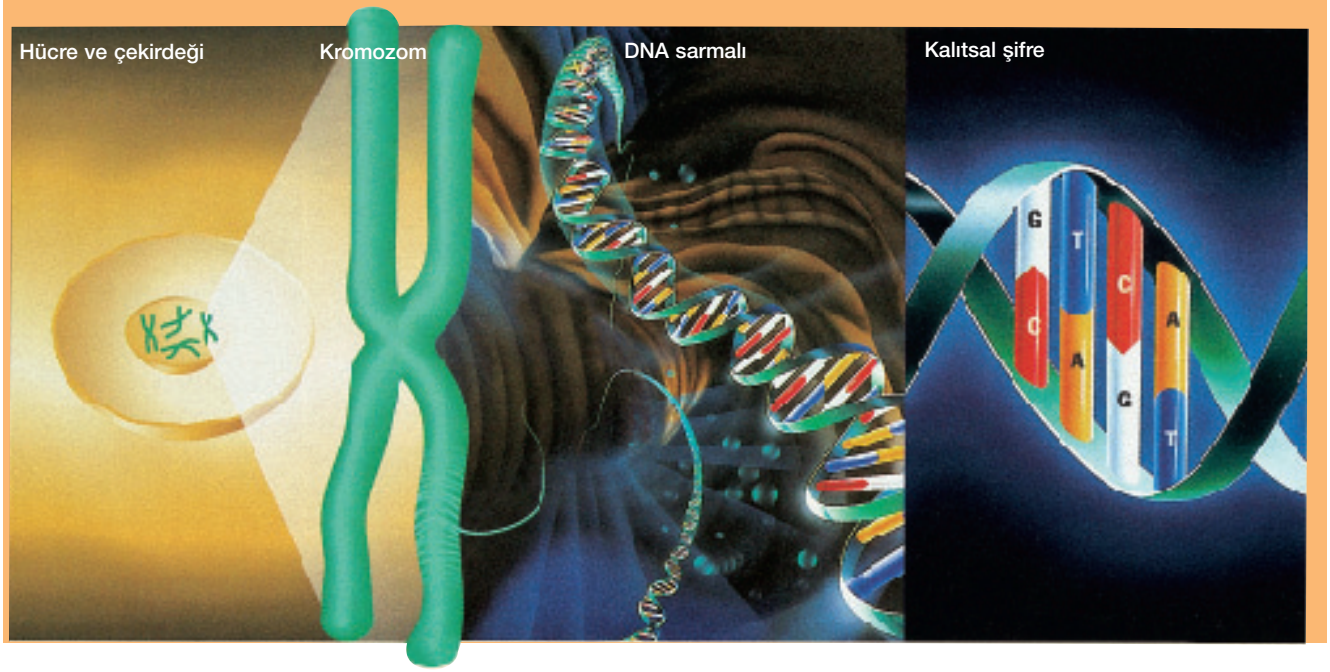
İnsan bedeninde trilyonlarca hücre bulunur. Bedenimizdeki hücrelerin her birinin çekirdeğinde (alyuvarlar dışında), 23 çift halinde toplam 46 kromozom bulunur. Kromozom çiftlerindeki kromozomların biri anneden, ötekiyse babadan gelir. Kromozomlar, birbirine sıkı sıkıya dolanmış DNA iplikçikleriyle, bunların sarındığı protein moleküllerinden oluşur.

DNA, çok ince ve çok uzun bir çift iplikçikten oluşur. DNA'yı, sarmal biçiminde bükülmüş bir ip merdivene benzetebiliriz. Bu merdivenin kenarlarında, şeker ve fosfat molekülleri bulunur. Merdivenin basamaklarıysa, "baz" adı verilen, azot içeren kimyasal maddelerden oluşur. Her bir iplikçik, "nükleotit" adı verilen birimlerin art arda dizilmesiyle oluşur. Nükleotitlerde, bir şeker, bir fosfat ve bir de azotlu baz bulunur. DNA'mızda dört çeşit baz bulunur: Adenin (A), timin (T) , sitozin (C) ve guanin (G). DNA dizilişini, bazların şeker ve fosfattan oluşan iskelet üzerindeki diziliş sıraları oluşturur. Bu diziliş, herhangi bir canlının kendine özgü özelliklerinin ve yapısının oluşması için gereken kalıtsal bilgilerin şifresidir. İnsan DNA'sında üç milyar kadar baz çifti bulunur. Bu üç milyar parçadan, yalnızca 3 milyonu insandan insana farklılık gösterir. Bunlar, bizi başkalarından farklı kılan parçalardır.

Her DNA molekülünde birçok gen bulunur. Kalıtsal bilgilerimiz genlerimizde depolanmıştır. DNA üzerinde, bazlar belli bir biçimde sıralanarak genleri oluştururlar. Bu diziliş, protein üretmek için gerekli bilgilerin üretilmesi için gereken bilgileri taşır. Her bir gen, tek bir proteinin üretilmesinden sorumludur.

Bir gen etkin duruma geldiğinde bu, bir proteinin üretilmesi içindir. Proteinler, hücrelerin yapılarını oluşturan ve etkinliklerini düzenleyen basit kimyasal maddelerdir. Proteinler, hücrelerin ve dokuların yapılarını oluşturur. İnsan bedeninde on binlerce farklı protein üretilir. Kimilerinin yaptığı iş birbirininkiyle örtüşse de, proteinlerin çoğunun yaptığı iş ötekilerinkinden farklıdır. Sözgelimi, bir protein kanımızdaki oksijeni taşırken, başka bir protein terimizin tuzluluk oranını ayarlar. Bedenimizin her bir işlevinin proteinlere gereksinimi vardır ve bu proteinlerin üretilmesini genlerimiz yönetir. Bir insanın herhangi bir genindeki bilgiler, başka bir insanın ona karşılık gelen geninden çok az farklı olabilir. Aynı gendeki bu çeşitliliklerin çoğu sağlığımız açısından tehlikeli değildir. Sözgelimi, aynı gen bir insanın mavi gözlü, bir başkasınınsa kahverengi gözlü olmasını sağlayabilir.

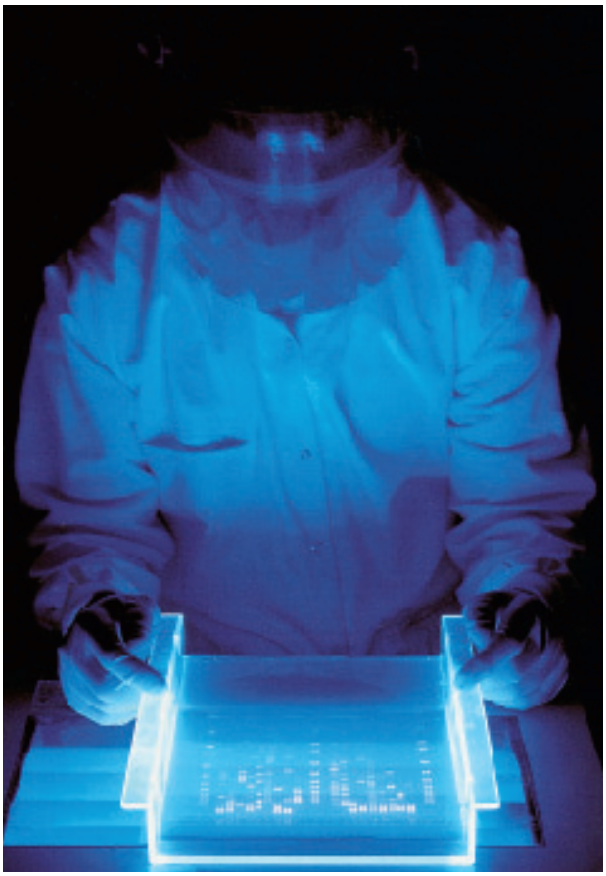
İnsan genlerinin her birinin uzunluğu farklı farklıdır; kimilerinin uzunluğu binlerce bazı bulur. Ancak, genomun yalnızca %2-5'i genlerin protein kodlayan bölgelerinden oluşur. Genlerin arasında protein kodlama işlevi olmayan uzun baz dizileri bulunur.



na çıkardılar. Bunun yanı sıra, 1996 yılından beri yaptıkları gibi, buldukları dizilişleri herkesin erişebileceği veri bankasına koymayı sürdürdüler. Geçtiğimiz yılın Aralık ayında İnsan Genom Projesi, 22. kromozomun dizilişini yayımladı. Bundan sonra Celera'nın yöneticisi Venter ve İnsan Genom Projesi'nin yöneticisi Francis Collins, olası bir işbirliği konusunda görüşmeye başladılar. Ancak görüşmeler kısa sürdü. Bu yılın ilkbaharında iki yönetici, bu kez hazırladıkları taslakları eş zamanlı olarak açıklamak ve bunları eşzamanlı olarak yayımlamak düşüncesiyle tekrar görüşmeye başladılar. 26 Haziran'daki basın toplantısında Venter ve Collins, genom yarışını unutmuş görünüyorlardı. Bu yılın sonunda verilerini yayımladıktan sonra, iki grup yeniden bir araya gelerek kullandıkları yöntemleri tartışacak. Ortaya çıkacak bilgiler, başka canlıların genomlarının dizilişlerini bulmada da kullanılacak. Collins, iki yöntemin aslında birbirinden çok farklı olmasına karşın, birbirini tamamlayan yöntemler olduğunu belirtiyor.

Bir sonraki hedefse, taslaktaki boşlukları tamamlayarak 2003 yılında genom haritasını altın standarda ulaştırmak. Ancak, her şeyin bunun-

la biteceğini sanan varsa yanılıyor: Ortaya çıkacak bilgiler, aslında işlenmesi gereken "ham" bilgiler olacak. Bunların işlenmesi, yani hangi genlerin hangi kalıtsal özelliklerle ya da hastalıklarla ilişkili olduğunu bulma işi, belki de gelecek kuşaklara kalacak kadar kapsamlı bir iş. Geçtiğimiz altı yılda, bilim adamları, İnternet'te bulunan veri bankasındaki bilgileri kullanarak, 12 genin hangi hastalıklarla ilişkili olduğunu ortaya çıkarmışlar. Şimdilik bilinen gen sayısıysa 38 000. Kimi araştırmacılara göre, insan genomundaki genlerin sayısı 100 binden fazla. Kimileriyse bu sayının 50 binle 60 bin arası olduğunu düşünüyor. 200 genom araştırmacısından oluşan bir grup, ortaya çıkacak gen sayısı üzerinde bahse tutuştukları bir İnternet sitesi kurmuşlar.



İnsan genomunu oluşturan bazların dizilişinin belirlenmesi, binlerce araştırmacının ortak çabasının ve dizilişleri belirlemede kullanılan, durmaksızın çalışan mühendislik harikası robot makinelerin ürünü. Zaten, İnsan Genom Projesi'nin, Celera'yla arasındaki yarıştan sonra en çok ilgi gören yönlerinden biri de, bazların diziliş sırasını bulmada kullanılan teknoloji. Bu işte kullanılan makineler DNA örneklerini hazırlayıp, bunları elektroforez jellerinden geçiriyor ve sonuçları bir veri bankasına okuyor. Yani, projede kullanılan laboratuvarlar, bildiğimiz biyoloji laboratuvarlarına benzemiyor.

Bulunan Genlerin İşlevlerinin Çözümlenmesi

Genlerin çözümlenmesinde ilk adım, protein kodlayan bölgelerinin belirlenmesi. Bu, o bölgede kaç genin bulunduğu konusunda da bilgi verecek. Sonra sıra, genlerin yapılarının ayrıntılı bir biçimde incelenmesine gelecek; genlerin düzenleyici öğeleri ve işlevleri bulunacak. dizilişi tamamlanan 21. ve 22. kromozomlarla yapılan çalışmalar, genomun çözülmesinin zor bir iş olduğunu gösteriyor. Örneğin bu kromozomlarda, genlerin hepsini güvenilir bir biçimde belirlemek mümkün olmamış. Çözümlemede hangi yolun izlenmesi gerektiği konusu da henüz açıklığa kavuşmadı. Celera Genomics'de sirkesineği genomunun çözümlenmesi öncesinde, iki haftalık bir çalışma düzenlenmiş. Sinekler üzerinde uzmanlaşmış 40'tan fazla kalıtımbilimciyle Celera'dan 50 bilim adamı bir araya gelerek, iki hafta boyunca onlarca farklı çözümleme yöntemini ve bunların sonuçlarını tartışmışlar. Bu tür etkinlikler, bilim adamlarına insan genomunun nasıl çözümleneceği konusunda esin veriyor.

Her ne kadar Celera ekibi çözümleme konusunda önde gibi görünse de, birçok uzman, şu anda hiçbir ekibin tüm genomu çözümleyecek durumda olmadığını belirtiyor. Aslında İnsan Genom Projesi'yle Celera'nın taslaklarını ortaklaşa olarak sunmaları, bunun sirkesineğinde olduğu gibi, insan genomu için de benzer bir çözümlemeye hazırlık çalışması olabileceği ümidini doğurdu. Ancak Celera, ortaya çıkaracağı çözümleme bilgilerinden ticari kâr sağlamayı planladığı için bu mümkün görünmüyor.

Öte yandan, İnsan Genom Projesi'nin, çözümlemeye başlamadan önce projede elde edilen bilgilerin nasıl düzenlenmiş olduğunu gözden geçirmesi gerekiyor. Sözgelimi, projenin ana veri bankası GenBank, biyoloji konusunda zamanın tüm bilgilerini eksiksiz olarak yansıtmıyor; pek çok eksiği var. Kimi bilim adamı verilerini GenBank'a, bilimsel dergiler bunu "yayın" olarak kabul ettiği için koyuyor. Bazıları da, buraya koydukları bilgileri düzeltmek ya da güncelleştirmek gerektiğinde bunu yapmıyor. Çözümleme aşamasına gelindiğinde, işte bu durumun değişmesi gerekiyor.

Birçok uzman, çözümlemenin İnternet aracılığıyla ve dünya çapında birçok biyoloğun katılmasıyla gerçekleşmesi gerektiğini düşünüyor. ABD Ulusal Biyoteknoloji Enformasyon Merkezi, tanınmış biyologların bir geni ya da gen ailesini "evlat edinerek", bilim dünyasında bu genle ilgili tüm bilgilerin toplanmasından sorumlu olacağı bir sistem geliştirmeyi tasarlıyor. Veri bankasının sözdiziminin pek çok biyolog için zor anlaşılır olması da başka bir olumsuzluk. Çünkü, sözdizimini tam olarak anlamadıkları için verileri kullanırken hata yapabiliyorlar.

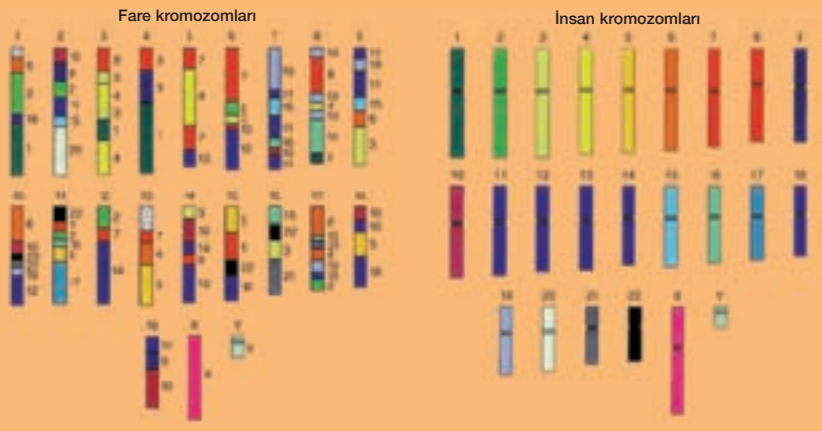
Fare Genomu

İnsan genomu, şempanze genomundan ya da fareninkinden pek farklı değildir; hatta sivrisineğinkinden bile. Kuşkusuz, bu canlılarla farklılıklarımız önemli. Ancak, benzerliklerimiz de öyle. Aslında öteki canlılar üzerinde yapılan kalıtımla ilgili deneyler, bu canlıların genleriyle ortak genlerimiz konusunda, başka yollarla öğrenemeyeceğimiz bilgileri ortaya çıkarır. Özellikle hastalıkların nedenleri konusunda ipucu arayan araştırmacılar, bu tür çalışmalardan yararlanırlar. Bakterilerden memelilere kadar birçok canlının kullanıldığı bu araştırmalarda en önemli canlı faredir. Çabuk ürediği ve deneysel açıdan kolay kontrol edilebildiği için fareler, kalıtsal hastalıklara yatkınlık, hastalıkların seyri ve kalıtsal nedenlerin araştırılmasında çok kullanılır.

Son yıllarda araştırmacılar, gen aktarımıyla laboratuvar ortamında mütasyona uğratılmış DNA dizilişlerini fare embriyonlarına aktarabiliyorlar. Daha sonra, önceden tasarlanmış mütasyonlarla kalıtsal hatalara sahip olarak doğan yavruların farklılıklarını gözleyerek, hastalıklar konusunda bilgi toplamaya çalışıyorlar.

İnsan Genom Projesi'nde de fareler buna benzer bir amaçla kullanılıyorlar. İnsanların farelerinkilerle çakışan genom parçaları, genaktarımlı farelere aktarılıyor. Örneğin, araştırmacılar 21. kromozomun Down sendromundan sorumlu bölgesini farelere aktararak bu hastalığın farelerde oluşmasını sağlayabiliyorlar. Bu çalışmalarla, önceden belirlenmiş olan genlerin biyokimyasal açıdan nasıl etkinlik gösterdikleri ayrıntılı olarak inceleniyor. Ayrıca, genaktarımlı hayvanlardaki belli genom parçalarının etkileri incelenerek yeni genler bulunuyor. Bu yolla, insan genomunun dizilişinin bulunmasından elde edilen bilgiler, ilaç tasarımcılarının ve tıp araştırmacılarının araştırmalarında kullanabilecekleri biçime getiriliyor.

Genom araştırmalarının fare genleriyle insan genleri arasında birçok benzerlik bulunduğunu ortaya çıkarmasıyla, insanlarda görülen kalıtsal hastalıkların araştırılmasında farelerin kullanılmasının önemi de arttı. Aslında, insanlara ait hemen hemen tüm genlerin fare genomunda bir karşılığı bulunuyor. Üstelik, bu genlerin DNA dizilişlerinin ve temel biyolojik işlevlerinin de birbirine çok benzer olduğu görülmüş. İnsanlara ait 23 çift kromozomu 150 parça oluşturacak biçimde küçük bloklara ayırdığımızı düşünelim. Bu parçaların yerleri değiştirilip, yeniden düzenlenerek fare genomu oluşturulabilir! Genomlarımız arasındaki bu benzerlik sayesinde araştırmacılar, insanlardaki bir kromozom üzerindeki yeri belirlenen bir genin, fare genomundaki karşılığını bulmakta zorlanmıyorlar. Genaktarım teknolojisi ve fare genomuyla insan genomu arasındaki benzerlikler konusundaki bilgileri birleştirince, insanlarda henüz bilinmeyen genleri saptamak ve bunların işlevlerini çözmekte kullanılabilecek yararlı bir araç çıkıyor ortaya.



İnsan genomuyla fare genomu arasında birçok benzerlik bulunur. Öyle ki, insan kromozomları 150 küçük parçaya bölünüp, bu parçalar belli bir biçimde yeniden bir araya getirilerek fare genomu oluşturulabilir. Bu parçaların bazıları çok küçük olduğu için resimde bunların 100 kadarı görülüyor. Fare kromozomlarındaki farklı renkler ve rakamlar, o parçanın insan kromozomlarının hangisinden geldiğini gösteriyor.

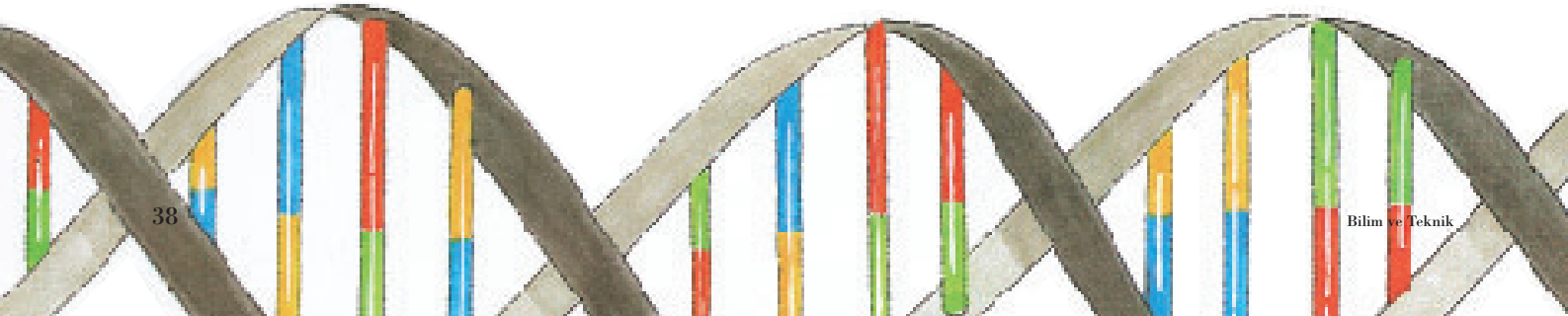
Avrupa Biyoenformatik Enstitüsü'yle Sanger Centre'ın "The Ensembl" adlı projesiyse bundan farklı olarak, gerçekten paylaşımcı bir yaklaşım sergiliyor. Projeyi geliştirenler, örneğin Almanya'daki bir kalıtımbilimcinin bir geni çözümlerken, Boston'daki bir biyologla "online" etkileşim kurarak onun yorumunu alabileceği bir sistem kurmayı tasarlıyorlar. Ensembl'in bu tasarısı, "Napster" adlı bir teknolojiden etkilenmiş. Napster adlı program, tüm dünyadaki bilgisayar kullanıcılarının, İnternet üzerinden MP3 müzik dosyalarını özgürce paylaşabilmeleri için geliştirilmiş.

Gen Patentleri

Başka bir tartışma konusuysa, yeni bulunan genlerin patentlenip patentlenmeyeceği ya da kimlerin patentleyebileceği. Özel kuruluşların elde ettikleri genom bilgilerini para karşılığı kullandırmak istemesine karşı çıkanlar, gen patentlerinin özel kuruluşlara verilmesini istemiyorlar. Patentleme sistemi, araştırmalara maddi destek sağlanmasının en önemli nedeni. Eğer özel kuruluşlara buldukları genleri patentleme hakkı verilmezse, bu durum hastalıklarla yapılan savaşı yavaşlatabilir. Öte yandan uzmanlar, yeni bulunan genlerin ancak bu genin işlevi konusunda da bilgi sağlanmışsa patentlenebilir olmasında yana. Başka bir görüş ayrılığı da, yeni bulunan bir genin dizilişinin, daha önceden bulunmuş ve işlevi anlaşılmış bir genin dizilişine benzemesi halinde bunun patentlenip patentlenemeyeceği konusunda. Araştırmacıların bu benzerliği otomatik programlar yardımıyla belirlediğini göz önüne alan kimi uzmanlar, bu işin teknolojiye bağlı olması ve bilimsel açıdan çok az yaratıcılık gerektirmesi nedeniyle bu genlerin patentlenmemesi gerektiği görüşünde. Üstelik, bir gen dizilişindeki tek bir baz çiftinin farklı olması bile o genin işlevini değiştirebilir. Kimi şirketler, işlevi anlaşılmış başka genlerle olan benzerlikleri nedeniyle buldukları bazı genleri patentlemeyi sürdürüyorlar. Bu gibi tartışmalar yüzünden önümüzdeki sonbaharda ABD Patent Bürosu, genlerin patentlenmesi konusunda yeni düzenlemeler yapmayı planlıyor.

Başka Canlılar

İnsan Genom Projesi'nde belirlenen hedefe ulaşmak için araştırmacılar, insanın yanı sıra, insan bağırsağında bulunan bir bakteri olan *Escherichia coli*'den ve sirkesineğinden tutun, laboratuvar faresi ve şempanzelere kadar başka birçok canlının kalıtsal özelikleri üzerinde de çalışı-

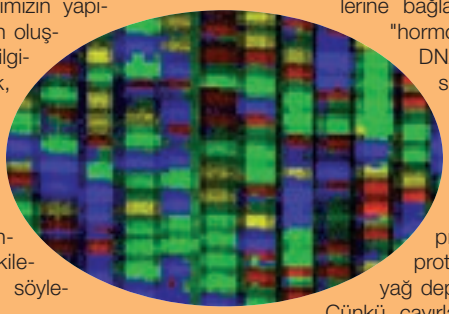


yorlar. Canlıların çoğunun DNA dizilişleri birbirine benzediği için, insan dışındaki canlıların genleri konusunda öğrenilenler, insan DNA'sının anlaşılmasına ışık tutuyor.

Aslında insan genleri, şempanzelerin ve farelerinkilerden pek de farklı değil. Hatta daha basit bir canlı olan sirkesineğiyle bile pek çok ortak genimiz bulunuyor. Bu canlılarla aramızdaki farklılıklar kadar benzerlikler de önemli. Kimi zaman bilim adamları, yeni bulunan bir insan geniyle, bilinen bir hastalık arasındaki ilişkiyi kolaylıkla belirleyebilirler. Ama genellikle genlerle hastalıklar ya da hastalıklara yatkınlık arasındaki ilişkiler kolay bulunmaz. Türlü kalıtsal özelliklerin, çevrenin, beslenmenin ya da yaşam biçiminin rol oynadığı hastalıkların insanlarda nasıl geliştiğini kontrol etmek de zordur. Hastalıkların gelişimini hayvanlar üzerinde izlemek araştırmacıların işlerini kolaylaştırır. Çünkü, laboratuvarlarda hayvanların kalıtsal geçmişlerini, üremelerini ve soyağaçlarını kontrol edebilirler. Bu yüzden, karmaşık yapıda hastalıkların nedenleri üzerinde çalışan araştırmacılar, hastalıkların hayvan modellerini kullanıyorlar.

Yalnızca Genler mi?..

Nasıl bir insan olacağımızı belirlemede, içinde büyüdüğümüz çevre de DNA'mız kadar önemlidir. İnsan Genom Projesi, kendimize bakışımızı değiştirecek mi? Bizi biz yapan her şeyin genlerimizde saklı olması, davranışlarımızın, düşüncelerimizin ve duygularımızın da genlerimizin toplamı olduğunu mu gösterir? Bilim adamları genetik haritamızı kullanarak bunları hesaplayabilirler mi? Peki öyleyse özgür irademize ve bireysellik hissimize ne olacak? Kalıtsal şifrelerimizi çözmek, değiştirilemez kaderimizi bilebileceğimiz anlamına mı geliyor?



Genlerimiz, bedenimizin yapıtaşları olan proteinlerin oluşturulması için gerekli bilgileri saklarlar. Ancak, proteinlerin sentezlenmesini başlatıp bitiren genler, bağımsız olarak işlev gösteren bilgi kaynakları değildir. Bunun yerine, genlerimizle çevrenin etkileşim içinde olduğunu söylemek daha doğru olur.

Genler, DNA sarmalı üzerinde birbiri ardına sıralanmış olarak bulunmazlar. Genleri oluşturan baz dizileri arasında, protein kodlamayan uzun baz dizileri bulunur. DNA'nın bu parçalarının bir bölümü, genlerin ne zaman ve nasıl etkin duruma geleceğini anlatan "yönergeler"i oluşturur. Bilim adamları bunları "düzenleyici öğeler" ya da "başlatıcılar" olarak adlandırıyor. Genlerin etkinliklerini, burada bağlanan çeşitli biyokimyasal ileticiler düzenlerler. Yani genler, nasıl ve ne zaman etkin duruma geleceklerini düzenleyen başka etkenlere bağlı olarak çalışırlar.

Bunu bir örnekle açıklamaya çalışalım. Bir primatın, stresli bir durumla karşılaştığını düşünelim. Sözgelimi, bir primat kuraklık yüzünden besin bulamadığı için, her gün yiyecek ve su bulabilmek için kilometrelerce yürümek zorunda kalıyor. Sonuç olarak, hayvanın böbrek üstü bezlerinden, bir stres hormonu olan kortizol salgılanıyor. Kortizol molekülleri, yağ hücrelerine girerek kortizol reseptörlerine bağlanıyor. Ortaya çıkan "hormon-reseptör" yapıları, DNA'ya giderek, DNA sarmalının düzenleyici bir bölümüne bağlanıyor; belli bir genin etkin duruma gelmesini sağlıyor. Etkinleşen gen, belli bir protein üretiyor. Bu protein, yağ hücrelerinin yağ depolamasını engelliyor. Çünkü, çayırlarda yiyecek aramak için dolaşırken primatın gereksinim duyduğu şey, bedenindeki yağın yağ hücrelerinde depolanması değil, kaslarında enerji olarak yakılmasıdır.

Stanford Üniversitesi'nden biyoloji bilimleri ve nöroloji profesörü Robert Sapolsky'e göre, araştırmacılar genler konusunda ne kadar çok bilgi edinirlerse, çevrenin önemi konusunda da o kadar çok şey öğreneceğiz.

Hangimizin Genomu?

En çok merak edilen konulardan biri, İnsan Genom Projesi'nde kullanılan kalıtsal malzemelerin kime ait olduğu. Aslında proje bittiğinde ortaya çıkacak genom haritası herhangi bir insanınkine tam olarak uyan bir harita olmayacak. Çünkü, projede dizilişi yapılan DNA parçaları, pek çok farklı bireyden alınmış malzemelerden oluşan bir genom kütüphanesinden sağlanıyor. Kütüphanedeki DNA'lar, buraya bağışlanmış erkek spermlerinden ve kadınlara ait kan örneklerinden toplanmış. Bu örneklerin de çok azı kullanılıyor. Ne bilim adamları, ne de kan ve sperm örneklerini bağışlayanlar, kullanılan örneklerin kime ait olduğunu bilmiyor; yalnız 10-20 arasında bir sayıda insanan ait örneklerin kullanıldığı tahmin ediliyor. Tüm insanlar aynı gen setine sahip olduğu ve biyolojik yapılarıyla işlevlerinin gelişmesine ve korunmasına yarayan genom bölgeleri aynı olduğu için, ortaya çıkacak bilgiler herkese uyarlanabilecek.

İnsan genomunun DNA dizilişinin bulunması 2003 yılında tamamlanırsa bu, James Watson ve Francis Crick'in DNA'nın temel yapısını ortaya çıkarmalarının ellinci yılına denk gelecek. Biyoloji yüzyılının ellinci yılı... Bu keşifler, insan bedenini oluşturan ve çalışmasını sağlayan kalıtsal yönergeler konusunda pek çok bilgi ortaya çıkaracak; bizlere bedenlerimizi kontrol etmenin yeni yollarını armağan edecek. Ama aynı zamanda bizleri yeni ve kimi zaman da yapması güç seçimlerle yüz yüze bırakacak. Bu seçimlerin kimileri bireyler ya da aileler tarafından yapılmak zorunda; kimileriyse, toplum olarak hepimizi ilgilendiriyor.

Aslı Zülâl

Kaynaklar

Butler, D., Smaglik, P. "Draft Data Leave Geneticists with a Mountain Still to Climb" *Nature*, 29 Haziran 2000.

Coghlan, A., Boyce, N. "The End of the Beginning" *New Scientist*, 1 Temmuz 2000.

Hopkin, K. "The Greatest Apes" *New Scientist*, 15 Mayıs 1999.

Macilwain, C. "World Leaders Heap Praise on Human Genome Landmark". *Nature*, 29 Haziran 2000.

Smaglik, P. "Genome Leaders Told to Keep Their Eyes on the Main Prize" *Nature*, 9 Mart 2000.

Smaglik, P. "Researchers Take a Gamble on the Human Genome" *Nature*, 18 Mayıs 2000.

Smaglik, P. "Relations Thaw Between Genome Rivals as Finish Line Draws Near" *Nature*, 15 Haziran 2000.

Sapolsky, R. "A Gene for Nothing". *Discover*, Ekim 1997.

"*About the Human Genome Project*" www.nhgri.nih.gov/Policy_and_publications/Maps_to_medicine/complete.html

"*Beyond Biology*" www.ornl.gov/hgmis/publicat/tko/07 _beyond.html

"*Exploring the Genomic Landscape*" www. ornl.gov/hgmis/publicat/tko/04_exploring.html

"*Facts About Genome Sequencing*" www.ornl.gov/hgmis/faq/seqfacts.html

"*Introducing the Human Genome*" www.ornl.gov/hgmis/publicat/tko/03_introducing.html

"*The Mighty Mouse*" www.ornl.gov/hgmis/publicat/tko/06_mouse.html

"*The Science Behind the Human Genome Project*" www.ornl.gov/hgmis/resource/info.html

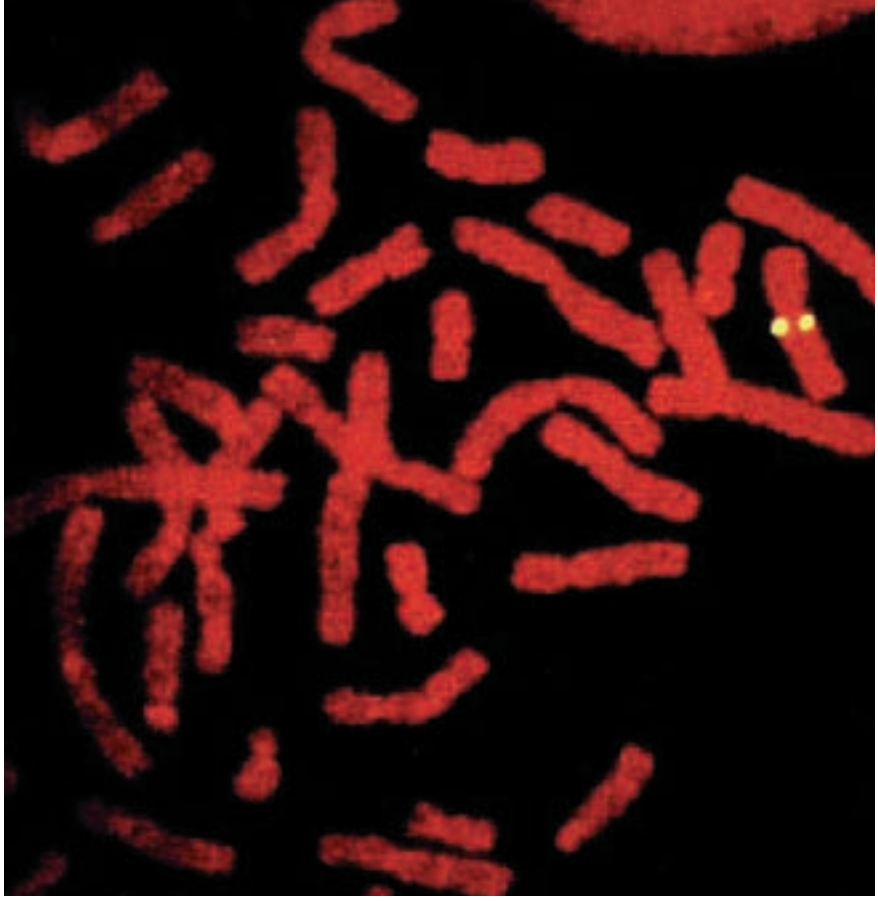


Genlerimizi Anlamak Yaşamımızı Değiştirecek mi?

Kalıtımbilimin 21. yüzyıla damgasını vuracağı kesin gibi görünüyor. Henüz başındayız; ama daha şimdiden birçok kişi kalıtımbilim alanındaki ilerlemelerin önümüzdeki yüzyılda insanlık için çok önemli açılımlar getireceği inancını taşıyor. Özellikle de İnsan Genom Projesi'nin birkaç yıl içinde tamamlanacağının duyurulmasından sonra, bilim dünyası daha da hareketlenmeye başladı. Bir heyecan dalgası dünyayı sardı. Heyecanlanan yalnızca bilim dünyası değil; birçok insan projenin olası sonuçlarını merak ediyor. Hastalıklar daha mı kolay tedavi edilecek? Tanı koymak kolaylaşacak mı? Hastalıkların ortaya çıkması önlenebilecek mi? Kendi gen haritamızı tüm ayrıntılarıyla öğrenebilecek miyiz? Gen haritamızı öğrenmek ne işimize yarayacak? Projenin sonuçları, sağlık alanından başka alanları da etkileyecek mi? Yanıt bekleyen daha birçok soru var.

İNSAN GENOM PROJESİ'nde neler yapıldı? Bu sorunun yanıtı çok basit: Hücrenin derinliklerine dalındı ve çekirdeğinin içine kadar girildi. Çekirdeğin içinde yer alan DNA'nın yapısında bulunan bazların dizilişi belirlendi. Bu bazların dizilişi vücudumuzun özelliklerini belirliyor. İşte, bu baz dizilişinde oluşan herhangi bir farklılık vücutta herhangi bir işlevin normal biçimiyle gerçekleşmesini engelleyebiliyor. Bu nedenle baz dizilişimizin belirlenmesi, vücudumuzun çalışma biçiminin daha kolay anlaşılmasını sağlayacak. Vücudumuzun çalışma biçimi zaten bilinmiyor muydu diye düşünebilirsiniz. Gerçekten de insan vücudunun işleyişiyle ilgili çok bilgiye sahibiz; ama hepsi bu kadar değil. Vücuttaki hücrelerin işleyişiyle ilgili, moleküler düzeyde bilinmeyen birçok şey var. Bilinmesinin en çok yarar getireceği düşünülen konulardan biri de, baz dizilişlerinin vücudumuzun işleyişini moleküler düzeyde nasıl etkilediği. Özellikle kalıtsal hastalıkların moleküler boyutlarının bilinmesinin, tanı, tedavi ve korunma bakımından tıp alanında çok yarar sağlayacağı düşünülüyor. Projenin insanlığa yarar sağlayacağı tek alan tıp değil kuşkusuz. Mikroorganizmaların genomları, çevresel etkenlerin insan üzerinde yaratabileceği tehlikeleri değerlendirme, biyoarkeoloji, antropoloji, evrim, insan göçleri, DNA'yla kimlik saptama, tarım ve hayvancılık gibi alanlarda da genom araştırmalarının etkisinin olacağına inanılıyor.

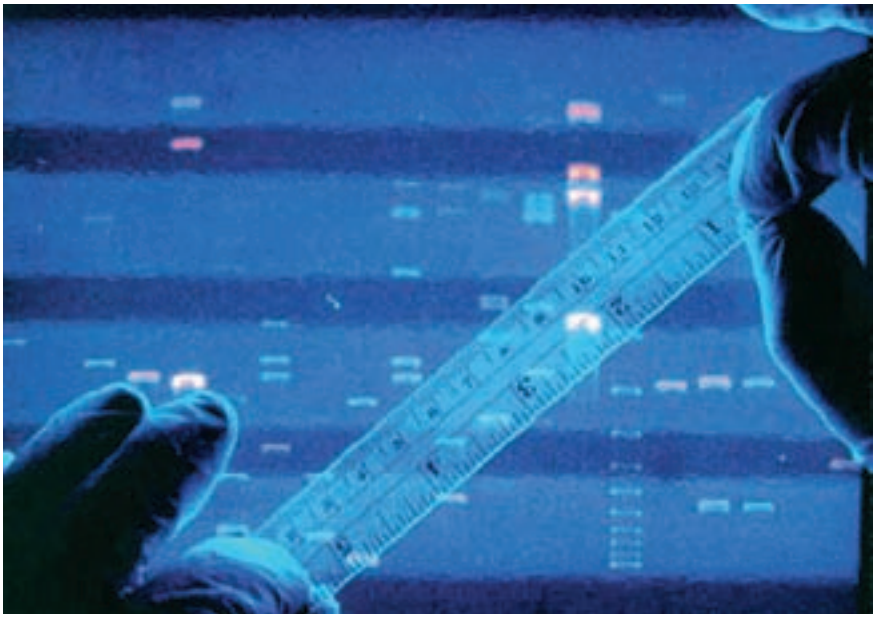




Sarı noktalar bir çift insan kromozomu üzerindeki kas genlerini gösteriyor.

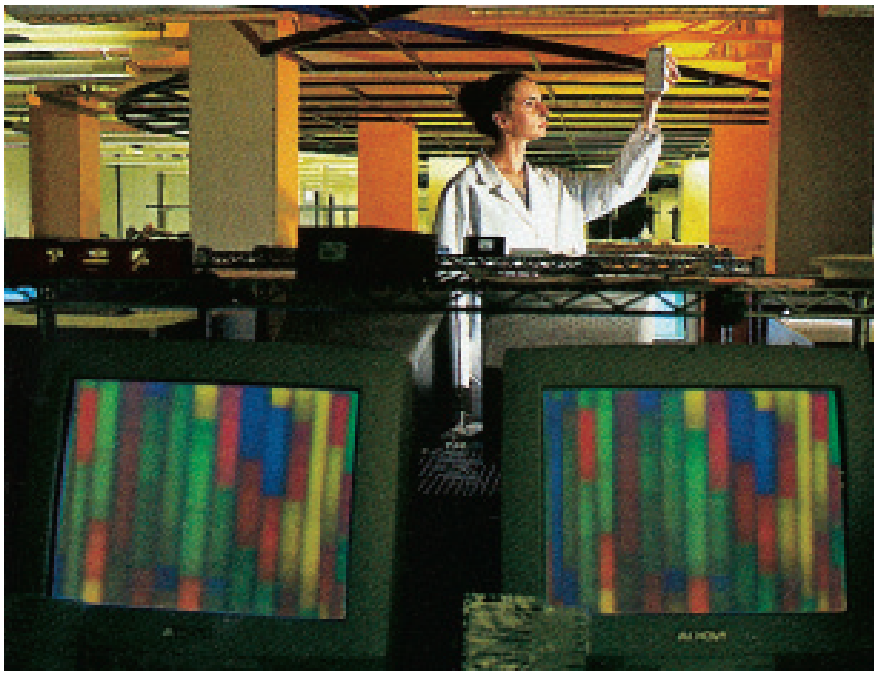
Sağlık, Mutluluk, Yazgı ve Kararlar...

İnsan Genom Projesi'nin en heyecan verici yönlerinden biri kalıtsal hastalıkların tanı ve tedavisine getireceği yenilikler olarak görülüyor. Projenin sonuçları yalnızca baz dizilişini içeriyor; ancak araştırmalar daha ilerletilirse sağlık alanında büyük adımlar atılabilir. Proje sağlık açısından büyük olanakları gündeme getiriyor. Araştırmaların sürdürülmesine bağlı olarak 10 yıl gibi çok yakın bir zaman içinde, insanlar daha hasta olmadan kanserin ve kalp hastalıklarının tedavisini olabilecekler. Kan hücrelerinden ya da yanak içindeki hücrelerden alınan DNA'nın incelenmesiyle, kalıtsal hastalıklarımızın olup olmadığı ortaya çıkabilecek. ABD'deki Whitehead Tıbbi Biyoloji Araştırma Enstitüsü'nden (Cambridge, Massachusetts) kalıtımbilimci David Altshuler, insanların kendi kalıtsal yapıları hakkında bilgi almalarının bir ölüm fermanını okumak değil, kullanabilecekleri bir bilgiye sahip olmak anlamına geldiğini söylüyor. Bunun, tıpkı kan basıncı ve kolesterol ölçümleri gibi değerlendirilmesi gereken bulgular olduğunu da sözlerine ekliyor. Ancak, özellikle tedavisiz hastalıkları olan kişilerin hastalıkla ilgili genleri taşıdıklarını bilmelerinin, onların yaşamsal kararlarını çok etkileyeceği gerçeği bazılarını kaygılandırıyor. Örneğin, tedavisi olmayan ve ilerleyen yaşla birlikte ortaya çıkan nörolojik bir bozukluk olan Huntington hastalığını kalıtsal olarak taşıyan birisinin, bunu önceden bilmesinin olumsuz sonuçlara yol açması olası. İşte, bu gibi nedenlerle yeni bir danışmanlık alanı gelişiyor. Kalıtım danışmanlığı denen bu alanda uzmanlar hastalara danışmanlık yapıyorlar. Kalıtım danışmanları, insanlara kalıtsal yapılarıyla ilgili bulguların ne anlama geldiğini, bulguların onların yaşamını nasıl etkileyeceğini, seçimlerinin neler olabileceğini ve bu seçimlerine bağlı olarak ne gibi sonuçlar ortaya çıkabileceği konusunda bilgi vererek yardım ediyorlar. Bu çalışma alanı henüz daha yaygınlaşmadı; ancak gelecekte yaygınlaşmasının kaçınılmaz olduğu da bir gerçek.



İnsanların kendi kalıtsal yapıları konusundaki bilgilerinin, bugün düşünebileceğimizin çok daha ötesinde ayrıntılandırılabileceğini düşünenler var. Kalıtım testlerinin sonuçlarının yalnızca kimlerin tehlikede olduğunu değil, bu tehlikelerin hangi uygulamalarla azaltılabileceğinin de bilinmesini sağlayacağı düşünülüyor. Örneğin, kalıtsal yapılarından elde edilen bilgilere bakılarak bir hastaya kalp hastalığı tehlikesini azaltmak için özel beslenme planı önerilirken, başka birine özel beslenme planının etki etmeyeceği düşünülerek, egzersiz ve kolesterol düşürücü bir ilaç verilebilecek. Aynı uygulama, ilaç kullanımıyla ilgili olarak da yapılabilecek. İlaçların hastalıklara iyi gelip gelmemesi de genlerimizin bize kazandırdığı özelliklerle belirleniyor. Bu bilgilere göre, bir ilacın yararlı olup olamayacağı ya da yan etkilerinin olup olmayacağı söylenebiliyor. Örneğin, ApoE ε4 adı verilen geni taşıyan Alzheimer hastalarının takrin denen ilaçtan yararlanma olasılıkları öteki hastalara göre daha düşük.

Belirli hücrelerde hangi genlerin etkin olduğunun bilinmesi de



önemli. Washington DC'deki Ulusal Kanser Enstitüsü'nden Louis Staudt, bu bilginin kanser tümörlerinin daha kolay sınıflandırılmasını sağlayacağını ileri sürüyor.

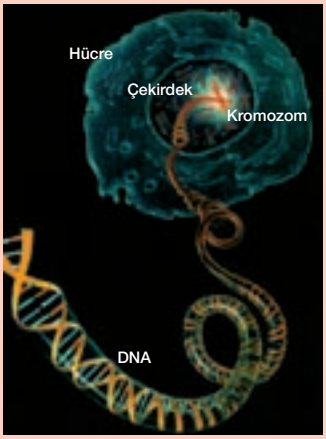
Kalıtsal yapının ortaya çıkarılması için yeni teknikler de geliştirilmiş. Bunlardan biri DNA çipleri. DNA çipleri, posta pulu büyüklüğünde bir özel cam parçasının üzerinde yer alan DNA iplikçiklerinden oluşuyor. Bu DNA iplikçikleri binlerce gen çeşidini içeriyor. Bir hastanın DNA'sı çipin üzerine koyulduğunda, bunlar uyumlu oldukları iplikçiklerin yanına gidiyorlar. Elektronik tarayıcılar birkaç saat içinde okuma yaparak her gen için evet ya da hayır yanıtını veriyor. Gelecekte yüksek tansiyon ya da şizofreni gibi birçok genin etkisiyle oluşan hastalıklar için özel çipler hazırlanabileceği düşünülüyor. Bu çiplerin her birinde bir hastalığa yol açan tüm bozuk genler yer alabilecek. Bu çipler geliştirilirse tanı koymak daha da kolaylaşacak.

Kimi hastalıklara tek bir gendeki hata yol açar, kimine de birkaç gendeki hata birlikte etki eder. Bugüne değin, yaklaşık 4000 hastalıktan 835'inin tek bir gendeki bozukluğun etkisiyle oluştuğu belirlenmiş. Tek bir gendeki bozukluğun etkisiyle oluşan hastalıkları incelemek bugünkü tekniklerle daha kolay; ancak bazı hastalıkların ortaya çıkıp çıkmayacağını belirlemek daha zor. Uzmanlar, gelecekte, kalp hastalıkları, tip II diyabet (şeker hastalığı), kanser ve belki, karmaşık ruhsal bozukluklar olan şizofreni ve depresyon gibi yetişkinlikte ortaya çıkan hastalıkların da önceden belirlenebileceğini düşünüyorlar. Bu gibi hastalıklarda, hastalığın ortaya çıkışını belirleyen tek etken genlerdeki bozukluklar değil. Çünkü, bu tip hastalıklar, hem genlerin hem de çevre koşullarının etkisiyle ortaya çıkabiliyor. Bir başka deyişle hastalığın ortaya çıkışında nasıl yaşadığımız da belirleyici oluyor. Bilim adamları, tüm bu nedenlerden ötürü, günümüzde daha çok tek gen etkisiyle oluşan hastalıkları inceleyebiliyorlar. Çok sayıda gen ya da çevre koşullarının etkisiyle oluşan hastalıklarda, genin gelecekte etkisini gösterip gösteremeyeceğini öngörmek çok zor. Örneğin, spondilartritis ankiloza denen ve kalça ve omurgada eklem yangısı oluşumu biçiminde kendini gösteren bir hastalığın görüldüğü kişilerin % 95'inde HLAB geninin B27 tipi bulunuyor. Ancak, bu B27 genini taşıyan herkeste hastalık görülmüyor. Bu nedenle, sözü geçen hastalıkta başka etkenlerin de etkili olabileceği düşünülüyor. Aynı biçimde, Alzheimer hastalığıyla ilişkili görünen genin bir çeşidini taşıyanların tümünde hastalık ortaya çıkmıyor. Kalıtsal hastalıklarla ilişkili görülen

DNA'larımızda Neden Hata Olur?

Bilim adamları, genlerimizdeki bilgileri açığa çıkardıkça, DNA'larımızda birçok hatanın olduğunu da buldular. Neyse ki bu hataların çoğu bize zarar vermiyor. Bir insan hücresinde 46 kromozomun içine paketlenmiş, 3 milyar baz çifti içeren yaklaşık 190 cm uzunluğunda DNA bulunur. İnsan hücreleri yaşam süresince sürekli bölünerek çoğalır. Bir hücre bölünmeden önce, içindeki DNA miktarı iki katına çıkar. Bölünme tamamlanınca da her hücrede eski miktarında DNA bulunur.

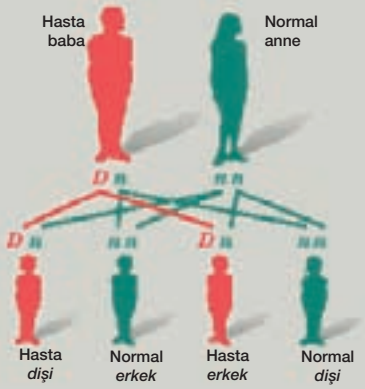
Her birimiz anne babalarımızdan yüzlerce kalıtsal mütasyonu miras alırız. Bizim anne babalarımız da kendi anne babalarından alırlar. Bundan başka da hücrelerimizde bulunan DNA, yaşamımız boyunca yaklaşık 30 yeni mütasyon geçirir. Bu mütasyonlar, DNA'nın eşlenmesi, hücre bölünmesi ya da çoğunlukla çevrenin verdiği zararlar sonucunda oluşur. DNA parçacıkları kopabilir, kırılabilir ya da DNA dizisine yeni bir parça katılabilir. Mütasyonların çoğu, yalnızca bir geni yapmak için gereken bilgiyi içermeyen DNA kısımlarını etkiler, bu gibi durumlar sorun yaratmaz. Ancak, bir hücreyi belirli bir proteini yapmaya yönlendiren DNA iletisini değiştiren bir mütasyon oluştuğunda sorun ortaya çıkar. DNA'nın yapısında yer alan dört kimyasal bazın (adenin, sitozin, guanin, timin) farklı dizilişleriyle iletiler yerine ulaşır.



Canlı kalmak ve işlevleri sürdürmek için insan vücudunun her gün milyonlarca taze protein molekülüne gereksinimi vardır. Üstelik de 50 000 çeşit olan bu proteinler uygun zamanda, uygun yerde ve uygun miktarda sağlanmalıdır. Örneğin, kanımızda oksijen taşıyabilmemiz için hemoglobine, yabancı maddelerle savaşmak için antikorlara, gerilimle başetmek için hormonlara, hareketleri, duyguları ve düşünceleri başlatmak için kimyasal ileti maddeleri olan nörotransmiterlere ve organların yapısına katılmak ya da kimyasal tepkimeleri hızlandırmak için çok çeşitli proteinlere gereksinim duyarız. DNA'daki bazların dizilişinin okunmasına bağlı olarak gerçekleşen gelişmenin çoğu, kalıtsal hataların incelenmesiyle elde edilmiştir.

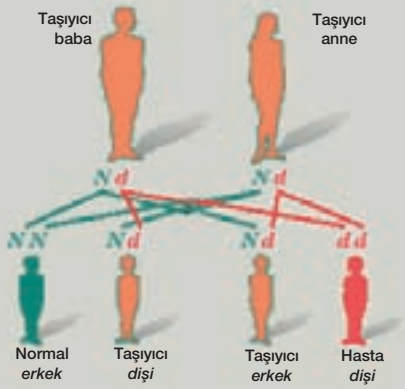
Vücudumuzun yapıtaşları olan ve bize gereken 50 000 çeşit proteinin değişik miktarlarını doğru dizilişte yapabilmek için, hücrelerimiz sürekli ami-

Kalıtsal Hastalıklar Kuşaktan Kuşağa Nasıl Aktarılıyor?



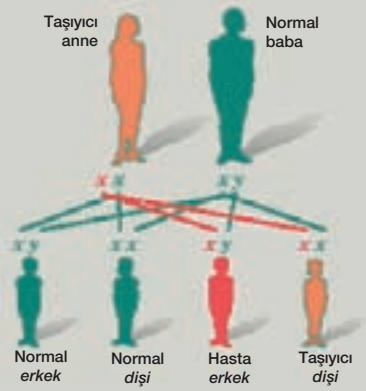
Baskın Hastalıklar: Yüzde Elli Şans

Anne babadan hasta olanı, tek bir hatalı gen (D) taşıyor. Bu gen, tamamlayıcısı olan normal gen üzerinde baskın. Her çocuğun hatalı geni alma ve hastalığa yakalanma riski % 50.



Çekinik Hastalıklar: Dörtte Bir Şans

Hem anne hem de baba tek bir hatalı gen (d) taşıyor; ancak, normal bir genin varlığı (N) onları koruyor. Çünkü, bu gen normal olmak için genellikle yeterli. Hastalığın ortaya çıkması için, genin iki kopyasının da hatalı olması gerekiyor. Çocukların anne babaları gibi taşıyıcı olma olasılıkları % 50. Hastalığı kendi çocuklarına aktarma olasılıklarıysa % 25.



X-Kromozomuna Bağlı Hastalıklar: Erkekler Risk Altında

X kromozomundaki bir genin kopyalarından birinin normal olması (yeşil x), normal olmak için yeterlidir. Her iki X kromozomundaki genlerden biri hatalı olan kadınlar, aynı genin öteki kromozomdaki normal kopyası sayesinde hasta olmazlar. Ancak, erkekler yalnızca bir X kromozomuna ve bir de Y kromozomuna sahip olduklarından hastalıktan korunma şansları yoktur. Hatalı geni taşıyan bir annenin erkek çocuklarından her birinin hatalı geni alma ve hastalığa yakalanma riski % 50'dir. Kız çocuklarının her birinin de annesi gibi taşıyıcı olma riski % 50 oranındadır.

genleri taşıyıp taşımadığımızı bilmek, bu gibi durumlarda pek işe yaramıyor. Örneğin, kimseye "42 yaşına geldiğinizde kalınbağırsak kanseri olacaksınız" demek olası görünmüyor. Çünkü, kalınbağırsak kanserine yol açacak gen mütasyonlarının bilinmesine karşın, bu mütasyonları taşıyan kişilerin yalnızca % 10'u hasta oluyor. Bundan başka, bir hastalığın ortaya çıkış olasılığını artırdığı halde, başka bir hastalığın ortaya çıkış olasılığını azaltan genler de var. Örneğin, bağışıklık sistemiyle ilgili DR2 genini taşıyanlarda multiplskleroza yakalanma olasılığı yüksekken, diyabet olma olasılığı düşüyor.

Kalıtsal hastalıklar, 1980'lerin sonuna kadar çok zaman alan bir yöntemle araştırılıyordu. Bilim adamları, özel işaretçilerden yararlanarak hastalıkların ortaya çıktığı aileler üzerinde incelemeler yapıyorlardı. Bu incelemelerin tamamlanması, gerçekten çok uzun sürelerde gerçekleştirilebiliyordu. İnsan Genom Projesi, olası 40 000-140 000 genin haritasının çıkarılması ve DNA'daki toplam 3 milyardan fazla baz çiftinin dizilişinin belirlenmesini içeren daha geniş ve daha ayrıntılı bir çalışma oldu. Proje, DNA teknolojilerinin gelişmesini ve yaygınlaşmasını büyük ölçüde hızlandırdı. Projenin ilk ve en önemli sonucu, kalıtsal hastalıkların nedenlerinin bulunmasında önemli bir hız artışı sağlamasıydı. Proje kapsamındaki çalışmalar yeni kalıtsal mekanizmaların açıklığa kavuşmasına da neden oldu. Tüm bu gelişmeler, tanı konusunda ilerlemeler ve hastalık-gen ilişkisinde daha ayrıntılı bulgular elde edilmesi sonuçlarını da doğurdu.

Kalıtsal hastalıkların varlığı genlerde belirlendikten sonra neler yapılabilir? Bununla ilgili çeşitli tedavi yöntemleri geliştiriliyor. Hekimler, ya genlere ya da genlerin etkilediği proteinlere müdahale edilebileceğini düşünüyorlar. Ancak, bu yöntemlerin kullanılabilirliği daha önce de belirtildiği gibi hastalığa özgü olarak belirleniyor. Örneğin, sistik fibroziste gen tedavisi uygulanmaya çalışılıyor. Sistik fibrozis, bir gende mütasyon oluşmasına bağlı olarak, gerekli bir proteinle ilgili bilgilerin yanlış verilmesi nedeniyle ortaya çıkıyor. Hastalıkta akciğerlerin iç yüzünü örten salgının yapımında rol oynayan protein üretilemediğinden, solunum güçlüğü oluşuyor ve yaşamsal tehlike başgösteriyor. Bu hastalarda hücrelere yeni DNA verilerek, genin protein yapımını doğru bir biçimde yönlendirmesi sağlanmaya çalışılıyor. Tedavide hastanın akciğer hücrelerine genin doğru kopyasını aktarabilmek için virüslerden yararlanılıyor. Bu amaçla kullanılan virüsler, insanda hastalık yapmıyor. Özel teknikler kullanılarak düzeltilmiş genler virüse veriliyor. Daha sonra, virüs hastanın burun deliklerinden içeri püskürtülüyor. Virüs, burnun iç yüzeyindeki ve akciğerlerdeki hücrelere giriyor. Virüsler hücre içinde yaşarlar ve girdikleri hücrenin tüm işleyişini kendi kalıtsal şifreleri doğrultusunda değiştirerek kullanırlar. Bu özellikleri nedeniyle,

noasitleri birbirine bağlamakla meşguldur. Bu aminoasitlerin dizilişi de genler tarafından belirlenir. 1960'larda ortaya çıktığı gibi, genlerde yer alan her üç baz, işlevini birlikte görür. Bu baz gruplarının her biri belli bir aminoasitin şifresidir ya da aminoasitlerin birbirine bağlanmasıyla oluşan proteinlerin yapımının başlamasını ya da durmasını sağlarlar.

Yalnızca bir tek bazın bile hatalı olması yanlış aminoasitin oluşmasıyla sonuçlanır. Aminoasitlerde oluşan bir hata da aminoasitlerin yapısına katıldığı proteinin değişmesiyle sonuçlanır. Bir ya da iki bazın kaybolmasıysa her bir baz üçlüsünün yanlış okunmasıyla sonuçlanır. Bu okuma hataları, genellikle hücrelerin protein yapamamasına yol açar.

DNA'daki kalıtsal bilgiler proteinlere doğrudan aktarılmaz. DNA'daki bilgiler, RNA'da kopyalanır. RNA, gerçekte DNA'daki bilgiyi proteine aktaran bir aracıdır. DNA hücre çekirdeğinin içinden hiç ayrılmaz; ancak kalıtsal bilgiyi RNA'ya aktarır. Bir proteinin yapımı için gereken tüm bilgiler DNA'da ayrı parçacıklar halinde vardır. Bu bilgiler hücre dışına çıkmadan önce birleştirilmelidir. İşte, bu birleştirme aşaması kalıtsal hastalıklar bakımından önem taşır, çünkü birçok kalıtsal hastalık birleştirme sırasındaki bozukluklara bağlı olarak ortaya çıkar.

Kimi kalıtsal hastalıklar daha yaygın, kimi daha ender olarak görülür. Bu durumu belirleyen etken, kromozomun büyüklüğüdür. Kromozomun büyük olması, herhangi bir yerinde hata olması olasılığını artırır.



Bağışıklık sistemlerindeki yetersizlik nedeniyle enfeksiyondan korunması gereken bebeklere balon bebek denir. Son derece ender rastlanan bu hastalığı taşıyan bu çocuğa, Paris'in ünlü Necker Hastanesi'nde Dr. Alain Fisher ve arkadaşları tarafından gen tedavisi uygulanmış.

virüsler kendi kalıtsal şifrelerini girdikleri hücreye de aktarmış olurlar. Böylece hücrelere gereken proteini yapabilme özelliği virüsler sayesinde kazandırılmış olur. Çok yeni olan bu tedavi yönteminin gerçekten iyi olup olmadığını söylemek için henüz çok erken. Gen tedavisi bugüne değin yalnızca başka hiçbir çare kalmamış olan gönüllü hastalarda denenmiş olduğundan, bu konu daha deneysel aşamada. Bu nedenle daha çok sayıda araştırma yapılması gerekiyor. Aynı zamanda gen tedavisinin her hastalık için uygulanamayacağını da bilmek gerekiyor. Gen tedavisinin uygulanabileceği hastalıklar, yalnızca tek bir gendeki bozuklukla ortaya çıkanlardır. Çok sayıda genin etkili olduğu hastalıklardaysa gen tedavisinin uygulanması olası görünmüyor. Gen tedavisinin kullanım alanının çok sınırlı olacağı düşüncesi, daha şimdiden tıp dünyasında egemen gibi görünüyor. Ancak, kalıtsal olmayan bazı sağlık sorunlarında da gen tedavisinden yararlanma olasılığı yüksek. Kırıklar ya da yaralanmalar gibi durumlarda da gen tedavisinin yapılabileceği düşünülüyor.

Bir başka gen tedavisi yöntemi daha var. Ancak, bu tedavi yönteminin tartışmaya yol açan yönleri olduğundan, bugün hiçbir ülkede insanlar üzerinde bu tip bir uygulama yapılmasına izin verilmiyor. Bu yöntemin yukarıda sözü edilenden farkı, tedavinin etkisinin kuşaktan kuşağa aktarılabilmesi için üreme hücreleri üzerinde yapılması. Bu yöntemde genler, daha henüz spermdeyken ya da yumurta hücresindeyken değiştiriliyor. Böylece bir bebek daha doğmadan kalıtsal yapısındaki bozukluk düzeltiliyor. Böyle bir uygulamanın sağlık açısından da istenmeyen sonuçları olabileceği konusunda da kaygılar var. Tartışmalı yönleri nedeniyle bu yöntemin uzun süreli etkileri araştırılmadan ve ahlaki yönleri iyice gözden geçirilmeden insanlar üzerinde uygulanması olası görünmüyor.

Gen tedavisi henüz deneysel aşamada; ancak genetik mühendisleri biyoteknolojik yöntemlerle yeni ilaçlar geliştiriyorlar. Örneğin, geçmişte diyabet hastalarının kullandığı insülinin üretimi için domuzlar ya da sığırlar kullanılıyordu. Bu durum, araştırmacılar insülin yapımından sorumlu geni klonlayarak insülin elde etmeyi bulana değin böyle sürdü. Genetik mühendislerinin kullandığı klonlama tekniklerinin ve öteki tekniklerin daha şimdiden çok sayıda yararı oldu. Tıbbi ürünlerin kaynakları arttı ve maliyeti düştü. Yeni ilaçlar geliştirildi. Geçmişte, hayvanlardan elde edilen ilaçlar hastalık taşıyabiliyordu. Genetik mühendislerinin özel olarak geliştirdikleri ilaçlarda bu tip tehlikelerin ortaya çıkma olasılığı azaldı. Günümüzde genetik mühendisliğinin özel teknikleriyle geliştirilen insan büyüme hormonu, geçmişte ancak yeni ölmüş insanlardan alınabiliyordu. Bu durum beraberinde büyük zorluklar getirdiği gibi, tartışmalı yönleri de çok oluyordu. Üstelik, bu hormonun ölülerden alınması, başka hastalıkların taşınma olasılığını da artırıyordu. Yeni teknikler sayesinde, büyüme hormonu saf bir biçimde, büyük miktarlarda üretilebiliyor.

Gen Tedavisi

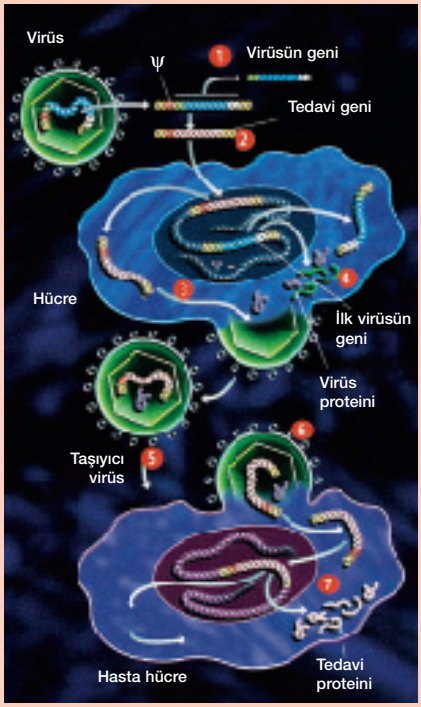
Bir gende oluşan mütasyonlar bir hastalığa yol açıyorsa, hücrelere sağlıklı bir gen eklenerek tedavinin sağlanabileceği düşünülüyor. Her ne kadar bu yöntem kolay gibi görünse de büyük güçlükleri var.

Bilim adamları virüslerle hücrelerin ilişkisinden gen tedavisinde yararlanılabileceğini düşünüyorlar. Virüslerden yararlanarak, hücre içine girip normalde zayıf olan hücreleri desteklemeyi hedefliyorlar.

Bir virüsün genlerinin yerine, ψ genini korumak için, tedavide kullanılacak gen yerleştirilir. Bu virüs, ψ geninden yoksun yardımcı bir virüsün genlerini barındıran bir hücrenin içine yerleştirilir. Bu hücre tüm virüs proteinlerini üretir. Ancak, ψ olmadığı için, yardımcı virüs kendisini yenileyemez. Bu hücreye, ψ ile birlikte tedavi genini taşıyan virüs girer. Taşıyıcı virüs, hücrelerin içine tedavi genini de taşır; ancak, viral proteinleri yapacak genlerden yoksun olduğu için organizma içinde çoğalamaz. Hücre yalnızca tedavi proteinini yapar.

Ne yazık ki taşıyıcı virüsler, hedef dokuya ulaşmadan önce hücre savunma sistemini atlatır, bağışıklık sistemine zarar verir, organlar arasındaki dokusal engelleri, hedef hücrelerin zarlarını ve son olarak hücre çekirdeği zarını değiştirir. Hedefe varıldığı çok seyrek görülür. Bu, nedenle bu işlem pek güvenli değildir. Belki de, gen tedavisi geliştirilmeden önce ilaç tedavisi geliştirilebilir.

Bu hummalı çalışmalara karşın, birçok uzman gen tedavisinin 10-15 yıldan önce gelişimini tamamlayamayacağını düşünüyor.



Genlerdeki bozukluklar çoğu zaman protein yapımında aksaklıklar oluşturuyor. Bu nedenle, bir başka tedavi anlayışına göre, yapılamayan proteinler insan vücudu dışında elde edilip hazır olarak vücuda veriliyor. Böylece, protein ilaç olarak kullanılmış oluyor. Genlerdeki bilgilerden yararlanarak protein yapabilmek için bakterilerden yararlanılıyor. Kullanılacak genler, bakteri hücrelerine veriliyor. Böylece, bakterilerin istenilen proteinleri üretmeleri sağlanıyor. Elde edilen proteinler ilaç olarak kullanılıyor.

Sağlık alanında gerçekten de devrim niteliğinde birçok yenilik yaşanacak. Ancak, tüm bu yeniliklerden her hastanın yararlanıp yararlanamayacağına kuşkuyla bakılıyor. Çünkü, tüm bu testlerin, tanı ve tedavi yöntemlerinin çok pahalıya mal olacağı düşünülüyor. Sağlık alanındaki bu devrimlerin toplumsal sınıflar arasındaki farkları artırmasından da endişe ediliyor. Endişelerin en büyüğü de "Acaba, kalıtsal bir altsınıf yaratılacak mı?" sorusunda şekilleniyor. Bir başka endişe de insanın kalıtsal yapısına bu denli müdahalede bulunmanın, insanlığın geleceğini etkileyebileceği.



Bu kadın, ileri derecede bellek kaybıyla kendini gösteren ve kalıtsal bir hastalık olan Alzheimer hastası. Gen araştırmaları sayesinde bu hastalığın önceden belirlenip gelişiminin önlenmesi artık olanak dahilinde.

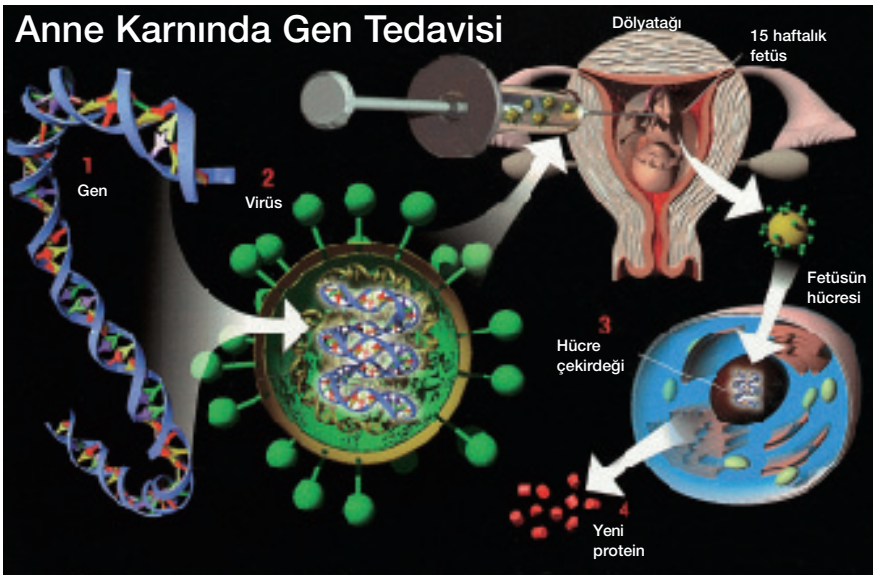
Mikroorganizmaların Genomları

Mikroorganizmaların sayısı ve özellikleriyle ilgili ne kadar bilgi sahibi olduğumuz konusunda iyimser bir öngörüye göre, henüz onların ancak binde birini tanımlamış durumdayız. İnsan Genom Projesi'nin sağladığı yeni olanaklar sayesinde, özellikle bakterileri daha iyi tanıyacağız. Genom projesinin ilk meyvelerinden biri de, 1994'te başlatılan yeni bir çalışma oldu. Mikrobiyal Genom Programı (MGP) denen çalışmanın kapsamında, enerji üretimi, zehirli atıkların azaltılma yöntemleri ve endüstriyel süreçlerde kullanılan bakterilerin kalıtsal yapıları inceleniyor. İnsan ve çevre sağlığı konusunda yararlı bilgiler ortaya koyacağından, bu çalışmaların ekonomiye de büyük katkısı olacağı düşünülüyor.

MGP'den elde edilen bilgilerin, fotosentezle ilgili sistemler, en zorlu çevre koşullarına dayanabilen, yenilenebilir kaynaklar ve atıkları metabolik olarak değiştirebilen mikrobiyolojik sistemler gibi enerjiyle ilişkili yeni biyoteknolojilerin geliştirilmesini sağlayacağı da düşünülüyor. Tüm bu çalışmaların daha temiz bir çevre sağlayacak yan ürünler vermesi de bekleniyor. Endüstriyel süreçlerde maliyeti düşüren, yararlılığı artıran ve zehirli olmayan kimyasal maddelerle enzimlerin kullanılması bekleniyor. Ayrıca, mikroorganizmaların baz dizilişlerinin bulunmasının, bunların insanda hastalık yapan özelliklerinin de belirlenmesini sağlayacağı umuluyor.

Mikroorganizmaların baz dizilişlerinin belirlenmesi, yeryüzündeki canlılığın sınırları konusunda da bilgi verecek. Böylece, ekosistemler, çevresel değişikliklerin eğilimi, canlılar arasındaki etkileşimler ve evrim konusunda erişilmemiş bilgilere de erişilebilecek.

MGP kapsamında yapılacak olan tüm bu çalışmalar, yeni enerji kaynakları elde edilmesini, çevre kirliliği yapan maddelerin belirlenebilmesini, biyolojik ve kimyasal savaşa karşı korunmayı, ayrıca zehirli atıkların temizlenmesini sağlayacak.



Üzerinde hâlâ tartışma olan bir konu da gen tedavisinin, doğumdan önce anne karnında yapılıp yapılamayacağıyla ilgili.

Çevresel Tehlikeleri Değerlendirme

Zehirli maddeler ya da radyasyon gibi insan sağlığını tehdit eden etkenlere karşı zaman zaman savunmasız kalıyoruz. Bilim adamlarına göre, bu tip etkenlere karşı kimi in-

Kalıtsal Hastalıklar Nasıl İyileştirilir?

İnsanda yaklaşık 4000 kalıtsal hastalık vardır. Bilim adamlarının gelecekte yapacakları uzun soluklu çalışmalarla bu hastalıkların tedavisinin yapılabileceği ya da hastalıkların etkisinin ortaya çıkmasının önleneceği düşünülüyor. Ancak, bunun başarılabilmesi için şu üç önemli sorunun yanıtlanması gerekiyor:

* Hangi gendeki değişiklik hastalığın nedenidir?
* Bu gen normalde hangi proteinlerin yapımını sağlar?
* Değişikliğe uğramış protein ya da gen değiştirilebilir mi ya da düzeltilebilir mi?

Tüm bunların yapılabilmesi için iki farklı yaklaşım kullanılabilir. Araştırmacılar, ilk olarak değişikliğe uğrayan proteini bulabilirler. Daha sonra, bu proteinin şifresini taşıyan genin kromozom üzerindeki yerini belirlerler. Eğer bunu yapmak olası değilse ikinci yaklaşım olarak bir klonlama tekniğinden yararlanırlar. Bu tekniğe göre, ilk olarak geni, daha sonra proteini bulurlar. Gösterdiğimiz örnek ikinci yaklaşıma aittir.

Hangi Gende Hata Var?

1 Bu aile resmindeki çocuğun (mavi kutucuğun içindeki), tedavisi günümüzde olası olmayan kalıtsal bir hastalığı vardır. Bu hastalığa özgü bir tedavi ya da ailenin öteki çocuklarında koruyucu yöntemler geliştirmek isteyen bilim adamları, hastalığın nedeninin izini sürerler. Hastalığın nedeni hatalı bir gendir. Bilim adamları bu, hatalı geni bulmaya çalışırlar.



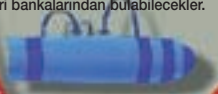
2 Bir kromozomun kopmuş bir parçası gibi çeşitli veriler, genin kromozom üzerindeki yerleşimini kabaca belli eder. Eğer böyle veriler yoksa araştırmacılar, hastalığın "işaretçilerini" bulmak için hastalığı taşıyan çocuğun DNA'sını ailesindeki öteki bireylerin DNA'sıyla karşılaştırırlar. Sonuç olarak hatalı geni hangi kromozomun taşıdığını bulurlar ve bilinen işaretçiler arasında genin genel yerleşimini belirlerler.



3 Sonuç: Bilim adamları, hastalığın sık görüldüğü ailelerde, işaretçilerin kalıtımını doğum öncesinde de izleyerek aynı zamanda, hastalığı tedavi edebilirler. Ayrıca, hatalı genin taşıyıcılarını da (açık mavi kutucuklarla gösterilenler) bulabilirler. Burada görülen ailede, bozuk geni hem annesinden hem babasından alan çocuklarda ortaya çıkan çekinik bir hastalık vardır.



4 Bilim adamları, yan yana duran işaretçiler arasındaki boşluklarda bulunan ve çakışan DNA parçacıklarından bir zincir oluştururlar. Bu parçacıklardan biri, mutlaka hatalı geni içermelidir. Araştırmacılar, tüm kromozomlarda çakışan DNA parçacıklarını belirlediklerinde, istedikleri her parçacığı veri bankalarından bulabilecekler.



5 Hatalı geni bulmak için, bilim adamları her parçacığı çözümleyerek normal DNA'dan farklı olup olmadığını anlamaya çalışırlar. Sonuç olarak hatalı geni bulurlar ve baz sırasındaki hatayı belirlerler. Sistik fibrozis hastalığına yol açan gendeki hata, toplam 250 000 DNA bazından üçünün çıkmasıyla oluşur.

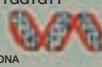
Mutant bir CF geninin dizilişi

ATCATTGGTGTT



Normal bir CF geninin dizilişi

ATCATCTTTGGTGTT

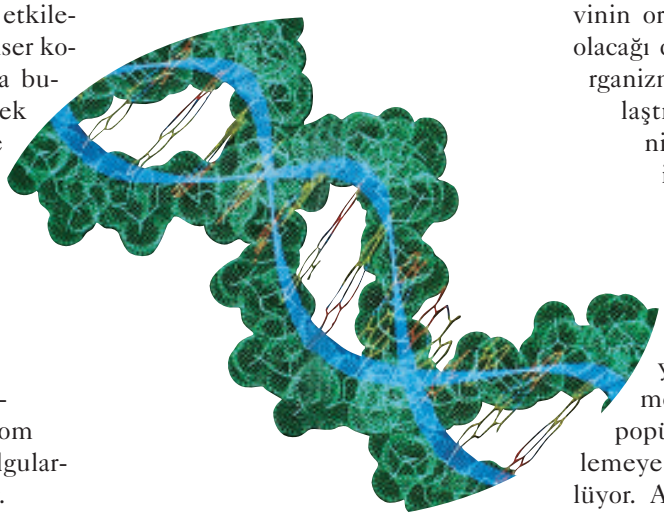


Bazı harfler DNA iplikçiğinin arka tarafında kalmıştır

sanlar daha dirençliyken, kimileri daha zayıf kalabiliyor. Bunun nedeni olarak da insanın kalıtsal yapısındaki çeşitlilik gösteriliyor. İnsan genomunun anlaşılmasının, zehirli etkenlerin insanlara vereceği zararlar konusunda değerlendirmelere olanak sağlayacağı düşünülüyor. Radyasyona maruz kalma ve benzer başka etkenlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin anlaşılması, özellikle kanser konusundaki çalışmalara katkıda bulunacak. Düşük ya da yüksek dozda radyasyona ve kansere yol açan zehirli bileşiklere ya da kalıtsal yapıda mütasyonlar yapabilen kimyasal maddelere maruz kalmanın zararlarını değerlendirme; ayrıca kalıtım yoluyla kuşaktan kuşağa geçme olasılığı bulunan mütasyonların azaltılması açısından, İnsan Genom Projesi'nden elde edilen bulgulardan yararlanılması planlanıyor.

Biyoarkeoloji, Evrim, Antropoloji, Göçler...

İnsan genomunun çözülmesi, insanlığın ve canlılığın tarihine de ışık tutacak belki de. Daha şimdiden



öteki canlı türleriyle olan benzerlikler ortaya çıkmaya başladı bile. Bu konuda birtakım karşılaştırmalı çalışmalar yapılıyor. Örneğin, insana özgü kimi hastalıkların ve özelliklerin incelenmesinde en çok yararlanılan hayvanlardan biri fareler. Bu tip karşılaştırmalı çalışmaların, henüz işlevleri bilinmeyen birçok genin işlevinin ortaya çıkmasına da yardımcı olacağı düşünülüyor. Farklı mikroorganizmaların genomlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesinin, tüm canlılar arasındaki ilişkileri aydınlatacağı da düşünülüyor.

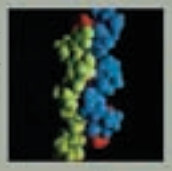
İnsan Genom Projesi'nden elde edilen sonuçların, kuşaktan kuşağa kalıtım yoluyla aktarılan mütasyonların incelenmesiyle evrime ışık tutacağı, farklı insan popülasyonlarının göçlerini incelemeye olanak sağlayacağı düşünülüyor. Ayrıca, özelliklerin kuşaktan

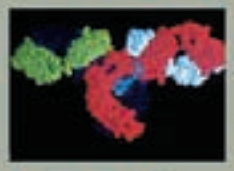
Hangi Proteini Yapıyor?

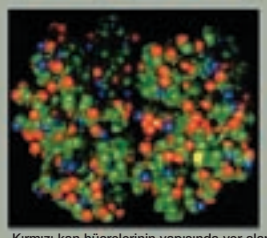
Protein ya da Gen Değiştirilebilir mi?

7 Bilim adamları, genlerdeki bazların dizilişi bilindiğinde, kalıtsal şifreyi kullanarak hangi aminoasitlerin proteinleri yaptıklarını bulurlar. Daha sonra, proteinin görevini bulmaya çalışırlar. Vücuttaki on binlerce proteinin her biri farklı işlevlere ve farklı biçimlere sahiptir. Onların farklılıklarıyla ilgili bilgiler genlerin şifrelerinde bulunur.

Bu modelde gösterilen kolajen denen proteinin uzun biçimi, onun hücrelere ve organlara yapısal destek vermesini sağlar.







Kırmızı kan hücrelerinin yapısında yer alan hemoglobin, dolaşım yoluyla vücudun bütün bölümlerine oksijen taşır.



6 Sonuç: Bilim adamları, doğrudan hasta kişilere (mavi kutucukların içindekiler) ya da anne karnındaki bebeklere test uygulayarak hastalığın taşınıp taşınmadığını bulurlar. Yalnızca hastalığın görüldüğü aileyi değil, toplumdaki bireylerden, hatalı geni taşıdığı halde sağlıklı olanları da (açık mavi kutucukların içindekiler) belirleyebilirler. Hastalığın süreçlerini kültür hücrelerinde ve hayvanlarda izleyerek yeni tedaviler geliştirmeye çalışırlar.

8 Hasta çocuğun hatalı geni, proteinin çok az üretilmesine mi ya da kusurlu olmasına mı ya da hiç üretilmemesine mi neden oluyor? Bilim adamlarının, proteinle ilgili bozukluğun neden hastalığa yol açtığını bulmaları gerekiyor.

9 Sonuç: Hastalığın mekanizması açıklığa kavuştuğunda, bilim adamları geni, proteini ya da her ikisini düzeltebilecek bir yaklaşım geliştirirler. Ender bulunan bir kalıtsal hastalığın anlaşılması bile daha yaygın ve sıradan hastalıkların anlaşılmasına da yardım eder.

10 Kalıtsal bozukluğu düzeltmek için, bilim adamları eksik ya da yetersiz miktarda olan proteini ya normal protein olarak ya da ilaçla vücuda verirler. Bu tip uygulamalar, ilk olarak kültür hücrelerinde, sonra hayvanlarda, daha sonra da insanlarda denenir.



11 Bir başka seçenek de gen tedavisidir. Bazı bilim adamları, bozuk hücrelere, içine normal genleri aktardıkları virüsleri yerleştirirler. Bazılarıysa virüsleri kullanmazlar ya da DNA'yı doğrudan hücreye verirler. Kültür hücreleri üzerindeki denemeler başarılı olursa, önce laboratuvar hayvanlarında, sonra insanlarda uygulanır. Örneğin, bir hastanın kemikiliği hücreleri dışarı alınıp, içine normal genler aktarıldıktan sonra tekrar hastaya geri verilir.



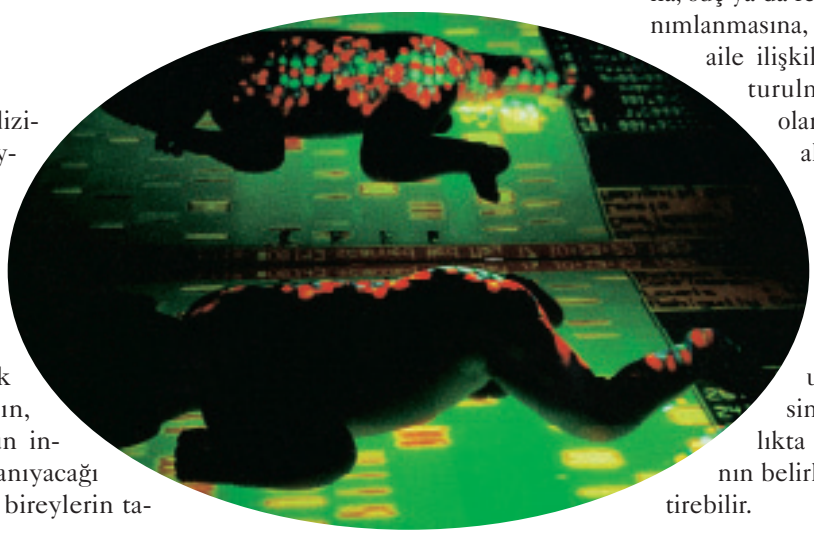
12 Sonuç: Bazı kalıtsal hastalıklar için tedaviler geliştiriliyor. İnsanların kalıtsal hastalıkları hep olacaktır; ancak gelecekte bu hastalıklardan korunma ve tedavi daha kolay gerçekleştirilecektir.



kuşağa aktarılması ve erkeklerin göçlerine ışık tutması açısından Y kromozomunda oluşan mütasyonları, popülasyonların yaşını, tarihsel olayları açıklığa kavuşturmak için mütasyonların evrimini incelemeye de olanak sağlaması bekleniyor.

Kimlik Tanımlama

Türe özgü DNA dizilişlerinin incelenmesiyle herhangi bir organizma tanımlanabilir. Ancak, bugünkü tekniklerle bu iş henüz kabaca yapılabiliyor. İnsan Genom Projesi'nin, daha büyük DNA parçacıklarının, hatta tüm bir genomun incelenmesine olanak tanıyacağı düşünülüyor. Böylece, bireylerin tanımlanması daha kesin tekniklerle yapılabilecek. Bireyleri tanımlamak için, bu konuda çalışan bilim adamları 10 ayrı DNA bölgesini tararlar. Kişiden kişiye farklılık gösteren bu DNA bölgelerinden elde edilen veriler, o kişinin DNA'sı hakkında bilgi sağlar. Buna "DNA parmakizi" de denir. Bir insanın, başka bir insanla aynı DNA parmakizini taşıma olasılığı çok düşüktür.



Kimlik tanımlamanın kolaylaşması nelere olanak sağlayabilir? Suçluların olay yerinde bıraktıkları delillerin gerçek sahibini bulmaya, yanlış yere suçlanan kişilerin temize çıkarılmasına, suç ya da felaket kurbanlarının tanımlanmasına, babalığın ya da başka aile ilişkilerinin açıklığa kavuşturulmasına, tükenmekte olan ya da koruma altına alınmış türlerin tanımlanmasına, kirliliğe yol açan bakterilerin ya da başka canlı türlerinin tanımlanmasına, organ nakillerinde alıcı ve vericinin uyumunun belirlenmesine, tarım ve hayvancılıkta canlıların soyağaçlarının belirlenmesine kolaylık getirebilir.



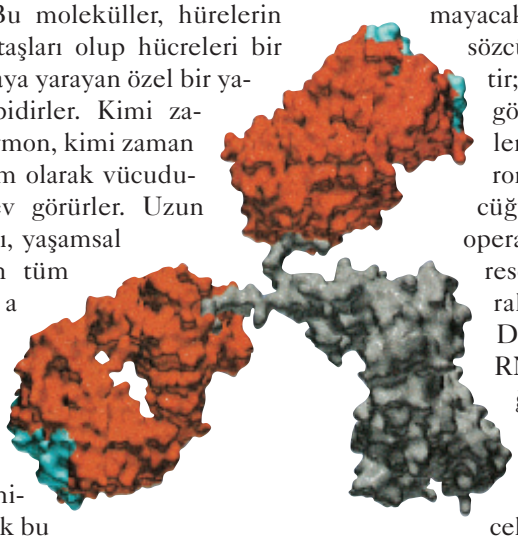
Tarım ve Hayvancılık

Canlı türlerinin genomlarının bilinmesi, daha güçlü, hastalıklara daha dirençli bitki ve hayvanların geliştirilmesini sağlayacak. Bu da tarım giderlerinin azalmasına ve daha besleyici ürünlerin elde edilmesine neden olacak. Genetik mühendisliği, günümüzde tarım ve hayvancılık alanında birçok uygulama alanına zaten sahip. Ancak, bu uygulamaların İnsan Genom Projesi'nin sonuçlarından sonra daha da artması bekleniyor. Tarım ve hayvancılıkta beklenenlerden bazılarını şöyle sıralayabiliriz: Hastalıklara, böceklere ve kuraklığa daha dirençli ürünlerin elde edilmesi, daha sağlıklı, daha üretken ve hastalıklara dayanıklı çiftlik hayvanlarının geliştirilmesi, daha besleyici ürünler üretilmesi, yiyeceklere eklenmiş yenilebilir aşıların geliştirilmesi.

Sıra Proteinlerde

İnsan Genom Projesi tamamlanmak üzere; ancak projenin tamamlanması tek başına yeterli değil. Çünkü genlerin insan vücudunda yaptığı işleri de çözümlemek gerekiyor. Bu nedenle, ardı arkası belki de hiç kesilmeyecek olan yeni projeler gerçekleştirilmeyi bekliyor. Bir sonraki adım daha şimdiden planlanıyor. Hatta projenin adı belirginleşmeye başladı bile: İnsan Proteom Projesi. Evet, bundan sonraki adım, genlerin belirlediği proteinlerin tanımlanması. Çünkü, genlerdeki bilgiler proteinlerin yapımını sağlıyor. Proteinler, canlılık açısından çok önemli olan ve birçok yaşamsal olayın gerçekleşmesinde rol alan moleküllerdir. Bu moleküller, hürelerin temel yapıtaşları olup hücreleri bir arada tutmaya yarayan özel bir yapıştırıcı gibidirler. Kimi zaman bir hormon, kimi zaman da bir enzim olarak vücudumuzda işlev görürler. Uzun sözün kısası, yaşamsal önemi olan tüm olaylarda proteinlerin parmağı bulunuyor. Proteinler, zaten inceleniyordu; ancak bu kez yapılacak olan, hangi genin ya da genlerin hangi proteinlerin yapımını sağladığını belirlemek. Böylece genlerle vücudun işleyişi arasındaki bağı kuracak olan bilgi köprüsü de tamamlanmış olacak. Bu, aynı zamanda yeni bir araştırma alanının da doğmasına neden oldu. Bu araştırma alanına bir ad da verildi: Proteomik (Proteomics). Proteomik, adını protein ve genom araştırmalarını kapsayan inceleme alanı olan genomikle (genomics) benzerlik kurarak alıyor. Proteomik konusundaki çalışmalar, insan vücudundaki tüm proteinlerin tanımlanıp çözümlenerek sınıflandırılmasını içeriyor. Önümüzdeki 10 yıl içinde yaklaşık 10 000 proteinin yapısının tanımlanacağı söyleniyor. Bu sayı, doğadaki tüm proteinlerin yalnızca çok küçük bir bölümünü oluşturuyor. Ancak, bilim adamları, bu kadarının tanımlanmasının bile biyoloji ve sağlık konularında çok önemli bir yer tutacağını düşünüyorlar.

İnsan Genom Projesi, yalnızca proteomik konusundaki çalışmaları doğurmadı. Başka alanların da gelişimine kapı açtı. Bu alanlardan biri de protein yapımı sırasında görev alan mRNA'larla (elçi RNA) ilgili. mRNA, DNA'daki kalıtsal bilgiyi kopyalayarak ribozoma gidip burada protein yapımının başlamasını sağlayan özel moleküllerdir. mRNA'nın yaptığı işe transkripsiyon denir. Transkripsiyonun sözlük anlamı kopyalamak. mRNA'nın DNA'dan aldığı kalıtsal şifreye transkriptom deniyor. İşte, bir grup araştırmacı da transkriptomları inceleyecek. Bu alana da transkriptomik adı verilmiş. İş bu kadarla da kalmayacak. Fenomik (fenotip sözcüğünden türetilmiştir; fenotip bir genin gözlenebilen özelliklerini ifade eder), operomik (operasyon sözcüğünden türetilmiştir; operasyon sözcüğü hücresel olaylarla ilgili olarak kullanıldığında, DNA'dan başlayıp RNA ve proteine değin gerçekleşen olayların işleyişini ifade eder) gibi yeni alanlar da gelişecek gibi görünüyor.



İnsan Genom Projesi, sınırları çok zorlayacağa benziyor.

Zuhal Özer
Elif Yılmaz

Kaynaklar

Abbott, A. "Post-Genomic Challenge: Learning to Read Patterns of Protein Synthesis" *Nature*, 16 Aralık 1999.

Lemonick, M. D. "The Genome is Mapped. Now What?" *Time*, 3 Temmuz 2000.

Marchant, J.& Day, M. "...or Doom and Gloom?" *New Scientist*, 20 Mayıs 2000.

"Proteomics, Transcriptomics: What's in a Name?" *Nature*, 16 Aralık 1999.

"Potential Benefits of Human Genome Project Research" http://www.ornl.gov/hgmis/project/benefits.html

"The Human Genome Project and the Future of Diagnostic, Treatment, and Prevention" http://www.thelancet.com/newlancet/sub/supplemnts/vol354s1/body.article2.html

http://www.hhmi.org/GeneticTrail/errors/

http://www.nhgri.nih.gov/Policy_and_publications/Maps_to_medicine/complete.html

http://www.bmj.com/cgi/content/full/314/7073/43

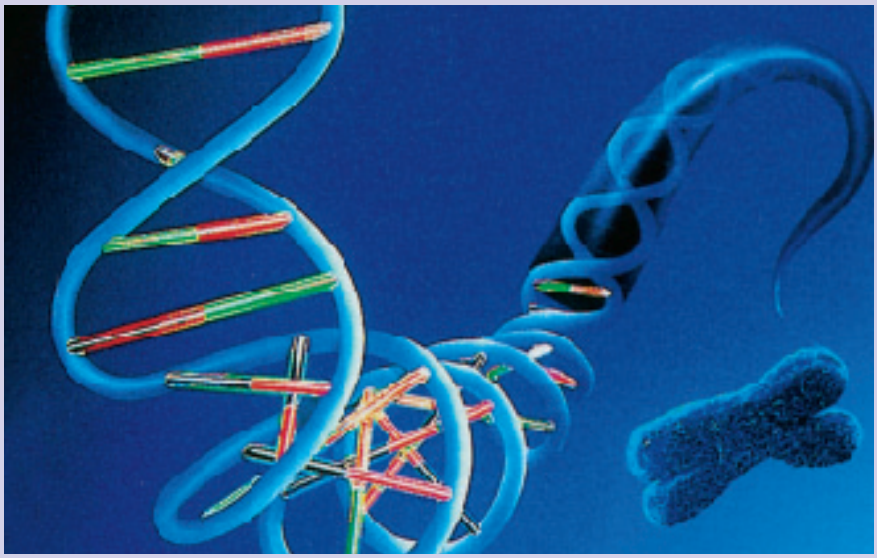
http://www.ornl.gov/hgmis/publicat/genechoice/

İnsan Genleri Nasıl Sayılır?

İnsan genlerinin sayısını yaklaşık olarak belirlemeye yönelik önceki çalışmalar, hücresel RNA'nın karmaşıklığını ölçmeye, DNA dizelerinin yeniden birleşme kinetiğine, CpG adalarının (en az 200 baz çifti uzunluğunda, guanin + sitozin bileşiminin yarıdan fazla olduğu DNA bölgeleri) saptanmasına, evrimsel gelişmenin kurallarına ya da cDNA dizilişlerinin genleri temsil ettiği varsayımına dayanıyordu. Bu yöntemlerden cDNA dizilişlerinin gen kabul edilmesi yöntemi en popüler yöntemlerden biridir. Welcome Trust Genom Araştırmaları Enstitüsü'nden bir grupça da aynı yöntem incelemelerde temel alındı. Araştırmacılar, genlerin toplam sayısı konusundaki önerileri için genellikle kamuya açık cDNA dizilişi veritabanlarından yararlandılar. Yararsız dizilimleri ayıklamak amacıyla cDNA dizilimlerini kümelendiren araştırmacılar, inceleme sürecinde belki de hata sonucu oluşmuş tekrarlanmayan dizilimleri dikkate almadılar. Daha sonra da bilinen genleri temsil edebilecek kümelenmiş dizilimlerin oranını tahmin ettiler. Bu grup, 120 000 ile 140 000 arasında insan geni bulunduğu görüşünde.

Philip Green ile Jean Weissenbach tarafından yönetilen gruplarsa, alternatif süreçler sonucunda bambaşka sonuçlara ulaştılar. Araştırmacılar, protein kodlayan gen sayısının yaklaşık olarak 35 000 olduğunu varsayıyorlar. Green ve ekibi, bir solucan türü olan *Caenorhabditis elegans*'ın genomuna uygulanan yöntemin bir benzerini kullanmış. Bu yaklaşım, genomdan küçük, ancak homojen bir grup genin alınıp, rastgele seçilmiş yararsız ve eksik dizilimler içeren daha büyük bir kontrol örneğiyle karşılaştırılması temeline dayanıyor. Araştırmacılar, birinci set için, 22. kromozoma ait dizilimi tamamlanmış genler, ya da GenBank veritabanından normal uzunluğa yakın (elçi) mRNA dizilimleri kullandılar. Bu setlerin, kümelenmiş EST (işlevi tanımlanmış DNA dizilim biçimleri) dizili setleriyle karşılaştırılmasıysa insan genomunda yaklaşık 34 000 – 35 000 gen bulunduğu sonucunu veriyor.

Weissenbach ve ekibiyse, insan genomuyla ilgili öngörüleri için kirpibalığının gen dizilimini incelediler. Klonlanmış bakterilerle çoğaltılan ve kirpibalığının gen havuzunun yaklaşık üçte birini oluşturan genler üzerinde yaptıkları araştırmaları insan gen dizilimine uygulayan ekip, insan geni toplam sayısı için 34 000 tavanını belirledi.



Balonu Patlatmak

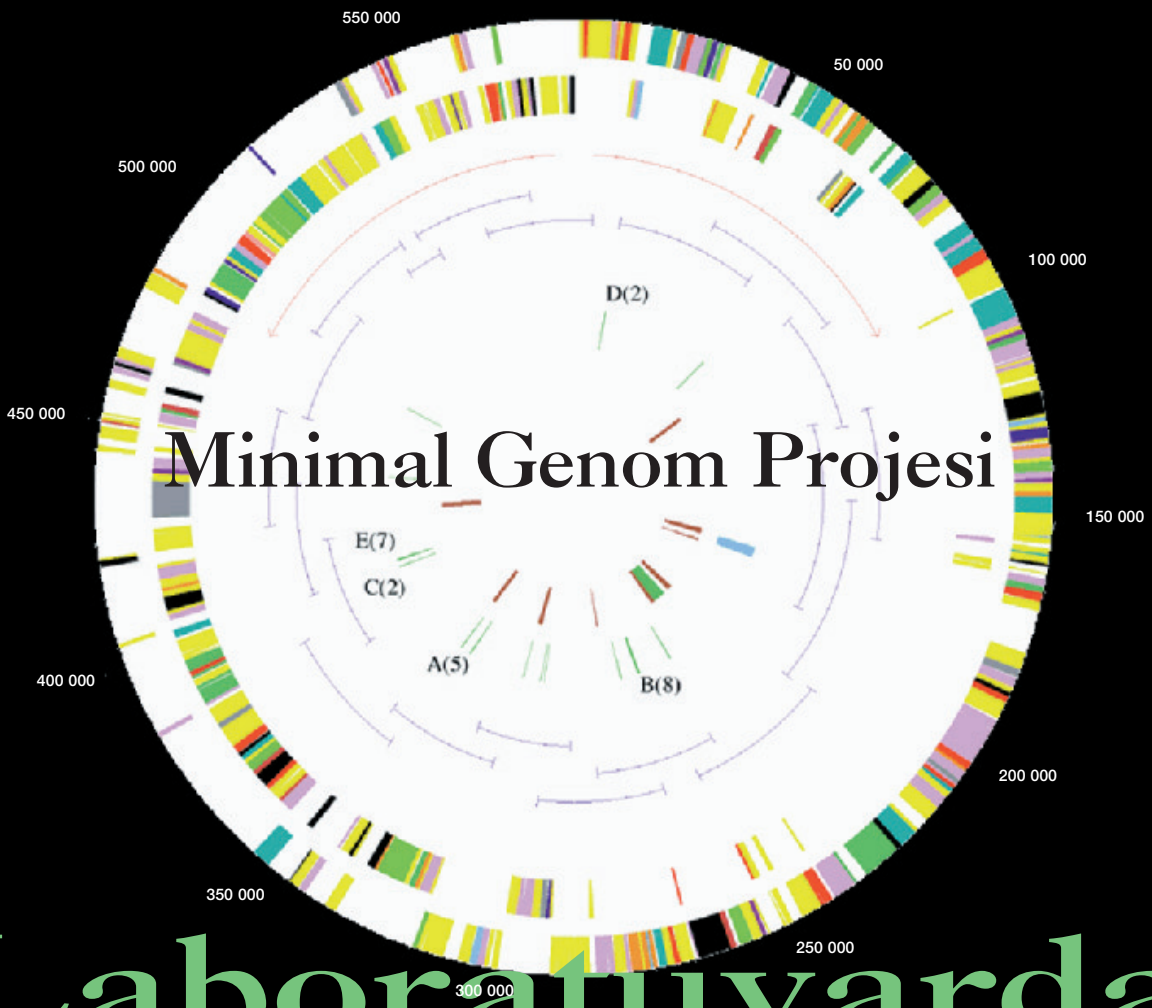
İlke olarak, Green ile Weissenbach'ın tahminleri, gen sayısının olduğundan daha düşük çıkması gibi sapmalara yol açabilir. Ancak bu sapmalar farklı yöntemlerden kaynaklandıklarından tahminlerin çok hatalı çıkması olasılığı düşük görünüyor. 21. ile 22. kromozoma dayalı 40 000 ve 45 000 gibi tahminler daha olası görünüyor. Evrim sürecinde memelilerin, çok hücreli omurgasızlardan ayrılmalarından sonra genomları iki kez iki katına çıktığından, toplam gen sayısının 60 000'i aşması pek olası değil. O halde EST verilerine dayalı hesaplamalar neden bu kadar yüksek rakamlarla sonuçlandı?

Bu bulguların özünde tanımlama ve tanımadaki farklılıklar yatıyor. Gen nasıl tanımlanır ve tanınır? Klasik genetiğe göre, genler, bir fenotipin ortaya çıkmasından sorumlu kalıtsal birimlerdir. Kimi durumlarda bu ilişki her ne kadar düzenleyici birimlerin ya da başka kodlama yapmayan başka DNA birimlerinin mutasyonundan gelse de, çoğu durumlarda protein kodlayan DNA dizilişlerin mutasyonuyla eşanlamlıdır. Her ne kadar dizilim başına ücret politikası herhangi bir kopyanın herhangi bir kopyayı gen olarak tanımlama genel eğilimini körüklüyorsa da, klasik genetik tanımlanan genle ilgili bir işlevi de kanıt olarak görmek istiyor. Burada özellikle önem taşıyan bir nokta da, henüz tam olarak belirlenememiş olmakla birlikte, herhangi bir hücrede bu çalışmaların ortaya koyar göründüğü "işlevsiz" bölümler. Başka bir deyişle, ayrıştırılabilen kopyaların ne kadarlık bir bölümünün anlamlı bir işleve sahip olduğu henüz bilinmiyor. Bu da, insan gen haritası taslağını, EST listelerinde gösterilmemiş protein kodlayan dizilimlerin aranabileceği bir altın madeni haline getiriyor.

Bunlardan anlaşılıyor ki, insan genomunun dizilişindeki genleri çözümlemek zaman alacak. Dahası, karşılaştırmalı bir yaklaşımın birçok getirisi var. Bunun ardındaki hedef, genlerin işleyiş düzenini yeterince anlayabilmek. Değişik türlerin kodlama yapmayan dizilimlerini karşılaştırabilme yetisi, insan genomu için bir işlev çerçevesi elde edebilme hedefini hızlandırabilecek. Kuşku yok ki evrim burada bize bir bilgisayar algoritmasının sağlayabileceğinden çok daha güçlü ve öğretici. Artan sayıda türün genomlarını karşılaştırabilme yetisi öyle anlaşılıyor ki "bilgisayar biyolojisini" gerçek bir bilim haline dönüştürecek.

Aparicio, S., "How to Count... Human Genes", *Nature*, v. 25, no 2, pp 129-130

Ayşegül Yılmaz Günenç



Minimal Genom Projesi

Laboratuvarda Yaşam mı?..

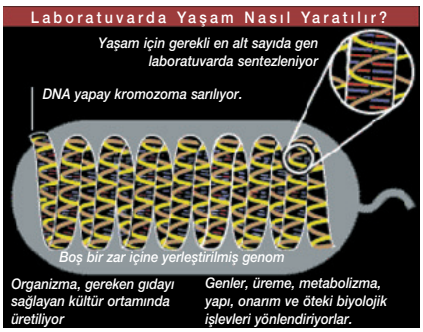
Haziran 2000'de Başkan Bill Clinton önderliğinde bittiği açıklanan İnsan Genom Projesi'nin yarattığı heyecanla birlikte, süregiden diğer genom projelerinin pabucu bir bakıma dama atılmış oldu. Oysa bu projeler arasında, yüzyıllardır süregelen bazı 'hayaller'i yaşama geçirmeye çalışanlar bulunmakta.

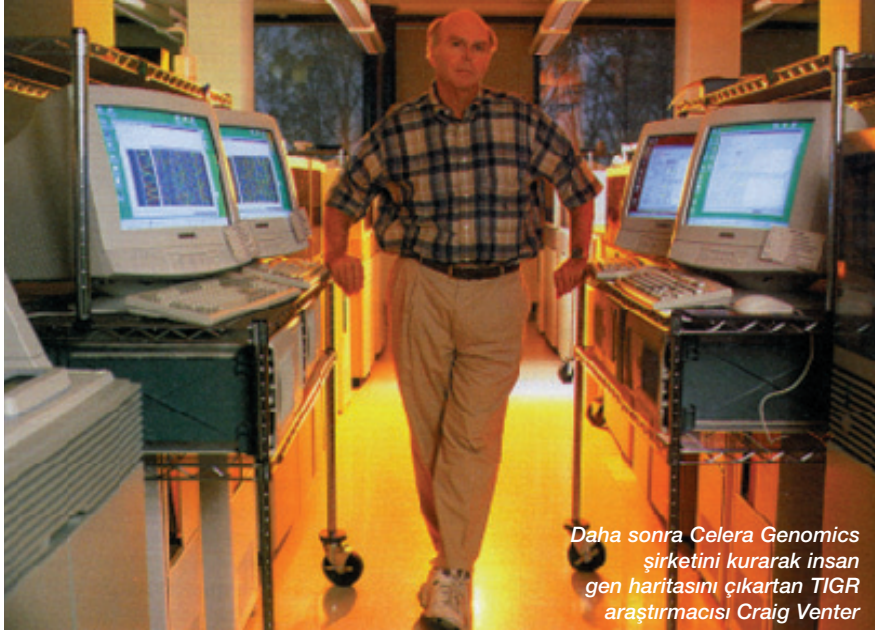
1995 yılında TIGR'da (Genom Araştırmaları Enstitüsü), J. Craig Venter başkanlığındaki bir grup araştırmacı insanda hastalığa sebep olan Mycoplasma genitalium bakterisinin DNA dizisini açıklamışlardı. 562 kilobazlık (kb) gen saklama kapasitesi ile *Mycoplasma genitalium* genomu, (bir canlıda bulunan genetik bilgilerin tümü) insan genomundan 5000 kez daha ufak olup, bugüne kadar bilinen ve bağımsız yaşam sağlayabilen en küçük genom olma özelliğini taşır.

Bu noktadan hareketle TIGR araştırmacıları 'Yaşam nedir?' 'Yaşam için gerekli minimum gen sayısı nedir?' gibi sorulara cevap aramak üzere 'Minimal Genom Projesi' başlattılar. 1992'de TIGR araştırmacıları, Hutchinson ve Peterson, 10 Aralık 1999'da yayınlanan çalışmalarında, değişik DNA parçalarını 500 genlik genomun içine rastgele sokup, bazı genleri işlevsiz hale getirdiler ve hücrenin hayatta kalıp kalmadığını araştırarak, *Mycoplasma genitalium*'un yaşaması için gerekli minimum gen sayısını sadece 300 olarak belirlediler. Bu genlerin 100 kadarının görevi ve dolayısıyla organizmanın yaşaması için hangi temel biyokimyasal tepkimelerin gerektiği hala bilinmiyor.

Minimal genom, organizmanın yaşayıp çoğalmasını sağlayan en az sayıdaki genlerin tümü olarak tanımlanmakta. Ancak bilim adamları, yaşamın sadece çoğalma olarak açıklanamayacağını, dolayısıyla 'minimal genom' tanımının değiştirilmesi gerektiğini savunuyorlar. Aslında yaşamın belirleyici özelliklerine bakıldığında; çevreyle uyum sağlama, metabolizma ve içdenge (homeostaz) gibi özellikler, en az çoğalma kadar ön planda.


Mycoplasma genitalium





Daha sonra Celera Genomics şirketini kurarak insan gen haritasını çıkartan TIGR araştırmacısı Craig Venter

Minimal genom projesi daha yolun başında ve bundan sonraki aşamalar dört ana başlıkta toplanabilir:

1- Hangi genlerin temel metabolizma ve çoğalma için olduğunu tanımlamak (buna minimal genler diyebiliriz),

2- Bu genleri birbirine ekleyerek, minimal gen takımını yapay olarak oluşturmak,

3- Genlerden proteinler sentezlenebilmesi için gerekli olan diğer organik ve inorganik molekülleri tanımlamak,

4- Kendi kendine yeten ve hayatta kalan 'hücreyi' yaratmak?…

Bu proje kimilerine Frankenstein'ı hatırlatabileceğinden, hem yasal hem de ahlaksal bazı sorularla karşılaşılması kaçınılmaz. Stanford Üniversitesi Biyomedikal Ahlak Merkezi araştırmacılarının da belirttiği gibi, minimal genomun tanımlanması ve sentezlenmesi projesini, yaşamın DNA'dan ve moleküllerden başka bir şey olmadığının kanıtı olarak görmek ve bilim dünyası ile dini karşı karşıya getirmek doğru olmayacaktır.

Mycoplasma genitalium'da tanımlanmış olan minimal genler kümesi, buzdağının sadece görünen kısmı. *Mycoplasma* genlerinden pek azı biyosentez veya metabolizma ile ilgilidir. Mycoplasma daha çok çevresinden (insandan) taşıdığı hammaddelerle yaşayabilir ve bu nedenle, örneğin insanda kullanılan bazı biyokimyasal tepkimelere gerek duymaz. Kullandığı temel metabolik yollar daha çok, doğrudan enerji üretimi sağlayacağı glikoliz gibi yollardır (altı karbonlu şeker olan glükozun yakılarak enerji üretilmesi). Dolayısıyla bu tepkimelerde kullanacağı enzimlerin (tepkimeleri çabuklaştıran katalitik proteinler) genleri, Mycoplasma için vazgeçilemez öğeler.

Bu bilgi doğrultusunda 'Birden fazla minimal genom mümkün olabilir mi?' sorusu da gündeme gelebilir. Organizmanın hangi şartlar altında yaşamını sürdürdüğüne ve kullandığı metabolizmaya bağlı olarak, farklı gen kombinasyonların minimal genom olarak tanımlanması son derece olası.

'Bir canlı yaratmak' için, bu amacın gerektireceği diğer moleküllerin de, (protein, lipid, şeker gibi) hangi metabolik olaylar için gerekli olduklarının ayrıntılarıyla araştırılması ve bilinmesi gerekir. Her ne kadar temel biyoloji derslerinde bu moleküller bizlere öğretilmişse de, bilgimiz -klon Dolly'lerin çağında yaşıyor olmamıza ve 'Jurassic Park' bilimkurgularına karşın- bu molekülleri DNA ile birleştirip bir 'hücre' oluşturabilmekten henüz çok uzaktır.

Minimal genoma sahip minimal organizmanın yaratılması fikri, bilimsel olarak değişik açılardan önem taşır: Böyle bir adımın, yaşamın ve evrimin sırlarına ışık tutmak bir tarafa, günlük yaşamımızda yararlanabileceğimiz uygulamaları da olacaktır.

Bakteriler uzun zamandır, değişik 'ürünler' elde etmek için yaygın olarak kullanılıyor. Örneğin, hastalıkların tedavisinde kullanılan insülin ve benzeri proteinlerin üretiminin yanı sıra, toksik atıkların zararsız maddelere dönüştürülmesinde olduğu gibi. Minimal organizmayla bu ve benzeri ürünler, belki de çok daha az enerji maliyetiyle ve çok daha az atık madde ile üretilebilir.

Öte yandan, hastalık yapıcı mikropların (patojenlerin) genomlarını çalışan büyük ölçekli ve bütçeli Genom Projeleri sonucunda, hastalık yapıcı genlerin tanımlanmasıyla birlikte, potansiyel 'biyolojik silah' niteliğinde organizmaların yaratılacağı yönünde ciddi endişeler bulunuyor. 1999 yılında radyasyona dayanıklı *Deinococcus radiodurans*'ın genom dizisinin belirlenmesi, Mart 2000'de menenjite sebep olan *Neisseria meningitidis* genomunun ve Mayıs 2000'de cüzzama yol açan *Mycobacterium leprae* genomunun dizilişinin belirlenmesi, bazı çevreleri sevindirirken, diğer çevreleri de etik yönden endişelendirmekte.

Bunun sonucu olarak bilim adamları, politikacılar, hukukçular, hepimiz kendimize şu soruları sormalıyız: Bilim kontrol edilmeli midir? Bilimi kim, hangi kuruluş, ne ölçüde kontrol edebilir? Genom Projeleri mi, yoksa bu bilgilere erişim mi kontrol edilmelidir? Yoksa bilimin nasıl uygulandığı mı? Genetik olarak değiştirilmiş organizmaların (GMO) doğanın ürünü olmadığı, dolayısıyla patentlenebilecekleri öne sürülüyor ve günümüzde kabul gören bazı uygulamalar, bilim adamlarının genetik bilgi ve malzemeye ulaşımını engelliyor. 'Minimal organizmalar' da patentlenebilecek mi? Bu konularda ciddi bir yasal çerçeveye gerek var. Minimal genom projesi ve projenin ileri aşamaları temel ahlak kurallarını çiğnememekle birlikte, bu projelere paralel olarak bazı temel sorulara, şimdiden cevap aranmaya başlanmasını gerekiyor.

Bilim sonucu edindiğimiz bilgilerin 'kötüye' kullanılabileceği endişesi, insanlarda her zaman var olagelmiş. Ancak bu korkuyla 'bilim yapmamak' ya da bilimi 'geriletmek,' toplumlara çok daha büyük zararlar vermekte. Hızla gelişen bu bilim dalında gelecek yüzyılda, hatta daha yakın bir gelecekte çok daha büyük adımların atılacağı kesin ve bu bilim yarışında yerimizi almamız şart. Bu nedenle hem, temel bilimleri ciddi bir şekilde destekleme politikaları geliştirilmeli, hem de ahlaki ve yasal çerçevelerin hazırlığına başlanmalıdır. Bilim bir meraktır; bazı sorulara cevap arar. Minimal Genom Projesi'nin sorduğu sorularsa oldukça büyük, karmaşık ve cevaplarını hepimizin merakla beklediği sorular.

Işıl Aksan
Dr., Boğaziçi Üniversitesi Öğretim Görevlisi

Kaynaklar
Cho et al, Science 1999 286:2087
Fraser et al Science 1995 270:397
Hagmann et al Science 2000 288:800
Hutchinson et al Science 1999 286: 2165
Tettelin et al Science 2000 287:1809
White et al Science 1999, 286:1571-77



Gen Teknolojisiyle Birlikte Yaşamayı Öğrenmek İçin Düşünme Hazırlıkları

Hazır mıyız?..

DÜNYA DEDİĞİMİZ bu gezegende insan, bilgi ve hüneriyle varolmakta. Eski Yunanlılar insan hünerine tekhnê diyorlardı: Topraktan ürün alma, hayvan yetiştirme, yol, köprü, bina yapımı, ev eşyası imâli, silah üretimi; tıp ve bugünkü anlamıyla mühendislik, tümüyle tekhnê kavramı altında toplanabiliyordu. Çağımızda kullanılan, ""teknik", "teknoloji" sözleri bu kavramdan türetilmişti. Bilgi, bilinen konunun, bilinen nesnenin "uzağında" kalınarak, araya mesafe sokarak, seyretme (temâşâ) tutumu içinde gerçekleştiriliyorsa, buna "theoria" deniyordu. Batı kültürünün bilim ve felsefede beşiği sayılan Eski Yunan toplumunda o zamanın bilim adamları filozoflar, bilgileriyle "hakikati" arıyorlar; evrende olup bitenleri anlama, açıklama çabası içinde, çıkarsız bir "saf" bilgiyi elde edebilme amacıyla, bilgelik sevgisi (philo-sophia, felsefe) taşıyarak, ona ulaşma yolunda kendilerini bilim (epistemê) hayatına adıyorlardı. Teknoloji kendi iç işleyişi içinde, ustadan çırağına aktarılarak sürdürülüyor, insanın kullanımına bir araç (organon) olarak sunuluyordu. Thales gibi kimi filozofların, bugünkü anlamıyla mühendislik becerileri varsa da bilgi ve "hüner", ("theoria" ve "tekhnê" anlamında), dünyayı olduğu gibi "çıkarsız" anlama, kavrama, olayları önceden kestirme ve teknolojik bilgilerle beceriler olarak, insanlık tarihinde ayrı ayrı gelişmelerini sürdürüyordu.

Modern bilimin Galileo ile başlatabileceğimiz oluşumunun ardından gelen sanayi devrimiyle bilgi ve hünerin giderek birbirlerine yaklaşması sonucu, "mühendislik" denen bir çalışma alanının ortaya çıktığını görüyoruz. Baştan beri, bilgi ve teknolojisiyle insan, yaşayışındaki zorlukların üstesinden gelmeyi, daha rahat, daha anlaşılır, daha güvenilir, önceden görülebilir, bir anlamıyla denetlenebilir bir yaşama ulaşmaya çalışıyordu. Yeni bir binyılın eşiğinde teknolojinin hızı, bizi karşı karşıya bıraktığı, şimdilik yorumu güç yeniliklerle, bu anlaşılabilir, denetlenebilir yaşamı sanki elimizin altından almışa benziyor. Genlerimize yönelmiş bir teknoloji, biyo-teknoloji, cansız doğaya yönelmiş teknolojiden daha kaygı verici sonuçlara yol açabileceği korkusu yaşatabiliyor. Genler üstüne geliştirilen teknoloji, gen mühendisliği, hızlı atılımlarını gerçekleştirdiği son dönemlerini göz önüne alırsak, aşağı yukarı elli yıllık bir geçmişe sahip. Daha yolun başında. Gen mühendisliği, toplumsal, kültürel, ahlaksal sonuçları çok yoğun bir mühendislik. Belki bu önemi vur-

gulamak amacıyla ben bu mühendisliğe cân mühendisliği diyorum. Gen, yalnızca canlılığı değil, onun ötesinde insanı insan kılan, duygu düşünce ve kültürü, tarihi de kapsayan bir söz. Gen mühendisi insanın cânıyla ilgili bir alanda çalışıyor. Geni tanımak, insan bedeninin oluşumundaki etkilerini belirlemek, bu bilgiler doğrultusunda gerekli müdahalelerde bulunmak uğraşı içinde, daha iyi, daha güzel, daha âdil bir dünya için, iyileştirmelerde bulunmanın sorumluluğunu taşıyor.

Gen Teknolojisinin Sunduğu Bazı Olanaklar

Genetik bilim ve teknolojisi insan yaşamına olumlu olanaklar sunuyor; Bedeniyle ilgili hastalıklara, özürlülere çâre olabilecek. Hastalıklara olan yatkınlığımızı önceden görebileceğiz; doğum öncesi, doğacak çocuğun gen yapısı saptanarak olası hastalıklarına "müdahale" edilebilecek; çocuk sahibi olmak isteyen çiftler, genetik danışmanlara başvurarak, çocukların herhangi bir hastalık, özür ya da eksikliğinin olup olmayacağını öğrenebilecek. Yeni doğmuş bebeklere, ileride yakalanabilecekleri olası hastalık durumlarına göre gen sağaltımı (tedâvisi) uygulanabilecek. Alkolizm, madde bağımlılığı, suça yatkınlık gibi sorunlar, genetik yapının tedavisiyle ortadan kaldırılmaya çalışılacak.

Tohumların genetik olarak ıslâhı sağlanarak, ziraat, daha önceki çalışmalarının birikimiyle, gen teknolojisinin yeni atılımları doğrultusunda, daha verimli, daha dayanıklı, besin gücü daha yüksek ürünlerin elde edilmesine yönelecek, hayvancılık gelişecek. Beslenme, genetik donanımımıza daha uygun duruma getirilmeye çalışılacak. İlâç sanayii, "gen sağaltımı"" ve "gen bakımı"nı desteklemek için gelişimler yaşayacak.

Uzak ama tehlikeli sonuçları olan bir fantezi gibi görünse de, insan bireyinin kopyalanması, daha zeki, daha güzel, yetenekli, istenilen becerilere sahip bireylerin, giderek, birey topluluklarının oluşturulması söz konusu olabilecek; insan genetik kökeni olan hastalıklardan kurtarıldığında, organizmayı daha dirençli duruma getirebilecek genetik katkılarla, daha uzun bir yaşam süresine kavuşacak, olumlu açılardan bakıldığında, insan bireyi, yaşam deneyimini, bilgi birikimini, erken gelen kesintilerin uzağında, kullanabilecek.

Gen Teknolojisiyle Yaşamanın Eşiğinde

İnsan her organizma gibi "gen"leri olan bir varlık. Dünya gezegenindeki serüveninde, binlerce yıl genlerinin farkına varmadan yaşamış. Bir deyişle, umarım uygun bir deyiştir, "gensiz yaşam"dan, "genli yaşam"a geçmektedir artık. Genleri hep vardı ama, insan genlerinin bilgisine, onların yapısını etkileme hünerine eriştikten sonra, "genli yaşama" girmek üzere. Fabrikalarda seri üretiminin gelişmesindeki, elektronik sanayiinin bilgisayarlarda ve haberleşme araçlarında ve onların kullanımında ortaya çıkan olanaklar karşısındaki şaşkınlığımız gibi; bu, teknolojinin yol açtığı "genli" yaşama alışmada, onu duygusal, düşünsel olarak içimize sindirmede zorlanacağız. Ekonomik, politik, toplumsal, psikolojik, ahlaksal, felsefî sonuçlarını kestirmede sıkıntılarımız olacak. Yeni binyıla, "genli" bir yaşamla giriyoruz. Umut ve korkuyla. Umudumuzda da korkumuzda da, bu "genli" yaşamın insanlığa neler getireceğini bilmedeki, bu teknolojinin gelişim çizgisini, yol açacağı değişikliklerin neler olacağını tahmin edebilmedeki zorluklar yatıyor.



Umutluyuz: Güzel bir dünya bekliyor bizi. Özürlü, engelli, hasta, yorgun insanların sayısının azaldığı bir dünya. Besin üretimindeki gen teknolojisinin katkısıyla, açlığın ortadan kalktığı bir dünyada, kendi genlerinin yapısını, sorunlarını bilen insan, diğer canlı türlerine daha az zarar vererek, doğal çevresine daha az müdahale edecektir. Ormanları tahrip etmeyecek, havayı, suları kirletmeyecektir. Genli yaşam bilinci, onda, kendine, diğer insan bireylerine, canlı türlerine, doğaya, evrene saygıya dönüşebilecektir. Sağlıklı beden, sağlıklı ruha; sağlıklı ruh, sağlıklı bireye; sağlıklı birey, sağlıklı topluma; sağlıklı toplumsa, sağlıklı dünyaya, sağlıklı yaşama olanak sağlayacaktır.

Bu yorum, umutlu yorum, iyimse yorum. Kötümserlik de hazır, gelecek kaygısı eşikte bekliyor. Kaygı, her zaman bir olumsuzluk değildir. Bizi olası tehlikelere karşı hazır kılar. Gevşeyip, gerçekliği yitirmemizi engeller.

Kaygı, bilgi ve teknolojimizin sınırlarını, sonuçlarını bilememekten kaynaklanıyor, öncelikle. Gen bilgisi, başımıza bir "iş" çıkarır mı? "Canavarlar" yaratabilir miyiz istemeden de olsa? Belki de isteyerek? Bilgimizle irademiz arasında bir boşluk da olabilir burada. Biliriz, ama ya bilgimizi gerçekleştiremezsek? Engellenirsek örneğin? Bilim adamlarından ya da gen teknisyenlerinden, "zorla", genleri, insanlık için tehlikeli olabilecek biçimde değiştirmeleri istenirse? Burada, bilgi ve teknolojinin "dışarıdan", politik güçler tarafından yönlendirilebileceği kaygısıyla karşı karşıyayız. Teknoloji, "kötü ellere" düşebilir; bilimsel bilgi yok edici güç elde etmek amacıyla kullanılabilir: Burada, teknik insanın, bilim insanının sorumluluğu çok önemli: Kötü ellere karşı verilecek savaşımda, onun taşıdığı ahlaksal sorumluluk, gelecek kaygımızı azaltacaktır.

Kısaca özetlendiğinde, tehlike beklentisi:

a) Bu alanın bilgisine yeterince sahip olamamaktan,

b) Sahip olduğumuz bilginin, bilemeyeceğimiz sonuçlarından,

c) Bu bilgiyi kullanabilecek güce sahip olamamaktan (örneğin başkaları tarafından kullanılmaktan)

d) Bilgimiz ile onu hayata uygulayacak teknoloji arasındaki boşluktan,

e) Bilginin insanlığın değerlerine, yaşamına zarar verecek biçimde kötüye kullanılma olasılığından,

f) Gen teknolojisine sahip olup, bunu bir "pazar" olarak gören, kendi çıkar-

ları doğrultusunda, bu teknolojiden "haksız" kazanç elde etmek isteyen güçlerin harekete geçebileceği kaygısından,

g) Gen teknolojisiyle dünyayı ele geçirmeye, sömürmeye kalkabilecek "şeytânî" etkinliklerin gerçekleşebilmesi olasılığından,

h) İnsan türünü geliştirmek amacıyla, diğer türlerle gen ilişkisine geçilmeye kalkışılmasından doğabilecek, "ucube" varlıklar, "hilkat garibeleri" çıkabileceği korkusundan,

kaynaklanıyor.

Bu umutlar ve kaygılar karşısında gen teknolojisiyle yaşayacak insanın, "genli yaşamına" nasıl hazırlanabileceğini tartışmaya geçebiliriz.

Genli Yaşamın Sorunları

Gen teknolojisinin yol açabileceği sorunlara karşı önlemler şimdiden alınmaya başlıyor. Bu teknolojiyle ilgili ülkeler, ahlak açısından insan olma onuruna, hakkına ters düşecek girişimleri engellemek için aralarında anlaşmalar yapıyorlar. Gen ahlakının temel ilkelerini çıkarıp, tarafları bağlayıcı sözleşmelere gitmek istiyorlar. Gen ahlakından, gen hukukundan geçerek, teknolojinin olası kötüye kullanımını engelleyecek yasal önlemleri almaya çalışıyorlar.

Teknoloji insan yaşamının bütün boyutlarına sızan etkiler taşıyor. İşte, gen teknolojisini değerlendirirken bu farklı boyutları göz önüne almamız gerekiyor: Onun ahlak, politika, kültür, ekonomi, felsefe alanlarına etkilerini anlamaya çalışmak, ne denli erken görülürse görülsün, şimdiden bu teknolojinin yaratacağı "genli yaşam"ın sorunlarına kendimizi hazırlamayı sağlayabilir.

Gen ahlakı, canlılık ahlakının, biyoetik'in ya da tıp ahlakının içinde de tartışılabilir. Bu yazının sınırları içinde böyle bir tartışmayı hazırlamak üzere "gen "kavramının bilgi kuramı (epistemoloji) açısından kısa bir sorgulamasını yapmak gerekiyor.

Bir genin yapısını, işleyişini, insan bedeninin bütününe etkisini ne kadar biliyoruz? Ziraat, hayvancılık ve tıp alanında alınmış kimi başarıların yanında, bu teknolojinin dayandığı kuramın(teorinin) dayanakları nelerdir? Tek bir genin eksikliği ya da varlığı hep aynı sonuçlara mı yol açıyor? Yoksa, örneğin, çevre etkileriyle farklı sonuçlara çıkabilir mi? İnsanın bedensel özellikleri, salt genlere, gen dizilerine mi ait yoksa, genetik donanımın bütünlüğü, parçalarını etkiliyor mu? Genler birbirlerinden bağımsız atomlar gibi mi ele alınmalı? Aralarındaki bağıntılar mı, bu bağıntıların o organizmanın bütünlüğü ile bir tür ilişkisi mi, genetik sonuçların etkinliğini sağlıyor? Bedenin genetik yapısındaki değişmeler, "duygu" dünyamızı nasıl etkiliyor? Duygularımızın genler üzerine etkisi var mı? Düşüncelerimizle, hayata verdiğimiz anlamla, örneğin iyimser, sevgi dolu bir bakışla yaşamanın, genetik haritamızı, genetik donanımımızı etkileyip etkilemediğini biliyor muyuz? Gen haritasından, organizmanın geleceğini, örneğin ileride belli hastalıklara yakalanıp yakalanmayacağını söylerken, genetik alanını belki bir olasılıkla etkileyebilecek çevre koşullarını, o organizma insana aitse, o insanın duygu, düşünce dünyasını, inançlarını, hayata yüklediği değerlerini, sanatla, bilimle uğraşıp uğraşmadığını, sağlıklı toplumsal ilişkiler yaşayıp yaşamadığını ne denli göz önüne almalıyız? Öyleyse, özetlendiğinde, bir genin: a) diğer genlerle b) hücrenin diğer elemanlarıyla c) Bedenin (organizmanın) bütünüyle d) ruh yapımızla e) hayata verdiğimiz anlamla f) çevreyle ilişkisi olabileceği olasılıklarını göz önüne almak gerekmez mi? (Gen bilimcileri elbette çoğunlukla bu tür epistemolojik kaygılar taşıyorlar. Genetiği şapkadan tavşan çıkarmaya çalışan bir sihirbaz gibi gören insanlara soruluyor bu sorular.) İnsan bireyi, salt bedeninden oluşmuyor; bedeni, duyguları, düşünceleri ve çevresiyle bir bütündür, o. Genin o bireyin bütün yaşamını, karakter özelliklerini tümüyle belirlediğini sanma, biraz teknik deyimle, gen fatalizmi (yazgıcılığı, kaderciliği) bir yanılgı olabilir. Umutsuz hastalara, hasta yakınlarına, gen terapisini, hücrelerinin belli parçalarını değiştirdiğimizde hastalıklarının tümüyle ortadan kalkacağı biçimde yansıtmak, hem gen epistemolojisi hem gen ahlakı, tıp ahlakı açısından doğru olmasa gerekir.



Bu sorgulamaların, açıklamaların ardından, insanların genleriyle "oynanmasının", gen yapısının ortaya çıkarılmasının, yaşamlarında yol açacağı sorunların hemen ikisinden söz edebiliriz. Gen haritası, çıkarılmış birey hakkındaki bilgimiz gizli tutulmalıdır (Belki kendinden bile!). Gen dizilişindeki sorunlar, onun "ileride" yakalanabileceği hastalıkları gösterdiğinde, en azından hiçbir işveren (ya da çok azı) ona iş vermeye râzı olacak, hiçbir sigortacı onu sigorta yapmak istemeyecektir ya da bu iş için çok para isteyecektir. Belki dostları, sevgilisi, onu terkedebilecektir. Durumunu öğrendiğinde intihar etmek isteyebilecektir. Genetik danışman olarak bu durumda ne yapmak gerekir? Bu bilgi aile yakınlarına nasıl söylenecek, onları nasıl etkileyecektir? Özel yaşam ile kamusal yaşam arasındaki ayrım; nelerin, hangi bilgilerin gizli, nelerin, hangi bilgilerin açık olacağı sorununa yeni boyutlar kazandırmaktadır, burada.

Yine, "genli yaşamın" ilk göze çarpan görünüşlerinden biri de gen haritasını çıkartmak isteyen insanların talepleriyle oluşacak gen danışmanlığı pazarının ortaya çıkışıdır. Bu danışmanların ahlakı, gen danışmanlığı ahlakı, tartışılması, temel ilkelerinin belirlenmesi gerekli, önemli bir meslek ahlakı olarak görülüyor.

Genlerimizden sorumluyuz. İnsanlığımızdan sorumluyuz. Bu gezegenindeki yaşamı ortadan kaldırmaya ya da ayrıcalıklı bir topluluğun çıkarları doğ-

rultusunda diğer insanları ezmeye, sömürmeye yönelik girişimlerin engellenip, yok edilmesi, insanın insana duyduğu saygı ve sevgi gibi temel duyguların, düzeysiz, sığ ölçülerde, kullanıla kullanıla yozlaştırılmış anlamlarını gen ahlakı açısından, yeniden oluşturmakla olanaklıdır. Zenginler, gücü elinde tutanlar, kendilerinin, doğmuş ya da doğacak çocuklarının genlerini onartabilecek, geliştirebilecek ya da yoksulları, kendinden olmayanları, genetik yoksulluğa, hastalığa uğratıp, sömürebilecektir. Bütün bu olumsuzluklara, düşünsel yönden karşı çıkmak amacıyla bir gen felsefesi, geno-philosophia oluşturulabilir. Genli yaşamda insan olmanın sorumluluğu çok daha artacaktır. Çünkü insan, kendi bedenine, kendi "doğa"sına, geçmiş dönemlere göre daha yoğun biçimde etki edebilecektir. Burada yapacağı, bilgisel, teknolojik, ahlaksal bir yanlış, insan türünü, giderek gezegendeki hayatı, bizim için yaşanmaz doğrultuda dönüşüme uğratabilecektir.

Belki, gelecekteki bir gen ahlakını ele alışımızda dayanmamız gereken, insana özgü temel değerlerden şu anda önemli görünenleri şunlar olacaktır:

1. Özerklik. İnsan kendi kendine karar verebilen, kendi ayakları üstünde durabilen bir varlıktır. Genleri üstünde hakkı vardır.

2. Saygınlık. İnsan onurlu, saygın bir varlıktır. Evrende, diğer varlıklara, yaşanan hayata karşı taşıdığı sorumluluk, bu sorumluluğu yerine getirme kaygıları, onun saygınlığını pekiştirmektedir. İnsan saygındır, çünkü, evrendeki yaşama saygı duyar, kendine, kendi türdeşlerine saygısı, özsaygısı vardır. Hayatı güçlendirmek, desteklemek, değerini yüceltmek için ürünler ortaya koymaya çalışması bu saygınlığın belirtilerindendir.

3. Dokunulmazlık. İnsan dokunulmazlığı olan bir varlıktır. Saygınlığının bir sonucu olarak o, Kant'ın dediği gibi bir "amaç"tır, araç olarak kullanılamaz. İnsan genleriyle motor parçalarıyla oynar gibi oynayamazsınız. Onu "eğip bükerek", bir "köle", bir araç gibi kullanamazsınız. Genetik müdahale, bu dokunulmazlığından dolayı, ancak rızâ sonucu, o insanın müdahaleyi kabul etmesi sonucu yapılabilir.

4. Bütünlük. İnsan bir bütündür. Bedene müdahale, ruhuna, düşüncesine, değerlerine, kültürüne, çevresine müdahale anlamına gelir.

5. İncinebilirlik. İnsan, Levinas'ın da belirttiği gibi incinebilir, kırılabilir bir varlıktır. Bundan dolayı özen gösterilmesi, ilişkiye geçilirken dikkat edilmesi gerekir.

İnsan özerk yanıyla kendi hayatını oluşturma gücüne sahip, dokunulmazlığı, incinebilirliği ile de aracı olarak kullanılmaması gereken bir varlık olarak ortaya çıkıyor.

6. Anlamlarla Yaşayan (Noetik) bir varlıktır, insan. Özerk yanıyla, kendinden milyonlarca yıl önce oluşmuş, onsuz bir o kadar yaşamış, doğanın bir parçası olarak, kültürü, ahlakı, sanatı, bilimi, değerlerini yaratır. İnanır, inançlarına saygı duyar. Kendisinin doğal yanını denetleme bilgisine, hünerine ulaşmaya çalışıyor. Bunu bütünlüğünü, saygınlığını unutmadan yapmalı. Yüksek değerler, yaşamı geliştirip, zenginleştirici idealler için gerçekleştirilmeli. Bedenindeki genleri, ondaki cânı oluşturuyor, cânı anlamlar veriyor hayatına. Genleriyle oynandığında, yalnızca bedensel değişikliklere uğramayacak, insan "nooesferi", anlam küresi, anlam dünyası değişecektir. Somatik (bedensel. Eski Yunanca'da "soma"beden anlamına geliyordu) genlerin, organizma hücresine ait genlerin yanında, belki bir benzetmeyle söylersek, noetik dünyamıza, anlam dünyamıza, sanat, ahlak, bilim, düşünce hayatımıza ait genlerimiz de olabilir.



Somatik genlerin yaşamın herşeyi olduğunu sanma yanılgısına düşmemek gerekiyor. Salt somatik genlerimizle oynayarak "mutlu", "akıllı", "yaratıcı" olabileceğimizi sanmamalıyız. Yaşamın değişik boyutlarından söz ettik: Somatik yapımızın yanında, duygu, düşünce, çevresel yapımızı unutmamalıyız. Yaşamın diğer boyutlarının somatik boyuta indirgenebileceğini düşünen, savunan düşünürler vardır: Bu indirgenme sorunu, basite indirgenemeyecek, kavramsal ve olgusal zorluklar taşır. Bir felsefeci olarak, burada tartışamayacağım dayanaklarımdan yola çıkarak, insanın, insan varlığının özelliklerinin, salt bedenden, salt bedenindeki genlerinden oluştuğunu sanmanın yanıltıcı olduğunu düşünüyorum.

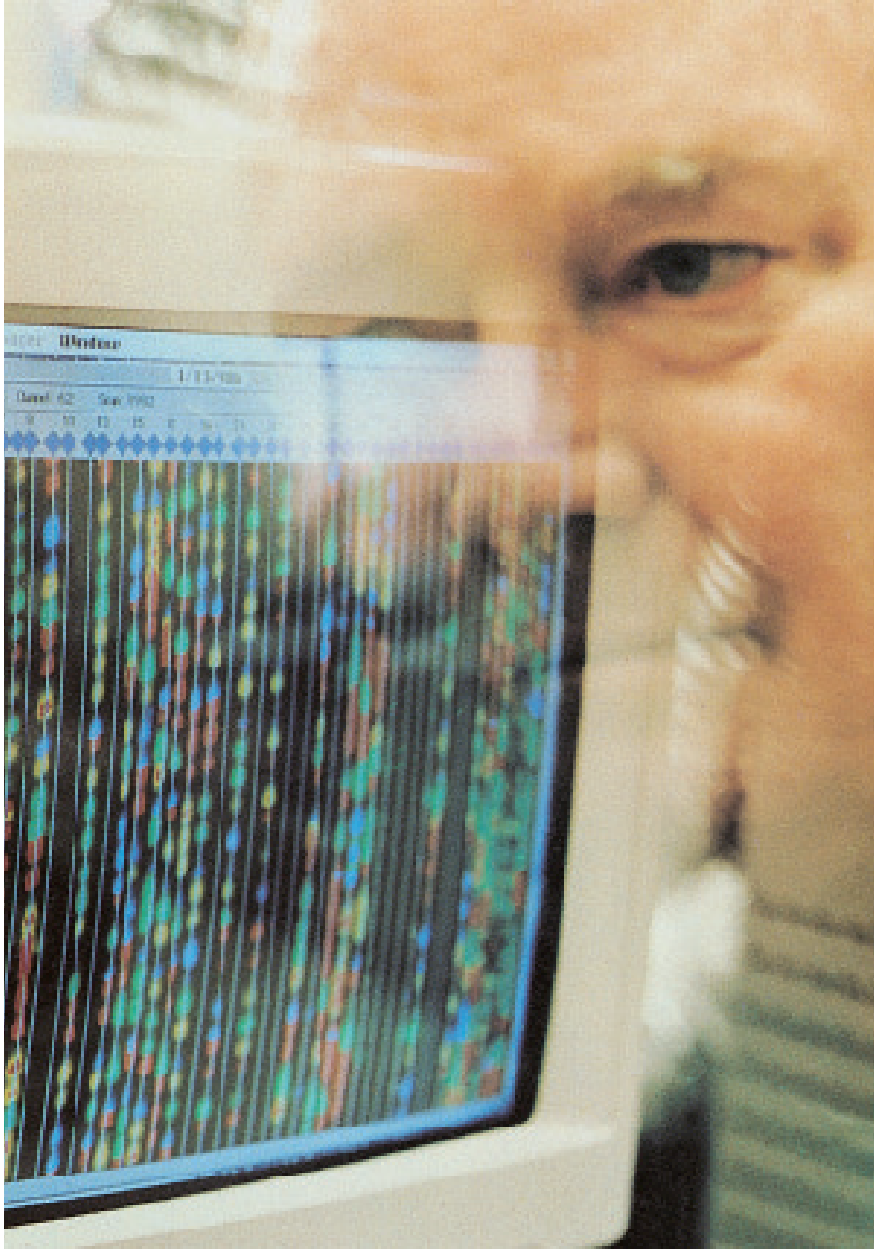
"Genli yaşamda", gensiz yaşamdaki kimi kavramların "metafizik", belki kültürel ya da bilimsel anlamları dönüşüme uğrayabilir. Örneğin, "doğa" artık bizim de giderek müdahale ettiğimiz bir alan olduğu için, "doğal", "yapay" kavramları yeni yorumlar kazanacak. "Klonlama" gibi teknolojilerin ardında, "üreme" kavramı sorgulanabilecek; genlere müdahale ile insanın evrim boyunca değişimlerini "geriye" çevirebileceğimiz düşüncesinden kalkarak, "zaman"ı, "tarih"i, genetik yapımıza bağlı olarak yaşadığımız savı ortaya atılabilecektir. "Birey" kavramı, "dışarıdan", genetik müdahale ile değişiklik tehditleri karşısında, "klonlama" olgusu göz önüne alındığında, yeniden gözden geçirilmesi gereken kavramlardan biri. "Özgürlük" de, bizi belirlediklerine göre, genlerin bizden özgür olup olmadıkları gibi sorular sorabilen felsefeciler önünde, yeni anlamlar kazanabilecek bir kavram olarak görülüyor. (Soru: Genler, "bizi"-salt bedenimiz mi?- belirliyor da, "biz", genleri belirlemiyor muyuz?)

Sonuç

Gen teknolojisindeki gelişmeler karşısında telâşa gerek yok. Genler, öyle sandığımız gibi bizi hastalıklardan, özürlerden, yaşama sorunlarından "hemen", kurtarabilecek, sihirli formüller değillerdir. İnsan karmaşık bir varlık; insan yaşamı da hemen matematiksel kesinliklerle çözülebilecek sorunlar taşımıyor her zaman. Bu gerçek, bizi umutsuzluğa itmemeli. Irkçılık, yoksulların, kadınların ezilmesi, dünyayı yapay insanların istilâ edebileceği,insanların genlerine müdahale ile özerkliklerinin, insan olma onurlarının ortadan kaldırılabileceği endişesi geleceğe bakışımızı karartmasın.

İnsan, "genli yaşam" serüveni içine girmiştir. Tarihi boyunca ağır bedeller ödemiş de olsa, insan hâlâ geleceğe umutla bakabilecek gözlerini yitirmedi: Hızla değişen dünyasında ne olup bittiğini görüp yorumlamaya, olası tehlikelere karşı kendini korumaya çalışmaktadır. Bu yazı da, bu dünyanın perdelerini kaldırma çabası içinde, okura ihtiyatlı bir umut yolu göstermektedir.

Ahmet İnam
Prof. Dr., ODTÜ, Felsefe Bölümü



Genom Projeleri ve Türkiye

Ülke olarak, istesek de, istemesek de, insanlığın bu yeni macerasının dışında kalamayız. İnsanlarımız bilimin bu yadsınamaz zaferinden en iyi biçimde yararlanmalı, dışa bağımlı ve bilinçsiz uygulamalardan doğabilecek risklerden de korunmalı. Bunu sağlamanın yolu, genom projeleri ve sonuçları konusuna özgün olan bir ulusal planın hazırlanıp hayata geçirilmesidir.

İNSAN GENOMUNU oluşturan 3 milyar 200 milyonluk DNA dizisini okuyarak, insanı insan yapan yüzbin kadar genin kimliğini ortaya çıkarmak düşüncesi ilk ortaya atıldığı zaman, aklı başında bir çok insan, bunun gerçekleşmesi olanaksız bir hayal, hatta bir saçmalık olduğunu savundu.Bir çok bilim adamı, insan genomunun okunmasının tamamlanmasını görmeye ömürlerinin yetmeyeceğine inanıyor ve böylesine dev bir projeye ayrılacak kaynakların yaşam bilimlerinin diğer alanlarındaki araştırmalara ayrılacak olan bütçeleri kuşa çevirmesinden korkuyordu. İnsan Genom Projesi'nden yana olanlar ise bunun tam tersini, yani projenin 15-20 yılda bitirilebileceğini, üstelik proje sonuçlarının yaşam bilimlerinde bilimsel ve teknolojik devrimlere yol açacağını savunuyordu.

Sonunda hayali, umudu ve cesareti savunanlar kazandı. İnsan Genom Projesi beklenenden çok önce tamamlandığı gibi, daha bir çok canlı genomunun tanımlanması projelerinin devreye girmesine öncülük etti. Genom projeleri, yaşam bilimlerinde ve biyoteknolojide beklenmedik boyutlarda kaynak artışlarının gerçekleşmesine yol açtı. Bu artışın başlıca nedeni, genom projelerinden elde edilen bilgilerin, yeni teknoloji ve ürünlerin geliştirilmesinde bir lokomotif görevi yapmasıydı. Artık, günümüzdeki değeri milyarlarca dolara ulaşan biyoteknolojinin, yirmibirinci yüzyıla damgasını vuracak olan bir kaç teknolojiden birisi olacağından kimsenin kuşkusu yok.

Böylece, bilimsel bir merakın 15 yıl içinde, insanlığın geleceğine yön vermesine kesin gözüyle bakılan bir teknoloji fırtınasına dönüştüğünü izliyoruz. Ancak, bu teknoloji fırtınasının bütün insanlığın yararı ve mutluluğu için kullanılıp-kullanılamayacağını zaman belirleyecek. İnsanlığın önüne çıkan bu önemli fırsatın meyvelerinin eşit paylaşımının sağlanması bir yana, yanlış uygulamalardan doğabilecek olumsuz sonuçlar da insanların kafasını kurcalamaya başladı.

Genom projeleri ve biyoteknolojide beklenen olumlu gelişmelerin ve korkutucu senaryolara dönüşebilen yanlış uygulama risklerinin geniş bir

platformda tartışıldığı şu günlerde, bu yeni olguyu Türkiye açısından irdelemenin de zamanı geldi artık. Bu yazının amacı, genom projelerini kısaca gözden geçirerek, Türkiye için bazı önerileri tartışamaya açmaktır.

On beş yıl önce başlatılan İnsan Genom Projesi zaman içinde başka organizmaları da içine aldı. İnsanınki dışında öğrenmeye çalıştığımız diğer genomlar şunlar:

Hayvan genomları: İnsanınınkinin dışında çalışılan genomlar arasında model hayvanlarınkiler başta geliyor. Gelişim biyolojisini anlamakta kullanılan toprak kurdu *(Caenorhabditis elegans)* ve meyve sineği *(Drosophila melanogaster)*'nin genomlarının okunması tamamlandı. Şimdi bu genomlardaki genlerin ne işe yaradığı araştırılmakta. İnsanın da dahil olduğu memeli hayvanların biyolojisini araştırmakta model olarak kullanılan fare ve sıçan genomları üzerindeki çalışmalar bütün hızı ile sürüyor. Biyolojik anlamda insana en yakın olan şempanze genomunun çözülmesi, insanla diğer primatları birbirinden ayıran ve % 2 dolayında olduğu varsayılan farklı genetik özelliklerin ortaya çıkarılmasını sağlayacak. Genomları solucan, sinek ve fareninkiler kadar önemli olan diğer hayvanlardan, ekonomik değeri olanlar da (sığır, koyun, keçi, tavuk vb.) genom projelerinde şimdiden yerlerini almış durumdalar.



Bitki genomları: Model bitki olarak kullanılan *Arabidopsis thaliana* başta olmak üzere, tarımdaki ekonomik değerlerinden dolayı pirinç, buğday, arpa, patates, mısır, pamuk gibi bitki genomları üzerindeki çalışmalar da bütün hızı ile devam ediyor. ABD'de bir firma geçenlerde pirinç genomunun tamamen okunduğunu duyurdu. Diğer bitki genomlarının ise bir kaç yıl içinde çözümlenmesi şaşırtıcı bir gelişme olmayacaktır.

Mikroorganizma genomları: Genomları diğer canlılarınkine göre çok daha küçük olan mikroorganizmalar (virüsler, bakteriler, mantarlar vb.) aslında yıllarca önce genomları tanımlanmış olan canlılar. Ancak bu canlılar aleminde o kadar çok sayıda farkı türler var ki, mikroorganizma genom projeleri, belki de, en uzun süren projeler olacak. Bu mikroorganizmalar bir kaç yönden önemli. Bir bölümü insanlarda hastalık yaptıkları için, diğer bir bölümü endüstriyel önem taşıdıkları için mercek altına alınmış organizmalar. Şimdiye kadar genomları çözülmüş olan mikroorganizmalar içinde hemen hemen bütün patojen insan ve hayvan virüsleri (hepatit virüsleri, AIDS hastalığına neden olan HIV, şap virüsü vb.), ülsere neden olan *Helicobacter pylori*, tüberküloz etkeni *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus subtilis* ve endüstriyel üretimde önemli bir yeri olan bira mayası *(Saccharomyces cerevisiae)* örnek olarak verilebilir. Ayrıca malarya etkeni *Plasmodium falciparum* ile menenjit etkeni *Neisseria meningitidis*'in genomlarının okunması da tamamlanmak üzere.

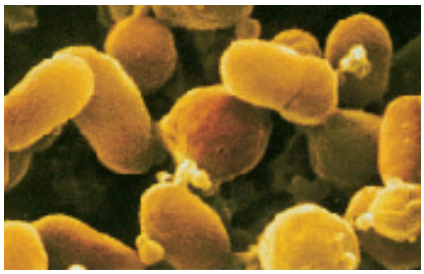
Dikkati çeken diğer önemli bir gelişme de artık bir çok ülkenin Ulusal Genom Projeleri oluşturmaları. Aralarında Çin, Hindistan, Brezilya, Avustralya gibi ülkelerin yeraldığı bu ülkeler listesinde henüz Türkiye'nin adı yok. Bu eksikliğin başlıca nedenleri, ülkemizde bu tip çalışmalar için gerekli olan teknik altyapının parmakla sayılabilecek kadar az sayıdaki araştırma kurumunda var olması, daha da önemlisi, bu alana ayrılan araştırma bütçelerinin çok yetersiz düzeyde kalması.

Buna karşılık, ülkemizin moleküler biyoloji konusunda yetişmiş insan gücü, komşularımıza kıyasla yeterli düzeyde. Ancak, ülkemizin moleküler biyoloji ve biyoteknolojide uzmanlaşmış insana olan gereksinimin hızla artması beklenmekte. Bu kapsamda, ülkemizde ilk kez 1995'te eğitim vermeye başlayan Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümleri, sayıca artmakta. 2000 yılı itibarıyle bu alanda lisans ve lisansüstü (master ve doktora) eğitim veren 4 üniversitemiz (Bilkent, Boğaziçi, ODTÜ, Sabancı) bulunuyor. Ayrıca, bir çok üniversitede tıbbi biyoloji, genetik ve biyoteknoloji konularında yoğunlaşan lisansüstü eğitim verilmiyor.

Dikkati çeken ve sevindirici olan diğer bir gelişme de, moleküler biyoloji ve genetik alanında eğitim veren bölümlerin, üniversite adaylarınca en fazla tercih edilen yerler arasında yer alması. Ayrıca, yurtdışında da, bu alanlarda eğitim gören ve araştırma yapan Türkiye çıkışlı bir çok uzmanımız var. Bu düzenli olarak artan insan gücü potansiyeli, er-geç moleküler biyoloji, genetik ve biyoteknoloji alanlarında bilimsel ve teknolojik atılım yapmak zorunda kalacak olan ülkemiz açısından çok önemli bir kazanım.

Genom Bilimleri ve Biyoteknoloji, sadece ABD, Avrupa Birliği, Japonya için değil, Güney Kore, Çin, Brezilya, Arjantin gibi ülkeler için de, uğruna milyonlarca doların akıtıldığı ulusal önceliklerden. Bu yönelişin başlıca nedeni, genom projelerinin yaşamın hemen hemen her alanında uygulanabilecek olan sonuçları olması. Burada, uygulama alanlarının tam bir listesini sunmak olanaksız. Dolayısıyla, bu alanlardan kısa kısa ve somut örneklerle bahsederek, ülkemiz açısından dersler çıkarmaya çalışacağız.

İnsan Genom Projesinin Uygulama alanları: Çevreye uyum ya da uyumsuzluğun belirtisi olan sağlıklı yaşam ya da hastalık halinin bireyin genetik yapısıyla ilgili fizyolojik bir sonuç olduğu konusunda yüzlerce bilimsel kanıt bulunuyor. Bu kanıtların en kesin olanları, bazı genlerdeki değişiklikler (mütasyon) nedeniyle ortaya çıkan kalıtsal hastalıklar ve kanserler. İnsan genom projesinin en hızlı ve en yaygın uygulama alanları, daha iyi hastalık tanısı, hastalıklara genetik yatkınlığın erken ortaya çıkarılması gibi konular. Zaten, son 10-15 yıldır bir çok kalıtsal hastalığın genetik tanısı kona-





Haemophilus influenzae *adlı grip bakterisi (solda),* Caenorhabditis elegans *(ortada) ve sirke sineği* (Drosophila melanogaster) *(sağda)*

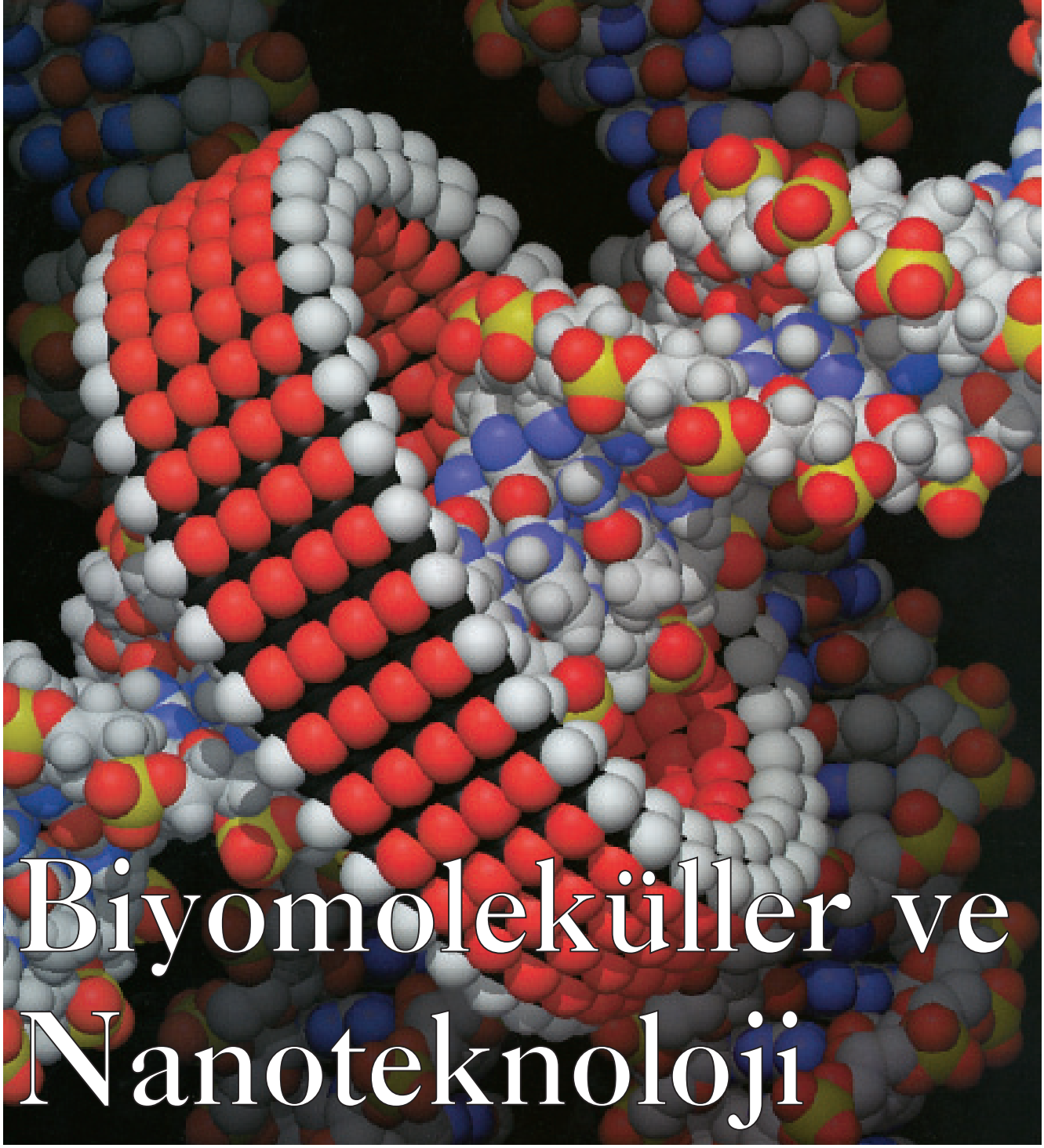
bilmekte. Bundan sonra bu yolla tanımlanan hastalıkların sayılarında hızlı bir artış beklenebilir. Gen analizleriyle hastalık tanısı ve risk analizleri, uzun yıllardan beri ülkemizde bir çok tıp fakültesinin Tıbbi Biyoloji ve Genetik birimlerinde ve bazı fen fakültelerinin Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümlerinde yapılmakta. Son yıllarda Sağlık Bakanlığı'nın denetiminde Genetik Tanı Merkezleri kurulmaya başlanmış bulunuyor. Ancak, mevcut altyapı, ülke gereksinimlerini karşılamaktan çok uzakta. Dolayısıyla Türkiye'nin bu İnsan Moleküler Genetiği alanında yetişmiş uzmanlara gereksinimi var ve bu gereksinim yıldan yıla hızla artacak. Genetik hastalıkların tanısı, eğer tıbbi önlemler alınmazsa insanlara yarar yerine zarar getirebilir. Bu nedenle, başta gen tedavisi olmak üzere, risk altındaki bireylerin sıkı tıbbi izlenmesi, beslenme ve hayat tarzında yapılacak değişiklikler, kimysal önleme (kemoprevansiyon) ve benzeri yöntemlerle bir çok hastalığın önlenmesi, hiç değilse geciktirilmesi, ortaya çıkan hastalığın tedavi edilmesi ya da hastalıkla birlikte iyi bir yaşam süresinin uzatılması gibi çözümler de genom projelerinin doğal sonuçları olmuş ve olmaya devam edecektir. İnsan genom projesinden beklenen diğer uygulamaların başında akıllı ilaç tasarımı, yeni ilaç denetim sistemlerinin ve farmakogenomik bilgiler yardımı ile "kişiye özel ilaç"ların geliştirilmesi, radyasyonun, mütajenik kimyasalların ve kanserojen toksinlerin sağlığa zararlı etkilerinin değerlendirilmesi ve engellenmesi, kalıtsal mütasyon olasılığınının azaltılması gibi konular yer almakta. İnsan genomuyla ilgili uygulamalar, etik olarak denetlenmesi gereken uygulamalardır. UNESCO İnsan Genomu ve İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi'nin öngördüğü etik kurallar çerçevesinde ulusal düzeyde önlemlerin alınması gerekmekte.

Bitki ve Hayvan Genom Projelerinin uygulama alanları: Özellikle ekonomik önemi olan bitki ve hayvan genomlarının tanımlanması, hastalıklara, haşarata ve kuraklığa dayanıklı bitkilerle, sağlıklı, verimli ve hastalıklara dayanıklı hayvanların geliştirilmesi için gerekli. Genetik olarak değiştirilmiş olan bitkilerin ekimi, ABD ve Latin Amerika ülkelerinde tarımın önemli bir uygulaması haline gelmiş durumda. Avrupa'daki gelişmeler de, genetik olarak değiştirilmiş bitkilere olan güvensizliğin zamanla azalacağına ve bu tip bitki ekimlerinin bütün dünyada yaygınlaşacağına işaret ediyor. Önemli bir tarım ülkesi olması yanında, bir çok tarım bitkisinin anavatanı olan ülkemizde, tarımsal bitkilerle hayvancılık alanlarında temel bilim araştırmalarının, biyoteknoloji projelerinin ve uygulama alanında denetim sistemlerinin geliştirilmesi, acil olarak ele alınması gereken konular. İnsan genomu ile karşılaştırıldığında, ülkemizdeki bitki ve hayvan genomu çalışma ve uygulamaları düşük düzeyde seyrediyor. Halen 2-3 kurumda sürdürülen bitki biyolojisi çalışmalarının desteklenmesi ve benzer kurumların sayılarının hızla artırılması, ayrıca hayvancılık alanında da çalışmaların başlatılması gerekiyor.

Mikroorganizma Genom Projelerinin uygulama alanları: Mikroorganizma genomlarının çözülmesi, her şeyden önce insan, hayvan ve bitkilerde patojen olan mikroorganizmalarla daha iyi savaşım yöntemlerinin geliştirilmesi (erken tanı yöntemleri, koruyucu aşıların ve yeni antibiyotikler geliştirilmesi vb.) için önemli. Ayrıca, bazı mikroorganizmalar, yeni enerji kaynaklarının (biyoyakıtlar vb.) geliştirilmesi, yaygın çevre kirliği savaşımları gibi konularda yararlı olacaklardır. Biyolojik ve kimyasal savaştan korunma, toksik atıkların güvenli ve yenilenebilir yöntemlerle ortadan kaldırılması ve benzeri konular da, mikroorganizma genomlarından elde edilecek bilgiler yardımıyla daha kolay ve hızlı çözümlenebilecek olan konular arasında. Ülkemizdeki biyoloji araştırmalarının çok önemli bir bölümü mikroorganizmalar ile ilgili. Ancak, bu çalışmalarda moleküler biyoloji ve modern genetik yöntemleri henüz yaygın olarak kullanılmıyor. Mikroorganizmalar konusunda uzmanlaşmış olan laboratuvarlar, ülke açısından önemli bir kazanımdır ve bu laboratuvarların eksikliği hissedilen konularda desteklenmesi ile, genom analiz ve değiştirme yöntemlerinin uygulamaya konması bu kazanımın değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Sonuç olarak; insan, hayvan, bitki ve mikroorganizma genom projeleri, onbeş yıl gibi çok kısa bir zaman diliminde, başta insan sağlığı olmak üzere, ekonomiye, tarıma, toplumsal ve hatta kültürel yaşantımıza yön veren etkinliklere dönüştüler. Ülke olarak, istesek de, istemesek de, insanlığın bu yeni macerasının dışında kalamayız. İnsanlarımız bilimin bu yadsınamaz zaferinden en iyi biçimde yararlanmalı, dışa bağımlı ve bilinçsiz uygulamalardan doğabilecek risklerden de korunmalı. Bunu sağlamanın yolu, genom projeleri ve sonuçları konusuna özgün olan bir ulusal planın hazırlanıp hayata geçirilmesidir. Kısaca Ulusal Genom Araştırmaları Projesi adı altında geliştirilecek olan bir programla tıp, eczacılık, tarım, hayvancılık, çevre ve endüstriyel üretim gibi çok yaygın bir alana dağılan genom uygulamaları, bağımsız, ama çok-katılımlı bir bilim ve teknoloji projesi altında birleştirilebilir. Böylece, 5-10 yıl kadar kısa bir süre içinde genom bilimlerinin olumlu uygulamaları, ülkemizde de, insan sağlığının korunmasında ve özellikle tarımsal ekonominin geliştirilmesinde kullanılabilir hale gelecektir.

Mehmet Öztürk
Prof. Dr. Bilkent Üniversitesi, Moleküler Biyoloji Bölümü

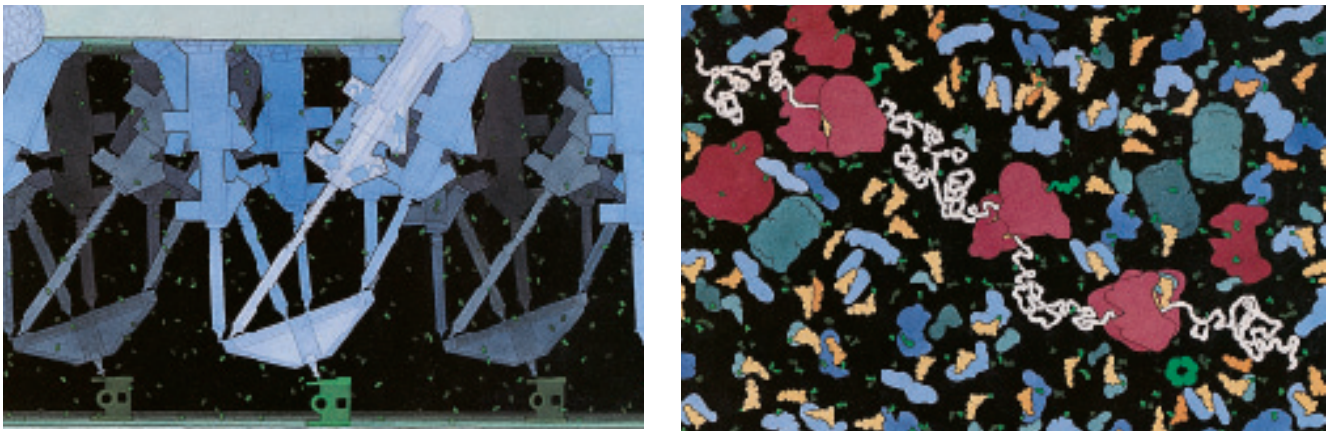


Biyomoleküller ve Nanoteknoloji

NANOTEKNOLOJİ, parçaları nanometre (milyarda bir metre) boyutlarında olan makineler yapmak anlamına geliyor. K.Eric Drexler, kitaplarında bu gibi makinelerin bilgisayar modellerini ve tasarımlarını inceledi: Nano ölçeğinde atom üstüne atom koyarak cisimler yaratmak, elmas benzeri karbon kristalleriyle bilya yatakları ve eksenler oluşturmak, molekülleri ayırmak için su dolabı gibi pompalar kullanmak ve parçaları atomik ölçekte olan çok küçük bilgisayarlar oluşturmak. Bu gibi nano-makineler iki amaca yönelik: her yapının ve etkinin atomik düzeyde bir duyarlılıkla kontrol edilmesi ve belli bir iş için olası en küçük makinenin yapılması.

Size nanoteknolojinin üç milyar yıldan fazladır uygulandığını söylersek herhalde inanmakta zorluk çekersiniz. Fakat işin doğrusu bu; nano makineler bugün canlı hücrelerin içinde bulunuyor. Bunlar üç milyar yıldır bu hücrelerin içinde görev yapıyorlar. Evrimin ilk basamaklarındaki hücreler bile, belli bir plana göre atom üstüne atom koyarak proteinleri ve diğer molekülleri oluşturuyorlardı. Döner mil yatakları çok çeşitlidir: birçok ilkel bakteride DNA'yı çevreleyen ve onun üstünde kayan kıskaçlar bulunur. Kendi hücrelerimizde bulunan motorlar, hareket ettirmek için değil, enerji yaratmak için çalışırlar. Hücrelerimizde her molekül çeşidi için özel pompalar var. Bunlar hücreye girmesi gereken iyon, amino asit, şeker, vitamin vesaireyi seçerek hücre içine yığıyorlar. Hücrelerde ayrıca moleküler bilgisayarlar da var; bunlasa çevrelerindeki moleküllerin yoğunluğunu okuyup buna göre biçim değiştirerek yapılması gereken görevi hesaplıyorlar. Evrim sırasında trilyonlarca canlı kuşağının yaratmış olduğu çok sayıda moleküler makine, yapı ve süreç bulunuyor.

Biyolojik moleküller, nanoteknolojinin yararlılık ve fizibilite (olabilirlik) örnekleri. Hayatımız bu moleküllere bağlı. Fakat biyolojik moleküller garip organik biçimleri ve alışılmadık özellikleriyle, bizim hergünkü deneyimlerimize yabancılar. Biyo-nanomakinelerin büyüklüğü ve karmaşıklığı bugün tasarladığımız nanomakinelere benze-



Solda, nano-modeli yapanlar, otomobil fabrikalarındaki montaj bantında olduğu gibi, atom üstüne atom koyarak hedeflerine varmışlardır. Sağda ise protein sentezine biyolojik yamlaşım görülmektedir. Birçok çözünür makine, RNA zinciri üzerindeki bilgiyi okuyarak, her keresinde yeni bir protein imal eder. Her iki resim de aynı ölçekte çizilmiştir; makinelerin büyüklük ve biçimleri direkt olarak kıyaslanabilir. Atomlar bir tuz zerreciği büyüklüğündedir. Soldaysa bilyalı yataklara ait yamlaşım görülüyor. Şeklin sol tarafında elması andırır bir şebeke içinde atomların simetrik dağılışı görülüyor. Bakteri kayma pensi ise, eğer koyaslarsak, daha organik olup iki C biçimi müresel protein zincirleridir.

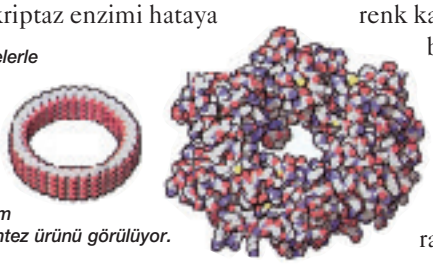
se de, başka bakımlardan onlardan çok farklı. Eric Drexler'in nano-makineleri ve nano-viteslerini daha kolay anlarız; çünkü onlar mühendislerce büyük makinelerin bildiğimiz katı ve doğrusal tasarımları temel alınarak hazırlanmıştır. Biyo-nanomakinelerin organik ve esnek biçimlerini anlayabilmek içinse, dış dünyamızdaki tasarım ve mühendislik süreçlerini unutmalı ve bunun yerine canlıların evrimini biçimlendiren kuvvetlere bakmalıyız.

Evrimsel Miras

Doğal seçilme yoluyla evrim süreci, biyolojik moleküllerin alabileceği şekilleri büyük ölçüde kısıtlamış bulunuyor. Genetik bilgi, doğrudan kuşaktan kuşağa geçtiğinden, bugünkü hücreler en eski atalarından gelen izleri taşıyorlar. Bir hücre yaşayabilecek bir kuşak oluşturamazsa, o zamana kadar elde etmiş olduğu tüm kalıtsal kazanımları kaybolup gider. Bu durum, alışık olduğumuz teknolojiden çok daha kısıtlayıcı koşullar ortaya çıkarıyor. Tasarladığımız cansız makinelerden biri çalışmazsa, onu bir kenara bırakıp yeni bir tasarım yapabiliriz. Canlı hücrelerinse böyle bir yap-boz özgürlüğü bulunmuyor. Hücre kumar oynar ve içindeki hayati makinelerden birini değiştirirse, bu değişme derhal olumlu bir sonuç vermelidir; aksi halde sonuç bir felaket olabilir.

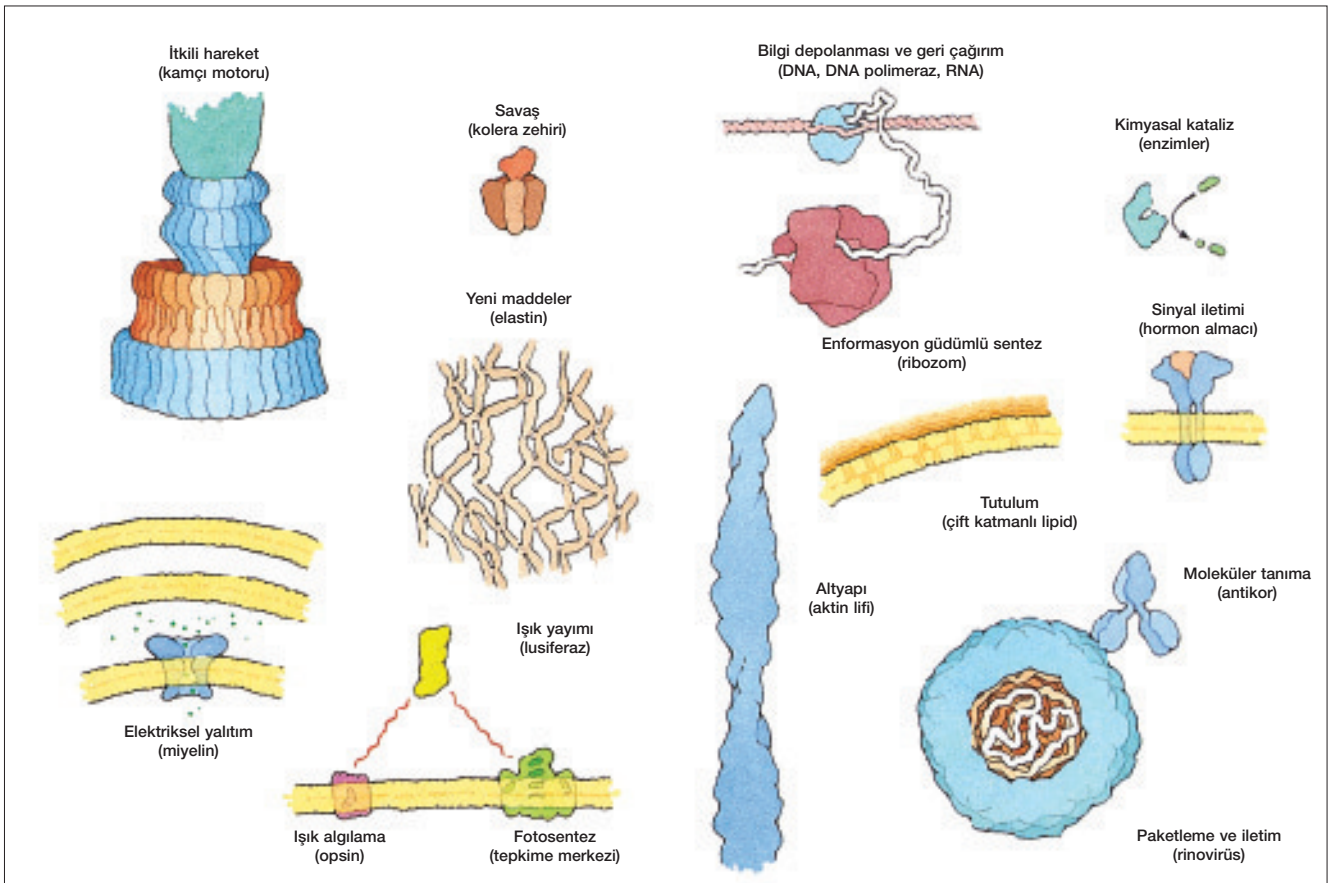
Ancak bütün bunlara karşın durum tamamen de umutsuz sayılmaz. Hücrelerde yeni makineler denemek için yeterince olanak var. İlk olarak: Belli bir makinenin planları çift olarak hazırlanır; gerektiğinde ikinci kopya değiştirilir ve birinciden farklı bir görev yapmak üzere mükemmelleştirilir. Buna en iyi örnek, kanımızın oksijen taşıyan hemoglobin molekülü. Hücrelerimiz bir değil, birçok tür hemoglobin yapacak durumda. Normalde iki çeşit hemoglobin yapılır: erişkin hemoglobini ve fetüs hemoglobini. Fetal hemoglobin, anne kanından oksijen alacağından oksijen bağlama gücü yüksektir (hemoglobin F). Erişkin hemoglobinin (hemoglobin A) Oksijen bağlama gücü daha az, fakat yeterlidir. 200 milyon yıl önce hemoglobin geni ikiye bölünerek hem hemoglobin F, hem de hemoglobin A yapılmasını sağladı.

İkinci olarak: Biyoloji ender olarak tek hücreyi ilgilendirir. Biyolojik birim denince milyarlar ve trilyonlarca hücreden oluşan popülasyonlar anlaşılır. Bu popülasyon içinde vücudun deney yapmasına izin verecek kadar bol hücre bulunur. Vücut milyonlarca değişik model dener. Bunların çoğu sonunda çok sayıda hücre ölümüne yol açsa bile, hücre popülasyonu yaşamaya devam eder ve iyileştirilmiş özellikler gelecek kuşaklara baskın (dominant) olarak geçer. AIDS virüsü (HIV) evrimsel değişmelerin yararlarına güzel bir örnek. Bu virüsün genlerini kopya eden revers transkriptaz enzimi hataya özellikle eğilimlidir. Bu nedenle HIV bulaşmış bir insanda, olası bütün tek nokta mütasyonlarını taşıyan bir virüs popülasyonu oluşur; bu AIDS'li bir IV virüsünün tek bir biçiminin değil, binlerce değişik modelinin bulunması demektir. Bu biçimler arasında en kuvvetlisi baskın çıkar; fakat en zayıf olan çeşitler bile sürekli olarak yaratılır ve virüsün gelecek kuşaklarına geçerler. İşte AIDS'i ilaçla tedavinin zorluğu buradadır; HIV virüsünün türlerinden bir bölümü ilaçla ölürken ötekiler ilaca dirençli olabilir. Aslında HİV virüsünün binlerce değişik biçiminin bulunmasının onun etkisini zayıflatması beklenir; fakat ilaçla tedavi sözkonusu olduğunda virüsün bu zayıflığı aslında onun kuvvetini (direncini) oluşturur. Biyolojik evrimin temel olayları, mutasyonlar ve bir bireyde iki farklı kişinin (anne ve babanın) genlerinin biraraya gelmesidir; buna "genetik rekombinasyon" denilir. Bir popülasyon içinde ya da tek bir hücrede, genlerin ikileşmesi yoluyla pek çok değişik tür oluşur ve bunlar çevrenin etkisiyle, ya yokolur ya da devam ederler. Devam eden karakterler çevreye uygun olanlardır. Doğa iyi genlere devam şansı tanır; böylece arada bir iyi bir karakter seçilir ve kalıcı olur (kutup hayvanlarının kürkünün beyaz oluşu gibi; beyaz renk kar üzerinde görülemez; böylece hayvan düşmanlarının gözünden kaçabilir).



Biyomoleküler makinelerle mühendislerin tasarladıkları nanomakineler benzer olmakla beraber, biçim ve özellikleri bakımından çok farklıdırlar. Şekilde atom ölçeğinde iki sentez ürünü görülüyor.

Gelgelelim, evrimin önemli bir yetersizliği de var: Miras problemi. Bir kez



Birkaç temel yapı planı kullanarak hücreler her gereksinmeyi karşılayacak nano-makineler geliştirdiler.

hücre makinesinin anahtar parçalarından biri mükemmel hale geldi mi, hücreyi öldürmeden bu karakter değiştirilemez, ya da başka bir karakterle yer değiştiremez. Özellikle büyük moleküler süreçlerde bu böyledir. Örneğin protein sentezi, enerji yaratılması ve üreme birbirinden farklı birçok moleküler makinenin uyumlu çalışmasını gerekli kılıyor.

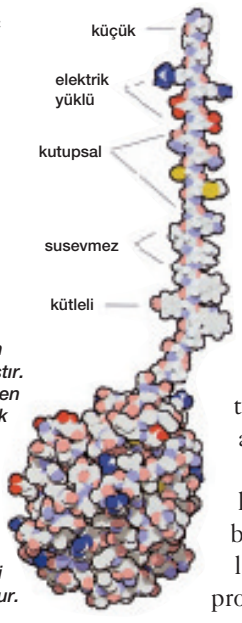
İşte bu nedenledir ki bütün canlıların moleküler düzeydeki özellikleri, hemen hemen aynı; hepsi aynı yapı taşlarından oluşuyorlar.

Modern Moleküler Makineler

Hayatın tek bir ata hücreden evrimleşmesi sonucu, bütün canlıların moleküler planları aynıdır. Bütün canlılar 4 ana yapı taşından oluşurlar: protein, nükleik asit, polisakkarid ve lipidler. Özel görevler için küçük moleküller de sentez edilebilir; fakat hücrenin temel görevleri bu 4 yapı taşını gerektirir. Evrimin ilk anlarındaki hücreler bu 4 maddeyi, diğer maddeler arasından seçerek aldılar; bize gelene kadar (biz dahil) bütün hücre kuşakları bu 4 temel molekülle çalışmak zorunda kaldılar.

Bu moleküller iki türlü sentez edilirler; sentez şekli onların biçimini ve görevini belirler. Proteinler ve nükleik asitler, genlerden gelen bilgilere dayanarak, ipe dizilir gibi sıralanmış altbirimlerden oluşurlar. Proteinlerin ve nükleik asitlerin büyüklükleri, biçimleri ve altbirim dizilişleri çok değişik olabilir. Bu nedenle bu moleküllerin biçimleri ve görevleri birbirinden çok farklıdır.

Buna karşılık, lipidler ve polisakkaridlerin sentezi her keresinde yeni bir sentez makinesi gerektirir. Her yeni lipid molekülü yeni sentez makineleriyle yapılır. Polisakkaridler de lipidler gibi, her sentezde yeni bir sentez makinesi gerektirirler. Bunun sonucu olarak lipidler ve polisakkaridler, proteinlere oranla çok daha az çeşitlilik gösterirler ve çok daha az kullanılırlar. Buna rağmen lipid ve polisakkaridler vazgeçilemez hücre bileşenlerindendirler.



Hücrelerin moleküler makinesinin çoğu proteinlerden yapılmıştır. Proteinler düz zincirli amino asitlerden sentez edilir. Kullanılan 20 biyolojik amino asitin bazı özellikleri gösterilmiştir; bu sayede özellikleri çok farklı proteinler yapılabilir. Elektrik yüklü ve hidrofobik (bu sevmeyen) amino asitlerin uygun bir birleşmesi protein zincirinin suda katlanarak tıkız bir küre biçimini almasına neden olur.

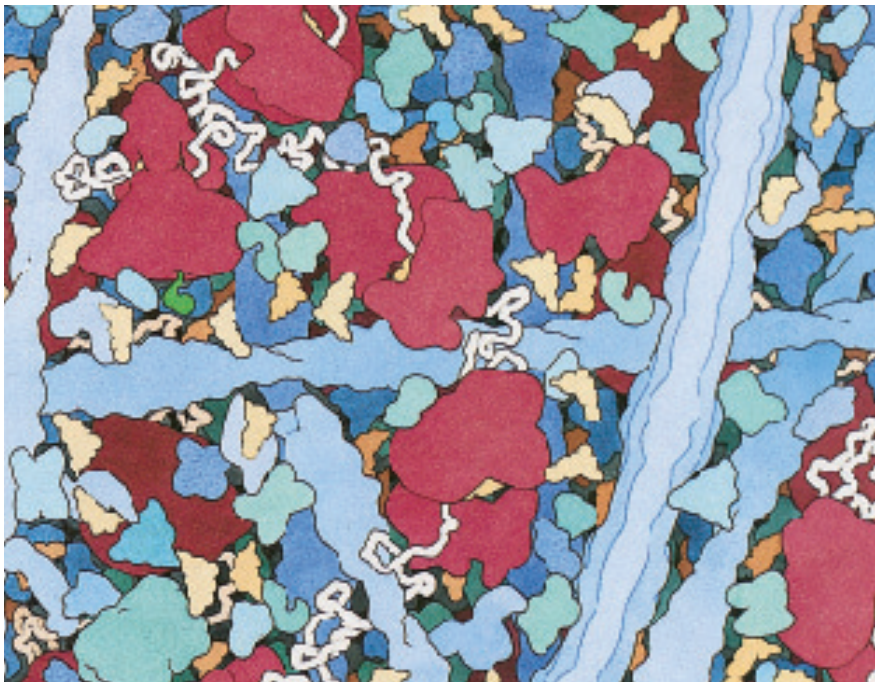
En uzak atalarımız, biyolojik bilgi için bir standart oluşturdular: DNA ve RNA nükleik asitlerinde bulunan 4 tip nükleotid tarafından kodlanan 20 tür aminoasitten oluşmuş proteinler. Bugün her protein (en azından işin başında) bu 20 aminoasidi içerir. İlkel hücrelerde eksiksiz yapı taşı takımları bulunur: esnek ya da katı yapı taşları; elektrik yüklü, yüksüz, asit, baz ya da nötral, büyük veya küçük ve kimyasal tepkimelere girmeye hazır amino asitler (Şekil 3). Amino asitler çok değişik özellikleri olan proteinler oluşturabilirler. Örneğin biçimini kolayca değiştiren çok esnek proteinler ve en zor koşullarda

bile biçimi bozulmayan, çok katı çapraz bağlarla desteklenmiş proteinler; aşırı asitli ya da aşırı bazik ortamlarda bile görevlerine devam eden çok bazik ya da çok asidik proteinler. Bazı proteinler, karbonca zengin gruplarca kaplanmış olup suyu kovarlar ve yağlı hücre zarlarına yönelirler; diğer proteinlerinse yüzleri polar (+ ve - kutuplu) olup, bunlar sulu sitoplazmaya yönelirler.

Protein sentezi, çeşitli biçim ve büyüklüklerde proteinler yaratabilir; bu nedenle modern hücrelerin işlerinin çoğu proteinlerce yapılır. Ancak evrimsel miras, proteinlere birçok kısıtlamalar getirir. Yukarıda gördüğümüz gibi, protein sentezinde DNA genomunca kodlanabilen 20 aminoasitten başka aminoasitler kullanılamaz. Evrim, proteinlerin büyüklüğünü de kısıtlar; onları sulu ortamlara mahkum eder ve onların hücrenin dar sınırları içinde otomatik olarak birleşmelerini gerektirir. Bu kısıtlamalara karşın modern hücrelerde proteinlerin biçim ve görevleri çok çeşitlidir.

Protein molekülünün büyüklüğü, protein sentez makinesinin hata oranıyla sınırlıdır; aslında protein sentez makinesi kuramsal olarak istenen uzunlukta protein yapabilir. Ortalama 2000'de 1 olguda genlerdeki bilgi yanlış okunur ve aminoasitlerden biri yerine yanlış bir aminoasit girer. 500 amino asitten yapılmış bir protein türünde her 4 proteinden biri (2000/500=4) hatalı olacaktır; 2000 amino asitli bir protein türündeyse hemen her proteinde bir yapı hatası olur. Fakat daha önemli olan protein sentezinin zamanından önce durması. Bu hata 3000'de 1 oranında görülür; binlerce amino asitten yapılmış uzun zincirli proteinlerin eksiksiz oluşuna ender rastlanır. Hücrelerin çoğunda 300-500 amino asitli proteinler bulunur. Hata oranları protein zincirini kısa olmaya zorlar; büyük proteinler birçok protein zincirinin bir kompleks şeklinde birleşmesiyle elde edilir.

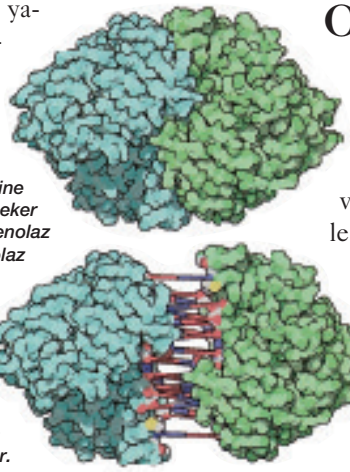
Evrimde ilk proteinler "sıcak, tuzlu havuzlarda" oluşmuştu; bugün de proteinler sıcak ve sulu bir çevre ister (hücre içinde veya dışında). Proteinlerin normal görevlerini yapmaları ve biçimlerini korumaları için su gereklidir. Proteinlerin karbonca zengin ve suyla az etkileşen bölümlerine hidrofobik (sudan korkar) denir. Bu hidrofobik bölgeler bir kürecik şeklinde bir araya gelerek suyun kaçmasını ve daha elverişli ortamlarla etkileşmesini sağlar. Protein molekülünün katlanması için temel kuvvet bu hidrofobik etkiden doğar; protein zincirinin karbonca zengin bölümleri, hidrofobik kürecikler içinde katlanır (Lipidlerin karbonca zengin bölümleri hücre zarının içine gömülüdür). Moleküllerimiz yapısal bütünlük için hidrofobluğa dayandığından, asla boşlukta ya da organik çözücüler içinde yaşayamayız; proteinlerimiz bu durumlarda katlanma yapamaz.



İnsan hücre sitoplazmasında büyük moleküller. Ribosomların iri pembe molekülleri, yılan gibi ve beyaz haberci RNA moleküllerindeki şifreyi okuyorlar. L biçimi turuncu "nakil RNA" molekülleri yeni bir protein yapmak üzere ribosom üzerinde sıralanmış. Aktin lifleri ve ara lifler hücreye destek sağlıyor ve yüzlerce enzime dayanak oluyorlar. Büyük moleküllerin arası küçük moleküller ve su ile doldurulmuştur. Burada hareketsiz gözüken bütün bu bileşenler normalde hızlı bir hareket halindedir.

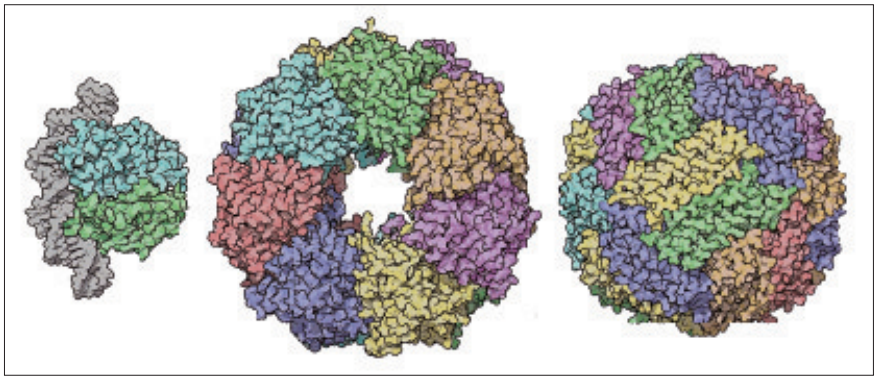
Bu bağlamda yenilmesi en zor güçlük, protein moleküllerinin kendiliğinden birleşmek zorunda olması. Biyolojik moleküller hücre içinde birleşmeler yapacak şekilde tasarlanmıştır. Proteinler başlangıçta hiçbir yapılanma göstermeyen düz aminoasit zincirleri halindedir; proteinlerin görev yapabilmesi için bu zincirlerin katlanarak üç boyutlu bir biçim almaları şarttır. Katlanma yapmış proteinler, katlanmış öteki proteinlerle birleşerek daha büyük ve daha dayanıklı protein kompleksleri oluştururlar. Protein moleküllerinin oluşmasında bu sonuncu olay en büyük güçlüğü temsil eder. Amino asit zinciri, hem sadece hücrede bulunan katlama "alet"lerini kullanarak üç boyutlu bir biçim almalı, hem de bu biçim, göreve uygun olmalıdır.

Biyomoleküler Otomontaj



Proteinler ancak kendilerine uyan bir proteinle etkileşirler. Proteinlerin değme noktaları çok kendilerine özgüdür. Burada şeker yıkıcı enzimlerden enolaz gözüküyor. Etkin enolaz özdeş iki protein altbiriminden yapılmıştır. Üstte yeşil ve mavi renkli iki altbirim birbirine sarılmış; altta iki altbirim hafifçe ayrılmış; çizgiler hidrojen bağlarını temsil ediyor.

Biyomoleküler yapının oluşmasında rol oynayan kuvvetler, dış (gözle görülür) dünyadaki benzer kuvvetlerden farklıdır; bu nedenle sezişle hareket ederek protein otomontajını dış dünyadakine benzetmek istersek yanılgıya düşeriz. Dış dünyada mühendislik, büyük ölçüde kütle çekiminin katı cisimler üzerindeki etkisine



Solda DNA bağlayıcı protein CAP görülüyor (DNA gri). CAP tekrarlayan DNA uzunluklarını ölçmek için iki katlı simetriyle allosterik "pergeller" oluşturuyor. Ortada GroEL şaperonin molekülü, yeni proteinlerin katlanabilmesi için yedi katlı simetriler oluşturuyor; bu sayede kanallar ve boşluklar yapılabiliyor. Sağda ferritin proteini sekiz yüzlü (oktahedral) simetri kullanarak demir bağlamaya hazırlanıyor.

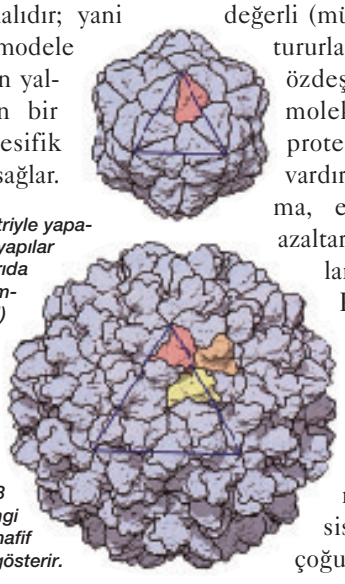
bağlıdır. Betonun ve çeliğin kuvveti ve Teflon ve lâstiğin farklı sürtünme özellikleri bununla ilgidir.

Molekül dünyasındaysa, bu gibi özellikler moleküller arası ya da molekül içi atom hareketleri üzerinde ısının etkisine bağlıdır (termal etki). Moleküllerde ortamın sıcaklığıyla orantılı bir kinetik enerji vardır; bu enerji moleküllere kayma, fırdönme ve titreşim hareketleri yaptırmak ister. Molekülleri bir arada tutan kuvvetler, bu hareketlerle sürekli çatışma hâlindedir ve çoğu zaman bu hareketlere yenik düşerler.

Şekil 4'de görüldüğü üzere hücre ortamının bir diğer özelliği şudur: Proteinler hücre içinde sentez edilir ve rakip moleküller arasında, etki noktalarına doğru serbestçe yüzerler. Bunun anlamı şudur; belli bir protein, hedefe doğru olan yolculuğu sırasında diğer proteinlere rastlar ve bunlar arasından süzülüp geçerek hedefine varmak ister. Bu, dış dünyadan çok farklıdır; orada bir mühendis iki parçayı seçer ve birbirine bağlar. Örneğin 6. vida kavramı, hücre içinde asla geçerli değildir. Bir iskemle yaparken pek çok parça aynı vidayı kullanarak bitiştirilebilir. Hücredeyse her molekül, farklı yerlere farklı yapıştırıcılarla yapıştırılır; bu şekilde molekülün kendi almacına yapışması sağlanır. [Hücre içi molekülleri farklı büyüklük ve özellikte yatlar olarak düşünelim; her yat kendi marinasına (almacına) kendine özgü bir halatla (bağla) bağlanır. Görüldüğü gibi iç denizlerimizin rıhtımları çok özeldir].

Proteinlerin atomik yapısı bilinmeden önce, fizikçi H. R. Crane biyolojik otomontajın iki türlü olabileceğini ileri sürdü. Birincisi, ileri derecede spesifik oluşu sağlamak için, iki parçacığın değme ya da bütünleşme noktaları, çok sayıda ve zayıf olmalıdır. Gerekli kararlılık için çok sayıda zayıf etkileşimin bulunması, bu etkileşimlerin katkıda bulunduğu asıl etkileşim noktasını kuvvetlendirir ve onu spesifik kılar. Çok sayıda kuvvetli etkileşim kullanılsaydı, bir proteinin kendine benzer fakat hedefi olmayan yanlış bir proteinle birleşmesi meydana gelirdi; yani proteinimiz hedefini şaşırmış olurdu.

Crane'in ikinci varsayımı şudur: "Bir parçacığın diğeriyle birleşebilmesi için iki parçacığın girinti ve çıkıntılarının birbirine uyması gerekir. Hücrede bulunan çözünmüş ve hücre zarına bağlı proteinlerin çoğu simetriktir ve birçok altbirimden yapılmış kompleksler içerir. Bir diğer deyişle iki protein molekülünün birleşme yapabilmesi, birbirini tamamlayan biçimlere sahip olmalarını gerektirir. Ayrıca protein moleküllerinin yüzeyindeki engebeler kendine özgü olmalıdır; yani başka hiçbir protein bu modele uymamalıdır. Bir proteinin yalnız kendini tamamlayan bir proteinle birleşmesi spesifik (kendine özgü) olmasını sağlar.



Kuazismetri virüslerin tam simetriyle yapabileceklerinden daha büyük yapılar oluşturmasını sağlıyor. Yukarıda tütün nekroz virüsünün mükemmel 20 yüzlü (ikozahedral) simetrisi görülüyor; görülen bu virüzün bir altbirimidir. Benzer 60 altbirim kapsidleri oluşturur. Altta bodur çalı domatesi virüsü 180 altbirimden yapılmıştır ve doğal olarak daha büyüktür. Bu virüste simetri tam değildir; altbirimler 3 sınıfa ayrılır (kırmızı, portakal rengi ve sarı); bunların her biri yapıcı hafif farklar gösterir.

Böyle iki proteinden (biri anahtar, diğeri kilit gibi) birinin çıkıntıları diğerinin girintilerine girer; ayrıca hidrojen bağlayıcı gruplar ve elektrik yükleri birbirini tamamlar. Bu söylediklerimiz Şekil 5'te görülüyor.

Proteinlerin Simetrisi

Evrim beklenmedik bir sonuç yarattı: protein moleküllerinin simetrik oluşu. Hücre içindeki ve hücre zarındaki proteinlerin çoğunluğu, birçok altbirimden yapılmış simetrik komplekslerdir. Proteinlerin çoğu oligomeriktir; yani bir ya da daha fazla altbirim kopyalarının çoğalmasıyla oluşmuşlardır. Bu oligomerik proteinlerin hemen hepsi zarif bir simetri gösterir; ve özdeş altbirimler, özdeş çevrelerde dizilmişlerdir. Evrim sırasında karşıt görev gereksinimlerinin etkileşimi, bu estetik açıdan şaşırtıcı sonucu yaratmıştır.

En önemli evrimsel güç, büyük proteinlere gereksinim olmasıdır. Büyük proteinler birçok nedenle küçük proteinlere ve peptidlere tercih edilmiştir. Hücredeki bazı görevler büyük protein molekülleri gerektirir. Büyük protein kompleksleri bütün hücrelerde bulunurlar; bunlar halka oluşturarak DNA'yı sarar ve DNA'nın uzunluğunu ölçmek için cetvel rolünü oynarlar; hücre zarlarında her genişlikte delikler yaratırlar; depolama ve dağıtma için büyük küresel "kutu"lar ve proteinlerin kıvrılabilmesi için küçük silindirik kutular oluştururlar.

Büyük proteinler işbirlikçidirler; allosteri (aşağıda anlatılacak) ve çok değerli (mültivalent) bağlar oluştururlar; bu süreçler birçok özdeş etkin nokta içeren moleküller gerektirirler; proteinlerde bu özellikler vardır. Çok değerli bağlanma, entropiyi (karışıklığı) azaltarak bir molekülün bağlanma kuvvetini arttırır. Protein molekülünün bir noktası bağlanma yaptıktan sonra, diğer noktalar hedeflerine yaklaşırlar; bu ise bağlanma olasılığını arttırır. Bağışıklık sistemi moleküllerinin çoğunun belli bir biçimi

vardır; bu moleküller birçok kıvrılabilir kol taşır ve bu durum işbirliği yapmalarını kolaylaştırır.

Büyük proteinlerin çekici fizikokimyasal özellikleri de vardır. Büyük protein moleküllerinin yapısı kararlıdır; kolay çökmezler; iç yapıları küçük proteinlere oranla daha dengededir. Büyük proteinlerin yüzey/hacim oranları da küçüktür; bunun sayesinde tahrip olmaya ve enzimlerle parçalanmaya daha dirençlidirler.

Ne yazık ki protein sentezlettirici makinenin dakik çalışması onun büyük proteinler yaptırmasını zorlaştırır. Yukarıda belirttiğimiz üzere, 300-500 aminoasitli protein zincirleri kolayca sentez edilebilir; fakat daha uzun amino asit zincirlerinde hata oranı giderek artar. Bunun çaresi büyük bir protein gerektiğinde, altbirimlerden oluşmuş bir kompleks sentez ettirmektir; böylece hatalı bir altbirim atılıp yerine yenisi konulabilir. Bu süreç, düzenleme içinde yenilikler getirir. Büyük moleküller sentez ettirilip, gereğinde parçalara (altbirimlere) ayrılır, ya da altbirimler uzak bir yere (hatta hücre dışına) nakledilip orada birleştirilebilir.

Hücrelerdeki bütün bu oligomerik proteinler, ideal nokta-simetri temeline dayanan simetrik kompleksler oluştururlar. Genel olarak bir kompleks birçok özdeş altbirimler içeriyorsa, bu altbirimler molekülü simetrik yapacak biçimde dizilecektir. Asimetrik komplekslere ve rastgele kümeleşmelere hemen hiç rastlanmaz. Simetrik yapının asimetrik olana tercih edilmesinin nedeni, kararlılık ve kontrol olanağı sağlamasıdır. Kapalı, simetrik komplekslerin kararlı olması iki öğeye bağlıdır. Bir kere proteinler arası ara yüzler çok özel ve çok yön göstericidir; bu nedenle evrim çoğu olguda altbirimler arasında tek bir tip birleşmeyi seçer ve onu iyileştirir. Sonra bu özel, yön verici arayüzlere göre kapalı kompleksler, maksimum sayıda altbirimler arası temas oluştururlar.

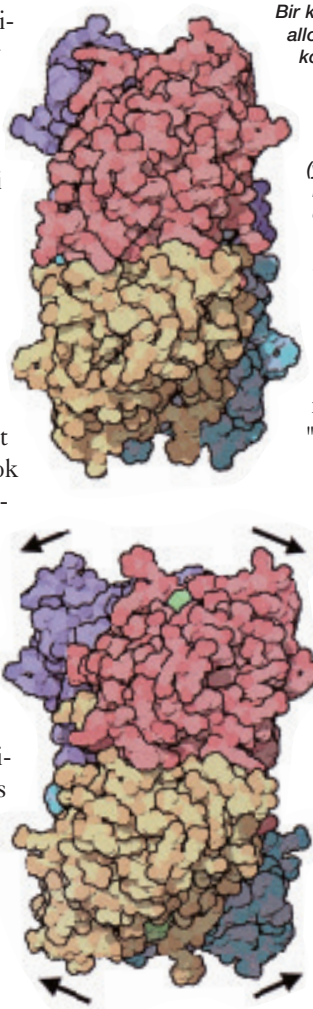
Kapalı simetrik kompleksler, oligomer yapımını sıkı sıkıya kontrol ederler. İstenmeyen protein kümeleşmeleri, hücreler için çok tehlikelidir, mütasyonla oluşmuş proteinlerin patolojik kümeleşmes, orak hücreli kansızlık, Alzheimer hastalığı (bunama) ve prion hastalıkları (deli dana hastalığı, Jacob-Kreutzfeld hastalığı, "Kuru" hastalığı vb.) yapabilir. Simetrik kapalı bir kompleksin seçilmesi, oluşacak kompleksin büyüklük ve biçimini belli eder.

Özel durumlarda belli bir görevi yapabilmek için simetri bozulabilir. Örneğin virüsler sıklıkla kabuk yapma gereksinimi duyarlar; fakat kabuk proteinleri çok büyüktür; tam simetrik ve orta büyüklükte proteinlerle bu kabuk yapılamaz. Nokta simetrili en büyük şekil yirmiyüzlüdür (ikosahedron). Bu nedenle en büyük simetrik kapsid (virüs kabuğu) 60 altbirim içerebilir. Daha büyük kabuklar gerekliyse, daha çok altbirim yapılmalıdır.

Virüsler çoğunlukla tam simetriye yakın komplekslerdir; yüzlerce ve binlerce özdeş altbirim, tam simetri olmadan birleşmişlerdir. Tama yakın, fakat tam olmayan simetriye kuazi-simetri deniyor. Kuazi-simetri, bir yöntem olarak ilk kez ikozahedronları üçgenlerle döşemede kullanıldı. Bu, Buckminster- Fuller'in bulduğu jeodezik kubbenin (karbon-60 kristali) döşeniş biçimini andırıyor. Protein altbirimleri, bu üçgenlerden oluşmuş ağa yerleşmiş durumda. Küçük elâstik biçim bozuklukları, her altbirimin, farklı pozisyonların herbirinde benzer temaslar yapmasını sağlar.

Birbirinden farklı ağlar dizisi 60T altbirim içerir. Burada T bir üçgen sayıdır (üçgen sayıların genel formülü: Tn = n(n+1)/2. (n=1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,...). Üçgen sayılardan ancak bazıları pürüzsüz ağ oluşturur. Bu şu formüle göre olur: $T = h^2+hk+k^2$, h ve k tamsayılar.

Viral kapsidlerin (koruyucu protein kılıfı) yapısı bu modele şaşılacak kadar benzer. Kapsidlerdeki altbirimlerin sayısı üçgen sayılara karşılıktır. T = 1 (mükemmel ikozanedral - 20 yüzlü) ve T = 3, Şekil 7'de gösterilmiştir. Elâstik deformasyonlar yoktur; bunun yerine altbirimler yapısal "anahtar" kullanarak farklı biçimler alırlar. Altbirimler çoğu kez 2 yüzeyden ve bunları birleştiren bir köprüden oluşur ve bu sayede altbirim değişik biçimler alabilir.



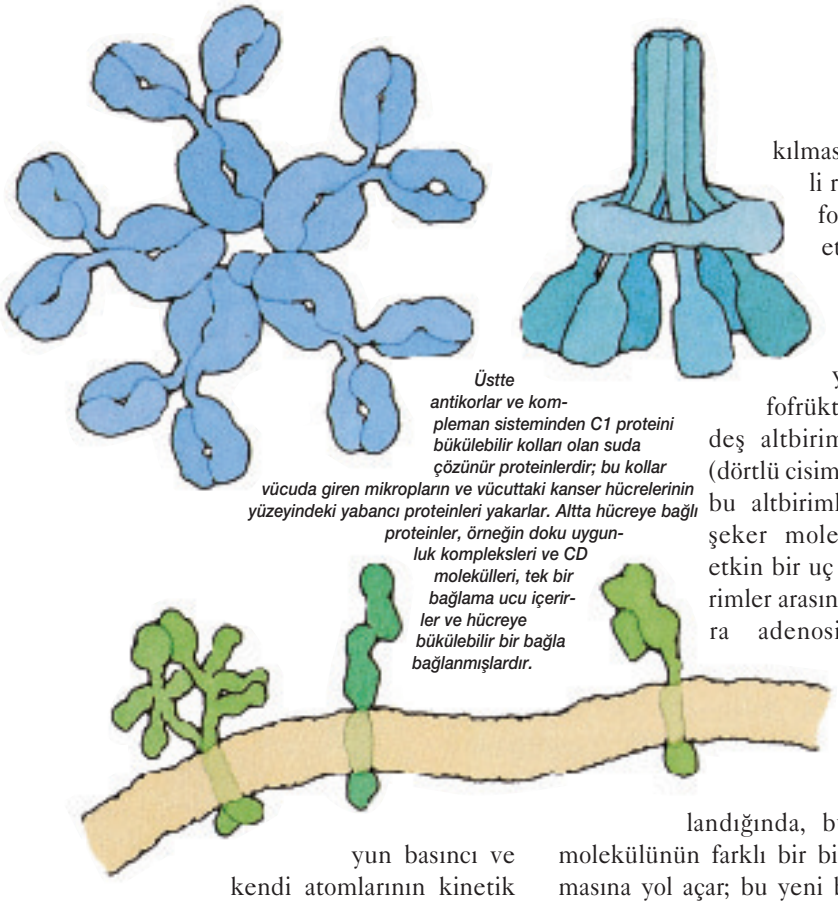
Bir kompleks içinde altbirimlerin allosterik hareketi enzim etkinliğini kontrolde önemli rol oynar. Üstte şeker metabolizmasında önemli rol oynayan früktoz -1,6-bifosfataz enzimi görülüyor; bu enzim 4 altbirimden oluşmuştur. Altta AMP (yeşil) bağlanmasıyla molekül makaslanmış gibi açılıyor ve enzim etkinliğini yitiriyor.

Biyomoleküler Esneklik ve Dinamik

Gözle görünür (makroskopik) dünyamızda mühendisler doğanın güçlerine karşı koymak için katı yapılar oluştururlar. Doğa ise canlılarda, iş sırasında bükülebilen makineler yapmıştır. Acaba nanometre ölçeğinde katı yapılara gerek var mıdır veya bu istenmekte midir? Görünüşe göre hayır. Aslında biyolojik moleküller bir çok görevi esnek oluşları sayesinde yerine getirirler. Bu görevler katı moleküllerle yerine getirilemez, ya da çok zor getirilebilirlerdi. İnce hareketler, tepkime ya da montaj hızları üzerinde son derece etkili olabilir. Evrim, orta derecede etkin bir proteini bir heykeltraş gibi yavaş yavaş yontarak, yapısı görevine tam anlamıyla uyan bir molekül yaratır.

Bu süreç evrim açısından kolay, fakat biyoteknoloji açısından çok zordur. Bizim tasarladığımız makineler, molekül değişmelerini adım adım değil, birden gerçekleştirir ve biz sonuca minimum gecikme ve yeniden tasarlamayla varmak isteriz. İnce hareketlerin etkisini yakalamak için tasarım tekniklerimiz atom yarı çapından çok daha küçük ölçeklerde etkili olmalıdır.

Biyolojik moleküllerin hepsi az veya çok esnektir ve çevrelerindeki su-



Üstte antikorlar ve kompleman sisteminden C1 proteini bükülebilir kolları olan suda çözünür proteinlerdir; bu kollar vücuda giren mikropların ve vücuttaki kanser hücrelerinin yüzeyindeki yabancı proteinleri yakarlar. Altta hücreye bağlı proteinler, örneğin doku uygunluk kompleksleri ve CD molekülleri, tek bir bağlama ucu içerirler ve hücreye bükülebilir bir bağla bağlanmışlardır.

yun basıncı ve kendi atomlarının kinetik enerjisi nedeniyle biçim değiştirebilirler. Yaşamaya izin veren sıcaklıklarda biyolojik moleküller devamlı bükülme halindedirler. Bir protein molekülünün dağılmasını önleyen etkileşimlerin çoğu etkin durumdadır (kovalent bağlar, hidrojen bağları ve zincirin iki bölgesi arasında köprü oluşturan tuz bağları); fakat ikincil yapının bütün elemanları bükülebilir ve geçici olarak molekülden ayrılabilir. Bu hareketlere "soluk almak" denmektedir. Örneğin kaslara oksijen taşıyan koyu kırmızı bir protein olan miyoglobinin görev yapabilmesi için "soluk alması" şarttır. Oksijen, protein içine tamamen gömülmüş olan bir cepteki miyoglobine bağlanır. X ışınları kristalografisiyle yapılan incelemelerde oksijen cebine giriş ve oksijen cebinden çıkış yolu görülmemiştir. Oksijenin miyoglobine erişebilmesi için, miyoglobin molekülü soluk almalıdır ve bu sırada oluşan kanallar oksijenin geçişine izin verirler.

Proteinlerin çoğu, görevlerini yapabilmek için biçim değiştirirler. Bu tip proteinlere allosterik (başka biçimli) denir; bu gibi proteinler birçok altbirimden yapılmıştır; bu altbirimlerin hepsi aynı görevi yapar. En basit bir modelde her altbirim iki biçimden birini alır: etkin ve az etkin. Düzenleme, biçim değişikliğinin bir altbirimden komşu altbirime geçmesiyle sağlanır. Örneğin şeker metabolizmasında (yakılmasında) önemli rolü olan fosfofrüktokinaz, etkisini değiştirmek için allosterik düzenleme yapar. Fosfofrüktokinaz 4 özdeş altbirimden oluşur (dörtlü cisim = tetramer); bu altbirimlerin herbiri şeker molekülleri için etkin bir uç içerir. Altbirimler arasındaki yarıklara adenosin trifosfat (ATP) girmiştir. ATP ikinci altbirime bağlandığında, bütün enzim molekülünün farklı bir biçim oluşturmasına yol açar; bu yeni biçim ilk biçimden daha az etkindir. Hücrede bu düzenleme negatif geri-besleme (feedback) olarak kullanılır. ATP, bu enzimin şeker yakması sırasında oluşan bir son üründür. ATP fazla yapılınca fosfofrüktokinazın düzenleyici ucuna bağlanarak kendi sentezini durdurur. Bunun karşıtı tepkimeyi yapan enzim de allosterik olarak kontrol edilir (Şekil 8).

Bir çok protein zinciri görevlerini yapabilmek için, tepkime sırasında biçim değiştirirler. Zincir yarı katlanmış durumdadır ve hedefine bağlanınca tam katlanır. Bu olay, çevreden yalıtılmış protein boşluklarına açılan kanallar yaratarak bazı moleküllerin (ligandlar) protein almaçlarına bağlanmasını sağlarlar. HIV-1 proteaz buna bir örnek. Etkin bölge, silindirik bir tünel-dir; bu tünelin merkezinde ikiye bölme makinesi bulunur (proteaz proteinleri makaslar). Kesmenin olabilmesi için bir polipeptid (amino asit zinciri) tünelden geçmelidir. Bu problem tünelin damını iki esnek kapakla örterek çözülmüştür. Bu kapaklar çözelti halindeyken düzensizdir; etkin bölgeye giden bir yol açarlar. Fakat proteaz hedefine sarıldığı zaman kararlı bir hal alarak polipeptidleri makaslanma durumuna getirirler.

Moleküller dünyasında esnek bağlantılar çoktur. Protein zincirleri birçok glisin (bir aminoasit) molekülü bağlayarak daha esnek hal alırlar; çünkü yan zinciri olmayan glisin, bağın dönme (rotasyon) yapışında engel yaratmaz. Proteinlerin daha esnek durum alması, çok sayıda elektrik yüklü artıklar eklenmesiyle de sağlanır; bunun sonucunda molekül küresel bir biçim alarak çözücüyle temas sağlar. Gariptir ki molekülün bükülebilir bölgelerinde prolinin oluşturduğu katı köşe de bulunur; bunun nedeni prolinin tamamen katlanmış moleküllere girmemesidir. Bağışıklık sistemi şekil 9'da görüldüğü gibi birçok bükülebilir bağlar içerir; bunlar çok değerli (multivalent) bağlanmaları arttırır.

Umutlar

Biyolojik moleküller Doğa Ana tarafından çözülmüş nanoteknoloji problemleridir. Biz Doğa'dan ders alarak, nanometre ölçeğinde makineler yapmayı öğrenebiliriz. Biyoteknoloji disiplini bu biyolojik servetin meyvalarını topluyor. Biz göreve uyan proteinler yaratmak için, DNA'da saklı bilgiyi, tıpkı bir terzinin prova yapması gibi, tekrar tekrar değiştirir ve kullanırız. Örneğin bugün gen mühendisliği sayesinde bakterilere hormon yaptırılıyor; tarım bitkilerine hastalığa direnç genleri ekleniyor ve hücreler vücut dışında yapay dokular oluşturabiliyor.

Protein yapı ve görevlerinin kurallarını öğrenmek, bize nanoteknolojik üretim yapmak kapılarını açıyor. Proteinlerin yapı ve görevlerinin farklı oluşu, bize bilgiye dayalı sentez yollarını açtığı gibi, bir kez bir plan yapıldıktan sonra ondan dönmenin zorluklarını da öğretiyor. Protein komplekslerinin sentezindeki hatalar, altbirimler ve simetri kullanılarak telafi edilebilir. Bizim makro dünyadaki deneyimlerimizin aksine, moleküler düzeyde bükülebilme ve hareket, bir sakınca değil, üstünlüktür.

Biyolojik moleküllerin gözlemlenen biçim ve karakterleri, elmasımsı kristal yapılarının, fullerinlerin (C-60 kristali) ve nanoteknolojik makinelerin yapımında kullanılacaktır. Fakat sabırlı olmalıyız. Doğa Ana'nın 3-4 milyar yıllık bir evrimle çözebildiği problemleri, 20-30 yıl gibi kısa bir sürede çözmeyi düşünemeyiz elbette.

Goorsell, D. S., Biomolecules and Nanotechnology, *American Scientist*, Mayıs-Haziran 2000
Çeviri: Selçuk Alsan

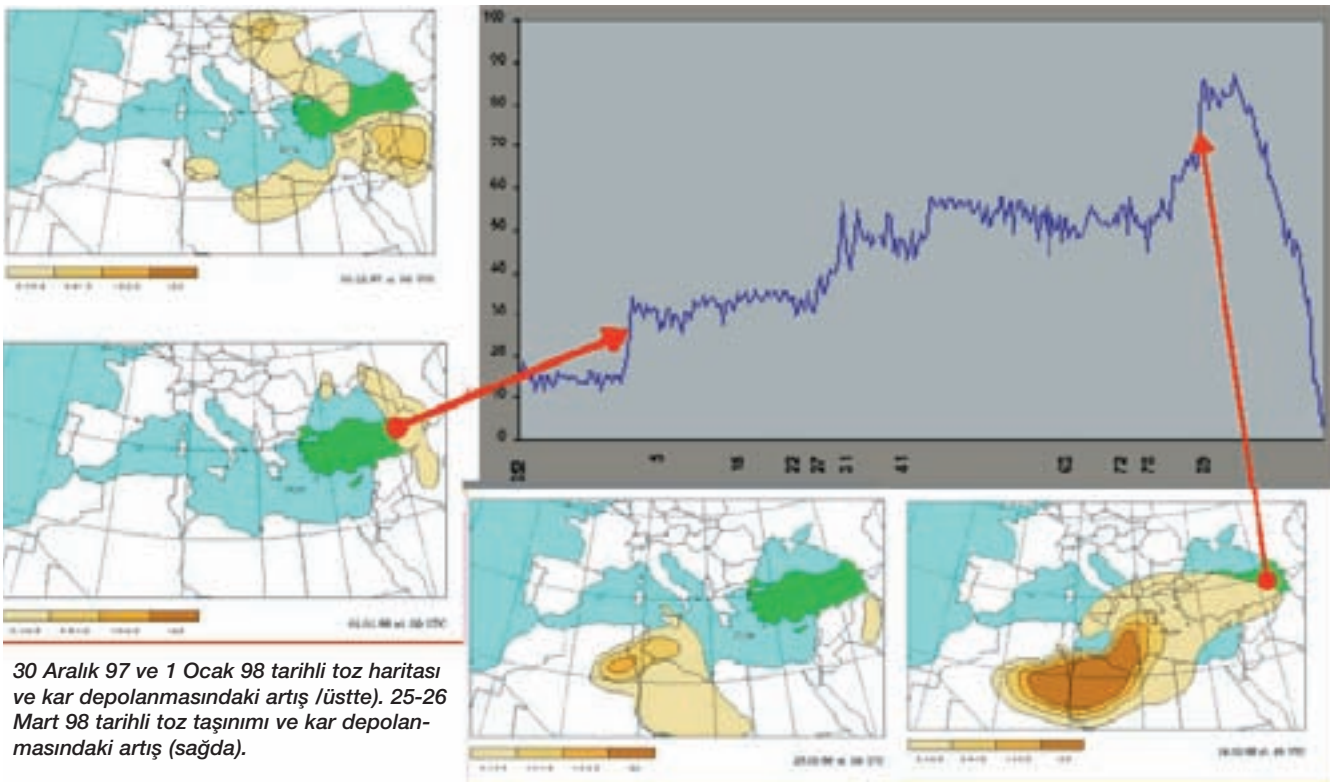
Türkiye'nin Bilinmeyen Kaynağı

Çöl Tozundan Kar



Çöl ve kar kadar zıt iki kavram düşünebiliyor musunuz? Biri kavurucu sıcağı, susuzluğu, ötekiyse dondurucu soğuğu çağrıştıran, tek ortak yanları ise acımasızlık olan bu iki ortam nasıl olur da birlikte düşünülebilir? Çöl tozlarının kar yağışını arttırabildiği daha da garip bir iddia değil mi? Üstteki, resme bir bakalım. Bilgisayar teknolojisiyle bu tür fotomontaj resimleri elde etmek çok da zor olmasa gerek. Gene de bunu gözlerimize ve beynimize kabul ettirebilmek güç. Çöl ortamında karla kaplı bir dağ elbette olamaz. Çöl tozlarının etkisiyle karın erimesi olgusu insana daha doğru bir yaklaşım gibi gelmekte. Çöllerde hep su hayal edilir ve görülür de. Ancak bu hayalciliğin adı da serap olarak adlandırılır. Karlar arasında yürüyen bir kişi çöl görmez. Ama yürüyüş çöldeyse, ve hele biraz da uzunsa, biraz ötemizde su beliriverir. Tabii, buna hemen hayalcilik, göz yanılması denir. Peki bu olaya bir de bir başka şekilde yaklaşamaz mıyız? Çöl, suyun kaynağı olamaz mı? Çöl, bize "ben suyun kaynağıyım" diye haykırıyor da biz bunu algılıyamıyorsak? İlk ve en mantıklı cevap, "elbette hayır" olacaktır. Ancak aşağıda açıklayacağımız bir dizi doğa olayı, çöllerden kalkan tozlarla Doğu Anadolu'da su rejimini kontrol eden kar depolanması arasındaki ilginç ve o derece de önemli bağı sağlıyor.

DOĞU ANADOLU'da 1997/98 - 98/99 ve 99/2000 kış döneminde yukarı Fırat havzasında önceden belirlenen yerleerde ve çeşitli yüksekliklerde kurulmuş olan Türkiye'nin ilk otomatik kar ölçüm istasyonlarından alınan veriler, Doğu Anadolu'ya kar yağışını kontrol eden faktörün çöl tozları olduğunu ortaya koymuş bulunuyor. Aralık-Mart döneminde yağan karın birikiminde en önemli rolü çöl kökenli tozlar oluşturuyor. Bu dönemde izlenen toplam 40-50 cm birikimin, toz parçacıklarının çekirdek oluşturma özelliğine ve çöl kökenli tozların bileşiminde bulunan sülfata dayandığı, literatür bilgilerine dayanılarak ileri sürülebilir. Mart ve Nisan aylarındaysa, bir seferde 40-50 cm kar depolanmasına yol açan kar yağışına deniz yüzeyinde daha önceden yine çöl kökenli tozların inmesiyle meydana gelen çok özel bir alg patlaması (Say-



30 Aralık 97 ve 1 Ocak 98 tarihli toz haritası ve kar depolanmasındaki artış /üstte). 25-26 Mart 98 tarihli toz taşınımı ve kar depolanmasındaki artış (sağda).

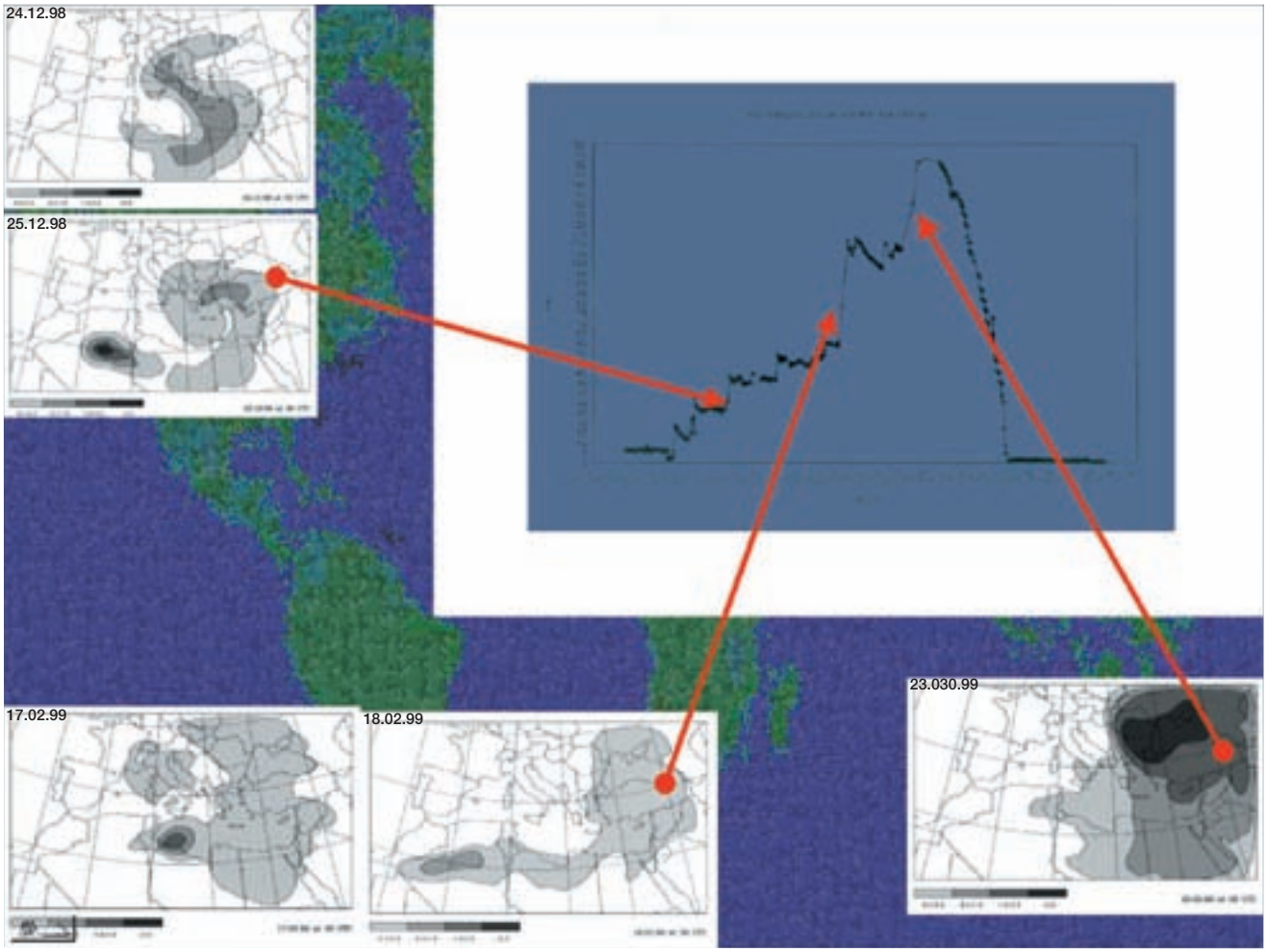
dam, 1996; Saydam ve Polat 1999) sonucu oluşan sülfat parçacıklarının yol açtığı kanıtlanmış durumda.

Doğu Anadolu'da yukarı Fırat havzasındaki kar birikimi, barajlar sistemine giren suyun ana kaynağı durumunda. Bu su depolanmasının Ortadoğu üzerindeki etkileriyse bilinen ve yaşanan bir gerçek. NATO tarafından yürütülmüş olan "Environment and Security" (Çevre ve Güvenlik) adlı çalışmada ana varsayımlardan birisi de, önümüzdeki yıllarda stratejik önemi daha da artacak olan Ortadoğu'da su kıtlığı nedeni ile ortaya çıkabilecek olası huzursuzluklar. NATO da yeni tehdit unsurlarını çevre ve güvenlik temellerine dayandırıyor. Dolayısıyla Doğu Anadolu'daki kar depolanmasına etki eden nedenlerin incelenmesinde ülke çıkarları açısından büyük yarar var. İstikrar İçin Bilim (sfs) Programı TU-REMOSENS projesi çerçevesinde Doğu Anadolu'da 97/98, 98/99 ve 99/2000 döneminde 1750, 2000 ve 2200 metre yükseklikte üç ayrı mevkide otomatik kar ölçüm istasyonları kuruldu. Bu istasyonların asıl amaçları, eşdeğer kar su miktarını bulmak ve kar erimesiyle oluşacak su miktarlarını önceden tahmin edip barajlar sisteminin en optimum seviyede çalışmasını sağlayacak verileri elde etmekti. Bir başka deyişle barajlar sistemiyle kontrol edilebilen akarsuların en önemli kaynağı ani yağışlar değil, bu barajlar sistemini besleyen yüksek irtifadaki dağlara düşen kar. Bu amaçla uzun süreli ölçümler yapılıyor ve potansiyel su kapasiteleri bilimsel verilerle de kanıtlanan bölgelere barajlar kuruluyor. Ülkemizde de yukarı Fırat havzası su potansiyeli açısından en verimli bölgemiz olup, sistem boyunca kurulmuş olan barajlar aracılığıyla ülke ekonomisine hatırı sayılır katkılar yapıyor. Dolayısıyla bu sistemi besleyen havzadaki olayların zaman içerisindeki değişimlerini, teknolojinin bize verdiği olanaklar dahilinde incelemek ve anlamak büyük önem kazanıyor.

Bu amaçla kurulan ve tam otomatik olarak çalışan istasyonlar, kar yüksekliğini ses dalgaları üreten bir cihazla, kar ağırlığını toprak altında gömülü ve içi antifriz dolu olan 4 adet 1 m^2 paslanmaz çelikten yapılı kar yastığı ve buna bağlı hassas basınç algılayıcılarıyla ölçüyor ve bu bilgileri elektronik olarak depoluyorlar. İstasyonda bulunan ARGOS uydu vericileri aracılığıyla bu bulguları üzerlerinden belirli saatlerde geçen uydulara, günde birkaç kez olmak üzere aktarılıyor ve bulguların tarafımızca günlük olarak değerlendirilmesine olanak tanıyor. Dolayısıyla günümüze kadar sadece kış döneminde ve hava koşullarının iyi olduğu belirli günlerde yapılabilen kar rasatları artık tam otomatik ve doğru olarak ve hava koşullarına bağımlı olmadan yapılıyor. Uzak noktalarda enerji gereksinimleri de gü-

Doğu Anadolu'da (Ilıca) 2200 metre yükseklikte kurulu tam otomatik kar istasyonu. Toprak altında 4 adet 1 m^2'lik çelik kar yastığı bulunmakta. Güneş enerjisi ile beslenen istasyonlardan veriler uydu aracılığıyla merkeze aktarılmakta.





24-25 Aralık 98, 17-18 Şubat 99 ve 23 Mart 99 tarihli toz taşınımı ve kar depolanması

neş panelleri tarafından devamlı şarj edilen bataryalarla sağlanıyor. İstasyonların birinde ayrıca tam otomatik meteorolojik veri toplayan cihazlar da bulunuyor.

1997/98, 98/99 ve 99/2000 döneminde yapılan izleme, kar yüksekliklerinde belirli günlerde artışı belirliyor. Bu artışlar da doğal olarak o dönemde etkili meteorolojik koşullarla açıklanabiliyor. NATO TU-REMOSENS projesi çerçevesinde kar eşdeğer su miktarı yanı sıra, çöl kökenli tozların hareketlerinin de önceden izlenmesine yönelik çalışmalar yapılıyor ve bu çerçevede modeller yardımıyla çöl kökenli tozların da izlenmesi mümkün oluyor.

İşte bu modellerin sonuçlarıyla kar rasat istasyonlarından alınan veriler birleştirildiğinde ortaya çok ilginç bir sonuç çıkmış bulunuyor. Kar rasat istasyonlarının kar yağışı belirlediği her dönemde üzerimizden bir toz bulutunun geçmekte olduğu saptandı. Bir başka deyişle, üzerimizden toz bulutu geçmiyorsa kar depolanmasında herhangi bir artış olmuyor. Üç sene süresince izlenen bu ilginç olgu, toz kütlesinin Doğu Anadolu'ya ulaştığı günlerde kar birikiminin en üst noktalara ulaştığını net bir şekilde ortaya koyuyor. Uzun süreli taşınımla meteorolojik olaylar aracılığıyla Anadolu'ya ulaşan bu tozların buz çekirdeği olma özellikleri nedeni ile daha fazla bulut oluşturmaları ve daha fazla yağışa yol açabilmeleri literatürden bulunabilen bir olgudur. Ancak bu olayın paralel olarak gösterilmesi bilim dünyasında ilk kez olmakta.

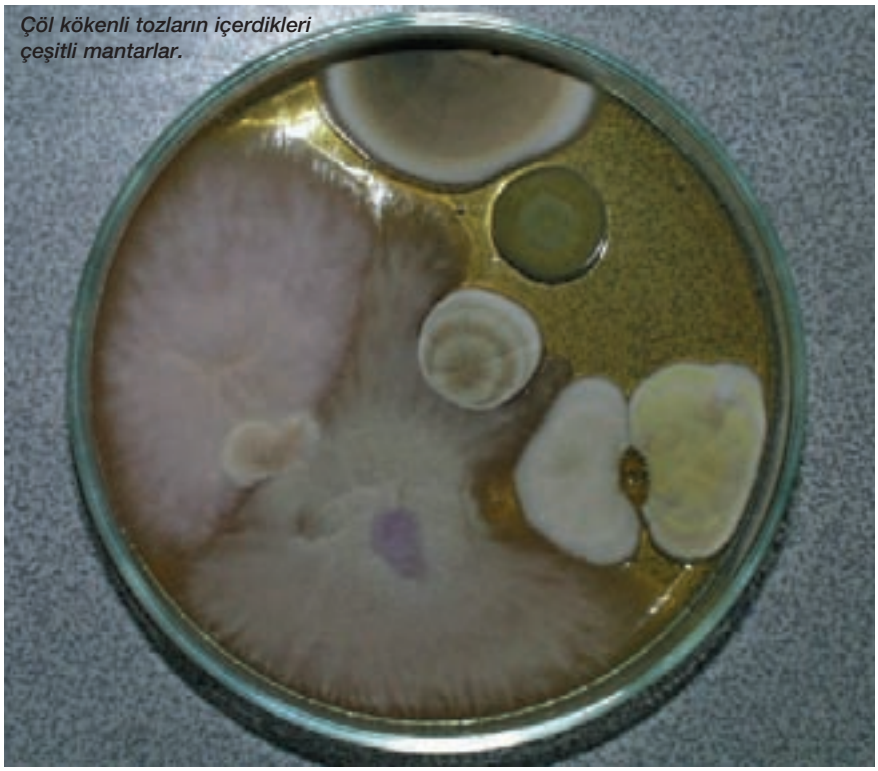
Su ile yaşamsal ilişkisi olan İsrail'de yapılan çalışmalar, bu ülkeye gelen yağışların beklenenin aksine kuzeyden değil, Sahra sınırına yakın Akdeniz çukurundan geldiğini gösteriyor. Yapılan çalışmalar, ülkeye gelen hava kütlelerinin bahar mevsiminde Sahra kökenli olması halinde daha çok yağış bıraktığını gösteriyor. Yapılan kimyasal analizler sonucundaysa bahar döneminde Sahra'dan kaynaklanan hava kütlelerinin içerisinde çöl kökenli tozlar ve sülfat parçacıkları olduğu ve bu sülfat parçacıklarının kış dönemiyle aynı düzeyde ve hatta daha çok olduğu saptanmış bulunuyor. Sülfat, günümüz bilim dünyasında genellikle katı yakıt yanması sonucu oluşan kükürt dioksit'in oksitlenmesi sonucu oluşan bir molekül olarak kabul edildiğinden, bahar döneminde Sahra'dan kaynaklanan bu artışın nedeni, uzak bölgelerden taşınma olarak açıklanabiliyor.

Tozun bulut çekirdeği olma özelliği biliniyor. Doğu Anadolu'da yürüttüğümüz kar izleme döneminde Kasım-Mart aralığına denk gelen artışların da bu nedenle olduğunu bilmekteyiz. Ancak neden 3-4 ayda 40-50 cm birikim sağlayan çöl kökenli tozlar bir anda ve özellikle kış mevsimi sonu ve bahar ayı başlangıcında 50-70 cm artışa neden olabiliyor? Bu olayın arkasındaki mekanizma ne? İşte bunun yanıtını aramak, kar depolanmasına etki eden asıl faktörün anlaşılmasına neden olabilecektir. Konuyla ilgili olarak son aylarda yapılan araştırmalar, tozun ışınlamayla ortama daha fazla sülfat çıkardığını da orta-

ya koymuş bulunuyor. Bir başka deyişle Sahra kökenli tozlar, içerdikleri sülfat aracılığıyla tek başlarına bile yeterli güneş enerjisi olduğu sürece bulut oluşturma özelliğine sahip bulunuyorlar. Sülfatın yalnızca kirlilik kaynaklı olduğunu kabullenen ve denizlerdeki alg patlamaları sonucu oluşan sülfatı ikincil kaynak olarak tanımlayan bilim dünyasının, Sahra kökenli tozların güneş ışığı ile ortama sülfat çıkarabileceği olgusunu hiç araştırmamış olduğu anlaşılıyor.

Özellikle bahar aylarında Sahra çölünden kalkan ve Anadolu'ya gelen tozların milyonlarca ton miktarlarda olduğunu biliyoruz. Tarafımızca ortaya atılan ve Cemiliania Hipotezi olarak adlandırılan yaklaşıma göre güneş enerjisinin yeterli olduğu dönemde, gündüz vakti denizlere yağışla inen bu tozlar deniz yüzeyinde çok özel bir tür alg'in (Emiliania huxleyi) oluşmasına yol açıyor.

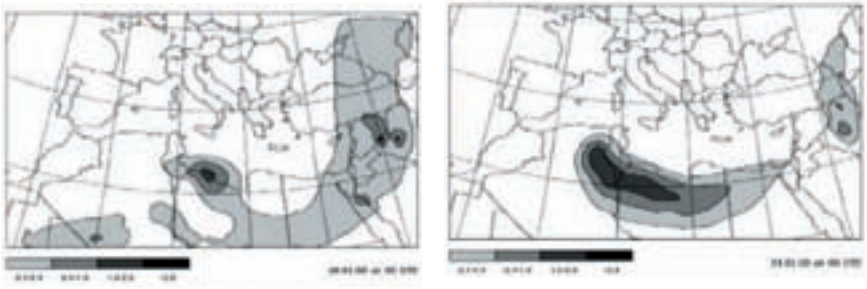
Bu aşamada bulut içerisinde gerçekleşen olaylara değinmekte ve Sahra çölüne özgü birtakım özellikleri vurgulamakta yarar var. Kuramın temeli, karasal kaynaklardan yeterli miktarda etkilenemeyen, örneğin Büyük Okyanus'un orta kesimlerindeki birincil üretim eksikliğinin, demir eksikliği nedenine bağlanmış olması ve bu bölgelerde oluşturulup denize yapay olarak ilave edilen demir sülfat'ın üretim patlamasına yol açmasına dayanıyor. Bilim dünyası, Sahra'dan devamlı toz alabilen Atlantik ve Akdeniz'de demir eksikliği olmadığından buradaki üretim eksikliğini başka nedenlerde arıyor. Bizim ortaya koyduğumuz yaklaşımsa, Sahra kökenli tozların belirli koşullarda ortama kullanılabilir demir sunabilmesi temeline dayanıyor. Sahra'da bulunan demir yüzdesinin bir başka yöredeki demir yüzdesinden hiçbir farkı bulunmuyor. Ancak az da olsa çok özel bir demir mineralini, yani hematit ve geotitin yanı sıra lepidokrositi de içeriyor. Bilim dünyası, lepidokrositten kullanılabilir demir olan Fe(II) elde edilmesini ve bu amaçla endüstriyel kirlilikten kaynaklandığı varsayılan okzalatın indirgen olarak kullanılabileceğini söylüyor. Bizim gösterdiğimiz yenilikse, Sahra çölünün kendi okzalatını içerdiği mantarlar yardımıyla üretebilmesi olgusu.



Çöl kökenli tozların içerdikleri çeşitli mantarlar.

Sahra kökenli tozları kültür ortamında belirli şartlarda bekletince ortaya olağan üstü miktarda mantar kolonileri çıkıyor. Hücre faaliyetleri süresince ortama okzalat çıkaran mantarların bu özelliğiyse, insanların idrar ile üre atmaları gibi doğal kabul edilmiş ve pek sorgulanmamış. Oysa Sahra'nın acımasız ortamında varlığını uzun süreler sürdürebilen mantar sporları meteorolojik koşullar elverdiğinde boyutları nedeniyle tozlardan daha da önce atmosferik taşınıma girip, bulut içerisinde su molekülü ile karşılaşınca yaşama geçiyorlar. Okzalat bu aşamada mantarın ortamdaki kil mineraline yapışmasını sağlıyor ve eğer güneş enerjisi yeterli seviyedeyse, yaşamı için gerekli olan demiri kil ve sadece lepidokrosit mineralinden Fe(II) olarak alıyor. Hematit ve geotit, daha kuvvetli kristal yapıları nedeniyle demiri açığa çıkaramıyorlar. İşte bu nedenle yerkürede hematit ve geotit bulunurken lepidokrosit bulunamıyor. Güneş enerjisiyle ortama Fe(II) çıkaran bu dekarboksilasyon tepkimesi sonucunda ortama karbon dioksit'te çıkıyor. Bu olgu yalnızca Sahra kökenli tozlara özgü bir nitelik. Riyad kökenli tozlar ve çeşitli Anadolu toprakları aynı koşullarda yürütülen deneylere çok az veya hiç cevap vermemiş bulunuyor.

Bu denli Fe(II) içeren bulutların gündüz vakti denize inmeleri, *Ehux* olarak adlandırılan algin çoğalmasına yol açıyor. Bu alglerin varlığı uydular tarafından ancak 6-7 gün sonra ve algin olgunluk dönemi sonrasında belirgin bir şekilde saptanabiliyor. Yaptığımız çalışmalar, yaşamları süresince ortama çok özel bir kimyasal madde, metan sülfonik asit, (MSA) çıkartan bu alglerin çöl kökenli tozlarla birlikte Doğu Anadolu'da kar birikiminin asıl nedeni olduğunu ortaya koyuyor. Ortama bırakılan bu çok özel yapıdaki kimyasal madde (MSA), atmosfere çıkıyor ve Güneş ışığının da etkisiyle kısa zamanda sülfat parçacığına dönüşebiliyor. Sülfat



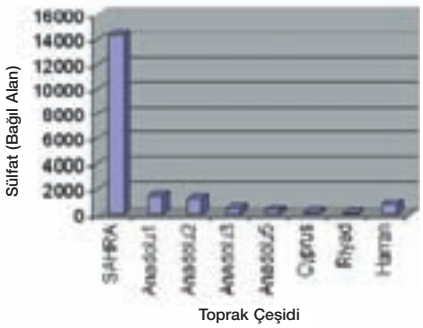
19-21 Ocak 2000 tarihli toz taşınımı

parçacığıysa, asit yağmuru olma özelliği yanı sıra bilinen en iyi bulut oluşturma çekirdeği. Özellikle bahar döneminde orta Akdeniz'den ülkemize haftada bir gelen hava kütleleri deniz üzerinden geçerken, içerdikleri tozlar bu kimyasal maddeyle de kaplanıyor ve Doğu Anadolu'da bir seferde 40-50 cm kar depolanmasına neden oluyor. Yapılan kimyasal analizler, kış döneminde ve her seferinde sadece 10-15 cm kar depolanmasına neden olan olaylarda yağan karların içerisinde sadece sülfat parçacıkları olduğunu gösteriyor. Karın asıl depolandığı dönem olan Şubat sonu ve Mart aylarındaysa, karın içerisinde daha yoğun sülfat parçacıklarının yanı sıra denizlerdeki alg patlamasının iz maddesi olan MSA da izlenebiliyor.

Ortaya koyduğumuz modele göre Orta Akdeniz'deki alg patlamalarının kontrol edilmesi, Doğu Anadolu'da kar depolanmasının istenilen şekilde kontrol edilmesi olgusunu ortaya koyacaktır. Bu durumda akla gelen soru şu: Denizlerdeki alg patlaması nasıl kontrol edilir; daha doğrusu edilebilir mi? Tarafımızca 1994'ten bu yana yapılan çalışmalar, alg patlamalarının çöl kökenli tozların gündüz vakti yağan yağmurla deniz ortamına inmesiyle tetiklendiğini ortaya koyuyor. Bu olgu Avrupa Birliği Komisyonu'nun 5. Çerçeve Programı'nca 2.4 milyon EURO ile desteklenen IRONAGES adlı bir projenin de ana temasını oluşturmuş bulunuyor ve Atlantik Okyanusu'nda 2003 döneminde denenecek.

Doğanın ortama meteorolojik olaylar aracılığıyla daha fazla toz atıp, toz, bulut ve güneş enerjisini buluşturup, özel bir mineralojik yapısı olan çöl kökenli tozlardan doğanın kullanabileceği haldeki demiri (+2 haldeki demir) yağmurla deniz yüzeyine indirmesi, tezimizin ana temeli. Doğanın bu üç öğeyi bir araya getirmesiyle ortaya çıkan bu olguyu, günümüz teknolojisini kullanarak istediğimiz yerde ve zamanda amaçlara uygun olarak gerçekleştirmek mümkündür.

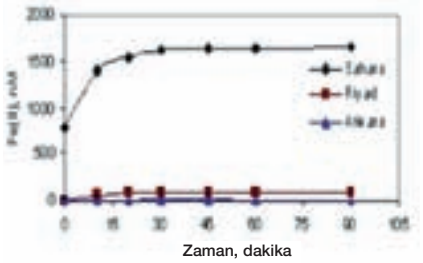
Özetlemek gerekirse Doğu Anadolu'da kar depolanmasının kontrol edilebilmesi, Kıbrıs, Girit, Libya ve Mısır arasında kalan açık Akdeniz'de alg (birincil üretim) patlamasının kontrol edilmesiyle olabilecektir. Bu olgunun gerçekleştirilmesi doğa tarafından her yıl deneniyor ve eğer toz, bulut, güneş



Değişik topraklarda ışınlama sonucu ortaya çıkan sülfat

enerjisi ve dolaylı alg patlaması oluşursa Doğu Anadolu'da yeterli miktarlarda kar depolanıyor. Bu denklemi sağlayan öğelerden her hangi birinin oluşmaması ya da gece vakti olması halindeyse alg patlaması gerçekleşmiyor ve ortama MSA çıkmıyor. İşte teknoloji kullanarak yapabileceğimiz şey de burada: İstenilen yerde ve zamanda bulut içerisine tozu serpip tohumlamak işlemini örneğin uçaklarla gerçekleştirebiliriz. Tozun kendi başına yağmur çekirdeği oluşturduğunu biliyoruz. Eğer yağmur oluşmazsa, yağmur oluşturma teknolojisini de biliyoruz.

Peki bu olanaklardan yalnızca bilimsel kuşkuculuğumuzun tatmin edilmesinde mi yararlanacağız? Hayır; kar yağışına yol açan olayların nedenini öğrenmek, gerektiğinde kar depolanmasını sağlayabilecek olaylara bundan sonra hükmetmemize olanak tanıyacak. Yani bundan böyle Doğu Anadolu'da kar birikimini isteklerimiz doğrultusunda arttırmak mümkün olacak. Bunun ilerisi için ne derece önemli olduğu açık. Bu olgu, bize istenilen her bölgede istenilen şekilde yağışlara hükmetme olanağı tanıyor. Hammadde olarak, şu ana kadar "çöl tozu" diye algılanıp hiçbir değeri olmadığı varsayılan bir kaynağın harekete geçirilmesi de, zaten kendi başına yeni bir politikanın yaratılmasına neden olacak kadar önemli.



Değişik topraklarda ışınlama sonucu ortaya çıkan demir miktarı

Büyük bir ülkenin bilim adamlarına, artık global fikirlerle ortaya çıkıp geniş coğrafi bölgelerde de araştırma yapmamız gerekliliğini anlatabilmeli ve bir an önce Sahra'nın hangi bölgesinin bizim için ekonomik değere sahip olduğunu bulmalıyız. Modeller, kaynağın özellikle Cezayir'in güneydoğusu, Tunus'un güneyi ve Libya'nın güneybatısı olduğunu gösteriyor. Doğu Anadolu'da kar biriktirmek amacıyla, uygulama alanı olan Akdeniz'in Girit, Kıbrıs, Mısır ve Libya arasında kalan bölgesi, bizim için son derece stratejik bir bölgedir. Bu bölgeyi denetlemek, elbette orada yapılacak bilimsel çalışmalarla gerçekleştirilebilir; denetimin askeri bir anlam taşıması kuşkusuz söz konusu olamaz.

Sanki bu gelişmeleri önceden tahmin etmişçesine ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü ve İsrail Hayfa Deniz Bilimleri Enstitüsü bu bölgede uzun seneler ortak araştırmalar yürütmüş bulunuyorlar. Tüm bunların arkasında yatan bilimsel gerçek, Sahra tozlarının içerisinde bulunan mantarlar ve özel demir mineralojisi olmakta. Hammadde ayaklarımızın altında fabrika da başımızın üzerinde. Kullanıp kullanmamak bize ait…

Bu güne kadar bizlere sadece yağış getirip Güneş'ten koruduğunu sandığımız bulutların aslında birer fabrika olabileceğini hiç düşündünüz mü? Hem de optik derinliği 5 hatta 10 km varan fabrikalar…Tek beklediği hammadde çöl kökenli toz ve güneş enerjisi. İnanması zor; ancak bu açıdan dahi Anadolu kadar stratejik öneme sahip bir yer gösterebilmek oldukça zor. Kaynağa yakın, güneş enerji seviyesi Mart- Kasım arası yeterli, hatta bulut tohumlama için yeterli yüksekliğe sahip dağlar, yeter ki kendimize inanalım…

A.Cemal Saydam, Hamide Z. Şenyuva
TÜBİTAK

Kaynaklar

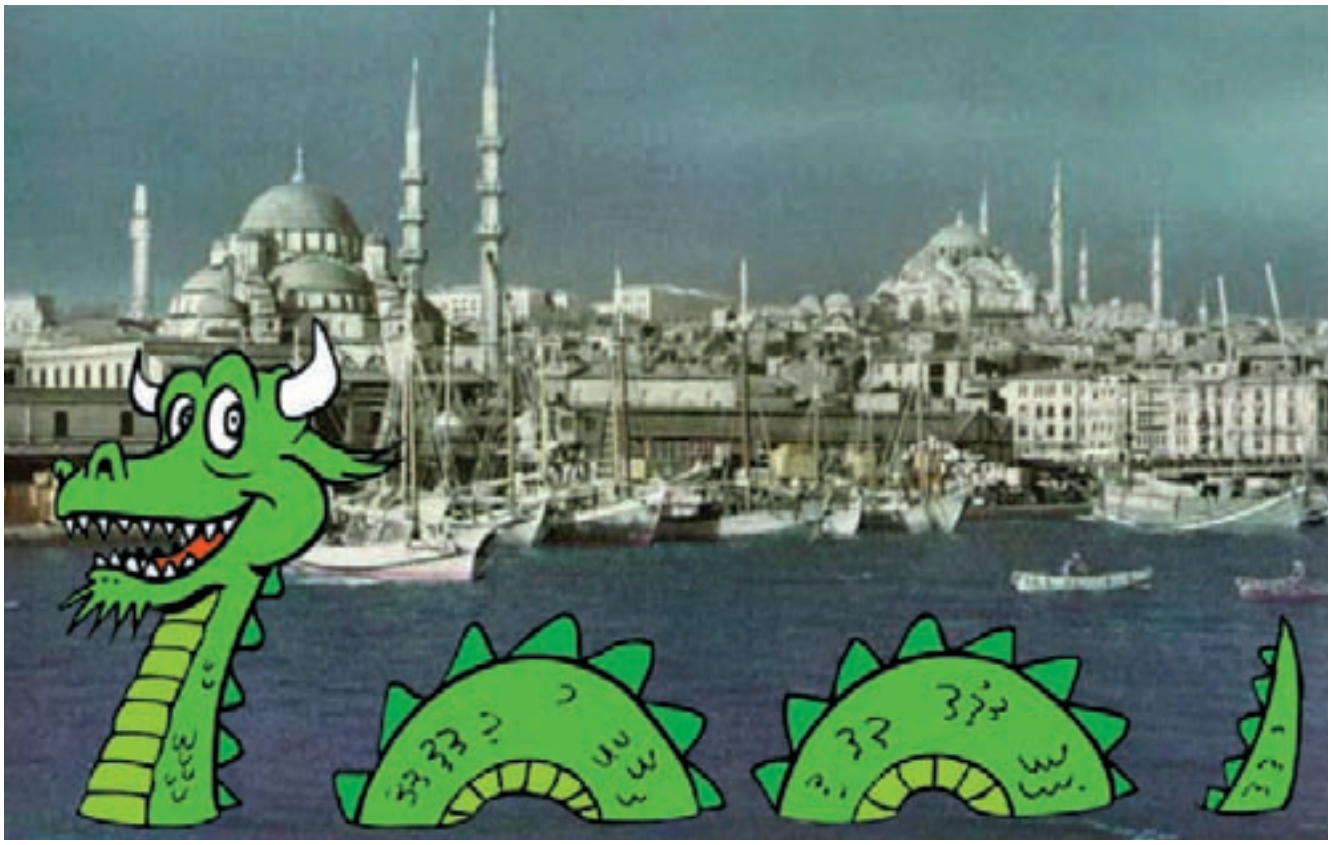
Saydam, A. C, Polat, I., *The impact of Saharan dust on the ocuurence of algae bloom*., Proceeding of EUROTRAC Symposium98. pp 656-663 Eds: Borrell, P., M. and Borrell, P. WITpress, Southampton. (1999)

Guerzoni, S., Chester, R., Dulac, F., Herut, B., Loye-Pilot, M. D., Measures, C., Migon, C., Molinaroli, E., Moulin, C., Rossini, P., Saydam, C., Soudine, A, Ziveri, P, *The role of atmospheric deposition in the biogeochemistry of the Mediterranean Sea*, Progress in Oceanography, 44, 147-190 (1999)

Saydam, A.C., Polat, I. Ozsoy, T, Şenyuva, H., *Iron comes from above* Biochemistry of iron in seawater. Working Group 109/SCOR 1-5 Nov. 98, Amsterdam.pp:32-33 (1998)

Saydam, A.C., Polat, I. *Dust induced algae blooms*, Ocean Optics XIV, Kailua-Kona, Hawaii, 10-13 Nov, pp:75, (1998).

Saydam, A.C., Şenyuva, H, Polat, I., *Desert dust as a potential source of Fe(II).Surface Ocean Lower Atmosphere Study*, SOLAS Open Science Conference, Damp Germany, pp. 91, 20-24 Feb, (2000)

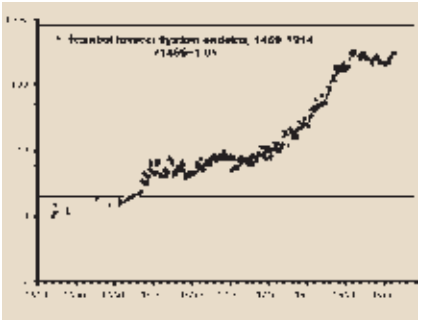


500 Yıllık Fiyat Artışları Tarihi (1469-2000)

İstanbul'da Enflasyon

Türkiye son 25 yılda oldukça yüksek enflasyon hızlarıyla yaşadı. Enflasyonun iktisadi ve toplumsal maliyetlerine katlanmak zorunda kaldı. Acaba tarihimizde başka hızlı enflasyon dönemleri var mıdır? Bu deneyimlerden günümüz için dersler çıkarmak mümkün mü? Osmanlı bürokrasisinin defter tutma geleneği sayesinde, dünyada çok az sayıda ülkede yapılabilecek bir nicel çalışmayı gerçekleştirmek ve tüketici fiyatlarının tarihini 500 yıllık zaman dilimi içinde incelemek mümkün oldu. Bu yazıda 15. yüzyılın ikinci yarısından günümüze kadar İstanbul'da tüketici fiyatlarının tarihi üzerine yaptığımız, yedi yıl süren bir ekip çalışmasının yöntemi tartışılıp, özet sonuçları grafikler halinde veriliyor.

Fiyat tarihi çalışması için İstanbul'un seçilmesinin en önemli nedeni, Osmanlı döneminde en ayrıntılı fiyat verilerinin başkent İstanbul için bulunmasıdır. Ayrıca İstanbul, hem büyüklüğü hem de siyasi önemi açısından çok istisnai bir konumdaydı. Yarım milyona yaklaşan nüfusuyla 16. yüzyılda Avrupa ve batı Asya'nın en büyük kentiydi. Diğer büyük ve tüketici kentlerde görüldüğü gibi, devletin iktisadi öncelikleri içinde büyük bir ağırlığı vardı. Öte yandan yaptığımız hesaplamalar, diğer Osmanlı ve Türkiye kentlerindeki fiyat hareketlerinin İstanbul'un uzun vadeli eğilimlerine oldukça yakın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, İstanbul tüketici fiyatlarının orta ve uzun vadeli eğilimlerinin, Osmanlı İmparatorluğu ve Cumhuriyet Türkiyesi kentlerindeki uzun dönemli fiyat hareketlerini de oldukça sağlıklı bir biçimde yansıttığını söyleyebiliriz.



Tüketici Fiyat Endeksleri

Beş yüz yıllık fiyat tarihi çalışması, eldeki verilerin özellikleri nedeniyle, birbirleriyle bağlantılı üç dönem halinde yürütülmüştür : 1469-1860, 1860-1914 ve 1914-2000. 1469-1860 dönemi için, Osmanlı arşivlerindeki altı binden fazla hesap defte-

ri ve listeden derlenen temel gıda mallarına ve diğer mallara ilişkin fiyat verileri kullanılarak tüketici fiyatları endeksleri hesaplanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında 1469-1860 dönemi için üç ayrı gıda malları fiyat endeksi hesaplanmıştır. Zaman içinde malların kalitelerinde ortaya çıkabilecek farklılıklardan etkilenmemeleri için, ilk aşamada endeksler un, pirinç, bal, sadeyağı ve zeytinyağı gibi beş standart mal ile sınırlı tutulmuştur. Bu endekslerden birincisi için İstanbul'daki büyüklü küçüklü vakıfların ve bunların imaretlerinin hesap defterlerinden yararlanılmıştır. Bu defterlerde, imaretlerin düzenli olarak pişirip sundukları yemekler için satın aldıkları gıda mallarının miktarları ve birim fiyatları yer almaktadır. İmaretler İstanbul piyasasından sık sık alım yapmakta, büyük imaretler için bu alımlar büyük miktarlara ulaşabilmekteydi. Vakıf hesap defterlerindeki Hicri tarihler Miladi'ye çevrildikten sonra, her mal için bir Miladi yıl süresi içinde yapılan alımlarda, belirli kalite farklılıklarını da yansıtan tüm fiyatların ağırlıklı ortalaması hesaplanmıştır. Bu veriler büyük çoğunluğuyla Başbakanlık Osmanlı Arşivi, Maliyeden Müdevver ve Evkaf Nezareti Haremeyn Muhasebeciliği tasniflerindeki defterlerden sağlanmıştır. Gıda malları için ikinci endeks, Topkapı Sarayı Mutfağı (Matbah-ı Amire) tarafından satın alınan gıda mallarının fiyatlarından hesaplanmıştır. Her gün binlerce kişi için yüzlerce kap yemek pişiren bu kurumun satın aldığı malların miktarı ve ödenilen fiyatlar ayrıntılı olarak tutulan defterlerde yer



İstanbul'da pazar

almaktadır. Bu defterler de Başbakanlık Osmanlı Arşivi'nde bulunmaktadır. Gıda malları için oluşturulan üçüncü endeks ise İstanbul kent yönetiminin loncalara danışarak her mal için ayrı ayrı belirlediği narh fiyatları kullanılarak hesaplanmıştır. Narh fiyatları kent içinde esnafa ve tüketicilere ilan edildiği gibi, kadılar tarafından mahkeme kayıtlarına da eklenmekteydi. İstanbul Müftülüğündeki arşiv çalışmaları sırasında İstanbul'un Suriçi bölgesinde görev yapan mahkemenin kayıtlarından sınırlı sayıda narh listesi sağlanabildiği için, Üsküdar ve Galata mahkemelerine ait kayıtlar da kullanılmıştır.

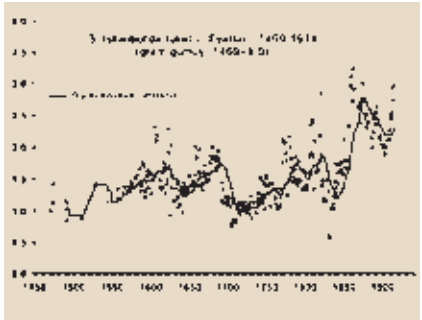
Bu üç gıda malı endeksinin orta ve uzun vadeli eğilimlerinin birbirlerine çok benzediği anlaşılmıştır. Buna karşın, saray mutfağı ve narh fiyatlarının daha fazla devlet denetiminde olduğu dikkate alınarak, çalışmamızın nihai sonuçları için irili ufaklı çok sayıda vakfın ve bunların imaretlerinin ödedikleri fiyatlar esas alınmıştır. Ancak, vakıflara ait fiyatların bulunmadığı az sayıdaki yıl için, saray mutfağının ödediği fiyatlar zincirleme yoluyla endekse bağlanmıştır. Narh fiyatları nihai endekse dahil edilmemiştir.

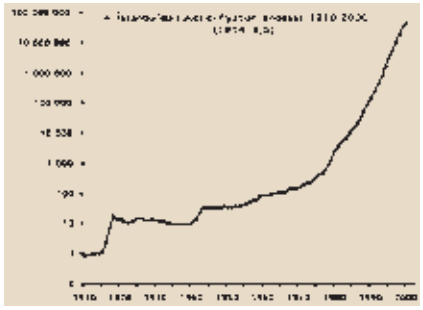
Ortalama kentli tüketicinin harcama alışkanlıkları dikkate alınarak, gıda mallarının toplam endeks içindeki ağırlığı yüzde 75 ile 80 arasında tutulmuştur. Çeşitli gıda mallarının endeks içindeki ağırlıkları ise kullandığımız hesap defterlerindeki alımların miktarlarına ve toplam gıda harcamaları içindeki paylarına göre belirlenmiştir. Bir başka deyişle, gıda malları fiyat endeksi oluşturulurken imaretlerin yaptıkları alımlardaki paylar izlenmiştir. Yukarıda sayılan temel malların yanısıra aynı kaynaklardan derlenen koyun eti, süt, yumurta, nohut, mercimek, soğan gibi malların fiyatları da verilerin elverdiği ölçüde endeks hesaplamalarında kullanılmıştır.

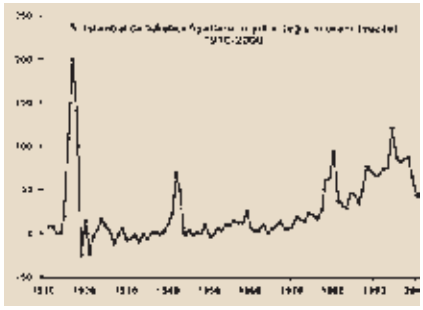
1469-1860 dönemi ile ilgili çalışmanın ikinci aşamasında, çeşitli arşiv kaynaklarından derlenen gıda dışındaki malların fiyatları endekse katılmıştır. Bu aşamada kullanılan mallar sabun, odun, kömür ve çividir. Çivi fiyatları okka başına olarak inşaat ve tamirat defterlerinden derlenmiştir. Ayrıca, iki tür çuha (yünlü kumaş) için fiyat verileri derlenmiş, ancak bunların sarayda tüketilen pahalı türden kumaşlar olduğu ve zaman içinde niteliklerinin değişmiş olabileceği düşünülerek, çuha fiyatları endeks dışında tutulmuştur. Bir tüketici fiyatları endeksinde bu malların yanısıra, ev kirasına da yer vermek yararlı olurdu. Ancak, bu aşamada arşiv belgelerinden bu amaca hizmet edecek bir dizi derlemek mümkün gözükmemektedir.

1860 sonrasındaki dönemde vakıf, saray mutfağı ve narh kaynaklarından
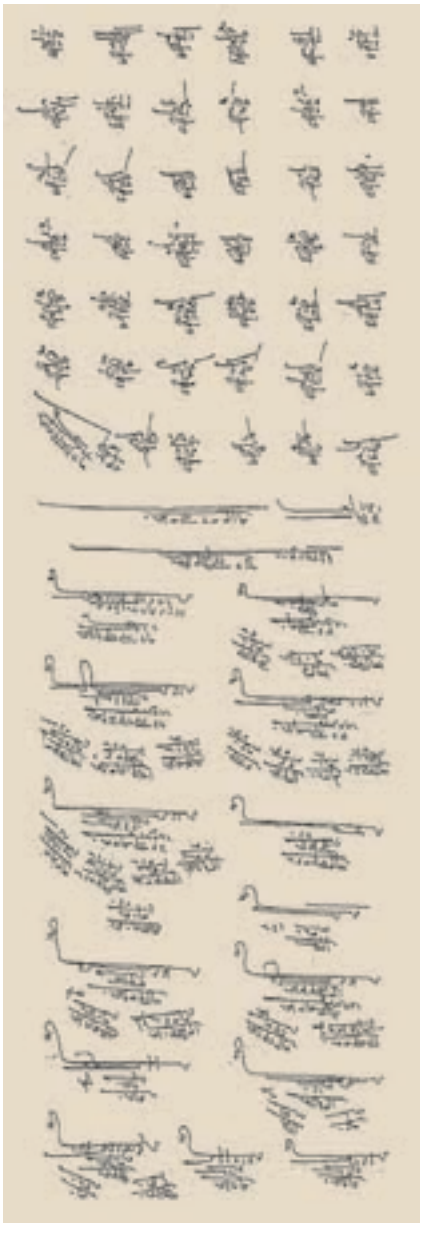








elde edilen fiyat gözlemleri çok sınırlıdır. Bu nedenle 1860-1914 dönemi için İstanbul Zahire Borsası'nda oluşan ve önce Journal de Constantinople'da, daha sonraları da İstanbul Ticaret Odası Gazetesi'nde düzenli olarak yayımlanan üç aylık fiyatlar içinden un, pirinç, tereyağ, zeytinyağı, üzüm, fındık, kömür, gazyağı gibi yirminin üzerinde malın fiyatları kullanılmıştır. Bunlara ithal edilen pamuklu tekstil ürünlerinin fiyatları eklenmiştir.

Tağşişler ve Enflasyon

İstanbul vakıf ve imaretlerinin hesap defterlerinden derlenen gıda malları fiyatlarını esas alan ve bunların yanına diğer malların fiyatlarını katarak oluşturulan endeksin yıllık değerleri Grafik 1'de verilmektedir. Dikey eksen logaritmik ölçeğe göre düzenlendiği için, endeks eğrisinin eğimi, fiyatların artış hızını yansıtmaktadır. Bu genel sonuçlar İstanbul'da genel fiyat düzeyinin 1469'dan 1914 yılına kadar, yaklaşık olarak 300 kat arttığını göstermektedir. Bu toplam artış, ortalama olarak yılda yüzde 1.3 lük bir artış hızı anlamına gelmektedir.

Grafik 1'den Osmanlı tarihinde iki hızlı enflasyon dönemi olduğu anlaşılmaktadır. Birinci olarak, 16. yüzyılın sonlarından 17. yüzyılın ortalarına kadar uzanan bir enflasyon dalgası sırasında fiyatlar yaklaşık olarak 6 kat artmıştır. Bu dönemdeki artışlar genellikle dünya ölçeğindeki Fiyat Devrimi ile ilişkilendirilmektedir ancak Osmanlı fiyat artışlarının büyük bir bölümü, aşağıda tartışıldığı gibi, tağşişlerden kaynaklanmaktadır. Oluşturulan endeksler ikinci olarak, 18. yüzyılın sonlarında başlayan ve 1850'lere kadar süren, çok daha güçlü bir enflasyon dalgasına işaret etmektedir. Bu ikinci dönemde fiyatlar yaklaşık olarak 12 ile 15 kat artmıştır. Bu fiyat artışları da esas olarak 1780'lerde başlayan ve II. Mahmud döneminde (1808-1839) hızlanan tağşişlerle yakından ilişkilidir. Buna karşılık, İstanbul'daki genel fiyat düzeyinin 1650 ile 1780 arasında ve 1860 ile 1914 arasında daha istikrarlı kaldığı görülmektedir.



Uluslararası yazında ayrıntılı olarak tartışıldığı gibi, sözkonusu dört yüz elli yıllık sürede fiyat artışlarının pek çok nedeni vardır. Ancak, oluşturduğumuz fiyat endekslerinin bize sağladığı çok uzun vadeli perspektiften bakıldığında, tağşişlerin en önemli nedeni olduğu görülmektedir. Burada tağşiş sözcüğü, devletin çoğunlukla ek gelir sağlamak amacıyla, paranın ayarını düşürmesi, gümüş içeriği daha düşük sikkeleri piyasaya sürmesi anlamına gelmektedir.

Tağşişlerle fiyat düzeyi arasındaki ilişkiyi daha iyi belirleyebilmek için, Osmanlı para biriminin gümüş içeriğinin zaman içindeki değişimini izlemek yararlı olur. Grafik 2, önce akçenin, 1690 yılından itibaren de kuruşun (1 kuruş= 120 akçe) gümüş içeriğini yıllara göre vermektedir. Grafik 2'de de dikey eksen logaritma cinsinden verildiği için, eğrinin eğimi tağşiş hızını yansıtmaktadır. Grafik 2, Osmanlı para biriminin gümüş içeriğindeki en hızlı düşüşlerin 16. yüzyılın sonları ile 17. yüzyılın başlarında, daha sonra da 18. yüzyılın sonlarıyla 19. yüzyılın başlarında gerçekleştiğini göstermektedir. 19. yüzyılın ilk yarısında yıllık fiyat artışlarının kimi yıllarda yüzde 30-40' bulduğu, hatta aştığı görülmektedir. Buna karşılık, kuruşun gümüş içeriğinin sabit kaldığı 1860 sonrasında fiyatlar da istikrarlı kalmıştır. Uzun vadeli olarak bakıldığında, Grafik 1 ile 2 arasında yakın bir ilişki olduğu, en hızlı enflasyonun en hızlı tağşiş dönemlerinde ortaya çıktığı görülmektedir.

Tağşişlerle fiyat düzeyi arasındaki ilişki, fiyat endekslerini gram gümüş cinsinden hesaplayarak da izlenebilir. Grafik 3, İstanbul için gram gümüş cinsinden hesaplanmış fiyat endeksini sunmaktadır. Grafik 3, her yıl için : (gram gümüş cinsinden hesaplanmış fiyat endeksi = akçe cinsinden hesaplanmış fiyat endeksi x akçenin gram cinsinden gümüş içeriği) özdeşliği kullanılarak hazırlan-

İstanbul'da Hazret-ül Eyyüb-ül Ensari Vakfı'na ait hesap defterinin ikinci sayfası, Recep 1071-Recep 1072 (Mart 1661-Mart 1662) arası; Başbakanlık Osmanlı Arşivleri, Maliyeden Müdevver tasniffi, Belge No. 4792.

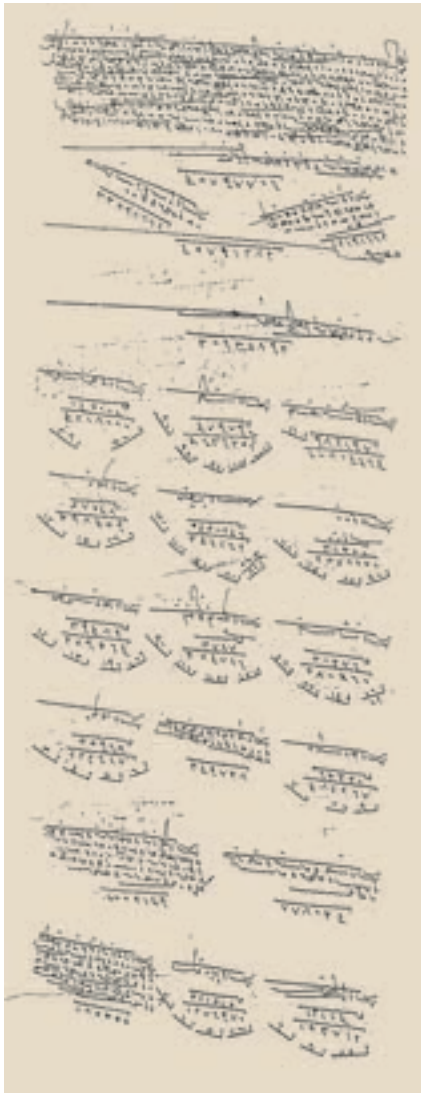




mıştır. Sözkonusu dört buçuk yüzyıllık sürede, akçe cinsinden fiyatlar 300 kat arttığı halde, gram gümüş cinsinden fiyatların çok daha dar bir aralıkta, 1,0 ile 3,0 arasında kalmış olması dikkat çekmektedir. Bir başka deyişle, gram gümüş cinsinden ifade edilen fiyatların artışı sınırlı kalmıştır. Uzun vadede tağşişlerin Osmanlı fiyat düzeyinin en önemli belirleyicisi olduğu görülmektedir. Fiyatlar para biriminin içerdiği gümüş miktarıyla ters orantılı olarak, ya da tağşiş hızıyla doğru orantılı olarak artmıştır. (Madeni para dönemi için kullanılan gram gümüş cinsinden fiyat endeksini, günümüzde uluslararası karşılaştırmalar için kullanılan dolar cinsinden fiyat endekslerine benzetmek mümkündür.)

Osmanlı ekonomisinde tağşişler ile fiyat artışlarının neden ve sonuçlarını daha ayrıntılı olarak tartışabilmek için, para kullanımının iktisadi ve toplumsal yaşam içindeki yerini dikkate almak gerekiyor. Osmanlı kent ve kasabalarında para ve kredi kullanımı bir hayli yaygındı. Ayrıca kırsal nüfusun bir bölümü de para ekonomisinin içine çekilmişti. 16. yüzyılda değerli madenlerin bollaşması ve kentlerle kırsal alanlar arasındaki iktisadi bağların güçlenmesiyle birlikte, kırsal nüfusun önemli bir bölümü de sikke kullanmaya başladı. Balkanlar ve Anadolu'da, köylülerin ürünlerini getirip kent ve kasaba sakinlerine sattıkları, düzenli olarak kurulan pazarlar ve panayırlar ortaya çıktı. Ayrıca, kent ve kasaba merkezlerinde ve çevrelerinde küçük ölçekli ancak yoğun bir kredi ağı gelişti. Ne İslam dininin faiz ve tefeciliğe ilişkin yasaklamaları, ne de bankacılık kurumlarının yokluğu, Osmanlı toplumunda kredi ilişkilerinin yaygınlaşmasını engellememiştir.

Osmanlı döneminde de para ile enflasyon arasında bugünküne benzer bir ilişki vardı. Uzun vadede Osmanlı dönemindeki enflasyonun en



Topkapı Sarayı mutfağının hesapları, Şevval 1080-Şevval 1081 (Mart 1670-Şubat 1671) arası; Başbakanlık Osmanlı Arşivyeri, Bab-ı Defteri, Matbah Emini tasnifi, Belge No. 10540

önemli nedeni tağşişlerdi. Tağşişleri işe yaramayan, anlamsız ya da mantıksız önlemler olarak değil, özellikle kısa vadede devlete gelir sağlayan mali politika araçları olarak görmek gerekir. Tağşiş sayesinde devlet, aynı miktarda gümüşle itibari değeri daha fazla miktarda sikke basmakta ve o para birimi cinsinden ifade edilen ödemelerinin daha büyük bir bölümünü karşılayabilmekteydi. Bir tağşiş sonrasında devlet, eğer gücü yeterse, eski sikkelerin tedavülünü yasaklayarak ve darphaneye getirilen eski sikkelerin yeniden basımı için de ücret talep ederek ek gelir sağlamaktaydı. Kısacası bu uygulama, bugün devletin kağıt para basmasına çok benzemektedir. Ancak tağşişler bir yandan devlete ek mali gelir sağlarken, öte yandan özellikle başkentte önemli bir siyasal muhalefet yaratıyordu.

Para kullanımın bir hayli yaygın olduğu Osmanlı toplumunda hemen her kesim tağşişlerden etkileniyor ve her kesim şu ya da bu biçimde tavır alıyordu. O dönemde erkek ve kadınların büyük çoğunluğu hem çeşitli sikklerin değerleri, hem de tağşişlerin kime yaradığı, kimin kazandığı, kimin kaybettiği konusunda oldukça net fikirleri vardı.

Tağşişlerden en fazla zarar gören kesimler, akçe üzerinden sabit ödeme bekleyenlerdi. Bunların içinde köylülerden topladıkları vergilerin bir bölümünü akçe cinsinden alan sipahiler de vardı. Lonca üyeleri, esnaf, dükkan sahipleri ve küçük tüccarlarla ücretle çalışan zanaatkarlar tağşişler ve onu izleyen fiyat artışlarından olumsuz etkileniyordu. Tağşişlerden zarar gören bir diğer kesim de ücretleri devlet tarafından öde-



Esnaf

nen devlet memurları, ulema ve özellikle de başkentte yaşayan yeniçerilerdi. 17. yüzyıldan itibaren başkentteki yeniçeriler aynı zamanda esnaf veya dükkan sahipleri olarak çalıştıkları için, bu iki kesim arasında zaten önemli bir örtüşme vardı. Bu geniş muhalefet bloğu, devletin tağşişleri daha sık kullanmasına karşı önemli bir engel oluşturuyordu. Bu nedenle Osmanlı dönemindeki tağşişlerin ve fiyat artışlarının daha sınırlı kaldığını söyleyebiliriz.

1914 Sonrasında Fiyatlar

1914 sonrası dönem üzerine yayımlanmış tüketici ve toptan fiyat endeksleri bulunduğu için, İstanbul kentine ait fiyat dizilerini günümüze kadar getirmek mümkün olmuştur. Bu son dönemde İstanbul Ticaret Odası, Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı ve Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından hazırlanan geçinme ve tüketici fiyat endekslerinden yararlanılmıştır.

Özellikle son 50 yılda pek çok yeni ürünün (örneğin buzdolabı) yaygınlaşması ve ortalama tüketim sepetinin bir hayli değişmesi nedeniyle, fiyat artışlarını ölçmek güçleşmiştir. Yine de, elimizdeki verileri kullanarak anlamlı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Grafik 4'de dikey eksen logaritmik ölçeğe göre düzenlendiği için, endeks eğrisinin eğimi, fiyatların artış hızını yansıtmaktadır. Bu grafikden İstanbul kentinde tüketici fiyatlarının 1914'den 2000 yılına kadar toplam olarak 45 milyon kat, 1923 yılından 2000 yılına kadar da yaklaşık 4 milyon kat arttığı görülmektedir. 450 yılda toplam olarak 300 kat kadar artan Osmanlı fiyatlarıyla karşılaştırıldığında, kağıt paraya dayalı düzenin çok daha yüksek enflasyon hızlarına yol açtığı anlaşılmaktadır. Grafik 5'den izlenebileceği gibi, 20. yüzyılın en hızlı fiyat artışları Birinci Dünya Savaşı yıllarında ortaya çıkmıştır. Tüketici fiyatları Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra ve 1930'lar boyunca gerilemiş, ancak İkinci Dünya Savaşı yıllarında yine hızlı bir enflasyon dönemi yaşanmıştır. 1970'lerin ilk yarısından itibaren yıllık enflasyon oranları tırmanma eğilimi içine girmiştir. Bu verilerden 1914'den günümüze kadar İstanbul'da fiyat artışlarının yıllık hızının yüzde 21.9, 1923'den günümüze kadarki dönemde ise, ortalama enflasyon hızının yılda yüzde 20.9 olduğu anlaşılmaktadır. Uzun dönemli olarak bakıldığında, Cumhuriyet döneminde de hızlı enflasyon ile bütçe ya da kamu kesiminin finasman açıkları ve kağıt para basımı arasında yakın bir ilişki olduğu görülmektedir.



Sonuç

İstanbul'un Osmanlılar tarafından fethinden günümüze kadar tüketici fiyatlarının yaklaşık olarak 13.500.000.000 (13,5 milyar) kat arttığı anlaşılmaktadır. Bu toplam artışın 300 katı esas olarak madeni para birimlerinin geçerli olduğu 1914 öncesine, 45 milyon katı ise kağıt paraya dayanan rejimlerin geçerli olduğu 1914 sonrasına aittir. 1469-1914 arasında yıllık ortalama fiyat artışları yüzde 1.3 oranında kalırken, 1914'den günümüze uzanan dönemde ortalama yıllık enflasyon hızı yüzde 21'in üzerinde olmuştur.

Bu veriler 1914 öncesiyle sonrası arasında, madeni para ile kağıt para dönemleri arasında bir hayli farklı enflasyon hızlarına işaret ediyor. Ancak, zaman içinde iktisadi ve toplumsal kurumların da büyük değişiklikler gösterdiğini, özellikle 1970 sonrasında, endeksleme gibi yöntemler sayesinde ekonominin ve toplumun enflasyona karşı direncinin ya da enflasyonla birlikte yaşayabilme gücünü arttığını unutmamak gerekir. Bir başka deyişle Osmanlı döneminin daha düşük enflasyon hızlarının ekonomi ve toplum üzerindeki etkileri zaman zaman bugünkü enflasyon kadar güçlü olabiliyordu.

Bu nedenle, Osmanlı tarihindeki bugün için yavaş ancak o dönem için hızlı sayılabilecek enflasyon deneyimlerinin, bugünkü enflasyonu anlayabilmek için son derece ilginç dersler sunduğunu düşünüyoruz. Osmanlı döneminin enflasyon deneyimleri bize özellikle enflasyonun iktisadi, mali, toplumsal ve siyasal neden ve sonuçları hakkında önemli ipuçları sağlıyor.

Şevket Pamuk
Prof. Dr., İktisat Tarihçisi, Boğaziçi Üniversitesi Öğretim Üyesi ve Türkiye Bilimler Akademisi üyesi

Kaynaklar
Pamuk, Ş., *İstanbul ve Diğer Kentlerde 500 Yıllık Fiyatlar ve Ücretler*, 1469-1998, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 2000
Fiyat Devrimi'nin Osmanlı ekonomisi üzerindeki etkileri bundan 30 yıl önce Ö. L. Barkan, "XVI. Asdın İkinci Yarısında Türkiye'de Fiyat Hareketleri", Belleten 34 (1970), 557-607
Pamuk, Ş., *Osmanlı İmparatorluğu'nda Para'nın Tarihi*, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul, 1999



Çerçi

Şahin Koçak

Eratosten Kalburu

Değerli Okurlar,

Eratosten (Eratosthenes) kalburunu çok iyi bildiğinizi sandığım için onu anlatmayacağım. Onun yerine Eratosten'in çok daha ilginç bir parıltısından bahsedeceğim. Bu adam Dünya'nın çevresini ilk hesaplamış olan kişi.

Eratosten'in bunu nasıl yaptığını bize lise öğrencisiyken fizik hocamız (Sabahattin Ökten) anlatmıştı. Yıllar sonra aynı hikayeyi bir gazetecinin (Çetin Altan) köşe yazısında okudum. Aradan gene epeyce bir zaman geçtikten sonra aynı meseleyi bu defa bir nükleer mühendisten (Prof. Dr. Tolga Yarman) dinledim. Artık bu iş bana biraz fazla gelmeye başlamıştı. Bu matematikçilere ne oluyordu? Herkes bu işi anlatırken onların oralı olduğu yoktu. Oysa matematiğin dünyayla bir alakasının olduğu bundan daha iyi anlatılamazdı. Artık ayıp oluyor deyip, her dünya vatandaşının bilmesini arzuladığım bu meseleyi önüme gelene anlatmaya başladım.

Bir gün bu öyküyü anlatırken Eratosten yerine yanlışlıkla Aristarkus ismini kullanmış olmalıyım ki bir meslekdaşım (Öğr. Gör. Mehmet Üreyen) beni uyardı ve o dediğin Aristarkus değil de Eratosten değil miydi dedi. Bunun üzerine, doğru ismi aklımda nasıl tutacağım diye düşünürken (Aristarkus'un da astronomik orijinaliteleri olduğu için karıştırıyordum herhalde) birden aklıma Eratosten'in kalburu geldi. Aristarkus'un böyle bir eşyası yoktu. Gündelik eşyaların önemini böylece kavradım. Artık kalbur deyince aklıma hemen Erastosten gelir ve Aristarkus'u derhal dışlayabilirdim. Geriye sadece küçük bir mesele kalıyordu: Benim için bir anahtar rolü oynayacak kalbur'u nasıl hatırlayacaktım? Ama bununla ilgili bir sorun yaşamadım, çünkü dünya deyince kalbur hemen akla geliyordu.

Artık Dünya'nın yuvarlaklığı ve çevresi meselesine dönebiliriz. Ben oldum olası insanların nasıl olup da bir vakitler Dünya'nın düz olduğunu düşünebildiklerine hayret ederim. Atalarımızın işi hiçbir zaman kolay olmadı ve ağaçlarda geçirdiğimiz milyonlarca yıldan sonra aslında Dünya'yı üç boyutlu, dallı budaklı, bir tür örgü gibi düşünebilirdik. Hem o kadar emin de olmayalım, belki düşünmüşüzdür de bir iz kalmadığı için hatırlamıyoruzdur. Hatta belki de hatırlıyoruzdur da, farkında olmayabiliriz. Çünkü hatırlamak ille de bir imajın bilinçte rekonstruksiyonu gibi olmayabilir de, bedenimizle hatırlıyor olabiliriz. Nasıl kanımız, içindeki tuz oranıyla çok da hassas bir şekilde ağaçlardan da önce içinde yüzdüğümüz denizleri hatırlıyorsa, belki daha genç olan beynimizdeki sinir örgüleri o korkulu cangılı hatırlıyordur. Daha doğrusu kanımız nasıl o denizse, beynimiz de o cangıldır. Çünkü şu hayatın acı bir gerçeğidir ki, neyi anlamak istiyorsanız, ona benzemek zorundasınız. O cangılda yaşamak isteyen, onu anlamak zorunda, onu anlamak isteyen de ona benzemek zorundadır. Belki de o cangıl, ağaçlardan da öte, var olan şeylerin ve ilişkilerin cangılıdır. Tepsi gibi beyinle böyle bir cangıl kavranamaz.

Ağaçlardan yere inseniz de kavranamaz. Zaten yer de düz değil. Bazı düzlük ve açıklık gibi yerler olsa da, oralar her zaman tehlikeliydi. Belki de onun için hala açıklıktan korkuyor olabiliriz. Mağaralardaki korunmuşluk özlemi ve onu terketme korkusu derinliklerimizde yatıyor ve embriyonlarımız tarafından bile biliniyor olabilir. Ama eninde sonunda açıklığa çıkmak zorundayız. Çünkü gıdamız orda. Güçlendikçe ve güvenimiz arttıkça daha fazla açılabildik. Sonunda Mezopotamya'da o görkemli zaferi kazandık. Orası uçsuz bucaksız ve dümdüzdü. Daha doğrusu herhalde öyle sandık. Ve etrafımız düz diye Dünya'nın da düz olduğunu sandık.

Ben Mezopotamya'yı görmedim ve oraya nasıl düz dediler bilmiyorum. Ama Salihli ovasını biliyorum ve düz değil! Her tarafta fındık gibi, yumruk gibi taşlar, kesekler, pütürler, girintiler, çıkıntılar, hatta yerden dikine metrelerce yükselen ve sürekli kırpışıp duran şeyler var. Gerçi uzaktan düzmüş gibi görünen yüzeyler de var, ama yaklaşınca şırıldayıp dalgalanıp duruyorlar. Yani buralara bakıp da bize öğretilen Öklid düzlemini düşünmek için insanın zihnini bayağı yatıştırması ve birçok şeyi görmezden gelmesi gerekiyor. Ama zamanın rahiplerinde bu özellikler vardı.

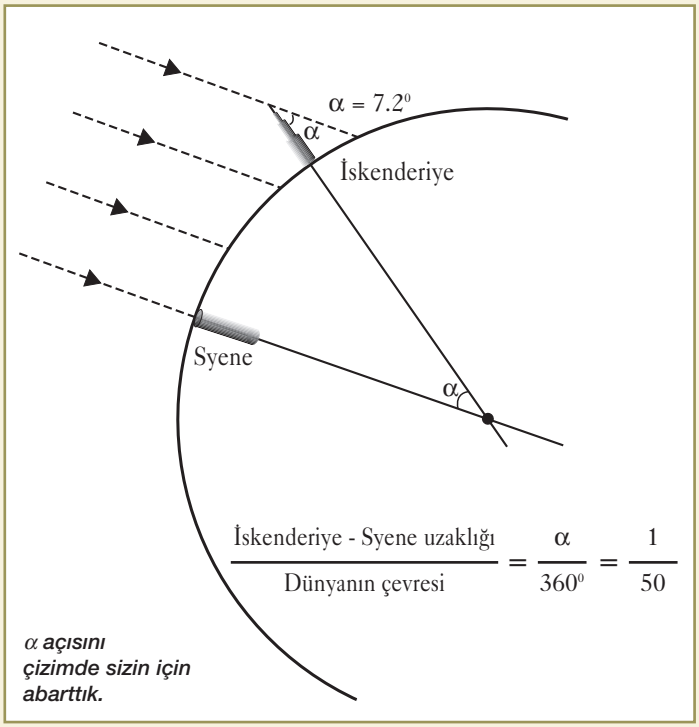
Bu eyleme "idealize etmek" ya da soyutlamak deniyor. Yani bir anlamda "hata"lardan veya "fazlalık"lardan arındırmak. Tabii bu arınmayla birlikte objenin gerçekliği de kayboluyor, obje gerçek-dışı hale geliyor, yani yok oluyor. Fakat bu dönüşüm sırasında muhayyel bir mekânda, aslında var-olmayan yeni bir obje ortaya çıkıyor (yani var oluyor) ve bu yeni obje eskisinden birşeyler hatırlıyor. Yeni obje bizim zihin mülkümüzde bize ait birşey oluyor; onu daha kolay manipüle edebiliyoruz ve onun hatırladığı o birşeyler bize bizim dışımızla ilgili ipuçları verebiliyor.

Bir aczin bir meziyete dönüştüğü ve üstelik bunun işe de yaradığı daha çarpıcı bir olay düşünemiyorum. O bereketli ovaları ova yapan sayısız ayrıntıyı ve eşitsizliği görmezden gel, alçağın-yükseğin, böceğin-çakılın eşitlendiği dümdüz ve sıpsığ ve ruhsuz bir düzlem düşün ve bunu o pürtüklü-yuvarlak ve içi bozçekirdekli- beyazlifli kafanla yap, sonra gerçek dünyayla neredeyse hiçbir bağlantısı kalmamış bu sanal dünyada kendince bir tuhaf oyunlar oyna ve teoremler ispatla, bir gün uzaktaki bir kuyunun dibine Güneş ışığının yılda sadece bir gün indiğini duy, sonra da iki şehrin arasını arşınla ve üzerinde yaşadığımız dünya düz değil yuvarlak de ve çevresini hesapla...

Bu kadarına aklım yetmiyor. Ama anlaşılan bazı akıllar yetmiş.

Eratosten dediğim işte bu akıl. M.Ö. 276-194 arasında çevresini ölçtüğü gezegene konuk olan Eratosthenes'e çağdaşları, beş alanda çok iyi olduğu için Pentathlos diyorlarmış. Tabiî ortalıkta Arşimed gibi (Archimedes M.Ö. 287-212) bir hilkat garibesi dolaşırken en iyi olmak başka fâniye nasip olamazdı. (Bu deyimi umarım bağışlıyorsunuzdur, çünkü normal olmayana garip diyorsak ve biz de normal oluyorsak, Arşimed de öyle oluyor)

Eratosten bir gün Syene diye bir şehirde (bugünkü Assuan) derin bir kuyu olduğunu ve güneş ışığının yılda yalnızca bir gün (yaz gündönümünde) kuyunun dibine kadar indiğini duymuş. (Bu durumda kuyuya bakarsak Güneşi görebilir miyiz, yoksa kafamız mani olur mu sorusunu size bırakıyorum. Şaka bir tarafa, Syene'nin enlemini tahmin edebilir misiniz? Edemezseniz haritaya bakar mısınız? Hayret ettiniz mi? Bu bir tesadüf mü? Tam orada derin bir kuyu olması ne şans değil mi!). Eratosten'in bu bilgiye okuyarak ulaştığı rivayeti de var, çünkü o sıralar İskenderiye Kütüphanesi müdürü imiş (ve o zamanlar kütüphane müdürlüğü de en mühim mevkilerden biri imiş). Tabiî müdür olarak o kitapları okumuş da olabilir. Ben bilgiye nasıl ulaşıldığından çok, bilginin nasıl kullanıldığının daha önemli olduğunu düşünüyorum, ancak sanırım bu kanaat modern bilgi toplumu tarafından paylaşılmıyor. Maamafih bazen bilgiye nasıl ulaşıldığı da önemli olabilir. Her neyse, bu bilgiye ulaşan Eratosten'in zihninde bir parıltı oluşuyor. İlk yaz gündönümü yaklaşırken İskenderiye'deki bir kulenin başında heyecanla bekliyor: Kule gölge vermezse, Dünya düz; verirse, yuvarlak olacak. (Daha doğrusu Dünya'nın nasıl olduğu belli de, bunu Eratosten de anlayacak).



α açısını çizimde sizin için abarttık.

Tabiî ben bu çıkarsamaların her ikisine de katılmamakla birlikte, gene de Eratosten'i mâzur görüyorum: Dünya çift hörgüçlü bir deve gibi olsa ve Syene ile İskenderiye şehirleri bu hörgüçlerin tam tepelerinde olsa, kule gene gölge vermezdi ve sadece bu sebeple Dünya'nın düz olduğu iddiası saçma olurdu. Aynı Dünya örneğinde, İskenderiye bir hörgücün yamacında kurulmuş olsa (ve Syene tepede kalsa), kule gölge verirdi, ama gene Dünya'nın yuvarlak olduğu iddiası yanlış olurdu.

Ama şu kadarı muhakkaktır ki,kule gölge verirse Dünya düz olamaz! Çünkü Dünya düz olursa kule gölge veremez. Ve İskenderiye kulesi gölge veriyor! Yani Dünya düz değil! (Aslında ben de baştan beri bunu söylemeye çalışıyorum ya). Peki bu durumda neden Erastosten Dünya yuvarlaktır diyor? Herhalde gökyüzünde hörgüçlü örnekler olmadığı için olmalı. Yani bunu aslında, güneş ve ayla ve başka estetik sebeplerle destekli olmakla beraber, şanslı bir hipotez kabul edebiliriz. (Tabiî bu da gene rahip hoşgörüsü çerçevesinde geçerli sayılabilir, yoksa gerçek dünyanın iki hörgüçlü bir deveden daha da eğri büğrü olduğu konusunda anlaştık sanırım.)

Şimdi çevre meselesine geçebiliriz. Bu arada Eratosten'in tabiî ki Güneş ışınlarıyla kulenin yaptığı açıyı, gölgeyi kullanarak, oldukça hassas bir şekilde ölçtüğünü söylemeye lüzum yoktur sanırım. Eratosten bu açıyı "dört dik açının 50'de biri" olarak veriyor. (Yani 4x90°/50=360°/50=7,2°) Yandaki şekil gösteriyor ki, artık Dünyanın çevresini bulmak için, İskenderiye ile Syene arasındaki mesafeyi bilmek yeterli. (Tabiî burada Eratosten'in şansı bir kere daha yaver gidiyor, çünkü bu şehirler kabaca aynı boylamda kabul edilebilir).

Artık bundan sonrası tabana kuvvet. Fizik hocamız bize Eratosten'in bu mesafeyi arşınladığını söylemişti. Başka rivayetler de var ama, ben böyle adamlardan korkarım, verilen bilgilere inanmayıp gerçekten arşınlamış olabilir. Bir gerçeğe ulaşmak için 800 km nedir ki? Daha mütevazı amaçlar için bunun yarısından fazla bir mesafe daha yakında yürünmedi mi?

Sonuçta, Dünya'nın çevresi = 800 km x 50= 40 000 km değerini elde ediyoruz ki, insan şapka çıkartıyor. Siz bunun için 800 km yürümez miydiniz?

Goldbach Cephesinde Son Durum...

Christian Goldbach, 7 Haziran 1742'de Euler'e yazdığı mektubunda ünlü tahminini, bugün ifade ettiğimiz şekliyle 2'den büyük her çift sayının iki tane asal sayının toplamı şeklinde yazılabileceğini, dile getirmişti. Euler, doğru olduğundan şüphesi olmadığını, fakat kanıtlayamadığını söylüyordu cevabında. Euler'den sonra binlerce matematikçi aynı tecrübeyi yaşadı. Bugün ise bu tahminin doğruluğu konusunda Euler'den daha emin olduğumuz halde, kimse ne doğruluğunu ne de yanlışlığını ispatlayabilmiş durumda. Bir kitap yayımcısının, kitaba reklam amacıyla koyduğu 1 milyon dolar tutarındaki ödül bakalım bu tahminin ispatına yardım edecek mi?

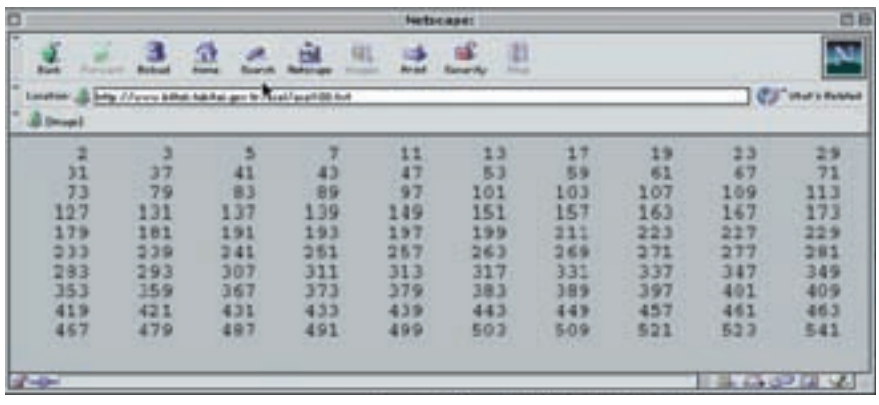
Goldbach tahmininin ispatı konusunda mektuplar yağmaya devam ediyor. Fakat bu ay da gereken ispatı tamamlayan yok. Goldbach tahmini 2'den büyük her çift sayının iki asal sayının toplamı şeklinde yazılabileceğini söylüyordu. Matematikte kullanılan ispat yöntemlerinde, genellikle teorem verildiği şekilde değil de, daha değişik bir şekle sokularak ispatlanmaya çalışılır. Örneğin Goldbach tahminini "1'den büyük her sayıya eşit uzaklıkta olan iki asal sayı vardır" şeklinde düşünmek de olası. Bunun daha değişik bir ifadesi de "1'den büyük her sayının iki asal sayının aritmetik ortalaması olduğu". Gerçi tahminin bu şekilde değiştirilmesi ispatı basitleştirmiyor; ama olaya daha değişik açıdan bakmamızı sağlıyor.

Adıyaman'dan Ahmet Ziya Bayhan, İstanbul'dan Selçuk Atay, Aksaray'dan Hüseyin Gök, İzmir'den Burtay Mutlu ve Gebze'den Mustafa Demir, probleme bu şekilde yaklaşmayı tercih etmişler. Ama hepsinde de verilen bir tamsayıdan eşit uzaklıkta olan iki asal sayı olduğunun kanıtı verilmemiş ya da örnekleyerek gösterilmeye çalışılmış.

Mustafa Demir ile Ankara'dan Güçlü Güney, probleme "olmayana ergi" metodu ile yaklaşıyorlar. Bildiğiniz gibi bu ispat tekniğinde amaç, gösterilmek istenen teoremin yanlış olduğu varsayımından hareket edilerek matematiksel olarak mümkün olmayan bir sonuca ulaşmak (1=0 gibi). Ancak yanlış varsayımlar yapılarak yanlış sonuca ulaşılabileceği için teoremin doğru olduğu gösterilmiş oluyor. Güçlü Güney, yaklaşımında 2n tamsayısının iki asalın toplamı olarak yazılamadığını varsayıyor. Buradan 2n sayısından küçük her asal p için, 2n-p sayısının bileşik olduğunu söylüyor. Fakat bu aşamadan sonra, 2n'in kendinden küçük bütün asal sayılar tarafından bölünmesi gerektiği sonucunu çıkarıyor. Arkadaşımızın ispatının hatalı olduğu tek nokta burası. Bildiklerinden böyle bir sonuca varması mümkün değil. Arkadaşımızın düşünce biçimi, küçük kusuru dışında güzel.

Denizli'den Fatih Yeşildal ise 3'ten büyük tüm asal sayıların ya 6x+1 ya da 6y+5 formunda olduğundan hareket ediyor. Fakat sonra bütün bu sayıların asal olduğunu iddia etmiş. Bunun yanlış olduğunu bir kaç örnek ile görmek olası. 6.4+1=25 ve 6.5+5=35 sayıları bu formlarda; ama asal değiller. İstanbul'dan Coşar Avar iki tane tek asal sayının toplamının çift olduğunu söylüyor. Geçen ay belirttiğimiz gibi bunun doğru olduğunu biliyoruz. Herhalde okurumuz dergi eline geçmeden mektubunu bize gönderdi.

Adıyaman'dan Orhan Tan arkadaşımız, geçen aylarda tavsiye edilen bir tekniğe alternatif sunuyor. Arkadaşımıza göre, sözkonusu çift sayı eğer bir sayının karesi ise bu sayıdan küçük en büyük asal sayı alındığında iki sayının farkı asaldır diyor. Bu doğru olsa bile Goldbach tahmininin ispatı değil. Goldbach, istisnasız tüm çift sayıların, tam kare olsun ya da olmasınlar, iki asalın toplamı şeklinde yazılabileceğini söylüyordu. Arkadaşımızın iddiasının doğru olmadığını göstermek için en iyi örnek ise 100'ün karesi 10000. 10000'den küçük en büyük asal sayı 9973 ve 10000-9973=27 asal değil. Aynı şekilde 10000'den küçük ikinci

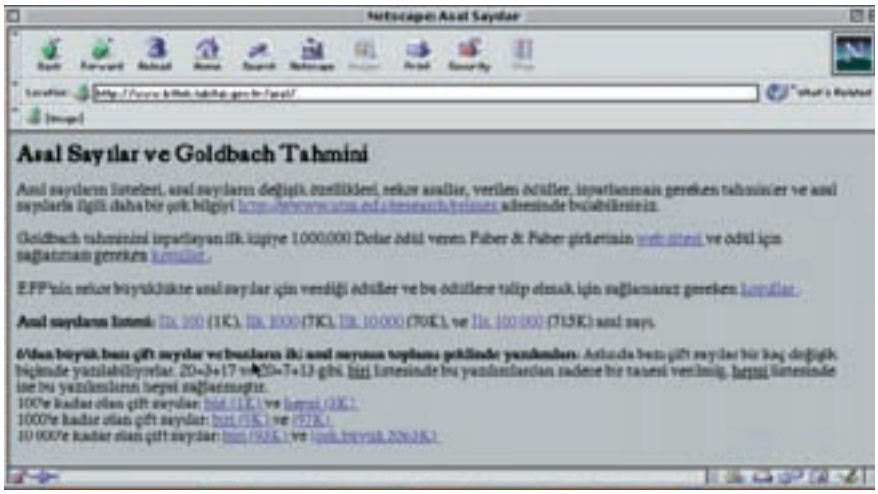


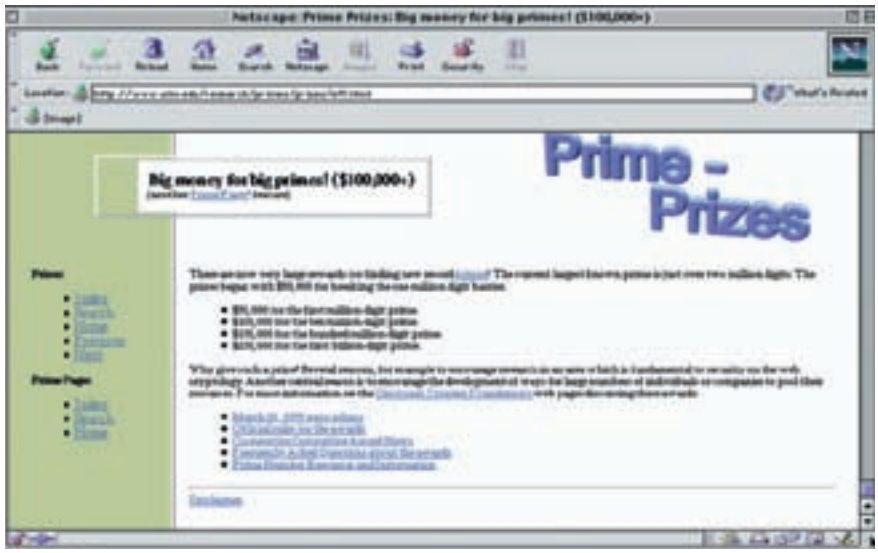
www.biltek.tubitak.gov.tr/asal sayfasında bulabileceğiniz ilk 100 asal sayı

büyük asal sayı 9967 ve 10000 – 9967=33 yine asal değil.

Bu örnekler aslında bize iddia ettiğimiz her özelliğin bir ispatını vermemiz gerektiğini söylüyor. Sadece bir kaç, ya da bir sürü örnek verip bir şeyin doğru olduğunu iddia etmek ispat sayılmaz. Aksi halde birisi bir gün kalkıp iddiamıza aykırı bir örnek verir ve "ispatımız" suya düşer. Goldbach tahmini de aslında aynen böyle bir şey. Şu anda 400 trilyona kadar olan tamsayılar için iddianın doğru olduğu biliniyor. Ama bu bile tahminin doğru olduğu anlamına gelmez. Kimbilir, belki iddia yanlıştır ve birisi bir gün kalkıp iki asalın toplamı şeklinde yazılamayan bir tamsayı bulur gelir. Eğer iddiayı ispatlamak istiyorsanız, birisinin böyle bir şey yapamıyacağını açıkça göstermek zorundasınız.

Çanakkale'den Gökçe Engin, Bebek'ten Elif Alagöz, İzmir'den Yusuf Kaya, Yozgat'tan Ali İhsan Parlak, bize çözümlerini gönderen diğer arkadaşlar. Bu arkadaşlarımız da tahminin doğruluğunu şüpheye yer bırakmayacak bir biçimde göstermemişler. Kırşehir'den Sedat Han, sıkça yapılan ama görülmesi zor bir hatayı tekrarlıyor. Özetlemek gerekirse, arkadaşımız verilen bir çift sayıdan küçük başka bir çift sayının, iki asal sayının toplamı olduğunu gösteriyor. İspatı yaparken, bütün çift sayıların bu özelliğe sahip olduğunu göstermek gerekiyor. Bir tane istisna, tahminin yanlış olduğu anlamına gelir. Orhan Tosun'un analizi güzel; ama matematiksel kesinlikte ispat eksik.





Asal sayılarla ilgili bir konuda Güçlü Tugay bir sorusunu iletmiş. Arkadaşımız, elinde istediği kadar büyük asal sayı üreten bir program olduğunu söylüyor. Bu da sayılar teorisinin ilginç problemlerinden biri: Pratikte kullanılabilir ve kesinlikle asal sayıları verebilen bir algoritma. Böyle algoritmalar olduğu biliniyor; ama hiç kimse bugüne kadar pratikte kullanılabilecek bir tanesini üretmeyi başaramamış. Eğer arkadaşımızın dediği doğruysa, 10 milyon ve daha yukarı ondalık basamaklı asal sayılar üreterek oldukça büyük miktarlarda para kazanabilir. Yalnız burada sorun, bulduğunuz bu sayının asal olduğunu bir şekilde göstermeniz gerekiyor. Verilen bir sayının asal olduğunu göstermenin oldukça kullanılışlı bir kaç değişik yöntemi var. Bu ve buna benzer bilgileri ve asal sayılar konusunda konulan diğer ödülleri http://www.utm.edu/research/primes adresinden öğrenebilirsiniz. Biz sadece 'Elektronik Sınırlar Vakfı' EFF'nin verdiği ödülleri burada ilan edelim:10 milyon ondalık basamaklı ilk asal sayıyı bulana 100,000 dolar, 100 milyon basamaklı ilk asal sayıyı bulana 150,000 dolar, 1 milyar basamaklı ilk asal sayıyı bulanaysa 250,000 dolar ödül verilecek. Bu ödüllerin güzel tarafı ülkelere göre ayrımcılık yapmamaları. EFF aslında bilgisayar dünyasında özgürlükleri savunan bir vakıf. Vakfın büyük asallarla ilgisiyse, veri iletişiminde kullanılan bazı kriptografik tekniklerin büyük asal sayıları kullanmaları. Vakıf, asallar hakkında araştırmaları teşvik ederek bu kriptografik teknikleri güçlendirmek amacıyla bu tip ödülleri veriyor.

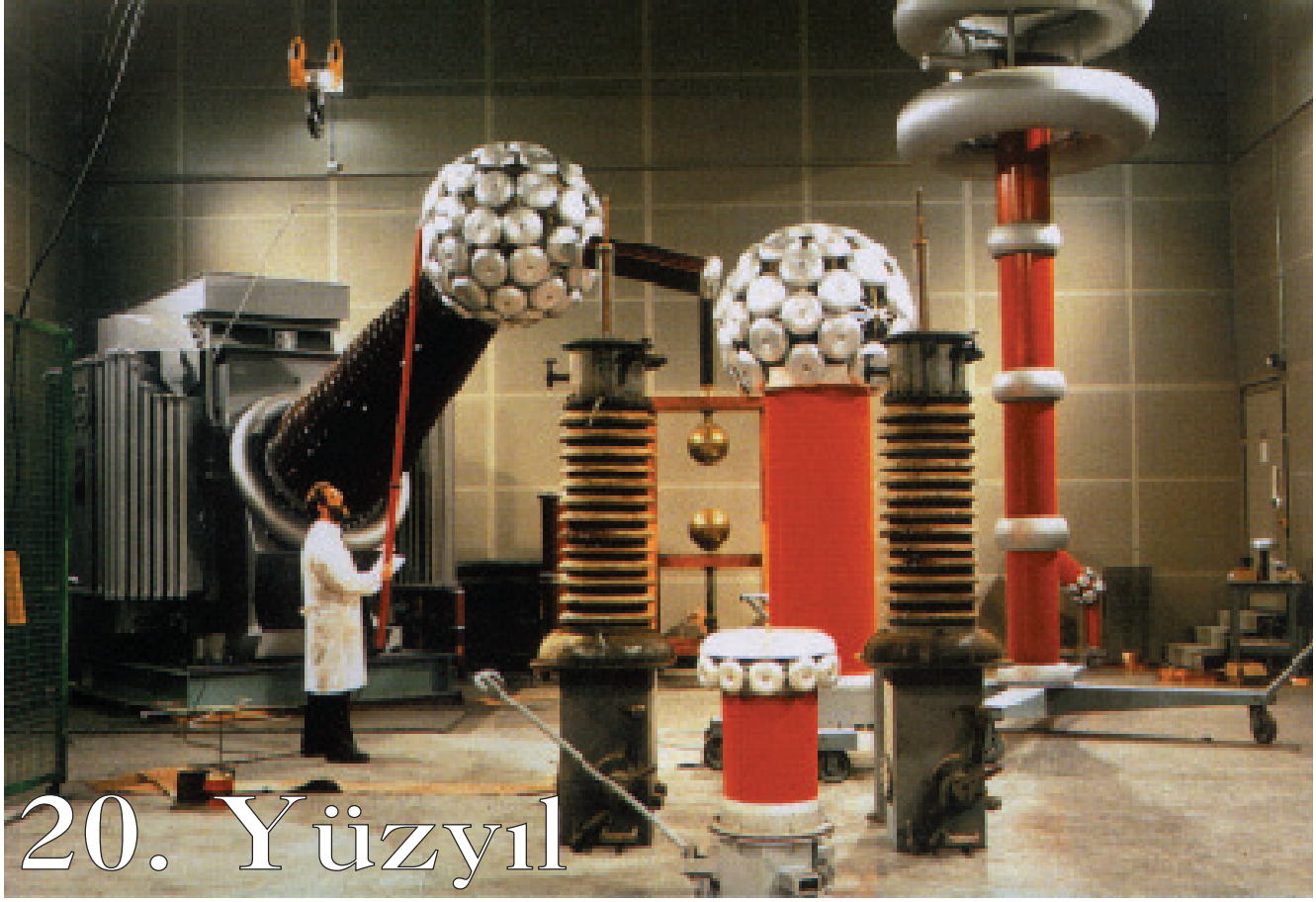
Sadi Turgut

Bazı web sitelerinin adresleri

http://www.biltek.tubitak.gov.tr/asal: Bu adreste bazı asal sayılar ve bazı çift sayıların iki asalın toplamı şeklinde yazılışlarının listelerini bulabilirsiniz.

http://www.utm.edu/research/primes: Asal sayılar hakkında bilmek isteyeceğiniz bir çok şey bu sitede var. Küçük asal sayıların listesi, bilinen en büyük asal sayılar, büyük sayıların asal olup olmadıklarını ispatlamak için yöntemler vs.

http://www.eff.org/coop-awards/award-prime-rules.html: EFF'nin en büyük asal sayı rekorunu kıranlara verdiği ödüllerin detaylarını bu sitede bulabilirsiniz.



20. Yüzyıl

Bilimin Atılım Çağı

Geçtiğimiz haftalarda bilim tarihinde son derece önemli olan bir buluş dünyaya duyuruldu. ABD başkanı ve İngiliz başbakanının birlikte yaptıkları açıklama çarpıcıydı: İnsanın genetik şifresi çözülmüştü. Aynı gün açıklama yapan yalnızca onlar değildi. Vatikan da aynı gün Fatima'nın üçüncü sırrını açıklıyordu. Bir yanda bilim, bir yanda din… Giordano Bruno'nun yakılmasından, Galileo'nun fikrinden "döndürülmesinden" bu yana çok zaman geçti. Ama yine de bu iki kurumun yolları iyice ayrılıncaya kadar bilimde hızlı gelişmeler yaşanmadı. Bilim gelişmek için dinle iç içelikten sıyrılmak zorundaydı.

20. yüzyıl tüm insanlık tarihinin birden bire değiştiği bir yüzyıl oldu. 19. yüzyılın sonları değişimi haber veriyordu. Ama gelişmelerin ne boyuta varacağı ufku en açık insan için bile düşlerin ötesindeydi. Bilimde, sanatta, ekonomide, toplumsal yaşamda, siyasette ve daha birçok alanda öylesine köklü değişimler yaşandı ki, insanlar dünyanın asla bir daha eski dünyaya benzemeyeceğini anladılar. Savaşlar, ekonomik krizler, toplumsal buhranlar, bilimsel keşifler yirminci yüzyılı bir daha geri dönülmeyecek yeni bir şekile büründürüyordu.

Yüzyıllar boyunca küçük sıçramalarla yoluna devam eden bilim ne olmuştu da 20. yüzyılda dev bir adım atmıştı? Buluşların giderek artan bir tempoda ortaya çıkmasının, aynı hızla gündelik yaşamımızda yerini almasının sırrı nedir? Bu soruya birçok yanıt verilebilir elbette. Ama bu sorunun yanıtını sağlıklı bir şekilde bulmak için yalnızca bilime ve bilimdeki gelişmelere bakmak yeterli olmaz. 20. yüzyıl ve onun öncülü, hazırlayıcısı olan 19. yüzyıl dünya tarihinde görülmemiş toplumsal çalkantılara, ekonomik olaylara ve dünya tarihinin en büyük savaşlarına tanıklık ettiler. Sorunun yanıtı tek başına bu olaylarda da değildir. Sorunun yanıtı bunlara bir bütün olarak bakmak ve gelişimin birçok koldan ve her alanda birbirini





Lenardo da Vinci insanlık tarihinde yaşamış en büyük dahilerden biriydi. Ne var ki yaşadığı çağın teknik düzeyi projelerini gerçekleştirmek için yetersizdi.

etkileyerek gerçekleştiğini bilmektir. Leonardo da Vinci yaşamış en büyük dahilerden biriydi ama çizimini yaptığı projelerini gerçekleştirmesi olanaksızdı. Teknolojik açıdan olanaksızdı bu. Galileo Dünya'nın döndüğünü söylediğinde toplumsal koşullar daha uygun olsaydı engiziyondan kurtulabilirdi.



Teknolojik alanda yaşanan minyatürleşme elektronik eşyaların gündelik yaşama girmesini sağladı.

20. yüzyıl bütün koşulların uygun hale geldiği ve her yenilikle bu sürecin hızlandığı bir dönem oldu. Gerek bilimde gerekse teknolojide birçok atılım yaşandı. Ne var ki bu dönemle ilgili bize en çarpıcı gelen şey teknolojik atılımın kapsamıdır. Bu gelişme yalnızca eski tip değerli ürünleri değil, hiç beklenmeyen, çoğu insanın savaştan önce hayal bile edilmediği pek çok ürünün çoğalmasına yol açtı. Bazı devrim niteliğindeki ürünler sözgelimi "plastik" olarak bilinen sentetik maddeler iki savaş arasında geliştirilmişti. Bu dönemde naylon, polistren, politen gibi ürünler ticari üretime girmeye başlamıştı. Televizyon ve ses kayıt aracı gibi bazı ürünler deney aşamasından henüz çıkmıştı. Savaş yüksek teknoloji için, İngilizler ve sonrasında Amerikalılar arasında yarattığı talep nedeniyle, sonraki devrimsel sivil kullanım süreçlerinin bir çoğunu hazırladı. Bunlar, radar, jet motoru savaş sonrası elektronik ve enformasyon teknolojisinin zeminini hazırlayan çeşitli fikirler ve tekniklerdi. Bunlar olmasaydı 1946 yılında icat edilen transistör ve 1947 yılında üretilen dijital bilgisayarlar çok sonraları ortaya çıkabilirdi. Savaş sırasında ilk kez yok etmek üzere harekete geçirilen nükleer enerji, elektrik elde etmek için kullanıma sunuldu.

Teknolojik atılımla ilgili üç şey bizi şaşırtabilir. Bunlardan birincisi dünyadaki gündelik yaşamın bütünüyle değişmesidir. Yoksul dünyada radyo, transistör ve iyice küçültülmüş uzun ömürlü piller sayesinde en uzak köylere bile ulaşabiliyordu. Artık tarlalarda çıplak ayaklarla dolaşanların ayağında plastik sandaletler vardı. Buzdolabı ve dondurucu gibi eşyalar 1940'lı yıllarda evlerin çoğunda yoktu. Zamanla buzdolaplarının içine de teknoloji ürünü yiyecekler konmaya başladı. Dondurulmuş gıda maddeleri, fabrika benzeri yerlerde üretilen kümes hayvanları, tadını değiştirmek için enzimler ve çeşitli kimyasal maddelerle doldurulmuş etler, bunların hepsi yeni teknolojinin ürünüydü.

1950'lere kıyasla, ağaç, eski tarz işlenmiş metal, doğal lifler ya da dolgu malzemeleri, hatta seramik ürünleri gibi doğal ya da klasik malzemelerin mutfaklarımızda, ev eşyalarında ya da kişisel giyimimizdeki payı oldukça azalmıştır. Teknolojik devrim, tüketici bilincine öylesine girdi ki, yenilik, 1950'lerde ortaya çıkan sentetik deterjanlardan dizüstü bilgisayarlara kadar her şeyin satışında başlıca cazibe unsuru haline geldi. "Yeni", her zaman daha iyi olmasa da, tercih ediliyordu.

Teknolojik yeniliği gözle görülür biçimde temsil eden birçok ürün sayabiliriz: Televizyon, vinil plaklar ("Longplay" 1948'de ortaya çıktı), daha sonra teypler, (1960'larda teyp kasetleri piyasaya sürüldü) ve kompakt diskler bu yeniliği en açık şekilde ortaya koyuyordu. Taşınabilir transistörlü radyolar, dijital saatler, önce pille sonra güneş enerjisiyle çalışan hesap makineleri, ev içinde kullanılan diğer elektronik eşyalar verilebilecek diğer örnekler. Bu tür eşyalar için azımsanamayacak bir ilerleme, bu ürünlerin sistematik olarak minyatürleşmesi, yani taşınabilir hale getirilmesiydi. Bu süreç ürünlerin etki alanını ve pazarını büyük ölçüde genişletti.



20. yüzyılda gündelik yaşama yönelik buluşlar bilimi ilgi odağı haline getirdi.

İkinci olarak teknoloji karmaşıklaştıkça, keşif ya da icattan ürüne giden yol da karmaşıklaşıyordu. Ürünü geliştirme süreci de daha detaylı ve pahalı hale geliyordu. Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) ekonomik büyüme için merkezi hale geldi. Bu nedenle gelişmiş piyasa ekonomilerinin diğer ekonomiler üzerindeki avantajı güçlendirildi. Tipik bir "gelişmiş" ülkede 1970'lerde, her bir milyon kişiye yaklaşık bin kadar bilim insanı ve mühendis düşüyordu. Bu sayı Brezilya'da 250, Hindistan'da 130, Pakistan'da 60, Kenya ve Nijerya'da yaklaşık 30 kadardı. Ayrıca icat süreci öylesine sürekli hale geldi ki, ürün geliştirmenin maliyeti üretim maliyetinin giderek büyüyen ve zorunlu bir parçası haline geldi. Kitlesel piyasaya daha fazla yönelik endüstrilerde, sözgelimi ilaç üretiminde kullanılan kimyasal madde endüstrilerinde, yeni ve gerçekten gereksinim duyulan bir ilaç, özellikle patent haklarıyla rekabetten korunduğunda çeşitli maddi olanaklar sağlayabiliyor ve bunlar üreticiler için daha ileri araştırmalarda kullanılmak açısından son derece büyük önem taşıyordu. O kadar kolay korunmayan mucitler çok daha kısa süre içinde para kazanmak zorundaydılar, çünkü öteki ürünler piyasaya girer girmez fiyatlar düşüyordu.

Üçüncüsü yeni teknolojiler karşı konulmaz biçimde sermaye yoğundu. Yüksek düzeyde kalifiye bilim insanları ve teknisyenler dışında emekten tasarruf ediliyordu. 1950 ile 1980 arasındaki 30 yıllık dönemin başlıca özelliği bu dö-



2. Dünya Savaşı'nın ardından savaş teknolojisi hızla sivilleşti. Teknolojik yeniliği gözle görülür biçimde temsil eden ürünler arasında transistörlü radyolar, televizyonlar sayılabilir.

nemdeki üretime yönelik gelişmenin sürekli büyük yatırım gerektirmesi ve giderek, tüketiciler dışındaki insanlara gerek duymamasıydı. Ne var ki ekonomik kabarışın gücü ve hızı öyleydi ki, bir kuşak boyunca bu durum tam olarak anlaşılamadı. Tam aksine ekonomi, sanayileşmiş ülkelerde bile çok hızlı büyüdü ve endüstriyel işçi sınıfı çalışan nüfus içindeki payını korudu. ABD dışındaki bütün ileri ülkelerde savaş öncesindeki depresyon sırasında oluşan ve savaş sonrası terhis sırasında dolan rezerv işçi göçleri geriledi. Yeni emek arzı kırsal kesimden ve göçmenlerden sağlandı ve o zamana dek işgücü piyasasının dışında tutulan evli kadınlar artan sayılarla pazara girdi. Bu gelişmelerin sonuç olarak o dönemde esinlenen ideal, günümüzde bir ölçüde gerçekleştiyse de, henüz devam eden bir süreçtir: İnsansız üretim ya da hizmet. Arabaları monte eden robot kollar, enerji çıkışını denetleyen bilgisayar kümeleriyle dolu sessiz ve insansız mekanlar, sürücüsüz trenler, bu sürecin bir parçası olarak karşımıza çıkıyorlar. İnsan böyle bir ekonomik sistem içinde ancak bir bakımdan önemliydi: mal ve hizmet alıcıları olarak. 1950'lerden hemen sonra bu yöndeki öneriler, tıpkı Victoria çağı bilim insanlarının gelecekte evrenin entropi nedeniyle öleceğine dair yaptıkları uyarı gibi, hâlâ gerçekdışı ve uzak gibi görülüyordu.

Teknolojik gelişmedeki belirleyicilerden biri de ekonomideki uluslararasılaşma oldu. Altın çağ olarak adlandırılan 1950'lerden sonraki yıllarda endüstrileşmenin büyük kısmı, eski teknolojileri temel alan ve, eski endüstrilerin yeni ülkelere; on dokuzuncu yüzyılın kömür, demir ve çelik sanayilerinin sosyalist tarım ülkelerine, yirminci yüzyılın Amerikan petrol ve içten yanmalı motor endüstrilerinin Avrupa ülkelerine yayılmasından oluşuyordu. Sivil endüstri alanında yüksek düzeyde araştırmalarla geliştirilen teknolojinin etkisi, 1973 sonrasının krizli onyıllarına kadar etkili olmadı. İletişim teknolojisi ve genetik mühendisliğinde meydana gelen büyük atılım, bu dönemde gerçekleşti. Neredeyse savaş sona erer ermez dünyayı dönüştürmeye başlayan başlıca icatlar, kimya ve farmakoloji alanındaydı.

1910 yılında bütün Alman ve İngiliz fizikçi ve kimyacıları, yaklaşık sekiz bin kişilik bir gruptu oluşturuyordu. 1980'lerin sonunda ise, dünyada araştırma ve deneysel geliştirme ile fiilen uğraşan bilimcilerin ve mühendislerin sayısı yaklaşık beş milyon olarak tahmin ediliyordu. Bunların yaklaşık bir milyonu ABD'de, biraz daha fazlası Avrupa ülkelerinde bulunuyordu. Bilim adamları gelişmiş ülkelerde bile nüfusun çok küçük bir kesimini oluşturmaya devam ettilerse de, sayıları 1970'ten sonraki yirmi yıl içinde ikiye katlanarak artmaya devam etti. Ne var ki 1980'lerin sonunda bunlar, yüzyılın ikinci yarısında yaşanan eğitim devrimini yansıtan potansiyel bilimsel ve teknolojik insan gücü olarak adlandırılabilecek olan buzdağının suyun üzerinde kalan kısmını oluşturuyorlardı. Bilimciler giderek mesleğe giriş bileti haline gelen bir ileri doktora teziyle mesleğe seçiliyorlardı. Batılı ülkelerde her milyon kişi başına yılda yaklaşık 130-140 bilim doktoru yetişiyordu. Ancak artık bir yenilik vardı. Avrupa merkezli bilim yirminci yüzyılda sona ermişti. Özellikle İkinci Dünya Savaşı, bilimin merkezini Avrupa'dan Amerika'ya aktardı. İkinci Dünya Savaşı sırasında Avrupa'dan kaçan beyinler, 1945 sonrasında daha çok ekonomik nedenlerle, yoksul ülkelerden zengin ülkelere doğru aktılar. Bunun olması doğal karşılandı, çünkü 1970'lerde ve 1980'lerde gelişmiş kapitalist ülkeler, araştırma ve ge-



Yüzyılın başlarında Avrupa'daki fizik ve kimyacıların sayısı yaklaşık sekiz bindi. Yüzyılın sonlarında bu sayı 5 milyonun üzerindeydi.

liştirmeye ayrılmış bütün dünya giderlerinin yaklaşık dörtte üçünü harcarken, gelişmekte olan ülkelerin harcamaları % 2-3'ten fazla değildi. Bilim adamlarının çizdiği görüntü, parasal imkanlar sağlayan az sayıda merkezde yoğunlaşmış bir elit görünümündeydi. Bu merkezler, birbirleriyle mesleki bilgi alış-verişinde bulunmak için gruplar halinde toplanmışlardı. Zaman geçtikçe bu faaliyetler bilim adamı olmayanlar için daha kavranamaz hale geldi. Başlangıçta bilim adamı olmayanlar, onların yazdıkları makaleleri izleyerek neler yapıldığını izlemeye çalışıyorlardı. Uzmanlaşma arttıkça bilim adamları bile giderek kendi alanları dışında neler olduğunu anlamak ve kendi yaptıklarını açıklamak için yayın organlarına gereksinim duymaya başladılar.

Yirminci yüzyılın bilime bağlılığı çok açıktır. İleri bilim, gündelik deneyimle öğrenilemiyordu. Uzun yıllar süren akademik bir eğitim sonucu kavranabilecek bilgi 19. yüzyılın sonuna kadar, göreli olarak dar bir uygulama alanına sahipti. 17. yüzyılın fizik ve matematiği mühendisleri yönlendirirken geç 18. ve erken 19. yüzyılların kimya ve elektrik alanlarındaki keşifleri sanayi ve iletişim için gerekliydi. Profesyonel bilimsel araştırmacıların yaptıkları çalışmalar teknolojik ilerlemenin öncü ucu olarak kabul edildi. 20. yüzyılın yüksek bilimi daha 1914'ten önce görülebilirdi, bununla birlikte yüksek bilim henüz, dünyanın her yerindeki gündelik yaşamın kavrayabileceği bir şey değildi.

İleri bilim ve teknoloji yirminci yüzyılın ikinci yarısında artık, yalnızca gelişmiş dünya ile sınırlı değildi. Genetik bilimindeki gelişmeler olmasaydı, Hindistan ve Endonezya gibi ülkeler hızla artan nüfusları için yeterli gıda maddesini üretemezdi. Bu türden teknolojiler hakkında vurgulanması gereken şey, bunların en gelişmiş ülkelerde bile sıradan insanların dünyasından çok uzak keşif ve teorileri temel almasıydı. Öyle ki dünyada yalnızca sınırlı sayıda insan bu keşif ve teorilerin pratik sonuçlarını başından itibaren kavrayabiliyordu. Alman fizikçi Otto Hahn, 1939'un başında nükleer fizyonu keşfettiğinde, Niels Bohr gibi bu alanda



Mikroişlemcilerin icadı, dev boyutlu bilgisayarların küçülmesini sağladı.

en aktif bazı bilim adamları bile bu keşfin savaşta ya da barışta, öngörülebilir bir gelecekte herhangi bir pratik uygulamaya sahip olacağından kuşkuluydular. Bu keşfin potansiyelini kavrayan fizikçiler bunu generallere ve politikacılara anlatmamış olsalardı bu keşiflerin unutulma ihtimali vardı. Yine ayn şekilde Alan Turing'in 1935'te yazdığı modern bilgisayar teorisinin temelini oluşturan tez, özgün olarak matematiksel mantıkçılar için spekülatif bir çalışma olarak yazılmıştı. Savaş, Turing'e ve diğerlerine teoriyi, şifre çözücü olarak uygulama fırsatı sağladı. Ancak ortaya çıktığı dönemde bir avuç matematikçi dışında kimse Turing'in tezini dikkate almak şöyle dursun, okumamıştı bile.

İnsanların çoğu için ne kadar kavranamaz olurlarsa olsunlar, bilimsel keşifler, bir kez gerçekleştirildiklerinde, çok kısa sürede pratik teknolojilere aktarıldılar. Sözgelimi transistörler,



katı maddelerle uğraşan fizik dalında, tam olarak gelişmemiş kristallerin elektromanyetik özellikleri hakkında 1948'de yapılan araştırmaların bir yan ürünü olarak ortaya çıktı. Aynı şekilde lazer ışınları da optik araştırmalardan değil, bir elektronik alanla rezonans halinde titreşen moleküller oluşturma çalışmasından kaynaklandı.

1939-1946 savaş döneminde yapılan araştırmaların kazandırdığı deneyim, kaynakların yoğunlaştırılması durumunda en zor teknolojik sorunların bile daha önce düşünülemeyecek kadar kısa sürede çözülebileceğini kanıtladı. Nitekim Nazi Almanyası'nın nükleer bir bomba yapmayı başaramamasının nedeni, Alman bilim insanlarının böyle bir bombayı nasıl yapacaklarını bilmemeleri, ya da bu konuda çeşitli tereddütlere kapılmaları değildi. Bunun asıl nedeni Alman savaş makinesinin bunun için gerekli kaynakları tahsis etmeye istekli olmaması, ya da bunu yapamamasıdır. Bu konuda çaba göstermekten vazgeçtiler ve daha kısa sürede getiri vaadeden roket konusunda bir yoğunlaşmayı tercih ettiler. İngiltere ve ABD gibi ülkeler, savaş ya da ulusal prestij (sözgelimi uzay çalışmaları) gibi amaçlar uğruna, maliyete bakmaksızın araştırmalar yapmaya öncülük ettiler. Bu da laboratuvar biliminin, bir kısmının, gündelik kulanım için büyük potansiyel taşıdığı görülen teknolojiye dönüştürülmesini hızlandırdı. Lazer bu hıza bir örnek oluşturmaktadır. İlk kez 1960'larda laboratuvarda görülen lazer, 1980'lerin başında kompakt disklerde kullanılarak tüketiciye ulaştırılmıştı. Biyoteknolojideki gelişmeler daha hızlıydı. Rekombinant DNA tekniklerinin, yani bir türden alınan genleri bir başka türün genleriyle birleştirme tekniklerinin yeterince uygulanabilir olduğu ilk kez 1970'li yıllarda görüldü. Bundan sonra, yirmi yıldan daha kısa süre içinde biyoteknoloji, tıbbi ve tarımsal yatırımın başlıca alanı oldu.

Yirminci yüzyıl teorilerin ışığı altında neyi arayacaklarını ve neyi bulmaları gerektiğini pratisyenlere söyleyen teorisyenlerin, başka bir deyişle matematikçilerin yüzyılı olacaktı. Bu konuda biyoloji bir istisnadır. Bunun ya-

nında gözlem ve deneyim ikincil değildi. Tam aksine bunların teknolojisi yeni aygıtlar ve yeni tekniklerle, on yedinci yüzyıldan bu yana her zamankinden çok daha derin biçimde devrimselleştirilmişti. Sözgelimi optik büyültme sınırları elektron mikroskobu (1937) ve radyo teleskopu tarafından aşıldı. Sonuç olarak atomik alana ve evrenin uzaklıklarına nüfuz eden çok daha derin bir gözlem mümkün oldu. Son yıllarda bilgisayarlarla yapılan rutin ve giderek daha da karmaşıklaşan laboratuvar faaliyet ve hesaplama biçimleri deneycilerin, gözlemcilerin ve giderek model oluşturan teorisyenlerin gücünü artırmıştır. Bazı alanlarda, özelllikle astronomide bu gelişme zaman zaman rastlantıyla, sonraki teorik yenilikleri zorlayan keşiflerin gerçekleştirilmesine yol açtı. Modern kozmoloji temelde bu türden iki keşfin sonucu oldu: Hubble'ın galaksi spektrumlarının analizini temel alan evrenin genişlemekte olduğu gözlemi ve Penzias ile Wilson'un kozmik ardalan ışınımını 1965'te keşfetmeleri.

Yirminci yüzyılda en gözde bilim dalı fizikti hiç kuşkusuz. Bu durum 1950'lerden sonra, moleküler biyolojide devrimsel nitelikte gelişmeler olduysa da sürdü. Bilimlerin hiçbir alanı Newton fiziğinden daha sağlam, daha tutarlı ve metodolojik olarak da daha kesin görünmedi.



"Bugünlerde birileri tarafından reddedilmeyen pek az bilimsel aksiyom var." diyordu Planck yüzyılın başlarında. O günlerde bilim dünyasında art arda yaşanan gelişmeler şüpheciliği artırmıştı.

Bu fiziğin temelleri Planck ve Einstein'ın teorileriyle ve 1890'larda radyoaktivitenin keşfinin ardından atom teorisinin dönüştürülmesiyle zayıfladı. Newton fiziği yeterince gözlemlenebiliyordu. Gözleme aygıtlarının teknik sınırlamalarına tâbiydi. Aynı zamanda açık ve kesindi. Bir nesne ya da fenomen, ya bir şeydi ya da başka bir şey. Bunlar arasındaki ayrım açıktı. Yasaları evrenseldi, kozmik ve mikrokozmik düzeyde eşit olarak geçerliydiler. Sonuç olarak bütün sistem ilke olarak deterministti. Bütün bu özellikler 1895 ve 1914 yılları arasında sorgulandı. Işık, Planck'ın ardından Einstein'ın savunduğu gibi sürekli bir dalga hareketi miydi, yoksa foton adı verilen ayrı parçacıkların yayılması mı? Bazen biri bazen de diğeri en iyi açıkla-







ma olarak görülüyordu. Einstein bu bilmecenin ortaya çıkışından yirmi yıl sonra şu sözleri söylüyordu "Teorik fizikçilerin yirmi yıldır süren muazzam çabalarına karşın itiraf edilmelidir ki, aralarında mantıksal bağlantı olmaksızın her ikisi de vazgeçilmez olan iki ışık teorisine sahip bulunuyoruz."

Bu son örnek de gösteriyor ki geçmişin tam tersine bilimde, teknoloji de olsun, yaşamın diğer alanlarında olsun, yirminci yüzyıl, "kesinliklerden" uzaklaşmıştı. Bu karışıklık, bu konuları bilen ya da düşünenlerin, eski bir dünyanın sona ermiş olduğu, ya da en son karışıklıklarını yaşadığı, ancak yeni dünyanın hatlarının henüz tam olarak seçilemediği biçimindeki görüşlerini doğrular gibiydi. Max Planck bilimdeki krizle dışarıdaki yaşamın krizi arasında bir bağlantı görüyordu. Şöyle diyordu Planck: "Tarihin eşsiz bir anında yaşıyoruz. Bu, sözcüğün tam anlamıyla bir kriz anıdır. Ruhsal ve maddi uygarlığımızın her dalında kritik bir döneme gelindiğini görüyoruz. Bu hayalet kendini yalnızca kamusal hayatta değil, aynı zamanda kişisel ve toplumsal hayattaki temel değerlere yönelik genel tutumda da gösteriyor… Putkırıcı artık bilim mabedini de istila etmiştir. Bugünlerde birileri tarafından reddedilmeyen pek az bilimsel aksiyom var. Aynı zamanda neredeyse her anlamsız teori, şurada veya burada kendisine neredeyse kesinlikle inananlar bulabiliyor."

Sonuç olarak söylemek gerekirse, 20. yüzyılın bilim ve teknolojide yaşadığı büyük sıçrama, birçok alanda işbirliğinin sonucu olarak gerçekleşmiştir. Bunun tersi de geçerlidir; bilim ve teknoloji geliştikçe birçok alanda işbirliği gerekli olmuştur. Bunun yanında işbirliğine giden alanların giderek karmaşıklaşarak çoğaldığını da unutmamak gerekir. 20. yüzyıl kesinlikle hızın yüzyılı oldu. Her alanda yaşanan hızlı gelişme, hızlı iletişimi zorunlu kıldı. Hızlı iletişim insanları birbirlerine yaklaştırırken, düşünceleri de birbirine yakınlaştırıyordu.

Gökhan Tok

Kaynaklar

Hobsbawm, E., *Kısa Yirminci Yüzyıl*, Sarmal, Çev:Yavuz Alogan, 1996

Hobsbawm, E., *Sanayi ve İmparatorluk*, Dost Kitabevi, Çev:Abdullah Ersoy, 1998

Mumford, L., *Makina Efsanesi*, İnsan Yayınları, Çev: Fırat Oruç, 1996

Kapra, F., *Batı Düşüncesinde Dönüm Noktası, İnsan Yayınları, Çev:* Mustafa Armağan, 1992



Sayısal Görüntüleme

Temel Kavramları ve Jeolojik Uygulamalardaki Önemiyle

SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME (SGİ), bilgisayar yardımıyla görüntülerin işlenmesi ve yorumlanması olarak tanımlanabilir. Bu teknik; tıp, kriminoloji (suç bilimi) ve askeri haber alma gibi birbirinden farklı alanlarda kullanıldığı gibi uydular aracılığıyla elde edilmiş görüntülerin jeolojik amaçlı olarak yorumlanmasında da kullanılır. SGİ; Landsat, SPOT, Radarsat, NOAA gibi değişik uydu sistemleri tarafından kaydedilen görüntülere, ticari ve halka açık programlar aracılığıyla bilgisayar ortamında uygulanabilmektedir.

SGİ, kısaca ekran üzerinde görüntüyü oluşturan en küçük elemanı (piksel) bilgisayarda işler. Bilgisayar, bu elemanları bir eşitlikler serisinde kullanmak ve hesaplama sonuçlarını saklamak için programlanmıştır. Bu işlemler sonucunda yeni bir sayısal görüntü oluşur.

SGİ, uzaktan algılanmış verilerin tümden incelenmesine ve veri analizinin otomatikleştirilmesine öncülük eder. İnsan gözü spektral, bilgisayarlar ise konumsal modellerin değerlendirilmesinde bir dereceye kadar yeteneklidir. Bu yöntemde ise görsel ve sayısal işlemler birbirini tamamlar.

Görüntü İşlemleri

SGİ'den önce yeryüzünün herhangi bir parçası analogdan sayısala dönüştürme işlemi sonucunda sayısal forma dönüştürülür. SGİ' yi 4 ana gruba ayırmak mümkündür.

Görüntü Düzeltimi ve Onarımı

Görüntü alımı sırasında ve daha sonrasında ortaya çıkan aksaklıkların düzeltilmesi için yapılan işlemlerdir. Yerkürenin yuvarlaklığı ve perspektifden doğan bozukluklar (geometrik düzeltme), Güneş'in yeryüzü üzerine düşen ışınlarının mevsimsel olarak değişimi (radyometrik düzeltme), görüntü üzerinde istenen bilgilerle ilgili olan ve olmayan iki ayrı kategorinin ortaya çıkarılması (sinyal ve parazitlerin belirlenmesi) gibi işlemler bunlar arasındadır.

Görüntü Zenginleştirmesi

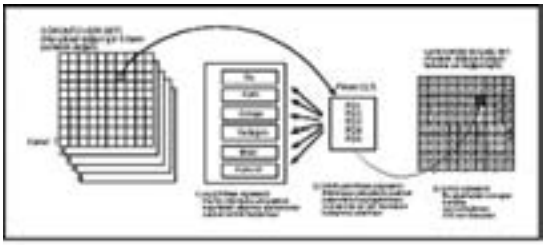
Görüntü zenginleştirmesinin amacı görsel yorumlamayı daha da iyileştirmektir. Kontrast uzanımı, standart yapay-renkli görüntüler, spektral oranlama, kenar zenginleştirmesi ve IHS dönüşümleri olmak üzere 5' e ayrılır (Berger. 1994).

Görüntü Sınıflaması

Sınıflama yöntemlerinin amacı, yeryüzü üzerinde farklı örtü sınıflarıyla temsil edilen alanları sınıflandırmaktır. Kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere ikiye ayrılır.

Kontrollü sınıflama: Bu sınıflama türünde, görüntüde yer alan değişik yer örtülerinin tanıtman faktörleri, bilgisayar algoritmasıyla ifade edilir. Analist; sınıflandırıcıya, bilgi içeren sınıfları tanımasını öğretir. Bunu yapmak için, alıştırma bölgeleri temel alınır. Veri setindeki her piksel, yorumlama anahtarındaki her kategoriyle sayısal olarak karşılaştırılır ve en çok benzeyen kategorinin ismiyle anılır.

Alttaki şekil, kontrollü sınıflamayı üç temel adımda özetlemektedir. (1) Analist ilk aşamada, alıştırma bölgelerini temsil eden ve görüntüdeki her bir farklı örtü tipinin spektral nitelikleri için bir sayısal tanım geliştirir. Daha sonraki aşamada (2), görüntü veri setindeki her piksel örtü sınıfına kategorize edilir. Herhangi bir alıştırma setine benzetilecek yetersiz sayıda piksel varsa genellikle bilinmeyen olarak adlanır. Bu işlemde, her piksel için ayrılan kategori etiketi, yorumlanmış veri setindeki ilişkili hücreye kaydedilir. Tüm veri setinin kategorize edilmesinden sonra sonuçlar çıktı aşaması olarak sunulur (3). Çıktı ürünlerinin üç ayrı formunu tematik haritalar, farklı yer örtü sınıfları ve bir coğrafik bilgi sisteminden (GIS) sorumlu sayısal veri dosyaları oluşturur.



Kontrollü sınıflamanın temel aşamaları

Kontrolsüz sınıflama: Kontrolsüz yaklaşımda görüntü verileri, doğal görüntüdeki spektral gruplarda kümelenir ve sınıflanır. Analist, daha sonra yer referanslı verilerle sınıflanmış görüntüleri karşılaştırarak bu spektral grupların yer-örtü benzerliğini belirler. Bu sınıflamada veri analistinin karar bölgelerinin oluşturulmasında kontrolü azdır. Kontrolsüz sınıflandırma, kontrolün azalması nedeniyle bilgi içeren sınıfları belirlemede kontrollü sınıflandırma kadar etkin değildir.

Görüntü Birleştirimi

Sayısal formdaki görüntülerin varlığı, farklı uydu sistemlerinin içerdiği çeşitli görüntü verilerinin birlikte kullanılmasına da imkan sağlar. Birleştirilmiş bu ürünler iki gruba ayrılabilir. Bunlar; iki boyutla ifade edilen harita formatı ve bu tiplerin üç boyutla temsil edilebilen türleridir.

Örnek olarak; ince detayları bile gösterebilen siyah/beyaz (pankromatik) bir SPOT uydu görüntüsü, aynı bölgenin zenginleştirilmiş Landsat TM görüntüsüyle birleştirildiğinde, konumsal ve spektral ayırma gücü daha iyi olan bir görüntü ortaya çıkar. Bunun yanında topografyanın izlenebildiği üç boyutlu görüntüler, aynı bölgeye ait jeolojik enine kesitlerle birleştirilebilir. Jeolojik haritası yapılmış herhangi bir bölgenin uydu görüntüsü, bu haritalamalarla ile birleştirildiğinde ya-

pısal ve stratigrafik yorumlama daha iyi yapılabilir.

Sonuçlar

Sayısal görüntü işleme yöntemleri; jeolojik haritalama, bölgesel tektoniğe yönelik çalışmalar, cevher ve mineral oluşuklarının belirlenmesine yönelik olarak uygulanabilir. Özellikle yapısal jeoloji ile ilgili uygulamalarda yönsel zenginleştirme tekniklerinin uygulanması önerilebilir. Bu tür uygulamalar sonucunda, yörede etkin olan çizgiselliklerin yönleri saptanabilir. Arazi çalışmalarıyla bu tür çizgiselliklerden hangilerinin ne tür fay oldukları ortaya çıkarılabilir. Jeolojik haritalamaya yönelik uygulamalarda ise ince detayları gösterebilen görüntüler tercih edilmeli, uygun bant seçimi yapılmalı ve bu görüntüler zenginleştirme teknikleriyle görsel açıdan daha iyi hale getirilmelidir.

Bütün bu anlatılanların ışığında, SGİ' nin, görüntülerin jeolojik olarak yorumlanmasında çok önemli bir yere sahip olduğunu söylenebilir. Uzaktan algılamayla birlikte düşünüldüğünde, bu yorumlamayı yapabilecek düzeye gelmiş bir analistin, fizik, matematik, kimya, bilgisayar ve elektronikle ilgili bazı terim ve kavramları bilmesi gereklidir.

Kaan Şevki Kavak
Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar

Arnold, R.H., 1997, *Interpretation of Airphotos and Remotely Sensed Images*, Prentice Hall, New Jersey. 250 p.

Berger, Z., 1994, *Satellite Hydrocarbon Exploration-Interpretation and Integration Techniques*, Springer-Verlag, Berlin. 319 p.

Carr, J.R., 1995, *Numerical Analyses for the Geological Sciences*, Prentice Hall, New Jersey. 592 p.

Drury, S.A., 1993, *Image Interpretation in Geology*, 2 nd ed. Chapmann & Hall, London, 283 p.

Jensen, J.R., 1996, *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. Prentice Hall, New Jersey. 316 p.

Kavak, K.Ş., 1995, *Uzaktan algılamanın temel kavramları ve Sivas Havzası'nın GD'suna ait Landsat MSS görüntülerinin arazi verileriyle denetirilmesine yönelik bir uygulama*, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Doktora semineri 1. 70 s (yayımlanmamış).

Kavak, K.Ş., 1997, *Uzaktan algılamada sayısal görüntü işlemleri ve jeolojideki uygulamaları*. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Doktora semineri II. 62 s (yayımlanmamış).

Kavak, K.Ş., 1997a, İnan, S., *Poisson, A. ve Guezou, J.C., 1997, Tectonostratigraphy of the Southern Sivas Tertiary Basin (Central Turkey) and Comparison with Landsat MSS Imagery*, International Geology Review, 39, 353-364

Kavak, K.Ş., 1998, *Savcun ve Karacaören (Ulaş-Sivas) Yörelerinde Sivas Tersiyer Havzasının Tektonostratigrafisi, Tektonik Deformasyon Biçimi ve Sayısal Görüntü İşlem Yöntemleriyle İncelenmesi*, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Sivas, Doktora Tezi, 287 s (yayımlanmamış)

Kavak, K.Ş., 1998a, *Uzaktan algılamanın temel kavramları ve jeolojideki uygulama alanları*, Jeoloji Mühendisliği,52, 63-74.

Kavak, K.Ş., 1999, *Display and Enhancement Facilities of Landsat MSS and SPOT XS Imagery in Remote Sensing Geology: An Example from the Sivas Tertiary Basin (Central Anatolia(Turkey), International Journal of Remote Sensing* (incelemede)

Lillesand, T.M., ve Kiefer, R.W., 1994 *Remote Sensing and Image Interpretation*, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York. 750 p

Maktav, D. ve Sunar, F., 1991, *Uzaktan Algılama: Kantitatif Yaklaşım*, Hürriyet Ofset A.Ş., İstanbul. 429 s.

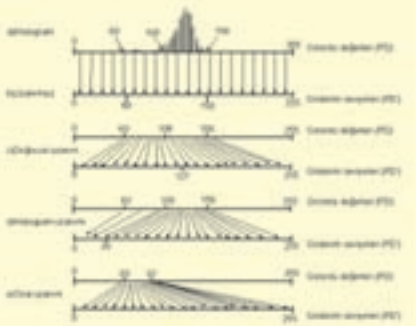
Sabins, F.F., 1987, *Remote sensing principles and interpretation*, WH. Freeman, San Fransisco.

Vincent, R.K., 1997, *Fundemantals of Geological and Environmental Remote Sensing*, Prentice Hall, New Jersey, 366 p

Daha Zengin Görüntü İçin

Kontrast Uzanımı

Bilgisayar ortamındaki 8 bitlik kodlama sisteminde, görüntü 256 gri seviyesinde gösterilir ve kaydedilir. Kontrast uzanımının amacı, görüntüye ait parlaklık değerlerinin (PD) dar aralığını daha geniş bir aralığa yaymaktır. Bu işlemi anlamak için, parlaklık değeri 0 ile 255 arasında değişen bir algılayıcı sistemin varlığını düşünelim. Şekil 1.a, herhangi bir görüntünün bir spektral banda kaydedilmiş histogramını göstermektedir.



Şekil 1: Kontrast uzanım zenginleştirmesinin genel prensipleri.

Histogramda gözlenen 60-158 arasındaki değerleri, 0 ila 255 arasına yayılarak daha iyi bir gösterim elde edilebilir. Böylece, Şekil 1.c' deki aralık homojen olarak daha geniş bir aralığa yayılır. Bu işlem, doğrusal uzanım olarak adlanır. İşlem öncesinde, görüntü tonlarında güçlükle fark edilen değişimler, sonradan yorumlayıcı tarafından kolayca tanınabilecek tonlara dönüşür. Eş uzanımlı histogram işlemiyse, değerlerin çoğunun histogramın sık olduğu bölüme atanmasıyla gerçekleşir (Şekil 1.d). 109-158 arasındaki değerler böylece 39-255 arasında yer alan gösterim parçasına yayılır. Özel uygulamalardaysa, histogramın dar bir aralığıyla ifade edilen değerleri, tüm histogram aralığına yayılarak analiste daha ayrıntılı ve doyurucu bilgi sağlanır (Şekil 1.e).

Şekil 2.a da orijinal bir Landsat MSS görüntüsü, çok düşük bir kontrast göstermekte olup dar bir alana sıkışmış parlaklık değerlerini temsil eder. Kontrast uzanım işlemi sonrası ortaya çıkan görünümde, kontrastın oldukça arttırıldığı ve yorumlamanın öncekine oranla daha iyi hale geldiği gözlenir.

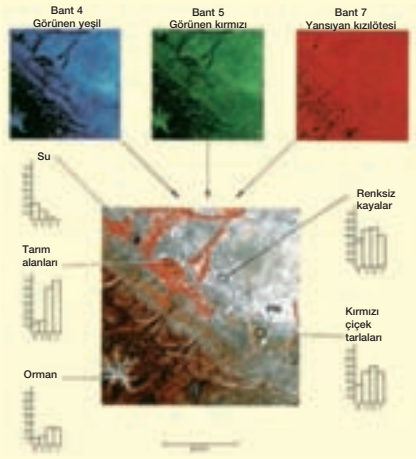


Şekil 2: Wind River Havzası' ndan alınan bir Landsat MSS görüntüsüne (a) kontrast uzanımı uygulandıktan sonra ortaya çıkan durum.

Standart Yapay Renkli Görüntüleme

Bu işlemin temelini, görüntüyü oluşturan her bir spektral banda özel bir renk atanması esası oluşturur. Bu bantlar, daha sonra tek bir görüntü altında birleştirildiğinde renkli fakat insan gözü tarafından algılanan görünümle ilişkisi olmayan yeni bir görüntü meydana getirir (Şekil 3).

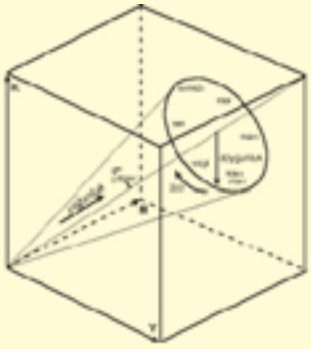
Standart yapay renkli görüntüler, özellikle şiddetli erozyona uğramış bölgelerdeki jeolojik yapıların daha kolay izlenmesine yardımcı olur. Bu şekilde jeolojik yapılar, görüntü üzerinde rahatlıkla izlenebilir, haritalanabilir ve arazi verileriyle birlikte değerlendirilebilir.



Şekil 3: Standart yapay renkli görüntüleme. Düşey bar grafikleri, özel yüzey örtü tipleri için kaydedilmiş sayısal verilerin toplam miktarı olarak 4 ayrı Landsat bandına karşılık gelen değerleri gösterir. FP: Seldüzlüğü, DA:Dallas Antiklinali, PN: Dalımın ucu.

Yoğunluk-Ton-Doygunluk Renk Dönüşümü

Sayısal görüntüler, üç temel renk olan kırmızı, yeşil ve maviyi (RGB) kullanır ve renk bileşikleri şeklinde gösterir. Şekil 4, bu ilişkiyi göstermektedir. Buradan; kırmızı, yeşil ve mavinin parlaklık değerlerinin 2563 (16.777.216) olduğu çıkarılabilir. Küpün başlangıç noktasından karşı köşeye kadar birleştirilen çizgi gri çizgisi olarak bilinir. RGB renk sistemi, normal renkli, yapay renkli, kızılötesi ve seçmeli renkli gösterimlerde yaygın olarak kullanılır.

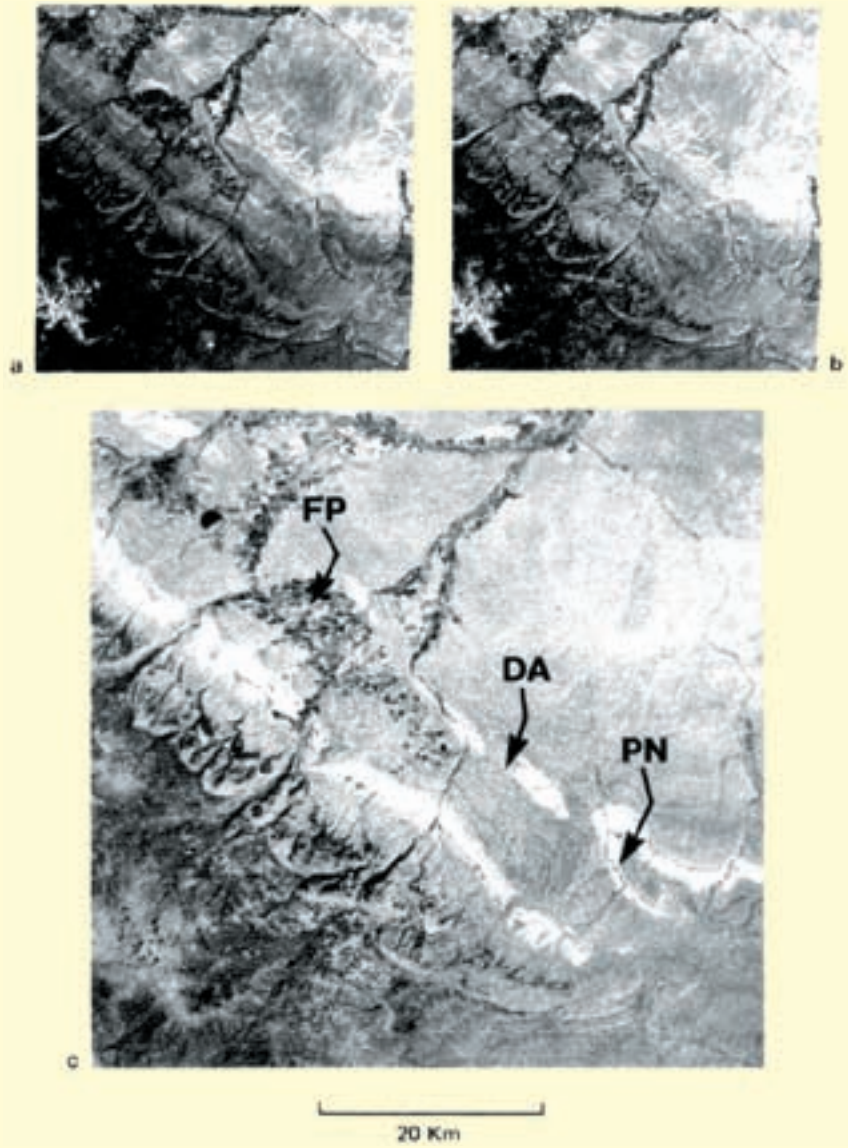


Şekil 4: Kırmızı-Yeşil-Mavi (RGB) üç boyutunda tanımlanmış yoğunluk, doygunluk ve renk tonu kavramlarının birbiriyle ilişkisi.

Renkleri tanımlamanın alternatif bir yolu da yoğunluk-ton-doygunluk (IHS) sisteminin kullanılmasıdır. Yoğunluk; rengin toplam parlaklığıyla, ton ise bir renge katkıda bulunan toplam ışıkla ilişkilidir. Doygunluk ise göreli renk saflığının griye oranı olarak bilinir. Örneğin pembe gibi pastel renkler yüksek doygunluktaki koyu kırmızıyla karşılaştırıldığında düşük doygunluktadır. İşlem öncesi RGB elemanlarının IHS elemanlarına dönüşümü zenginleştirmede kontrol sağlar.

Spektral Oranlama

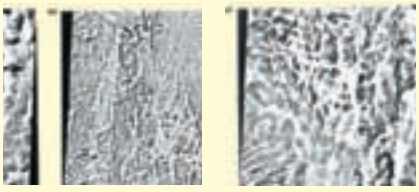
Bir görüntüyü oluşturan veriler, tek banttaki ayrı gri tonları veya üç bantta renkli olabileceği gibi farklı kombinasyonlarda da olabilir. Bunların en kullanışlısı, bir bandın diğer bir banda oranı olarak ifade edilir. Bu oranlama, bir bandı oluşturan piksellerin diğer banttakine bölünmesiyle ortaya çıkar.



Şekil 5: (a ve b) Wind River Havzası' na ait bir görüntünün 4. ve 5. bantlarına ait görüntüler. (c) Bu iki bandın birbirine oranlanması (5/4) sonucunda ortaya çıkan görünüm. FP: Seldüzlüğü, DA: Dallas antiklinali, PN: Dalımın ucu.

Jeolojik amaçlı çalışmalar için, bazı Landsat TM bant kombinasyonları daha uygundur. Bunlardan (731) kombinasyonu, mineral gruplarının ayırt edilmesinde kullanılır. Bu kombinasyonda evaporitik çökeller daha çok beyaz, ırmaklar ise koyu renkte görülürler. (457) kombinasyonu, yine mineral gruplarının ayrımı için kullanılırken (754) kombinasyonu ise güncel volkanik malzemenin yüzeye çıktığı bölgelerde lavların kırmızımsı-sarı, daha sıcak lavların ise daha sarımsı görünmesine yol açar. Demir içeriğinin değişimini saptamak amacıyla yapılan jeolojik çalışmalarda 2/3 TM, kil içeriğinin değişimini saptamak içinse 5/7 TM oranlarını incelemek gerekir.

Şekil 5, Landsat MSS 5. bandın (a) 4. banda (b) oranlandığında ortaya çıkan görünümünü (c) göstermektedir. Buna göre en açık tonlar, yüksek oranlama değerlerini ve yüksek oranda demir içeriği bulunan kayaçları temsil etmektedir. Koyu tonlar ise düşük oranlama değerlerini ifade etmekte olup bitki örtüsünü ifade ederler. Ortaç gri tonlarıysa iki bantta da benzer yansıma özelliklerine sahip malzemeleri temsil eder.



Şekil 7: Ürdün' ün bir bölümüne ait bir Landsat MSS görüntüsüne (a) büyük boyutlu (31x31) bir filtreleme uygulanması sonucunda ortaya çıkan yapısal özelliklerin görünümü (b).

Kenar Zenginleştirmesi

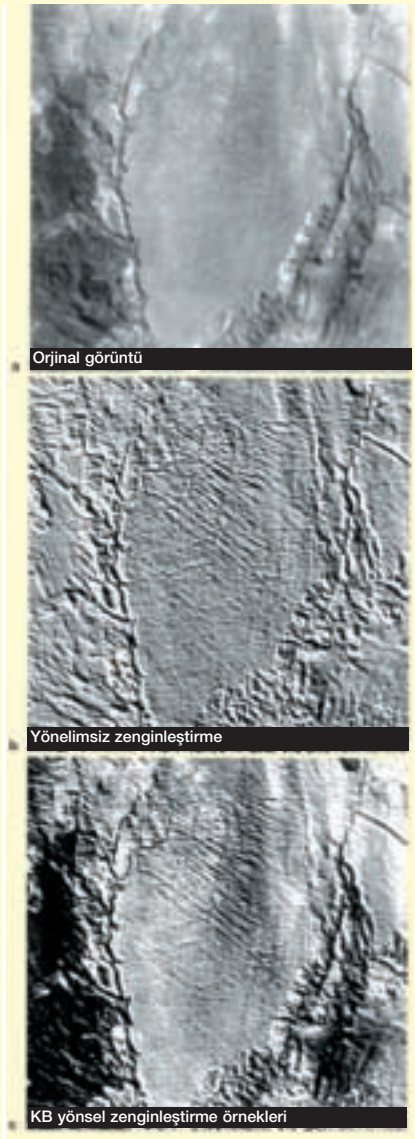
Farklı tonlarla ifade edilen bölgeler arasındaki ayrımı arttırmak için filtreleme işlemleri uygulanır. Yüksek geçirimli filtreleme uygulanmış görüntülerin detayları vurguladığını hatırlatmakta yarar vardır. Filtrelerin çalışma mantığı şu şekilde açıklanabilir:

Orijinal bir görüntüye (Şekil 6.a) 3x3' lik bir filtreleme uyguladığımızda (b) filtrelenmiş görüntünün merkezindeki piksellerin parlaklık değerlerinin orijinal görüntüyü oluşturacak olan pencerenin çevresindeki 9 pikselin ortalama değeri olduğunu görürüz. Görüntüye filtre uygulandığında ortaya çıkacak yeni görüntünün parlaklık değerleri c' deki gibi olacaktır.

Yüksek geçirime uğramış bu görüntüler, çizgisel özellikleri veya birbirinden farklı tonlarla ifade edilen kayaçları ortaya çıkarmak için alınan orijinal görüntülere üstünlük sağlar. Jeolojik açıdan fay ve intrüzif kontakt gibi özellikleri vurgulamak için bu filtreler kullanılmalıdır. Şekil 7, bölgesel ölçekteki fayları ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan büyük bir filtreleme örneğini göstermektedir. (a)' da Ürdün' ün bir bölgesinden alınan ve kontrast uzanımıyla zenginleştirilmiş Landsat MSS 7. bant görüntüsü üzerinde faylar zorlukla izlenebilirken (b)' de 31x31 boyutunda, büyük bir filtre kullanılarak elde edilen görüntüde bu yapısal özellikler daha iyi ortaya çıkmaktadır.

Yönsel filtreleme ise jeolojik açıdan bölgesel tektonik özelliklerin ortaya çıkarılmasında çok önemli veriler sunan tekniklerden birisidir. Buna göre, görüntüye çeşitli yönlerden verilecek ışıklandırmalarla bu yönle ilişkili tektonik özellikler ortaya çıkarılabilir.

Şekil 8, Altiplano/Şili bölgesinden alınan orijinal bir Landsat MSS görüntüsüne aittir. Altta aynı görüntüye, yönelimsiz bir kenar zenginleştirme uygulanmıştır (b). Görüldüğü gibi orijinal görüntüye göre topografik ve kontrast farklılıkların yanında etkin olan çizgisellikler de rahatlıkla izlenmektedir. En alttaki şekilde, yönsel bir zenginleştirme tekniği uygulanmış bir görüntüde ortaya çıkan kuzeybatı yönlü çizgisellikler gözlenmektedir (c).



Şekil 8: Yönelimsiz ve yönsel filtreleme örneklerinin karşılaştırılması.

Deprem İçin Ev Ödevi...



Anlaşılan deprem bizi kolay kolay uyutmayacak. Gerçi sarsıntılar bazen ölçüyü kaçırıyor, beklenmedik yerlerde ortaya çıkıyor, geçen yıldakiler kadar olmasa da yeni yıkımlara, acılara yol açıyor. İnsan ister istemez, geçen seferki gibi uykuda, hazırlıksız yakalanacağımıza, biraz rahatımız kaçsın diye düşünüyor. Ancak İstanbul'da yaşayanlar da güvenli bir uykuya hasret. Kuzey Anadolu Fayı'nın seri depremler sonunda biriktirdiği stresin yorumları, ister iyimser olsun, isterse kötümser, Marmara depreminin şöyle kıyısından yokladığı İstanbul'un bu kez hedef tahtasının daha ortalarında olabileceğini gösteriyor. Kuruluş çalışmalarını TÜBİTAK'ın yürüttüğü Ulusal Deprem Konseyi'nin başkanlığına getirilen Prof. Dr. Tuğrul Tankut'a göre, aslında kamunun beklentisinin tersine, depremin Marmara fayının bütün ya da parçalı oluşu ve buna bağlı olarak da, oluşabilecek depremin büyüklüğü konusunda "siyah ve beyaz" türünden net bir tablo yok. Gerçi insanlar gri tonlardan fazla hoşlanmıyorlar; Konsey de kesin iddialardan kaçınınca, bir bakıma insanlara istediklerini vermemiş oluyorsunuz. Ama aslında verilen çok önemli bir mesaj var: Spekülasyonun bilimsel değeri olmadığı. Ortada bazı iddialar var. Bunlar, bilimsel tartışma perspektifinden önemli; ancak sonuçta elde yeterli veri yok ve Marmara'nın depremselliği konusunda sağlıklı bir şey söyleyebilmek için daha fazla veri gerekiyor. Tankut, bu konuda Konsey üyelerinin de eskiye göre daha ihtiyatlı bir tutum benimsediklerini özellikle vurguluyor. Aslında Konsey başkanı, depreme hazırlıklı olmanın gereğini vurgularken, depremin her an olabileceği uyarısını yaparken, korkulan depremi İstanbul'a endekslemenin yanlışlığının da altını çiziyor. "Ülkemizin %70-80'i deprem bölgesinde; bu durumda deprem batıda da olabilir, doğuda da". Ancak deprem nereyi vurursa vursun, büyüklüğü kaç olursa olsun, ille kan ve gözyaşı dökülmesi gerekmiyor. Biraz ter dökmekse gerekli…

Depreme hazırlıklı olmak, elbette biraz çalışma gerektiriyor. Tankut, Türkiye'nin hasarlı binaların onarılması ve hasar görmemiş binaların güçlendirilmesi konusunda önemli bir bilgi ve deneyim birikimine sahip olduğunu vurguluyor. Özellikle deprem sonrasında hasarlı yapıların değerlendirilmesi ve onarılması konularında üniversitelerin çok esaslı uygulama ve araştırma deneyimleri var. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, son 30 yıldır onarılmış ya da güçlendirilmiş yapı davranışı üzerinde deneysel araştırmalar yürütmüş. Son 10 yıl içinde Erzincan, Dinar ve Adana depremlerinden sonra değerlendirme ve onarım konusunda ODTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi ve Gazi Üniversitesince çalışma ve uygulamalar yapılmış.

Bu üç deprem ve özellikle de 1999 Gölcük ve Düzce depremlerinin ortaya koyduğu gerçekler şunlar: Tüm bu depremlerde, yapıların gelişmiş ülkelerde benzer büyüklükteki depremlerin yol açtığı hasarın çok ötesinde yıkıma uğradığı ve büyük can ve mal kaybına yol açtığı gözlenmiş. Örneğin Dinar depremi, yaklaşık 6 büyüklüğünde bir deprem. Kasabayı yerle bir etmiş. Oysa geçenlerde Japonya ve Endonezya'da gerçekleşen aynı büyüklükteki depremler hiçbir hasar oluşturmamış.

Tankut bu olgunun nedenlerini sıralarken şu hususlar üzerinde duruyor: Nedenlerin başında mühendislik kusurları geliyor. Türk mühendislik firmalarının uluslararası arenada hatırı sayılır bir rekabet gücü kazanmasına karşılık, özellikle taşra kentlerinde yapılaşmaya giren mühendislik hizmeti son derece yetersiz düzeyde. Bu yetersizlik, imar planlamasında, yer seçiminde, yer bilimi ve zemin mühendisliğinde bilim dışı uygulamalarla ortaya çıktığı kadar, üstyapının tasarımı ve yapımında da bilgisizlik ve hatta kötü niyet biçiminde kendini gösteriyor. Burada asıl sorunun az ve orta yükseklikte binalarda yaşandığı anlaşılıyor. Örneğin, İstanbul Levent'te 56 katlı bir binada deprem hiç bir iz bırakmazken, üç katlı bazı binalarda hasar yaratmış. Sorun, daha çok 6-7 katlı binalarda. Kentlerimizdeki sorun şu: Konutların büyük çoğunluğunun yapımcısı ya mühendis değil, ya da Tankut'un deyimiyle "kötü mühendis". Bununla birlikte Deprem Konseyi Başkanı, sorumluluğu birkaç müteahhitin sırtına yıkmanın, kolaycı bir yaklaşım olduğunu da vurguluyor. Dikkatleri çektiği

önemli bir nokta, bir deprem ülkesinde yaşamamıza karşın, mühendislik fakültelerinin ders programları içinde depreme dayanıklı yapı tasarımı gibi konulara yeterince yer verilmemesi. Gene Tankut'a göre deprem alanında da bir etik sorunu var. Öğretim programlarında mühendis adaylarına etik dersleri, kavramları verilmezse, etik ihlalleri kaçınılmaz oluyor; "herkes öyle yapıyor, ben niye farklı davranayım" düşüncesi yerleşiyor. Oysa burada kötü niyetli müteahhitin yapabileceği vurgun sınırlı. Demirden çaldığında sağlayacağı kâr, maliyetin yüzde birini geçmiyor. Tankut'a göre binaların dayanıksızlığının temel nedeni, hırsızlıktan, vurgundan daha çok, bilgisizlikten, mesleki yetersizlikten kaynaklanıyor.

İkinci ve daha az önemli olmayan bir öğe de, denetim yetersizliği. Tankut'a göre, 1975 yılından bu yana yapıların deprem güvenliği konusunda yeterli bir yönetmelik bulunmasına, 1998 başında yürürlüğe giren yeni yönetmeliğin de çağdaş içeriğine karşın, denetim pratikte yaşama geçirilememiş. Konsey başkanının anlayamadığı ve "uluslararası toplantılarda yabancı meslektaşlarına anlatmakta hayli zorlandığı" bir uygulama da, imar afları. Bunun anlamı şu: Bu yapı güvenli değildir, insan yaşamı için tehlikelidir; ama içinde oturulabilir!…

Ama daha da önemlisi, toplumda deprem güvenliğine yeterince talep bulunmaması. Profesör Tankut, konut satın alanların, aldıkları evin depreme dayanıklılığını kanıtlayacak ayrıntılar yerine, örneğin banyo takımlarının süsüyle, fayansıyla, mermeriyle daha çok ilgili olduklarından yakınıyor. Oysa deprem güvenliğine sahip bir konutun maliyeti, güvensiz ama süslü bir konutunkine göre belki daha da ucuz. Hazır konutları deprem güvenli hale getirmenin maliyeti de öyle göze alınamayacak bir şey değil. Bilemediniz, konut maliyetinin %3-5'i kadar.

Bir faktör de, afet yönetiminin son yıllardaki kent depremlerinde bütün çıplaklığıyla ortaya çıkan yetersizliği. Ancak Tankut o zamandan bu yana kaydedilen olumlu gelişmelerin de altını çiziyor. Bu bağlamda son günlerde tartışmalara yol açan deprem tatbikatları konusundaki görüşü de son derece net: Bunlar son derece yararlı ve gerekli.

Acı yoldan elde edilmiş de olsa, bu dersler, bu deney birikimi, Türkiye'yi hasar onarımı konusunda azımsanmayacak bir yere getirmiş. Birkaç ay önce Dünya Bankası'nın işbirliğiyle TÜBİTAK'ta düzenlenen ve dünyadan sayılı uzmanların katıldığı uluslararası bir çalıştayda (workshop) ülkemizin uzmanlık düzeyinde eriştiği ileri nokta ve benimsediği yöntemlerin doğruluğu, katılımcılarca dile getirilmiş.

Ancak Prof. Tankut gibi inşaat mühendisleri için asıl sorun, yıkılmış, hasar görmüş binalar değil. Yıkıntıları temizleyip, yerlerine yenilerini koyabiliyorsunuz. Hasarlı binaları da onarmak belirli bir maliyet işi, ama tabii bu maliyetin, bina maliyetinin yaklaşık yüzde 20'si gibi bir sınır içinde tutmak gerekecek. Yapılacak onarımın bir kısmı taşıyıcı yapısı zarar görmemiş binalarla ilgili. Bu tür onarım, uzmanların sözlüğünde "kozmetik onarım" diye adlandırılıyor. Çok büyük bir uzmanlık gerektirmediğinden, yerel mühendisler, bu işi kolaylıkla yapabilir. Ancak orta hasarlı binaların onarımı belirli bilgi birikimi gerektirdiğinden, bu işi üstlenecek mühendislerin mutlaka eğitimden geçirilmesi, bunun içinde kurslar düzenlenmesi gerekiyor. Prof. Tankut, bu kursların son derece ciddi bir içerikle ve disiplinle verilmesi gerektiğini, sonunda da ancak ciddi bir sınavı geçenlere yeterlilik sertifikası verilmesi gerektiğine inanıyor.

Depremlerle ilgili asıl sorunsa, hasarı ön-



UDK: Deprem Tatbikatları Gerekli...



Ulusal Deprem Konseyi (UDK) başkanı Prof. Dr. Tuğrul Tankut, konsey adına 26 Temmuz'da yaptığı açıklamada, kamuoyunu kaygılandıran bazı konulara açıklık getirdi.

Konsey'e göre, kaygı duyulan konulardan biri, depremlerin önceden belirlenmesine yönelik çeşitli göstergeleri inceleyen araştırmalarla ilgili haberlerdi. Tankut ve aynı toplantıda konuşan konsey başkan yardımcısı Prof. Dr. Aykut Barka, depremi önceden haber verdiği iddia edilen aygıtla ilgili olarak, bu çalışmaların henüz başlangıç aşamasında olduğunu ve böyle bir savın yapılabilmesi için uzun yıllar süren gözlemler ve yeterli istatistiksel sıklıkta olumlu sonuçlarla desteklenmesi gerektiğini vurguladılar. Birçok ülkede bu konuda çalışmalar yapılmasına karşın, güvenilir bir deprem göstergesi henüz bulunabilmiş değildir.

Konsey'in ikinci olarak üzerinde durduğu konu deprem tatbikatlarıyla ilgili oldu. Konsey'e göre, depreme hazırlıklı olma kapsamında yapılan deneme uygulamaları, yani deprem tatbikatları gerekli ve yararlı çalışmalardır. Bu çalışmaları deprem söylentileriyle ilişkilendirmek yanlıştır. Bu çalışmaların gereği olan yazışmaların da deprem uyarısı gibi yorumlanması doğru değildir. Deprem önceden kestirilemediğine göre, uyarı söylentileri zaten doğru olamaz.

Konsey'ce, kamuoyunu kaygılandırdığı düşünülen bir diğer konu, Marmara Denizi içindeki fay hareketleriyle ilgili değerlendirmelerden çıkarılan yorumlarla ilgiliydi. Konsey'e göre, Kuzey Anadolu fay zonunun Marmara Denizi içinde yer alan bölümünün nitelikleri genel olarak bilinmekle birlikte, tüm özelliklerinin ayrıntılı ve güvenilir biçimde ortaya konması, geniş ve kapsamlı bilimsel araştırmaların yapılmasını gerektirir. Güvenilir verilere dayanmadan yapılan ve fayların olası kırılma biçimlerinin ya da olası bir depremin yeri, büyüklüğü ve zamanlamasına ilişkin açıklamalar güvenilir olmaktan uzaktır. Ayrıca bu tür açıklamaların yurttaşlara bir yarar sağlaması beklenemez. Çünkü, bölgenin tektonik özellikleri, tarihsel veriler ve son yıllardaki gelişmeler, zaten bölgenin büyük bir deprem potansiyeli taşıdığını açıkça ortaya koymaktadır. Konsey'e göre yurttaşlarımızı ilgilendirecek olan husus, ülkemizde büyük depremler beklendiğinin bilinmesi ve buna göre önlemler alınmasının başlatılmasıdır. Türkiye'nin bütünüyle bir deprem ülkesi olduğunun ve pek çok yöresinde her an bir deprem olabileceğinin bilinmesi ve depreme hazırlıklı olma çalışmalarının bilinçli, düzenli ve sürekli biçimde yürütülmesi gerekir.

Konsey, "depreme hazırlıklı olmanın" ne anlama geldiğini de şöyle açıkladı: Bu çok geniş bir kavramdır; bireyden devlete kadar çeşitli kurum ve kuruluşların görev ve sorumluluklarını içerir. Geniş bir alanda uzman katkısı gerektirir. Reçete niteliğinde basit bir çözümü yoktur. Bu nedenle, gerek yurttaşlar gerekse basın, bazıları bilinmezlikten kaynaklanan, bazıları çıkar hesabıyla ortaya atılan yanıltıcı çözümlere değer ve önem vermemelidir.

Prof. Tankut, Konsey'in bu konuda daha kapsamlı bilgiler vereceğini, bu bilgileri sunmanın hazırlığı içinde olduklarını da vurgulayarak Konsey açıklamalarını bitirdi.

Deprem Konseyi Başkanı bir soru üzerine, depremde hasar görmemiş binaların, gene de "deprem yorgunu" olabilecekleri nedeniyle yeterli güvenlikten yoksun bulundukları yolundaki bazı iddiaların temelsiz olduğunu belirtti.

Prof. Barka da, aşırı sıcaklarla depremi ilintilendiren inanışı haklı kılacak herhangi bir bilimsel veri olmadığını vurguladı.

lemek; binaları depreme karşı güvenli yapmak; mevcut binaları da güçlendirmek. Bunun için mühendislere üniversite düzeyinde daha özenli ve ülkemiz gerçeklerinin gerektirdiği uzmanlık konularını da kapsayan daha çağdaş bir eğitim verme gereğinin yanı sıra, lisanslı mühendislerimizin de bilgi düzeylerinin kurslar aracılığıyla sürekli iyileştirilmesi gereği ortaya çıkıyor. Bu konuda üniversitelere düşen görev ve sorumluluk var.

Depremlere hazırlıklı olmak için yurttaşların da eğitimi gerekli. Tankut, bu bağlamda bazı mesajların verilmesinin son derece önemli olduğunu vurguluyor:

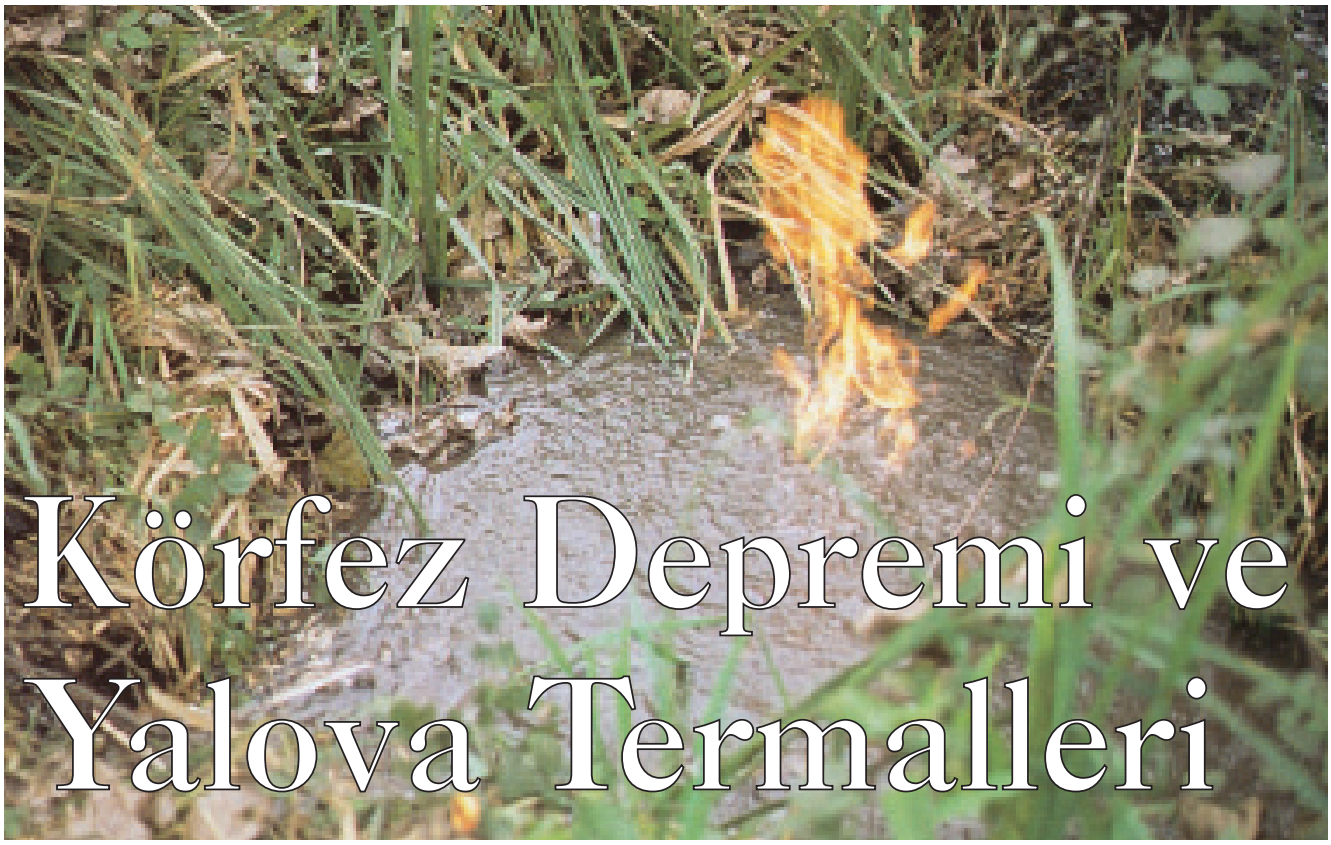
Depremin nerede ve ne zaman vuracağı, hangi büyüklükte olacağı o kadar önemli değil. Akılda tutulması gereken, her yerde ve her an meydana gelebileceğini bilerek hazırlıklı bulunmak.

Hazırlıklı olmak için, ne yazık ki hazır bir reçete yok. Dolayısıyla arada bir sunulan reçete çözümlere (yatakların üzerine demir kafes konması gibi) itibar etmemek gerek. Hazırlıklı olmak, bir kültür sorunu. Bilinçli, sistematik hazırlık çalışmaları gerektiriyor. Deprem yardımı olarak gönderilen ve çoğu zaman gerektiği gibi değerlendirilemeyen paraların küçük bir oranıyla depreme hazırlanılabilirdi. Depreme hazırlıklı olmanın vazgeçilmez bir gereği de, yapı stoğunun deprem güvenliği değerlendirilmesi ve güvenli olacak biçimde güçlendirilmesi. Bu oldukça zor ve pahalı bir süreç, ama yapılması da mutlak gerekli. Çok önemli başka bir koşulsa, depreme hazırlık için gereken insan kaynağının, yani uzmanların yetiştirilmesi.

Yurttaşlara vakit geçirilmeksizin kavratılması gereken bir gerçek de, yapıların depreme güvenli yapılmasının, ya da mevcut yapıların güvenli hale getirilmesinin maliyetinin çok küçük olması. Buna karşılık göçme maliyetiyse çok büyük; mala gelen zarar bir tarafa ailenizin çocuklarınızın, yakınlarınızın canları söz konusu.

Nihayet kötü uygulamaların hesabını sorma bilincinin de kamuya maledilmesi gerekiyor.

Raşit Gürdilek



Körfez Depremi ve Yalova Termalleri

17 Ağustos 1999'da Körfezde yaşanan deprem felaketi yirmi bine yakın insanımızın kaybı yanında, politik, sosyal ve ekonomik kayıplara da neden oldu. Ayrıca, bu doğal afet, bizleri erken ve geç dönemde bir dizi psikolojik, biyolojik, ekolojik ve medikal sorunla karşı karşıya bıraktı. Depremle ilgili birçok konu yediden yetmişe herkesin gündemine girdi. Deprem olasılığı, nedenleri ve öngörülmesi üzerine büyük ilgi ve taraftar toplayan tartışmalar yaşandı. Bu arada, depremin önceden belirlenmesinde yer altı ve kaplıca sularında oluşabilecek, örneğin debi artışı, bulanıklık, kimyasal kompozisyonda değişme (radon gazı artışı) gibi değişimler hem söylentilerde hem de bilimsel tartışmalarda ilk sıralarda yer aldı. Bu olgunun nedenleri anlaşılabilir. Ülkemizde, kaplıcaların ve termal ve mineralli suların tıbbi ve turistik amaçlı kullanımı oldukça yaygındı. Ülkemizin dört bir yanına daha çok geleneksel nitelikleriyle dağılmış kaplıcalar, sosyal, kültürel ve günlük yaşantımızda önemli bir yer tutuyordu. Deprem öncesi ve sonrasında kaplıcalarda depremle bağlantılı değişik gözlemler birikmişti.

Bu arada, böylesi geniş toplum kesimlerini dramatik biçimde etkileyen sosyal olaylara özgü bir süreç olarak bir çok söylenti çıktı ve yayıldı. Bunlardan bir tanesi, deprem öncesi Yalova Termal'de yeni bir suyun "kaynamaya" başladığı ve İstanbul Teknik Üniversitesi'ne bunun için başvurulduğu, ama yanıt alınamadığı idi. Gerçekten Yalova işletmecileri Ağustos ayı başlarında, Yalova'daki kaynaklara (toplam sayıları 14 civarında) bir yenisinin eklendiğini gözlemlediler. Bu "yeni" kaynak Yalova Termal'in kurulu olduğu iki yamacın tabanında akan derenin içindeydi ve daha çok "ayak suyu" diye bilinen yerde, dere yatağında doğal olarak çıkan kaynaklara ek olarak ortaya çıkmıştı.

Ancak, işletmeciler, söylentideki gibi İstanbul Teknik Üniversitesi'ne başvurmadılar, ama, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı'nı 13 Ağustos 1999'da aradılar ve bu yeni kaynağın incelenmesini talep ettiler. İlginçtir ki, 17 Ağustos 1999 Salı günü Yalova Termale bir ekibin gitmesi planlandı, ancak, daha sonraki bir tarihe aktarılması düşünülürken, 17 Ağustos 1999'da deprem yaşandı. Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalından bir ekibin, bu "yeni" kaynak ve "eski" kaynaklarda incelemelerde bulunmak ve örnekler almak üzere Yalova'ya gidişi, 8 Eylül 1999'da gerçekleşti. "Yeni" kaynaktan ve diğer kaynakların başlıcaları olan esas kaynak, göz suyu kaynağı ve mide suyu kaynağından örnekler alındı. Bu örneklerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı Balneobiyoloji ve Su Biyolojisi ve Balneokimya ve Su Kimyası Laboratuarlarında yapıldı.

	Na+ mg/L	K+ mg/L	Ca+ mg/L	Mg+ mg/L	Cl- mg/L	SO42- mg/L	HCO3- mg/L	F- mg/L
Esas Kaynak	268,9	4,6	172,3	2,4	93,9	835	44,4	2,2
Mide Suyu	257,4	4,3	166,3	2,4	92,4	830,5	43,9	2,3
Göz Suyu	271,2	4,6	170,3	2,4	89,5	845	43,9	2,1
"Yeni" Kaynak	271,2	4,3	172,3	4,8*	89,5	845	45,1	2,0

Tablo 1: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı'nca 8 Eylül 1999 tarihinde Yalova Termal'deki kaynaklardan alınan örneklerde belli başlı katyon ve anyon düzeylerinin (mg/L) kaynaklara göre dağılımı; "yeni" ile eski kaynaklar arasında anlamlı farklılıklar saptanamamıştır.

**Magnezyum düzeyinde %100'e varan fark, mineralli sular için oldukça düşük sayılabilecek magnezyum değerleri nedeniyle anlamlı değildir.*

Sonuçlar

Tablo. 1'de alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları ana anyon ve katyonlar olarak gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, ana iyon konsantrasyonları açısından, örnekler arasında büyük farklar bulunmuyor. Başka bir deyişle, incelediğimiz kaynakların başlıca iyon değerlerinde görülen farklılıklar magnezyum değerleri hariç küçük oynamalar düzeyinde ve ± %20'yi aşmıyor. Magnezyum değerlerindeki %100'e varan fark ise, değerlerin çok düşük düzeyde olmaları nedeniyle pratik anlam kazanmıyor.

Tablo. 2'deyse, Yalova Termal' deki "yeni" kaynak, esas kaynak, mide suyu kaynağı ve göz suyu kaynağından alınan örneklerin pH, elektriksel iletkenlik, sertlik, sıcaklık ve serbest çözünmüş karbondioksit gazı konsantrasyon değerleri gösteriliyor. Tablo 2'den izleneceği gibi, pH, elektriksel iletkenlik (_S/cm), sertlik (Fransız Sertlik Derecesi) ve sıcaklık (°C) değerleri dört kaynakta da birbirine çok yakın. Aralarındaki en uç farklar pH'da 0.48 (%6), EC' de 0.10 (%5), sertlikte 2.5 (%6) ve sıcaklıkta 5.2 (%8) düzeylerinde. Kaynakların serbest karbondioksit düzeyleri arasında en düşük düzey (2.2 mg/L) ile en yüksek düzey (8.8 mg/L) arasında 4 kata varan fark, mutlak değer olarak fazla, ancak 4 kaynağın da CO_2 düzeylerinin çok düşük olması nedeniyle anlamlı değil.

Tartışma

"Yeni" kaynak, büyük bir olasılıkla Yalova Termal'deki eski kaynakları "besleyen" yer altı su rezervuarından geliyor. Çünkü, yaptığımız analizlerde bu kaynağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Esas Kaynak, Mide Suyu ve Göz Suyu kaynaklarından gelen sularla önemli bir farklılık göstermedi. Bu kaynak, belki de yeraltında deprem öncesi oluşan mekanik gerilim ve/veya başka jeolojik veya jeofiziksel olaylar sonucunda, yeryüzüne çıkmak durumunda kalmıştı. Yoksa, depremin habercisi olarak bambaşka bir kimyasal bireşimle yerkabuğunu delip gün ışığına çıkmamıştı. Deprem öncesi eski kaynaklarda genel olarak bir debi artışı olduğu yönündeki gözlem de depremin fiziksel etkisi olarak yorumlanabilir. Bu debi artışı deprem sonrası azalarak devam etti. "Yeni" kaynama ve debi artışını, Yalova Termali besleyen termomineral suyun yeraltındaki dolanımı ve/veya rezervuarının depremden etkilenmiş olduğunun göstergesi olarak değerlendirebiliriz.



Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve sıcaksu kaynaklarının dağılımı haritası. Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve 17 Ağustos 1999 ile 12 Kasım 1999 depremlerinin yüzey kırıkları. MTA-Emre ve diğerleri (1999)'nden değiştirilerek alınmıştır. Açıklamalar: Kuzey Anadolu Fay Zonu: 1. Abant Segmenti, 2. Dokurcan Segmenti, 3. İzmit-Adapazarı Segmenti, 4. Çınarcık Segmenti, 5. Geyve-İzmit Segmenti, 6. Gemlik Segmenti, 7. Zeytinbağı Segmenti, 8. Düzce Fayı, 9. Hendek Fayı, 10. Ulubat Fayı, 11. Bursa Fayı, 12. Eskişehir-Bursa Fay Zonu

Ama, "kimyasal parametreler açısından deprem sonrasında bir etkilenme ve değişim oluşmuş mudur?" sorusuna, deprem sonrası saptadığımız değerlere bakarak hayır yanıtını verebilirdik. Çünkü, "yeni" kaynak ile "eski" kaynakların kimyasal kompozisyonları arasında önemli farklılıklar söz konusu değildi (Tablo. 1). Diğer yandan depremin hemen öncesine (1-2 gün) ait değerler elimizde bulunmadığından, aynı soruya kesin bir hayır yanıtı veremeyiz. Elimizdeki verilerde önemli bir eksikliğimiz hem deprem öncesi hem de deprem sonrası Yalova termal sularındaki radon gazı değerleri idi. Oysa, depremler öncesinde yer altı suları radon konsantrasyonlarında önemli yükselmelerin olduğu uzunca bir zamandır biliniyordu ve Japonya deprem izleme yöntemleri arasına yer altı sularında radon değerlerinin monitorizasyonunu da dahil etmişti. Radon ölçümleri Yalova'da yapılmadığı için deprem öncesi ve sonrasında radon değerlerinde bir yükselme olup olmadığını söyleyemiyoruz.

	pH	Elektriksel İletkenlik (_S/cm 25°C)	Sertlik (Fr°S)	CO_2 (mg/L)	Sıcaklık (°C)
Esas Kaynak	7,17	1900	44,1	4,4	63.8
Mide Suyu	7,65	1950	42,6	2,2	59.1
Göz Suyu	7,46	1900	43,6	8,8	58.6
"Yeni" Kaynak	7,37	1850	45,1	6,6	60.2

Tablo 2: 8 Eylül 1999'da alınan örneklerin pH, elektriksel iletkenlik (E.C.), sertlik, sıcaklık ve çözünmüş serbest karbondioksit gazı değerleri: "yeni" ile eski kaynaklar arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Serbest CO_2 düzeylerindeki farklılıklar CO_2 konsantrasyonlarının çok düşük olması nedeniyle anlamlı değildir.

Peki, deprem sonrası dört ayrı kaynaktan yaptığımız örneklemede saptadığımız ana kimyasal kompozisyon önceki yıllardakilerden farklı mı? Neredeyse 4 bin yıldır yeraltı "serüvenini" Yalova Termal'de doğal olarak yeryüzüne çıkarak tamamlayan termomineral sularının kimyasal kompozisyonu yıllar içersinde büyük ölçekte değişimler göstermiş midir? Bu sorulara yanıt, ancak, önceki yıllarda yapılmış analizler ile son yaptıklarımızın karşılaştırılmasıyla verilebilirdi.

Yalova Termallerinin Kimyasal Bileşiminin Yıllara Göre Dağılımı

Yalova Termal'in "şifalı" suyunun elimizdeki en eski analizi 1929 yılına kadar gidiyor. 1929'da Atatürk'ün Yalova'yı gezmesi sonrası, onun verdiği emirler doğrultusunda, Yalova Termal'in örnek bir termal kür merkezine

dönüştürülmesi amacıyla, 1936'da, -ne yazık ki, 1980'de yıkılan –Termal Otel inşası başlatıldı. Atatürk, Yalova Termal'in geliştirilmesi projesinin başına, zamanın tek Türk Balneoloğu Dr. Nihat Reşat Belger'i getirildi. Dr. Belger, o sırada Fransa'nın ünlü Plombieres Kaplıcası sorumlu hekimiydi. Belger, daha sonraları (Kasım 1938), yine Atatürk'ün destek ve önerileriyle İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde profesör ünvanı alarak, Hidroklimatoloji Enstitüsü'nü kurdu. Bu günün İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı, Belger'in kurduğu Enstitünün devamıdır ve Yalova Termal ile yakın ilgi ve ilişkisi 60 yılı aşan bir süredir hiç eksilmemiştir.

Bu süreçte, İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı çalışanlarınca Yalova Termal'de bir çok çalışma gerçekleştirildi ve sonuçları değişik kongrelerde sunulup, dergilerde yayınlandı. Yine bir çok kez farklı zamanlarda Yalova termal su kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizleri gerçekleştirildi. Bir çalışmadaysa bir yıl süreyle Yalova'daki dört termal su kaynağının periyodik fiziko-kimyasal analizleri yapıldı. Ayrıca, Yalova Termal üzerine Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı bir de monografi yayınlandı.

Tablo 3'de daha önceki yıllarda yapılmış analiz sonuçları karşılaştırılmalı olarak veriliyor. Görüldüğü gibi, belli başlı katyonlar (Na+, K-, Ca2+, Mg2+) ve anyonlar (Cl-, SO2-4, HCO-3, F-) yıllardır çok az farklılıklarla hemen hemen aynı düzeylerde kalmış bulunuyor. Burada da magnezyum değerlerinde 1929 ve 1947 yıllarında görülen farklılık, sonuçta bu değerlerin oldukça düşük olması nedeniyle önemli bir sapma olarak değerlendirilmedi.

	Na+ mg/L	K+ mg/L	Ca+ mg/L	Mg+ mg/L	Cl- mg/L	SO42- mg/L	HCO3- mg/L	F-
19294	231	5,4	186	0,5	90,2	799	44,7	-
19471	231	5,4	186	0,5	104,5	799	72,4	-
19686	236	5,8	194	2,6	104	799	21,4	3,4
19783	260	4,3	162	2,6	79	851	52	3,4
20-11-1987	228	5,8	197	2,7	95	805	48	3,5
08-09-1999 "Yeni"Kaynak	270	4,6	170	2,4	90	845	45	2,2

Tablo 3: Yalova Termal Termomineral su kaynağının değişik yıllarda yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre başlıca iyon konsantrasyonları; görüldüğü gibi 70 yıllık bir zaman dilimi içersinde ana anyon ve katyon düzeylerinde (magnezyum hariç) büyük oynamalar saptanmamıştır.

Tablo 4'te ise, değişik yıllarda yapılan analizlerde saptanan temperatür, pH, CO_2 ve elektriksel iletkenlik değerleri toplanmış bulunuyor. CO_2 hariç, yıllar arasında büyük oynamalar olmadığı görülüyor. Örneğin, pH değerleri arasında 0.63'lük bir fark, elektrik iletkenlikleri arasında 300 µS/cm'lik bir fark, sertlik dereceleri arasında 6.5 Fr sertlik derecesi bir fark ve sıcaklık değerleri arasında 9.2°C'lik bir fark bulunuyor ve bunlar yüksek düzeylerde değil. Başka bir deyişle bütün bu oynamalar ± %20 düzeyinin altında. CO_2 değerlerinde görülen %63 düzeyindeki fark, yine çok düşük olan CO_2 konsantrasyonları nedeniyle pratik olarak önem kazanmıyor.

Sonuç ve Yorum

Yalova Termal'de 17 Ağustos Depremi öncesi "yeni" bir termomineral su kaynağının çıkışı, gözlenen debi artışı ile birlikte büyük olasılıkla depremin oluşumu ile bağlantılı. Ancak, bu kaynağın fiziksel ve kimyasal karakteristikleri Yalova'nın diğer termal su kaynakları ile aynı. Büyük bir olasılıkla "yeni" kaynak farklı bir yer altı su deposundan gelmiyor. Ancak, depremin hemen öncesi bu kaynağa ve Yalova' daki diğer kaynaklara ait fiziko-kimyasal analiz sonuçları elimizde bulunmuyor. Çünkü, bu anlamda bir izleme söz konusu olmamış. Dolayısıyla, depremin, oluşmadan önce, kaynaklarda kimyasal ve fiziksel bir değişime neden olduğunu destekleyecek kanıtlar bulunmuyor. Özellikle radon düzeylerinde beklenebilecek artışların Yalova kaynaklarında gerçekleşip gerçekleşmediğini bilemiyoruz.

Diğer yandan, deprem sonrasında, Yalova'nın eski üç kaynağı ve "yeni" kaynak'tan alınan örneklerde saptadığımız fiziksel ve kimyasal karakteristikler, bir kısmı daha önceki yıllarda yine tarafımızdan yapılan analizlerle saptananlardan farklı değil. Bu yüzden, en azından deprem sonrası Yalova Termal termomineral sularının sıcaklık, elektriksel iletkenlik, pH, sertlik ve ana iyon düzeyleri gibi başlıca fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmemiş olduğunu söyleyebiliriz.

	PH	Elektriksel İletkenlik * 1/w ** _S/cm 25ºC	Sertlik (FroS)	CO2 (mg/L)	Sıcaklık (oC)
1929[4]	7,8	0,173.10-3 *			66
1947[1]	7,8	0,173.10-3 *		7,2	66.2
1968[6]	7,6	2030 **		4,4	57
1978[3]		1340 **		5,7	57
20-11-1987	7,75	1500 **	50,6	4,4	
08-09-1999 (Yeni Kaynak)	7,17	1900 **	44,1	4,4	60.2

Tablo 4: Yalova Termal Termomineral su kaynağının değişik yıllarda yapılan kimyasal ve fiziksel analiz sonuçlarına göre pH, elektriksel iletkenlik, sertlik, serbest karbondioksit ve sıcaklık değerleri; 1929 ila 1999 yılları arasında buradaki fiziksel ve kimyasal parametre düzeylerinde büyük oynamalar söz konusu değildir.

M. Zeki Karagülle, Kerem Gün,
Ender Başak, Halet Demirtaş,
Nergis Yüzbaşıoğlu, Hatice Gürdal, Bilal Uysal
İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı

Kaynaklar
Çağlar, K., *Türkiye Şifalı Sular Kitabı*, Ankara, 1970, S. 237-244
Karagülle, M., Tütüncü Zn, Özer N, *Die Traditionellen Und Empirischen Kurort-Behandlungsverfahren İn Der Türkei*, Phys Rehab Kur Med, 1995;5:106-108
Özer N, Ark, *Yalova Kaplıcalarının Tarihsel Gelişimi, Doğal Özellikleri Tıbbi Değerlendirilmesi*, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji Ve Hidroklimatoloji Birimi, İstanbul, 1981
Reman R, *Balneoloji Ve Şifalı Kaynaklarımız*, Cumhuriyet Matbaası, İstanbul, 1942, S. 383-384
Şimşek Ş, Yıldırım N, İzmit Ve Düzce Depremlerinde Jeotermal Değişimler, *Bilim ve Teknik*, 2000;387:70-73
Yenal O, Ark, *Türkiye Maden Suları*. Cilt 1. Kağıt Basım İşleri, İstanbul, 1971, S. 86
Wakıta H, *Geochemical Challenge To Earthquake Prediction*, Pnas, 1996; 93: 3781-3786

İzmit BM Çadırkentinde



Güneş Evi

17 Ağustos 1999 Marmara bölgemizdeki deprem felaketinden sonra Temiz Enerji Vakfı, kendi uzmanlık alanlarına giren konularda, üç proje hazırladı. Bu projelerden biri, İzmit Birleşmiş Milletler Çadır-kentinde UNDP/GEF desteği alarak ve dört kuruluşun ortaklığı ile gerçekleştirildi. Projeye katkı koyan kuruluşlar, Kaldera-Dağsan Solar A.Ş. (Konya), Dunasolar Photovoltaics (Budapeşte/Macaristan), Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü (Ankara), Mutlu Akü ve Malzemeleri A.Ş. (İstanbul). Proje, Temiz Enerji Vakfı eşgüdümünde yapıldı. 1999 Kasım ayında başlayan proje 2000 Mart ayında bitirildi. Projede, yaklaşık 100m²'lik bir alan üzerine depreme dayanıklı çelik iskeletli bir yapı oturtuldu. Bu yapının güneye bakan eğimli çatısına, yaklaşık 3kW. gücünde güneş panelleri ve 40 adet güneş toplacı kondu. Yapının dışındaki alan, bir toplanma ve oturma yeri olacak şekilde düzenlendi ve güneş panellerinden sağlanan elektrikle aydınlatma yapıldı. Yapının iç hacmi de Bilim Oyunları alanı olarak deney setleri ve bilgilendirici posterlerle donatıldı.

Güneş toplaçlarından elde edilen sıcak su, çadır-kentteki duş ve yıkama birimlerine verilecek şekilde tasarlandı ve iki duş kabini (her birinde 8 duş bulunuyor) ile bir yıkama birimine (bulaşık vb.) buradan elde edilen sıcak su bağlantısı sağlandı.

Güneş panellerinden elde edilen elektrikse, yapının içini ve çevresini aydınlatma amacıyla kullanıldı. Bundan amaç, deprem gibi olağanüstü durumlarda elektrik kesintilerinden etkilenmeyecek aydınlanmış bir alan ve mekan oluşturmak ve bu şekilde o yörede yaşayanlara bir rahatlık vermekti. Bilindiği gibi, Ağustos 99 depremi sabaha karşı 3.00 de olmuş ve depremin hemen sonrası elektrikler kesilmişti. Uyku sersemi bir şekilde depremden kurtulanların gecenin derin karanlığında yaşadıkları anlar, sonradan birçok kişinin sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini göstermiş ve ruhsal bozukluklara yol açmıştı. Bu yönüyle, herhangi bir olağanüstü durumda elektriklerin kesilmeden yanacağı bir sistem düşünüldü ve bu sistem güneş enerjisinden yararlanılarak başarıldı. Güneş panellerinden elde edilen elektrikle aydınlanan bu alan, olağan koşullarda bir park yeri gibi kullanılırken, olağanüstü koşullarda bir toplanma yeri olarak kullanılabilecek. Buradaki aydınlanmanın olağanüstü durumlarda da kesintiye uğramayacağı düşüncesi, bu yörede yaşayan yurttaşlarımıza bir güven ve bir iç ferahlığı verecek.





Yapının iç hacminin bir çekirdek Bilim Oyunları Merkezi olarak düzenlenmesindeki amaç, çadır-kentte yaşayanların bilime merakını arttırmak, aynı zamanda ülkemizde yeni bir olgu olan bu tür bir etkinliğin yaygınlaşmasına önayak olmak. Bilindiği gibi, depremden öğrenilen en önemli ders, "bilim"in tek yol gösterici olduğu ve tek dayanağımız olduğunun bir kez daha yurt çapında anlaşılmış olması. Bu görüş altında, gerek çocuklarımızı ve gerekse büyüklerimizi biraz olsun bilime yakınlaştırma ve bilimsel merak uyandırmanın hem bugün, hem de yarınımız için büyük yararlar sağlayacağı düşünüldü. Ayrıca, çadır-kentlerin bir kaç gün gibi kısa süreli kalınacak yerler olmadığı, burada yaşayanların büyük bir deprem geçirdikleri göz önüne alındığında, çadır-kentlerde sosyal birimlere önem verilmesinin gereği açık.

Projenin diğer bir önemli yanı, bir sivil toplum kuruluşunun, deprem bölgesi için kendi uzmanlık alanında bir projeyi tasarlayıp gerçekleştirmesi ve bu projenin gerçekleşmesinde, biri yurt dışından olmak üzere üç özel kesim kuruluşunun ve bir kamu kuruluşunun (üniversite) projeye katkı koymaları ve tüm ortakların uyumlu yaklaşımı ile projenin kısa sürede, bir aksaklığa yol açılmadan başarı ile tamamlanmış olması.

Ülkemizde (belki de dünyada) ilk kez gerçekleştirilen bu üç amaçlı proje umarız bir örnek olur ve coğrafya olarak güneş enerjisinden yararlanmaya uygun ülkemizde bu örnekler çoğalır. Yapının tasarlanışında ve yapımında geçici değil kalıcı olması amaçlandı. Yapının bulunduğu yerin kent merkezinde olması ve büyük bir alış-veriş merkezinin yanında bulunması gözönüne alındığında, çadır-kent kalktıktan sonra da bu yapının korunabileceği ve istenirse genişletilebileceği, böylece o yöremize kazandırılmış bir yapıt olabileceği görüşündeyiz.

Temiz Enerji Vakfı

Bilim Etiği

Günlük yaşantımızda, ilişkide olduğumuz insanlara karşı, kendi kendimize karşı, uzaktan tanık olduğumuz olaylara karşı sürekli ahlâki yargılarda bulunuruz. Örneğin, elektrik paranızı yatırmak için uzun bir kuyruğa girmişsiniz; bir saattir bu kuyrukta bekliyorsunuz, neyse ki size sıranın gelmesine birkaç kişi kalmış. Ancak saat 11:30'u gösteriyor. Yarım saat sonra memurlar öğlen tatiline girecekler. Bu yarım saat içinde paranızı yatıramazsanız, en az bir saat daha orada beklemeniz gerekecek. Ama görünüşe bakılırsa öğleden sonraya kalmadan veznedeki işinizi bitirebileceksiniz. İşte böyle bir ortamda öne geçmeye çalışan biriyle karşılaşsanız, o kişiyi yaptığı hareketten dolayı saygısızlıkla suçlar hatta ister istemez sesinizi bile yükseltebilirsiniz.

Başka örnekler vermeyi sürdürelim: Sorumluluğumuzda olan işe karşı gereken özeni göstermemişsek içimiz içimizi yer adeta; kendi kendimize kızarız. Kendimizi yargılarız.

Medyada izlediğimiz bilimsel olaylara ve bilim adamlarına karşı sinirlendiğimiz ya da övgüye değer bulduğumuz durumlar da çok olmuştur. Bu sırada da hep yargıda bulunur, yorumlar yaparız. Aslında bizlerin bu yaptığı, etiğin konusu olan ahlâki eylemleri kendimize göre yorumlamaktan başka bir şey değildir. Bizlerin belki farkında olmadan yaptığı bu yargılamalar zaten etik denilen bilim dalıyla, öteden beri yapılmaktadır. Örneğin, "Bilimsel Etik" bilim ve üniversite çevrelerinin dünyada ve Türkiye'de önem verdiği en güncel konulardan biridir.

Bilim etiği, bilim adamlarının çalışmaları sırasında uyacağı ahlâki talepleri yansıtır. Bilim adamı hem içe, hem de dışa karşı sorumluluğu olan insanlardır. Örneklemek gerekirse, bilim adamının kendi iç dünyasına olan sorumluluğunu meslek ahlâkı belirler. Bu ahlâk gereğidir ki, bilim adamı çalışmalarını sürdürdüğü alanda, gerçeğin ne olduğunu ortaya koymakla yükümlüdür. Bu gerçeği ortaya koyarken de, uluslararası geçerli olan standartlara uygun, bilimsel çalışma yöntemlerine uyma zorunluluğu vardır. Örneğin, bilim adamı çalışmaları sırasında verilerini kendi istediği doğrultuda değişime uğratamaz, elde ettiği sonuçlar her zaman doğrulanabilir olmalıdır. Araştırmalarında kullandığı bilgilerin kaynağını doğru ve eksiksiz bildirir. Yine bilim adamı meslek ahlâkı gereği rüşvet kabul etmez, yaptığı çalışmalarla kendisi arasına da mesafe koyar ve yaptıklarına eleştirel bir gözle bakabilmeyi becerir. Centilmenlik ve dürüstlük ilkelerini uygular.

Bilim adamının dışa yani topluma karşı da sorumluluğu vardır. Örneğin, deney adı altında bilimsel dayanağı olmayan vahşi uygulamalar yapmaz. Projelerinin var olan risklerini açıklar, insanları kötü niyetli kullanımlara karşı uyarır; zararlı olabileceğini bildiği halde araştırmalarını sürdürmekte direnmez ya da beklediği getiri, götüreceklerinden çoksa o araştırmasına devam etmekten vazgeçer. Bilim adamlarının doğa ve yaşam birlikteliği konusunda kamuoyunu bilgilendirme, aydınlatma ve uyarma yükümlüğü vardır; ama bu yükümlülük de, ulaşılan bilimsel veriler, sonuçlar ve bilim etiği ilkeleriyle belirlenmiştir. Bilim adamları, kendi aralarında kuramsal çalışmalarıyla ilgili tartışmalarını, kamuoyu önünde yapmazlar. Çünkü bu tartışmalar, özellikle de çelişkili olduğu durumlarda, bilime ve bilim adamına yönelik tereddütlerin çıkmasına ve güvensizliğe neden olabilir. Bilim de, bilim adamları da yalnızca bilimsel gerçeklerle konuşur; kehanetlerde bulunmazlar.

Bütün bu yazılanlar etiğin pratiğine yönelik konularından yalnızca biri olan bilim etiğinin ne olduğunu anlamamızı sağladı. Peki günlük yaşama baktığımızda, bilim etiği ilkelerine ne ölçüde uyuluyor? Tartışmaya açıyoruz.

Gülgûn Akbaba

İşitme Engelliler, Sorunları ve Genom Projesi

İşitme engelliler, daha yaygın kullanımıyla sağır-dilsizler, çeşitli yönlerden özürlü olarak doğmuş insan grupları içerisinde en yaygın olanlardandırlar. Bunlar genelde işitme duyularının işlevsiz olması nedeniyle aynı zamanda konuşamamaktadırlar. Çünkü, işiten-duyan insan duyduklarını, çocukluğundan itibaren geçirmiş olduğu çevresine uyum ve eğitim süreci çerçevesinde tellaffuz etme özelliğini devreye sokarak ifade etmektedir. Özetle sağırlık-dilsizlik engellerinin birlikteliği, aslında ikincisinin birincinin doğal sonucu olmasından kaynaklanmaktadır. Sağır olan, dilsizlik gerekçesi olabilecek başka bir neden olmasa bile, sırf bu nedenle aynı zamanda dilsiz de olmaktadır.

Doğaldır ki, işitme engellilerin eğitimi, kulağa seslenerek değil, göze seslenerek yapılmaktadır. Öğrenciler, ses olgusunu algılayarak değil, sergilenen hareketleri kavrayarak anlamaya çalışmaktadırlar. Aslında bu durum bazı noktalarda olumsuzluklara neden olabilmektedir. Örneğin, taşıt kullananlar, önlerindeki insanın, arabanın kornasını duyarak çekileceğini varsayıp hızlarını kesmezlerse ve önlerine çıkan işitme engelli biriyse bir felakete neden olabilirler. Öte yandan bu durumdaki kişiler, çevrelerinde olup biten gelişmelerden, ancak görebildikleri eğitim-öğretim oranında haberdar olup, yararlanabilmektedirler. Bu engele sahip kişilerin, söz konusu engelden olabildiğince az etkilenecek biçimde hayata hazırlanmaları gerekir. Bu hem kendilerine, hem de topluma yararlı olmaları anlamında önem taşır. Bu nedenle, özel statüde eğitim-öğretim kurumları kurulmuştur. Sekiz yıllık ilköğretim ve ayrıca lise düzeyinde eğitim veren bu kurumlarda, özel bir müfredatla öğrencilere öncelikle yazma, yazılanı anlama ve dudak okuma becerisi sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu sayede, karşılıklı ilişkide bulundukları kişilerle daha rahat bir biçimde diyalog kurabildikleri gibi, sosyal gereksinimlerini giderme noktasında da bir ölçüde rahatlamış olmaktadırlar. Ancak, gerek bu tür eğitim veren okulların sayısının ve öğretmenlerin azlığı, gerekse teknik olanakların yetersizliği nedeniyle, nitelikli bir eğitim-öğretim yapılamamakta ve daha çok işaretle anlaşma yoluna gidilmekte; öğrenci bu yöne kanalize edilmektedir. Aslında okul sayısındaki yetersizlik ve diğer olanaksızlıklar nedeniyle okul sürecini yaşayamamış olanlar da, yaygın bir biçimde bu yolla yani diğer insanlarla ve birbirleriyle işaretle anlaşmaktadırlar. Ama bu tarz anlaşmanın çok karmaşık olan sosyal yaşam içinde, çeşitli konu ve alanlarda ilişki kurmaya yeterli olmayacağı kuşkusuzdur. Bu nedenle böylesi engelleri olmayanların, engellileri hoşgörüyle karşılamaları gerekir. Aslında bütün engellilerin, dolayısıyla işitme engellilerinin de gereksinim duyduğu, acıma değil hoşgörüdür ve çeşitli alanlarda önem arzeden olanakların onlara da sunulmasıdır. Bu, ister kendilerine yönelik eğitim-öğretim olanağı olsun, isterse pozisyon olarak bu süreci yaşamaya elverişli olmadığı için doğrudan maddi olanak sağlayan herhangi bir iş olsun; ikisine de gereksinim duymaktadırlar.

Toplumu oluşturan sağlıklı bireylerin, engellilere de sıcaklıkla yaklaşması, onları rencide edici davranış içinde bulunmamaları gerekir. Aksine, onları incitmeden, bu engellerinin yaşamın sonu demeye gelmediğini, her durumda mutlu bir yaşamın olabileceğini hissettirmeleri ahlâki bir sorumluluktur da. Dahası, söz konusu sıkıntılarını olabiliyorsa paylaşarak gidermeye çalışmanı, toplumsal bir ödev olduğu da bilinmelidir.

Gen haritasının çözümlenmesiyle insan vücudunun olağanüstü yapısı gözler önüne serilmiştir. Umudumuz, kimilerinin bunu kötü amaçlara aracı kılmaması; bunun yerine bu tür çalışmaların, buluşların yine genlerden kaynaklanan sıkıntıları olan insanların umarsızlıklarına çare olarak kullanılmasıdır. Bu saygıya değer bir çabadır da.

Olasılıkla hatalı ya da tahribata uğramış bir gen nedeniyle işitmekten yoksun kalmış ve dolayısıyla konuşamayan insanların bu sorununa da eğilinmesi ve gündeme getirilerek duyarlılık gösterilmesi önemli adımlardan biridir. Beklentimiz, insan gen haritası çalışmalarından, işitme engellilerinin de yararlanabilmesidir.

Fikri Akman
Van Abdurrahman Gazi İşitme Engelliler İlköğretim Okulu Müdür Yardımcısı

(Forum'da tartışılan konular: "Sağlık Taramaları", "Bilgisayar mı, Bilgiişler mi?", "Bilim Etiği".)

Serbest Kürsü

Değerli Okuyucularımız
Geçen sayımızda yeniden başlattığımız Forum köşesi için sizden de öneriler beklediğimizi söylemiştik. Öneriler gelmeye başladı. Okuyucularımızın Forum'da tartışmaya açmak istedikleri konuları yine bu köşedeki Serbest Kürsü'de tartışacağız.
Bize ulaşan mektuplar arasında, "eğitim sistemimizde öğretmenin rolü", üzerinde önemle durulan konulardan biri. Bu konuyla ilgili üç mektubu aşağıda yayımlıyoruz. Sizlerden de görüşlerinizi, önerilerinizi yazmanızı bekliyoruz. Tartışmak istediğiniz, bilimi ilgilendiren her konuda bize yazın. Yazın ki, Forum'da hep birlikte ses olalım ve bilimsel alanda var olan sorunlara çözüm önerileri getirip, başarıları, başarısızlıkları, bilimi yaşamlarının bir parçası sayan siz Bilim ve Teknik dergisi okuyucularının gözünden, gözler önüne serelim.
Mektuplarınız için: Forum Köşesi, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Atatürk Bulvarı No:221 Kavaklıdere Ankara
Tel: (312) 468 53 00/1067 (Gülgûn Akbaba)

Bilimsel Yarışmalara Kimler Katılıyor?

Gerek TÜBİTAK'ın gerekse diğer ciddi kuruluşların düzenlemiş olduğu bilim yarışmalarına katılan öğrenciler, hep özel liseler ya da fen liselerinde okuyorlar. Bu gözlemim beni şu sonuca götürdü: Bilim yalnızca belirli kesimler tarafından yapılıyor. Oysa ülkemizde bilimin gelişmesi için öncelikle biz gençlerin eğitimi konusunda gelişmeler olmalı. Nasıl ki özel bir lisede, ders saatleri boş geçmiyorsa ve öğrencileri bilimsel çalışmalara özendiren öğretmenler varsa, öğrenciye bilimle ilgilenmesi için olanaklar sunuluyorsa, devlet liselerinde de aynı koşullar olmalı.

Bunun gerçekleşmesi için kaybedecek ya da bekleyecek zamanımız yok. O halde varolanlar dahilinde, herhangi bir liseden, başta öğretmenlik yapanlardan, öğrencilerin beklentileri neler olabilir?

Tacettin Şeker
Gaziantep

Eğitimcilerin Eğitilmesi

Eğitim sistemimizde üniversiteye gelene kadar zorlu bir yarış gerçekleşmektedir. Yarışı başarıyla bitirerek, sözüm ona üniversiteye kapağı atınca(!), büyük bir çoğunluk için önceki heyecan, hırs sönmektedir. Sistemin bir parçası olan eğitimciler için de aynı şey söz konusu. Halihazırda popüler olan sorgulayarak, araştırarak, bilgisayar destekli öğrenme modeliyle öğrencilere eğitim-öğretim verilmesi fikridir. Ama öncelikle eğitimcilerin bu felsefeye sahip olması gerekmez mi?

Eğitim fakültelerinden yeni mezun olarak öğretmenlik mesleğine başlayan öğretmenle, bu mesleğe yıllarını vermiş öğretmen arasında, özellikle de bilgi bakımından epey farklılıklar var. Eğitimde fiziki ve teknik donanımdan daha önemli olan insan unsurudur. Eğitim ve öğretimin temel faktörü öğretmen ve öğrencidir. Devamlı olarak öğrencileri nasıl eğiteceğiz konusu üzerinde yoğunlaşıyoruz. Eğitimcilerin eğitilmesiyse hep gözden kaçıyor. Eğitimciler okuldan aldıkları bilgiyle yetinmemeli, kendisini yenilemeli, yeni fikirlere açık olmalı, sokaktaki insandan daha farklı düşünebilmelidir.

Zor da olsa bir yerden başlamamız gerektiğini düşünüyorum. Çözüm önerilerimse şunlar:

Eğitim fakültelerinde okutulan pedagojik formasyon dersleri yeniden organize edilmelidir. Bu dersler halen ayrı ayrı dönemlerde verilmektedir. Öğrenciler bu dersleri diğer dersler gibi değerlendirmekte ve geçecek kadar not alıp, ilerisini düşünmemekteler. Oysa bu derslerin salt bilgi boyutlu değildir; bu bilgilerin bir de meslek uygulaması vardır. Bu nedenle pedagojik dersler aynı dönem içinde okutulmalı; dersler arasındaki bağ böylece fark edilebilecektir.

Eğitimcilerin ekonomik sorunları çözümlenmelidir. Çözümlenmelidir ki, bu sorun bir engel olarak eğitimciler tarafından sürekli ileri sürülmesin. Halen mesleğine devam eden eğitimcilerin hizmetiçi eğitimine de önem verilmeli. Öğretmenler bu etkinliklere kesinlikle katılmalı ve desteklenmelidir. Maddi ve manevi ödüller konulmalı, bu ödüller de geciktirilmeden verilmelidir ki rekabet oluşabilsin. Örneğin, takdir, teşekkür, tatil olanağı, ücretlerde farklılık gibi.

Eğitim fakültelerine alınan öğrencilerin seçimi değiştirilmelidir. Üniversite sınavında belirli bir puan alanlar ayrıca yetenek sınavına da girmelidir. Öğretmenlik mesleğini yetenekli, bu mesleği severek yapmak isteyen, performansı bu işe uygun öğrenciler yapmalıdır.

Bilgi çağında hergün bir ileriye gitmeyen geri geri gider. Bu anlayışa sahip eğitimcilerin çoğalması dileklerimle.

Mustafa Gökmen
AÇEM ve IV. Akşam Sanat Okulu Md. Yrd., Ankara

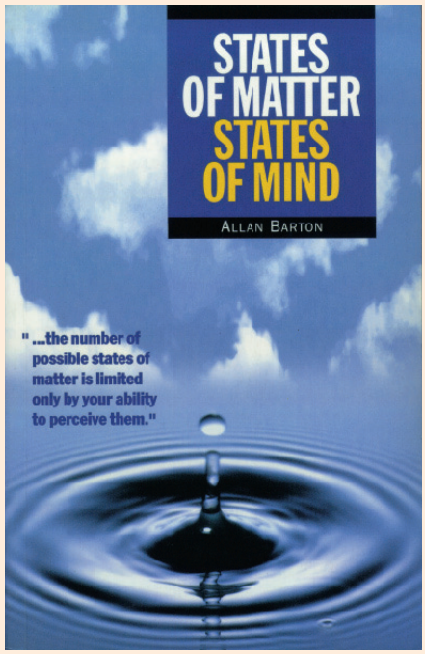
Bilimle Uğraşmanın Zorlukları

Bilime karşı ilgimi proje hazırlayarak gidermeye çalışıyorum. Ama ülkemizde bilimle uğraşmak çok zor. Deney olanakları neredeyse hiç denilebilecek kadar kısıtlı bir yerde yaşıyorsanız işiniz daha da zor. Bu zorluklardan yalnızca birkaçını belirteceğim: Proje hazırlamayı düşünüyordum ve bunun için okul idaresinden izin almalıydım; çünkü haftanın bir gününde üniversiteye gitmem gerekiyordu. Bu düşüncemi okul yönetimine bildirdiğimde büyük bir tepkiyle karşılaştım. Neyse ki bu izin faslını biyoloji öğretmenim sayesinde aştık. Üniversitede bana yardımcı olan hocamla konu belirledik. Ancak hazırlamayı düşündüğümüz konunun deneyleri için gerekli olan aletleri alamadık. Karşımıza ilk önce ekonomik sorunlar çıktı. Bu nedenle belirlediğimiz konudan vazgeçtik. Yeni bir konunun araştırmasına başladık. İlk işimiz, üniversitenin olanakları dahilinde olan İnternet'den konu taraması yapmak oldu. Literatür adlarına bu sayede eriştik; ama literatürlere ulaşamadık. Belirlediğimiz ikinci konudan da bu nedenle vazgeçmek zorunda kaldık.

Bunlar karşılaştığımız sıkıntılardan yalnızca birkaçıydı. Ama en önemlileriydi. Kuşkusuz bu sıkıntılar şansızlık değildi; yalnızca ülkemizde bilimle uğraşmak isteyenlerin önüne çıkan zorluklardı. Ama yılmadık. Çünkü ben de, birlikte çalıştığım öğretmenim de, yağmur yağmadan gökkuşağının çıkmayacağını biliyoruz.

Seda Keskin/*Elazığ*

Atomlara inanır mısınız? Peki ya kuarklara? Murdoch Üniversitesi'nde kimya profesörü olan Allan Barton, Maddenin Halleri, Aklın Halleri *adlı kitabında maddenin özelliklerini anlamaya çalışırken kavramların ve modellerin bize nasıl yardımcı olabilecekleri üzerinde duruyor. Ama atomların veya kuarkların gerçek olup olmadığına karar vermek size kalıyor. Barton'un henüz Türkçeye çevrilmemiş kitabından bir alıntı…*



States of Matter, States of Mind
Allan Barton
Institute of Physics Publishing, 1997, 384 sayfa

Koşan Atlar

Kimileri bilimi, alışılmış gözlemleri alışılmadık kelimeler ve fikirlerle açıkladığını söyleyerek eleştirir. Bu iddiada doğruluk payı vardır; ama bilimsel modeller alışılmamış olanı alışılmış terimlerle açıklar demek daha doğru olur. İlk bilim adamlarını anlatan bir romanda roman kahramanlarından birinin yaptığı mükemmel bir kavramsal modelleme tanımı vardı: "...çevrelerindeki dünyayı simgelere dönüştürmek, özünü çıkarıp tekrar üretmek için kullanmak..."

Bir model istediğimiz kadar basit veya karmaşık olabilir, ama sonuçta gerçeğe biraz yaklaşmaktan öteye gitmez. Gerçek büyükse, örneğin Dünya'ysa, modelimiz sınırlı kavrayışımıza uygun düşecek küçüklükte, gerçek küçükse, örneğin atomsa, modelimiz anlayabileceğimiz büyüklükte olabilir. Çok uzun veya çok kısa zaman dilimlerini temsil edecek modeller yapabiliriz; bunların her ikisi de kavrayışımızın ötesindedir. Fiziksel özelliklerimiz çevremizdeki dünyayı algılamak (dolayısıyla da kavramak) için pek yeterli olmadığından modeller ve imgeler maddeyi anlamlandırmamız açısından hayati öneme sahiptir. On dokuzuncu yüzyılın sonlarına kadar (fotoğraftan önce) yapılan resimlerde koşan atların bacakları "sallanan tahta atlarınkine" benziyordu; dört bacak da aynı anda dümdüzdü. (Koşan bir atın, belirli bir anda dört ayağının da yerden kesildiğini kanıtlama tutkusu, fotoğraf makinelerinde yüksek örtücü hızlarının geliştirilmesine yol açmıştır.) Yardım almadan, bir atın nasıl koştuğunu bile algılayamıyorsam, moleküler düzeyde suyun "dinamik" yani zamana bağlı yapısını gözümde canlandırmayı nasıl beklerim!

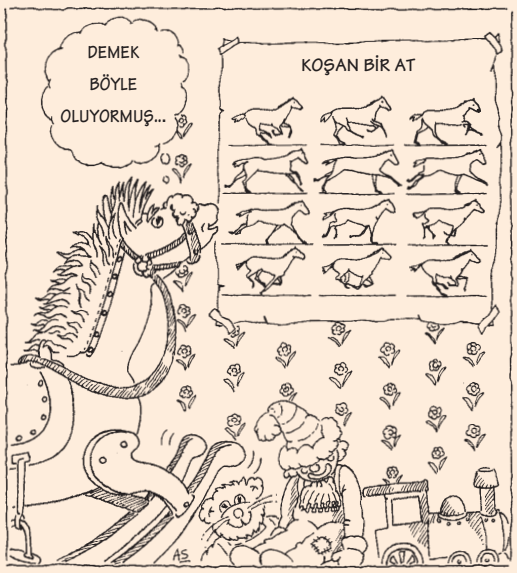
Gözlemlerimiz her zaman yetersizdir:

- Bir milimetrenin ancak onda biri veya yüzde biri kadar bir farkı (dokunarak) tespit edebiliriz
- Elektromanyetik tayfın sadece çok küçük bir kısmını "görebiliriz"
- Ancak aralarında saniyenin birkaç yüzde birinden daha uzun bir süre olan iki olayı birbirinden ayırabiliriz
- İnsan ömrü jeolojik zaman cetvelinde dikkate alınmayacak kadar kısadır.

Bilimsel modellerin bir amacı da yeni ya da "açıklanmamış" bir olguyu, daha önceki deneyimlerin sonucunda doğal kabul edilmiş bir şeyle benzeşim kurarak, "doğal" göstermektir. Çok küçük veya çok büyük miktarlar için yeni bir uzunluk ya da zaman birimi uydurmak ve bunu kullanmak yeni fikirlere daha sıcak bakmamızı sağlar. Astronomide rastlanan muazzam uzaklıkları tanıdık hale getirmek (bir şeyle ilişkilendirmek) için astronomlar ışığın bir yılda kat ettiği mesafeye eşit olan "ışık yılı" diye bir şey icat etmişlerdir. Aion (aslında çok uzun, belirsiz bir zaman dilimi anlamında kullanılırdı, ama bugünlerde bir milyar yıl anlamında da kullanılıyor) da böyle bir örnektir. "Nanosaniye" (bir saniyenin milyarda biri) ise kısa bir zaman dilimini tanımlamak gerektiğinde çok yararlıdır.

Sık sık şu süreç veya şu olgu şu zamanda "anlaşılmıştır" veya şu bilim adamı tarafından "açıklanmıştır" veya şu olay sırasında "bulunmuştur" gibi şeyler okuruz; ama bu tür yorumlar fazlasıyla iyimserdir. Aslında hiç kimse maddenin yapısının "nasıl"ını ya da "niçin"ini bilmez. Kastedilen geliştirilen modellerin kabul edilebilir olduğudur, çünkü bu modeller,

- yeniyi eskinin diliyle anlatır, ya da
- alışılmamış olanı alışılmış bir dille ifade eder, ya da
- soyutu somutla ilişkilendirir, ya da
- var olan modellerden birkaçını sezgisel olarak rahatsız etmeyecek bir biçimde birleştirir.

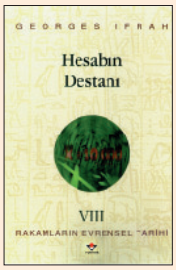


Bu fikri daha da ileriye götürüp, çevremizdeki dünyada yer alan nesneler olduğunu düşündüğümüz şeylerin aslında sadece zihnimizdeki görüntüler ya da zihnimizin gerçeğe yaklaşma çabası olduğunu iddia edebiliriz. Stephen Hawking 1994'te Cambridge Üniversitesi'ndeki bir konuşmasında şöyle demişti: "Bir kuram gerçeğe karşılık gelmelidir diyemem çünkü gerçeğin ne olduğunu bilmiyorum." Maddenin doğasıyla ilgili öyle yetersiz bir fiziksel kavrayışımız var ki, hissettiğimizin ve gördüğümüzün tam ve nihai gerçeklik olduğunu iddia etmemiz kendimizi bilmezlik olur. Bu tür iddialar karmaşık sistemler söz konusu olduğunda (örneğin Dünya) daha da aşırıya kaçar. Algılamadaki farklılıklar farklı eğitimler almış, farklı kültürel ortamlardan gelen kişilerden aynı olayı ya da nesneyi tarif etmeleri istendiğinde açıkça görülebilir. Örneğin aynı ağaca baktıklarında,

- bir bitkibilimci bir *Eucalyptus marginata* görür
- bir oduncu bir kereste deposu görür
- bir kuşbilimci ağacın dalındaki kuşu görür
- bir çocuk çok güzel tek bir yaprak görür.

Çeviri: Özlem Özbal



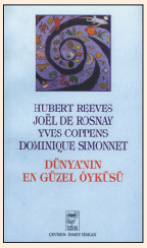


Hesabın Destanı
Rakamların Evrensel Tarihi VIII
Georges Ifrah
Çevirmen: Kurtuluş Dinçer
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
Ankara, Haziran 2000

1994 yılında yayın dünyasının en büyük sürprizlerinden birisi Georges Ifrah'ın yazmış olduğu *Rakamların Evrensel Tarihi/Rakamlarla ve Sayılarla Anlatılan İnsan Zekası* kitabının yayımlanması olmuştu. 1995 yılında TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın yayın programına alınan ve ilk cildi aynı yılın eylül ayında yayımlanan *Rakamların Evrensel Tarihi*'nin 8. cildi *Hesabın Destanı* geçtiğimiz günlerde yayımlandı. Kitabın içerdiği bilgiler kadar yazılış serüveni de dikkate değer. Faslı bir tüccarın oğlu olan Ifrah, İsviçre'de matematik öğretmenliği yaptığı dönemde rakamların ve hesaplama işlemlerinin kökenlerini yeteri açıklıkta anlatan bir kitabın eksikliğini hissetmiş. Tabii bu tespitinde öğrencilerinin kendisine yönelttiği sıfırı kim icat etti gibi soruları yanıtlayamamanın da payı büyükmüş. Bunun üzerine ABD'den Mısır'a, Hindistan'dan Meksika'ya, Peru'dan Çin'e yorucu, zaman zaman da bezdirici bir araştırmaya girişmiş. Sonuçta, ortaya 1981'de yayımlanan *Histoire Universelle des Chiffres* çıkmış. Kitap o sıralar iyi eleştiriler almanın yanı sıra iyi de satmış. Ancak 1994 yazında yayımlanan geliştirilmiş ve genişletilmiş baskıyla birlikte Fransa'da yayıncılar şaşkınlık içinde kalmış. Çünkü kitap bir yıl içinde 130.000 adet satarak yayıncılıkta az rastlanır bir başarıyı gerçekleştirmiş.

Georges Ifrah, "Okuyucuya" başlıklı giriş yazısında, yazdığı dev kitabın çerçevesini de bir ölçüde çiziyor. "Bu yapıtın ana amacı, rakamların ve hesabın evrensel tarihi hakkında, tarih öncesinden bilgisayarlar çağına uzanan, en temel işlemlerden yola çıkıp kurgulayıcı, mistik, dinsel, büyüsel ya da kâhinlikle ilgili aritmetiklerde gezinen, sıfırın ve konumlu sayılamanın keşfinden geçip sonunda en genel hesaplara ulaşan karmaşık ve çok biçimli evrim hakkında halkın kendi kendine sorduğu tüm soruları yalın ve anlaşılır ifadelerle, olabildiğince tam bir biçimde yanıtlamaktır."

Tamamı 9 cilt halinde yayımlanacak *Rakamların Evrensel Tarihi*'nin 8. cildi *Hesabın Destanı*'nın en önemli yanı çakıl taşlarından, bilgisayarlara hesabın izlediği "tuhaf" yolculuğun anlatılmakta oluşu. Her cildin rakamlardan yola çıkılarak uygarlık tarihinin bir başka yönüne ışık tutması nedeniyle, diğer ciltler gibi *Hesabın Destanı*'nın da ilgi çekeceği düşüncesindeyiz.

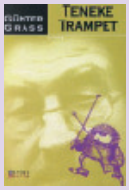


Dünya'nın En Güzel Öyküsü
Hubert Reeves
Joël de Rosnay
Yves Coppens
Dominique Simonet
Çevirmen: İsmet Birkan
Telos Yayıncılık, İstanbul, Eylül 1996

Dünya'nın En Güzel Öyküsü, 1996 yılında çıkan ancak son yıllarda yayımlanan en iyi popüler bilim kitaplarından biri olduğu için bir kez daha hatırlatmak istediğimiz bir kitap. Dominique Simonnet, kitabın oluşmasını sağlayan gazeteci, yazar. Simonnet, üç bilim adamına Dünyamızla ilgili hepimizin merak ettiği soruları yönelterek, kısa ve anlaşılabilir yanıtlar alıyor. Nereden geliyoruz? Neyiz? Nereye gidiyoruz? Bu üç temel soru, zincirleme bir biçimde pek çok soruyu da beraberinde getiriyor. Sonunda bilimin Dünya tasarımı yavaş yavaş ortaya çıkmaya başlıyor, üstelik okurun da kolaylıkla izleyebildiği bir kurguyla... Dünya'nın gerçeğine yaklaşabilmek için üç perdelik bir öykü anlatılıyor kitapta. Birinci perdede, evrenin yapısı, yıldızlar, galaksiler ele alınarak 15 milyar yıl öncesi, "başlangıç" ele alınıyor. İkinci perdede 4,5 milyar yıl öncesinden başlayarak, moleküller, ilk hücreler, canlılık evriminin oluşumu anlatılıyor. Üçüncü perde ise insana ayrılmış. Canlılar dünyasının sonuncu örneği insanın ortaya çıkışının tarihine. "Öndeyiş" de yer alan şu sözler kitabın titizlikle ama ondan da öte sevgiyle yazıldığının bir işareti: "Bedenimiz evrenin yapıtaşları atomlardan oluşuyor, hücrelerimiz ilkel okyanustan birer parçacık içeriyor, genlerimiz çoğunlukla komşumuz öteki primatlarınkilerle ortak, beynimiz zekânın gelişim katmanlarını bir bir gösteriyor, ve insan yavrusu ana karnında oluşunca, canlıların evriminin tüm yolunu hızlandırılmış olarak baştan başa yeniden geçiyor. Dünya'nın en güzel öyküsü, evet, bunu kim yadsıyabilir?"



Yüzyılların 100 Kitabı
Dünden Bugüne İnsanlığın Düşünsel Serüveni
Antik Çağdan Günümüze Düşünce Tarihi
Martin Seymour-Smith
Boyner Holding Yay.
Çevirmen: Özden Arıkan
İstanbul Şubat 2000



Teneke Trampet
Günter Grass
Gendaş Kültür
Dünya Edebiyatı Dizisi
Çevirmen: Kamuran Şipal
İstanbul Mayıs 2000

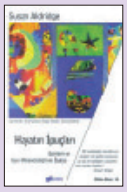


Yeni Dünya Düzeni Nereye
Korkut Boratav
İmge Kitabevi Yayınları
İstanbul Haziran 2000



Irk Kavramını Kim İcat Etti?
Robert Bernasconi
Metis Yayınları
Çevirmen: N. Ökten, Z. Direk, İ. Esiner, T. Meriç
Hazırlayan: Zeynep Direk
İstanbul Haziran 2000

Hayatın İpuçları
Genlerin ve Gen Mühendisliği'nin Öyküsü
Susan Aldridge
Evrim Yayınevi
Bilim Dizisi
Çevirmen: M. Çokol, E. Özkan, E. Cantimer
İstanbul Mayıs 2000



"Eminim Şaka Yapıyorsunuz Bay Feynman!"
Richard P. Feynman
Evrim Yayınevi
Bilim Dizisi
Çevirmen: Tuncay İncesu
İstanbul Mayıs 2000



Bilgi Çağı Ansiklopedisi 7
Pusula Yayıncılık ve İletişim Ltd.
İstanbul Nisan 2000



Beş Altın Kural
20. Yüzyıl Matematiğinin Önemli Teorileri
John L. Casti
Sabancı Üniversitesi Yayınevi
Çevirmen: Nermin Arık
İstanbul Mart 2000





İstanbul 2000
34. Satranç Olimpiyatı ve 71. FIDE Kongresi

34. Satranç Olimpiyatı, 28 Ekim - 12 Kasım 2000 ve 71. FIDE (Uluslararası Satranç Federasyonu) Kongresi 3 - 12 Kasım 2000 tarihlerinde İstanbul'da yapılacak. 100'ü aşkın ülkeden 1000'i aşkın sporcu, antrenör, refakatçi, medya mensubu, izleyici ve yöneticinin konuk edileceği büyük organizasyon TSF (Türkiye Satranç Federasyonu), TMOK (Türkiye Milli Olimpiyat Komitesi) ve TZV (Türkiye Zeka Vakfı) işbirliği ile gerçekleştirilecek. FIDE Kongresi İstanbul Hilton Oteli'nde, Satranç Olimpiyatı ise Lütfi Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı RUMELİ Salonu'nda yapılacak. Ülkeler, baylar müsabakalarında 4 asil, 2 yedek, bayanlar müsabakalarında ise 3 asil, 1 yedek sporcuyla, takım ve bireysel sıralama ve madalya için mücadele edecekler.

Seçme Oyunlar

Nataf,I - Haznedaroğlu,K [C45] Hollanda, 2000

1.e4 e5 2.Af3 Ac6 3.d4 ed4 4.Ad4 Vh4 5.Ac3 Fb4 6.Fe2 Ve4 7.Adb5 Fc3 8.bc3 Şd8 9.0-0 a6 10.Ad4 Ad4 11.cd4 d5? 12.Ff3 Vf5 13.Ke1 Af6 14.Ke5 Vd7 15.Vd2 h6 16.Fa3 Ke8 17.Kae1 Ke6 18.Ff8 Ae4 19.Fe4 Ke5 20.de5 de4 21.Vc1 [21.Vb4!?] **21...Vg4 22.Va3 Vg5 23.f4?** [23.Ke4! Fh3 24.g4!? *(24.Kg4!! Fg4 25.f4! Vh4 26.g3)* 24...Şe8 *(24...Fg4 25.h4! Vh4 26.Kd4 Şe8 27.Fg7 Ve7 28.Ve7 Şe7 29.Kg4)* 25.Fg7] **23...ef3 24.Vf3 Şe8 25.Fa3?** [25.Kf1] **25...Fe6?** [25...Vd2] **26.Vb7 Kd8 27.Vc6 Kd7 28.Vf3 Vd2 29.Vg3?! Vd4 30.Şh1 Vg4 31.Vf2?! Kd1 32.h3?! Ke1?!** [32...Vf5!] **33.Ve1 Vc4 34.Vf2 Vd5** [34...Va2 35.Vc5 Vb1 *(35...Şd7 36.Ve7 Şc6 37.Vc5 Şb7 38.Vb4)* 36.Şh2 Şd7] **35.Vh4 Şd7 36.Va4 Vb5 37.Vb5 ab5 1/2-1/2**

Antic,D - Atakişi,U [D12] Zonal 1.5, Erivan 2000

1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.e3 Ff5 5.Ac3 e6 6.Ah4 Fg6 7.Vb3 Vb6 8.Ag6 hg6 9.Fd2 Abd7 10.g3 [10.Fe2 Fe7 11.Vb6 ab6 12.f3 Fd6 13.Şf2 dc4 14.Fc4 b5 15.Fd3 e5 16.Ae2 ed4 17.Ad4 Ae5 18.Fe2 Ad5 19.h3 Ab4 20.Fb4 Fb4 21.Khd1 Şe7 22.a3 Fd6 1/2 Halkias-Atakişi, Zonal 1.5, Erivan 2000] **10...Fe7 11.Vc2 0-0 12.Fe2 dc4 13.Fc4 c5 14.d5 Ae5! 15.b3** [15.Aa4 Vd6 16.de6 Ac4 17.ef7 Kf7 18.Vc4 Vc6 19.f3 b5] **15...Kad8! 16.Fe2 Ad5 17.a3 Ac3 18.Fc3 Vc6 19.e4 Ad7 20.Kc1 Ff6 21.Fd2 Fd4! 22.0-0 b5 23.Fg5 Kc8 24.h4 Ab6 25.Şg2 c4! 26.a4 ba4!** [26...Vb7 27.ab5 cb3 28.Vb3 Kc1 29.Kc1 Ve4 30.Ff3] **27.bc4 Vc5 28.Fd2 Kfd8 29.Vb1 Va3 30.Fb4 Vb3 31.Kc2 Vb1 32.Kb1 Fc5! 33.Fc3 Kd7 34.Kb5 a3 35.Ka5 Kb7 36.Fd2 Ad7! 37.Fc1 Fb4! 38.Ka6 Ac5 39.Kd6 Ab3 40.Kd1 Ac1 41.Kdc1 Fc5! 42.Ka2 Kb2 43.Kc2 Kc2 44.Kc2 Fd4 0-1**

Demirel,T - Yeke,S [E73] Türkiye Birinciliği 1/2 Final Çanakkale 2000

1.d4 Af6 2.c4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.Fe2 0-0 6.Fg5 Aa6 7.Vd2 Ve8 8.Fd1 e5 9.d5 Fd7 10.Age2 Ac5 11.Fc2 a5 12.0-0 h5 13.Kab1 Ah7 14.Fe3 Ve7 15.b3 Ff6 16.a3! h4 17.b4! ab4 18.ab4 Aa6 19.Fd3?! [19.Fa4 h3 20.Fd7 hg2 21.Şg2 Vd7 22.f3; 19.b5 Ac5 20.b6 cb6 21.Kb6 h3 22.Kfb1] **19...Fg5?** [19...h3] **20.c5?!** [20.f4 Ff6 *(20...Fh6!?)* 21.c5!?] **20...dc5?** [20...Fe3; 20...h3] **21.Fa6! ba6** [21...Fe3 22.Ve3 ba6 23.bc5 h3; 21...Ka6 22.bc5 Fc8 *(22...Fe3 23.Ve3 Fc8 24.Ab5)* 23.f4 ef4 24.Af4 Af6 25.Ad3 Fe3 *(25...Ae4 26.Ae4 Fe3 27.Ve3 f5 28.Ab4 Ka5 29.Vg5)* 26.Ve3] **22.bc5 Kfb8 23.c6! Fc8? 24.d6! 1-0**

Bayram,Y - Karatekin,T [A45] Türkiye Birinciliği 1/2 Final Çanakkale 2000

1.d4 Af6 2.Fg5 e6 3.Ad2 h6 4.Fh4 c5 5.e3 d5 6.c3 Abd7 7.Agf3 Vb6 8.Vb1 g5 9.Fg3 Ah5 10.Fe2 Fg7 11.Fe5 Ahf6 12.dc5 Vc5 13.b4 Ve7 14.Fb5 a6 15.Fd7 Fd7 16.Fd4 Vd8 17.Ae5 Fb5 18.a4 Fc4 19.h4 [19.Aec4 dc4 20.Va2 Kc8 21.0-0 Vc7 22.f4 gf4 23.ef4 0-0; 19.e4 Vc7 20.h4; 19.b5 Vc7 20.Aec4 dc4 21.Ae4 Ae4 *(21...e5 22.b6)* 22.Fg7 Kg8 23.Ve4 Kg7 24.0-0] **19...Vc7 20.Adc4** [20.e4!?; 20.b5! ab5 21.ab5 Ka1 22.Va1 0-0 23.hg5 hg5 24.Vb1 Ke8 25.b6] **20...dc4 21.b5 Ad7** [21...Ad5 22.b6 Ve7 23.hg5 Vg5 24.Ve4 Fe5 25.Fe5 Kg8 26.0-0] **22.b6 Vc8 23.Ad7** [23.Ac4 Vc4 24.Fg7 Kg8 25.Vh7 0-0-0!] **23...Fd4 24.cd4** [24.ed4 Şd7 25.Ve4! Vc6 26.d5! ed5 27.0-0-0 Şd6 *(27...Kag8 28.Kd5 Şc8 29.a5)* 28.Vf3 Khe8 29.hg5 hg5 30.Vf7 Şc5 31.Vg7 Şb6 32.Kh6 Ke6 33.a5 Şa7 34.Vd4 Şb8 *(34...b6 35.Ke6 Ve6 36.Vg7 Şb8 37.Kh1+-)* 35.Kh8 Şc7 36.Vg7 Vd7 37.Vd7 Şd7 38.Ka8+-] **24...Şd7** [24...Vd7 25.hg5 Vd5 26.Kh6] **25.hg5 Vc6?!** [25...hg5 26.Kh8 Vh8 27.Ve4 Kb8] **26.f3?** [26.gh6 Vg2 *(26...Kag8 27.Vb4 Kg2 28.Şe2 Khg8 29.Kaf1)* 27.Şe2 c3 *(27...Kac8 28.Kh4)* 28.Kh4] **26...Kag8** [26...hg5!] **27.d5? Vd5** [27...ed5 28.Vf5 Ve6 29.Vf4] **28.Vb4** [28.gh6 Ve5] **28...Şc8?** [28...hg5] **29.Kc1?** [29.gh6 Şb8 *(29...Vg5 30.Vc4 Şb8 31.Vf4 Vf4 32.ef4 Kg2 33.Kd1 Kb2 34.a5 Kb5 35.h7 Kc5 36.Şe2; 29...Kg2 30.Kd1 Vg5 31.Vc4 Şb8 32.Vf4 Vf4 33.ef4 Kb2 34.a5 Kb5 35.h7)* 30.Şf2 Vg5 31.g4! Kh6 32.Vc4 Kc8 33.Vf4 Vf4 34.ef4] **29...Vg5 30.Kc4 Şb8 31.Vd6 Şa8 32.Vd2 Kd8 33.Kd4 e5 34.Kd5??** [34.Kg4! Vg4 35.fg4 Kd2 36.Şd2] **34...Kd5 35.Vd5 Ve3 36.Şf1** [36.Şd1 Kc8] **36...Vc1 0-1**

Haznedaroğlu,K (TED) - Dönmez,İ (Çankaya Belediyesi) [B02] Türkiye Satranç 1. Ligi

1.e4 Af6 2.e5 Ad5 3.Ac3 Ac3 4.dc3 d6 5.Fc4 Ac6 6.ed6 Vd6 7.Ve2 Vg6

8.Af3 Fg4 9.h3 Vh5! 10.Ff4 [10.Fb5] **10...Ff3** [10...0-0-0!? 11.Kg1!; 10...e5? 11.Fd5!] **11.gf3 0-0-0 12.Ve4?! e6 13.Kd1 Kd1 14.Şd1 Fe7 15.Şc1 Kd8 16.Fe3 Şb8 17.Vg4 Ve5 18.Vg3 Vf6 19.Kg1 g6 20.Kd1 Kd1 21.Şd1 Fd6 22.Vg2 Vh4 23.Fe2 Va4 24.Vg5?** [24.a3] **24...Va2 25.Vf6 b6 26.Fc1** [26.Vh8 Şb7 27.Vh7 Vb2] **26...Vd5 27.Şe1 Ae5 28.Şf1 Şb7 29.Fe3 h5** [29...Va2! 30.f4 Vd5 31.Şg1 Af3 32.Ff3 Vf3 33.Vf7 e5] **30.b3! Vc6?!** [30...Va5; 30...b5!?] **31.Şg2?** [31.Fd4! Vd5 *(31...Ad7 32.Vf7)*] **31...Vd5?** [31...Vc3 32.Fd3!; 31...Vd7!?; 31...Ve8!] **32.Fd4?!** [32.c4!] **32...Ac6 33.Vf7?!** [33.Fd3!] **33...Ad4?!** [33...Vg5] **34.cd4 Vd4 35.Ve6 Ve5 36.Ve5 Fe5 37.h4 Ff6 38.Fd3 g5 39.hg5 Fg5 40.Şh3 a5 41.c4? Fe7 42.Fg6 h4 43.Fe8 c6 44.Şg4 Şc7 45.f4 Şd6 46.Şf3 Şc5 47.Fg6 Şb4 48.Fc2 Şc3 49.Fd1 Şd2 50.Fe2 Şc2 51.c5 Fc5 52.Fc4 b5 53.Fe6 a4 54.ba4 ba4 55.Fd7 a3 0-1**

Solak,A (Hacettepe Üni.) - Hatipoğlu,M (Kocaeli) [B07], Türkiye Satranç 1. Ligi

1.e4 d6 2.d4 g6 3.Ac3 Fg7 4.Fe3 Af6 5.Af3 0-0 6.Vd2 Abd7 7.Fh6 e5 8.0-0-0 ed4 9.Ad4 Ac5 10.f3 a6 11.h4 Ae6 12.Fg7 Şg7 13.h5! Ve7? [13...Ah5?! 14.g4 *(14.Af5!? Şh8 15.Ad5)* 14...Ahf4 15.Ad5! Vg5 *(15...Ad5 16.Vh6 Şf6 17.ed5 Ad4 18.Kd4 Şe7 19.Ke4 Şd7 20.Vf4)* 16.Ae6 Ae6 17.f4!; 13...Ad4 Beyazın baskısı sürer ama direnç gösterebilecek tek hamle] **14.hg6 fg6 15.Vh6 Şg8** [15...Şf7 16.Ad5!] **16.Fc4 Kf7** [16...c5 17.Ade2 b5 18.Ad5 Ad5 19.Fd5 Ka7 20.f4] **17.g4! Fd7** [17...c5 18.Af5! gf5 19.gf5 Ad4 20.Ad5 Ad5 21.Fd5 Şh8 22.Ff7 Vf7 23.Vd6; 17...c6 18.Af5 gf5 19.gf5 d5 20.ed5 cd5 21.Fd5 Af8 22.Ff7 Şf7 23.Khg1 Şe8 24.Kg7] **18.g5! Ah5** [Kazanan birçok hamle arasından seçim yapmak artık sadece zevk meselesi. Beyaz bundan sonra en artistik yolları seçiyor.] **19.Kh5!? gh5 20.Ae6 c6 21.g6 hg6 22.Ag5!? d5 23.Kd5!? Vf8 24.Vh7!? Kh7 25.Kd7 Kf7 26.Kf7 Vc5 27.Kg7 Şg7 28.Ae6 Şf6 29.Ac5 h4 30.Ff1 b5 31.Fh3 a5 32.f4 g5 33.e5 Şg6 34.f5 Şh5 35.A3e4 g4 36.Af6 Şg5 37.Fg4 Şf4 38.e6 1-0**

Gözebe,S - Karaçay,A [B43] Türkiye Birinciliği 1/4 Final Antalya 2000

1.e4 c5 2.Af3 e6 3.d4 cd4 4.Ad4 a6 5.Ac3 [5.Fd3 Vc7 6.0-0 Af6 7.c4 h5 8.Ac3 Fc5 9.Ac2 Ac6 10.Ve2 b6!? *(10...Ae5!? 11.Ff4 Fd6; 10...Ag4!)* 11.g3 h4 *(11...Fb7!?)* 12.Ff4 Ae5!? *(12...Fd6 13.Fd6 Vd6 14.Kad1 hg3; 12...e5 13.Fe3; 12...d6 13.g4!?)* 13.Kad1 hg3! 14.Fg3 *(14.hg3 Fb7 15.b4 Fd6)* 14...Ah5! 15.Ae3 Fb7 16.a3 g5 *(16...f5!-+)* 17.Ag2?? Ag3 18.hg3 g4 0-1 Goudeian,A-Haznedaroğlu,K, Hollanda 2000, eğer 19.Ah4 *(19.Ad5 Fd5; 19.b4 Af3)* 19...Af3 *(19...Kh4 20.gh4 Af3)* 20.Şg2 *(20.Af3 Vg3)* 20...Kh4] **5...b5 6.a3** [6.Fd3 Vc7 7.0-0 h5 8.a4 b4 9.Ab1?! *(9.Ace2)* 9...Fb7 10.Fe3 Af6 11.f3 Fd6 12.h3 h4 13.Ad2 Ah5 14.Ac4? Fh2 15.Şh1 Ag3 16.Şh2 Af1 17.Şg1 Ae3 18.Ae3 Vc5 19.c3 bc3 20.bc3 Vc3 21.Adc2 Ac6 22.Ka3 Vc5 23.Şh1 Ab4 24.Kb3 Ac2 25.Ac2 Fc6 26.Ab4 Fa4 27.Aa6 Vc6 28.Va1 Fb3 29.Vg7 Vc1 30.Şh2 Vf4 31.Şh1 Şe7 32.e5 Kag8 33.Vf6 Vf6 34.ef6 Şf6 35.Ac5 Fd5 0-1 Özkan,V-Karaçay,A; 1/4 Final, Antalya 2000] **6...Vc7 7.Fd3 Fb7 8.0-0 h5 9.Ve2 Af6 10.e5 Ad5** [10...Ag4 11.Ff4 **A)** 11...g5 12.Fg5 Fg7 **A1)** 13.Fe3 Ve5 14.g3 Ae3 15.fe3 f5; **A2)** 13.Acb5 ab5 14.Ab5 Ve5 15.Ve5 Fe5 16.f4 Fg7 *(16...Fb2 17.Kab1 Ff6 18.Ac7 Şe7 19.Kb7 Ka3 20.Ab5)* 17.Ac7 Şf8 18.Aa8 Fd4 19.Şh1 Fa8 20.c3 Af2 21.Şg1 Ah3 22.Şh1 Af2 23.Şg1 Ah3 24.Şh1 Af2; **A3)** 13.f4 Vb6 14.Acb5 ab5 15.c3 Ac6; **A4)** 13.Af3 Ae5 14.Ae5 Fe5 15.f4 Fd4 16.Şh1 h4 17.Fe4 Fc3 18.bc3 h3; **A5)** 13.Ff4 ; **B)** 11...Fc5 12.Ab3 Fa7 13.h3 f5 14.hg4 hg4 15.Kfe1 Ac6 16.Kad1 0-0-0 17.Kc1 *(17.Kd2 Kh5 18.Ab5 ab5 19.Vd1 Ae5 20.Ke3 Kdh8 21.Şf1 Vc6 22.f3 Kh1 23.Şf2 Ad3 24.cd3 Kd1 25.Kd1 Vc2 26.Kd2 Vb3 0-1 Data -NacireddinHodja, YILDIRIM, ICC 1999)* 17...Kh5 18.Vd2 Kdh8 19.Şf1 g5 20.Fg5 Ae5 21.Vf4 Vb6 22.Şe2 Ag6 23.Ve3 Vc7 24.Va7 Ff3 0-1 Data-NacireddinHodja, YILDIRIM, ICC 1999; **C)** 11...f5!? 12.h3 Fc5 13.Af3 Ac6 14.hg4 hg4 15.Ag5 Ad4 **C1)** 16.Vd2 Vc6 17.Ace4 0-0-0 *(17...Şe7 18.Fe3)* 18.Kfe1 Kdf8 19.Fe3 Kh5 20.f4 *(20.Fd4 Fd4 21.Ad6 Şc7 22.Ab7 g3 23.Ke2 Kfh8 24.Ah3 Kh3! 25.gh3 gf2 26.Kf2 Kh3 27.Şf1 Ff2-+)* 20...Kfh8; **C2)** 16.Ve1 Vc6 17.Ace4 Fe7 *(17...0-0-0 18.b4 Fe7)* 18.Ve3 fe4 19.Fe4 *(19.Ae4 Ac2)* 19...Fg5 20.Fc6 Ff4 21.Fb7 Fh2 22.Şh1 Fe5 23.Şg1 Fh2 24.Şh1 Ff4 25.Şg1 Fe3 26.fe3 Ka7; **C3)** 16.Vd1 16...Fe7 **C3a)** 17.Ff5 Af5 18.Ve2 *(18.Ke1 g3!; 18.Age4 g5!)* 18...Fg5! 19.Fg5 g3; **C3b)** 17.Fe2 Vc6 18.Age4 *(18.f3? Vc5 19.Fe3 Af3)* 18...g5!? *(18...Ae2 19.Ve2 0-0-0)* 19.Vd4 *(19.Fe3 Ae2 20.Ve2 0-0-0! 21.Kfd1 fe4 22.Vg4 Kh4 23.Vg3 Kdh8 24.Şf1 Kh1 25.Şe2 Kd1 26.Kd1 Fa3)* 19...gf4; **C3c)** 17.Age4 17...fe4 18.Ae4 0-0-0 19.Ke1 *(19.Vg4 Kh4; 19.a4 Kdf8 20.Fg3 Kh5 21.f4 Vb6)* 19...Kh4] **11.Ad5 Fd5 12.Ff4** [12.a4!? Fc5 *(12...Ac6 13.Ac6! dc6 14.b3!; 12...Vb7 13.ab5 Fg2 14.ba6 Vd5 15.Ke1!)* 13.Ab3 *(13.Af3 b4)* 13...Fb3 14.cb3 ba4 15.ba4 Ac6] **12...Ac6 13.Af3 Kb8!?** [13...Kc8!] **14.Kad1 Ff3 15.Vf3 Ae5 16.Vg3 d6 17.Kfe1** [17.Fe5 de5 18.Vg5 *(18.Kfe1 g6)* 18...g6!? *(18...Kd8)* 19.Vf6 Kg8 20.Kfe1 Fe7] **17...Ad3** [17...h4! **A)** 18.Ve3 h3 *(18...Ad3 19.Vd3; 18...Ac4 19.Vc1 h3; 18...Fe7 19.Fe5 de5 20.c3)* 19.Fe5 de5 20.Ve5 Ve5 21.Ke5 Fd6 22.Kg5 hg2 23.Fb5 Kb5 24.Kb5 Fh2 25.Şg2 ab5 26.Kh1 Şe7; **B)** 18.Vh3 18...Ad3 19.Vd3 *(19.Kd3 Fe7 20.Kc3 Vb7)* 19...Kb6 20.h3 Kc6 21.c3 Fe7] **18.Kd3 Vc2??** [18...Kb6 19.Kc3 Kc6 20.Kee3 Kc4 21.Vf3 Vc8 22.b3 Kc5 23.h3 g6 **A)** 24.Ked3 Fg7 25.Kc5 dc5 26.Fd6 h4! 27.c4 Kh5; **B)** 24.b4 Kc4 25.Kc4 bc4 26.Vd5 *(26.Ve4 Kh7 27.Fg5 Fg7)* 26...Fe7 27.Vd4 Şd7 28.Va7 Şe8 29.Vd4 Şd7 30.a4?! Kd8; **C)** 24.Kc5 24...dc5 25.Fe5 Kg8 26.c4 Fg7 27.Fg7 Kg7 28.Vd5 Şe7 29.Ke5 f6 30.Vc5 Vc5 31.Kc5 Şd6; 18...h4 19.Vf3 Fe7 20.Ked1 0-0 21.Fd6 Fd6 22.Kd6 Vc2 23.b4 Kbc8] **19.Fd6** [19.Kd6? Fd6 20.Fd6 Kd8 21.Vg7 Kh7 *(21...Vh7; 21...Kd6)* 22.Vf8 Şd7 23.Ve7 Şc8 24.Ff4] **19...Kd8**



20.Ke6! fe6 21.Vg6 Şd7 22.Ff8 Şc7 23.Vf7 Şb6 24.Ve6 Şa7 25.Ve7 1-0

Karatekin,T - Erdoğdu,M [B52] Türkiye Birinciliği 1/2 Final Çanakkale 2000

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.Fb5 Fd7 4.Fd7 Vd7 5.c4 Ac6 6.d4 cd4 7.Ad4 g6 8.Ac3 Fg7 9.Fe3 Af6 10.f3 0-0 11.0-0 Kfc8 12.b3 Vd8 13.Vd2 Va5 14.Kad1 a6 15.Ac6 bc6?! 16.Aa4! Vd2 17.Kd2 Kab8 18.Kfd1 Ff8?! 19.c5! Ae8?! 20.Kc2!? [20.Ab6! Kd8 21.Ff4+- *(21.Kc1+-)*] **20...a5?!** [20...Fg7 21.Ab6; 20...e6 21.cd6 Fd6 22.Kd6 Ad6 23.Ff4 Ab5 24.Fb8 Kb8 25.Kc6] **21.Ab6 Kc7 22.Kdc1 dc5 23.Fc5 Fh6 24.Kd1 Ad6** [24...Ff4 25.g3 Fd6 26.Fd6 ed6 27.Ac4 a4 28.ba4 Kb4 29.a5] **25.Fd6! ed6 26.Ad5 cd5 27.Kc7 de4 28.fe4 a4 29.Kb1 1-0**

Aybar Karaçay
Yakup Bayram

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Banach-Tarski Paradoksu

Bu teorem insanı hayretler içinde bırakır:



İçi dolu bir küre sonlu sayıda parçaya ayrılır ve bu parçalar değişik bir şekilde yeniden birleştirilirse hacimleri ilkinin aynı 2 yeni küre elde edilir. Söylemeye gerek yok ki parçalar ölçülemeyen ve gözde canlandırılması zor kümelerdir. Yeni 2 küre de aynı şekilde parçalanabilir ve herbiri orijinal küre hacminde 4 küre oluşur. Bu operasyon sonsuza kadar tekrarlanabilir. Bu teorem bize matematiğin soyut dünyasında bu çeşit parçalamalar (disseksiyon) olabileceğini kanıtlar; fakat gerçek dünyada bunun nasıl yapılabileceğini söylemez. Eğer bu mümkün olsaydı bezelye kadar bir altın küre sonlu parçalamalar ve tekrar birleştirmelerle güneş kadar bir küre oluştururdu. Banach ve Tarski parça sayısından söz etmemişlerdi. R.M. Robinson olası en küçük parça sayısının 5 olduğunu gösterdi. Robinson şunu da gösterdi bir küre yüzeyi S, öyle iki parçaya ayrılabilir ki bu parçaların herbiri S kadardır. 2S elde etmek için 4 parça yeterlidir.

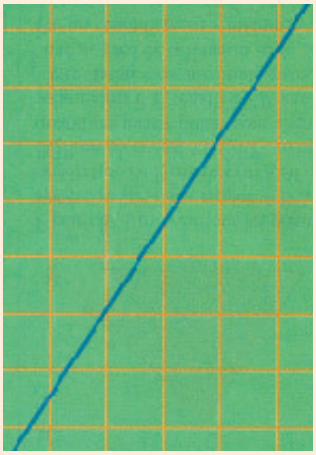
Banach-Tarski'nin genel ifadesi: 3 boyutlu Öklid uzayında A ve B sınırlı kümelerse ve A ve B'nin iç noktaları varsa, A öyle sonlu sayıda parçaya ayrılabilir ki bu parçaların kaydırma veya rotasyonla tekrar birleştirilmesi B ile çakışan (kongrüent) bir küme oluşturur.

Stefan Banach (1892-1945) Polonyalı matematikçi; Alfred Tarski (1902-?) Polonya kökenli Amerikalı matematikçi.

Hırsız Cambaz

Tony eski bir Ortaçağ kilisesine geldiğinde, tavandan sarkan altınla kaplı iki ip gördü. Bunlar çan çalmak içindi ve tavandaki iki delikten geçerek çan kulesine gidiyorlardı. İki deliğin arasında 25 cm. bir uzaklık vardı. Çan kulesinin kapısı 3 anahtarla açılıyordu. İpleri kuleye girerek çalmak olanaksızdı. Tony her iki ipi çalmak istiyordu. İplerden birine tırmanıp diğer ipi kesmek ona yalnız 1 ip kazandırırdı; oysa o iki ipi de istiyordu. Tepesine tırmandığı 2. ipi tabii ki kesemezdi; bacakları kırılırdı. Tony düşüne düşüne bir çare buldu ve 2 ipin hemen hemen tamamını çalıp evine götürdü. Ne yapmıştı?

Irmak ve Şehirler



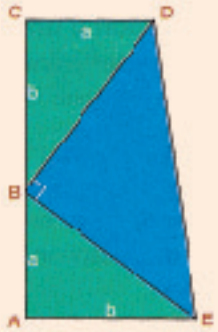
Bu hayali ülke 169x260 km boyutlarında bir dikdörtgendir. Ülke 1 km²'lik şehirlere ayrılmış. Köşegenlerinden biri doğrultusunda bir ırmak akıyor. Bu ırmak kaç şehirden geçer? (Köşeye değmeler geçiyor sayılmayacak). Bu problemi pxq için genelleyiniz.

Düzlemin Bölünmesi

Bir düzlem 6 doğru tarafından en çok kaç bölgeye bölünebilir? Bir düzlem 6 daire tarafından en çok kaç bölgeye bölünebilir?

n doğru ve n daire için genelleyiniz.

Çok İspatlı Bir Teorem



Amerikan Cumhurbaşkanlarından James Abram Garfield, görülen şekil üzerinde Pisagor teoremini ispatlamıştır. Bu ispatı bulabilirmisiniz? (Pisagor teoreminin çok sayıda ispatı vardır.)

Çok Yüzlüler

Düzgün konveks bir çokyüzlnün herhangi bir yüzü, yatay bir zemin üzerinde taban olabilir. Düzgün konveks çok yüzlünün ağırlık merkezi, merkezidir; bu nedenle düzgün konveks bir çokyüzlü (küp, oktahedron, dekahedron vb) herhangi bir yüzü üzerinde dengededir. Düzgün olmayan çokyüzlü bazı yüzleri üzerinde dengede, diğerleri üzerinde dengede değildir. Öyle bir çok yüzlü yapılabilirmi ki, hiçbir yüzü üzerinde dengede kalamasın?

Pi'nin Cambazlıkları

π sayısını yalnız daire ile birlikte düşünenler yanılıyor. Her taşın altından π çıkar. Doğal sayıların terslerinin karelerinin toplamı $\pi^2/6$, 4. kuvvetlerinin terslerinin toplamı $\pi^4/90$, 6. kuvvetlerinin terslerinin toplamı $\pi^6/945$'dir. 1736'da Euler gösterdi ki doğal sayıların terslerinin 2k. kuvvetlerinin toplamı π^{2k}. N'dir. $N = (-1)^{k-1} B_{2k}. 2^{2k-1}/(2k)!$ gibi bir rasyonel sayı. B_{2k} Bernouilli sayılarıdır. Gauss'un çan biçimi olasılık eğrisinin altındaki alan

$y = e^{-x^2} = \sqrt{\pi}$.

Rastgele seçilen iki tamsayının ortak bir asal çarpanları olmaması olasılığı $6/\pi^2$. Bir çok kuvantum denkleminde π ve Planck sabiti (h) birlikte bulunur

Ev İşleri

Deli Ruhiye'nin bir ruh doktoruyla evlendiğini söylemiştik. Yeni evliler ev işlerini aralarında böldüler. Fakat Ruhiye bu listeyi kabul etmedi; en ağır işlerin kendisine verildiğini iddia ediyordu. Ruhiye'nin yaptığı listeyi de eşi beğenmedi. Kavga etmeye başladılar. O sırada Cin Ruhi çıkageldi. Öyle bir şey söyledi ki kavga hemen durdu. Acaba Ruhi ne demişti?

Boadicea

Boadicea, Cleopatra doğduktan 129 yıl sonra öldü. İkisinin yaşlarının toplamı 100 idi. Cleopatra M.Ö. 30'da öldü. Boadicea ne zaman doğmuştu?

Sayıları Gruplara Ayırmak



Pozitif sayılardan 3 küme yapalım; herhangi iki kümeden alınacak birer elemanın toplamı üçüncü kümede bulunabilir mi? (Kümeler boş değil ve her kümenin elemanları diğer kümelerden farklı)

Küre

Bir kürenin üzerinde rastgele 3 nokta alalım. Bu 3 noktanın aynı yarım küre üzerinde bulunma olasılığı nedir? Bir yarım kürenin sınırındaki daire, o yarımküreden sayılır.

Bütünün Parçalara Ayrılması



Şekilde 5 cismi 7 türlü parçalayabildiğimiz görülüyor.

5'i bir arada, 4+1,3+2,3+1+1,2+2+1,2+1+1+1 ve 1+1+1+1+1. Bunu şöyle ifade ederiz: p(5)=7. p(6) ve p(7)'yi hesaplayınız. Peki p (200) kaçtır dersiniz? p(200)=3 972 999 029 388. n çok büyük olunca kullanılabilecek kesin bir formül yoktur. 2 Ocak 1917'de Ramanujan ve Hardy Paris Bilimler Akademisine şu asemptotik formülü sundular:

$$p(n) \approx \frac{1}{4n\sqrt{3}} e^{\pi\sqrt{\frac{2n}{3}}}$$

Rademacher bundan çok kesin, fakat çok karmaşık bir formül elde etti. Terimlerin sırası dikkate alınırsa iş çok kolaylaşır; örneğin n=5 için 3+1+1 ve 1+3+1 farklı kabul edilirse iş basitleşir. Sıra dikkate alınarak n obje kaç türlü parçalanabilir?

Küpe Problemi

Bir Afrika köyünde 800 kadın var. Kadınların %3'ü tek küpeli. kalan %97'nin yarısı çift küpe takıyor, yarısı küpe takmıyor. Toplam kaç küpe var?

Dört Yüzlü

Düzgün bir dörtyüzlüde dört yüzlünün merkezi ve herhangi iki köşesi aynı düzlemdedir. Düzensiz dörtyüzlüler için de bu ifade geçerli midir?

Tenis Turnuvası

Bu yıl tenis turnuvasına 82 oyuncu girdi. Şampiyonu belirlemek için kaç maç gerekli?

Satranç Şampiyonası

Dünya satranç şampiyonu Gasparov bilgisayarla satranç oynuyor. Gasparov'un 5 maçtan 3'ünü kazanma şansı, 5 maçtan 4'ünü kazanma şansını eşitse, Gasparov'un 5 maçın 5'ini de kazanma olasılığı nedir?

Geçen Ayın Çözümleri

Ahtapotlu Bilmece

Aslında çok kolay. A'dan kırmızı noktaya varmak üzere yürüdüğünüzü varsayalım. Telörgülerden kaç kere geçtiğinizi sayarsınız. Çift sayıda telörgü geçmişseniz kırmızı nokta telörgü dışındadır; tek sayıda telörgü geçmişseniz kırmızı nokta telörgü içindedir. A'dan üst kırmızı noktaya varmak için telörgüden iki kez geçmelisiniz; 2 çifttir; o halde üst kırmızı nokta telörgü dışıdır. A'dan alt kırmızı noktaya varmak için tek bir telörgü geçmelisiniz; 1 tektir; o halde alt kırmızı nokta telörgü içidir.

Mefisto Düğümü

Sağdaki düğümde ipin uçlarından çekerseniz düğüm, son derece güven verici olmasına rağmen, derhal çözülür. Hayat ta Mefisto düğümleriyle dolu. Çok güvenilir gözüken birçok şeyin içi kof çıkmıyor mu? (sihirbazlıkta bu düğümün adı (Chefolo düğümüdür).

Ampul İçindeki Basınç

Ampulü suya daldırıp su düzeyinin h_1 yükselişini kaydedin. Sonra ampulü suyun içinde altındaki madeni kısımdan ayrılacak şekilde kırın. Ampul içine su dolacak ve su düzeyi düşecek, fakat başlangıç haline göre h_2 yüksekliğinde olacaktır. Ampulün hacmi $V_1 = S.h_1$ (S kabın kesiti cm^2 olarak). Ampul kırılınca ampul içi basınç atmosfer basıncına eşit olur; ampul içi gaz hacmi $V_2 = S.h_2$ dir. Boyle yasasınca $p.S.h_1 = p_o.S.h_2$

ve $p = p_0 \frac{h_2}{h_1} = 1$ atmosfer.

Gezegenin Yoğunluğu

Uzay gemisi yıldız tarafından $F_{gr} = G\frac{Mm}{R^2}$ kütlleçekim kuvvetiyle çekilmektedir.

G=yerçekim sabiti, M = yıldızın kütlesi, m= geminin kütlesi ve R yıldızın merkezinden olan uzaklık (yaklaşık olarak yıldızın yarıçapı).

$$M = VD = \frac{4}{3}\pi R^3 D$$ ve

$$F_{gr} = \frac{4}{3}\pi GRmD.$$

Uzay gemisini dışarı fırlatan santrifüj kuvveti

$$F_{sf} = \frac{mV^2}{R} = mw^2R = m\frac{4\pi^2}{T^2}R.$$

V= doğrusal hız, W=açısal hız, T=periyod. $F_{gr} = F_{sf}$'den $D = 3\pi/GT^2$. Saatle T bulunarak D hesaplanabilir.

Venüs Dönüyor mu?

Bu bir sarkaçla kanıtlanabilir. 1881'de Fransız fizikçisi Jean B.L. Foucault Paris'de Panteon binasının kubbesine 67 m uzunlukta bir sarkaç bağlayarak Dünya'nın kendi etrafında döndüğünü kanıtladı. (Dünyanın en uzun sarkacı St Petersburg'da St.Isaac katedralindedir: 98 m). Sarkaç tavana üniversel eklemle bağlanmıştı; bu eklem yatay bir eksen etrafında salınan bir sarkacın düşey düzlemde dönmesini sağlar. Yerdeki sabit işaretlere göre sarkacın salınım düzlemi döner. Bu deney Ekvator'da yapılamaz, orada sarkaç düzlemi dönmez. Kutuplardaysa sarkaç düzlemi Dünya'nın açısal hızıyla döner. Fakat ters yönde.

Paraları Tartmak

Paraları olabildiğince eşit 3 grupa ayırarak (A,B,C) A ile B'yi kefelere koyarız. 3 olasılık vardır: 1) A ağır basar. Ağır para buradadır. 2) B ağır basar; ağır para buradadır. 3) A=B ise ağır para C'dedir. Bir tartış 3 olasılık, 2 tartış $3^2 = 9$ olasılık, 3 tartış $3^3 = 27$ olasılık, m tartış 3^m olasılık arasında karar verdirir. Tersinden alırsak 3^m para varsa: Birinci tartışta 3 grup 3^{m-1} para ayrılır.

İkinci tartışta üç grup 3^{m-2} para ayrılır. vb. m. ve son tartışta her kefede 1 para kalır.

Örneğin 3^3= 27 para varsa I. tartışta ağırı içeren 9 para, 2. tartışta ağırı içeren 3 para ve 3. tartışta ağır para bulunur. (hafif para için aynı mantık.)

Örneğin 21 para varsa I. tartışta herbiri 7 paralık üç grup kıyaslanır. 2. tartışta ağır para içeren 7'li grup 3+3+1 olarak ayrılır ve kefelere 3,3 konulur. Denge varsa ağır olan kalan tek paradır; bir kefe inerse o kefedeki 3 para 3. tartışta kıyaslanır; kefelerin herbirine I para konulur; bir kefe ağır basarsa o para ağırdır; denge varsa tek kalan para ağırdır.

8 Para, Biri Farklı

Yapılan tartı	1 2 3 4 \ 5 6 7 8							
1. tartı				1 2 5 - 3 4 6				
1. tartı sonuçları	\			I			/	
2. tartı		1-3			7-8			2-4
2. tartı sonuçları	\	I	/	\	I	/	\	I /
Aranan para	1	6	2	8	7	3	5	4
Paranın karakteri	A	H	A	H	H	A	H	A

Paralara numara verelim: I,2,3...,8. Bir kefeye I,2,3 diğerine 4,5,6 konur. Bu şöyle gösterilir: I 2 3-4 5 6. Şu işaretleri hatırda tutalım: \ sol kefe aşağıda (çizginin ucu solda), I=kefeler dengede, / = sağ kefe aşağıda. (çizginin ucu sağda). N= normal, A= Ağır, H= Hafif.

Başlangıç: I 2 3 4 \ 5 6 7 8

I. tartı I 2 5 - 3 4 6

Eğer I 2 5 \ 3 4 6 ise I veya 2 veya 5= A ve 3 veya 4 veya 6 = H. Fakat başlangıç durumuna göre iki olasılık vardır: a) I veya 2=A; b) 6=H (Başlangıçta 3 ve 4 ağır, 6 ise hafif taraftaydı). İkinci tartıda I ve 2 kıyaslanır; sonuç \ ise 1=A, sonuç / ise 2=A ve sonuç I ise 6=H'dır. I 2 5 / 3 4 6 ise 3 ve 4 kıyaslanır. İkinci tartı \ ise 3=A, / ise 4=A ve I ise 5=H olduğu belirlenir. I 2 5 I 3 4 6 ise 8 ile 7 kıyaslanır. \ ise 8=H ve / ise 7=H'dır. (Burada I olasılığı olamaz tabii ki).

Aşağadaki tablo durumu özetliyor.

9 Para Biri Farklı

1.tartı	1 2 3 4 5 6								
	\			I			/		
2. tartı	1-4 | 2-5			1-9			1-4 | 2-1		
	\	I	/	\	I	/	\	I	/
3. tartı	1-2	1-3	1-4	1-7	1-8	1-9	1-4	1-3	1-2
	\ I /	\ I /	\ I /	\ I /	\ I /	\ I /	\ I /	\ I /	\ I /
Aranan Para	1	6	8	4	2	9	7	5	3
Paranın karakteri	A	H	H	A	H	A	H	A	H

80 Para Biri Farklı

Birinci (sol) kefedeki paraları 3 gruba ayıralım: a=l4 para, b=l4 para ve c=l2 para. İkinci (sağ) kefedeki paraları 3 gruba ayıralım: d=l3 para, e=l3 para ve f=l4 para. abc-def tartısında sol ağır bassın. 1. tartı: a ve d ile (solda 27 para) b ve e (sağda 27 para) kıyaslanır. Sol aşağı inerse ya farklı para a'dadır ve ağırdır veya b'dedir ve hafiftir. Denge varsa ya farklı para c'dedir ve ağırdır veya f'dedir ve hafiftir. Sağ aşağı inerse ya farklı para b'dedir ve ağırdır veya d'dedir ve hafiftir. Bu 3 olgu benzerdir. İlkini ele alalım. a'yı 3'e ayıralım: g=5 para, h=5 para i=4 para; e'yi de 3'e ayıralım: j= 4 para, k=4 para ve m=5 para. a=g+h+i ve e=j+k+m.

2. tartı: gk ile (9 para) jh (9 para) kıyaslanır. Sol aşağı inerse farklı para g'de ve ağır veya j'de ve hafiftir.Şimdi g üçe ayrılır: n=2, p=2, q=l;j de üçe ayrılır: r=1, s=1,t=2. g=n+p+q, j=r+s+t

3. tartı: nr ile ps kıyaslanır. Sağ taraf inerse ya p farklı ve ağırdır ya da r farklı ve hafiftir (r tek para).

4.tartı: p'nin iki parası kıyaslanır. Hangi kefe aşağı inerse o para ağırdır.

Yıldızın Kütlesi

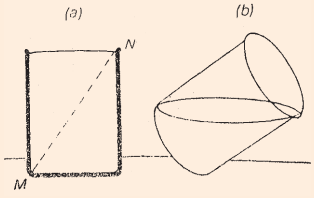
El kantarıyla yıldızın I kg'a uyguladığı kütle çekimi (p) bulup şu formülü kullanırız.

$$P = G\frac{Mm}{R^2}$$ ve

$$M = \frac{PR^2}{Gm}$$

G= Gravitasyon sabiti, M= yıldızın kütlesi, P= deneyle bulunan değer. M ve R verilmiş.

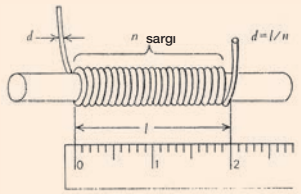
Bardakta Sihirbazlık



3 Şapka Problemi

Ruhi'nin başında mavi şapka olsaydı, Peri Perihan şöyle düşünecekti: "Şeyda elini kaldırdığına göre bir kırmızı şapka görüyor. Ortada 3 şapka var. Şeyda kendi başını göremez. 2. şapka mavi; o halde Şeyda benim kafamdaki kırmızı şapkayı görüyor". Bu usavurmayı yaptıktan sonra, Perihan hemen "benim şapkam kırmızı" diyecekti. Şeytan Şeyda da aynı mantığı kullanacaktı. Ama her ikisinden de ses çıkmadı. O zaman Ruhi kendi şapkasının mavi değil kırmızı olduğunu anlayıverdi. Diğerleri de aynı mantığı kullanarak "benim başımdaki kırmızı" diyebilirlerdi. Demek ki içlerinde en hızlı düşenen Ruhi imiş.

Telin Çapı



Teli sımsıkı kalemin üzerine sararsınız ve kalem üzerinde L'yi ölçersiniz. n bellidir. d= L/n'dir. Bir bölmenin hatası pay ve payın rölatif hatalarının toplamıdır. L %l duyarlıkla ölçülür. n'i saymadaki hata %2'dir. (sargı 49 mu, 50 mi bazen karar verilemez). Toplam hata % l+%2=%3'dür. Telin çapı d=0.l mm ise bu 0.00 3 mm'lik bir hatadır ki kabul edilebilir.

Genişletilmiş Şapka Problemi

a,b,c: "Diyelim ki benim şapkam mavi. Diğer üçü karşılarında bir mavi, iki kırmızı görecek ve kendi şapkasının rengini düşünecek. Fakat bu, bundan önceki probleme geri dönmektir. Sonunda bu 3 kişiden biri mutlaka usavurmayla kendi şapkasının kırmızı olduğunu anlayacaktır. Fakat yeterli zaman geçti ve kimse "benimki kırmızı" demedi; o halde benim başımda kırmızı var. n kırmızı şapkalı kişi için aynı kural. Böylece matematik tümevarımla anlaşılır ki durum önce (n-l). evreye, sonra geri giderek (n-2), evreye ve sonunda 3. evreye girer. 3 kişilik problemin çözümünü yukarıda gördük. Aslında n kişinin beyni eşit hızla çalışsaydı hepsinin aynı zamanda "benim şapkam kırmızı" demesi gerekirdi. Demek ki beyinlerinin kuvvetine göre sırayla l,2,3...,n. kişi kendi başındaki şapkanın rengini bilecektir. Bu yöntemle n insan hızlı ve doğru düşünme bakımından sıraya konulabilir.

d şıkkı: En arkadaki adam şapkasının rengini bilemez; bir önündeki de bilmiyorum der. En baştaki şöyle düşünür: En arkadakinin önünde iki siyah olsaydı o "benimki beyaz" derdi. Bunu demediğine göre önünde iki siyah şapka yoktur. Diyelim ki benim şapkam siyah; o zaman ortadaki, en sondakinin bilememesinden, kendi şapkasının beyazlığına emin olurdu ve " benim ki beyaz" derdi. Ama demedi. O halde varsayım yanlış; benim şapkam siyah değil beyaz. Bu arka arkaya 3 adama önden arkaya şu sıfatlar verilmiştir: l kör; 2 yarı kör; 3 Normal görüş.

Hipopotamın Ağırlığı

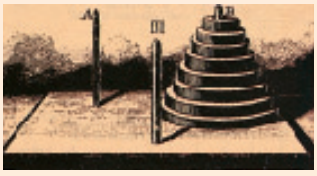
Bakıcı hipopotamı mavnaya koyup mavnanın ne kadar suya battığını işaretledi; sonra hipopotamı çıkarıp aynı çizgiye gelene kadar mavnaya altın doldurttu. Bu durumda hipopotamın ve altınların ağırlığı eşittir.

İki Renkli Hanoi Kulesi

29 hamle gereklidir.

A-C, B-C, A-B,
C-B, C-B, A-C,
B-A, B-A, B-C,
B-C, A-C, A-C,
B-A, C-A, C-A,
C-B, C-B, A-C,
A-C, B-A, B-A,
C-A, C-A, C-B,
A-C, A-C, A-B,
C-B, C-A.





Hatırlatmak için orijinal Hanoi Kulesini veriyoruz. Aynı kurallarla A'daki diskler B'ye geçirilecek. Gerekli hamle sayısı, n disk varsa, 2^n-l'dir. Bu bilmeceyi Fransız Matematikçisi Edourd Lucas'ya l842-1891) borçluyuz. O matematiksel eğlencelerin uzmanıydı. Kitapları: Sayılar Teorisi, Eğlendirici Aritmetik, Matematik Eğlenceleri (4 cilt.)

Eşitsizlik

$(x-y)^2 = x^2 + y^2 - 2xy$, Bir kare daima pozitiftir; o halde $x^2 + y^2 > 2xy$.

Kare İçi Üçgenler

Bu 9 nokta arasından bir A noktası seçelim. İki nokta A ile doğrudaşsa alanı 0 olan bir üçgen oluşur ve problem çözülmüş olur. Hiçbir nokta çiftinin doğrudaş olmadığını düşünelim. Diğer noktalara B,C,D,E,... diyelim. bu noktalar A ortada olarak sıralansın. ABC, ACD, ADE,... üçgenlerini oluşturalım. Böyle 8 üçgen vardır. Karenin alanı 1 olduğundan üçgenlerin toplam alanı 1'i geçemez. O halde üçgenlerden birinin alanı 1/8'den küçük olmalıdır.

Dayı=Yeğen

DAYI=YEĞEN: Dedecan'ın Güzelcan adlı bir kızı vardı. Efecan'ın kızı ise Hızlıcan'dı. Dedecan Hızlıcan'la evlendi ve Kafacan doğdu. Efecan ile Güzelcan evlenince de Babacan doğdu. Kafacan Dedecan'ın oğlu olduğundan Güzelcan'ın kardeşidir. Babacan'ın annesi Güzelcan olduğundan Kafacan Babacan'ın dayısıdır. Diğer taraftan Hızlıcan ile Babacan kardeştir ve Kafacan Hızlıcan'ın oğlu olduğundan Babacan Kafacan'ın dayısıdır, yani Kafacan Babacan'ın yeğenidir. Böylece Kafacan ile Babacan birbirlerinin hem dayısı, hem yeğenidir.

Üç Karenin Toplamı

Çift sayıların karesi 8 ile bölününce kalan 0 veya 4'dür. Tek sayıların karesi 8 ile bölününce kalan daima 1'dir. Üç karenin toplamı 8 ile bölünürse kalan 0,1 ve 4'ün tekrarlı ve 7'ye varmayan toplamıdır; Örneğin 0,1, 1+1,1+1+1,4,4+1,4+1+1. 7 olamaz. O halde 7,15,23,31,.... üç kare toplamı olamaz. Bir diğer deyişle 8n-1 şeklindeki sayılar üç kare toplamı olamaz.

5 Kuralı

Basamaklarının toplam 5 olan bir sayı 9k+5 şeklindedir. (14,23,32,41 vb) Böyle bir sayı 3 ile bölününce kalan olarak 2 verir. Oysa bütün kare sayılar 5 ile bölününce kalan olarak 0 ya da 1 verir.

Mantık Olmasa Yandık

Bu 17 sayının birbirlerine eşit olmadığını varsayalım. $a_1 > a_2$ olsun; ($a_1 < a_2$ de benzer sonuç verir). Şimdi şu mantığı yürütelim: $a_1^{a_2} = a_2^{a_3}$ ve $a_1 > a_2$ Bu eşitliğin sağlanabilmesi için $a_3 > a_2$ olmalıdır.

(Bir örnekle görelim: $9^2 = 2^x$ (9>2). 2'nin kaçıncı kuvveti 81'e eşittir? Belli ki 2'nin üssü 2'den büyük olmalıdır.) Demek ki:

$a_1 > a_2$ Ş $a_2 < a_3$ Ş $a_3 > a_4$ Ş... Ş $a_{16} < a_{17}$ Ş $a_{17} > a_1$ Ş $a_1 < a_2$ (Ş ise demektir)

Birinci ve sonuncu eşitsizlik birbiriyle çelişiyor. Bu çelişki terimlerin eşit olmadığını varsaydığımızdan doğdu. O halde $a_1 = a_2 = ... = a_{17}$ Not: Terim sayısı 17 gibi tek bir sayı değil çift bir sayı, örneğin 18 olsaydı, bu ispat yapılamazdı.

N Ardışık Tek Sayı

$N^a = N \cdot N^{a-1}$. Bu ise N'nın, ortalaması N^{a-1} olan N terimin toplamına eşit olması demektir. N ardışık tek sayı N^{a-1}- N+1 tek sayısından başlayarak sıralanmışlardır.

Örnek: 5^3=125.N=5 ve a=3.

$N^{a-1}=5^2$=25 ve N^{a-1}-N+1=25-5+1=21 ve 21+23+25+27+29= 125

1996 Doğal Sayı

1,2,....,1996 sayılarını şöyle çift çift yazdım: (1;1996), 2;1995)....(998;999).Bu çiftlerin herbirinin toplamı 1997'dir. Bu çiftlerden en azından n tanesinde, çifte ait her iki sayı da seçtiğimiz 998+n sayı arasındadır ve bu n çiftin toplamı 1997 n'dir. Tabii ki n çiftde 2n sayı vardır.

Gerekli ve Yeterli

G= gerekli, Y= yeterli

1) G, 2)Y 3)G, 4)Y, 5)G, 6)Y.

Açıklama:1) Yeterli değil; çünkü 4'e bölünen bazı sayılar 8'e bölünmez; örneğin 20, ama 8'e bölünen her sayı 4'e de bölünür.

2) Yeterli; çünkü 8'e bölünen her sayı 4'e de bölünür

3) Her eşkenar üçgen daraçılıdır; ama her daraçılı üçgen eşkenar değildir.

4) a<2 ve b<15 ise kesinlikle a+b<17'dir.

5) Yeterli değil; çünkü a veya b'den yalnız biri 0 ise de ab=0 olur.

6) $3^3.3=3^4$ olduğundan s.p>3^4 olur.

İki Kare Toplamı

Fermat kuralı: 4'ün tam sayı katlarından 1 fazla olan her sayı iki kare toplamıdır. 4'ün tam sayı katlarından 1 eksik olan hiçbir sayı iki kare toplamı değildir. Herbiri iki kare toplamı olan iki sayıyı birbirleriyle çarparsak yine iki kare toplamı olan bir sayı elde ederiz:

$(a^2+b^2)\ (c^2+d^2)=(ac+bd)^2+(ad-bc)^2=(ac-bd)^2+(ad+bc)^2$.

Örnek $17^2=(1^2+4^2)(1^2+4^2)$ =

$[(1x1)+(4x4))]^2 + [(1x4) - (4x1)]^2=$

$[(1x1) - (4x4)]^2 + [(1x4) + (4+1)^2$

İlki $17^2=17^2$ verdi. ikinci eşitlik $17^2=15^2+8^2$ verdi. İkinci eşitliği alıyor ve Pisagor üçlülerini buluyoruz.

Formüle vuralım:

$Z^2=m^2+n^2=m+n$ olsun.

$Z^2=(m^2+n^2)\ (m^2+n^2)=(m^2+n^2)^2+(mn+mn)^2$

ve $(m^2+n^2)^2=(m^2-n^2)^2+(2mn)^2$

$c = m^2 + n^2$, $b = m^2-n^2$, $a = 2mn$

formülü buradan geliyor.

Yalın Mantık

$a_1 \geq s/n$ ise diğer bütün sayılar s/n 'den büyüktür, çünkü a_1 en küçük sayıdır. Fakat n sayının herbiri s/n'den büyükse toplam s'den büyük olur; bu çelişkidir; $a_1 \leq s/n$ olmak zorundadır. (Örneğin $5 \leq 8 \leq 9 \leq 13 \leq 20$ alalım. Toplamları 55. 55/5 = 11. 1. terim ≤ 11 olsaydı diğerleri de ≤ 11 olacaktı; fakat 11.5 = 55 olduğundan toplam 55'i geçerdi). $a_n \leq s/n$ olsaydı bütün diğer sayılar s/n'den küçük olurdu; o zaman toplam s/n'den küçük kalırdı.

$a_1 \leq s/n$ ve $a_n \geq s/n$ olmak zorundadır.

"Kolay" Bir Toplam

$10^{100} + 20^{100} + 30^{100} + ...$ son üç rakama etki yapmayacağından onları toplamdan atalım.

$S_o = [1^{100}+2^{100}+...+9^{100}]+[11^{100}+12^{100}+...+19^{100}]+ ...$

$[999991^{100}+999992^{100}+...+999999^{100}]$.

Bu parentezlerin herbiri 1000 mod'una göre $1^{100}+2^{100}+...+9^{100}$ sayısına kongrüenttir. Çünkü her n doğal sayısı için : $(10n+1)^{100} \equiv 1^{100}$ (mod 1000), $(10n+2)^{100} \equiv 2^{100}$ (mod 1000), ... , $(10n+9)^{100} \equiv 9^{100}$(mod 1000). Parantez sayısı (999999+1)/10=100 000 dir. O halde:

$S_o=(1^{100}+2^{100}+...+9^{100}).100\ 000$ (mod 1000)≡0 (mod 1000) olur.

Bu nedenle aranan toplam 000 ile biter (1000 ile kalansız bölünüyor).



Raßit Gürdilek

Kapı Komşumuzda Gezegen

Güneşimize yalnızca 10,5 ışık yılı uzaklıkta bulunan bir yıldızın çevresinde dolandığı belirlenen bir gezegen, evrende akıllı canlılar bulma umutlarını yeniden körükledi. Yaklaşık Jüpiter büyüklüğündeki gezegen, Güneş benzeri bir yıldız olan Epsilon Eridani'nin çevresinde dolanıyor.

Texas Üniversitesi'ne bağlı McDonald Gözlemevi'ndeki gökbilimcilerce keşfedilen gezegen, 0,8 ile 1,6 Jüpiter kütlesi arasında. Yıldızı çevresinde dönme süresi 7 yıl; yani Jüpiter'in Güneş çevresinde dolanma periyodunun yüzde 60'ı kadar. Ancak yörüngesi, Güneş Sistemimizdeki gezegenlerin neredeyse dairesel yörüngeleriyle karşılaştırılamayacak ölçüde eliptik.

Epsilon Eridani'nin gezegeninin önemli bir özelliği de, yıldıza 478 milyon kilometre uzaklıkta bulunması. Oysa şimdiye değin Güneş dışındaki yıldızların çevrelerinde belirlenen 40 kadar gezegenin büyük çoğunluğu, Jüpiter'den çok daha kütleli olan ve yıldızlarına neredeyse değecek kadar yakında dönen büyük gaz devlerinden oluşuyor. Eğer Güneş sistemimizde olsaydı bu gezegen, Mars'la Jüpiter arasında bulunan Asteroid Kuşağı yakınlarında bir yörüngeye oturmuş olacaktı.

Gezegenin dışında, yıldızın kendisi de gökbilimciler için bir ilgi odağı. Nedeni, Eridani (Irmak) Takımyıldızı'nda bulunan Epsilon Eridani'nin Güneşimize oldukça benzemesi. Güneş, G2 sınıfı sarı bir yıldız. Epsilon Eridani ise K2 sınıfından turuncu bir yıldız. Kütlesi, Güneş kütlesinin 0,85'i kadar. 4.5 milyar yaşındaki Güneşimizden oldukça genç olan (1 milyar yaşında) komşu yıldızın yüzey sıcaklığı 5180 °K. Yani Güneş'ten biraz daha soğuk.

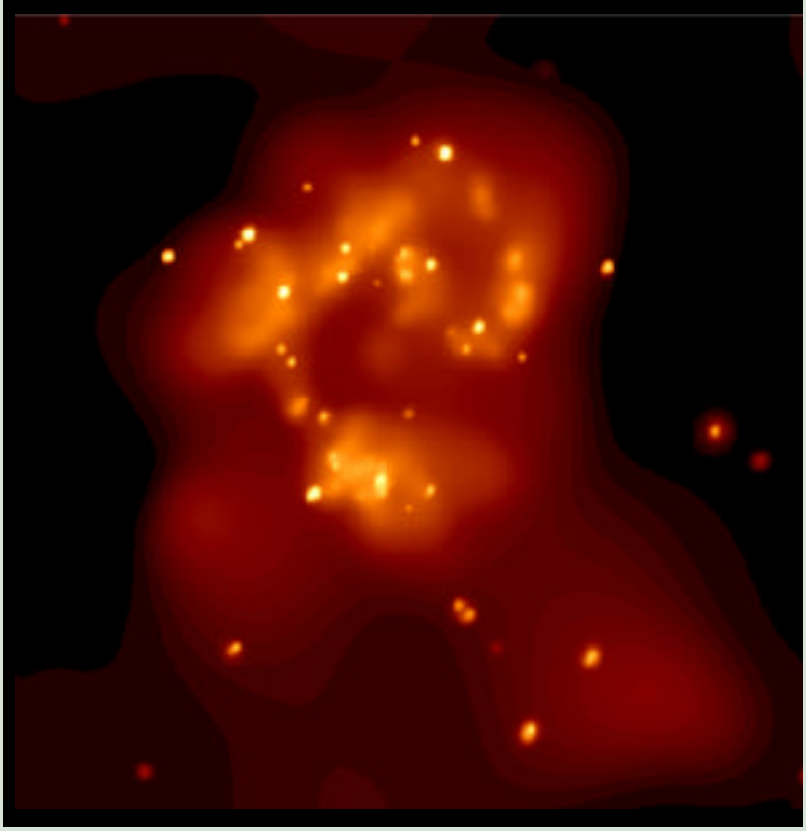
Güneş'e olan benzerliği nedeniyle Epsilon Eridani, evrende başka akıllı canlılar için on yllar önce başlatılan araştırmaların ilk hedefi olmuştu. Ancak radyoteleskoplarla yapılan gözlemlerde (başta gözlemcileri heyecanlandıran, ama daha sonra teleskop üzerinde uçan bir uçaktan geldiği anlaşılan sinyal dışında) akıllı bir uygarlığın varlığını gösterecek herhangi bir radyo sinyali saptanamamıştı.

McDonalds gözlemevindeki araştırmacılar, ayrıca yıldızı çevreleyen ve 1 mm çapındaki toz zerreciklerinden oluşup yıldızdan 60 Astronomik Birim (AB: Dünya'nın Güneş'ten ortalama uzaklığı = 150 milyon km) öteye kadar uzanan toz bulutunun asimetrik yapısına bakarak, bu kuşak içinde ikinci bir gezegen daha bulunabileceğini düşünüyorlar. Eğer varsa, bu ikinci gezegenin yıldıza 30 astronomik birim uzaklıkta olacağı hesaplanıyor. Bulguyla heyecanlanan araştırmacılar, Hubble Uzay Teleskopu ile yapılacak yeni gözlemlerin, Epsilon Eridani'nin çevresindeki olası bir gezegen sistemini rahatlıkla belirleyebileceğini düşünüyorlar.



NASA Basın Bülteni, 3 Ağustos 2000

Sıcak Bir Kavuşma



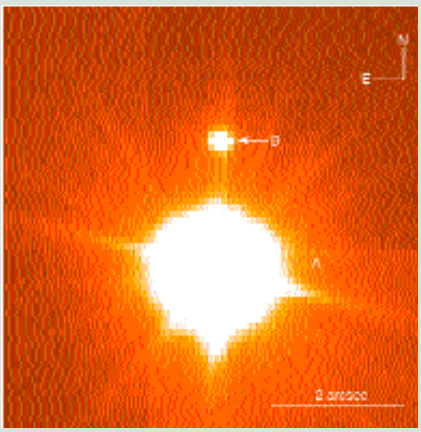
Uzaya fırlatılışının birinci yıldönümünü geride bırakan Chandra X-Işını Uzay Teleskopu, Corvus (Karga) takımyıldızında bulunan ve "Antenler" diye adalandırılan iki sarmal gökadanın birleşmesinden ortaya çıkan sıcak gaz topaklarını görüntüledi. İki gökadayı çevreleyen gaz birleşip sıkıştıkça, bu topaklar da birleşerek "süpertopaklar" haline geliyor. Sarmal gökadaların birleşmesi sonucu zenginleşen gaz stoku binlerce yeni yıldızın aynı anda oluşmasına yolaçıyor. Gökbilim dilinde bu olgu "yıldız patlaması" diye adlandırılıyor. İki gökadanın arta kalan gazı sonunda merkezde toplanıyor ve birleşme sonunda genellikle yamulmuş küre biçiminde dev eliptik gökadalar ortaya çıkıyor.

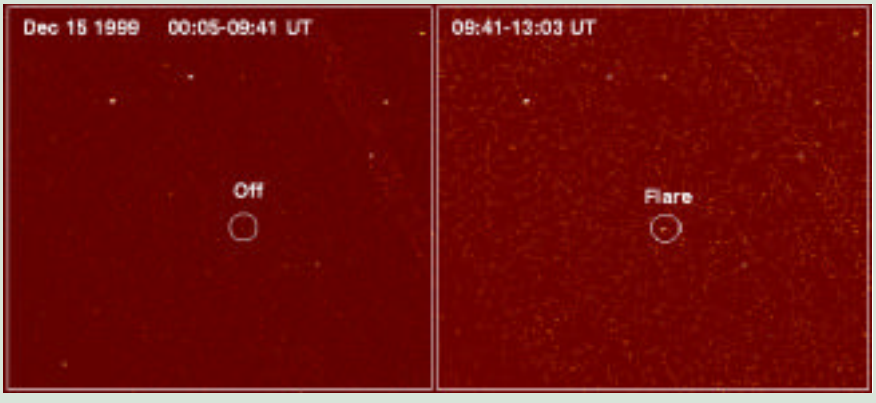
http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2000/pr--00.html
http://xxx.lanl.gov/astro-ph/0005559.
http://chandra.nasa.gov

En Genç ve En Ateşli Kahverengi Cüceler

Kahverengi cüceler, yıldız olmanın sınırından dönmüş gökcisimleri. Kütleleri, Güneşimizin kütlesinin yüzde 8'i kadar oluyor. 15-40 Jüpiter kütlesine karşılık gelen bu kütle, merkezde nükleer tepkimelerin başlaması için yeterli değil. Dolayısıyla kahverengi cüceler, çok uzun süren bir büzüşme dönemi yaşıyorlar. Bu süreç, elektromanyetik enerji biçiminde ortaya çıkan potansiyel (kütleçekim) enerjisi yaymalarına neden oluyor. Bu ışınım çok zayıf olduğundan yıldız uzaktan görünemiyor. Zaten zayıf olan ışınım, yıldız soğudukça daha da zayıflıyor ve kahverengi cüceler tümüyle gözden kayboluyorlar. Bazı gökbilimciler, evrende görünemeyen karanlık maddenin bir bölümünün, bu kahverengi cüceler gibi ışıma yapmayan gökcisimlerinden oluştuğunu düşünüyorlar. Kahverengi cücelerin yaşları bir hayli farklı. En parlakları, doğal olarak en genç olanları.

Son gözlemler, bu gökcisimlerinin yapılarının sanılandan karmaşık olduğunu gösterdi. Chandra X-Işını teleskopu, Güney gökkürede Fornax (Ocak) Takımyıldızında Dünya'ya 16 ışık yılı uzaklıkta, 500 milyon yaşında bir kahverengi cüceyi izlerken,



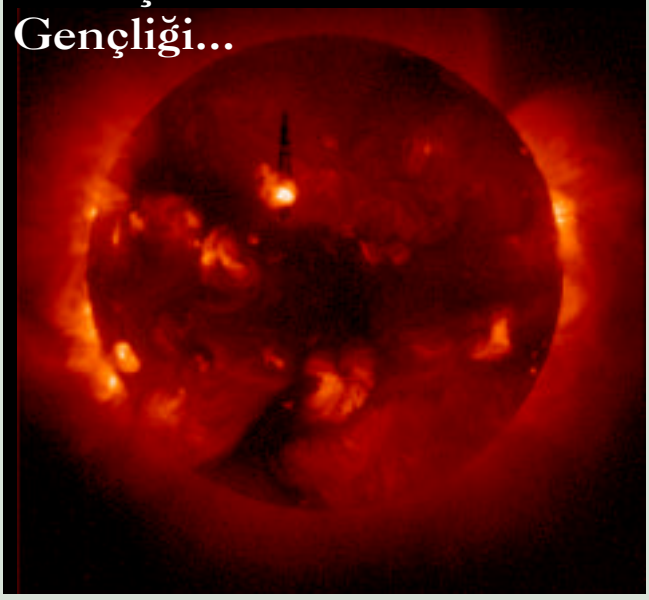


gökcismi birden Güneş'teki gibi bir parlama yaptı. Bu, kahverengi cücelerin de yıldızlar gibi manyetik bir alana sahip olduklarının ilk doğrudan kanıtı. Parlama, ayrıca cücenin ileri yaşına rağmen sıcak üst atmosferini, ya da taç (korona) tabakasını koruduğunu gösteriyor.

Avrupa Güney Gözlemevi'nin Şili'deki Çok Büyük Teleskop (VLT) aracılığıyla saptadığı kahverengi cüceyse, bilinenlerin en genci. Yaşının yalnızca 12 milyon yıl olduğu belirlenmiş. Ayrıca cücenin bir özelliği de bir çoklu yıldız sisteminin üyesi olması. Şimdiye değin bulunan kahverengi cücelerin büyük çoğunluğuysa, yalnız başlarına dolanan gökcisimleri. VLT'nin saptadığı ve TWA-5 B diye adlandırılan kahverengi cüce, TWA-5 A diye tanımlanan bir ikili yıldız sisteminin çevresinde dolanıyor. Sistemdeki kahverengi cücenin parlaklığı, Güneşimizin parlaklığının 400'de biri. Sıcaklığı da, yaklaşık yarısı kadar: Yalnızca 2200°C. Dünya'ya 110 ışık yılı uzaklıkra bulunan cücenin TWA-5 A'ya uzaklığıysa, 110 Astronomik Birim (1 AB=Dünya'nın Ghüneş'e ortalama uzaklığı = 150 milyon km). Bu, Plüton'un Güneş'e olan uzaklığının 2.75 katı. gezegeninin Güneş'e uzaklığının 2.75 katı.

NASA basın bülteni, 11 Temmuz 2000
NASA basın bülteni, 21 Temmuz 2000

Güneş'in Deli Dolu Gençliği...



Güneşimiz yaşamı desteklemek için uygun büyüklükte, görece sakin ve iyi huylu bir yıldız. Gerçi yüzeyinde ve atmosferinde meydana gelen çalkantılar, manyetik fırtınalar, plazma fışkırmaları Dünyamızı zaman zaman etkilemiyor değil. Gezegenimizi saran kalın atmosferce korunsak da, aslında yaşamımızı, 4.5 milyar yaşında olan ve ömrünün yarısını tamamlamış Güneş'in bu durmuş oturmuş haline borçluyuz.

Bir yıldız, doğal olarak ilk evrelerinde daha hareketli olur. Ancak, Avusturyalı gökbilimcilerin yaptıkları araştırma sonuçlarına bakılırsa Güneş, gençlik yıllarında özellikle güçlü ve hareketli bir yıldızmış.

Graz'daki Avusturya Bilimler Akademisinden Helmut Lammer ve ekibi, Güneş sisteminin oluşmasını izleyen ilk dönemde yıldızımızın uzaya püskürttüğü yüklü parçacıklardan oluşan "Güneş rüzgarı"nın, bugünkünden 1 milyon kez daha güçlü olduğunu öne sürüyorlar.

Araştırmacılar, Satürn gezegeninin uydusu olan Titan'ın atmosferini incelediklerinde iki azot izotopunun oranının, Dünya'dakinden 4.5 kat fazla olduğunu belirlemişler.

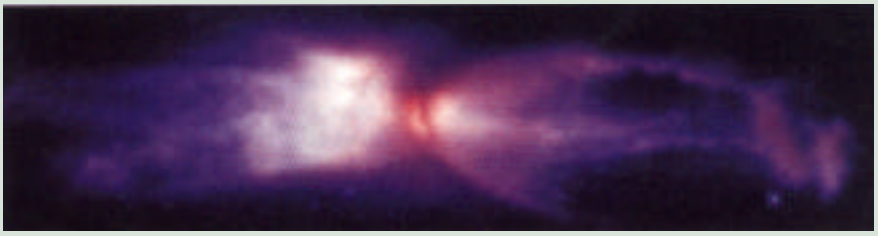
Graz ekibi, bu verileri Güneş Sistemi'ndeki öteki gökcisimleri üzerinde daha önce derlenmiş bulgularla karşılaştırdığında, yıldızımızın ilk 500 milyon yılı süresince olağanüstü aktif olduğu sonucuna varmışlar.

Daha önce de X-Işınlarıyla yapılan gözlemler, Güneş benzeri genç yıldızların "hiperaktif" olduğunu ortaya koymuş bulunuyor.

Ancak Lammer'a göre kendi araştırmaları, Güneşimizin de benzer bir süreçten geçtiğini gösteren ilk dolaylı kanıt.

New Scientist, 19 Ağustos 2000

...ve Deli Dolu Geleceği



Şöminede yanan bir odunun tersine yıldızlar, içeriden dışarıya doğru yanıyorlar. Bu nedenle küçük kütleli bir yıldız merkezindeki hidrojen ve helyumu daha ağır elementlere dönüştürdüğünde, henüz yanmamış helyum ve hidrojen merkezin dışında bir katman oluşturur. Bir yıldızın yaşamının bu evresinde, yıldız kütlesinin yaklaşık yarısı, artık karbon ve oksijenden oluşmuş merkezde toplanmıştır. Bunun üstünde hâlâ yanmakta olan helyumdan oluşan ince bir katman, onun da üstünde muazzam genişlikte bir katman oluşturan görece soğuk hidrojen yer alır. Sıcaklık ve boyutları nedeniyle bu yıldızlar kırmızı dev diye adlandırılırlar. Güneşimiz de yaklaşık 4.5 milyar yıl sonra bir kırmızı dev haline gelecek, ve şişen hidrojen zarfı, Dünya ve Mars dahil iç gezegenleri yutacak.

Yıldız bu evredeyken bir noktada helyum katmanındaki yanma (helyum çekirdeklerinin birleşerek daha ağır çekirdekler oluşturması = füzyon) durur. Ancak bunun üstündeki katmanda bulunan hidrojen çekirdekleri birleşerek helyum oluşturmayı sürdürmektedirler. Böylece yeterli ölçüde yeni helyum üretildiğinde, helyum katmanı, "helyum parlaması" denen büyük bir patlamayla yeniden ateşlenir. Bu kez alttan yeniden ısıtılmaya başlayan hidrojen katmanıysa daha da genişler. Ancak bu genişleme sonucu katmandaki sıcaklık, hidrojen çekirdeklerinin helyuma dönüşmesi için gerekli sıcaklığın altına düşer ve daha fazla helyum üretilmez. Bu yeni yakıt kaynağından yoksun kalan helyum katmanındaki füzyon tepkimeleri yeniden durur. Bunun üzerine, genişlemiş olan hidrojen zarfı yeniden büzüşüp, ısınır ve döngü yeniden başlar.

Bu tekrarlanıp duran parlama ve şişme evresine, yıldızların sıcaklık ve parlaklarına göre konum aldıkları ünlü Hertzsprung-Russell Diyagramı üzerindeki yeri nedeniyle "asimptotik dev kol" deniyor. Tekrarlanan 20-30 döngüden sonra tüm hidrojen zarfı, kısa süreli bir süper rüzgar evresiyle uzaya dağılır. Geriye, karbon ve oksijenden oluşan sıcak bir merkezle, bunu çevreleyen bir madde bulutu (gaz ve tozdan) kalır. Eğer merkez, sıcak bir beyaz cüceyse, buradan yayılan ışınım çevredeki bulluttaki atomları iyonize eder ve bunların saldığı ışınım da sanki ortasında bir gezegenler halkası varmış gibi boğumlu göründükleri için "gezegenimsi bulutsu" diye adlandırılan parlak cisimler oluştururlar. Resimde, dış zarfını henüz atmış ve daha gezegenimsi bulutsuya dönüşmeye başlamamış olan Yumurta Bulutsusu'nu (Egg Nebula) gösteriyor.

Physics Today, Haziran 2000



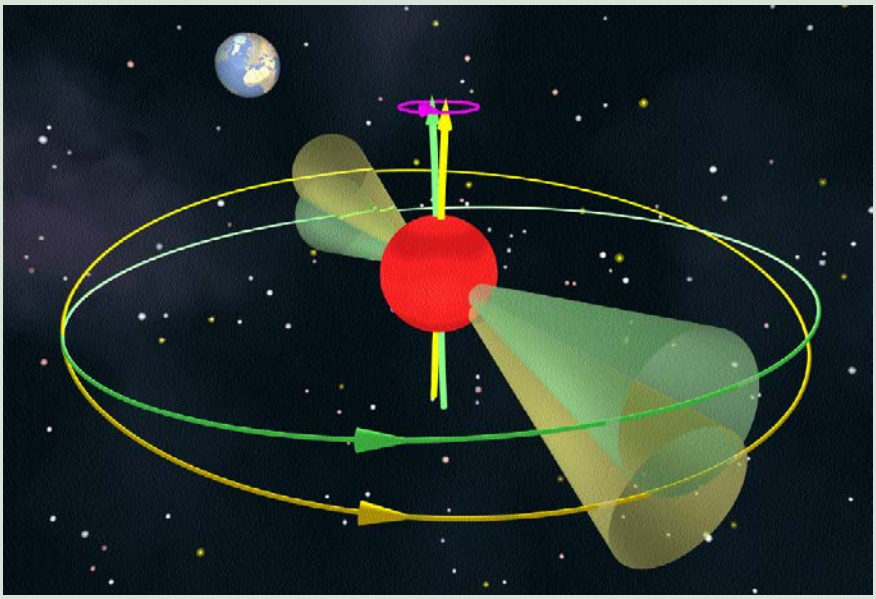
Işık Kirliliği Gökbilimi Tehdit Ediyor

Geçtiğimiz ay Manchester'da (İnilitere) yapılan Uluslararası Astronomi Birliği genel kurulunda tüm dünyaya bir "uykudan uyan" çağrısı yapılarak ışık kirliliğinin gökbilim için oluşturduğu tehditin boyutlarına dikkat çekildi. Toplantıda, ışığı yere değil göğe yönlendiren kent ışıklandırması nedeniyle Avrupa'nın yavaş yavaş gökyüzünü kaybettiği vurgulandı. Toplantıda, Şili'deki Cerro Tololo Amerikalararası Gözlemevi Müdürü Dr. Malcolm Smith, ışık kirliliğinin yalnızca gökbilimine değil, gece-gündüz farkına koşullanmış bitki ve hayvanların yaşamına da zarar verdiğini vurguladı. Dr. Smith, "insanlığın kültürü, felsefeden dine, sanattan edebiyata ve bilime kadar her zaman gökyüzünün gece manzarası ve ardındaki evrenle bir ilişki kurmuştur; biz gelecek kuşakları bu ilişkiden yoksun mu bırakacağız?" dedi.

http://debora.astro.it/cinzano/defaulten.html

Yalpalayan Nötron Yıldızı Şaşırttı

İngiltere'de Manchester Üniversitesi'ne bağlı Jodrell Bank Gözlemevi'ndeki ünlü Lovell teleskopu, hafifçe yalpalayan bir nötron yıldızı keşfetti. Keşfin, nötron yıldızlarının iç yapıları konusuna ışık tutması bekleniyor. Nötron yıldızları, Güneşten oldukça büyük kütleli yıldızların, kısa ömürlerinin sonunda bir süpernova patlamasıyla yok olmaları sürecinde sıkışarak çöken merkezleri. Füzyon tepkimelerinin demir oluşumunun sonunda durması üzerine ışınım basıncıyla dengelenemeyen muazzam kütleçekiminin baskısıyla merkez öylesine sıkışıyor ki, demir atomları yapılarını koruyamayıp çöküyorlar ve çekirdekteki (+) yüklü protonlarla çekirdek çevresindeki (-) yüklü elektronlar birleşiyor. Böylece tüm kütle, (birden çok fermiyon parçacığının aynı enerji düzeyinde bulunamayacağını öngören dışlama ilkesi nedeniyleoluşan) nötronların dejeneratif basıncıyla daha fazla çöküp kara delik oluşturamayan sıkışmış bir çekirdek haline geliyor. Yaklaşık 1 milyon Dünya kütlesinde olan çekirdeğin çapı, tipik olarak 20 km kadar, yani bir kent boyutlarında oluyor. Araştırmacılar nötron yıldızlarının ince ve sert bir kabukla çevrelenmiş sıvı bir nötron denizinden oluştuğunu düşünüyorlar. Merkez çökerken açısal momentumu olağanüstü arttığından, nötron yıldızları çok büyük dönüş hızlarına, manyetik alanların gücü de kütleyle ters orantılı olarak büyüdüğünden çok güçlü manyetik alanlara sahip oluyorlar (bazen Dünya'nın manyetik alanının trilyonlarca katı). Nötron yıldızının muazzam çekim gücüne yakalanan çevredeki parçacıklar yıldızın manyetik kutuplarından dışarıya fışkırıyor. Manyetik kutupla dönüş ekseninin farklı olması, fışkırann bu yüklü parçacıkların boşlukta birer daire çizmesine yol açıyor. Bu dairelerin izlediği yol, Dünya ile çakıştığında bir ışık atımı (pulse) algılıyoruz. Bu atımların frekansı, birkaç saniyeden, saniyenin milyonluk kesirlerine kadar değişebiliyor. Bu nedenle bu nötron yıldızlarına gökbilim dilinde atarca (pulsar) deniyor.



Sözkonusu atarca, oldukça yavaş. Çevresinde saniyede 2.5 kez dönüyor. Ancak dönüşünde 1000 yıllık bir döngü içinde tekrarlanan küçük bir yalpa belirlenmiş. Gökbilimciler bu yalpanın, atarcanın tam bir küre olmayıp ekvatorunda hafifçe şişkin olmasına bağlıyorlar. Ancak bu şişkinlik öylesine küçük ki, mükemmel bir küre olmayı engelleyen düzensizlik, 20 km üzerinde yalnızca bir milimetrenin onda biri ölçeğinde. Bu oran Dünya'ya uygulanacak olsaydı, yeryüzünde hiçbir dağ 3 cm'den yüksek olamazdı!..

Araştırmacları böylesine heyecanlandıran, bu yalpanın, nötron yıldızının iç yapısı konusundaki görüşlerin yeniden gözden geçirilmesini gerekli kılması. Çünkü geçerli kuramlara göre yıldızın sıvı iç gövdesinde oluşan girdapların, bu tür yalpaları ortadan kaldırması gerekiyor.

Nature, 3 Ağustos 2000
http://www.jb.man.ac.uk/news/neutronstar

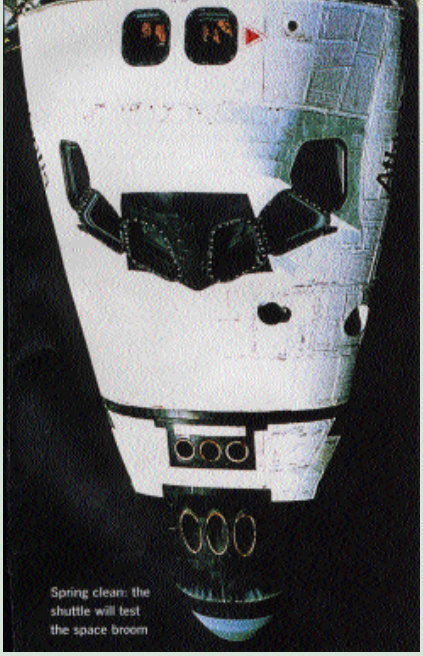
Uzay Çöplerine Lazer Süpürgesi

Montaj çalışmaları sürmekte olan Uluslararası Uzay İstasyonu'nun delinmesini önlemek için NASA, Dünya çevresinde dönmekte olan uydu ve roket parçaları gibi çöpleri temizleyecek bir "lazer süpürgesi"ni 2003 yılında denemeyi planlıyor.

"Orion Projesi", bir tenis topu büyüklüğündeki cisimleri, halen iki ünitesi yörüngeye oturtulmuş olan uzay istasyonunun çevresinden uzaklaştırmayı hedefliyor. On yıllardır sürdürülen uzay çalışmalarının ürünü olan irili ufaklı binlerce döküntü, NASA yetkililerini ciddi biçimde düşündürüyor. Uzmanlar, bunların bir biçimde ortadan kaldırılmaması duruunda uzay istasyonunun önümüzdeki on yıl içinde bir çarpma sonucu delinmesini onda bir olasılık olarak değerlendiriyorlar.

Aslında Uluslararası Uzay İstasyonunun, bu tehlikeye karşı bir kalkanla donatılması planlanıyor. Ancak bu kalkan, çapı 1 cm'yi geçmeyen cisimlere karşı etkili. Kalkana çarpan bu tür küçük cisimlerin paramparça olacakları ve istasyonun güvenliği için bir tehlike oluşturmayacağı düşünülüyor. NASA, 10 cm'den büyük hurda parçalarını da bir tehdit olarak görmüyor. Çünkü bunlar yeryüzünden izlenebilecek ve istasyondaki mürettebat, üzerlerine gelen iri parçalar konusunda uyarılarak aracın manevrayla korunması sağlanabilecek. Uzmanları kaygılandıran, orta büyüklükteki cisimler. Bunların kalkana çarpması halinde, parçalanma ürünlerinden en az bazılarının istasyonun çeperlerini delebilecek kadar kütle ve enerjiye sahip olacakları düşünülüyor.

NASA'nın, Alabama'daki Marshall Uzay Uçuş Merkezi'nde Orion Projesi'nin başkanlığını yapan Jonathan Campbell'a göre güçlü lazerler, istasyonun üzerine doğru gelmekte olan "çöpleri" yavaşlatarak, bunların yörüngelerini değiştirmelerini, dolayısıyla da istasyonla çarpışma rotasından uzaklaşmalarını sağlayacak. Campbell, iki yıl içinde yaşama geçirilebilecek temizleme sisteminin 200 milyon dolara mal olacağını hesaplıyor.



New Scientist, 19 Ağustos 2000

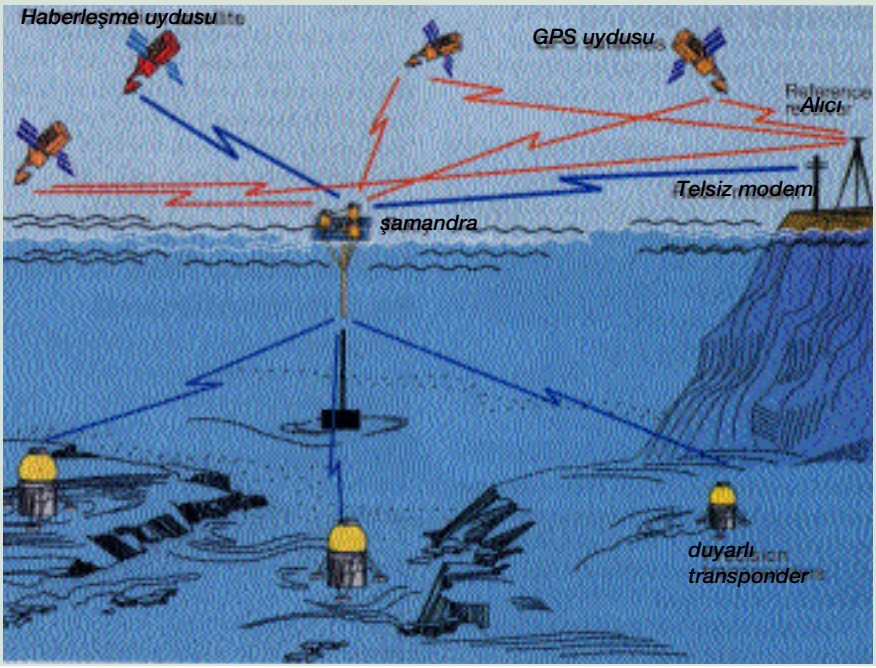
ABD, Denizdibi Gözlemevleri Ağı Planlıyor

Denizbilimiyle (oşinografi) ilgili verileri, geçici süreyle sefere çıkan su üstü gemileriyle toplamanın yetersizliği ve güçlüğü karşısında ABD hükümeti, okyanus tabanına yerleştirilecek sabit gözlemevlerinden kurulu bir ağ için yeşil ışık yaktı.

Monterey Körfezi Akvaryum Araştırma Enstitüsü ve Amerikan Jeofizikçiler Birliği Başkanı Marcia McNutt, araştırma seferlerinin ağır işleyen süreçlerin, örneğin levha tektoniğinin izlenmesinde yararlar sağladığını kabul ediyor. Ancak bunların dışında denizbiliminin ilgi alanına giren hemen her şeyin, ani olaylarla ilgili bulunduğunu ve gemi seferleriyle araştırmacıların veri toplayabilmek için doğru zamanda doğru yerde bulunamadıklarını da vurguluyor.

Ancak ABD Ulusal Bilim Akademisi'nin yürütütme organı konumundaki Ulusal Araştırma Konseyi'nce geçen Temmuz ayında Ulusal Bilim Vakfı'na (NSF) sunulan bir raporda, Vakfın böyle bir ağı planlayıp vakit geçirmeden oluşturması isteniyor.

Rapor, gözlemevleri ağının "esnek ve dinamik" olması gerektiğine işaret ediyor. Denizdibi gözlemevlerinden bazılarının denizaltı iletişim kablolarına, bazılarınınsa yüzeyde sabit şamandralara bağlı olacağı karma bir sistem öngörülüyor. Sistemde ayrıca, alg oluşumlarından, volkanik faaliyetlere kadar çok çeşitli olguyu izlemek üzere hızla yer değiştirebilecek hareketli şamandraların bulunması da isteniyor. Rapor, böylesine global bir ağın nasıl oluşturulacağı konusunda uluslararası bir anlaşmayı beklemeksizin, bir an önce harekete geçmesi için NSF'ye çağrıda bulunuyor. Vakıf, sözkonusu ağın yapımının birkaç yüz milyon dolara malolacağı, işletme ve bakımının da yılda on milyonlarca dolar tutarında harcama gerektireceği görüşünde. Gözlemevlerinin bir an önce kurulması için sabırsızlanan denizbilimcileri, Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) ve Deniz Kuvvetleri gibi kuruluşalrın da programa katılarak para desteğinde bulunacağını düşünüyorlar. NSF'nin okyanus araştırmaları bölümününse daha şimdiden rapora dayanarak önümüzdeki 4-5 yıl içinde kullanmak üzere 120 milyon dolarlık bir fon isteme hazırlığında olduğu bildiriliyor.



Nature, 3 Ağustos 2000

Robotlar Depreme Hazır Değil

Son yıllarda dünyanın her yerinde sıkça görünmeye başlayan depremler, sanayileşmiş ülkeleri enkaz altından yaralı kurtarmak için teknolojik çözümler aramaya itti. Ancak öyle görünüyor ki, yıkıntı altında kurtarılmayı bekleyenler daha bir süre umutlarını teknoloji harikası robotlar yerine, kazma kürekle donatılmış etten kemikten kurtarıcılara bağlamak zorunda. Nedeni, Texas'ın Austin kentinde Ağustos başında yapılan 17. Ulusal Yapay Zeka Konferansı'ndaki bir kurtarma tatbikatına yarışmacı olarak katılan robotlardan hiçbirinin sınıfı geçememiş olması. Akıllı robotlar, kurtarma ekiplerini yıkıntılar altındaki yaralılara en kısa sürede ulaştıracak biçimde tasarlanmışlar. Arama ve kurtarma çalışmalarında ileride bu tür robotlara büyük iş düşmesi bekleniyor. Çünkü çok katlı bir binanın çökmesi durumunda, kurtarıcıların yarım saat içinde aramaya başlamaları gerekiyor. Bu süre geçtikten sonra, yıkıntı altında kalanların canlı kurtulma olasılıkları büyük ölçüde azalıyor. Oysa insanların, güvenli bir biçimde yıkıntılar arasına dalmaları için yıkıntıların tümüyle oturması gerekli. Bu da üç saatin boşa geçirilmesi demek. Oysa akıllı robotların işe hemen koyulabiliyorlar. Bu tür robotlardan beklenen, yaralıların yerini "koklayarak" , daha doğrusu algılayıcılarını kullanarak belirlemek, onlara gıda ve ilk yardım malzemeleri ulaştırmak ve arama ve kurtarma ekiplerine yol göstererek yaralıların zamanında kurtarılmasına olanak sağlamak.

Ancak bu beklentileri yerine getirmek o kadar da kolay değil, kablolardan ve çelikten yapılı bu "çağdaş St. Bernard Köpekleri"nin, molozların üzerinden aşabilecek kadar çevik ve hareketli, üstelik bunları insanların yardımı olmaksızın yapabilecek kadar da akıllı olmaları gerekiyor. Robotları güvenli bir biçimde telsizle kontrol edebilmek, böylesi bir ortamda neredeyse olanaksız. Ayrıca yıkılmış bir binanın karmakarışık durumu, robotların kabloyla kontroluna da olanak vermiyor. Bu durumda, robotların yapay zeka alanındaki en zor sorunlardan biriyle başedebilmeleri gerekiyor: biçim değiştiren üç boyutlu bir labirentte ilerleyebilmek. Bunun için bir dizi ışık, ısı ve ültrason algılayıcısı, çevreyle ilgili bilgileri robotun bilgisayar beynine iletiyor. Robot da bu bilgileri, kendi hareketli parçaları konusundaki bilgileriyle birleştirerek kendisine labirent içinde yol gösterecek bir dahili harita oluşturuyor.

Tabii bütün bunlar teoride oluyor. Pratikteyse yarışmaya katılan robotların performansları göz kamaştırıcı olmaktan hayli uzak. Robotlar ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nün mühendislerince hazırlanan üç ayrı zorluk derecesindeki "pistlerde" gerçekleştirilmiş. Bunlardan



en kolayı olan sarı pistte devrilmiş birkaç sandalye ve masayla bir yatak bulunurken, orta zorluktaki turuncu pistte moloz yığınlarıyla, bir rampa, bir beton merdiven ve bir de ip merdivenle ulaşılabilen bir platform yer almış. Geçilmesi en zor olan kırmızı pistteyse kolayca devrilebilen ahşap yığınları, aluminyum perdeler, beton bloklar, kümes telleri ve plastik borularla doldurulmuş. Her üç pistte de gerçek yaralıları andıran, içeriden ısıtılan mankenler, yıkıntıların altına rastgele yerleştirilmiş.

Yarışmanın son turunda, finale kalabilen robotlara her üç pisti geçebilmeleri için 20 dakika süre tanınmış. Katılan robotlar son derece farklı tasarımlarda. İki katılımcı, Star Wars filmindeki yetenekli robot R2D2 gibi tekerlekli bir çöp bidonu görünümünde. Ama bu tür robotlar arasında en başarılısı, Pennsylvania'daki Swarthmore Üniversitesi'nden katılan robot: Bir elektrik süpürgesi görünümündeki robot, çepeçevre ultrasonik ve kızılötesi algılayıcılarla donatılmış; tepesine de dönen bir kamera yerleştirilmiş. Swarthmore'un gururu, sarı pisti başarıyla geçmiş, ayrıca çarparak tökezlediği bir yaralıyı da "bulmuş". Ancak turuncu piste gelince küçük tekerlekleri, moloz yığınlarını aşmakta yetersiz kalmış. Florida'dan gelen dördüncü takım, yarışmaya iki araçla katılmış. Telsizle kontrol edilen iki robottan biri, 60 cm uzunluğundaki bir buldozerin paletlerini andırıyor. Ötekiyse büyük bir oyuncak kamyon görünümünde. Robotların kamera gözleriyle pisti izleyen iki doktora öğrencisi, araçları kırmızı pistin sonuna kadar ulaştırmayı başarmış. Robotlar pek çok "yaralı" ve bu arada bir de yerel televizyon kameramanını bulmayı başarmışlar. Ama sonuçta robotlardan hiçbiri tüm yaralıları bulamadığı gibi, bazıları da arada pisten çıkıp olan bitenden haberi olmayan konferans izleyicilerini "kurtarmaya" çalışmışlar.

Yarışmanın düzenleyicisi Alan Shultz, ilk sonuçlardan sonra katılan takımların etkileyici bir performans gösteremediklerini kabul etmek zorunda kalmış. Ancak anlaşılan fazla da umutsuz değil. "Çünkü" diyor, "robotlar, genellikle bu tür yarışmalartın ilk yılında fazla başarılı olamıyorlar; ama mühendisler hızla eksikliklerini gideriyorlar". Bu durumda, Shultz'a göre önümüzdeki beş yıl içinde robotlar gerçek kurtarma görevlerinde kullanılmaya başlanabilecek.

Science, 11 Ağustos 2000



Canlı Çipler

ABD ve özellikle birçok teknolojik terörizm saldırısına hedef olmuş bulunan Japonya, bu tehdit için bir çare araya dursunlar, çözüm, kendilerini insanların saldırısına karşı korumaya çalışan mikroplarca sunuldu. Amerikalı ve Kuzey İrlandalı araştırmacılar, bir rastlantı sonucu, biyoteröristlerce gerçekleştirilecek bir saldırıda zehirli gazları saptayabilecek "canlı" bir yarıiletken keşfettiler. Keşif, araştırmacıların bilgisayar yongaları (çip) üretim tezgahlarına bulaşmış dayanıklı birtakım bakterileri temizleme çalışmalarının ürünü. Uzmanlar, mikropları üretim hattından temizlemek için bilinen her yolu denemişler: Mor ötesi ışık kullanmışlar; boşuna. Güçlü oksitleyicilere başvurmuşlar; gene sonuç yok. Sonunda mikropların böylesine dayanıklı çıkmalarının sırrı anlaşılmış. Mikroçipler, temizlenmek için yüksek düzeyde arıtılmış suyla yıkandığında, su bazı yarıiletken maddeleri, örneğin germanyum oksitlerini eritiyor ve bunlar daha sonra mikropların çevresinde kristalleşiyor. Mikroplar da bu zırhlarının içinde kendilerini yok etmek için yapılan tüm çabalara karşı kolaylıkla direnebiliyorlar. Bir mikroba yenilmek, insanlar için onur kırıcı olabilir; ama araştırmacılar bakmışlar ki, yok etmeye uğraştıkları aslında canlı bir yarıiletken malzeme!..

Arizona Üniversitesi (Tuscon) Mikrokontaminasyon Kontrol Merkezi'nden fizikçi John O'Hanlon ve New York Eyalet Üniversitesi (Buffalo) biyofizikçilerinden Robert Baier, yarıiletkenle kaplanmış bakterilerin , örneğin biyotransistörler yapımında kullanılabileceğini söylüyorlar. Araştırmacıların gerçekleştirmek istedikleri, solunum ya da fotosentez gibi, elektron transferiyle sonuçlanan süreçlerden yararlanmak. Baier'e göre yarıiletkenle kaplı bakteriler, ışığa ya da organik buharlara maruz kaldıklarında elektron üretebilirler ve bunlarda biyotransistörü harekete geçirebilir. Böylesine olağanüstü duyarlıktaki bir araç da, bir biyoterörist saldırısında kullanılabilecek zehirli gazları anında belirleyebilir.

Belfast (K. Irlanda) Queens Üniversitesi'nden mikrobiyolog Michael Larkin, kendilerini yarıiletkenlerle kaplayan bakterileri tanımlamış. Çalışması yayımlanma aşamasında olduğu için bunların adlarını vermiyor, ancak "ekstremofil" sınıfından olduklarını, yani çok az gıda bulunan ortamlarda bile canlı kalabildiklerini, azot bağlayabildiklerini ve arı su içinde de yaşayabildiklerini söylüyor.

Bu arada Baier'in grubuysa, içine bakteri doldurulmuş yüksek arıtılmışlıktaki suyu, laboratuvarda yarıiletken "gofretlerin" (çip üretiminde kullanılan, üzerlerine devrelerin basıldığı çok katlı silikon levhalar) üzerine dökerek canlı kristallerin oluşmasını sağlıyor. Baier, bir sonraki hedefin, kristallerin transistör gibi davranmalarını sağlamak olduğunu söylüyor. Cornell Üniversitesi'nde mikroskobik makineler üreten Cornell Nanoüretim Merkezi'nin yöneticisi Sandip Tiwari ise, düzeneğin çalışabileceğini, ancak istenen işlevleri yerine getirebilmesi için daha geliştirilmesi gerektiğini belirtiyor.

New Scientist, 12 Ağustos 2000

Zıplayan Çizmeler

"Bir adımda yedi fersah yol giden çizmeler", artık peri masallarının malzemesi değil. Gene de inanılması güç yetenekler taşıyan çizmelerin öyküsü masalı andırmıyor değil. Bir Rus mühendisler ekibinin 28 yıl önce gerçekleştirdiği çizmeler, şimdi yorulmadan gezmeye hevesli müşteriler arıyor. Çizmeleri giyince yorulmak sorun değil. Sorun, olsa olsa "yürüdüğünüz" yoldaki insanların garip bakışları olabilir. Çünkü çizmeleri ayağınıza geçirdiniz mi, 2 metre yükseklikteki engelleri rahatlıkla aşabiliyor, 4 metrelik adımlar atabiliyor ve saate 60 km hızla gidebiliyorsunuz. Ancak tasarımcısı Viktor Gordeyev'e göre amaçlanan hız değil, koşmak için gerekli çabayı en aza indirmek. Güney Urallar'daki Ufa kasabasında bulunan Devlet Havacılık Teknik Üniversitesi'nde Gordeyev başkanlığında küçük bir ekibin geliştirdiği modelde, çizmeleri giyen kişi adımını atıp ağırlığını bir ayağı üzerine bindirdiğinde, çizmenin alüminyum-titanyum alaşımı çerçevesinin topuğuna gömülü küçük bir motor devreye giriyor ve çizme sahibini ileri doğru fırlatan bir hidrolik pistonu harekete geçiriyor. Gordeyev, "çizmelerle yürürken uçuyormuş duygusuna kapılıyorsunuz" diyor. Çizmelerin yanlarına yerleştirilmiş depolarda her bir motor için 40 gram yakıt bulunuyor ve dolu bir depoyla 20 km yol alınabiliyor.



Ekip, aslında başarısının kurbanı olmuş. Tasarım 1972'de denendiğinde eski Sovyet askeri yetkilileri öylesine etkilenmişler ki, daha ileri deneylerden sonra uçan çizmeler askeri sır kapsamına alınmış. Sovyet komutanlar, hızlı tankların yanında koşarak destek sağlayacak piyade birliklerinin denemesi için bu çizmelerden yüz çift ısmarlamış. Ancak daha sonraki Rus komutanlar tasarımı gerçekçi bulmamışlar ve böylelikle çizmeler 1990 yılında sır kapsamından çıkarılmış.

New Scientist, 15 Temmuz 2000

Elektronikte Fotosentez Gücü



Doğal enerji santralı: Gelecekte cep telefonlarında kullanılabilecek Polystyrene piller, bitkilere enerji sağlayan fotosentez sürecini taklit edecekler.

Yıllardır sıvıları istediğimiz sıcaklıklarda koruyarak yaşantımızı kolaylaştıran polystyrene maddesi (plastik köpük), yakında otomobillerden cep telefonlarına kadar pek çok araç ve aygıta güç sağlayabilecek. ABD'nin Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda araştırmacılar, polystyrene moleküllerine, bitkileri taklit ederek ışıktan enerji elde etme ve depolama hünerini öğretmişler.

Bitkilere Güneş ışığından elde ettikleri enerjiyi kimyasal bağlarla depolama olanağı sağlayan fotosentez sürecinde ilk adım, bir ışık parçacığı olan fotonu, yeşil bir pigment (organik boya) olan klorofilden oluşan bir "anten" aracılığıyla soğurmak. Bu enerji daha sonra elektronları, tepkimeye katılan moleküller arasındaki kimyasal bağlar üzerinde dolaştırmakta kullanılıyor. Sürecin sonunda elektronlar su moleküllerinden koparılarak oksijen üretilmesinde ve karbondioksite eklenerek de şekerlerin yapılmasında kullanılıyor.

Los Alamos'tan Tom Meyer ve ekip arkadaşları, değişik sentetik molekülleri bir rutenyum atomuyla birlikte kullanarak bu adımların her birini ayrı ayrı oluşturmayı başarmışlar. Ekip son deneylerinde bu molekülleri polimer bir taban üzerinde birleştirmeye karar vermiş ve bunun için de en yaygın kullanımı olan polystrene kullanmış. Yeni molekülü denemek için araştırmacılar, bu molekülün içinde bulunduğu bir sıvıyı lazerle bombardıman etmişler. Umdukları gibi rutenyum "antenler" kullanan bazı yan zincirler ışık enerjisini soğurup bu enerjiyi polimer zinciri boyunca iletmiş. Enerji, başka bir rutenyum bileşiğine ulaştığında da kimyasal bir iş gerçekleştirerek bir elektronu yapının başka bir yerine itmiş. Pillerin de yaptıkları, bundan pek farklı değil: Bir anottan elektron çıkartarak bunu devre çevresinde dolaştırdıktan sonra katota döndürmek.

Araştırmacılar, polystrene türevleri ucuz olduğundan, yeni polimerin pekçok aygıtta kullanılabileceği görüşündeler. Örneğin, bunlarla sudan elektron çekerek hidrojen yakıtı oluşturmak ya da elektrik akımı elde etmek için Güneş enerjisiyle çalışan yakıt hücreleri yapmak olası. Meyer'in öncelikli hedefiyse, şimdilik soğurduğu ışık enerjinin yalnızca yüzde 15'ini kimyasal enerjiye dönüştürebilen moleküllerin etkinliğini yükseltmek. Araştırmacı, daha yapılacak çok iş bulunduğunu, hatırlatıyor ve "doğal fotosentez sürecinin oluşması için bile bir milyar yıldan fazla süre gerekmiş" diyor.

New Scientist, 15 Temmuz 2000

Cep Telefonlarına Yeni "Kulaklar"

Amerikalı araştırmacılara göre cep telefonlarına tek bir anten yerine daha fazlasının takılması, aygıtların alım gücünü dramatik ölçüde arttırmakla kalmayacak, aynı zamanda binalar içinde telefonların çalışmadığı "kör noktaların" sayısını da azaltacak. Telefonlardaki parazit ya da güç kaybının en önemli nedenleri arasında, sinyallerin birçok binaya çarpıp yansıması gösteriliyor. Pek çok kullanıcının aynı frekans bandından yararlanacağı yeni kuşak cep telefonlarında bu sorunun daha da ağırlaşması bekleniyor. Oysa Purdue Üniversitesi'nde elektrik ve bilgisayar mühendisliği profesörü olan Michael Zoltowski'ye göre bu sorun birden çok anten ve daha gelişkin sinyal işleme teknikleri kullanılarak kolaylıkla giderilebilir. Zoltowski'ye göre çoklu anten düşüncesinin gerisinde yatan ilke, insanların sesleri algılama mekanizmasına benzetilebilir.



Araştırmacı, "eğer yalnızca tek kulağımız olsaydı, seslerin nereden geldiğini anlayamazdık" diyor. Çift kulaksa, insana seslerin kaynağını belirleme ve bu seslere "kitlenme" becerisi sağlıyor. Zoltowski, aynı biçimde çift antenin de bir sinyali, başka bir sinyalden ayırma becerisini sağladığını ve böylece sinyallerden birinin seçilip diğerinin reddedilebileceğini belirterek "tek antenle bu olanaksız" diyor.

Zoltowski'nin ekibi, iki antenin, yanlış bağlanmaları, günümüzde geçerli oranın yalnızca yüzde birine indirdiğini göstermiş. Öte yandan Texas Instruments firmasının mühendisleri de henüz deney aşamasında olan çift antenli bir telefonun, binalardaki kör noktalardan etkilenmediğini ortaya koymuşlar.

New Scientist, 19 Ağustos 2000

Akrebin Silahı: Fizik

Çölde yaşayan kum akrepleri, küçük hayvanlar için en tehlikeli düşmanlardan. Peki ama, son derece ilkel sayılabilecek gözlere sahip bu yaratık nasıl oluyor da gece avının yerini büyük bir ustalıkla belirleyebiliyor? Biyologlar, daha önce bu beceriyle, akrebin sekiz bacağında da bulunan yarık biçimli bir algılayıcı arasında bağ kurmuşlardı. Bu algılayıcılar 0.1 nanometreden bile küçük hareketleri saptayabiliyorlar (1 nanometre, metrenin milyarda biri demek). Şimdiyse Münih Teknik Üniversitesi'ndeki fizikçiler, akrebin bu algılayıcılardan gelen sinyalleri işleyerek avlarının yerini nasıl belirlediklerini ortaya koymuş bulunuyorlar:



Akrebin yakınlarına bir yere bir kelebeğin konduğunu düşünün. Kelebek yere konduğunda iki tür dalga yayacaktır. Birincisi, saniyede 150 m hızla ilerleyen hacim dalgaları; ikincisiyse, yüzeye paralel olarak saniyede 50 m hızla yol alan Rayleigh dalgaları. Ava olan mesafe, bu iki dalganın akrebe ulaşma süreleri arasındaki farktan belirleniyor. İyi; ama avın ne kadar uzakta olduğunu bilmek, akrebin karnının doyması anlamına gelmiyor. Avın hangi yönde olduğunu da bilmek gerekiyor. Burada akrebin imdadına gene bacakları yetişiyor. Akrebin bacakları, yaklaşık 5 cm çaplı bir daire üzerinde yere basıyor. Dolayısıyla, avın yaydığı Rayleigh dalgasının akrebin ava en yakın bacağına ulaşmasıyla, en uzaktaki algılayıcıya varması arasında 5 milisaniye kadar bir fark oluyor. Algılayıcılardan biri, Rayleigh dalgasını saptadığında, bir, ya da daha fazla nöron (sinir hücresi), akrebin beynine yüksek genlikte bir sinyal gönderiyor, bu "uyarıcı" sinyal, beyinde karşı taraftaki üç bacaktan "baskılayıcı" sinyaller de alan bir nörona ulaşıyor. Hayvanın beyninde bir nöronun "ateşlenme" olasılığı, uyarıcı ve baskılayıcı sinyallerin gelişi arasındaki süre uzadıkça artıyor. Akrebin beyninde ava en yakın konumdaki nörona ulaşan sinyaller arasındaki süre farkı en yüksek oluyor (yaklaşık 2 milisaniye kadar). Karşı taraftaki nörondaysa sinyaller arasındaki gecikme neredeyse sıfır düzeyinde algılanıyor.

Münih araştırma ekibinin vardığı sonuçlar, bacaklardan gelen sinyalleri işlemden geçiren sekiz nöronun, nasıl bir "komite" gibi toplanıp, avın yönünü "oylama" yöntemiyle belirlediğini gösteriyor. Sistem ayrıca her algılayıcı için bir ya da iki nöronun, avın yönünün duyarlı bir biçimde belirlenmesi için yeterli olduğunu gösteriyor. Gerisi de akrebin kuyruğundaki silaha ve kıskaçlarına kalıyor…

Physics World, Temmuz 2000

Farklı Bir Nefes!..



Avustralaya'ya özgü bir kaplumbağa türü, timsahlara yem olmamak için çareyi ağzı yerine altından nefes alma becerisini geliştirmekte bulmuş.

Tatlısuda yaşayan Fitzroy Irmağı Kaplumbağası (*rheodytes leukops*), su üzerindeyken normal yoldan nefes alıyor, ancak su altında eşeysel organı ve sindirim artıklarının tahliyesi için ortak kullanılan deliğinden (cloaca) nefes alma yöntemini kullanarak uzun süre yüzeye çıkmadan durabiliyor.

Queensland Üniversitesi'nden Craig Franklin adlı araştırmacı, Deneysel Biyoloji Derneği'nce düzenlenen bir sempozyuma sunduğu bildiride Fitzroy Irmağı Kaplumbağasının, arkasından pompaladığı sudaki oksijeni, rektumunu çevreleyen bir damar ağıyla soğurduğunu açıkladı. Bu sayede kaplumbağa, alışılmış yoldan nefes almak üzere yüzeye çıkma gereği duymaksızın sualtındaki güvenli barınağında üç gün kadar kalabiliyor.

New Scientist, 19 Ağustos 2000

Akdeniz'in Yeşil Geçmişi

Amerikalı iki bilim adamı, görece kuru Akdeniz ikliminin, denizi çevreleyen ormanların yok edilmesinin bir sonucu olduğunu gösterdi. Maryland eyaleti Calverton kentindeki Deniz, Yer ve Atmosfer Merkezi'nde görevli Oreste Reale ve Paul Dermeyer, polen fosilleri ve eski Roma zamanının tarih kayıtlarını inceleyerek 2000 yıl önce Akdeniz yöresindeki bitki örtüsünün miktarı ve çeşitliliğini belirlemişler. Bu dönemlerde daha yoğun olan bitki örtüsünün, Güneş enerjisinin daha büyük bir bölümünü tutması ve atmosfere daha fazla nem bırakmış olması gerekiyor. Bu varsayımdan hareket edilerek bilgisayarla oluşturulan bir modele göre bu nem bolluğu Akdeniz üzerinde atmosfer dolaşımını etkiliyor ve bölge ikliminde büyük değişikliklere yol açıyor olmalıydı. Bu modele göre 2000 yıl önce özellikle Kuzey Afrika, bugünküne oranla çok daha fazla yağmul alıyordu. Ancak ormanlar yok edildikçe iklim değişti ve yağış miktarı azaldı. Reale, "eğer koşulların daha da kötüleşmesini istemiyorsak, kuraklık sınırına yaklaşmış çevre sistemlerinin korunması son derece önemli" diyor.



New Scientist, 19 Ağustos 2000

Expo 2000'de Türkiye



Expo 2000 Dünya Fuarı 1 Haziran 1 Ekim 2000 tarihleri arasında Almanya'nın Hannover kentinde gerçekleşiyor. 180 ülke ve kuruluşun katılımıyla düzenlenen fuarın geçmişi 150 yıl öncesine kadar uzanıyor. Fuarda ülkeler, sosyal, kültürel ve bilimsel etkinliklerini kendilerini ifade edebilecekleri kurumlar, ürünler ve yapılar aracılığıyla sunmaya çalışıyorlar. Bu anlamda her ülke, kendisine ayrılan alanda kurduğu bina ya da standlar aracılığıyla tüm dünyadan gelen ziyaretçilere ülkelerini açmış oluyorlar. Expo 2000'in ana teması, "insan, doğa, teknoloji üçlüsünün uyumlu beraberliğini sağlamak ve böylece daha güzel bir dünya, daha iyi bir geleceği kurmak için bu ortak mirastan en doğru biçimde yararlanmaya bir çağrı" olarak ifade ediliyor. Bu sergi yeryüzündeki bütün ülkeleri ve insanları ilgilendiren küresel sorunlara dikkati çekmeyi bunlara ortak çözümler üretmeyi amaçlıyor. Expo içinde yer alan Türkiye pavyonu, "Avrupa Bulvarı" olarak adlandırılan, Avrupa Birliği üyelerinin bulunduğu alanda inşa edilmiş.

Turizm Bakanlığı tarafından Expo 2000 Dünya Fuarı için hazırlanan Türkiye pavyonunun tasarımındaki temel düşünce şöyle açıklanıyor: "Türkiye pavyonu, Anadolu'nun sentez meydana getirme, uyum, işbirliği ve bir arada yaşama potansiyelini yeniden yaratma düşüncesinden yola çıkılarak kuruldu. Amaç, eski kültürlerin ölümsüz mirasından beslenen ve onların ortak aklını benimseyen bir uygarlık modelini ortaya koymaktı. Türk pavyonu, ziyaretçilere fiziksel yapıya dönüşen bir Anadolu anlayışı sunmak için: Bir arada yaşamak konusunda Anadolu uygarlıklarının sunduğu örneği simgeleyen; çelik, cam ve ahşabın kendine özgü bir bileşiminden oluşturuldu. Anadolu, Hititler'den Lidyalılar'a, erken dönem Hıristiyanları'ndan Bizans'a ve İslam geleneklerine kadar çok çeşitli kaynaklardan beslenmiş, onlara kendi renginden birşeyler vermiştir. Serginin kavramsal çerçevesi de 2000 yıl önce var olan Nemrut kutsal alanının mitolojik, evrensel, tarihsel ve kültürel dünyasının sembolik ifadesi ile çizilmiştir".

Pavyonun mimarisi, kullanılan malzemeler ve sergilenen öğeler bu ana mesajı destekleyici nesnelerden oluşuyor. Serginin ana motifi lâle. Tükiye'nin sembolü de lâle. Osmanlı estetiğinin başlıca unsurlarından biri ve doğayla insan uyumunun bir yansıması olan İznik çinileriyle Anadolu'nun en eski figürlerinden "Hayat Ağacı" simgesi, pavyonun üst ahşap platformunun ortasında yer alıyor. Sergi mekanının merkezinde, Anadolu insanının kültürel oluşumunu simgeleyen "kozmik küre" ve "kozmik ekvator" üzerinde 24 rölyef yer alıyor. Kozmik kürenin içinde, 25 bin yılda bir gerçekleşen bir gökbilimsel olaya işaret eden ve Nemrut dağında aslı bulunan ünlü aslanlı horoskop yer alıyor. Pavyonun girişinde ziyaretçileri selamlayan Akdeniz heykeli de zengin geleneğin çağdaş sanat diliyle ifadesi.



Türkiye pavyonundaki ana unsurlardan biri de Nemrut Animasyonu. Türkiye sergisinde tanıtımı yapılmak üzere Nemrut Dağı ve üzerindeki tarihi kalıntılar seçilmiş. Nemrut Dağı'na ait 3 boyutlu harita bilgileri kullanılarak dağın modeli oluşturulmuş. Bu model üzerine, fotoğraflar gerçek coğrafya koordinatlarına göre yüzey yapıştırma teknikleriyle yerleştirilerek üç boyutlu simülasyon ortamı yaratılmış. Dağ üzerinde yer alan heykeller ve tapınak, yapıldıkları malzemenin özellikleri kullanılarak ve ilk yapıldıkları zamandaki durumlarını yansıtacak biçimde tekrar modellenerek, gerçek konumlarına uygun olarak yerleştirilmişler. Böylece bilgisayar üzerinde Nemrut dağı, son derece gerçekçi bir şekilde ortaya çıkmış. Ziyaretçiler, Kommagene Kralı Antiokhos I'in Nemrut Dağı'nın zirvesinde yaptırdığı 30 bin metreküp hacmindeki kırma taşlardan 50 m yüksekliğindeki kutsal alan ve anıt mezarın 3 boyutlu dünyasında geziye çıkıyorlar.

Türkiye Pavyonu, hafif - şeffaf, doğal ya da geri dönüşümlü malzemelerle inşa edilmiş. Ana elemanlar: Ahşap kafes (dış kabuk), Doğu'yla Batı'yı bağlayan ahşap köprü; teknoloji ve şeffaflığı simgeleyen cam ve çelikten oluşan iç kabuk, beş adet cam ve çelikten küp, doğal ahşap platformlar, tekne formunda sofradan (lokanta) oluşmakta. Binada cephe ve çatıdaki kontrollü mekanizmalar aracılığıyla ılık mevsimler için doğal havalandırma ve ısıtma sistemi sağlanmış. Peyzaj, Anadolu bitki örtüsünü temsil eden, zeytin, muz, turunçgil ağaçları, sulak bölgelerin simgesi sazlar ve lalelerden oluşuyor.

Duran Akca



Gözlem Şenliği ve Gökyüzü

Eylül ayı, 3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'yle başlıyor. Katılımcılar, 1-3 Eylül tarihleri arasında, çıplak gözle ve teleskoplarla çeşitli gökcisimlerini gözleme fırsatı bulacaklar. Eylül ayı, hem yaz hem de kış takımyıldızlarının gözlenebileceği bir ay. Ayrıca, bir süredir gözlerden uzak kalan Satürn ve Jüpiter, artık daha erken bir saatte yükseliyor. Gece yarısından sonra iki gezegen de gözlem için uygun konumda bulunuyorlar.

Bakırlıtepe, gözlem koşulları bakımından Dünya'nın sayılı yerlerinden birisi. Burada, belki de hiç görmediğiniz kadar zengin bir gökyüzü karşılayacak sizi. Gökyüzünü, hem çıplak gözle hem de teleskoplarla her biri gökyüzünü çok iyi tanıyan uzmanlar eşliğinde tanıyacaksınız. Gözlenecek gökcisimlerinin sayısı burada anlatılanlardan çok daha fazla olacak; ancak, yine de bu gökcisimlerinden en popüler olanlarına bu sayfalarda kısaca değinmek istedik.

Herkül Kümesi (M13): Pek çok amatör gökbilimci için, kuzey gökkürenin ilk sırada yer alan küresel yıldız kümesidir. Küme, Herkül Takımyıldızı'nda yer aldığı için bu adı almış. Uygun koşullarda, küme, çıplak gözle bile silik bir ışık topu olarak seçilebilir. Bakırlıtepe'de bu kümeyi çıplak gözle görmeyi deneyebilirsiniz. Küresel kümeler, bir bakıma gökadanın uydularıdır. Yani, gökada düzleminin dışında yer alırlar. 150 ışık yılı çapındaki M13, bize yaklaşık 22 000 ışık yılı ötede yer alıyor. Kümenin içerdiği yıldız sayısıysa, birkaç yüz bin kadar.


M13, Herkül Yıldız Kümesi


M27, Çan Bulutsusu

Yüzük Bulutsusu (M57): Eylül'de en iyi konumda olan gökcisimlerinden biri de Yüzük Bulutsusu. Lir (Çalgı) Takımyıldızı'nda yer alan bulutsu, küçük teleskoplarla gözlenebilen az sayıda gezegenimsi bulutsudan biri olması nedeniyle amatör gökbilimcilerin en çok gözledikleri gökcisimlerinden. Bu bulutsu, Güneş'in sonuna güzel bir örnek.

Epsilon^{1+2} Lir: "Çift çift" olarak da bilinen bu yıldızlar, yaz gökyüzünün en popüler çift yıldızlarıdır. Gözünüze güveniyorsanız çifti çıplak gözle ayırt etmeyi deneyebilirsiniz. Ancak, çifti bir dürbünle birbirinden ayırmak çok daha kolay olacaktır. Şimdi gelelim bu gökcismine neden çift çift dendiğine. Bunun için, en azından 10 cm çaplı bir teleskopa gereksiniminiz olacak. Eğer 100x ya da daha yüksek büyültmeyle bakacak olursanız, bu çiftin her birinin birbirine çok yakın duran çiftlerden oluş-

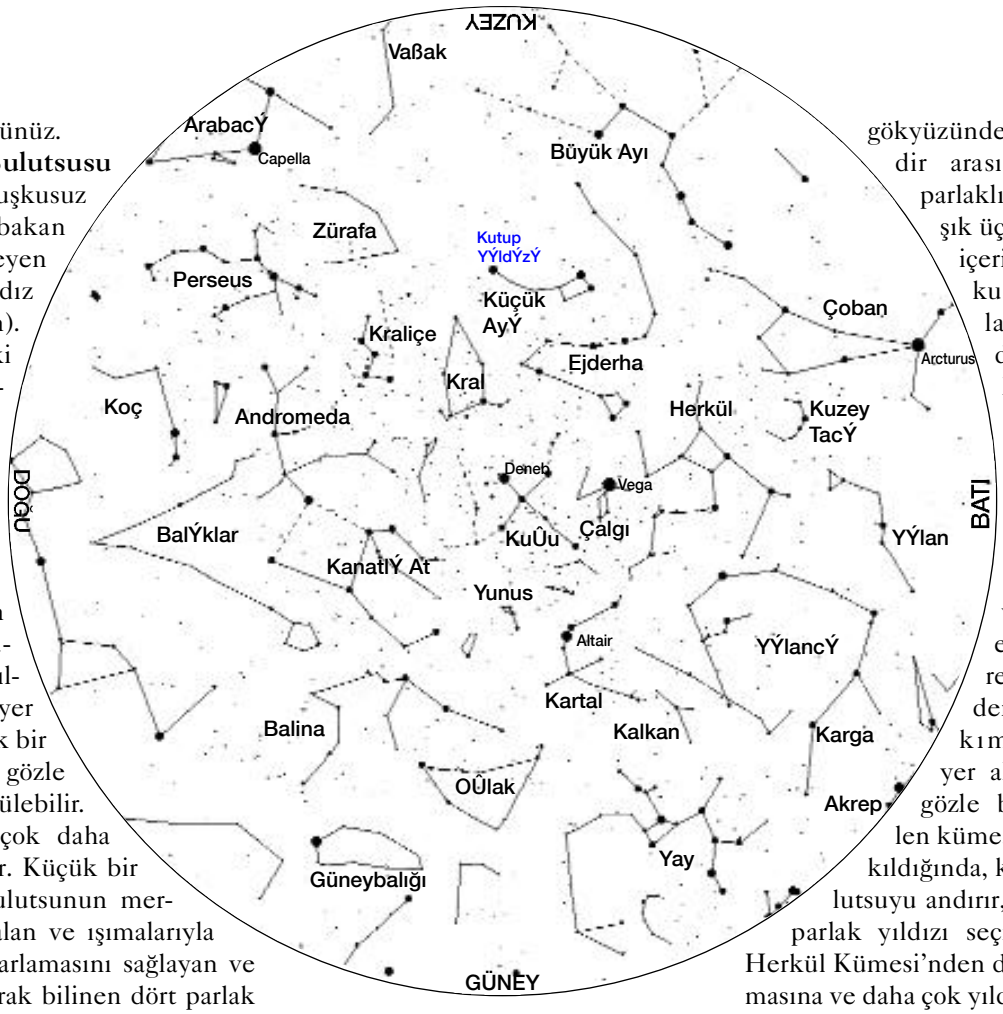

M42, Orion Bulutsusu


M8, Lagün Bulutsusu

tuğunu görürsünüz.

Orion Bulutsusu (M42): Hiç kuşkusuz gökyüzüne bakan herkesi etkileyen bir takımyıldız Avcı (Orion). Gökyüzündeki en parlak bulutsu da bu takımyıldızda yer alır. Orion Bulutsusu, takımyıldızın simgelediği avcının belini oluşturan üç dizili yıldızın altında yer alır ve karanlık bir gecede çıplak gözle rahatlıkla görülebilir. Bir dürbün, çok daha fazlasını sağlar. Küçük bir teleskopla, bulutsunun merkezinde yer alan ve ışımalarıyla bulutsunun parlamasını sağlayan ve trapezium olarak bilinen dört parlak yıldız seçilebilir.

Ülker (Yedi Kızkardeşler, Pleiades) Yıldız Kümesi (M45): Gökyüzünün en belirgin yıldız kümesi olduğunu söylemek yerinde bir saptama olur. Bu küme yaklaşık 100 yıldızdan oluşur. Ancak, bunlardan altı ya da yedisi, kötü gökyüzü koşullarında bile çıplak gözle rahatlıkla seçilebilir. Küme, yaklaşık dört dolunay çapında bir alan kaplar gökyüzünde. Bu nedenle, kümeyi gözlemenin en iyi yolu ona bir dürbünle ya da çıplak gözle bakmaktır.



1 Eylül 2000 Saat 23^{00}'de gökyüzünün genel görünüşü
15 Eylül 2000 Saat 22^{00}'de gökyüzünün genel görünüşü

Lagün Bulutsusu (M8): Karanlık gecelerde, Samanyolu kuşağındaki bir ada gibi görünür. Dürbünle bakıldığında, bir lagünü andırdığı için bu adı almıştır. Bulutsunun içinde bir de yıldız kümesi yer alır. Bu küme, yaklaşık iki düzine yıldız içerir.

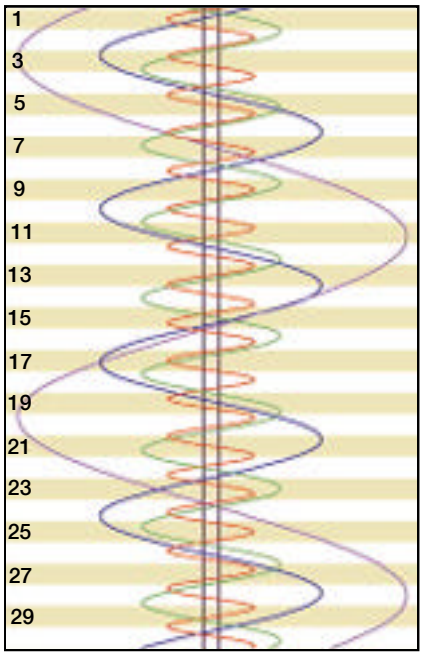
M21: Trifid Bulutsusu'nun hemen kuzeydoğusunda yer alan M21, gökyüzündeki 8 ile 12 kadir arasında değişen parlaklıklarda yaklaşık üç düzine yıldız içerir. Samanyolu kuşağının parlaklığı üzerinde o kadar etkileyici görünmese de, M21 oldukça büyük ve parlak bir küme.

M22: Gökyüzündeki en etkileyici küresel kümelerden biri. Yay Takımyıldızı'nda yer alan ve çıplak gözle bile görülebilen küme, dürbünle bakıldığında, küresel bir bulutsuyu andırır, ancak birkaç parlak yıldızı seçilebilir. M22, Herkül Kümesi'nden daha büyük olmasına ve daha çok yıldız içermesine karşılık, gökyüzünde alçak konumda olduğundan dolayı olsa gerek daha az popülerdir.

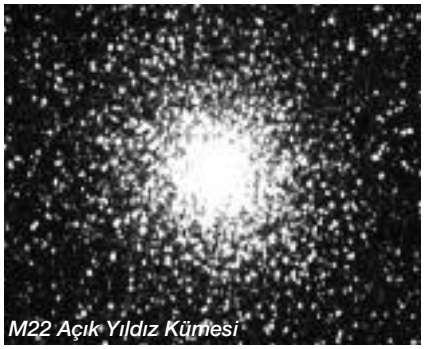
Çan Bulutsusu (M27): Pek çok amatör gökbilimci için, ilk sırada gelen gökcisimlerinden biri. Gözüne güvenenler, uygun koşullarda, bulutsuyu dürbünle gözlemeyi deneyebilirler. M27, yaklaşık 48 000 yıl önce patlayan bir yıldızın kalıntısıdır.

Andromeda Gökadası (M31): Çıplak gözle görebildiğimiz en uzak ve en görkemli gökcismi. Samanyolu'na benzer bir gökada olan M31, bize 2,2 milyon ışık yılı ötede yer alıyor. Kayıtlar, Andromeda Gökadası'nın en azından 10. yüzyıldan bu yana gözlendiğini kanıtlıyor.

Alp Akoğlu



Eylül ayında Jüpiter'in dört büyük uydusunun gezegene göre konumları.



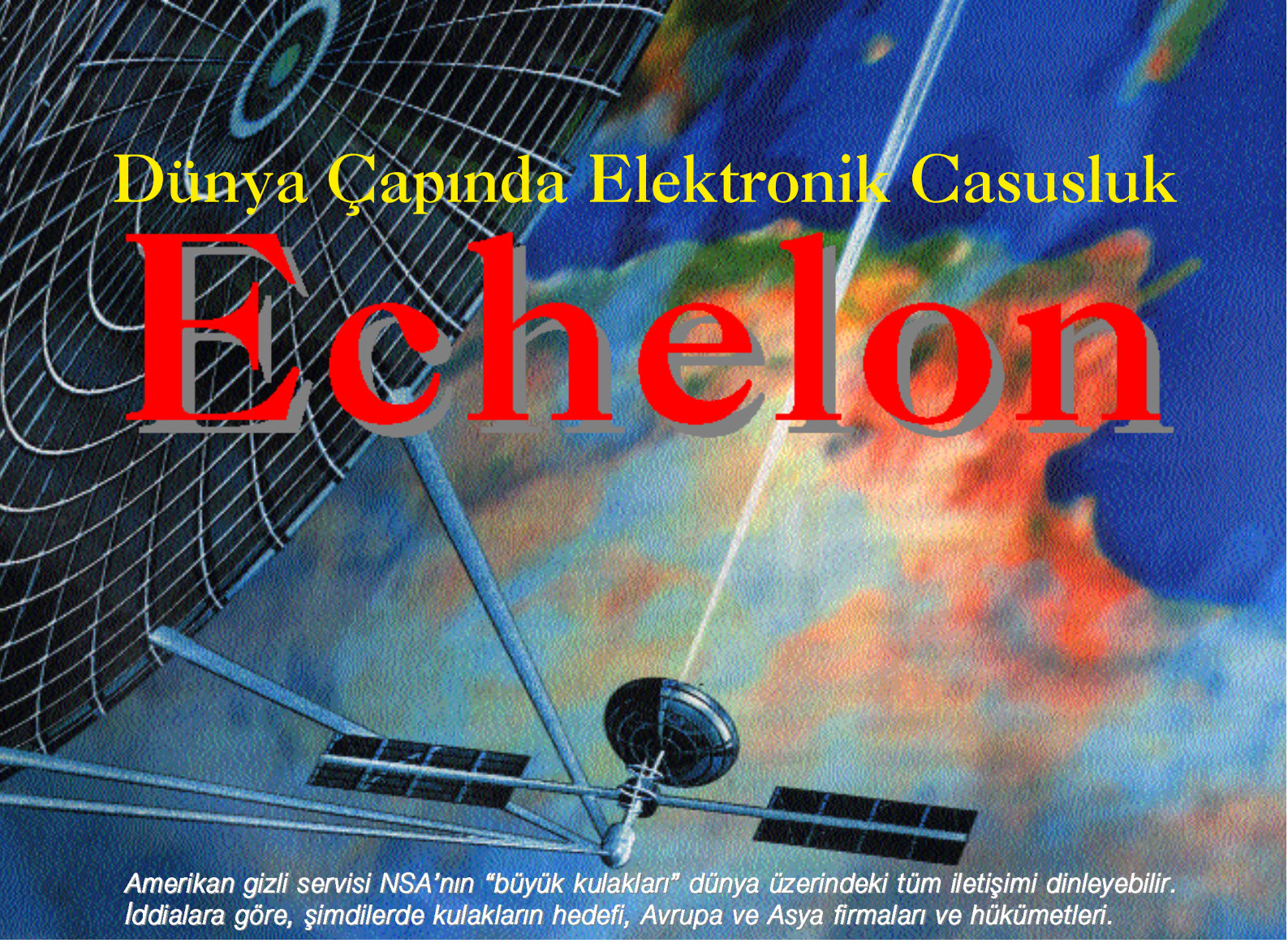
M22 Açık Yıldız Kümesi



M31, Andromeda Bulutsusu

Dünya Çapında Elektronik Casusluk

Echelon



Amerikan gizli servisi NSA'nın "büyük kulakları" dünya üzerindeki tüm iletişimi dinleyebilir. İddialara göre, şimdilerde kulakların hedefi, Avrupa ve Asya firmaları ve hükümetleri.

SOĞUK SAVAŞ yıllarında Amerika'nın uydularla geniş kapsamlı bir dinleme ağı kullandığının ortaya çıkması Avrupa'da tepkiyle karşılandı. Amerika askerî ve ekonomik bir süpergüç olarak diğer ülkelerin sırlarını bilmek ister. Bu amaçla Dünya üzerindeki her türlü iletişimi deşifre etmek, kontrol etmek ve dinlemek üzere geniş bir istihbarat ve gizli servis ağı kurmuş olduğu sanılıyor. Bu hizmetlerin Amerika'ya yılda en az 20 milyar dolara maloldığu hesaplanıyor. Bu paranın üçte biri IMINT (akıllı görüntüler) için harcanıyor. Uzmanlara göre IMINT, dünya çapında fotoğraf uydularıyla resim çekerek ve radar uydularıyla karaları ve denizleri tarayarak gerçekleştirilen bir casusluk sistemi. Bu görevi yürüten Ulusal İstihbarat Ofisi (NRO), Amerikan gizli servisleri arasında en küçüğü. 2000'den az görevli, uyduları yörüngesinde tutmak ve yönlendirmekten sorumlu. Bu görevliler uydularla elde edilen gizli bilgileri ABD Merkezî Haberalma Örgütüne (CIA) ve Amerikan ordusuna dağıtır. ABD'nin en büyük haberalma örgütü, 21 000 görevlisi ve yıllık 3,6 milyar dolarlık bütçesiyle Ulusal Güvenlik Ajansı (NSA). Bu kuruluş son derece güçlü bir teknik donanıma sahip. Görevi dünya üzerindeki bütün iletişimleri ve radyoelektrik sinyalleri dinlemek ve bunları hükümete bildirmektir. Kuruluşun resmî adı NSA/CSS'dir (Ulusal Güvenlik Ajansı/Merkezî Güvenlik Servisi). Bu kuruluş aynı zamanda Amerikan Ordusunun teknik ve "politik" dosyalarının ana arşivi.

Soğuk Savaş yıllarında NSA, Sovyetler Birliği ve yandaşlarının etkinliklerini izlemekte uzmanlaşmıştı. Son yıllardaysa görev alanını değiştirdi. Bugün NSA'nın, ABD'nin siyasi dostlarının ve ticari rakiplerinin ve hatta ABD içinde yurttaşların iletişimini dinlediği sanılıyor.

Federal yasa yurttaşların dinlenmesini yasaklamış bulunuyor. Ancak, ulusal güvenlik adına NSA herşeyi kendi süzgecinden geçirmekten vazgeçmiyor. NSA'nın ABD Hava Kuvvetleri içinde yer alan askerî uçakları, örneğin Boeing tarafından Boeing 707 gövdeleri üzerinde imal edilen, farklı RG-135 modelleri vardır; bunlar dünya göklerini tarar. Gemileri, ABD Deniz Kuvvetlerinin renklerine boyalı olarak bütün okyanus ve denizleri denetler. NSA'nın yer istasyonlarının ABD büyükelçiliklerinde ya da ABD'ye dost ülkelerin topraklarında yeraldığına inanılıyor. Bu dost ülkelerde NSA hiçbir kontrole tâbi değil. Bu ülkelerde casusluk amacıyla gerekli gördüğü bütün elektromanyetik ağları, cep telefon sistemlerini ve İngilterede olduğu gibi bütün telefon sistemini dinleyebilir. Bu yer istasyonlarının yani Amerika'nın "büyük kulakları"nın ticari iletişim uydularını da dinledikleri öne sürülüyor. Ticari iletişim uyduları için hiçbir güvenlik önlemi alınmış değil. Bu uyduların yaydıkları dalgalar dünyanın büyük bir kısmına yayılır. İnternet de (web, elektronik posta, sohbetler-chats vb.) "büyük kulaklar"ın merakından kurtulamaz. Elde edilen bilgiler, denizaltı kablolarıyla Amerika'ya ve Amerika'ya hayır diyemeyecek ülkelere dağıtılır.

Özetle denilebilir ki NSA uzayda o kadar özel dinleme uydusuna sahiptir

ki, dünya üzerinde olan biten herşeyi büyük bir gizlilik içinde kaydedebilir.

Kulaklar ve Beyinler

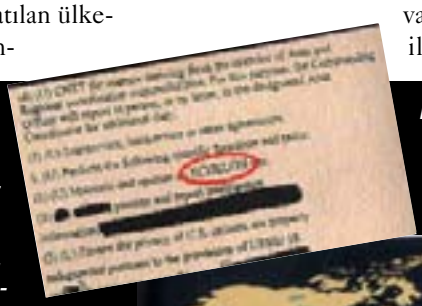
Bu kulakların arkasında beyinler olması gerekir! Bu kadar fazla bilginin toplanıp işlenmesi büyük bir teknolojik sorun demek. Bu problemin altından kalkansa Echelon sistemi. Echelon sözcüğü ilk kez 1988 Ağustos'unda İskoçyalı gazeteci Duncan Campbell tarafından kullanıldı ("Birisi sizi dinliyor" *New Statesman*, 12 Ağustos 1988). Gelelim Margareth Newsham'e. Bu bayan mühendis, Lockheed firmasında çalışmakta olup İngiltere'deki Menwith Hill istasyonuna alt sistemler yapmakla görevlendirilmişti. Margareth, Temmuz 2000'de Ohio'da yayımlanan küçük bir gazeteye bir sır açıkladı: NSA, demokratik bir ülkenin istihbarat servislerine yakışmayacak eylemlerde bulunmuştu! Fakat asıl olayın meydana çıkışı bir on yol daha aldı. Yeni Zelanda'lı savaş aleyhtarı Nicky Hager, ülkesinin NSA ile işbirliği yapışına karşı koyarken bir kitap yayımladı (Secret Power: New Zealand's Role in International Spy Network, Craig Potton, Nelson (NZ), 1996). Bu kitapta dinlemelerin Echelon denilen bir çeşit "sözlük" aracılığıyla nasıl başarıldığı anlatılıyor. Echelon sayesinde NSA, elektronik casusluk ağına katılan ülkelerin kendisine verdiği anahtar sözcüklere uyan bilgileri yakalar ve ilgili ülkeye otomatik olarak gönderir.

Bu şekilde elde edilen bilgiler çok nadirdir. Yalnız araştırmacı gazeteciler, elde edilmesi çok zor, hattâ olanaksız bilgilere bu kanalla ulaşabilirler.

Aslında NSA hakkında kanıtlanmamış suçlamalar ileri sürülüyor değil. Örneğin, D. Campbell Avrupa Parlamentosuna sunduğu bir raporda, NSA'nın Brezilya'daki Amazon havzasının incelenmesi işinde (SIVAM projesi), elektronik casusluk yoluyla ihalenin iki Fransız şirketine (Thomson ve Alcatel) verilmeyip ABD'den Raytheon'a verildiğini ileri sürdü. Ancak bu konuda herhang bir kanıt yok. Benzer bir iddia NSA'nın Suudi Arabistan'a uçak satışında elektronik casusluk yoluyla ihaleyi Fransız Airbus yerine Boeing'e kazandırdığı; bu iddia da dayanaksız kaldı.

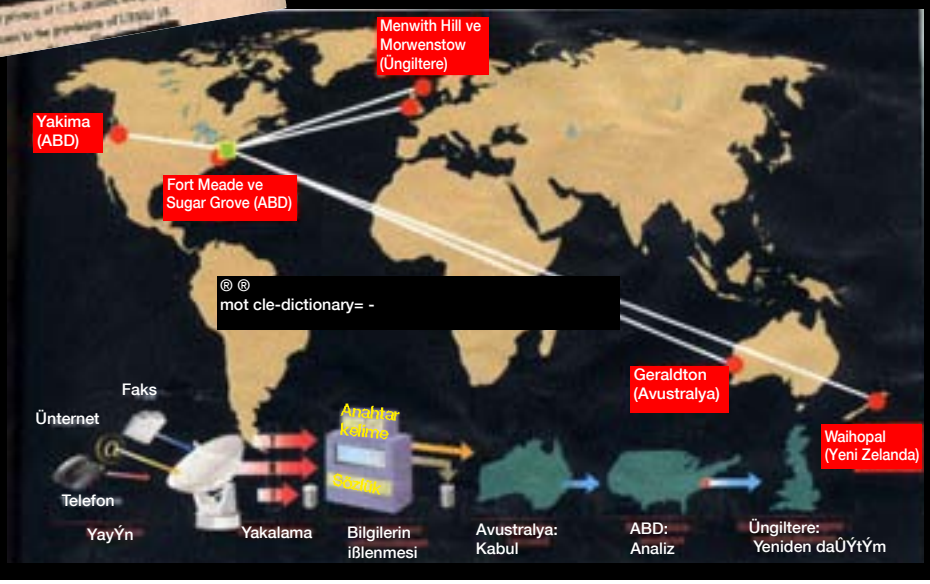
Daima Gizli Anlaşmalar

1952'de (ABD ile Sovyetler Birilği arasındaki "soğuk savaş"ın doruğunda) kurulmuş olan NSA, bugün en çok Avrupa'nın canını sıkıyor. Avrupa'nın bu endişesinin arkasında ABD, İngiltere, Kanada, Avustralya ve Yeni Zelanda arasında imzalanmış gizli bir antlaşma var. Önce ABD ile İngiltere arasında 17 Mayıs 1943'te Brusa antlaşması imzalandı. İngiltere hükümetince Alman şifre makinesi Enigma'nın şifresini çözmekle görevlendirilen şifre uzmanları, Bletchey'de matematikçi Alan Turing etrafında toplanmışlardı. Bu grup şifreyi başarıyla çözdü ve anahtarını Amerikalı "kuzenlere" de verdi. 1947'de bu iki ülke arasında elektromanyetik dinlemelerin değiş tokuşu için Ukusa antlaşması yapıldı. ABD Kara, Deniz ve Hava Kuvvetlerine ait dinleme sistemleri 1946'da ABD İletişim İstihbarat Heyeti (USCIB) adıyla birleştirilmişti. Nazilerin yenilgisinden sonra USCIB, Sovyetler Birliği ve onun dostu ülkelere yönelmişti. İngiltere'nin katkıları ve özellikle 1943'de İngiltere'de Devlet İletişim Karargâhı'nın (GCHQ) kurulmasıyla, ABD İstihbarat örgütleri, İngilizlerin Orta Doğu ile ilgili istihbarat bilgilerini paylaşmaya başladı. Kıbrıs'taki Agios Nicolaos istasyonundan Hong Kong'daki küçük Sai Wan istasyonuna kadar geniş bir dinleme ağı gerçekleştirilmişti. Bir 15 yıl böyle geçti. CIA ve ABD Stratejik Hava Komutanlığı (SAC) gibi NSA da, 1 Mayıs 1960'da Sovyet hava savunması tarafından pilotu Gary Powers ile birlikte düşürülen U-2 casus uçağının arkasında olduğunu itiraf etmedi. Aynı kuruluşlar, Haziran 1967'de Altı Gün Savaşı'nda Mısır açıklarında İsrail deniz ve hava kuvvetleri tarafından "yanlışlıkla" batırılan



Dinleme sisteminin adı Echelon: ABD'nin "büyük kulakları" bugün neden bu kadar gerginlik yaratıyor? On yıldır İngiliz basını, barışçı hareketler ve sivil toplum örgütlerinin ABD'nin dünyayı dinleme çabalarına yönelttiği eleştirilere Avrupa Parlamentosu da katıldı. Echelon üzerindeki ilk araştırmayı 1988'de İngiltere'de çıkan New Statesman gazetesinden Duncan Campbell yaptı. Şubat 2000'den beri de biliyoruz ki, bu bilgiler Echelon'un çeşitli bilgisayar sistemleri üzerinde çalışmalar yapmış olan Lockheed mühendislerinden Margaret Newsham tarafından sağlanmıştır. Bundan 8 yıl sonra Yeni Zelanda'lı savaş karşıtı Nicky Hager, Echelon üzerine bir kitap yayımladı. Fakat bu konudaki temel kaynak, Avrupa Parlamentosu'ndan 1999 Mayıs'ında ortaya çıktı. Raporun 1999 Ekim'inde resmen açıklanması, dünyada bir fırtına yarattı. İnsan hakları savunucuları ve parlamento üyeleri Echelon'a sert tepki gösterdiler. Belgede, Georgetown Üniversitesi Ulusal Güvenlik Arşivi'nde Echelon sistemine atıf görülüyor.

Dünya sözlüğü: ABD'nin ve dostları İngiltere, Kanada, Avustralya ve Yeni Zelanda'nın çok güçlü bilgisayarlarla donatılmış dinleme istasyonları bulunuyor. Telefonlar, fakslar ve elektronik iletişim, Echelon adlı sözlükte bulunan anahtar kelimeler kullanılarak taranıyor.









Dünya üzerinde bir örümcek ağı: Haritada, çeşitli ülkelerde bir dakika içinde gerçekleşen iletişim bağlantı sayısı milyon cinsinden gösteriliyor (üstte). Dünya bilgi akışında ABD'nin, dakikada 31.250.000.000 bağlantıyla en büyük yeri tuttuğu görülüyor. Bu durumda ABD'nin elektronik bilgi toplamanın merkezi olduğunda kuşku yok. Aşağıda ticari Intelsat uydularının etki alanları görülüyor; bunlar 18 uydudan ibaret olup yayımları yakalanmaya çok elverişlidir. Uygun alıcıları olan herkes bu elektromanyetik dalgaları yakalayıp sese çevirebilir. Bütün ticari uydular, örneğin Globalstar, Inmarsat ve bazı ülkelerin ulusal iletişim uyduları da bu cinstendir. Fransa ve Almanya da Intelsat'ı dinler. Fransa kendi uydu iletişimlerini Syracuse denilen bir sistemle "büyük kulak"a karşı koruyor. "Büyük kulak" yalnız yerdeki haberleşmeyi değil, uyduları da dinler. Sağda NSA'nın uluslararası denizaltı kabloları görülüyor. ABD'de bu kabloları dinleme istasyonları vardır. ABD, bazı gizli anlaşmalarla kendi bölgesinden geçmeyen kabloları da dinliyor. Sarı çizgiler optik lif kabloları. Kırmızı çizgiler 2001 sonunda öngörülen durumu gösteriyor.

USS Liberty savaş gemisinin, gerçekte NSA'nın gizli bir görevini yerine getirmekte olduğunu kabul etmediler. 23 Ocak 1968'de Kuzey Kore tarafından yakalanan *Pueblo* adlı ABD savaş gemisi de aslında NSA için çalışıyordu.

Uzayda Casus Uydu Bolluğu

Amerikan casus U2 uçağının 1960'da SSCB'de düşürülmesinden sonra elektronik casusluk ivme kazandı. Bu olaydan bir hafta sonra ABD Başkanı Dwight "Ike" Eisenhover, ilk Amerikan casus uydusu Grab'ın (Galactic Radiation and Background = Galaktik Işıma ve Fon Işıması) yörüngeye konulmasını emretti. Grab, 22 Mayıs 1960'da Sovyetlerin ilk kıtalararası füze radarlarını izlemeye başladı. Bu ilk casus uydu Masint (Ölçme ve İzleme İstihbaratı) sınıfındandı. Bunu Amerikan Hava ve Deniz Kuvvetlerinin, CIA'nın casus uyduları izledi: SSF'ler (Subsatellites Ferrets) 1963-1986; Ryolith'ler (1970-1978); Canyon (1968-1977); Jumpseat (1971-1983); Vortex (1978-1989) (diğer adlarıyla Chalet ve Program 366).

Günümüzde Amerika'nın uzayda Sigint (Signal Intelligence= Sinyal İstihbaratı) ve Comint (Communication Intelligence = İletişim İstihbaratı) casus uyduları bulunuyor. ABD'nin yandaşlarının canını sıkan, Amerika'nın bu tip casus uydulara sahip tek ülke olması. Ruslar 1970'li yıllarda Tselina ailesinden casus uydular fırlattılarsa da, bugün bu stratejik tutkularını gerçekleştirecek durumda değiller. Fransızlar da, 1990 başlarında Zenon casus uydusunu fırlattılar ama bütçe engeli nedeniyle programı sürdürmekten vazgeçtiler. İngiltere ise ABD'nin 1982 Falklands savaşında Arjantin'e karşı istediği ölçüde, tavır almaması üzerine kendi casus uydu projesi, Zircon'u geliştirmeyi kararlaştırdı.

Washington'un ısrarları üzerine Londra, Amerikan uzay mekiğinin gizli askerî uçuşları sırasında, NSA'nın Orion adlı üç casus uydusundan birini satın aldı. Bunlar çok alçak bir yörüngeye oturtuldular (Dünya'ya en yakın olduğu nokta 78 km, en uzak olduğu nokta 226 km). Orion'lar Comint sınıfı casus uydular olup 100 MHz üzerindeki frekansları yakalarlar. Orion'lar özellikle GSM tipi radyotelefonları, daha doğrusu GSM dalgalarını toplayıp yeniden cep telefonlarına dağıtan istasyonları dinlerler. Orion'lar Fransa kırsal kesiminde 1950'lerden itibaren görül-



Görünmez antenler: *İngiltere'de Menwith Hill'de, Avrupa'yı ve diğer bölgeleri dinleyen casus uydulardan gelen verileri toplayan 28 anten küreler içinde gizlenmiş.*

meye başlayan kule biçimi elektromanyetik dalga yayıcılarına da mükemmelen "kulak verirler".

Bir diğer casus uyduysa, Mercury ya da İleri Vorteks. Bunun yörüngesi son derece eliptik (yeröte 39 000 km, yerberi 1100 km). Mercury, çok ileri bir teknoloji kullanıyor. Uydu, aslında yörüngeye oturtulmuş açılabilen dev bir anten; kurtarıcıların iyi bildiği örtüleri andırıyor. Dalgaları şiddetle yansıtan bir "yelken"e benziyor ve çapı 100 m (bir futbol sahasının uzunluğu). Mercury 20 kHz bandındaki sinyalleri yakalıyor ve çok özel askerî amaçlar için kullanılıyor. Özellikle suya dalmış Rus (ya da Fransız) denizaltılarının iletişimini dinliyor. Bu iletişimi yakalamak kolay değil: Saniyede 1 bit. Bu uzay yelken teknolojisinin finansmanı kısmen kamu sektörünce, kısmen de Mercury Uzay Endüstrisi'nce sağlanıyor. Aynı firmanın sivil kanadı Hughes, bir Çin-Singapur konsorsiyomunca ismarlanan 22 m çapındaki APMT iletişim uydusuna aynı tekniği uygulayacak. Üçüncü bir "büyük kulak" Trumpet de Rus askerî iletişimini dinliyor.

NSA ve Amerikan ordusu, gelecekte uzaydan casusluk sistemlerini havada onlarca saat kalabilen Sigint yüklü stratejik pilotsuz uçaklarla tamamlamayı düşünüyor. Gelecek yıllarda casus uydular ve pilotsuz uçaklar, çok yükseklerden dünyayı dinleyen "büyük kulaklar" olacaklar ve IOSA (Integrated Overhead Sigint Architecture) mimarisi altında birleştirilecekler; Amerikan hükümeti bu çok özel kuruluşu yönetmek üzere yeni bir ofis kuruyor: NSSAO (Ulusal Güvenlik Uzay Mimarî Ofisi).

Yer İstasyonlarını Kaldırmak

Bunlar sayesinde NSA'nın bir düşü gerçekleşecek: yabancı ülkelerdeki NSA istasyonlarını kapatmak. Bugünkü uzay casus uydu ağının önemli bir eksikliği var: uydulardan gelen sinyalleri yakalamak için yeryüzü istasyonları bulunmalı ve radyo-gonyometrik ölçümler yapılmalı.

Ayrıca yer istasyonları, her türlü iletişim uydusunu ve özellikle uluslararası Intersat konsoryumuna ait 18 uyduyu dinlemek için de gerekli. Bu gibi



ABD'nin yüksek teknoloji ürünü casus uydularla dostlarını da dinlemesi Avrupa'da hoş karşılanmadı. Dünyayı dinleme işini NSA yürütüyor. Amerikan halkından "büyük kulak"lara tepki gelmediyse de Kongre ve EPIC (Elektronik Gizlilik Bilgi Merkezi) NSA'nın ileride anayasayı çiğneyerek kendi yurttaşlarını da dinleyebileceği endişesine kapıldılar. NSA,yasalar dışına çıkmadığını söylüyor; fakat NSA'ya karşı olan Amerikalılar onun Soğuk Savaş yıllarında ticari iletişimi de dinlediğini ileri sürüyorlar. Resimde NSA direktörü Michael Hayden.

uyduların yaydığı dalgaları kontrol içindir ki NSA, dünyanın her yerine istasyonlar yaptırmış bulunuyor. Bu büyük dinleme ağı, birçok uluslararası kuruluşca destekleniyor: İngiltere Devlet İletişim Karargahı (GCHQ); Kanada İletişim Güvenlik Kuruluşu (CSE); Yeni Zelanda Devlet İletişim Güvenliği Bürosu (GCSB) ve Avustralya Savunma Sinyal Dairesi (DSD). Bu küçük dünya, aralarında görev dağılımı yapmış: NSA: Rusya'nın Asya bölümü, Güney Amerika, Asya; GCHQ: Avrupa, Afrika, Avrupa Rusyası; CSE: Rusya'nın kuzeyi; GCSB: Fransız Polinezyası (nükleer denemelerin merkezi); DSD: Güney-Doğu Asya ve Güney Çin'i dinliyor. Bazıları dev boyutlarda olan bu dinleme istasyonlarının gereksinimlerini NSA karşılıyor. Bunların en büyüğü, İngiltere'de Cornwall'daki Menwith Tepesi. Burada kamufle edilmiş olarak 26 büyük anten bulunur. Bunlara yine İngiltere'deki Marwenstow eklenebilir. Kanada'nın da çok sayıda "büyük kulağı" var; bunlar arasında Leitrim istasyonlarından ikisi ABD topraklarında: Yakima (Washington eyaleti) ve Sugar Grove (Virginia); bu istasyonlar denizaltı kablolarındaki iletişimi zaptediyorlar. Avustralya'nın üç ve Yeni Zelanda'nın da bir dinleme istasyonu var.



NSA'nın en zor şifreleri çözmeye yönelik Cray süperbilgisayar dizgesi.



Washington'a yakın Fort Meade'de NSA'nın süper bilgisayarları bulunur; bunlar dünyanın en hızlı bilgisayarlarıdır. NSA'nın gizli servislerinde 20 000-40 000 kişi çalışıyor.

NSA, savaş karşıtlarının gösterilerine, parlamento araştırmalarına- en son Avrupa Parlamentosu örneği- ve yerel görevlilerin kaçmasına neden oldukları için çok göze batan bu istasyonları kapatmayı planlıyor. Geleceğin IOSA projesiyse uyduların başka uydularca dinlenmesine ve pilotsuz uçaklarla istihbarata yönelik. Toplanan bilgiler derhal röle (aracı) uydularla ABD'e iletilerek işlenecek. Böyle dev bir casus uydu ağını yönetmek kolay değil. 24 Ocak 2000'de NSA, büyük bir arıza sonucu dünyadaki bütün iletişimi hortumlayan casus uydu ağının 3 gün süreyle devredışı kaldığını itiraf etti.

İstihbarat Tufanı

NSAdirektörü hava generali Michael Hayden, casus uydu bilgisayar sisteminin zorlandığını bildirdi. 1960'lardan beri süperbilgisayar yapımcılarının baş müşterisi olan Fort Meade ajansı, daha güçlü bilgisayarlar yaratmak peşinde. NSA'nın birinci sorunu, çok daha güçlü bilgisayarlar elde etmek; var olan süper bilgisayarları yetersiz buluyor.

Milyarlarca Dolar Söz Konusu

NSA, stratejik bilgisayarlar için milyarlarca dolar harcıyor; Pentagon'un askeri uzay-uçak projelerine harcadığı gibi. Amaç teraFLOP (saniyede trilyonlarca işlem yapan bilgisarlar) elde etmek; TeraFLOP'a istek çok

sınırlı: NSA, meteoroloji istasyonları ve nükleer silah geliştirme laboratuvarları. Bu gereksinimi karşılayabilecek 3 Amerikan firması var: Cray, Compaq ve IBM. Compaq, Alfa sistemini ve IBM RS/6000'ini (seri halde bağlı 2500 işlemci) sunuyor. Seattle'daki Tera firması (Cray'ın yeni sahibi) NSA için SV2 bilgisayarını hazırlıyor; bu 30 teraFLOP'luk olacak. Bugün için erişilen en yüksek hız 5 teraFLOP. Bu konuda ABD'nin en büyük rakibi Japon NEC ve Fujitsu firmaları. 1997'de Washington, Cray'in isteği üzerine Japon süperbilgisayarlarına % 452 gümrük koymuş bulunuyor.

NSA, Fort Meade'daki merkezinde çok güçlü T3d, T3e, SV1 ve Alfa bilgisayarlarını kullanıyor. Bill Clinton, 4 Şubat 1998 günü yaptığı açıklamada 2001'de 30 ve 2004'de 100 teraFLOP'a ulaşmayı amaçladıklarını bildirdi. Clinton aynı gün ABD'deki Los Alamos, Livermore ve Sandia laboratuvarlarında Asci (Accelerated Strategic Computing Initiative= Hızlanırılmış Stratejik Biligi işlem Giricimi) Pathforward süperbilgisayar programının başlatılacağını bildirdi; amaç 1996'daki, Geniş Kapsamlı Nükleer Deneme Yasağından (CTBT) beri yapılamayan nükleer bomba denemelerinin bilgisayar simalasyonunu başarmaktı. Bu arada NSA'nın adı geçmediyse de, bu program şifre çözmede de kullanılabilecekti. Gelişmiş ülkelerde çözümü son derece zor şifreler kullanılıyor. Şimdi bunların "kaba kuvvet" denilen yöntemle çözülmesine gidiliyor. Bu yöntemde bilgisayar olası bütün anahtarları çeşitli kombinezonlarda deniyor.

NSA'nın sorunu kriptoloji. Bazı ülkeler "büyük kulaklar"dan, bazı firmalar da bilgisayar korsanlarından korktukları için, şifre büyük önem kazandı. Fakat Soğuk Savaş bitene kadar modern elektronik şifreler yalnız belli çevrelerce kullanılabildi: Askeri personel, casuslar ve diplomatlar. Bu çevreler dışında şifre kullanılabilmesi için, kullanılan şifrelerin gizli servislerce çözülebilecek cinsten olması gerekliydi; gizli servisin çözemeyeceği şifreler kötü emellere alet olabilirdi. Şifre sistemleri kullanacak düzeydeki tüm gelişmiş ülkelerde (ABD, SSCB, Avrupa) şifreyle ilgili yasalar, onun bir savaş aracı olması üzerinde durmuşlardır. Yalnız ABD'de, yurt içinde olmak koşuluyla şifre kullanımı serbesttir (özgürlükleri sınırlandırmamak için); öteki bütün ülkelerde polise ve güvenlik ajanlarına bile şifre kullanma yetkisi verilmemiştir. Her yerde yurt dışına şifreli mesaj yollamak yasaktır.



Tehlikeli görevler: ABD'de elektronik casusluk, 1 Mayıs 1960'da U-2 Amerikan casus uçağının SSCB üzerinde düşürülmesinden ve pilot Gary Powers'ın (resimdeki pilot) tutsak alınmasından sonra başladı. 22 Mayıs 1960'da Başkan Eisenhover'in emriyle uzaya, Grab casus uydusu fırlatıldı. 23 Ocak 1968'de Kuzey Kore, NSA'nın casus gemisi Pueblo'yu tüm personeliyle birlikte tutsak etti.

1991'de birden herşey değişti; genç bir Amerikalı bilgisayarcı Phil Zimmerman, kendi bulduğu, çözümü son derece zor, çok basit bir şifre programını ücretsiz olarak Internet aracılığıyla bütün dünyaya yaydı. Bu şifre PGP (Pretty Good Privacy) olarak biliniyor (anlamı: Mükemmel Sır Saklama). NSA'yı ve dünyanın bütün gizli servislerini bir korkudur aldı; onlar ki yıllardır güvenli bir iletişim için en iyi şifreyi arayıp duruyorlardı. PGP'den sonra ona benzer daha mükemmel şifreler bulundu. NSA bilgisayarları bunların hiçbirini, ya da hemen hemen hiçbirini, çözemiyor.

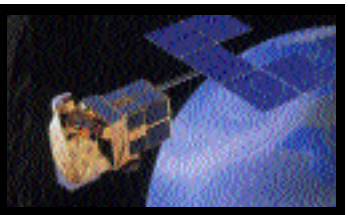
Haberalma Halka Açılıyor

Fransa Ocak 1999'da yurttaşlarının şifre kullanmasını serbest bıraktı. Herkes, anahtar uzunluğu 128 bite erişen şifreler kullanabiliyor. NSA'nın bugünkü bilgisayarları yalnızca 64 bitlik anahtarları kolayca çözüyor. 64 bitten sonra şifre çözümü çok zorlaşır ve anahtarı 128 bitlik bir şifre mükemmel bir güvenlik sağlar. Öteki Avrupa ülkeleri de, Fransa'yı izleyerek şifre kullanımını serbest bıraktılar. ABD'deyse gizli servislerde çalışmak bir tabu değil, tam tersine ABD'de bir insan geçmişte çalıştığı yerleri yazarken gizli servis ajanı olmayı bir leke olarak görmez, onu da yazar.

Geçen Ocak'ta büyük bir bilgisayar arızası yaşayan NSA, 6 ay kadar sonra Haziran ayında etkinliklerininbir bölümünü özelleştireceğini açıkladı. Bu etkinlikler arasında enformasyonun dağılımı, güvenlik kontrolleri, bilgisayarlar ve telefonlar var. 7 Haziran 2000'de açıklanan bu program, Breakthrough (açılım) adını taşıyor. Program 3 firmaya çağrıda bulunuyor (adları açıklanmayan bu firmaların askeri-endüstriyel kanattan olması kesin gibi). Özelleştirme 2001'de tamamlanacak.

NSA'nın soğuk savaş yıllarında personel sayısı 100 000'e kadar çıkmıştı; bugün bu rakam 40 000 civarında tahmin ediliyor. Bunlardan 1500'ü özel sektöre devredilecek ve bunu kabul etmeyenlerin işine son verilecek. NSA başkanı Michael Hayden Breakthrough projesinin diğer ülkeler hakkında istihbarat toplamak ve enformasyon güvenliği açısından zorunlu olduğunu vurguluyor. NSA'nın bilgisayar çağına yeterli uyum sağlamak için enformasyon altyapısı üzerine yatırım yapmasının gerekli oluşuna dikkati çekiyor.

Science et Vie, Ağustos 2000
Çeviri Selçuk Alsan

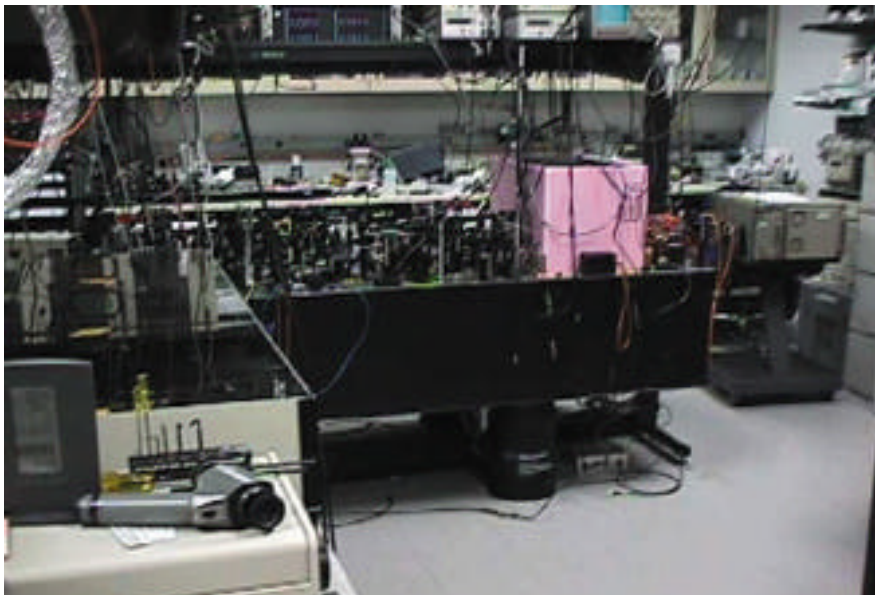


Fransa ve Almanya'nın istihbarat servisleri (DGSE ve BND) Echelon sistemini çok önceden biliyorlardı. 1980'li yıllarda Berlin duvarının yıkılmasına yakın Fransa ve Almanya istihbarat servisleri de, bir anlaşma imzalayarak ticari uyduları dinlemeye başladılar ve uzaya casus uydular fırlattılar. Fransız Guyana'sında Kuru'da çok gizli bir Fransız-Alman uzay üssü bulunuyor; bu Ekvator'da olmak avantajına sahip. Diğer "kulak"lar Antillerde, Reunion'da Yeni Kaledonya'da ve Birleşik Arap Emirliği'nde bulunuyor. Fransa ayrıca, uydu ortağı Almanya'nın diplomatik iletişimini de dinliyor.

Işıktan Hızlı Nasıl Gidilir?

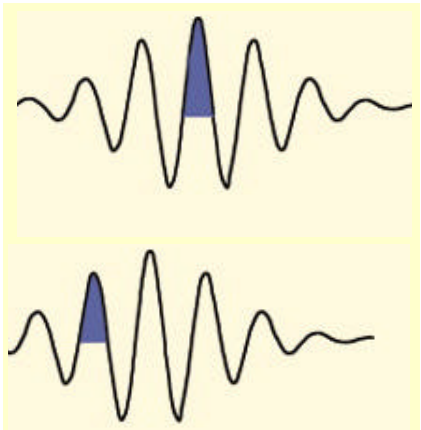
"Hiç bir mesaj ışığın boşluktaki hızından, yani saniyede yaklaşık 300,000 kilometreden daha hızlı iletilemez." Bu, geçtiğimiz yüzyılın başında Albert Einstein'ın geliştirdiği özel görelilik kuramının en ünlü sonuçlarından biri. Herhangi bir cisim ya da parçacık mesaj iletmek için kullanılabileceği için, kural cisimlerin hızlarını da sınırlıyor. Yasanın delinmesiyse, "nedensellik ilkesi" olarak adlandırdığımız, nedenin sonuçtan önce olması gerektiğini söyleyen basit bir kuralı bozarak çok ciddi mantıksal çelişkilere yol açıyor. Bu nedenle, bu ünlü hız sınırının aşılamayacağı konusunda herkes görüş birliği içinde.

Görelilik kuramı genel kabul gördükten sonra, ışıktan hızlı hareketler bir çok defa gözlemlendi. Fakat her durumda, bu tip olayların ışıktan hızlı bir mesaj iletmek için kullanılamayacakları, dolayısıyla nedensellik ilkesine aykırı bir durum olmadığı ortaya çıkıyor. Son olarak Princeton'daki NEC Araştırma Enstitüsünden Wang ve arkadaşlarının lazerden çıkan bir ışık atımının sezyum buharından oluşan bir ortamdan geçerken bu hız sınırını aşmasını sağlamaları buna bir örnek. Nedensellik ilkesinin hala geçerliliğini koruduğu deney sayesinde ışık atımında neyin mesaj taşıdığı konusunda bilgilerimiz netleşiyor.



Işıktan Hızlı Gidenler...

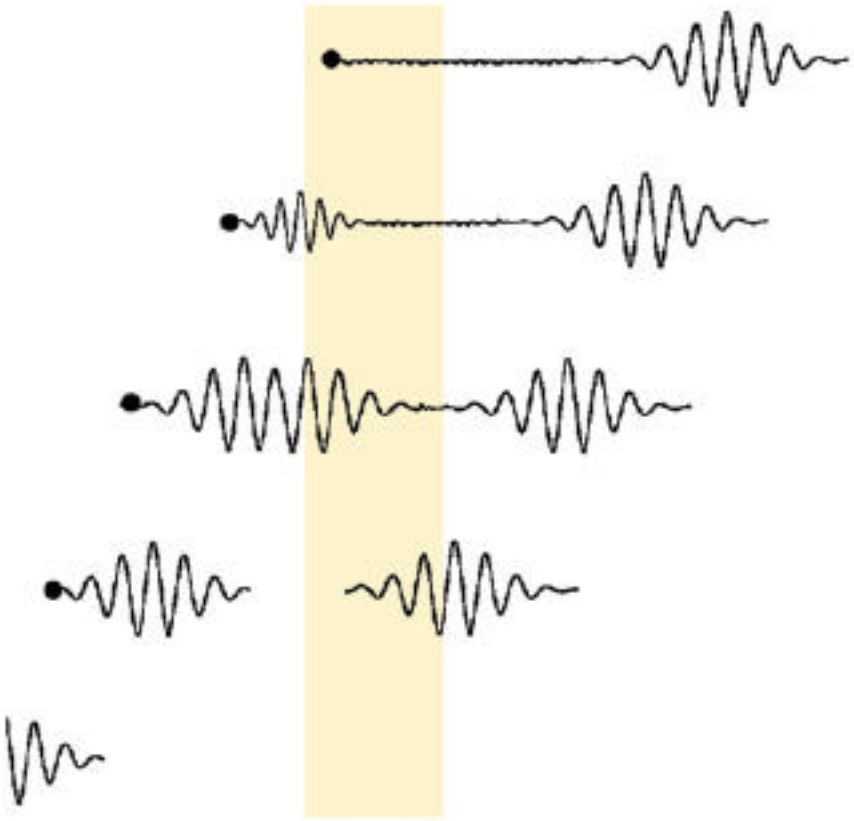
Belki de ışıktan hızlı gitmenin en kolay yolu ışığı yavaşlatmak. Işık herhangi bir malzemenin içine girdiğinde hızı çoğunlukla azalıyor. Bu yüzden ortam içinde hareket eden ışığı geçmek zor olmadığı gibi, bu olay nedensellik ilkesine de aykırı değil. Işığın kendisinin görelilik kuramında özel bir yeri yok. Görelilik kuramı, evrensel olarak c ile gösterilen mutlak bir hız sınırı olduğunu, kütlesiz bazı özel parçacıkların boşlukta hareket ederken doğanın izin verdiği bu en yüksek hızla hareket etmeleri gerektiğini söylüyor. Işığın parçacık biçimi olan fotonlar, büyük bir olasılıkla nötrinolar ve kütle çekimini ilettiği varsayılan ama henüz deneysel olarak varlığı gösterilememiş gravitonlar bu parçacıklar arasında. Bunlardan herhangi birisini yavaşlatmak mutlak hız sınırını aşağıya çekmek anlamına gelmiyor.



Grup ve Faz Hızları: Tepecikler faz hızında, bütün tepe ve çukurların oluşturduğu grup ise grup hızında hareket eder. Şekilde faz hızı grup hızından fazla olan bir dalga gösteriliyor. Boyalı tepe yavaşça grubun önüne geçiyor ve orada kayboluyor. Yeriniyse arkadan gelen bir tepecik alıyor.

Bunun dışında, bir cismin hareket etmediği, fakat görünen bir şeyin hareketinin sözkonusu olduğu bazı durumlarda da bu hız sınırının aşılabildiği biliniyor. Örneğin, gökyüzündeki uçakları görebilmek için kullanılan dev fenerlerin bulutlar üzerindeki görüntüsü, bir gezegenin başka bir gezegen üzerine düşen gölgesi, Güneş'in yakınından geçen bazı kuyrukluyıldızların kuyruğunun ucu, ve son olarak da televizyon

ekranlarında yatay çizgilerin taranma hızı, ışık hızından hızlı olabiliyorlar. Bütün bu olaylar aslında birbirlerinin benzeri. Bu olayları analiz edebilmek için şöyle basit bir örnek vermek yeterli. İki arkadaşınıza ellerindeki lambaları gece saat tam 12:00:00'da yakmaları söylüyorsunuz ve birini Edirne'ye diğerini Kars'a gönderiyorsunuz. Kararlaştırılan vakit geldiğinde ve lambalar yakıldığında, her iki lambanın aynı anda yakıldığını, dolayısıyla iki nokta arasında bir mesajın sonsuz hızla yayıldığını iddia ediyorsunuz. Tabi ki herkes size gülüyor. Yukarıda saydığımız bütün olaylar bu basit örnekten farksız. Örneğin televizyon ekranında gördüğümüz çizgiler aslında televizyonun arkasındaki bir elektron tabancasından fırlatılan elektronların ekran üzerine çarparak parlak bir görüntü oluşturması sonucu oluşuyor. Kısa zaman aralıklarıyla çıkan elektronların cam ekran üzerinde birbirlerinden bir hayli uzakta bulunan noktalar üzerine düşmesi, ekran üzerinde parlak bir cismin hareket ettiği yanılsamasına neden olur. Bu tip olaylar kullanılarak bir mesajın, hız sınırını aşacak şekilde gönderilmesi mümkün değil. Bütün bu örneklerde sadece ışık hızını aşmış gibi bir izlenim oluşuyor.



a) Dalganın cephe noktası uyarılmış sezyum atomlarından oluşan ortama giriyor. Asıl grup geriden geliyor. b) Cephe ile beraber hala arkadan gelmekte olan asıl grubun bir kopyası sol duvardan dışarıya çıkıyor. Aynı zamanda ortam içinde bir grup ters yönde harekete başlıyor. c) Sol duvardan çıkan grup tamamlanmak üzere, ortamdaki grup arkadan gelen asıl grupla karşılaşmak üzere yoluna devam ediyor. d) Sol taraftan dışarıya çıkan grup yoluna devam ediyor. Bu arada ortamda ters yönde giden grup ile sağ taraftan ortama girmeye çalışan grup karşılaşarak birbirlerini yok etmeye başlıyor - lar. e) Arkadan gelen grup tamamen yokoldu.
Lijun Wang ve ekibinin yaptığı deneyin kaba bir çizimi. Asıl deneyde gelen ışık atımının boyu 1 km, ortamın kalınlığı 6 cm. Ortam içinde ters yönde hareket eden grubun hızı ise ışık hızının yaklaşık 300'de biri. Boşlukta yayılan ışık 6 cm kalınlığındaki bölgeyi normalde 0.2 nanosaniyede katetmesi gerekirken, bu deneyde ortamın sol tarafından çıkan atım beklenenden 62 nanosaniye önce çıkıyor. Bir anlamda bu, 6 cm kalınlığındaki bir duvarı ışığın boşluktaki hızının 310 katı bir hızla geçmek demek!

Kuantum Işınlaması...

Ama hız sınırının aşıldığı diğer bazı deneyler yukarıdaki olaylar gibi şakadan değil. Bunlardan en önemlisi Albert Einstein, Boris Podolsky ve Nathan Rosen'in 1935'te ortaya attıkları ünlü EPR paradoksundaki dolaşık kuantum sistemlerini kullanmaya dayanıyor. Olay aslında yukarıda verdiğimiz basit örneğe benzer gelişiyor. İki arkadaşınızı yine birini Edirne'ye diğerini Kars'a olmak üzere yolcu ediyorsunuz. Bu defa ellerine içinde birbirleriyle dolaşık iki kuantum sistemi olan, özel şekilde hazırlanmış kutular veriyorsunuz ve arkadaşlarınızı kutuları saat tam 12:00:00'da açmaları için uyarıyorsunuz. Kutular açıldığında eşit olasılıkla, 0 ya da 1, yazı ya da tura, yukarı ya da aşağı diyebileceğimiz iki olası sonuçtan biri gözlemleniyor. Kuantum dünyasının ilginçliklerinden biri burada ortaya çıkıyor. Edirne'deki kutu açıldığında kutudan o anda rastgele belirlenen bir sonuç çıkıyor. Bu sonuç aynı anda Kars'taki kutuyu etkiliyor ve bu kutu da açıldığında aynı sonuç çıkıyor. Bu sonsuz hızla bilgi taşımak değilse nedir? Kuantum dünyasının bu özelliği, ışıktan hızlı olarak bilgi taşıdığı gerekçesiyle Kuantum mekaniğine karşı güçlü bir koz olarak ileri sürülmüştü. Fakat deneylerle gözlemlenen bu olayı artık herkes kabulleniyor. İşin ilginç tarafı bu olayın nedensellik ilkesine zarar vermemesi. Kutulardan çıkan sonuçlar rastgele olduğu için, Edirne ve Kars'taki arkadaşlarınız birbirlerine kullanabilecekleri bir bilgi ulaştıramıyorlar. Ama kutudan çıkan sonucun anında diğer tarafa iletildiği doğru. Kuantum ışınlaması diye adlandırılan bu olay, bilinen en güvenli şifreleme sisteminin oluşmasına imkan sağlıyor. (Detaylar için Bilim ve Teknik, Ağustos 2000 sayısındaki "Kuantum İnterneti" yazısına bakabilirsiniz.)

Dalgalar İçin Sınır Hız...

Parçacıkların hareketi söz konusu olduğundaysa kuantum mekaniği bunların tek bir noktada bulunmadıklarını, parçacığın bir dalga olarak algılanması gerektiğini söyler. Genellikle de Broglie dalgası olarak adlan-

dırılan bu dalgalar parçacığın uzayın değişik noktalarında bulunma olasılığını verir. Dalganın genliğinin yüksek olduğu yerlerde parçacığın bulunma olasılığı daha yüksektir. Işık da benzer bir biçimde bir elektromanyetik dalgadır. Dalgaların hareketi için sorun, uzaya yayılmış olduğundan dalganın değişik kısımlarının değişik hızlarla hareket ediyor olması. Bu nedenle bir parçacığın ya da ışığın doğanın en yüksek hız sınırını aşması gibi bir durum söz konusu olduğunda dalganın hangi parçasının bunu yaptığı sorusu çok önemli. Dalgayı sonlu sayıda dalga tepeciğinin oluşturduğu bir grup olarak düşünürsek, her bir dalga tepeciği "faz hızı" olarak adlandırdığımız hızda, bütün grupsa "grup hızı" olarak adlandırdığımız hızda hareket eder. Kuantum mekaniğinde dalganın oluşturduğu grup, parçacığın bulunabileceği yerleri belirttiği için, fiziksel hızın grup hızı olduğu fizik ders kitaplarında sürekli tekrarlanır. Öte yandan faz hızının deneysel olarak ölçülemediği düşünüldüğünden fiziksel bir önemi yoktur. İlginç bir rastlantıyla, de Broglie dalgaları için faz hızının her zaman ışıktan hızlı olduğu biliniyor. Deneysel olarak bu hızı ölçme imkanı olmadığından, daha da önemlisi herhangi bir dalga tepeciği grubun dışına çıkamayacağından bu olay da nedensellik ilkesine aykırı değil.



Deneyde kullanılan sezyum hücresi

Grup hızının da ışık hızını aşabileceği bu yüzyılın ortalarında kuramsal hesaplamalarda açığa çıktı. Ama deneysel verilerin yokluğunda, özellikle grup hızının fiziksel hız olduğu yorumu, dolayısıyla böyle bir olasılık, fizikçiler arasında rağbet görmedi. İlk kez 1991 yılında AT&T Bell Laboratuvarlarından Steven Chu ve Stephen Wong, ışık atımlarının bir ortamdan geçerken hız sınırını aştığını gözlemlediler. Kısa bir süre sonra da, ışığın ve mikrodalgaların tünelleme yaparken hız sınırını aştığı deneyler yapıldı. Hızı sınırının aşıldığı ilk deneylerden birini yapan Berkeley'den Raymond Chiao ışığın yayılabildiği bütün ortamlarda, grup hızının c'yi geçtiği bir frekans bulunduğunu söylüyordu. Özellikle bir malzeme belli bir frekanstaki ışığı en yüksek oranda soğuruyorsa, bu frekansa sahip bir ışık

Nedensellik Ülkesi

Bu ilke, neden-sonuç ilişkisiyle başlıyki olaydan nedenin sonuçtan daha önce olacağını söyler. Ülkeninyüzlerce örneğini günlük yaşamımızda bulmak mümkün. Biz biraz dramatik bir örnek verelim: Bir katil silahını kurbanına doğrultarak ateşliyor, sonra da kurbanı ölüyor. Birinci olay, yani katilin tabancasını kullanması, neden; kurbanın ölmesiyse sonuç olaylar. Doğal olarak önce kurbanın öldüğü, sonra da katilin silahını ateşlediği bir cinayet çok saçma olurdu. Bir görgü tanığının bu tip bir olayı mahkemede anlattığını düşünebiliyor musunuz? "Zavallı adam öldükten sonra, bu katil silahını ateşledi hakim bey!"

Özel görelilik kuramına göreyse, eğer ışıktan hızlı giden bir cisim varsa, ya da ışıktan hızlı mesaj gönderebiliyorsak, yukarıdaki senaryo gerçek olabilir. Einstein'ın geliştirdiği kuram, mutlak zaman ve mutlak uzay olmadığını söyler. Birbirlerine göre sabit hızla hareket eden iki aracın içindeki gözlemciler, dışarıdaki olaylar hakkında farklı gözlemler yaparlar: Cisimler arası uzaklıklar, olaylar arasında ki zaman farkları değişik gözlemlenebilir. Fakat bütün gözlemciler, olayların gözlemledikleri biçimde fizik yasalarına uyduklarını görürler. Kuramın en ilginç sonuçlarından biri de, iki olayın zaman sıralamasının değişik gözlemlendiği durumların olabilmesi. Farklı yer ve zamanlarda olan iki olayı A ve B diye adlandırırsak, gözlemcilerden biri A'nın B'den önce olduğunu, diğeri ise B'nin A'dan önce olduğunu saptayabilir. Üstelik her ikisi de olayların fizik yasalarına uyduğunu, herşeyin normal olduğunu söyleyecektir. Nedensellik ilkesiyle bu tip durumların başdaştırılmasıysa, bize bu iki olay arasında neden ve sonuç ilişkisi olamayacağını söyler. Bir başka deyişle A ya da B olayı, diğer olayın meydana gelmesine neden olmamıştır. Görelilik kuramı, hangi olaların bu tip bir özelliğe sahip olduğunu da söylüyor. Eğer iki olay arasındaki zaman farkı süresince ışığın uzayda alabileceği yol, bu iki olay arasındaki uzaklıktan küçükse, bu olaylar değişik zaman sıralamasında gözlemlenebilirler. Bir başka deyişle, birinci olayın meydana geldiği an oradan hareket eden bir ışık demeti, ikinci olayın olduğu yere zamanında yetişemiyorsa iki olay arasında neden-sonuç ilişkisi olamaz.

Bir örnek vermek gerekirse, belli bir anda Güneş'te bir patlama olduğunu varsayalım. Bu olaydan bir dakika sonraysa Dünyada bir radyo yayını bozulmuş olsun. Bu iki olay arasında bir neden-sonuç ilişkisi olabilir mi? Basitçe baktığımızda, Güneş'teki patlama yayının bozulmasından önce olduğu için böyle bir ilişkinin olduğunu söylemek isteyebilirsiniz. Ama görelilik kuramı bunun tersini söylüyor. Işık Güneş'ten Dünya'ya yaklaşık 8 dakikada ulaşır. Dolayısıyla, yukarıda belirttiğimiz kriter sağlanmış olur. Yani, Dünya'ya göre sabit (ama yüksek) hızla hareket eden öyle bir gemi bulunabilir ki, bu gemiden olayları gelişimini izleyen uzaylılara olayların akış tamamen tersi şekilde görüneceklerdir: Önce Dünya'daki yayın bozuluyor, bundan bir süre sonra da Güneş'te bir patlama meydana geliyor. Nedensellik ilkesine göre, neden sonuç'tan sonra oluşamayacağı için, Güneş'teki patlama kendinden önce meydana gelen bir olayı tetiklemiş olamayacaktır.

Işıktan hızlı bir yolla bir mesaj gönderebilirseniz, yukarıdaki örnekte olduğu gibi nedensellik ilkesine aykırı bir durum yaratabilirsiniz. Örneğin elinizde ışıktan hızlı sinyal gönderen bir kumanda varsa ve bunu uzaktaki bir bombayı patlatmakta kullanırsanız, size göre kumandanın düğmesine basmanız bombanın patlamasından önce olacak ama size göre sabit hızla hareket eden bazı gözlemcilerse olayların tam tersi sıradan gerçekleştiğini görecekler. Burada başka bir gözlemcinin var olmasına gerek yok. Sadece olayların ters sıradan gözlemlenebilir olması önemli. Işıktan hızlı kurşunlarınız varsa, mükemmel cinayeti nasıl işleyeceğinizi de anlatalım: Önce kurbanınızı özel bir hızda giden bir araca bindiriyorsunuz. Burada silahınızı ateşliyor ve kurbanınızı öldürüyorsunuz. Bu sırada geminin dışında bir yere kasten çağırdığınız Komiser Kolombo olayı gözlemliyor. Fakat Kolombo, tam tasarladığınız gibi önce kurbanın yüzünü gördüğünü, sonra kurbanın vücudundan bir merminin çıkıp silahınızın içine girdiğini, bu anda da sizin silahınızı ateşlediğinizi görecektir. Kısaca mükemmel bir cinayeti Komiser Kolombo'nun gözü önünde işleyebilirsiniz. Ondan sonra Komiser Kolombo istediği kadar mahkemede tanıklık yapsın!

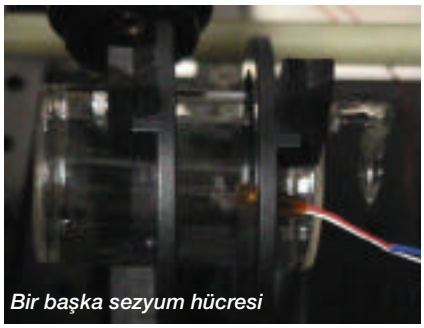
Yukarıdaki senaryoya benzer bir biçimde ışıktan hızlı cisimler geçmişe mesaj göndermek için de kullanılabilir. Üstelik öldürmek istediğiniz biri yoksa, böyle bir fırsatı sayısal loto sonuçlarını bir gün önceden öğrenmek için kullanmak isteyebilirsiniz? Ama geçmişe mesaj göndermenin en çarpıcı yönü, bir takım çözülmesi zor mantıksal problemi ortaya çıkarması. Olmuş bir olayın olmasını engellemeye çalışmak en büyük mantıksal problemi yaratıyor. Örneğin birisi annesi ona hamileyken, kürtaj yapmasını için onu ikna ederse ne olur? Bir insan kendi oluş nedenini ortadan kaldırabilir mi? Böyle bir olasılığa kadar problemli ki, pek çok kişi ışıktan hızlı hareketin olamayacağı konusunda görüş birliği içinde.

Buna karşın, ışıktan hızlı hareketin gözlemlendiği bir çok deney var. Fakat herbir deneyde, ışık hızını geçiş gerçek olsun ya da olmasın, mutlak hızsınırından hızlı bir şekilde bir mesaj gönderme mümkün görünmüyor. Sonuçta, en azından bilimdilik, ne mükkemmel cinayeti işleyebilirsiniz, ne de size hamile annenizi kürtaj yapma konusunda ikna edebilirsiniz.

atımının o malzeme içindeki grup hızı mutlak hız sınırını aşıyordu. Deneyler açıkça grup hızının mesaj iletmek için önemli olan hız olmadığını gösteriyordu. Fakat nedensellik ilkesine aykırı bir durum oluşmuş muydu? Eğer nedensellik ilkesi hala geçerliliğini koruyorsa, mesajların iletilme hızı neydi? Lijun Wang ve takımının yaptığı son deney, bu soruya açıklık getiriyor ve cephe diye adlandırdığımız dalganın en önünde bulunan kısmın hız sınırlamasına uymak zorunda olduğunu, dalganın geri kalan kısmının böyle bir sınırlamaya uyması gerekmediğini söylüyor. Deneyde bir ışık atımı, uyarılmış sezyum atomlarından oluşan bir buharın içinden geçiriliyor. Ortam, bizim bildiğimiz malzemelerden değil. Lazerlerin yapımında kullanılan bu tip ortamlarda, dışarıdan gelen uygun frekansta bir ışık atımı atomların ışınım yapmasına neden olur. Böylece ortama giren ışık, zayıflamanın aksine daha da güçlenmiş olarak dışarıya çıkar. Deneyde özel bir şekilde hazırlanmış ortamda ışığın grup hızının negatif olması, yani grubun tepeciklerle ters yönde gitmesi sağlanıyor. Bu olay ilginç bir şekilde, ortama doğru yönelmiş bir ışık atımının esas grup daha ortama girmeden, ortamın öbür tarafından dışarıya çıkmasına neden oluyor.

Cephe Nedir?

Işık atımları uzayda yayılırken, dalganın asıl grubun önünde giden zayıf bir kısmı bulunur. Matematiksel olarak elektromanyetik alanların başladığı dalganın en önündeki noktaya biz cephe diyoruz. Işık boşlukta hareket ederken, grup ve faz hızlarıyla, cephenin hareket ettiği hız birbirlerinin aynıdır. Ama ışık bir ortama girdiğinde olaylar değişir. Kuramsal hesaplamalar, cephenin hızının yüksek frekanslardaki faz hızına eşit olması gerektiğini söylüyor. Işık için cephenin hızı, hangi malzeme içinde hareket ediyorsa etsin, ışığın boşluktaki hızı c ile aynı. Wang'ın deneyinde cephe noktası ışık grubunun çok önünde bulunur. Işık sezyum buharının oluşturduğu ortama yaklaştığında ortama ilk önce cephe girer. Ortam özellikle uyarılmış atomlardan oluştuğu için, içeriye giren cephenin çok küçük etkisi, atomların ışıma yapmalarına neden olur. Böylece cephe ortam içinde ilerlerken gittikçe güçlenir. Cephe dışarıya çıktığındaysa cephe o kadar güçlenmiştir ki, dışarıya hâlâ arkadan gelmekte olan grubun bir kopyası çıkmaya başlar. Böylece, asıl grup daha ortama girmeden, ortamın öbür tarafından atımın bir kopyası çıkmaya başlamıştır bile. Peki, deneysel düzenek asıl grubu daha henüz görmeden kopyasını nasıl çıkarıyor? Bu sorunun yanıtı aslında cephedeki elektromanyetik alanlarda gizli. Cephe bir şekilde arkadan gelen grubun bütün bilgisini taşıyor. Böylece ortam, arkadan gelen grup henüz ulaşmadan sadece cephe bölgesinin taşıdığı bilgiyle grubun tama yakın bir kopyasını oluşturabiliyor.


Bir başka sezyum hücresi

Bunu bir benzetmeyle açıklamak gerekirse, önüne çıkan bütün orduları yenerek ilerlemesini sürdüren Cengiz Han'ın ordusunun belirli bir hedefe doğru hareket ettiğini düşünelim. Bu ordunun çok daha önündeki özel ulaklar, arkadan gelen ordu hakkında tüm detaylı bilgileri mümkün olan en hızlı şekilde ileriye iletmeye çalışır. Ordunun yolu üstünde bulunan bir kaledeki kişiler, ulaktan gelen ordu hakkında bütün gerekli bilgiyi alabilirler. Bu örnekte cepheyi olası en yüksek hızda hareket eden özel ulaklar oluşturuyor. Kaledekiler, sadece ulaklardan ve biraz daha ayrıntılı biçimde ulakların arkasından gelen mültecilerden kendilerinin başına gelecekleri önceden öğrenebilirler. Ordu gelmeden, gerçekleştirecekleri yıkım önceden tahmin edilebilir. Benzetmeyi biraz daha derinleştirmek için, bu defa kale kumandanının Cengiz Han'ın ordusuna katılmak istediğini varsayalım. Böyle bir durumda, ilk ulaklar ulaşır ulaşmaz kumandan kendi askerlerini Cengiz Han'ın son hedefine doğru yollasın. Daha ilerdeki kaleler için bir kaç ay sonra gelmesi beklenen ordu vaktinden çok daha erken gelmiş, sanki Cengiz Han'ın ordusu büyük bir mesafeyi kısa zamanda katetmeyi başarmış gibi görünecektir.

Wang'ın deneyinde olan buna çok benziyor. Grubun hızı kesinlikle ışık hızını aşıyor ama bunu nedensellik ilkesine ters düşecek bir biçimde yapamıyor. Cephe hızı, her zaman ışık hızında hareket ediyor. Doğal olarak burada sorulması gereken bir çok soru var. Eğer bu açıklama doğruysa, bu şekilde hızlandırılmış bir ışık atımı ikinci bir defa daha aynı ortamdan geçirildiğinde ne olur? Dalga aynı şekilde hız rekorunu kırar mı, yoksa yukarıdaki açıklamanın söylediği gibi, grup cepheye daha yakın olduğundan bu defa aynı şeyi yapamaz mı? Ayrıca deneyin aynısı, içinde binlerce foton barındıran güçlü ışık atımlarıyla değil de tek fotonlarla yapılırsa ne olur? Sanırız yakında bu soruların da yanıtları verilecektir.


Deneyin yapıldığı laboratuvar

Bu olayın elektronikte ilginç uygulamaları olabilir. Devrelerde binlerce değişik ortamdan geçen elektronik sinyaller her ortamda değişik oranlarda yavaşlamaya uğrar. Bu sinyallerin cepheleri, kesinlikle kendilerinden çok daha hızlı hareket ediyorlar. Benzer bir düzenek kullanarak bu sinyallerin kaybettikleri zamanı telafi etmek mümkün olabilir.

Sadi Turgut

Kaynaklar:
Wang, L.J., et al. "Gain-assisted Superluminal Light Propagation" Nature, 20 Temmuz 2000, sayfa 277
Brillouin, L., "Wave Propagation and Group Velocity" (Academic, New York, 1960)
http://www.physics.berkeley.edu/research/chiao/superlum.html
http://www.neci.nj.nec.com/homepages/lwan/gas.htm



Çağın Hastalığı

Şişmanlık, çağımıza vurduğu damga giderek daha da belirginleşen bir olgu. Farkında olmadan bedenimizi ele geçiren, tehlikesini çoğumuzun yeterince kavrayamadığı bir hastalık. Bugün 1,1 milyar insan, yani toplam dünya nüfusunu altıda birinden fazlası, hatlarımızı biçimsizleştiren, daha da önemlisi sağlığımızı ciddi biçimde bozan bu hastalığın pençesinde. Ülkemizdeki durum da pek farklı değil. Türkiye Obezite Vakfı tarafından geçen yıl gerçekleştirilen bir araştırma, Türk vatandaşlarının altıda birini şişmanlık sınırının üzerine yerleştiriyor. Ayrıca nüfusumuzun beşte birinin de "aşırı kilolu" olduğu anlaşılıyor. Pek çok batılı ülkede bu oranlar daha da kaygı verici düzeyde. Araştırmalar şişmanlama eğilimini çağdaş yaşamın getirdiği ve bizi çocukluktan itibaren etkisine alan hatalı beslenme ve hareketsiz yaşam faktörlerine bağlıyorlar. Ancak şişmanlığın genetik bir sorun olduğu yolunda bulgular da çoğalıyor.

ABD'de her 3 çocuktan biri şişman ve bu durum giderek daha ciddi bir hal alıyor. Bunu hazırlayan başlıca iki öğe var: ev yemeğinden ayaküstü yemeye geçiş ve video teknolojisi. Besin endüstrisi ve gazlı içecek firmaları her yıl yüz milyonlarca dolar harcayarak düşük kalorili yiyecek ve içecek sağlayadursun; okullarda jimnastik saatleri azaltılıyor ve çocuklar açık havada oynamak ya da spor yapmak yerine Nintendo ve İnternet'i yeğliyorlar. ABD resmi rakamlarına göre ülkede 6 milyon çocuk tehlikeli derecede şişman, 5 milyonuysa şişmanlık sınırında. Bunun anlamı, günümüz çocuklarının 1990'a göre %30 daha şişman olmaları.

Şişman çocuk bedenen ve ruhen acılar içindedir. Üstelik ergenlik çağında şişman olanlar, erişkin hayatta da şişman olacaklardır. Şişmanlık sonucu oluşan diyabet, kalp hastalığı, yüksek tansiyon ve birçok kanser çeşidi her yıl yarım milyon Amerikalıyı öldürüyor ; tıbbi harcamalar ve üretim azalışına bağlı olarak da 100 milyar dolarlık zarara neden oluyor. Bugün şişmanlık sigara kadar tehlikeli bir hal almış durumda; hiç yoktan ölümlere yol açıyor. Oysa bu ölümler kolaylıkla önlenebilir. Aşırı kiloların ulusal bir sorun haline geldiğini fark eden bazı uzmanlar, şişmanlıkla savaş için bir kampanya başlatılmasını istiyorlar.



Dikkat edilmesi gereken bir olgu, şişmanlığın çocuklar arasında da hızla yayılması. Oysa yakın zamanlara kadar çocuk şişmanlığı ender görülen bir olguydu. Çocuklarda şişmanlık ölçüsü olarak BMI (body mass index=vücut kütle indeksi=kg ağırlık/m olarak boyun karesi) kullanılamaz;

çünkü onlar henüz büyüme evresindedirler. Erişkinlerde BMİ'nin 25 üstü olması şişmanlık ve 30 üstü olmasıysa tehlikeli şişmanlık sayılıyor. Amerikalı doktorlar, 2-20 yaş arası çocuk ve gençler için BMİ standartları hazırladılar. Örneğin 7 yaşında bir çocuğun boyu 1.22 m ve kilosu 22.5 kg olmalı;bu BMİ'nin 15 oluşu demek. 17 yaşında bir gencinse boyu 1.60 m, kilosu 56 olmalı. Bu da BMİ'nin 21 oluşu anlamı taşıyor.

ABD'de 1964'de çocukların %5'i şişmanken 1994'de bu oran %13'e yükselmiş. Oran giderek daha da yükseliyor. Şimdiden şişman çocuklarda karaciğer yağlanması (sirozdan bir önceki evre) ve uykuda soluk durması (uyku apnesi) görülüyor. Uyku apnesinde uykuda boğaz tıkanıyor; çocuk boğulma duygusuna kapılıyor. Çocuk çok fazla horluyor; uykusu huzursuz oluyor. Daha da kötüsü, kronik oksijen yetersizliği kalp ve akciğerlerde yıkıcı etki yapıyor.

İlginçtir ki, 40 yaşın üzerindeki insanlarda ortaya çıkabilen tip II diyabet (şeker hastalığı), şişman çocuklarda da görülüyor. Newyork'taki Columbia-Presbyterian Hastanesi'nden Dr. Robin Goland, çocuk hastaların %30'unda tip II diyabet olduğunu açıkladı. Tip I diyabette pankreas beta hücreleri insülin yapamazlar. Tip II diyabetteyse hastanın hücreleri insüline cevap vermez. Tedavi edilmeyen diyabette 10 yıl içinde körlük, böbrek yetmezliği, kalp krizi ve felçler görülebilir. Çocuklarsa genellikle diyabet





için taranmadığından, çocukluk tip II diyabeti tanı konmadan kalabiliyor. Ancak, diyabetik olmasalar da şişman çocuklarda kalp krizi (enfarktüs) ve felçler olabiliyor. Columbia Üniversitesi'nden Dr. Chrystine Williams 3-4 yaşındaki şişman çocuklarda tansiyon yüksekliği ve kan kolesterolünün artışı bulunduğunu bildiriyor. Diyabete bağlı organ bozuklukları 5-10 yıl sonra başladığından yakında ergenlik çağındaki gençlerde kalp krizlerinin artması bekleniyor.

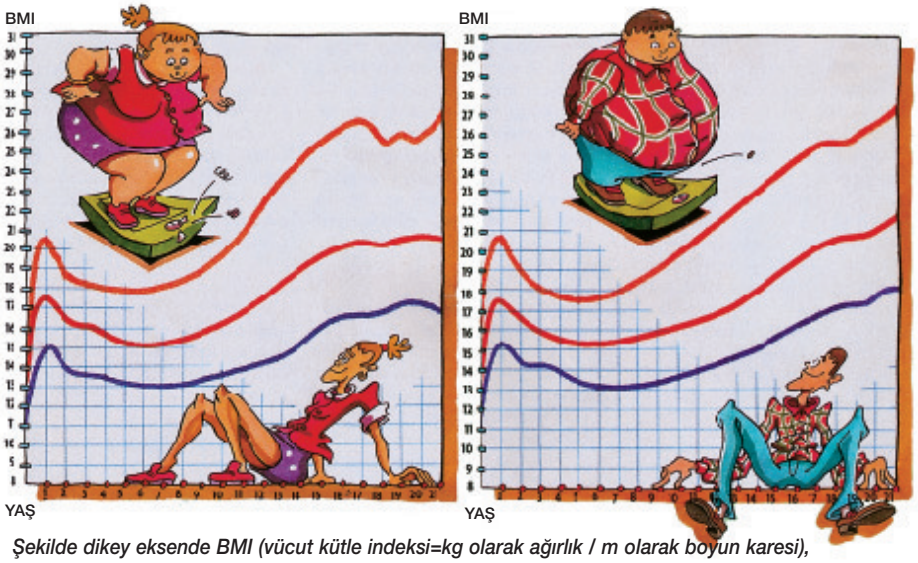
Şişmanlık, büyük ölçüde yeme alışkanlıklarımızdaki değişimlerin bir türevi. Kafeteryada kuyruk olduğundan öğrencilerin çoğu otomatik makinelerden yiyecek alıp yeme eğilimindeler. Oysa bunların çoğu şişmanlatıcı besinler. Bazı okul kafeteryaları kilo yapmayan havuç, meyve vb. gibi besinleri %50 indirimli satarak bu şişmanlık salgınını önlemeye çalışıyor.

Tabii, hareketsizlik de temel bir öğe. ABD okullarında beden eğitimine ayrılan saatler giderek azalıyor. Liselerdeki günlük jimnastik dersine giren öğrencilerin oranı 1990'larda %42'den %29'a düştü. TV karşısında geçen zamanı günde 1 saate indirmenin 9 ay sonra farkedilir bir zayıflama sağladığı görüldü. Anne ve babaların kendilerinin de zayıflama diyetine girmesi, çocuklarda diyet uygulanmasını kolaylaştırıyor. Ancak bu iş duyarlı bir yaklaşım gerektiriyor. Anne babaların çocuğu kırmadan ona diyet uygulatmaları kolay değil. Çocuk, bazı sadist kişiler kendisini alaya alırken evden destek beklemekte haklıdır. İnsanlar kayıtsız şartsız sevilmek ister. Herkes onun kilosunu eleştire eleştire çocuk ya da erişkin kendi bedeninden nefret eder hale gelir. Bunun yankıları tahminlerin çok ötesinde olabilir. Philadelphia Hahnemann Üniversitesi'nden psikolog Lowe şöyle diyor: Çocuğu kontrol edemeyeceği bir durumdan dolayı reddedenler, çocuk ruhunda ağır yıkıma yol açabilir. Çocuk kilosunun değil, kendinin eleştirildiği hissini yaşar. Bunların sonucu olarak çocukta depresyon, bunalım ve tehlikeli beslenme bozuklukları görülebilir. Ailenin mutluluk durumu da çocuğun kilo almasında etkin olabilir. Anne ve babanın boşanması karşısında tipik tepki biçimleri, aşırı yeme ve televizyon izleme (bazen günde 15 saate kadar) biçiminde ortaya çıkıyor.

Sevgiliden ayrılma, okul ve iş hayatındaki başarısızlıklar, çeşitli nedenlerle toplum dışına itilme de aşırı yemeye ve hareketleri azaltmaya neden olabilir. "Yemek iç sıkıntısını giderir" sözü boşuna söylenmemiş. Depresyon, iştah kaybı kadar iştah artışına da neden olabiliyor.

Ailelerin şişman çocuk konusunda eğitilmeleri gerekli. Bir kere 4-5 yaşa kadar olan çocuk tombulluğu problem olmamalı; bu çocukların ancak %20'si şişman erişkinler olacaktır. Buna karşılık, ergenlik çağında şişman olanlar önlem alınmazsa %75 olasılıkla erişkin hayatta da şişman olacaklardır. Ergenlikte kızlarda yağ, erkeklerde kas artışı olur; bu hafif şişmanlıklar tedavi istemez. Kızların kıvrımları biraz yuvarlaklaşır; erkeklerin kasları gelişir; bunları normal karşılamak gerekir. Bir de şunu unutmamak gerekir: Gençlerde kilo alma uzamadan önce gelir; böylece 10-12 kilo almış bir genç 20-25 cm. uzayarak bu dengesizliği giderebilir.

Birçok anne baba, çocuklarının şişmanlığından kendilerini suçlarlar. Bu yersiz bir kuruntu. Sorun olan anne babalar değil, genellikle çocuğun kendisi. Çocuklar ve gençler, yalnızlık hissedince tatlı yemek isterler. Kidshape Enstitüsü'nden Braun şöyle diyor. "Yalnızlık duyan insanın dostu yemeklerdir". Ancak anne babalar, çocuğun depresyon nedeniyle mi aşırı yediğini incelemeliler; çünkü depresyonu tedavi etmeden diyet uygulanması, dep-



Şekilde dikey eksende BMI (vücut kütle indeksi=kg olarak ağırlık / m olarak boyun karesi), yatay eksendeyse yaş görülüyor. BMI 30'dan büyükse orta derecede şişmanlık, 40'dan büyükse şişmanlık hastalığı mevcuttur. BMI'inizi hesaplayın. Normalde yaşınızla BMI'nizin kesişme noktası mavi ve turuncu eğriler arasına düşer. Turuncunun üstü şişmanlık, mavinin altı zayıflıktır. Yağın karın içinde toplanması, derialtında toplanmasından daha tehlikelidir.

resyonu daha da arttırmaktan başka bir işe yaramaz ve bir kısır döngü doğar.

Psikolog Janet Laubgross anne ve babalara şunu söylüyor. "Yemek polisi olmayın. Çocuğa asla 'doymadın mı daha?' demeyin. Besinleri saklarsanız çocuk onları gizlice odasında saklar". Çocuğun görünüşünü asla eleştirmeyin; zayıflamanın amacı sağlık olmalıdır. "Az ye" demek yerine "hareketi arttır" deyin. Bilin ki, eleştirinin dozu kaçarsa çocuk bunalıma girip daha da çok yiyecek. Bir insanı diyete sokmak ip cambazı olmak gibi son derece incelik ve ustalık ister. Connecticut Üniversitesi'nden psikoloji profesörü Joan Chrysler şöyle diyor: "Güzel vücut şeytanı öylesine güçlü ki, 6 yaşındakiler bile vücut biçiminden endişe ediyorlar." Oysa normal kilo estetik değil, sağlık açısından ele alınmalı. Zevkler tartışılmaz. İnceliğin moda olduğu çağımızda tombulları tercih edenler yok mudur? En azından iki tombul birbirini beğenemez mi? İngiltere'de 19. yüzyılda Kraliçe Victoria döneminde "beyaz tenli ve tombul" olmak moda değil miydi? Bugünse çiroz gibi zayıf ve marsık gibi yanmış olmak moda. Prof. Chrysler'in ilginç bir gözlemi var: İlkokul 1. sınıf öğrencilerine çeşitli vücut silüetleri gösterip "hangisiyle arkadaş olmak istersiniz" dendiğinde küçükler en zayıftan en tombula kadar

Yağlarımızı Nasıl Kazanıyoruz?

Yağlar vücudumuzun birçok görevini üstleniyorlar. Enerji depoluyorlar, hücre duvarlarının yapılmasında rol oynuyorlar, ayrıca hormonlarla haberci maddelerin hammaddesini oluşturuyorlar. Bundan başka, taşıyıcı olarak da görev alıyorlar: Yağlar olmadan, bağırsak mükoza zarı, yağda çözünebilen vitaminleri bünyesine alamaz. Dahası, güzel koku veren moleküller, yağlar olmadan kokularını yayamaz. Besin ürünlerindeki yağları oluşturan yağ asitleri, molekül yapılarına bağlı olarak, doymuş ya da doymamış haldedirler.

Doymuş yağ asitleri daha çok et, yumurta ve süt ürünlerinde bulunurken, doymammış yağ asitleri, bitkisel yağlarla deniz ürünlerinde bulunuyorlar. Vücudumuz çoğu yağ asidini kendi üretebilirken, ayçiçek ya da mısır yağının içerdiği linol asidi gibi üst üste doymamış yağ asitlerini üretemez. Sağlıklı beslenme için gerekli bu tür yağ asitlerinin besinlerle alınması gereklidir.

Zeytin yağı, basit doymamış yağ asitlerince zengin bir yağdır. Güney Avrupalı insanların seyrek olarak enfarktüs geçirmelerinden yola çıkarak bilim adamları, zeytin yağı tüketiminin damar kireçlenmesi tehlikesinini azalttığını düşünüyorlar.

Lyon Üniversitesi'nde yapılan bir çalışma yankı uyandırdı ve zeytin yağıyla ilgili varsayımları doğruladı: Daha önce enfarktüs geçirmiş olan kalp hastalarına dört yıl boyunca yalnızca Akdeniz mutfağına özgü besinler yemeleri salık verildi (yani bol meyve, sebze, balık, tahıl ürünleri ve zeytin yağı). Bunlardan, Orta Avrupa'ya özgü diyetlerinden vazgeçmeyen hastalarda, Akdeniz grubu hastalarına oranla üç kezden daha sık olmak üzere enfarktüsler görüldü.

Yağ türleri:

Temel kural şudur: Yağ akışkanlaştıkça daha yararlıdır; çünkü akışkanlaştıkça daha fazla doymamış yağ asidini içerir. Buna karşılık, katı yağlarda bol miktarlarda sağlığa zararlı doymamış yağ asitleri bulunur. Besin yoluyla aldığımız yağlar şu gruplar altında toplanabilir:

Doymuş yağ asitleri: Daha çok hayvansal ürünlerde (et, süt, peynir, tereyağ) bulunurlar. Aşırı tüketildiklerinde enfarktüs riskini artırırlar.

Basit doymamış yağlar: Özellikle zeytin yağı, kolza yağı ve yerfıstığı yağında bulunur. Bu yağ asitleri, kolesterol düzeyini azaltarak enfarktüs riskini düşürüyorlar. Ayrıca meme kanserine yakalanma riskini de azalttıkları sanılıyor.



İki kez doymamış yağ asitleri: Mısır, ayçiçek, soya yağında bulunur. Bu yağ asitleri, kandaki kolesterol miktarını düşürebilirler. Ayrıca kalp krizi riskini azaltırlar.

Birkaç kez doymamış yağ asitleri (omega-3 yağ asitleri): Özellikle deniz ürünlerinde bulunurlar. Kolesterol düzeyini düşürdükleri gibi, atar damarları genişletip kan basıncını düşürürler. Değişik kanser hastalıklarının (örneğin kalın-bağırsak kanseri) gelişimini engelledikleri de düşünülüyor. Bundan başka, iltihaplanmaları iyileştirdikleri biliniyor.

Omega-6 yağ asitleri: Daha çok ayçiçek, soya ve mısır yağı gibi bitkisel yağlarda bulunur. Hayvana verilen yeme göre, dana veya domuz etinde de bulunabilirler. Bu tür yağlar aşırı tüketildiklerinde, göğüs kanserine yakalanma riski artar.

Trans yağ asitleri: Bitkisel yağlar katılaştığında oluşurlar. Kızartma yağlarında, katı margarinlerde, bisküvilerde, cips ve pasta jölelerinde bulunurlar. Aşırı tüketildiklerinde kolesterol düzeyini ve kalp krizi riskini yükseltirler.

Temel yağ asitleri: Linol asidi özellikle soya, ayçiçek, buğday ve mısır tohumlarından elde edilen bitkisel yağlarda bulunur. Deniz ürünleri, ayrıca keten tohumundan elde edilen yağlar özellikle alfa-linol asitlerince zenginler. Temel yağ asitlerinin besinler yoluyla alınmasının yaşamsal önemi vardır; çünkü vücut bu yağ asitlerini yapamaz.

Kolesterol: Vücudun ürettiği yağ benzeri bir maddedir. Daha çok et, yumurta, süt, tereyağ, ve peynirde bulunur. Aşırı kolesterol, damar kireçlenmesine (arterioskleroz) yol açar ve bu nedenle kalp krizi riskini artırır.

Yağlarımızı Nasıl Eriteceğiz?

Bel / kalça oranı: Şişmanlığa bağlı hastalıklar, göbek yağlanmasında (erkek tipi şişmanlık) daha sıktır. Kadınlarda özellikle kalçalarda yağ birikir. Kadınların belden yukarısı tamamen normal olup belden aşağısında çok yağ biriktirmiş olabilir. Bel çevresi/kalça çevresi oranının 0,72'den büyük olması anormaldir. Erkeklerde 1, kadınlarda 0,9 üstü tehlike sınırıdır. Karında (göbekte) yağ derialtında ya da karın içinde birikmiş olabilir. Karın içi yağ birikimi en tehlikeli olanıdır. Yağın nerede biriktiği bilgisayarlı tomografi ile gösterilebilir. Hayatın erken evrelerinde başlayan şişmanlık, yağ hücre sayısını arttırdığından inatçıdır; yağ hücre sayısı 2 yaşına kadar belirir ve ergenliğe kadar sabit kalır; ergenlikte yine bir artış gösterir. Büyümekle yağ hücrelerinin büyüklüğü de artar. Zayıflamak yağ hücre sayısını azaltmaz. Kiloların yeniden alınmasının bir nedeni de budur: yağ yatakları hazırdır ve yağ beklemektedir.

İnsanda 10-20 kg yağ dokusu, 90 000 - 180 000 kalori depolar. Şişmanlıkta yağ miktarı 40-100 kg'dır. Yağ hücreleri çaplarını 20 kat ve hacimlerini 1000 kat arttırabilir. Bu durumda besinlerle alacağımız kalorilere dikkat etmek ve alınan fazla kalorileri yakabilmek büyük önem taşıyor. Tabloda bazı gıdalar ve bunları yakabilmek için gereken egzersiz süreleri gösteriliyor.

Enerji Harcama

Egzersiz en değişken enerji harcama yoludur; toplam enerji harcanımının %20-50'sini oluşturur. Enerji harcamanın ölçüsü bazal metabolizma hızıdır (besinleri yakıp kalori oluşturma hızı). İnsanlarda bazal metabolizma hızının azalışına bağlı bir şişmanlık yoktur. İnsanlar enerji sarfını kendileri ayarlarlar. BMI'si 25'ten büyük olan insanlarda toplam enerji sarfı / bazal metabolizma oranı 1,8'den küçükse, şişmanlık olasılığı 7 kat fazlalaşır. Hiç jimnastik yapmayanların 5 kg almaları olasılığı 2 kat artar; buna karşı haftada en az 3 kere jimnastik yapanlar kilo vermeye eğilimlidirler. Günde 5 saatten fazla TV seyreden çocuklarda şişmanlık 2 saatten az seyredenlere göre 5.3 kat artmıştır. Büyüklerde de TV seyretme ve otomobil sahibi olma şişmanlık eğilimi yaratır.



çeşitli tipler seçmişler. Ama zayıflama baskısı öylesine güçlü ki, aynı anket 5. Sınıf öğrencilerine uygulandığında öğrencilerin %80'i şişmanlamaktan korktuklarını ortaya koymuşlar.

Kidshape'den psikolog Braun özellikle şişman kız çocuklara sevgiyle yaklaşmak gerektiğini söylüyor: Çocuğa "seni nasıl olursan ol yine severim" denilmesini öğütlüyor. Eğer yargıç rolü oynar ve hüküm verirseniz, çocuk mutlaka depresyona ya da beslenme bozukluklarına kayacaktır. Cornell Üniversitesi'nden tarihçi J.Brumberg şu görüşleri ileri sürüyor: "Çağımızda görünüşe değer biçilmekte; karaktere değil. Bu durumda çocuklar da kendilerine görünüşlerine göre değer biçiyorlar; çünkü anneleri onlara bunu telkin ediyor. Çocuklar anne babaların 'zayıfla' baskısı sonucu onlarla kavga ediyorlar".

Unutmayalım; çocuk (ve aslında herkes) sevilmek ister, hüküm giymek değil. Kimse isteyerek şişman olmaz. Bunu bir hastalık olarak kabul etmek ve şişmanlara diğer hastalara olduğu gibi şefkat ve saygı ile yaklaşmak gerekir.

Çağımız dış görünüşü öne alıyor. İnsanlara belinin ölçüsü soruluyor, beyninin gücü ya da kalbinin ne kadar insan olduğu değil. Hiç kimse şişman diye hitap edilmekten hoşlanmaz, özellikle sevdikleri kişilerden bu sözü duymak istemez.

International Obesity Task Force'un (Uluslararası Şişmanlık İnceleme Grubu) son raporunda, şişmanlığın bütün dünyada arttığı bildirildi. Gelişmiş ülkelerde her 10 okul çocuğundan 1'i şişmanlık sınırının üzerinde yer alıyor. Çin'de 15 yaşındakilerde şişmanlık 1980 sonlarında %5 iken, bu oran günümüzde %17'ye yükselmiş. Dünyanın en tombul çocuk ve erişkinleriyse İngiltere, Finlandiya ve Rusya'da bulunuyor. Akdeniz diyeti (düşük kolesterollü diyet) sayesinde şişmanlığı yenmekle övünen İtalyanlarda bile CENSIS ajansına göre 10 yaşın altındaki kızların %36'sı ve erkek çocukların da %22'si şişman kategorisine giriyor. 1996'daysa bu oran %18'di. Şişmanlığın ender olduğu (Sumo güreşçileri hariç) Japonya'da bile çocukların bel ölçüleri artıyor. Kaz ciğeri yiyip Bordeaux şarabı içmelerine karşın ince olmakla öğünen Fransızlara bir bakalım: INSERM raporuna göre 5-12 yaş arası çocukların %12'si şişman. Bu, 20 yılda 2 kat artış anlamına geliyor. Özellikle göçmen çocukları şişmanlığa eğilimli oluyor. Fransa'da bebeklerin çoğu meme emmediklerinden aşırı proteinli ve yağ asitli hazır mamalarla şişmanlıyorlar. İtalya'da dede ve ninelerin çocuklara bol bol "jelato" yedirmesi şişmanlığa yol açıyor. İtalya Sağlık Bakanı Umberto Veronesi şöyle diyor. "Anneler işe gidince çocuk bildiği gibi yiyor ve oturup TV seyrediyor." Japon çocukları da okula gelip giderken fazlaca hamburger, cips vb yiyorlar.

Aslında yaşam biçimi ve yiyecek tercihleri nedeniyle şişmanlığın küresel olarak yayılmasına paralel olarak, şişmanlığı önleme ve giderme yöntemleri de giderek büyüyen bir endüstri haline gelme eğiliminde. Zayıflama rejimleriyle ilgili kitaplar, en çok satan kitaplar listesinde başı çekiyor. Çeşitli düşük kalorili besinler ve "diyet hapları" dünyayı sarmış durumda. Dünyanın her yerinde yazları çocuklar için Amerikan tipi zayıflama kampları açılıyor. Fransız öğretmen E.Lesne şöyle diyor: "Kızların ve oğlanların sık sık yeni diyetler üstüne konuştuklarını duyuyorum". "Fitness" salonları, formunu korumak isteyen, ya da zayıflamaya çalışanlarla dolup taşıyor. Kondüsyon bisikletleri ya da benzer türden zayıflama aletleri, televizyonların reklam kuşaklarını dolduruyor. Ama her hastalıkta olduğu gibi, mücadelenin en güvenli ve ucuz yolu, o hastalığa yakalanmamak. O halde, her ne kadar çağdaş iş, ev ve okul yaşamı hareketlerimizi oldukça kısıtlıyorsa da, galiba boş zamanlarımızda koltuklarımızdan kalkarak eşofmanlarımızı giymemiz, kendimizi sokaklara, kırlara atmamız gerekiyor.

Selçuk Alsan

Kaynaklar
"Türkiye'de Obezite Sorun Oluşturmaya Başladı", Medikal Trend, Temmuz 2000
Luczak, H., "Der Stoff, aus dem die Pfunde sind" Geo, Haziran 1999
Friedman, J.M., "Obesity in the New Millennium" Nature, 6 Nisan 2000
Newsweek July 3, 2000
Vaisse, C., "De l'obésité Comme une Maladie" Recherche, Nisan 2000
Williams Textbook of Endocrinology, Wilson et al, 1998

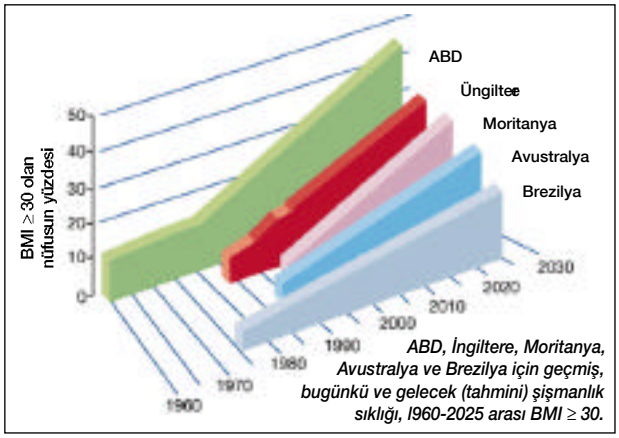
BMI'ni Söyle, Kim Olduğunu Söyleyeyim!

Şişmanlık, ideal kilonun üzerinde olmak demektir. İdeal kiloysa hayatı maksimum uzatan kilo demektir ve BMI (body mass index=beden kütle indeksi) ile tanımlanır. BMI= kg olarak beden ağırlığı/m olarak boy'un karesidir. BMI'nın 30'un üzerinde olması şişmanlıktır. Bu ölçülere göre Avrupa ve Amerika'da nüfusun %20'si şişman.

Bir toplum için "sağlıklı kilo"nun belirlenmesi zordur. Bir kere bazı hastalar ölmeden önce kilo verirler ve ölüm oranının zayıflarda yükselmesine neden olurlar. Ayrıca insanların sigara içmesi de ölüm oranını artırır. Aşırı yağ birikmesi 2. tip (insüline gerek duymayan) şeker hastalığı, koroner kalp hastalığı ve safra taşıyla paralellik gösterir. BMI 30'un altındaysa bu ilişki doğrusaldır; fakat BMI, 30'dan büyükse ölüm oranı hızla artar. Bel çevresinin uzunluğu, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon ve kanda yağ artışıyla paralellik gösterir.

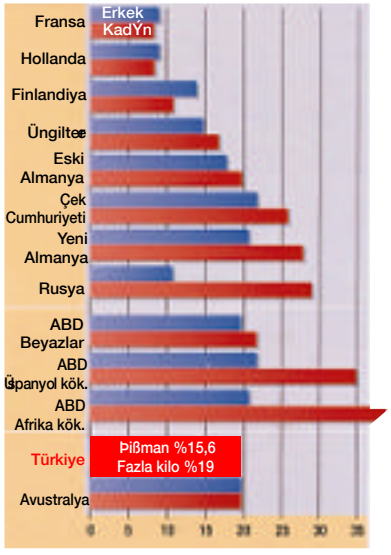
BMI, ülkelerin ekonomik durumuna göre değişir. Ülkenin refahı arttıkça nüfusta BMI=25 sınırını aşanlar çoğalır. Bir toplumda BMI'si yüksek ve alçak olanlar arasında ters orantı vardır. Sosyo-ekonomik durum düzeldikçe BMI yükselir; kısacası genellikle varlıklılar şişman, yoksullar zayıf olma eğilimindedir. Toplumsal gelişmenin ileri evrelerinde yüksek BMI'liler artar. Hem endüstrileşmiş, hem de gelişen toplumlarda çocukluk ve gençlik BMI'lerinin artışı ilerde erişkinlerde de yüksek BMI'ye neden olur. Şişmanlık ne kadar erken başlarsa şişmanlıkla artan hastalıklar o kadar sık görülür.

BMI'nin 30'u aştığı şişmanlıklar her anakarada sıktır. Avrupa'da erkeklerin %15'i ve kadınların %20'si şişman olarak sınıflandırılıyor. Yine Avrupa'da 35-65 yaş arasında şişmanlık ya da aşırı kilolu olmak oranı %50'nin üstünde. Şişmanlık artmaya devam ediyor: İngiltere'de şişmanlık oranları 1980'de erkekler için %6 ve kadınlar için %8 iken, 1997'de aynı oranlar sırasıyla %17 ve %20 olmuş. Amerika'daysa bu oranlar %20 ve %25. Şişmanlık Antillerde ve Latin Amerika'da da sık görülüyor. Şişmanlık son 20 yılda Japonya, Çin, Malezya, Orta Doğu ve Birleşik Arap Emirliklerinde de artma eğiliminde. Pasifik Adalarından Samoa'da şişmanlık oranı kadınlarda %75 ve erkeklerde %60 (dünyada en yüksek oranlar).



ABD, İngiltere, Moritanya, Avustralya ve Brezilya için geçmiş, bugünkü ve gelecek (tahmini) şişmanlık sıklığı, 1960-2025 arası BMI ≥ 30.

Gelişmiş ülkelerde şişmanlık ile aşırı besin (enerji) alımı arasında ilişki bulunamamıştır; bu hayret verici olgunun nedeni şişmanların kalori gereksinimlerinin 1/3'ünü araştırmayı yapanlardan saklamış olmalarıdır. Tahminlerin tersine, yağlar en az doyurucu besinlerdir; proteinler iyi doyurucudurlar. Sürekli yüksek yağlı diyet alanlar aşırı yemeye ve şişmanlığa eğilimlidirler.



Çeşitli ülkelerde BMİ değeri 30'un üzerinde olan insanların genel nüfusa oranı

Gelişmekte olan ülkelerden gelişmiş ülkelere göçedenlerde ya da bunların hayat tarzını benimseyenlerde şişmanlık artıyor. Mikronezya'daki Naurianlarda ve Batı Samoa'daki Polinezyalılarda şişmanlık oranı 60%'ın üstünde olup diyet ve hayat tarzındaki değişmelere bağlı. Genellikle gelişmiş ülkelere göçeden Asya ve Afrikalılarda BMI artar. Örneğin ABD'de yaşayan Pima kızılderilileri Meksika'da yaşayan Pima kızılderililerinden ortalama 25 kg daha ağırdır. Nijerya'lı zencilerde BMI erkek ve kadın için sırasıyla 21.7 ve 22.6 iken ABD'ye yerleşmiş Nijeryalı'larda 27.1 ve 30.8'dir. Bu, sağlığı da olumsuz etkiliyor. Afrikalı Nijeryalılarda yüksek tansiyon oranı %15 iken ABD'de yaşaşanlarda %30'dur.

Hem erkek hem de kadınlarda aşırı kilo ve şişmanlık 50-60 yaşına kadar sürekli artar; özellikle 20 ile 40 yaşları arasında şişmanlık sıklaşır. Gelişmiş ülkelerde şişmanlık daha az eğitim görmüş ve geliri daha az olanlarda sıkken, gelişmekte olan ülkelerde bunun tersi eğilim vardır. Evlilik ve çocuk doğurma şişmanlığı arttırır.

İngiltere'de en üst sosyal sınıfta şişmanlık oranı %10,7 iken, en alt sosyal sınıfta %25'dir. Bunun nedeni düşük gelirli sosyal sınıfların TV seyretmeye daha çok zaman ayırmalarıdır.

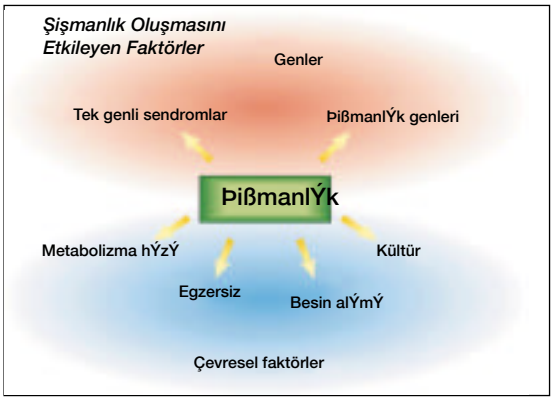
Selçuk Alsan

Diyet mi, Kalıtım mı?

Şişmanlık üzerinde iki ayrı görüşten biri, şişman kişiyi iradesiz olmakla suçlar. ABD'de her yıl 50 milyar dolarlık diyet ürünleri satan firmalar da doğal olarak bu görüşü benimsemiş bulunuyor. Bu firmalara göre bütün şişman hastalar obur olurlar ve onlara özel zayıflatıcı besinler vermek gerekir. Gerçi şişman hastaların diyet ve egzersizle kilo vermeleri sağlıklarını düzeltir; ama ancak bir süre için. Diyetle kilo vermiş hastaların %90'dan fazlası bir süre sonra eski kilolarına dönerler.

İkinci ve bilimsel olan görüşse şu: Bedenimizde ağırlığımızı (daha doğrusu beden yağ depolarını) kontrol eden duyarlı fizyolojik ve genetik mekanizmalar bulunur. Onların görevi beden ağırlığını aynı düzeyde tutmaktır. Bu nedenle sözkonusu mekanizmalar beden ağırlığını arttırıcı ya da azaltıcı etkenlere şiddetle karşı koyarlar.

Şişmanlıkta kalıtsal faktörler: Bugün şişmanlığa yolaçan genler olduğunu biliyoruz. Bir insanın şişman olacağı doğuştan onun DNA'sına yazılmış oluyor. Pozitif ve negatif enerji dengelerine maruz bırakılan özdeş ikizlerde bu husus kanıtlanmıştır.



Kemiricilerde tek genin mütasyonuna bağlı şişmanlıklarda şu üç özellik vardır: şişmanlığın erken başlaması, kan insülin düzeyinin artışı ve insüline direnç. Farelerin şişmanlık geni 6. kromozom üzerinde bulunup yalnız yağ dokuda etkinleşir. Paradoks olarak birçok şişman insanda, yağ depolarıyla orantılı olarak artan yüksek leptin düzeyleri vardır. İnsanlarda leptin almaç geninin mütasyonu ya da doğuştan eksikliği çok az görülür. Erken başlamış ağır şişmanlık görülen çocuklara leptin enjeksiyonu yapılması 24 saat içinde enerji harcanmasını değiştirmeden kilo kaybı yapar. Leptin besin alımını azaltır.

İnsan şişmanlığında etken birçok gen adayı bulundu. Bunların başlıcaları ısı oluşmasında rol oynayan almaç genleri (örneğin b3 adrenerjik almaç geni) ve iştah genleridir.

İnsanda tek genle ilişkili hastalıkların çoğunda şişmanlık vardır: Örneğin Prader-Willi sendromunda (PWS) üst gövde şişmanlığı, kısa boy, zeka geriliği ve hipogonadizm (cinselliğin azalışı) vardır. PWS genellikle babanın 15. kromozomundan bir parça kopmasına bağlıdır ve kalıtsaldır. Bardet-Biedl sendromu da PWS'a benzerse de birçok kromozomdaki (3,11,15 ve 16. kromozomlar) değişmelere bağlıdır.

Fetal Beslenme

Kalıtımla ilgisi olmadan, gebelik sırasında fetüsün az besin alması ilerki hayatta şişmanlık, hipertansiyon ve tip 2 şeker hastalığı olasılığını arttırır. Bir insanın doğum sırasındaki kilosu ne kadar düşükse, ilerki hayatta sistolik kan basıncının yükselmesi olasılığı o kadar fazladır. Doğum ağırlığı düşük, fakat bugünkü ağırlıkları fazla olanlarda en yüksek sistolik tansiyonlara rastlanıyor.

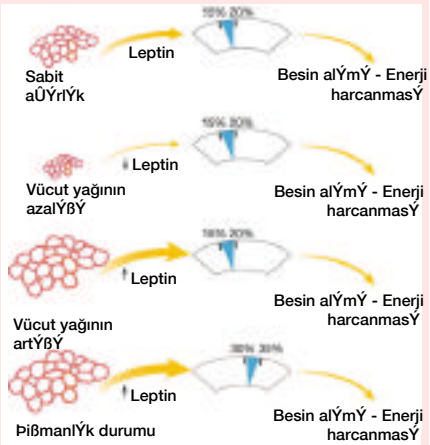
Fetüsün iyi beslenememesi, annenin iyi beslenememesi sonucudur. Fetüsün besin eksikliğine uyum sağlama çabaları ileride onda erişkin şeker hastalığına ya da şişmanlığa neden oluyor. Doğum ağırlığı düşük olanların 64 yaşında tip 2 şeker hastası olmaları olasılığı, doğum ağırlığı yüksek olanlara göre 7 kat artıyor. Fetüsün yeterli besin alamayışı, pankreasın insülin yapıcı hücrelerinin gelişimini engelliyor ve plasenta damarlarında lezyonlar yapıyor. Özellikle gebeliğin ilk 6 ayında annenin yetersiz beslenişi, fetüsün ileride diyabetik ve/veya şişman olmasına neden oluyor.

Selçuk Alsan

Leptin ve Beden AÛÝrlÝÛÝnÝn Düzenlenmesi

Genellikle ßißmanlÝk genleri bedende bir takÝm molekülleri etkileyerek ßißmanlÝk yaparlar. Bu hormonlarÝn baßÝnda leptin gelir. Leptin yaÛ dokusunda yapÝlÝr ve beynin hipotalamus bölgesindeki düzenleyici merkezlere bilgi verir (Þekil I). YaÛ depolarÝnÝ azalÝßÝ leptini azaltarak besin alÝmÝnÝ arttÝrÝr. Leptinin azalÝßÝ açlık haline benzer bir hal olußturur. YaÛ depolarÝnÝn artÝßÝ leptini arttÝrarak ißtahÝ keser ve bu yolla besin alÝmÝnÝ azaltÝr. Bu ßekilde beden aÛÝrlÝÛÝ görece dar sınırlar arasında tutulur. Leptin eksikliÛine neden olan mütasyonlar, gerek kemiricilerde, gerekse insanlarda ileri derecede ßißmanlÝk yaparlar. Leptin enerji harcanÝmÝnÝ da etkiler; bu, besin alÝmÝnda baÛÝmsÝz olarak düzenlenir. Leptin düzeyindeki deÛißmeler diÛer organlarÝ da etkiler: Üreme, baÛÝßÝklÝk ve kemik olußmasÝ leptinle ilgilidir.

Neden bazÝlarÝ ßißman, diÛerleri deÛil? Çünkü leptine duyarlÝlÝk deÛißkendir; ßißmanlar leptine dirençlidirler. Genetik, çevresel ve hatta psikolojik nedenler leptin olußumunu ve leptine direnci etkiler. Leptin beyin sinir hücrelerinin çalışması üzerinde etkilidir.



Şekil 1- Leptin ve yağ dokunun kontrolü. Vücut, yağ depolarını sabit tutmaya çalışır. Bu, yağ dokuda yapılan leptinin beyni etkileyerek iştahı azaltması yoluyla olur. Yağ doku artışı leptini arttırarak iştahı keser ve yağın daha fazla artışı önlenir. Yağ doku azalması leptini azaltarak iştahı arttırır ve yağ dokunun artmasını sağlar. Normalde vücut ağırlığının %15-20'si yağ dokusudur. Bu durumda kandaki leptin, besin alımını enerji sarfına eşit kılacak düzeydedir. Yağ doku azalınca leptin azalır; besin alımı enerji sarfını aşar. Yağ doku artınca leptin artar ve besin alımı enerji sarfının altına düşer (negatif enerji dengesi). Şişmanlarda leptin düzeyi yüksektir; fakat leptine direnç olduğundan besin alımı ile enerji sarfı eşittir.

Mucize Reçeteler mi?

Leptin

1995 Mayısında ABD'deki Amgen firması, 20 milyon dolar ödeyerek 6 ay önce keşfedilmiş leptinin ticari haklarını satınaldı. Leptin eksikliği olan ileri derecede şişman farelere l ay leptin enjekte edilmesi onların ağırlıklarını %50 azaltmıştı; hem de hiçbir yan etki olmadan. Leptin şişmanlığın harika ilacı olarak selamlandı; ama ne yazık ki geçen 5 yıl umutları boşa çıkardı. Ekim l999'da insanlarda ilk klinik denemeler başarısız oldu.

Leptin yağ hücrelerince yapılır ve beyinin hipotalamus bölgesini etkileyerek besin alımını azaltır. Leptin ayrıca karbonhidratların yakılmasında, üremede ve kemik oluşumunda rol oynar. Bilim çevreleri leptinin insülin kadar önemli bir hormon olduğunu düşünüyorlar. Leptin, yağ depolarının miktarıyla doğru orantılı olarak yağ hücreleri tarafından salgılanır. Leptin, beyne yağ depolarının miktarı hakkında bilgi verir. Besin azalınca, yağ hücreleri büzülür ve kanda leptin azalır. Bunun sonucu olarak, beynin hipotalamus bölgesinde leptin almacı taşıyan nöronların etkinliği azalır. Bunun iki sonucu vardır: hipotalamustan iştah arttırıcı nöropeptid salgısı artar ve açlık hissini yokeden a-MSH (melanosit uyarıcı hormon) salgısı azalır. Melanositler üstderide ve benlerde bulunan hücrelerdir; içlerinde siyah melanin pigmenti tanecikleri bulunur. Leptin bunlara ek olarak pankreas ve karaciğeri de etkileyerek enerji homeostazı sağlar (enerji sarfı ve besin alımını dengede tutar).



1950'den beri taşıdıkları genler nedeniyle ob/ob diye tanımlanan fareler dikkat çekiyordu; bunlar durmadan yem yiyorlar, çok şişmanlıyorlar ve şeker hastası oluyorlardı. 1994'de New York Rockefeller Üniversitesi Howard Hughes Tıp Enstitüsü'nden Jeffrey Friedman ve arkadaşları farede ob, insanda Ob geninin yapısını buldular ve bu genin yaptırdığı proteine leptin adını verdiler (leptos Yunanca ince demek); ob/ob farelerinde leptin yaptırıcı genler yoktu; bu farelere leptin enjekte edilince onların normal ağırlıklarına indikleri görüldü.

Leptinin fizyolojik rolü, türden türe değişiyor. Cambridge'den O'Rahilly'nin grubu ob/ob faresinin insandaki benzeri olarak iki şişman çocuğa rastladı. Fakat farelerden farklı olarak çocuklarda diyabet ve hipotermi (vücut sıcaklığının azalışı) yoktu. Fakat O'Rahilly çocuklardan birine leptin enjekte etmeye başlayınca çocuk hızla kilo verdi.

Şişman insanların çoğunda leptin eksikliği değil, fazlalığı vardır; bu leptine direnç anlamına gelmektedir. Fakat 2. tip diyabette de kanda insülin hormonu artmasına karşın bazen insülin tedavisi gerekir. Amgen firması 1999'da 73 gönüllü şişman hasta üzerinde bir deney yaptı: hastalar kendilerine leptin ya da plasebo (başka bir ilacın etkisinin anlaşılabilmesi için, bazı deneklere "ilaç" diye verilen, etkisiz kontrol maddesi) enjekte ettiler. En yüksek doz alan 8 hasta ortalama 7.1 kg. kaybetti; plasebo alanlar günde 1.3 kg. kaybettiler. Bu %100 sonuç verici bir tedavi değil; fakat etkili olabilir. Leptin, şişmanlık için son tedavi değil; o yalnızca bu yolda atılmış ilk adım.

Birçok araştırmacı, leptinin zayıflatmakta etkin olmasa da verilen kiloların geri alınmamasında etkin olacağı kanısında.

Başka Arayışlar

Son 5 yıl içinde şişmanlıkla ilgili 12 kadar anahtar molekül bulundu. Örneğin iştah azaltıcı a-MSH'i kuvvetlendirecek moleküller aranıyor. MSH, derinin rengini veren melanosit hücrelerini uyarır; bunun sonucu deri rengi koyulaşır. a-MSH'ın ikinci görevi iştahı azaltmaktır. Harvard Tıp Fakültesi ve Joslin Diyabet Merkezi'nden Elephteria M.Flier ve diğer araştırmacılar, bloke edici kilo verdirten moleküller üzerinde çalışıyorlar. Örneğin MCH (melanin yoğunlaştırıcı hormon) üzerinde

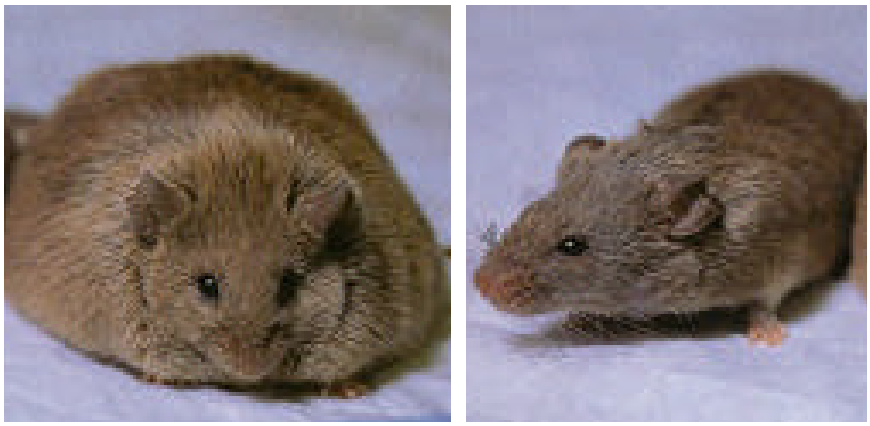


leküle de ilgileniyorlar. CNTF (ciliary neurotrophic factor). Bu dejeneratif sinir sistemi hastalıklarının tedavisinde kullanılması düşünülen sinir büyütme faktörlerinden biri. CNTF, amiyotrofik lateral skleroz denilen kronik sinir hastalığının tedavisinde denendi; pek iyileşme sağlanamadıysa da hastaya çok kilo verdirtti. Roma Moleküler Biyoloji Araştırmaları Enstitüsünden Ralph Laufer ekibi de, CNTF'nin şişman fareleri zayıflattığını gösterdi. New York'taki Regeneron ilaç firmasından G.Yankopoulos ve ekibi CNTF'nin patentli türevi ak- sokinle deneylere başladı. Aşırı yağlı diyet verilerek şişmanlatıl-, leptine dirençli kemiricilerde kin enjeksiyonu, vücut ağırlığını azalttı ve hayvanlar normal diyet- e döndüler; bu etki enjeksiyon- sonra günlerce sürdü.

999 Eylül'ünde Regeneron ilaç ası, aksokinle l. faz klinik dene- eri tamamladı. Yüksek dozlar ve bulantı yaptıysa da düşük ar yan etkisizdi. Hastaların çoğu mli ölçülerde zayıfladı; oysa günkalorilerini yalnızca 500 kalori tmışlardı.

Diyetle zayıflamada şöyle bir sıra izlenir: Zayıflama diyeti → kanda yağ doku erimesine paralel leptin azalışı → vücudun bunu "tam açlık alarmı" olarak algılaması → iştahın dehşetli artışı → kiloları geri alma. Leptin enjeksiyonları beynin "yağ depoları elden gidiyor" mesajını almasını önleyecek.

Amgen firması "leptin benzerleri" üzerinde çalışıyor. Kanda daha uzun kalabilen ya da kan-beyin barajını daha iyi aşabilen leptinler aranıyor. Şişmanlarda beyin-omurilik sıvısında kana oranla 4 kat daha az leptin bulunduğundan bu barajı aşabilen leptinler önemli. Şişman diyabetlerde pankreasın hücrelerinde biriken yağ, bu hücreleri öldürür. Dallas'daki Teksas Üniversitesinden Roger Unger leptinin bu olayı önleyebileceğini düşünüyor; fakat diğer araştırmacılar leptin-insülin etkileşmesinin henüz tam aydınlanmamış ve tartışmalı bir konu olduğu düşüncesindeler.



Farelerin zayıf veya şişman oluşunu genleri belirler: Solda leptin yapamayan şişman ob/ob faresi. Sağda bu farenin 14 gün C75 ile tedavisinden sonraki durum.

Zayıflatıcı Yeni Bir İlaç: Fasi

Şişmanlık gelişmiş ülkelerde büyük bir sağlık problemi haline gelmiş durumda. ABD'de nüfusun %50'den fazlası aşırı kilolu; şişmanlık hem artmakta, hem de daha öldürücü hale getiriyor. Şişmanlık tip 2 diyabeti, kalp-damar ve beyin-damar hastalıklarını arttırmakta, hayatı kısaltıyor.

Science dergisinin Haziran 2000 sayısında yeni bir zayıflatma ilacından sözediliyor: FASI (Fatty Acid Synthase Inhibitors=yağ asit sentaz baskılayıcıları). FAS, asetil-koenzim A ve malonil koenzim A'dan uzun yağ asit zincirleri sentez ettiren enzimdir. ABD'de Johns Hopkins Üniversitesinden Thomas M.Loftus ve arkadaşları yeni bir FAS inhibitörü sentezlediler: C75. Karın içine C75 verilen farelerde dozla doğru orantılı olarak büyük kilo kaybı meydana geldi. İlaç kesildikten sonraysa fareler eski kilolarına döndüler. Farelerde hiçbir yan etkiye rastlanmadı.

İlaç beslenmeyi azaltarak zayıflatıyor. İlaç verilen farelerde ilk 24 saatte besin alımı %90 azaldı. İlaç kesildikten 48-72 saat sonra da beslenme normale döndü. C75 su içmeyi ve idrar hacmini de %40 azalttı.

Nöropeptid (NPY), hipotalamus üzerinde etkili nöropeptidlerden birisidir.NPY besin alınmasını arttırır. Açlık durumunda NPY artar. C75, NPY'ye bağlı beslenmeyi bloke eder. C75 verilerek iştahları azaltılmış farelerin beynine NPY enjekte edildiğinde, hayvanların çok oburlaştığı görüldü; yem yemeleri 9 kat arttı.

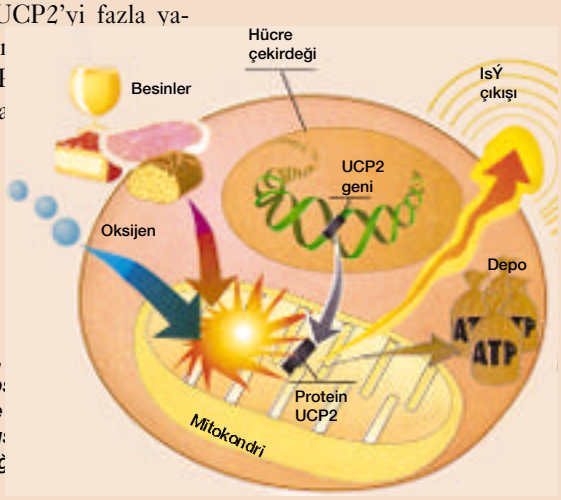
Leptin doyma halinde artar ve NPY salgısını azaltır. Leptin yağ asit sentezinin merkezi olan beyaz yağda yapılır. C75 verilmiş farelerde leptin azalıyor. Böylece C75 etkisinin leptinden bağımsız olduğu anlaşılıyor. Bu durumda leptin yapamayan şişman ob/ob farelerinin C75 ile zayıflamaları beklenir ve öyle de olmuştur. Şişman ob/ob farelerine 2 hafta karın içine C75 verilmesi,10 gr. zayıflama sağlamış, bu farelerin yağlanmış karaciğerini normale döndürmüş ve yükselmiş olan kan şekerini 3 kat azaltmıştır.

C75'in ya beyni direkt olarak etkileyerek, ya da beyindeki NPY yapıcı nöronlar yoluyla iştahı azalttığı anlaşılıyor. Bu çalışmalar bize FAS'ın beslenme kontrolündeki rolünü gösteriyor; FAS inhibitörleri kilonun ve iştahın kontrolünde dolayısıyla a gelecekte şişmanların zayıflatılması için kullanılabilecektir.

Selçuk Alsan

Şişmanlıkta Yeni Bir Protein

Bir Fransız - Amerikan arastırmacılar ekibi 11. kromozom ützerinde UCP2 (uncoupling protein 2) denilen bir proteinin genini buldular. Bir insanın çok yemesine rağmen kilo almayışını ya da az yemesine rağmen şişmanlamasını bu protein belirliyor. Bu protein hücrelerde fazla miktarda bulunursa, alınan besinlerdeki enerjiyi ATP olarak depolamak yerine ısıya dönüşür. California Üniversitesi'nden genetikçi Kreg Warden farelerde bu proteinle zayıflık şişmanlık arasındaki iylişkiyi keşfetti. UCP2'yi fazla yapan fareler zayıf, az yapa şişman oluyor. İnsanda UCI etkisi halen araştırılıyor. İla firmaları, UCP2 temeline dayanan zayıflatıcı ilaçlar aramaya başladılar.



Alınan besinler hücrelerde, solunumla alınan 0_2 ile karşılaşır. Sonuç: besinlerin oksitlenmesi, Bu oksitlenme enerjisi kısmen ısıya dönüşür, kısmende ATP (adenosin trifos fat) olarak depolanır UCP2 ne kadar fazla ise o kadar fazla ı oluşur ve depolanma az olduğ şişmanlık oluşmaz.

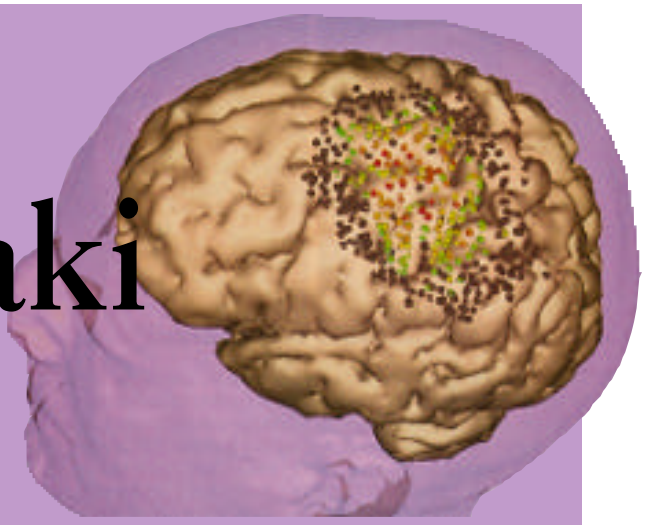
Kaynaklar

Brash, G. S., Farooqi, S., O'Rahılly, S., "Genetics of Body - Weight Regulation", Nature, 6 Nisan 2000

Mamane, B., "Qu'est-ce qui Fait Grossir les Gros?" Science&vie Junior, Haziran 1997

Gura, T., "Enzyme Blocker Prompts Mice to Shed Weight" Science 30 June, 2000

Beynimizin Şişmanlıktaki Rolü



YediÛimiz yemeklerin bileßimi ve miktarÝsürekli deÛißir. Bu deÛißmede duygularÝmÝzÝiçinde bulunduÛumuz çevre, günün saati, kolaylÝkve fiyat rol oynar. Bunlar biyolojik olmayan öğelerdir. Besin alÝmÝkißiden kißiye ve aynÝkißide bile durmadan deÛißir ve her zaman enerji sarfÝnaparalel gitmez. Fakat birçok yemek gözönüne alÝnÝrsa,vücudun depolanan yaÛla enerj sarfÝarasÝndabir denge kurduÛu anlaßÝlÝÝr.Vücut bu dengeyi inceden inceye kontrol eder; buna "enerji homeostazÝ"(enerjiyi aynÝdüzeyde tutmak) deniliyor. Son yÝllardainsanlarda tek gene baÛlÝ(monogenik) birçok ßißmanlÝkßekli bulundu; bu keßiflerde farelerde ßißmanlÝÛayolaçan mütasyonların incelenmesi çok yardÝmcÝoldu. Fare ve insan ßißmanlÝklarÝarasÝndabüyük benzerlikler var. Besin alÝmÝnÝkontrol eden moleküllerin bulunmasÝßißmanlÝktedavisinde yeni umutlar yarattÝ.

Enerji Homeostaz Modeli

Bir süre aç kalan insan neden fazla yemek (hiperfaji) gereksinimi duyuyor? l953'te bir araştırmacı şu varsayımı ileri sürdü: Vücutta yağ depolarının artışı, beyne baskılayıcı uyarılar yollayarak besin alımını azalttırır. Vücut yağ depoları açlık sonucu azalınca, bu baskılayıcı etki kaybolur; iştah artar ve enerji açığı (alınan ve harcanan kaloriler arasındaki fark) kapatılana kadar besin alımı artar. Yirmi yıl sonra başka araştırmacılar farklı bir görüş öne sürdüler: Yemek sırasında, mide-bağırsak sisteminden salgılanan "doyma faktörleri beyinde baskılayıcı bir etki yaparak yemeğin sona ermesini sağlarlar.

Yağ Doku Sinyalleri: Leptin ve İnsülin

Pankreas hormonu insülin, kandan beyne geçerek besin alımını azalttırır. Daha sonra yapılan araştırmalar sonucunda da, leptin denen ve açlık hissini baskılayan hormondan yoksun farelerde görülen aşırı yeme ve şişmanlama hastalığının, yağ dokusunun salgıladığı leptin hormonunu yapan genin mutasyonuna bağlı olduğu anlaşıldı; bu farelerde mütasyon sonucu iştah azaltıcı leptin geni yokolmuştu ve bu durum çekinik (resesif) kalıtımla gelecek kuşaklara geçiyordu; bu nedenle farelerin iştahı olağanüstü artmıştı. İnsülin ve leptinin kandaki düzeyleri yağ doku miktarıyla doğru orantılıydı ve bu iki hormon, beyne kandaki düzeyleriyle doğru orantılı olarak giriyordu. Beyindeki sinir hücrelerinde insülin ve leptin almaçları vardır; bu iki hormonun doğrudan beyne verilmesi iştahı azaltır; azalmalarıysa iştahı arttırır.

Bedende depolanan yağ arttıkça vücut hücrelerinin insüline duyarlığı azalır; buna "insüline karşı direnç oluştu" denir. Bu durumu gidermek için hem açken, hem de tokken kandaki insülin düzeyi artar; çünkü insüline duyarlık azaldığında, kandaki glükoz düzeyi ancak artmış insülinle normal tutulabilir. Kanda artan insülin glükoz düzeyini normal tutamazsa, hastada "2. tip şeker hastalığı" oluşur. Bu, kalıtsal olabilen, 40 yaşından sonra başlayan, şişman kimselerde daha sık görülen ve insülin gerektirmeyen şeker hastalığıdır. "l. tip şeker hastalığı" ise çocuk ve gençlerde olur; şişmanlıkla ilgili değildir ve insülin gerektirir. Yağ depoları arttıkça kanda artan insülin beyne etki yaparak iştahı azaltır ve böylece kilonun daha fazla artmasını önler.

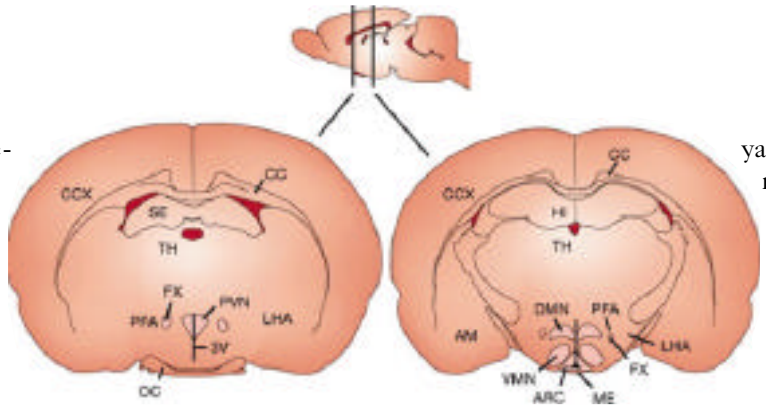
Leptin için durum farklı. Leptin salgısını belirleyen şey, yağ dokusunun miktarı değil, yağ hücrelerinde insülin etkisiyle glükoz kullanımının artışı. Bu nedenle, ani açlıklarda vücut yağ depoları tüketilmeden çok önce kanda leptin düzeyi düşer. Leptin beyin üzerinde iştah azaltıcı etki yaptığından da, leptinin azalması iştahı arttırarak yağ depolarının erimesini önler.

Enerji homeostazında, leptin insülinden çok daha önemlidir. Örneğin insülin eksikliği şişmanlık yapmaz; fakat leptin eksikliği, insülin düzeyi yüksek olsa da, aşırı yeme ve ileri derecede şişmanlığa neden olur. Olay aslında daha karmaşıktır. İnsülin bir yandan yağ depolarını, bir yandan da iştah azaltıcı leptin sente-

zini arttırır. Yağın depolanması insülin gerektirdiğinden, insülin yokluğunda, aşırı besin alınsa bile kilo alınmaz. Örneğin kontrolsüz şeker hastalığında (insülin azlığı) hem sıçanlarda, hem de insanlarda yağ depoları ve leptin azalır. Alınan aşırı kaloriler yağ yerine glükoza çevrilir ve bu glükoz idrarla dışarı atılır. Bu çeşit insülini ve leptini azalmış şeker hastalarında "şeker hastalarının aşırı yemesi" (diyabetik hiperfaji) oluşur; bu, insülin ve leptinin beyin üzerindeki iştah azaltıcı etkisinin kaybolmasına bağlıdır. İnsülin eksikliğine bağlı şeker hastalığı olan sıçanlarda, leptin enjekte edilmesi, kan leptin düzeyini arttırarak (insülini arttırmadan) aşırı yemeyi önler.

Bazı şişman insanlarda plazma leptin düzeyinin artmış bulunması, bu kişilerde leptine direnç oluştuğu varsayımını doğurdu. Bu gibi şişman hastaların beyni leptine duyarsızdı ve leptin tedavisi sonuç vermiyordu. Leptin almaçları mütasyona uğramış sıçan ve farelerle, şişman farelerde leptine direnç olduğu gösterildi.

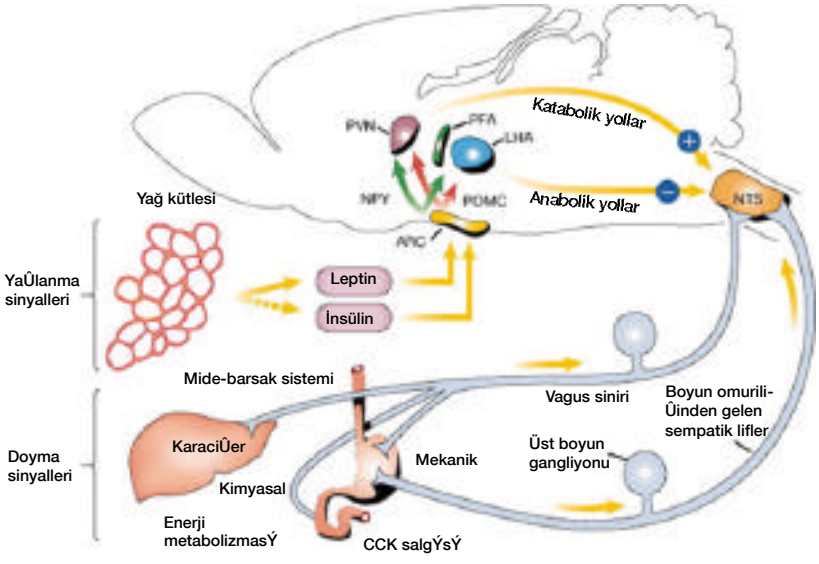
Kan-beyin barajının endotel hücreleri leptine geçirgen değilse, leptin beynin hücrelerarası sıvısına girerek nöronlar üzerindeki leptin almaçlarına bağlanamaz; leptine direncin bir nedeni budur. Kan-beyin barajında bulunan endotel (damar astar) hücrelerinde leptin almaçları vardır; bunlar leptini kandan beyine naklederler. Bu olayın aksamasının şişmanlık yapıp yapmadığı bilinmiyor; fakat BOS'da (beyin-omurilik sıvısı=beyni ve omuriliği çevreleyen sıvı yatağı) kana göre daha az leptin bulunması bu görüşü doğruluyor.



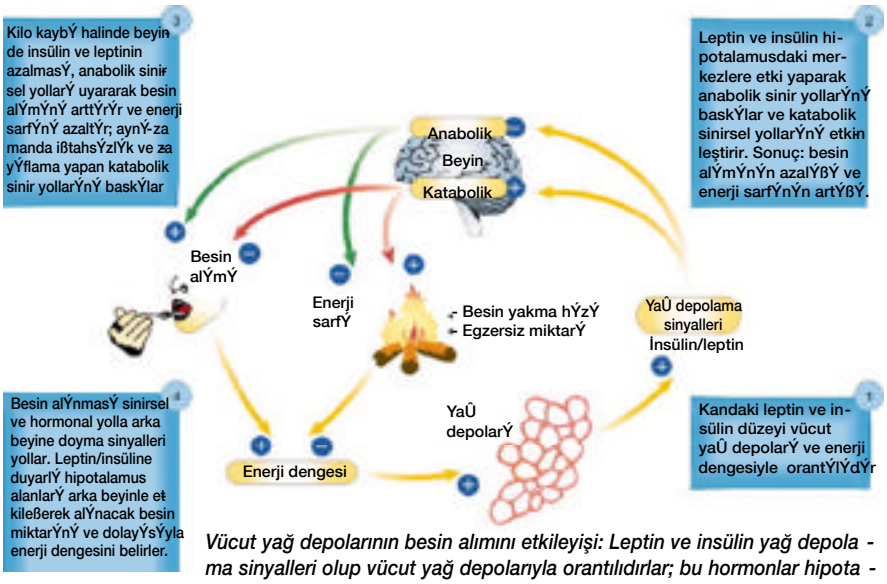
Besin alımını ve yağ depolama sinyalini etkileyen hipotalamus bölgeleri. En üstte sıçan beyninin uzunlamasına kesiti; koku soğanı solda, arka beyin sağda. Beyin iki seviyeden kesilmiş. ARC= Arkuat nukleus, PVN= paraventriküler nukleus, PFA=perifornikal alan, FX= forniks, LHA= lateral hipotalamik alan, VMN= ventromediyal nukleus, DMN= dorsomedyal nukleus, AM= amigdal (badem çekirdek), CC= corpus callosum (büyük bilişek=nasırsı cisim), CCX= beyin kabuğu, Hl= hippokampus (denizatı), ME= medyan eminens (orta çıkıntı), OC= optik kiyazma (görme sinirleri çaprazı), SE= septum (perde), TH= talamus, 3V=3. Karıncık

Beyinde Yağ Dokusunu Etkileyen Nöropeptidler

Beyindeki kısa aminoasit zincirlerinden biri olan nöropeptid Y (NPY) besin alımını arttırır. Sıçanlarda beynin yan karıncıkları içine ya da hipotalamusa direkt olarak NPY verilişi, besin alımını çok arttırırken enerji harcanımını azaltır ve aynı zamanda karaciğerin ve beyaz yağ depolarının yağ yapıcı enzimlerini etkinleştirir. Bunların sonucu olarak beyne sürekli ya da sık aralıklarla NPY verilişi, kolayca şişmanlığa neden olur. Ayrıca leptinin, arkuat (arksı) çekirdekte NPY genini baskılaması ya da NPY'nin genetik olarak etkisizleştirilmesi leptin yoksunu farelerde aşırı yeme ve şişmanlığı azaltır. Bundan anlaşılan, leptin eksikliğinin etkin olabilmesi için NPY sinyalinin gerektiğidir. İnsülin eksikliği olan şeker hastalarında görülen aşırı yeme, hipotalamusta NPY sentezinin ve salgılanmasının artışına paralel gider ve bu cevap beyne veya deri altına insülin vermekle bloke olur. Enerji homeostazında en önemli ve en karmaşık olan melanokortin sistemidir. Melanokortinler, örneğin bir melanosit etkinleştirici hormon (MSH) melanokortin almaçlarına yapışırlar. MC3 (melanokortin 3) ve MC4 (melanokortin 4) almaçlarının genleri yalnız beyinde etkin hale geçerler. MC'lerin sentetik benzerleri besin alımını azaltır, sentetik karşıtlarıysa besin alımını arttırırlar. Farelerde MC4 almacının yokluğu aşırı şişmanlık ve aşırı yemeye neden olur. Demek ki MC4 almaçları besin alımını ve vücut yağ kütlesini arttırırlar.



Yağ hücrelerince salgılanan leptinin ve pankreasın iç salgısı olan (ve yağ depolarıyla orantılı olarak salgılanan) insülinin merkez sinir sistemindeki besin alma ve enerji sarfetme alanlarını etkileyişi. Leptin ve insülin arkuat nukleusda (ARC) katabolik POMC/CART nöronlarını uyarır ve anabolik NPY/AGRP nöronlarını baskılar. Bu nöronlar PVN,PFA ve LHA'ya akson gönderirler. Hipotalamustan çıkan anabolik ve katabolik uyarılar arka beyindeki NTS'e (nucleus tractus solitarius) gelirler. NTS'e aynı zamanda karaciğer ve mide-barsak sisteminden doyma sinyalleri (örneğin (CCK=Kolesistokinin) erişir. Bu sinyaller vagus siniri ve sempatik sinirlerle NTS'e ulaşır. Doyma sırasında beyindeki anabolik yollar baskılanır ve katabolik yollar uyarılır. Böylece doyulur ve yemek sona erer. Zayıflama diyetlerinde beyin sapındaki NTS'e gelen doyma sinyalleri zayıflar ve vücut besin alımını arttırmak ister. NTS'den beyin yarım kürelerine de yollar gider; burada gösterilmemiştir.



Vücut yağ depolarının besin alımını etkileyişi: Leptin ve insülin yağ depolama sinyalleri olup vücut yağ depolarıyla orantılıdırlar; bu hormonlar hipotalamusda katabolik (besin yakıcı) sinir yollarını uyarıp anabolik (besinlerin yakılmasını önleyici) sinir yollarını baskılarlar. Bu yolların enerji dengesi (alınan kaloriyle sarfedilen enerji arasındaki fark) üzerinde birbirine karşıt etkileri vardır. Yağ depo edilip edilmeyeceğini enerji dengesi belli eder.

Hipotalamusda Nöropepdid Sinyalleri

60 yıl kadar önce beyin harabiyeti ve beyin uyarılması yollarıyla besin alımını ve vücut ağırlığını en çok arttıran merkezin hipotalamus olduğu gösterildi. Hipotalamusta bir "doyma merkezi" (VMN=Ventromedyal nukleus) ve bir de "acıkma merkezi" (LHA=Lateral hipotalamik alan) olduğu biliniyordu. Doyma merkezinin elektrikle uyarılması besin alımını azaltıyor ve bu merkezdeki hasar aşırı yeme ve şişmanlık yapıyordu. Acıkma merkezinin elektrikle uyarılmasıysa, aşırı yemeye neden oluyordu. Enerji homeostazında rol oynayan özel nöron altkümelerini tanıdıkça, besin alımını ve kiloyu kontrol eden özel "merkezler" bulunduğu düşüncesi terk edildi. Bunun yerini vücudun yakıt depolarından gelen girdilerle bütünleşmiş sinir devreleri aldı.

Doyma Sinyalleri Yemek Miktarını Kontrol Eder

Enerji homeostazını sağlamak için yemeklerin miktarı ve/veya sıklığı kontrol edilmelidir. Yemeğe son verilmesini doyma sinyalleri sağlar. Yemeğe başlamayı birçok iç ve dış faktör etkiler (ruhsal durum, günün zamanı, besinin hazır ve lezzetli oluşu ve çevrenin etkileri). Yemeğin bitirilmesiyse biyolojik olarak belirlenir. Genellikle yemek miktarını vücut yağ depoları belirler.

Beyne nöropeptid Y verildikten sonra fareler sık değil, fakat çok yerler. Buna karşılık leptin verilmiş farelerde de yemek sayısı değişmez; fakat her öğünde yenilen yem azalır. Öyle anlaşılıyor ki, enerji homeostazında rol oynayan sinyaller yemeklerin sayısını değil, miktarını etkiliyorlar. Doyma merkezi hipotalamus değildir. Yemek yendikten sonra, doyma sinyalleri üst arka beyne vagus sinirinin getirici lifleriyle ulaşır ve ayrıca mide-üstbağırsak sisteminden gelen sinir lifleri omuriliğe gelir. Midebağırsak sisteminden gelen veriler, beyin sapının alt bölümündeki "nucleus tractus solitarius"a (NTS)'a gelirler; bu çekirdek mide-bağırsak sistemi ve iç organlardan gelen uyarıları, örneğin tat duyusunu da alır. NTS'ye şuralardan doyma sinyalleri gelir: besin sindirimi sırasında ince bağırsak ve mideden gelen mekanik ve kimyasal sinyaller, karaciğerde enerji oluşmasından gelebilecek sinirsel uyarılar ve besinin ince bağırsakların nöro-endokrin salgı sistemini uyarmasıyla kana verilen kolesistokininin (CCK) artışı.

Doymanın arka beyinle ilgisi olduğu kesindir; örneğin leptin ve insülin, CCK'nın doyurucu etkisini arttırır. Bunlar vagus sinirinden gelen uyarılara karşı NTS nöronlarını duyarlı kılarlar.

Son zamanlarda leptinin CCK'nın NTS nöronlarını uyarıcı etkisini arttırdığı gözlemlendi.

Ama NTS nöronlarının önbeyinden gelen doyma sinyallerini bütünleştirdiği de düşünülüyor. NTS nöronları, PVN gibi önbeyin alanlarıyla karşılıklı bağlantı yapmıştır. Doyma ve enerji homeostazı birden çok beyin alanını içerir. Ayrıca NTS'de hem leptin gibi açlık baskılayıcı, hem de POMC gibi uyarıcı nöronların bulunuşu enerji homeostazında hem önbeyin hem de arka beynin rol oynadığını gösteriyor.

Tedavi

Melanokortin azalışına bağlı şişmanlık, melanosit almacı etkisi gösteren ilaçlarla tedavi edilebilir.

Örneğin POMC (vücudumuzun oluşturduğu morfinlerin ve böbreküstü bezini uyarıcı hormonun ana molekülü) yapamayan farelerde oluşan şişmanlık MC4 almaç benzerleri tarafından tedavi edilebilir. leptin yoksunu fareler gibi kalıtsal olarak şişman olan insanlara leptin verilmesi, kiloyu azaltır. Fakat leptine dirençli şişmanlık, leptin tedavisine cevap vermez.

Melanokortin almaç eksikliğine bağlı şişmanlıklar, leptin ya da melanokortin almaç benzerleriyle tedavi edilemez. Görülüyor ki şişmanlığın fizyopatolojisini daha iyi anlamak yeni ilaçlar yaratabilecek. Şişman insanlara, tedavi için çeşitli şişmanlık giderici ilaçlar vermek gerekecek.

AGRP'nin kemiricilerde besin alımını arttırması, onun kanser ve AİDS'e bağlı zayıflamalarda ve anorexia nervosa hastalığında (ruhsal nedenlerle besin alımının çok azalması) kullanılabilmesi umudunu doğurmuş bulunuyor.

Bütün bunlar besin alımı ve enerji homeostazının incelenmesinin önemini ortaya koyuyor. Böylece hem zayıflama, hem de şişmanlık tedavi edilebilecek. Kilo azaltıcı ve arttırıcı hastalıkların tedavisine akan büyük paralar düşünülürse, bu araştırmaların zorunlu olduğu ortada.

Nature, 6 Nisan 2000
Çeviri: Selçuk Alsan

Şişmanlığın Yol Açtığı Hastalıklar

NE GARİPTİR ki, bugün dünyada açlıktan kurumuş insan sayısı kadar şişman insan vardır. Şişmanlık giderek artmaktadır. Bugünkü dünyada şişmanlık, beslenme yetersizliği ve bulaşıcı hastalıklardan daha sık görülüyor. Şişmanlıkla savaşmanın yolu onun fizyopatolojisini, yani bedende hangi normal mekanizmaları bozduğunu anlamaktan geçiyor. l995'te Jeff Friedman yağ dokuda yapılan ve beyin yoluyla iştahı azaltan "leptin" hormonunu bulduğu zaman, şişmanlığa bir çözüm bulunduğu sanıldı; bunun o kadar kolay olmadığını göreceğiz.

Şişmanlık bugün dünya çapında bir sağlık sorunu, çünkü yüksek tansiyon, kalp hastalığı ve şeker hastalığı riskini arttırıyor. Şişmanlığın gen ve molekül düzeyinde araştırılması artık bir zorunluluk.

Hayatı Kısaltıyor

Şişmanlık, hastalık ve ölüm oranını arttırır. Tam bilinmeyen nedenlerle şişmanlık yüksek tansiyon, kalp hastalığı, şeker hastalığı ve kanser riskini arttırır. Orta derecede bir kilo kaybı bile bu riskleri azaltır.

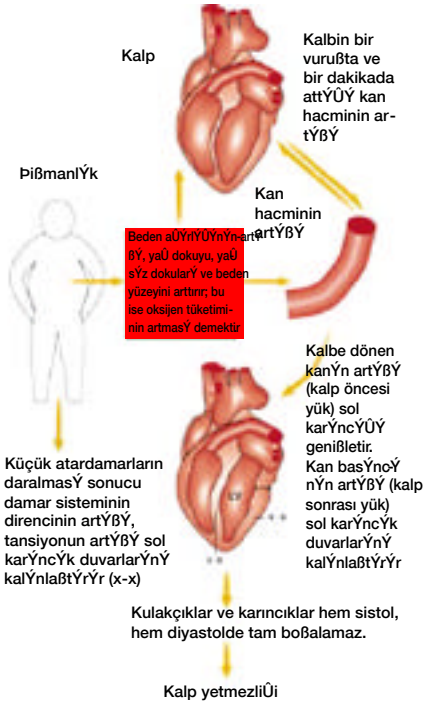
Şişmanlık Risk Faktörü

Şişmanlık, tip 2 (insülin gerektirmeyen) şeker hastalığı, yüksek tansiyon, koroner kalp hastalığı, safra taşı, bazı kanser çeşitleri, solunum zorlukları (uykuda solunum durması ya da uyku apnesi) ve kireçlenme riskini artırır. Şişmanlığın olumsuz etkileri l0 yıl ya da daha fazla gecikebilir. Hayat sigortası ve epidemiyoloji çalışmaları gösteriyor ki şişmanlık hayatı kısaltıyor. 26 yıllık bir süre gözönüne alınırsa, 30 ile 42 yaş arasında alınan her yarım kilo ölüm riskini %l; 50 ile 62 yaş arasında %2 arttırıyor.



Şişmanlığa Bağlı Hastalıklar

Genel şişmanlık kan hacmini ve kalbin iş yükünü büyük ölçüde artırır. Karında ve göğüs kafesi etrafında yağ depolanması, solunumu zorlaştırır. Üst gövde şişmanlığı diye tanımlanan durumda, karın organları etrafında yağ depolanmıştır; bunun sonuçları hipertansiyon, kanda insülin artışı ve insüline direnç, şeker hastalığı ve kanda yağların artmasıdır.



Bel Çevresi ve Şişmanlıkla İlgili HastalÝk Riski

	Risk artmÝß	Risk çok artmış
Erkek	³94 cm	³l02 cm
KadÝn	³88 cm	³88 cm

Tip 2 Şeker Hastalığı

Şişmanlıkta açlık plazma insülini artmıştır ve ağızdan glükoz verilerek yapılan glükoz yükleme testinde insülinin aşırı arttığı görülür; bunun anlamı insüline direnç oluştuğudur. Lipoliz (yağ depolarının erimesi), yağ depolarının yerine göre değişir. Noradrenalinin yağ eritici etkisi karında yağ depolanmasında, kalçalar ve uylukta yağ toplanmış olmasına göre daha belirgindir.

Diyabet riski BMI ile oranlıdır: kadınlarda diyabet BMI=25 ise beş kat, BMI=30 ise yirmisekiz kat, BMI 35 ya da daha büyükse doksanüç kat artar (BMI ≤ 2l'e kıyasla). 8-l0.9 kg alan kadınlarda diyabet riski 2.7 kat artar. Erkeklerde BMI 24 ya da daha büyükse, diyabet riski artar. BMI 25-26.9 ise di-

Şişmanlıkta kalp-damar fonksiyonu. Kilo artışı, hem yağ dokusunu, hem yağsız dokuları hem de beden yüzeyini arttırır. Bu durum kan hacminin, kalbin bir vuruşta ve bir dakikada attığı kanın artmasıyla beraberdir. Kalbin yükü arttığından sol karıncık genişler ve sol karıncık duvarı kalınlaşır. Bazı şişman insanlarda küçük damarların daralması damar direncini arttırır ve hem kan basıncının yükselmesine, hem de sol karıncık duvarının sol karıncık boşluğunu daraltacak biçimde kalınlaşmasına neden olur. Sonunda hem kulakçıklar, hem de karıncıklar genişler ve gevşer; kalp için deki kanı boşaltamaz; kalp yetmezliği başlamıştır.

yabet 2.2 kat, 29-30 ise 6.7 kat ve 35 ya da üstüyse 42 kat artar. Bel çevresinin l02 cm'den fazla oluşu diyabet riskini 3.5 kat arttırır.

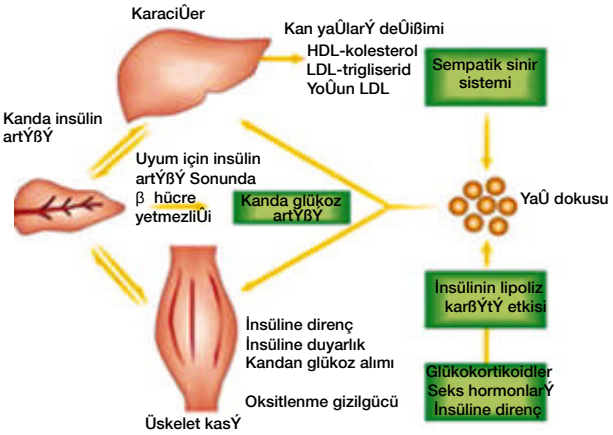
Şişmanlıkta Kalp-Damar Fonksiyonları

Yağ dokusunun artışı, vücudun oksijen tüketimini ve kalp debisini (l dakikada atılan kan) arttırır. Şişmanlıkta kan hacmi, kiloyla doğru orantılı olarak artar. Bunun sonucu sol karıncığın işi ve dinlenmedeki kalp debisi büyür. Kalp, bir vuruşta attığı kanı (vurum hacmini) arttırarak, vuruş sayısı artmadan, debisini arttırır. Bunun için de sol karıncığın diyastolde (vuruş aralarındaki gevşeme evresinde) iyice kanla dolması gerekir. Bu yükler sonucu sol karıncık genişler ve kalınlaşır. Bu kalınlaşma sol karıncığı daraltmaz; sol karıncık kütlesi BMI ve aşırı kiloyla doğru orantılı olarak artar. Kan basıncı, kalp debisine ve damar direncine bağlıdır (damar daraldıkça direnç ve basınç artar). Orta derecede şişman olanlarda kalp debisi artmışsa da her zaman hipertansiyon yoktur.

Sistemik damar direnci artınca hipertansiyon oluşur ve sol karıncık duvarı, sol karıncığı küçültecek şekilde kalınlaşır.

Kalp kasının kasılmasına sistol, gevşemesine diyastol diyoruz. Sol karıncık artan kan hacmine karşılık veremeyince sistolik kalp yetmezliği başlar. Sol karıncığın genişlemesi kalp kasılmasını azaltır. Kalp debisi artmasına karşın şişman kişilerde kiloyla orantılı olarak sol karıncık kasılması azalır. Kalınlaşan sol karıncık duvarı, artmış olan kan hacmine, diyastolde uyum sağlayamaz ve diyastolik kalp yetmezliği başlar. Sistolik ve diyastolik kalp yetmezliği birleşerek tam kalp yetmezliği yaparlar. Şişmanlarda kalp yetmezliği direkt olarak aşırı kiloyla orantılıdır.

Sol karıncık duvarının kalınlaşması koroner kalp hastalığı (kalbi besleyen koroner damarların arteriyosklerozla daralması), ani ölüm ve düzensiz kalp ritmi (aritmi) riskini arttırır. BMI 25-28.9 ise koroner kalp hastalığı iki kat, 29'dan büyükse 3.6 kat artar (BMI ≤ 2l'e kıyasla). Erkek ve kadınlarda 26 yıl içinde koroner kalp hastalığı görülme riski aşırı kiloyla orantılıdır. 50 yaş altı şişman kadınlarda koroner hastalık 2.4 kat, erkeklerde 2 kat artıyor.

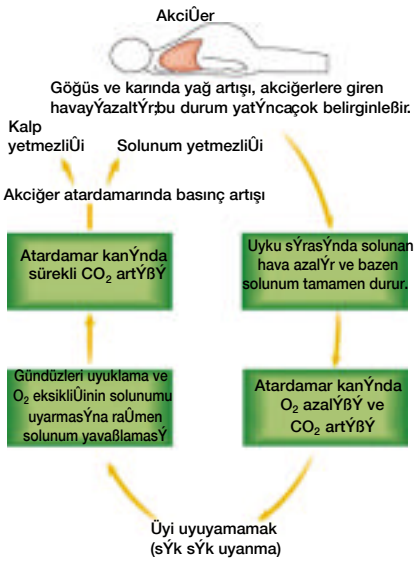


Yağ dokusu artışının insülin ve glükoza etkileri. Lipoliz (yağ yıkımı) serbest yağ asitlerini (FFA) arttırır. Bu, karaciğerin insülin alışını bloke eder ve bu yolla glükoneogenezi (aminoasitlerin glükoza dönüşümü), karaciğerin glükoz yapmasını ve kandaki yağları arttırır. İnsülin kanda artmış, iskelet kaslarının insüline duyarlığa azalmış ve glükoz kullanımı düşmüştür. Başlangıçta pankreas aşırı insülin salgılayarak uyum sağlar. Pankreas β hücreleri yetersiz kalınca kan glükozu yükselir ve tip 2 diyabet başlar.

Şişmanlıkta Uykuda Solunum Bozuklukları

Göğüs ve karında yağ artışı soluk alıp vermeyi zorlaştırır; solunan hava miktarı azalır. Özellikle düz yatınca bu zorluklar belirginleşir. Şişman insanlar uykuda soluk alma zorluğu yaşayabilir.

Uykunun rüyalı uyku ya da REM uykusu evresinde kaslar gevşer, atardamarlarda oksijen azalır, karbondioksit artar. Normal insanlarda da REM uykusu sırasında soluk durması (apne) olabilir. Fakat şişmanlarda REM uyku sırasında soluk alma, uzunca bir süre durabilir (uyku apnesi); bunun sonucu



Şişmanlıkta uykuda solunum bozuklukları: Şişman insanların solunumları yattıkları zaman zorlaşır. Uykuda solunan hava miktarı azalır ve solunum geçici olarak tamamen durabilir; buna apne denir. Bu hastalığın adı da "uyku apnesi" dir. Soluk durması sırasında atardamar kanında oksijen azalır ve CO_2 artar. Bu durum uyku sırasında kalp krizine, felçlere ve kalpte tehlikeli ritm bozukluklarına (aritmi) neden olabilir. Uyku apnesi çok sık olarak horlamayla beraberdir; soluk durması horlamanın kesilmesinden anlaşılır. Uyku apnesinde hastada gündüz uyuklamaları, kanda sürekli olarak 0_2'nin azalması ve CO_2'in artışı, akciğer atardamarında basınç artışı vardır; sonunda sağ kalp yetmezliği ve solunum yetmezliği oluşur.

kan oksijeni azalır ve kalpte tehlikeli düzensiz ritmler (aritmi) oluşabilir. Şişman erkek ve kadınlarda REM uykusu sırasında dili hareket ettiren kaslar (genioglossus) gevşer ve bunun sonucu dil arkaya kayarak yutağı tıkar. Bu sırada solunum durur; kan oksijeni düşer. Hastalar boğulma hissiyle ya da düzensiz kalp atışlarıyla uyanabilirler. Bu gibi hastalar daima horlarlar ve soluğun durduğu horlamanın kesilmesiyle anlaşılır. Bir çoğu saniyeler süren soluk duruşundan sonra uyanmadan tekrar soluk almaya başlar; bir bölümü de soluk durması uzayınca boğulma hissiyle uyanırlar. Bu soluk durması nöbetleri gecede 50-60 kere ya da daha fazla olabilir. Hastanın eşi, horlamanın kesilmesinden bunu teşhis edebilir.

Bu durumun devamı halinde şunlar ortaya çıkar: gündüzleri uyuklama nöbetleri, atardamar kanında sürekli oksijen azlığı ve karbon dioksit fazlalığı, akciğer atardamarında basınç artışı ve bunun sonucu sağ kalp yetmezliği. Bu tabloya şişmanlık-hipovantilasyon sendromu denir (eskiden Pickwick sendromu deniliyordu)

İsveç şişmanlık çalışmasında 3034 erkek ve kadın incelendi. BMI 35'ten fazla olan erkeklerin %50'den fazlasında ve kadınların üçde birinde horlama ve soluk durması (uyku apnesi) bulundu. Aynı yaşlardaki İsveç erkeklerinde horlama oranı %l5-5 idi.

Uyku apnesi sırasında kalp krizi ya da felç olabilir. Horlama uykuda oluşan felçler için önemli bir risk faktörüdür; soluk durma sırasında beyin damarları beyne yeterli oksijen götüremeyebilir; bunun sonucu beyinde doku ölüşü (beyin enfarktüsü) ve felçtir.

Nature, 6 Nisan 2000
Çeviri: Selçuk Alsan

Beslenme Alışkanlıklarımıza Evrimsel Yaklaşım

Onlar, kalp hastalÝÛÝ, kanser, ßeker, baÛÝßÝklÝ sistemi hastalÝklarÝ ve ßißmanlÝk gibi hastalÝklarÝn, günümüz insanÝnÝn özellikle beslenme konusunda "doÛal" olmayan yaßam biçimi yüzünden bu kadar yaygÝnolduÛunu öne sürüyorlar. "DoÛal beslenme" sözüyle anlatÝlmakistenense, hormonsuz sebze ve meyveler ya da katkÝmaddesi içermeyen besin ürünleri deÛil; avcÝlÝk-toplayÝcÝlÝkla geçinen atalarÝmÝzÝn beslenme düzeni. Ünsanlar, avcÝlÝk-toplayÝcÝlÝkla yaßarken yapraklar, böğürtlen ve çilek gibi meyvelerle, sert kabuklu yemißlerle, av eti ve balÝkla besleniyorlardÝ; bu saydÝÛÝmÝz hastalÝklarÝn da neredeyse hiçbirine yakalanmÝyorlardÝ. AvcÝ-toplayÝcÝ atalarÝmÝz, bizler gibi ißlenmiß tahÝllarla, yaÛlarla ve ßekerle beslenmeye baßladÝktan sonra bu hastalÝklaronlarda da görülmeye baßlandÝ. Üßte, saÛlÝklÝ ve uzun bir ömür sürebilmemiz için avcÝlÝk-toplayÝcÝlÝkla yaßayan atalarÝmÝzÝn beslenme alÝßkanlÝklarÝnÝ benimsememiz gerektiÛini savunan bir grup araßtÝrmacÝnÝn görüßleri özetle böyle…

BESLENMEYLE SAĞLIK arasındaki ilişkinin evrimsel bir bakış açısıyla incelenmesi yeni bir araştırma alanı. Disiplinler arası çalışma gerektiren bu alanda arkeoloji, antropoloji, etnobotanik, evrim, biyoloji, kalıtımbilim, beslenme gibi konularda uzmanlaşmış araştırmacıların katkılarına gereksinim duyuluyor. Beslenme konusuna evrimsel yaklaşım, daha önce üzerinde durulmamış araştırma konuları ortaya çıkmasını sağlıyor. Şimdilik sınırlı sayıda olan bu araştırmalar, beslenme düzeninde tahıllar ve çeşitli tohumlardan elde edilen yiyeceklere ağırlık vermenin, evrim sürecinde kazanılmış bazı kalıtsal özelliklere ters düşmesi nedeniyle sağlık sorunlarına neden olabileceğini gösteriyor. Bu görüşü destekleyen şöyle bir gerçek de var: Doğada yaşayan ve doğal besinleriyle beslenen hayvanların kilo sorunu olmuyor ve onlar hiç bir zaman kanser ya da kalp ve damar hastalıklarına yakalanmıyorlar. Öte yandan, evlerimizde beslediğimiz hayvanların ölüm nedenleriyse genellikle bu tür hastalıklar oluyor.

Bugün dünyanın dört bir yanında insanların en çok tükettiği besinlerin başında tahıllar, baklagiller ve patates gibi bitki kökleri geliyor.Bu besinlerin çoğu ham olarak yenilemiyor; yenebilir hale gelmesi için öğütülmesi ya da ıslatılması ve pişirilmesi gerekiyor. Bu besinlerin en önemli özelliğiyse ağırlıklı olarak, kolayca sindirilebilen karbonhidratlardan oluşması. Colorado Üniversitesi'nden evrimsel biyolog ve beslenme uzmanı Loren Cordain'in görüşleri çevresinde toplanan bir grup bilim adamı, bedenlerimizin hızlı sindirilebilen karbonhidratlarla başa çıkmak için yeterli donanımı olmadığı için; karbonhidrat açısından



zengin besinlerle beslenmenin, şişmanlığa, damar tıkanıklıklarına, kansere ve şeker hastalığına yol açtığına dikkat çekiyorlar. Bu besinlerde bulunan, vücudumuza yabancı proteinler ve zehirler, tükettiğimiz doğal olmayan işlenmiş yağların etkisiyle birleşince de kalp hastalıkları, kanser ve bağışıklık sistemi hastalıkları ortaya çıkıyor. Sonuç: Eğer et, balık, taze meyvalar, lifli sebzeler, yumurta, sert kabuklu yemişlerden oluşan avcı-toplayıcı tarzı beslenmeye dönersek, bugün karşı karşıya olduğumuz korkunç hastalıkların çoğundan kurtulur ve daha uzun yaşarız.

Tarımın bulunuşu, insanlık tarihinde özel bir yere sahip. Eski insanlar, çok uzun yıllar boyunca besin bulmak için dolaşmak zorundaydılar. Günümüzden 10 bin yıl kadar önce dünya üzerindeki birkaç merkezde insanlar hayvanları evcilleştirmeye, tarım yapmaya başladılar. Bulunduktan bir kaç bin yıl sonra tarım, dünyanın her yanına yayılarak insanların başlıca yaşam yolu haline geldi. Bu değişiklik, beraberinde sosyal yaşamdaki değişiklikleri de getirdi; köyler, şehir devletleri, devletler… Öte yandan, dünyanın bazı yerlerinde, insanlar, avcılık-toplayıcılık yaparak yaşamayı sürdürdüler. Sömürgecilik döneminde Batı ugarlığınca daha önceden bilinmeyen yerlerdeki avcı-toplayıcı insan topluluklarıyla karşılaşıldı. Antropologlar, ilk başta bu toplulukların hem teknolojik, hem de kültürel açıdan az gelişmiş olduklarını düşündüler. Çiftçilerse, hem teknolojik, hem de kültürel açıdan gelişmiş sayılıyordu.

"Doğal" Beslenme

Tarıma geçilmesinden önceki üç milyon yıl boyunca insanlar, yaşamlarını avcılık ve toplayıcılık yaparak sürdürdüler. İşlenmiş, paketlenerek tüketilmeye hazır duruma getirilmiş besinlerin ortaya çıkmasını ve bunu izleyen gelişmeleriyse son 100 yıla sığdırmak olası. İnsanların besin gereksinimlerini rençberlik yaparak karşıladıkları süre, dünya üzerinde var oldukları sürenin yalnızca %0,4'ünü oluşturuyor. İnsan evrimi göz önüne alındığında bu oldukça kısa bir süre sayılır. Loren Cordain ve arkadaşları, günümüz insanının kalıtsal özelliklerinin tarım devrimi öncesinde yaşayanlarla aynı olduğunu vurguluyorlar; buna göre, bedenlerimiz ve zihinlerimiz, günümüzden 10 000 yıl geride kalmış, "eski" çevremize uyum sağlamış durumda. Cordain'e göre, avcılık toplayıcılıkla geçinen atalarımızın çevrelerine nasıl uyum sağladıklarını anlamaya çalışarak ve atalarımızın beslenme alışkanlıkları ve etkinlikleri konusunda öğrendiklerimizi bilimsel bulgularla birleştirerek, insanın evrimleştiği çevreden çok farklı olan modern dünyada doğal ve sağlıklı bir yaşam sürebiliriz. Cordain, birçok beslenme uzmanının tersine, tahıllar ve tohumların "sağlıksız" besinler olduğunu düşünüyor. Dünyanın hemen her yanında dengeli beslenme konusunda temel kabul edilen besin piramidi, ona göre yeni baştan oluşturulmalı. Beslenme alışkanlıklarımızı, avcılık-toplayıcılıkla geçinen atalarımızın beslenme alışkanlıklarına göre yeniden düzenlemeliyiz.

Avcı-toplayıcı beslenme düzeninde yanlızca doğru et tipini yemek yetmiyor. Karbonhidrat çeşitlerini yemekten kaçınmak da gerekiyor. Modern yaşamın tadlarından beyaz ekmek ve makarna gibi işlenmiş besinlerdeki karbonhidratlar, çok kısa bir sürede, kana çok miktarda glikozun karışmasına yol açıyor. Sürekli olarak kana fazla miktarda glikozun karışması, insüline karşı direnç gelişmesine neden olabiliyor; bu durumda bedendeki dokular, insülinin kandaki glikozun emilmesi konusundaki uyarısına uymuyor. İnsüline karşı direnç gelişmesi, şişmanlığa, yetişkinlikte başlayan şeker hastalığına neden olabiliyor. Bu yüzden beslenme uzmanları tatlı ve pasta gibi yiyeceklerden kaçınılmasını öneriyorlar. Cordain ve arkadaşları, "sağlıklı beslenmenin gereklilikleri" olarak sunulan kepekli ekmek, pirinç ve makarna gibi besinleri de içermek üzere, işlemden geçmiş tüm karbonhidratlardan kaçınılması gerektiğini öne sürüyorlar.





İşlenmiş tahıllardan yapılan besinler, örneğin makarna, çok çabuk hazmediliyor. Bu, kana birdenbire fazla miktarda glikoz karışmasına yol açıyor.

Loren Cordain bu görüşlerini geçtiğimiz yıl Ekim ayında Avustralya'nın Sydney kentinde besin bilimi ve teknolojisi üzerine yapılan uluslararası bir konferansta açıkladığında, beslenme araştırmacıları arasında yeni bir tartışma başlatmış oldu. Kimi araştırmacılar, Cordain ve arkadaşlarının görüşlerinin tümüyle hatalı olduğunu savunurken, kimileri de bunların dikkate almaya değer olduğu düşüncesinde. Kimi akademisyenler de bu konunun, üzerinde tartışmaya değer olup olmadığını tartışıyorlar. Ancak son zamanlarda, karbonhidratsız beslenme düzenleri neredeyse moda denecek bir popülerliğe ulaştı.

Aslında, "insanların, yemek üzere evrimleşmiş oldukları besinlerle beslenmeleri gerektiği" savı yeni bir düşünce değil. Şimdiye kadar birçok düşünür ve bilim adamı bu konuya dikkat çekmiş. Ancak sorun, yemek üzere evrimleşmiş olduğumuz yiyeceklerin neler olduğu. İlk insanların, günümüzde yaşayan şempanzeler gibi çoğunlukla yaprak ve meyva yiyerek beslendiklerini biliyoruz. Ancak, günümüzden 1,7 milyon yıl önce insanlar, avcılığı öğrenerek av hayvanlarını da yemek menülerine katmışlar.





Etnografik Atlas

Geçtiğimiz yıl, Loren Cordain ve ABD'deki Emory Üniversitesi'nden önleyici ve evrimsel tıp konusuna ilgi duyan radyolog Boyd Eaton, insanların yemek için evrimleşmiş oldukları yiyeceklerin ne olduğu sorusunun yanıtını aramışlar. İki araştırmacı, öncelikle 19. ve 20. yüzyıllarda sömürgeciliğin ve tarımın yayılmasının son avcı-toplayıcı toplulukları da yok edeceğini gören misyonerlerin ve antropologların, bu yaşam biçimini belgelemek için oluşturdukları "Etnografik Atlas"tan yararlanarak, yaşayan 229 avcı-toplayıcı toplumun beslenme biçimlerini ortaya çıkarmışlar. Cordain ve Eaton, avcılık ve toplayıcılıkla geçinen toplulukların çoğunun, bitkilerin yanı sıra çok miktarda hayvan eti de yediklerini görmüşler: Bu grupların yarıdan fazlasının, günlük kalori gereksinimlerinin en az üçte ikisini hayvansal besinlerden karşıladıkları ortaya çıkmış. Araştırmadaki grupların yalnızca % 4'ü günlük kalori gereksinimlerinin üçte ikisinden fazlasını bitkilerden karşılıyormuş. Öte yandan, kuzey kutup bölgesinde yaşayan Copper Eskimoları ve Uglulik'lerinse, günlük kalori gereksinimlerinin %95'ini fok, balina, misk öküzü ve ren geyiği gibi hayvanları yiyerek karşıladığı anlaşılmış. Cordain'e göre, her ne kadar bugün insanların beslenme düzenlerinin temelini tahıl ve benzeri besin kaynakları oluşturuyorsa da, evrimleşme sürecinde bunlar insan besinlerinin önemsiz bir bölümüydü. Çünkü, bunları toplamak ve yenebilir duruma getirmek çok fazla uğraş gerektiriyordu. Tahılları ve çeşitli tohumları besin değerlerinden yararlanılacak hale getirmede kullanılan tarım ve işleme teknolojilerinin, Orta Doğu'da ve Akdeniz'de ortaya çıkışı, bundan yalnızca 12 bin yıl öncesine dayanıyor. Avustralya'daysa bu durum günümüzden 200 yıl önce, Avrupalıların bu kıtaya ayak basmasından sonra gerçekleşti.

Cordain ve ekibine göre, tahıllar ve öteki tohumlar insanların yemek üzere evrimleşmiş olduğu besinler olmadığı için, beslenme düzeninde bu besinlere ağırlık verilmesi pekçok sağlık sorununa yol açıyor. Araştırmacılar, ABD'nin Atlantik kıyılarında yapılan arkeolojik kazılarda bulunan insan iskeletlerinden elde edilen bulguları bu duruma kanıt olarak gösteriyorlar. Örneğin, Amerikanın yerlilerinin mısır tarımı yapmaya başladığı zamanlar olan İÖ 1000 yılından kalma iskeletlerin, daha eski zamanlara ait olanlardan daha küçük olduğu görülmüş. Kuzey Carolina Üniversitesi'nden (ABD) fiziksel antropolog Clark Larsen, insanın avcılık-toplayıcılığı terk edip tarıma yöneldiği tüm bölgelerde, bu değişimle birlikte sağlık sorunlarının arttığını belirtiyor. İlk tarım toplumlarından insanlara ait başka iskeletler üzerinde yapılan incelemelerde de, bu iskeletlerin sahiplerinin kansızlık gibi hastalıkları olduğu anlaşılmış.

Otçul muyuz, Yoksa Etçil mi?

Günümüzde beslenme uzmanları, beslenme düzenindeki hayvansal besinlerin oranının %35'i geçmemesi gerektiği düşüncesinde. Cordain ve Eaton ise, insanlar için en uygun beslenme düzeninin %60'ının hayvansal, %40'ının da bitkisel besinlerden (meyve ve sebzeler) oluştuğunu belirtiyorlar. İki araştırmacının bulgularını Sydney'deki uluslararası konferansta açıklamalarından bu yana, bu konudaki tartışmalar bitmiyor. Bir çok araştırmacı Cordain ve Eaton'ın vardıkları sonuçlara, Etnografik Atlas'taki avcı-toplayıcı toplulukların yaşamları konusundaki betimlemelerin doğru olmadığını öne sürerek karşı çıkıyor. Atlas oluşturulduğu sırada, bu toplulukların çoktan

Aerobik Yerine Ata SporlarÝ



California Üniversitesi (Irvine) Matematiksel DavranÝß Bilimleri Bölümü'nde ekonomi profesörü Art De Vany, kaos teorisi ve karmaßÝk sistemler konusundaki çalışmalarıyla evrim konusuna duyduÛu ilgiyi birleßtirerek bedensel egzersiz konusunda yeni bir anlayÝß gelißtirmiß. Evrimsel saÛlamlÝk olarak adlandÝrdÝÛÝ yeni anlayÝßÝ, evrimin bedenlerimizi nasÝl ßekillendirmiß olduÛunun ortaya çıkarılmasÝ ve bu bilgilerin insanlarÝ daha saÛlÝklÝ ve daha dinç kÝlmak için kullanÝlmasÝ biçiminde açıklayabiliriz. De Vany, bedenlerimizin ve zihinlerimizin, günümüzden 10 bin yÝl önceki çevre koßullarÝna uyum saÛlamÝß olduÛundan yola çıkarak, insan olarak tutumlarÝmÝzÝ, davranÝßlarÝmÝzÝ ve kapasitelerimizi biçimlendirenin avcÝ-toplayÝcÝ yaßam biçimi olduÛunun üzerinde duruyor. De Vany, avcı-toplayıcı atalarımızın beslenme düzenlerinin yanÝsÝra, onlarÝn bedensel etkinlik alÝßkanlÝklarÝnÝn da insan bünyesine en uygun yaßam biçimi olduğu düşüncesinde.

Ünsan saÛlÝÛÝnÝ yakından tehdit eden en önemli sorunlardan biri, avcÝ-toplayÝcÝ atalarÝmÝzÝn yaßamlarÝnÝ sürdürmekten geçiyor; çünkü, insanÝn kalÝtsal özellikleri kimi zaman bedenin yoÛun olarak çalıştırıldığı, kimi zaman da uzun uzun tembellik yapÝldÝÛÝ bir ritme uyum saÛlamÝßtÝr. Günümüzden 2,6 milyon yÝlla 10 bin yÝl önceki dönemi kapsayan Paleolitik Dönem boyunca insanlar, yaßamlarÝnÝ avcÝlÝk-toplayÝcÝlÝk yaparak sürdürmüşler. Av sÝrasÝnda atlayÝp sıçramak, bazen vahßi kavgalara tutußmak, o dönemde yaßamÝn erkekler için kaçınılmazdı. KadÝnlar avdaki yoÛun bedensel etkinliklere katÝlmasalar da, su ya da yiyecek bulmak için kilometrelerce yürüyor, çocuklarÝ taßÝyor, bitki ve meyve toplamak için uÛraßÝyorlardÝ. Hem kadÝnlar, hem de erkekler, av hayvanlarÝnÝn derisini yüzmek, alet yapmak ve belki de dans etmek gibi baßka bedensel etkinlikler de yapÝyorlardÝ.

De Vany, dinç olmak isteyenlerin uzun süreli ve periyodik bedensel alÝßtÝrmalar yerine, avcÝ-toplayÝcÝ atalarÝmÝzÝn bedensel etkinliklerini andÝran, yoÛun ve karmaßÝk düzenli alÝßtÝrmalar yapmalarÝ gerektiÛi düşüncesinde. Günümüzün alÝßtÝrmanlarÝnÝ göre sürekli yapÝlan aerobik alÝßtÝrmalarÝ kalbe fazla antreman yaptÝrarak, kalp ritmlerinin, saÛlÝk için vazgeçilmez olan kaotik çeşitliliÛini azaltÝyor. AÛÝrlÝk kaldÝrma alÝßtÝrmalarÝ ise çoÛu tekdüze ve zaman alıcı. De Vany, bedensel alıştÝrmalarÝn, hareketlerin zorluÛunu arttÝrarak ve tekrarlarÝ azaltarak yapÝlmasÝ durumunda ise, spor salonunda yaptÝÛÝmÝz tarz alÝßtÝrmalarÝn yanÝsÝra, rasgele zamanlarda, bisiklete binmek, tenis ve yürüyüş gibi, yoğunluğu ve süresi değişkenlik gösteren alıştırmalar yapıyor.



Beslenme uzmanları, ağırlıklı olarak hayvansal proteinler ve yağlarla beslenmenin günümüz koşullarında pek çok sağlık sorununa yol açtığını belirtiyorlar. Öte yan - dan, Grönland'da yaşayan Eskimolar'la yapılan bir araştırmada, beslenme gereksinimlerini ağırlıklı olarak balık ve deniz memelilerinin etiyle beslenen bu insanlarda kalp rahatsızlıklarının görülmediğini ortaya çıkarmış.

Batı kültürünün etkisi altına girmiş olduklarını; kimilerinin ateşli silahlar kullandıklarını, kimilerinin de tarım etkinlikleri sonucu atalarının topraklarından göçe zorlandıklarını belirtiyorlar. Üstelik, atlası oluşturan kültürel antropologların, inceledikleri insanların avcılıklarından etkilenerek, bu insanların bitki toplama gibi işlerle de uğraştığına dikkat etmediklerine işaret ediyorlar. Cordain'i en çok eleştirenlerden biri olan California Üniversitesi'nden (Berkeley) fiziksel antropolog Katharine Milton da, atlası oluşturan araştırmacıların hiçbirinin beslenme konusuyla özellikle ilgilenmediğini ve beslenme konusunda alan çalışması yapmak üzere eğitilmemiş olduğuna dikkat çekiyor.

Cordain, Etnografik Atlas'ın kusursuz bir kaynak omadığını kabul ediyor. Ancak, kısa süre önce Batılılaşmış olan avcı-toplayıcı topluluklar üzerine yapılmış, buna benzer birkaç bilimsel çalışmanın da kendi verilerini desteklediğini belirtiyor. Bu çalışmalardan biri, şimdi Monash Üniversitesi'nde olan Kerin O'Dea adlı beslenme araştırmacısına ait. O'Dea, geleneksel yaşam biçimlerini sürdürmek üzere gençken yaşadıkları yerlere dönen, şehirlileşmiş, orta yaşlı bir Aborijin grubuna eşlik etmiş. Avcı-toplayıcılıkla geçindikleri zaman bu insanların yalnızca bol bol etle değil, bol miktarda hayvansal yağlarla da beslendiğini gözlemiş.

Ancak, Milton'un aklına takılan sorulardan biri de, insanların, avlanmayı öğrenmeden önceki 2,5 milyon yılı yalnızca bitki yiyerek geçirdikleri göz önüne alındığında, evrimin kısa bir bölümünde bol et yiyerek beslenmiş olmalarının ne kadar önemli olduğu. İnsanların sindirim sisteminin, tüm öteki primatlardaki gibi, yavaş sindirilen, bitkisel besinleri yemeğe uyum sağlamış olduğuna da dikkat çekiyor Milton. Üstelik, çok fazla bitki tüketen tüm öteki hayvanlarda olduğu gibi insan bedeni de C vitamini üretemiyor.

Cordain'e göreyse, insanlar, et yeme eğilimlerini gösteren bir çok özelliğe sahip. Örneğin, insanlarda da etçil hayvanlarda olduğu gibi, ette bol bulunan "taurin" adlı aminoasidi üreten enzimler bulunmuyor. Yalnızca bitkiyle beslenen hayvanlardaysa bu enzimden yüksek seviyelerde bulunuyor. İnsanlarda, bitkiyle beslenen hayvanlara özgü başka enzimlerden de düşük düzeylerde bulunuyor; beta karoteni A vitaminine çeviren enzimler gibi. Cordain, sindirim organlarımızın yapısının da primatlar ailesindeki büyük maymunlarınkinden farklı olduğunu ve bu yapının etçil hayvanlarınkine daha yakın olduğu görüşünde. Milton bu farklılığın, bitkilerin işlenerek hazmı daha kolay hale getirilmesinden de kaynaklanabileceği görüşünde. Enzimlerdeki farklılıkların da, eski insanların gereksinim duydukları kalorilerin çoğunu etten karşıladıkları için değil, kendilerine belli besin maddelerini sağlamaya yetecek kadar et yemelerinden kaynaklanabileceğini belirtiyor. Vejeteryenlerle günümüz koşullarına göre normal bir biçimde beslenen insanların sağlık durumlarının karşılaştırıldığı araştırmalar da, ağırlıklı olarak hayvansal proteinler ve yağlarla beslenmenin günümüz koşullarında pek çok sağlık sorununa yol açtığını gösteriyor.

Cordain bu karşılaştırmaların, onların önerdiği beslenme düzeninin sağlık üzerindeki etkisi konusunda ortaya bir şey koymadığı düşüncesinde. Çünkü bugün evlerde tüketilen etler, fazla miktarda kolesterol ve doymuş yağ içeriyor. Geyik ya da tavşan gibi av etlerinde ve özellikle de balıkta bu maddelerden çok daha az miktarlarda bulunuyor. Ağırlıklı olarak av etiyle beslenen Batılılar üzerine yapılmış bir araştırma bulunmasa da, örneğin, Grönland'da yaşayan Eskimolar üzerine yapılmış bir araştırma var. Bu araştırma, beslenme gereksinimlerini ağırlıklı olarak balık ve deniz memelilerinin etiyle beslenen Eskimolarda kalp rahatsızlıklarının görülmediğini ortaya çıkarmış. Bu insanlar etin yanı sıra bol miktarda da hayvansal yağ tüketiyorlar. Çünkü, karbonhidratların ve yağın tersine, proteinde, bedenin depolayamayacağı kadar çok miktarda nitrojen bulunuyor. Bu nitrojenin hemen, ya amino asit kaynağı olarak kullanılması, ya da fazlasının üreye çevrilerek vücuttan atılması gerekiyor. Eğer gereksinim duyulan kalorilerin % 35'ten fazlası sürekli olarak etten alınırsa, karaciğer yeterli üre üretemez duruma geliyor ve kandaki nitrojenden amonyak oluşmaya başlıyor.

Fakat eninde sonunda beslenme alışkanlıklarımızı şekillendiren, hangi besinlerin damak zevkimize uyduğunun yanı sıra hangi besinlere ulaşabildiğimiz olduğu için, insanların Cordain ve ekibinin önerilerine uyması kolay görünmüyor. Çünkü, herkes et ağırlıklı bir beslenme düzenine uyacak olursa, ortaya çok açık bir sorun çıkacak: Dünyamızın kaynakları, altı milyar insanın hayvansal besinlerle beslenmesini karşılayamaz. Cordain, teknolojik olanakların yardımıyla, avcılık-toplayıcılık zamanlarından gelen özelliklerimize uygun besinlerden herkesin yararlanmasının sağlanabileceğini düşünüyor. Örneğin, genlerinde değişiklik yapılarak bitkilerin ve tohumların besleyicilik değerleri, hayvansal ürünlerinkilere benzetilebilir. Cordain, avcılık-toplayıcılık yaparak yaşayan atalarımızın beslenme alışkanlıklarını yeniden benimsemenin evrimsel bir gereklilik olduğu kanısında.

Aslı Zülâl

Kaynaklar
Fox. D. "Cut the Carbs", New Scientist, 18 Mart 2000
Lewin, R. "Anchestral Echoes", New Scientist, 5 Temmuz 1997
McGregor, J. "Yabba Dabba Dooo!" New Scientist, 29 Temmuz 2000
"The Late Role of Rains and Legumes in the Human Diet,
and Biochemical Evidence of their Evolutionary Discordance"
http://www.beyondveg.com/cordain-l/grains-leg/grains-legumes



Transgenik Organizma Kullanımının Sonuçları

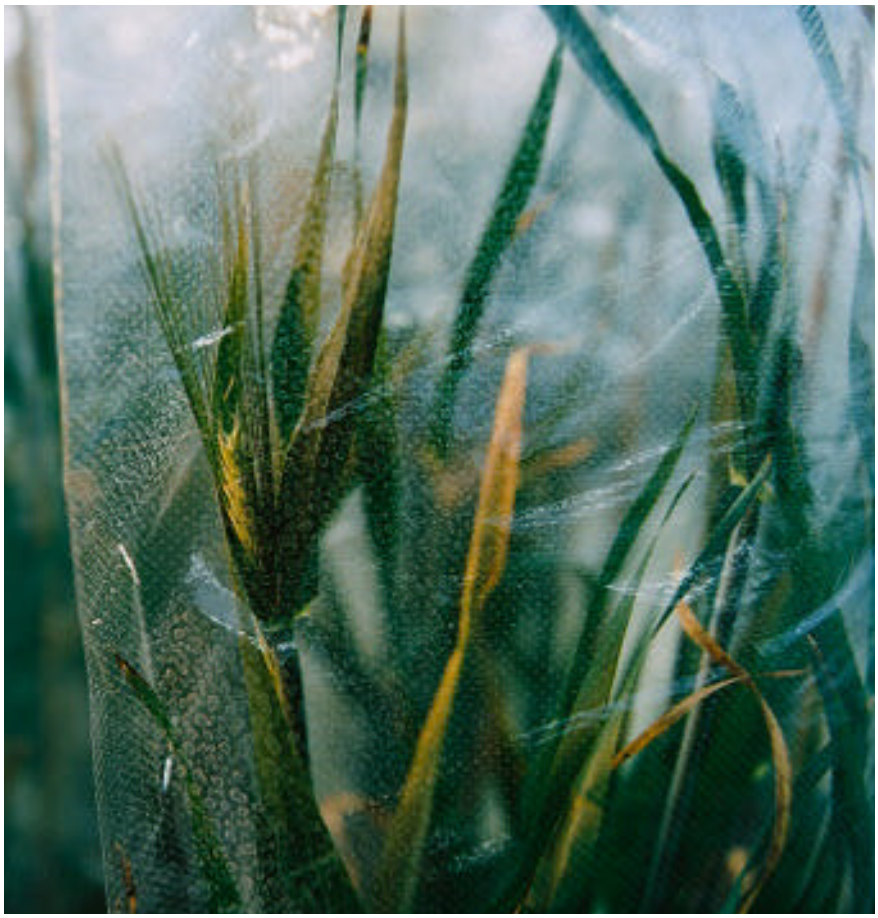
Genetik mühendisliği, benzer olmayan organizmalar arasında tek veya daha fazla genin izole edilip, kesilip, birleştirilme ve aktarılmasıdır (normal koşullarda oluşması beklenmeyen gen kombinasyonları). Genetik olarak değiştirilmiş (GD) yani 'transgenic' ürünler, virüsler, bakteriler, hayvanlar ve bitkilerden genler içerirler.

Aynı zamanda, yeni eklenen genler yapay genetik materyal kombinasyonlarından oluşur. Örneğin; Kutuplarda yaşayan bir tür balıktan izole edilen anti-freeze (yani bitki dokularında donmayı engelleyen) geni domates ve çilek gibi bitkilere aktarılarak soğuğa dirençli GD domatesler ve çilekler (geliştirilme aşamasında) geliştirilmektedir. Gen mühendisliği, gıda üretiminde ve gıda katkı maddeleri üretimi üzerinde kayda değer etkiler yapmaktadır. GD bakteri, maya ve küften elde edilen enzimler, bugün bir çok alanda verimliliği artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu teknolojinin tarımda uygulanma alanı ise daha geniş ve etkileyicidir. Genetik mühendisliğinin gelecek yüzyılın bilimi olacağı öne sürülmektedir. Dünyanın artan nüfusunu doyurmak için, gen mühendisliği teknolojisi kullanılarak hastalığa bağışıklı tarım bitkileri ve hayvanlar, besin değeri yüksek, daha lezzetli yiyecekler, kendi pestisitlerini (böcek ilacı) üretebilen, herbisitlere (yabani ot ilacı) bağışıklı, marjinal topraklarda ve iklim koşullarında yetişebilen, daha fazla ürün verebilen mahsül elde edilebilecek.

Genetik mühendisliğinin kullanılması taraftarı olanların en büyük iddiaları onun güvenilir ve yeni hayvan ve bitki çeşitleri oluşturmak için kullanılan geleneksel ıslah metodlarının bir uzantısı olduğudur. Basitçe, bu yeni teknolojinin, doğada zaten olacak bazı farklılaşmaların olmasına yardım edeceği söylenmektedir. Genetik mühendisliğinin yeni çeşitler oluşturmaktaki çabukluğu şüphesiz tartışılmaz. Ancak, geleneksel metot ve genetik mühendisliği birbirlerine teknik açıdan oldukça az benzemektedir. Belki de en önemlisi gen mühendisliğinin türler arasında yapılacak gen aktarımında engelleri ortadan kaldırmaya olanak vermesidir.





Geleneksel Islah ve GD Organizmalarla Yapılacak Islah

Tarımsal ürünler binlerce yıldır geliştirilmektedir. Bu geliştirme işlemleri ilk olarak, yiyeceğe, hayvan beslemeye, lif ve ilaca ihtiyacı olan insanlar tarafından yapılmıştır. Bu ilk insanlar yüksek verimli olan bitkileri topladılar ve yetiştirdiler. Bu seçim işlevi, kalıtımın bilimsel özelliklerinin anlaşılmaya başlamasından çok önceleri, ürün ıslahını devam ettirici güçtü. Genler geleneksel olarak, akraba türlerden veya cinslerden ürünlere aktarıldı. Bazı durumlarda, bu aktarım işlemi bitkiler arasında, normalde gerçekleşme olasılığı çok düşük veya hiç olmayan, zorunlu tozlaşma veya eşeyli melezleme yolu ile gerçekleştirildi. Doğal eşeyli üreme engelli türler arasında gen transferini kabul etmek istemeyen köktenci görüş sahibi kişilere benzer uygulamaların bitki ıslahında yıllardır yapıldığını da hatırlatmak gerekecektir. Örneğin, Poliploid çeşit üretimi (bitki kromozom sayılarının katlanmasıyla elde edilen yeni çeşit veya türler) geleneksel bitki ıslahına oldukça yerleşmiştir. Bu yöntemde, sonbahar çiğdeminden (*Colchicum autumnale*) elde edilen, colchicine kullanılır. Bu doğal bitkiden elde edilen alkaloid, toplam kromozom sayısını katlayan etkili bir mutasyon yapıcı kimyasaldır. Poliploid çeşit üretme geleneksel ıslahta uygulanmıştır ve bu yolla elde edilen meyve ve sebze çeşitleri yıllardır insan ve hayvan yiyeceği olarak kullanılmıştır. Fakat geleneksel ıslahda ki bütün genetik müdahaleler veya değişimler akraba tür veya cinsler arasında olmaktadır. Yeni teknoloji ile yani GD organizmalarla yapılacak ıslahda türler arası gen aktarımı sadece akraba türler ile kısıtlı olmayıp teorik olarak herhangi iki canlı arasında yapılabilecektir.

GD organizmalarla yapılan ıslahda, bitkiye bir veya birkaç gen aktarılmaktadır. 80.000 geni olan bir buğday bitkisine aktarılan iki genin onun genetik yapısında sadece % 0,0025 oranında bir değişikliğe neden olabileceği tahmin edilmektedir. GD ıslahında, bugün kontrol edilemeyen bazı değişkenlerin başında aktarılan transgenin kopya sayısı ve kromozom üstündeki pozisyonudur. Genetik olarak değiştirilmiş bitkilerin bir başka özelliği de, aktarma sonrasında transgenik hücreleri seçmek için bitkiye aktarılan seçilebilen markör (tanımlayıcı) geni (genellikle bir antibiyotik direnç geni) kullanımıdır. Bu nedenle bu gen, genetik olarak değiştirilmiş ürünlerde bulunmaktadır. Şu an da, antibiyotik direnç geninin (kanamisin dirençliliği gibi) GD bitki üretiminde kullanımının insan sağlığı ve çevre için herhangi bir risk taşımadığı öne sürülmektedir. Bunun gerekçesi de, genetik olarak değiştirilmiş bitkilerin önemli bir özelliğidir. Ki bu da onların, moleküler açıdan, geleneksel ıslah yollarıyla değiştirilmiş bitkilere oranla daha kesin olarak analiz edilip, tanımlanmaları ve izlenmeleridir. Yalnız, GD organizmalarla yapılan ıslah çalışmalarında çok çeşitli organizma ve genler işin içinde

Tablo 1: Tarla denemelerinin en çok yapıldığı tarım bitkilerinin listesi. Tür için alınan izin sayısı GD organizma olarak verilen izin sayısını göstermektedir.

TarÝmÝ yapÝlan bitkilerin adÝ	AlÝnan toplam izin SayÝsÝ
Patates	629
Soya Fasülyesi	484
Domates	481
Pamuk	343
Kozla	155
Tütün	151
Kavun	122
Pirinç	86
Pancar	85
Sert çimen	42
Kavak	35
Yonca	31
Marul	25
Üzüm	23
Çilek	22
Elma	21
SalatalÝk	21
ÞekerkamÝßÝ	17
Arpa	16
Ayçiçeği	16
Ceviz	13
YerfÝstÝÛÝ	12



oldugu için, şu anda zararsız da olsa GD organizmaların üretimde kullanılması, çevreye salınması ve tüketilmesi gibi aşamalarda sıkı bir risk değerlendirmesine konu edilmeleri gerekecektir.

GD Ürün Geliştirme Arazi Denemeleri

Geçen yirmi yıl boyunca ürün geliştirilmesi metodlarında kayda değer gelişmeler olmuştur. Modern metodlar, ürünleri çeşitli açılardan değiştirmeyi olası kılmıştır. Örneğin,

· Zaralı böcek dirençliliği.

· Viral, bakteriyel ve mantar hastalıklarına dirençlilik.

· Biyolojik olarak ayrışabilen plastikler, deterjanlar, endüstriyel yağlar.

· Kağıt yapımı, paketleme, gıda ve yemek pişirme, bira yapımı niteliklerini geliştirmede gerekli olan uzun süreli ham maddeyi karşılamak için yağ, nişasta, protein değişiklikleri.

· Belirli ürün türlerini belirli herbisitlere karşı dirençli kılmak için ve bazı zamanlar etkili yabani ot kontrolünü sağlamak üzere kullanılan herbisit uygulamalarını azaltmak için herbisite dirençliliği geliştirmek.

· Bitki görünümü ve çiçeklenme, bitki uzunluğu, çiçek açma zamanları ve çiçek rengi.

· Hasat zamanı dökülerek kaybolan tohumu azaltmak.

· Yumru ve meyve olgunlaşması ve depolamasında yapılan değişiklikler; patateste yapılan çalışmalarla depolanmış yumrulara uygulanan antifilizlenme maddelerinin kullanımına olan bağımlılığın azaltılması.

· Çevresel streslere (soğuk, sıcak, su ve tuzlu topraklar gibi) olan dayanıklılığın arttırılması.

· Bazı bitkilerin topraktan (maden atık alanları gibi) toksik maddeleri arındırma özelliklerinin arttırılması (biyolojik iyileştirme).

· Alerjik maddelerin pirinç gibi bazı bitkilerden çıkarılması.

· Vitamin mineral ve anti-kanser maddelerinin kalitelerinin arttırılması.

Tablo 2: GD organizmaların üretilmesi için izin başvurusunda bulunan şirket ve kuruluşların isimleri ve aldıkları izin sayıları.

Kuruluß adÝ	AlÝnan toplam izin SayÝsÝ
Monsanto	446
Pioneer	175
Du Pont	172
Calgene	97
UpJohn	73
DeKalb	70
NorthUp King	65
Agrow-Cargill	54
AgroEvo-Hoechst	47
ARS/USDA	46
Frito-Lay	40
DNA Plant Tech	36
Holdens	28
Delta and Pineland	25
North Carolina State University	24
Agracetus	17
NY Agricultural Exp. Station	17
University of Wisconsin	16
Michigan State University	13

· Farmakalojik maddelerin üretilmesi, anti-pıhtılaştırıcı maddeler, ağız yoluyla kolayca alınabilecek aşılı organizmaların (özellikle yenilen bitkiler) geliştirilmesi gibi.

GD bitkilerden elde edilen ürünler ticari amaçlı kullanıma doğru hızla yol almakta. GD bitkilerin tarla denemelerinde sık kullanılan tarımsal bitki türleri tablo 1'de verilmiştir. Tablodan araştırma ve geliştirme çalışmalarının ticari potansiyele sahip tahıllara kaydığı çok açık olarak görülmektedir. Ayrıca GD bitkilerin tarımı ile ilgili olarak alınan izinlerin ilk iki sırasını herbisit direnci (1731) ve pestisit drenci (1514) genler için alınan izinler oluşturmaktadır. Özellikle herbisit geni izin sayısının bu kadar yüksek olması, GD bitkilerle yapılacak tarımda çevreye daha fazla kimyasal verileceğine işaret ediyor.

Arazi çalışmalarını sürdüren öncelikli kuruluşların listesi tablo 2'de verilmiştir. Ticari şirketlerin çoğunlukta olmasına rağmen önemli sayıda akademik katılımın da olduğu açıktır. Yalnız en çok GD bitki yetiştirme izni alan kuruluşların başında herbisit üreten bir kimya şirketi olan Monsanto'nun gelmesi dikkat çekiyor. Belki bu yüzden de aldığı izinlerin bir çoğu herbisit direnci geniyle ilgilidir.

GD Yiyeceklerin Potensiyel Zararları

GD organizmalarda biyokimyanın bozulmasının, önceden tahmin edilemeyen sonuçlara neden olduğu gözlenmiştir ki, bu belirsizlik üzerinde en fazla kaygı duyulan noktadır. Genetik mühendisliği yiyeceğin temel doğasını değiştirmektedir. Yine gen mühendisliği, asla insan gıdasının bir parçası olmamış organizmalardan materyal kullanmaktadır. Uzun süreli testler olmaksızın hiç kimse bu yiyeceklerin güvenli olup olmadıklarını bilemez. Örneğin uzun raf ömrü olsun diye değiştirilmiş bir domatesin hasat zamanı çabuk çürümesi gibi. Bunlara ek olarak, bu domates 6-8 hafta sonunda halen güzel görünebilir ama tadı ve besin değeri azalmış olabilir.

Yeni toksik ve alerjik maddelerin oluşumu en önemli potansiyel sağlık

riskini oluşturmaktadır. Brezilya cevizi geni taşıyan GD soya fasulyesinin alerjik olduğunun bulunması ile bu konun ciddiyeti somut olarak kanıtlanmıştır. Son çalışmalar, bitkilerden kaynaklanan alerjinin, zararlı böcek ve hastalıklara karşı savunmada yer alan proteinlere bağlı olduğunu gösteriyor. Bu yüzden, zararlı böcek ve hastalıklara dirençli olması için genetik olarak değiştirilen bitkiler, değiştirilmemiş bitkilere oranla potansiyel olarak daha fazla alerjenik olabilir.

Genetik mühendisleri, GD bitkilerde işaretlemek için antibiyotik direnç geni kullanmaktadırlar. Bu demek oluyor ki, ürünler antibiyotiğe direnç sağlayan genler taşıyor. Bu genler bizi hasta edebilecek bakteriler tarafından alınabilir ve insan sağlığı açısından zamanla bu direçli bakterilerle savaşmak olanaksız hale gelebilir. Japonya'da GD bakteri tarafından üretildiği anlaşılan tryptophana (insan vücudu için gerekli olan bir tür amino asit) bağlı olduğu anlaşılan bir sendrom nedeniyle 37 kişi ölmüş, 1500 kişi kısmi felç geçirmiş ve 5000 kadar kişi de geçici olarak iş göremez hale gelmişti. Bu da gösteriyor ki, eğer yeterli risk değerlendirmeleri yapılmaz ya da biyogüvenlik tedbirleri alınmazsa, GD organizmaların ürünleri zamanla büyük tehlikeler oluşturabiliyor.

Sonuç olarak, bilimsel çalışmalar bazı durumlarda ciddi alerjik reaksiyonların oluştuğunu ve antibiyotik dirençliliğinin ve toksisite seviyesinin artabileceğini göstermiştir. Böylece, DNA'nın potansiyel toksisitesi, gen ürününün toksisitesi ve alerjenikliği ve aktarılan genin olası ikincil ve diğer genler üzerindeki pleiotropic (bir genin birden fazla karakter üzerinde etkili olması) etkileri her zaman için göz önünde bulundurulmalıdır.



GD Organizmalar, Etik Problemler

Genetik olarak değiştirilmiş yiyecekler bazı inanışlarda etik sorunlara neden olmaktadır. Dindar vejeteryanlar; Hıristiyanlıkta 7. Gün İnanlar grubu, Hindular ve Budistler gibi bazı inanç grubları; içinde böcek, hayvan ve insan geni olan meyve ve sebzelerden uzak durmak istiyorlar. Özel dinsel yiyecek kuralları olan Yahudi ve Müslümanlar, genetik olarak değiştirilmiş yiyeceklerin dinsel kısıtlamalarına aykırı olmadığından emin olmak istiyorlar. Örneğin hem Müslümanlar hem de Yahudiler yedikleri havuçlarda domuz geni görmek istemiyorlar. Dünyanın dört bir yanından değişik inançlara sahip dini liderler GD yiyeceklere karşı çünkü genetik olarak değiştirme olayında yer alan hayatın basit gidişatı ile oynanmasına karşı ciddi öğretisel engellerin olduğunu gerekçe olarak göstermektedirler. Bir çok diğerleri, resmi olarak dindar olmayan kişiler dahil, genetik olarak değiştirilmiş yiyeceklerden uzak durmak istiyorlar, çünkü onların da ciddi etik engelleri var. Var olan yasalarla, etler, sebzeler ve meyveler bizim bilgimiz dışında insan geni bile taşıyabilir. Bu bir tür yamyamlığın birçok insan için itici olması normal karşılanmalıdır.

Biyogüvenlik Çalışmaları

1975 yılında Asilomar, Kaliforniya'da gerçekleştirilen Uluslararası "Rekombinant (yeniden düzenlenmiş) DNA" Molekülleri Konferansı, gen teknolojisi kullanımınındaki düzenlemelerin başlangıcıdır. 1986'da Rekombinant DNA Güvenlik Kuralları, diğer adıyla 'mavi kitap' Ekonomik İşbirliği ve Gelişme Örgütü (OECD) tarafından basılmıştır. Bu mavi kitapta, uzmanların genel yaklaşımı üç temel noktada odaklaşmaktadır:

1.İlk olarak, rekombinant DNA içeren organizmaların yani GD organizmaların neden olabileceği riskler geleneksel organizmaların neden olabileceği gibi doğal kabul edilebilir. Dahası, bu riskler genel olarak GD olmayan organizmalarınki gibi ele alınabilir.

2. İkinci olarak, rekombinant DNA teknolojisinin doğada görülmeyen karakter kombinasyonlarından oluşan organizmaları oluşturmasına rağmen, bu yöntemde geleneksel yöntemden daha güvenilir tahminler yapılabilir.

3.Son olarak, kanunu haklı göstermek için bilimsel bir temel yoktur.

Genetik değişiklik ile herhangi bir organizmadan alınan genlerin tahıllara aktarılabilmesi olağan olduğundan, genetik olarak değiştirilmiş tahıl üretmek isteyen kişinin biyogüvenlik değerlendirmesinden geçmesi gerektiğine yönelik uluslararası bir anlaşma vardır. Pratikte, bu nedenle, geleneksel bitki ıslahında kullanılan bütün testler kullanılmakta ve buna ek olarak insan sağlığına ve çevreye potansiyel etkilerini anlamak için katı biyogüvenlik değerlendirmesi uy-

GD Organizmalar, Çevresel Etkiler ve Biyoçeşitlilik



GD bitki ve hayvanlarÝnuzun vadeli çevresel etkileri bilinmemektedir. Genetik deÛißikliklerin yanlışlıkla çevreye yayılmasının birçok yolu vardır. Böcekler, kußlar ve rüzgâr, deÛißmiß tohumlarÝ komßu tarlalara ve daha ilerilere taßÝyabilir.GD bitkiler polen üretince, genetik olarak doÛal olan tahÝllarve yabani akrabalarÝile tozlaßma yapabilir. Bütün tarım bitkileri, ister GD, olarak geliştirilen çeşitler olsun ister geleneksel Ýslahyöntemleri ile gelißtirilenler olsun, çeßitlerin tozlaßma yoluyla zamanla genetik özelliklerini yitirmesi veya kültür bitkilerinden onun yabani akrabalarÝna gen kaçışı kaçınılmazdır.

Potansiyel problem alanlarÝndanbirisi de virüslerdir. DoÛalarÝgereÛi, virüsler konukçularının genetik materyalini ele geçirir ve genellikle genetik yapÝyÝkesme-tekrar birleßtirme yolu ile yeni virüsler olußturur. EÛer bu olay genetik olarak deÛißtirilmiß bitki ve hayvanlarla laboratuvar dÝßÝnda gerçekleşirse, deÛißtirilmißolan genetik materyali taßÝyanyeni virüsler ortaya çıkacaktır. Virüsler daha sonra yayÝlacakve doÛal olarak olußmadÝklarÝçin, birçok bitki ya da hayvan türü onlara karßÝ doÛal korunma mekanizmalarÝndan yoksun olabilecektir. Virüsün çeşidine baÛlÝolarak, GD virüsler geniß çaplı bitki hayvan ve hatta insan ölümlerine neden olabilirler.

Genetik mühendisleri, genetik olarak değiştirilmiß tohumlarÝnpatentlerini alarak para kazanmak niyetindeler. Bu demektir ki, bir çiftçi genetik olarak deÛißtirilmiß tohumu ekince bütün tohumlar aynÝgenetik yapÝdaolacaktÝr.Daha da ileri gidilerek, bazÝtohum ßirketleri gen mühendisliÛini kullanarak Ûintihar tohumlarÝÜretmeyi planlÝyorlar.Bu tür tohumlarÝsatÝnalan çiftciler tohumluklarÝnÝancak bir ekim dönemi kullanabilecekler. Çünkü intihar tohumluklar yeni sezonda embriyo gelißtiremeyerek kÝsÝrtohumlar olarak gelißecekler. Bu yüzden de çiftçiler bu tohumluklarÝher yÝltohumlarÝÜreten ßirketden yüksek fiyatlarla satÝralmak zorunda kalacaklar. Böyle tohumluklarÝnkullanÝlmasÝhalinde, ayrÝcaeÛer bir virüs, mantar veya zararlı böcek ekilen ürünlere dadanÝrsa, büyük kayÝplar söz konusu olabilir.Çünkü bu tür tohumluklarÝüreten ßirketler tohumluklarÝgenetik bakÝmdansaf hatlar ßeklinde gelißtirmeyi ve tarÝmÝbüyük alanlarda yapÝlmasÝnı amaçlamaktadırlar.

Üretilen veya geliştirilen birçok GD ürün, herbisitlere karßÝdirenç kazanmak için, kendi pestisitlerini olußturmak için veya büyüme karakterleri için (tuzlu toprakta yetişebilen pirinç gibi) geliştirilmißtir. GD bitkiler yakÝn gelecekte herbisit, pestisit ve suni gübre kullanÝmÝnÝazaltÝlmasÝnÝsaÛlayabilir ama uzun vadede ekolojik bozukluklarÝnyanÝsÝradirençli yabani ot ve böceklerin ortaya çıkmasına da neden olabilir. Bu da tarÝmsal kimyasallara (herbisit, pestisit ve gübreler) olan bağlılığı arttırabilir ve buna paralel olarak da çevre kirliliÛinin artmasÝmümkündür. Bunlara ilave olarak, ürün üretimi çiftçiye ve tüketiciye çok pahalÝya patlayabilir. GD organizmalarÝn yiyecekler olan etkisi yerel ekolojiye zarar verebilir. Yeni organizmalar yabani akrabalarÝ ile yarÝßa girebilir ve çevrede önceden tahmin edilemeyen deÛißikliklere neden olabilir. Bütün bunlarÝnyanÝtÝnÝmen vermek kolay olmayacaktÝr.Bir çok istenmeyen çevre etkisi karmaßÝkekosistem içi etkileßimler sonucu yıllar sonra ortaya çıkabilir. Onun için yeni GD canlÝlarÝçevreye salÝnmasÝndanveya yeni bir ülkeye sokulmasÝndan önce, gerekli bütün risk deÛerlendirmelerinin ve ön denemelerin yapılması kaçınılmaz görünmektedir.

Genetik mühendisliğinin kullanÝmÝhalen var olan bir problemi daha da derinleßtirecek gibi görünüyor- tarımı yapılan bitki türlerinde genetik çeßitliliÛin azalmasÝolayÝ.Bu yüzyılın baßÝndadünyada yetißen pirinç çeşidi 100.000Ödenfazla idi ve her biri üretildiği bölgenin yerel koßullarÝna uyum gösteren çeşitlerdi. 'Yeşil Devrim' bu sayıyı 10-15.000 civarÝnaindirmißtir. Az sayÝdagenetik olarak değiştirilmiş organizmanın çok geniş alanlarda ekilmesi durumunda genetik çeşitliliğin daha da azalması söz konusu olacaktır. Bu, dünya gÝdaüretimi üzerinde bir felaket etkisi yaratabilir. Örneğin GD ürünü olan çok geniß alanlarda ekimi yapÝlanzararlÝyadirençli bir tahÝlÝndayanÝklÝbir böceğin ortaya çıkması ile yok olmasÝgibi.

gulanmaktadır. Biyogüvenlik değerlendirilmesi sırasında cevaplandırılması gereken soruların bazıları şunlardır:

· Genin verici organizmadaki rolü nedir?

· Eklenen genin değiştirilmiş bitkiye etkisi nedir?

· Alerjikliğin veya toksisitenin değiştiğine dair bir kanıt var mı?

· Çevrede yakın organizmaları hedef almayan etkiler olacak mı?

· Bitkinin tarım alanında kalabilmesi yeteneğini değiştirecek veya doğal ortamı istila etmesine neden olacak bir değişiklik var mı?

· Eklenen gen diğer bitkilere (tozlaşma ile) veya organizmalara transfer olabilir mi, olası sonuçları ne olabilir?

Birçok ülke değişik yaklaşımlarda bulunmuştur. Bugün üç farklı durum söz konusudur:

1. Hiç düzenleme bulunmayan ülkeler (güney pasifik ülkelerinde).

2. Uygun düzenlemeler olan ülkeler (ABD ve Avrupa ülkeleri).

3. Katı ve biyoteknolojiye özel düzenlemeler olan ülkeler (özellikle Almanya).

Etiket Gerekli

GD yiyeceğin açık teşhisinin yapılabilmesi ve aynı zamanda özgür bir ortamda yaşayan vatandaşların ne yiyip ne yemeyeceklerine karar verebilmeleri bir hak olduğu için etiketleme gereklidir.

Genetik olarak değiştirilmiş yiyeceklerin tam ve açık olarak etiketlemenin gerekli olduğunun önemli iki nedeni vardır: İlk olarak, tüketicinin demokratik haklarını koruyacak (ne yediklerini bilecekler ve bilinçli bir şekilde ne alacaklarına karar verebilmelerine neden olacak). İkinci olarak, etiketleme olmaksızın insanların değişik beslenme gereksinimlerinde doğabilecek sağlık problemlerinin takibi zor olacak.

Uluslararası yiyecek standartları kurulu 'Codex Alimentarius', Birleşmiş Milletler Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) bir acentası olarak, 1961 yılında yiyecek standartları programı olarak oluşturulmuştur. Onun etiketleme komisyonu, biyoteknoloji ile oluşturulan yiyeceklerin etiketlenmesi konusunda tavsiyeleri gözden geçiriyor. Ancak etiketlemede kullanılacak rehber prensipler konusunda önemli anlaşmazlıklar halen sürmektedir.

Sonuçlar ve Öneriler

Geleneksel bitki ıslahı denemeleri, birçok açıdan, genetik değişikliğe dayalı ıslaha göre daha belirsiz sonuçlar doğurur. Bilinen gen dizilerinin genetik mühendisliği yötemleriyle tahıl genomlarına (bir türdeki genetik materyalin tümü) yerleştirilmesi sayesinde bu gen dizilerinin işlevlerinin, geleneksel ıslah yöntemleriyle



Halk GD Yiyecekler İçin Niçin KaygÝlÝ Neler Üstiyor?

Tarihte, teknolojilerin uygulanmasÝnda birçok muhalif olmuştur; örneğin, bisikletin, trenin, ve arabanÝn kullanÝmÝ aßÝ ve kan nakli. 1930'larda genetiÛin taßÝdÝÛÝ potansiyelin farce, konu hakkÝnda doÛru bilgilendirilmekten kÝsaca halen sürdürülmekte olan önemli bir yanlÝß bilgi propagandasÝ ve kasten korkutucu, duygusal bir dil kullanÝmÝ da vardÝr. 'Genetik kirlilik', 'Frankenstein yiyecekler' gibi deyimler, insanlarÝ rahatsÝz etmekte ve bazÝlarÝ tarafÝndan da ürünlerinin (organik olarak üretilenler) market payını arttırmak için kasten kullanılmaktadır.

BazÝ medya mensuplarÝnÝn bilimin sadece duygusal ve korkutucu olduÛunda ilginç olduÛuna inanmasÝ bir talihsizliktir. BazÝ gazeteciler tartÝßma ve dram yaratmaya, dengeli bilgi sunmaktan daha fazla ilgi göstermek eÛilimindedirler. Bu nedenle, tartÝßma genellikle gereksiz bir şekilde taraflı ve düşmancıldır. Aynı zamanda bilimi saptÝranlarÝ da vardÝr.

Diğer taraftan, geçmişte zararsız olarak kabul edilen veya sunulan birçok ürünün, sonradan beklenmeyen çevre ve saÛlÝk sorunlarÝna neden olduklarÝ için üretimlerine ara verilmek zorunda kalÝndÝÛÝ da bilinmektedir. Bu yüzden, sÝradan konuyla ilgisi ve ya bilgisi olmayan insanlarÝn GD organizmalar hakkÝnda bilgilendirilmesi, onlara artÝsÝ ve eksisiyle yeni teknolojinin neler getireceÛinin aktarÝlmasÝ, özümdÝr. Yani GD ürünü olan ve GD ürünü olmayanlar arasÝnda tercih yapma şansının tüketiciye sunulması gereklidir. Bir çok karßÝ grubun da istediÛi sadece, konu hakkÝnda doÛru bilgilendirilmekten başka birßey deÛildir. Bu GD ürünleri savunan veya üreten ßirketlerin öbür tarafÝ yenilikler düßmanÝ, teknolojinin gelißmesini engelleyenler gibi göstermesi de oldukca yanlÝßtÝr.

GD ürünlerin en çok üretildiği yer olan Kuzey Amerika'da (ABD ve Kanada), halkÝn GD ürünlerin takdimi ve yiyeceklerinde kullanÝmÝ konusunda fikri oldukça rahattır. Avrupa'da ise deÛißik endißeler duyulmaktadÝr. Örneûin 1988'de Ingiltere'de biyoteknojideki bu gelißmelere karßÝ olan lobi gruplarÝ tarafÝndan bir çok faaliyet gerçekleßtirilmißtir. Ingilizlerin %61'inin GD yiyecekleri yemek istemedikleri, %77'sinin ise etkileri anlaßÝlana kadar bu tahÝllarÝn yetißtirilmeleri için geçici yasaklar konmasÝnÝ istedikleri görülmüştür. Almanya'da halkÝn %80'inin GD yiyeceklere karßÝ olduÛu bulunmuştur. Fransa'da ise hükümet, yerel olarak üretilmiß GD mÝsÝrÝn üretimini durdurduktan sonra, Avrupa Topluluûunu kurallarÝna uygun tavsiye almasÝ için zorlamÝßtÝr. Ißlenmiß ürünlerin %60'ÝnÝn GD yiyecek veya türevlerini içerdiği İngiltere'de, tüketiciler daha iyi bir etiketleme istiyor. Bu yapÝlÝrsa kendilerine seçme hakkÝ verileceÛinden GD taraftarÝ ve karßÝtÝ grublar arasÝndaki tartÝßmalar daha olumlu bir seyir izleyebilecektir.

aktarılan genlerde mümkün olmayan bir kesinlikle, tanımlanabilmesi fırsatı doğmaktadır.

GD tarımsal ürün çeşitlerinin marketlere sürümünden önce, standart ıslah değerlendirmelerine ek olarak, yasalarla belirlenmiş ayrıntılı biyogüvenlik değerlendirmelerinin yapılarak insan sağlığı ve çevre üzerinde yapabilecekleri etkilerin olup olmadığı belirlenmelidir. Tarımın çevreye olan etkilerinin geniş çaplı olarak ele alındığı günümüz tartışmalarında, geliştirilmesinde hangi ıslah yöntemi kullanılmış olursa olsun, tüm tarım ürünlerinin etkileri hesaba katılmalıdır.

Gündemde GD tarım ürünlerinin piyasaya sürülmesi ile ilgili ateşli tartışmaların yeralmasının, halkın geleneksel ürün ıslah yötemleri hakkında bilgi sahibi olmaması, haber kaynaklarının konuyu duygusal yönden ele alması, piyasayı etkileme isteği, ürünlerin etiketlenmemesi ve bazı ürünlerde seçim şansı olmaması gibi birçok neden bulunmaktadır.

Yukarıda gözönüne alınması gereken hususların yanısıra, bir tarım ülkesi olan ve birçok kültür bitkisinin yabani gen kaynaklarına sahip olan ülkemize sokulacak GD tarım ürünlerinin onaylanmasında ilk aşamada yapılabilecek bazı önerileri de şöyle sıralayabiliriz.

Özellikle GD organizmalar için Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmakta olan yönetmeliğin bir an önce tamamlanması ve yasa şeklinde uygulanabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

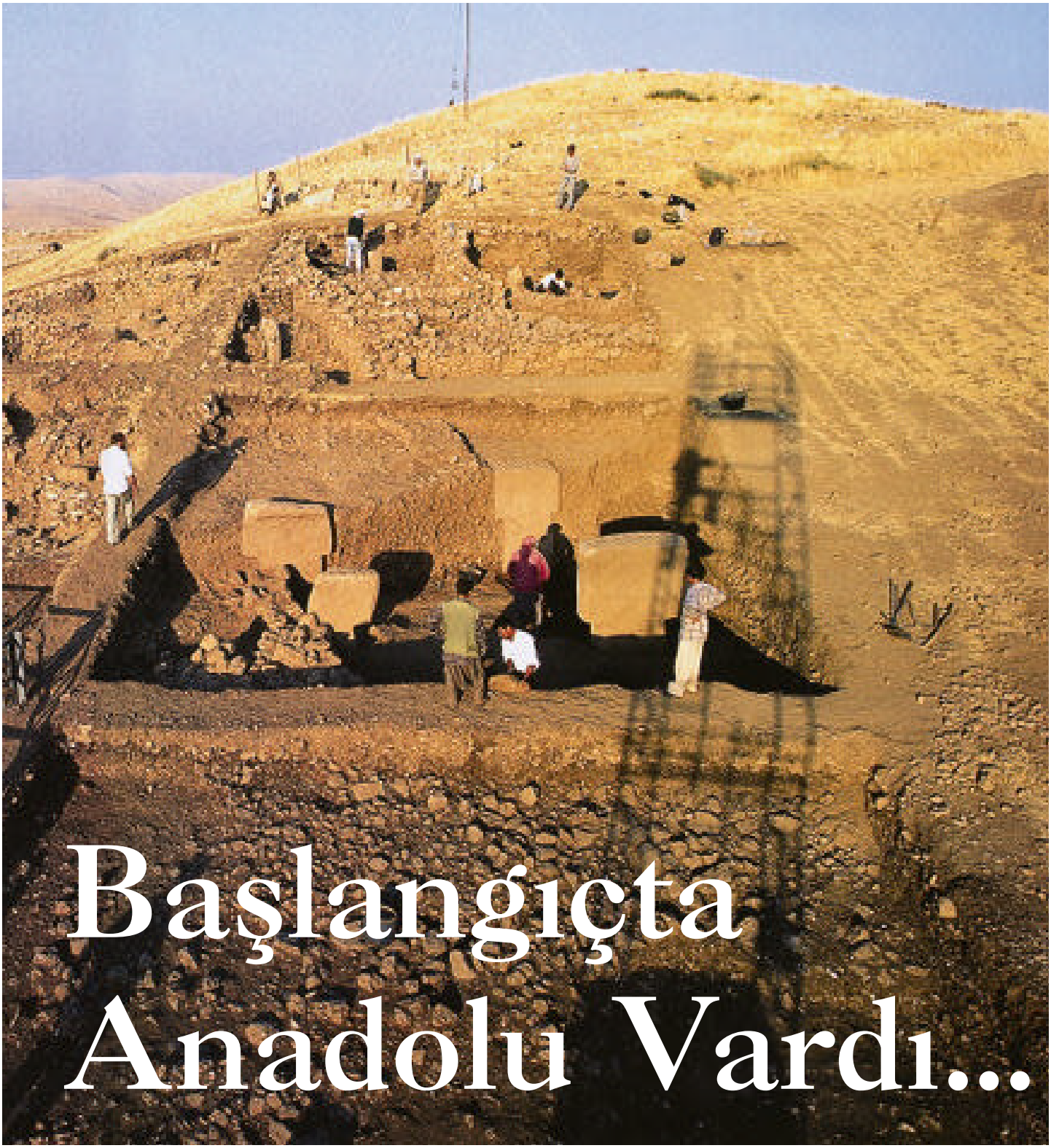
Türkiye'de tarla denemesi için yapılan başvurularda dikkat edilmesi gereken konulardan bir tanesi izin verilecek bitkinin özellikle gen kaynakları ve yakın akrabalarının Türkiye'de bulunmuyor olmasıdır. Bu sayede tozlaşmayla olabilecek bir takım ekolojik felaket senaryolarının önüne geçilebilir.

Hazırlanmakta olan yönetmelikte bulunan ve başvuru yapan şirketin cevaplaması gerek GD bitki ile ilgili soruların titizlikle takip edilmesi çok önemlidir. Buna ek olarak transgenik bitkinin verilen bu cevaplara uygun olup olmadığı test edilmelidir. Bu testlerin bağımsız bir komite tarafından yürütülmesi ve bu komitede farklı üniversitelerin yer alması gereklidir.

· Yapılan transgenik bitki tarla denemesi başvurularında herbisit toleransı gibi karakterlerden çok üretim ve kalite artşını hedef alan başvurulara öncelik verilmelidir. Bu sayede ekolojik açıdan olası problemler önlenebilecektir.

Zeki Kaya[1]
Adviye A. Tolun[2]
[1]Prof. Dr., [2]Araş. Gör., ODTÜ, Biyolojik Bilimler Bölümü

Kaynaklar
Dale, P. J., "Public reactions and scientific responses to transgenic crops", *Current Opinion in Biotech*. 10:203-208; 1999.
Sezen, U.U., S. Önde, A. Ozan ve Z. Kaya. 1999. "Transgenik bitkilerin yaygın kullanımının değerlendirilmesi", *Tabiat ve Insan* 33(3): 27-32
Donna, M.H., R., MacDonald and Klonus, D., "Regulation of foods derived from genetically engineered crops" *Current Opinion in Biotech*. 10:298-302; 1999.
Transgenic plants on trial in the USA; Giddings, V. L.; Current Opinion in Biotech. 7:275-280; 1996.
Biotechnology regulations and guidelines in Europe; Lunel, J.; Current Opinion in Biotech. 6:267-272; 1995.
Health aspects of marker genes in genetically modified plants; report of WHO Workshop; WHO/FNU/FOS/93.6; 1993.
http://home1.swipnet.se/~w-18472/mianart1.htm
http://online.sfsu.edu/~rone/GE%20Essays/GEF%20labelling.htm
http://www.greenpeace.org/~comms/cbio/geperil.html
http://www.safe-food.org/-issue/dangers.html
http://www.connectotel.com/gmfood/gmwho.html



Başlangıçta Anadolu Vardı...

Urfa yakınlarında yer alan Göbekli Tepe'de sürdürülen arkeolojik kazılarda, tarih öncesi yaşam ve uygarlığa geçişle ilgili yerleşik bilgileri altüst edecek buluntulara rastlandı. Buluntular, taş çağında yaşayan avcı-toplayıcı atalarımızın sanılanın çok ötesinde karmaşık bir yaşamda kalma savaşı verdiklerini gösteriyor. Yaklaşık 11 000 yıl önce Anadolu topraklarında yaşayan atalarımız, günlük gereksinimlerini gidermenin yanısıra doğa'yı anlamaya çalışmışlar, doğaüstü güçlerin ya da tanrıların varlığına inanmışlar, dinsel törenler için düzenli aralıklarla bir araya gelmişler. Bu dinsel törenlerde hep birlikte inançlarını simgeleyen hayvan ve insan kabartmalarıyla süslü tapınaklar, dev boyutlu dikili taşlar yapmışlar. Kazıyı yürüten kazı bilimciler, bu verilere dayanarak yerleşik yaşama geçişte ekonomik ya da ekolojik nedenlerin değil, bu kalabalık ve uzun süreli dinsel törenlerin rol oynamış olabileceğini düşünüyorlar. Bu da uygarlığın, sanıldığı gibi, Filistin ya da Mezopotamya'da değil Anadolu'da doğduğunu gösteriyor.

URFA yakınlarında yer alan Göbekli Tepe'de Alman arkeologların yürüttüğü kazılarda, ilkel avcı-toplayıcı atalarımızın dinsel törenler için yaptıkları "tapınaklar" gün ışığına çıkarılıyor. Yaklaşık 11 000 yıl öncesine, çanak-çömlekçiliğin henüz bilinmediği taş çağına (çanak-çömleksiz neolitik çağ) ait olan bu kalıntılar, Anadolu'da yaşayan ilkel atalarımızın da mimari yeteneklerinin olduğunu, hatta dinsel törenler için düzenli aralıklarla bir araya geldiklerini gösteriyor. Bu yeni veriler, insanlık tarihine ilişkin önemli bir yanılgıyı ortaya koyuyor.

Yakın bir zamana kadar, Filistin'deki Eriha (Jericho) ile Konya'daki Çatalhöyük yerleşim alanlarının, insanlığın uygarlık ve kültüre doğru ilk adımını attığı zaman dilimi olan neolitik çağa geçişi temsil ettikleri sanılıyordu. Neolitik çağda, avcı-toplayıcılardan tarımla uğraşan, hayvan yetiştiren, evler yaparak, köyler oluşturarak yerleşik bir yaşam sürdüren çiftçiler ortaya çıkmıştı. Bugüne kadar, çiftçiliğin yapılmasıyla birlikte başlayan yerleşik yaşamın ekonomik ya da ekolojik nedenlerden dolayı ortaya çıktığı düşünülüyordu. O dönemin insanları artık basit ve geçici derme çatma kulübeler değil, kalıcı ve dayanıklı konutlar yapıyorlardı. Dolayısıyla, neolitik çağın getirdiği en önemli değişimlerden sayılan mimarlık da yerleşik yaşamla birlikte ortaya çıkmış olmalıydı. Ne var ki, Göbekli Tepe'de halen sürdürülen kazılar, birçok insanın bir araya geldiği ve düzenli aralıklarla yapılan dinsel törenlerin yerleşik yaşama geçişe neden olduğunu gösteriyor. Ayrıca Göbekli Tepe'deki buluntular, mimarlığın avcı-toplayıcılar zamanında da var olduğunu ortaya koyuyor.







Kazıbilimciler, kalıntıları ortaya çıkarabilmek için kalın bir toprak tabakasını kazıdılar ve kazı alanını topraklardan temizlediler. Kazılar sırasında, bir yaban domuzu heykeliyle, üzerlerinde aslan kabartmalarının yer aldığı destekler ortaya çıktı.

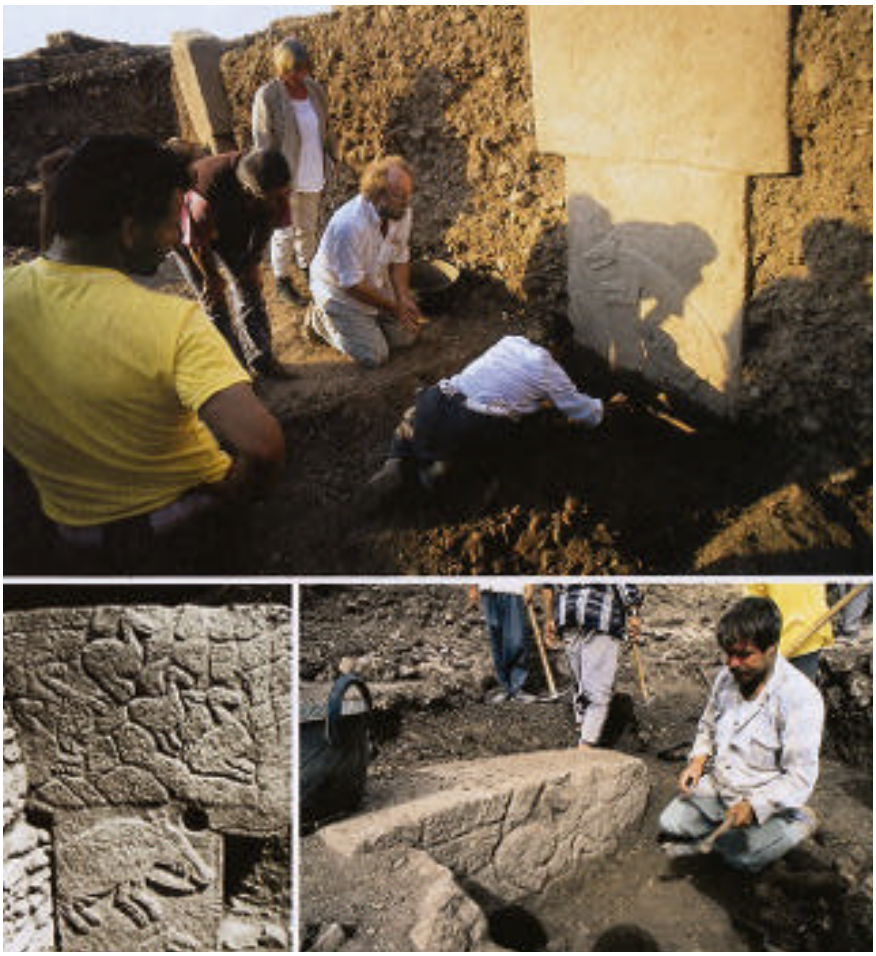
Yaklaşık 11 000 yıl önce yapılan dev tapınağın ortaya çıkarıldığı kazı, Alman Arkeoloji Enstitüsü (DAI) ile Urfa Müzesi'nin ortaklaşa projesi olarak Alman kazıbilimci Dr. Klaus Schmidt yönetiminde yürütülüyor. Bundan önce, 1990 yılında da, Alman Arkeoloji Enstitüsü'nün İstanbul şubesinde çalışmalarını sürdüren Anadolu'ya tutkun kazıbilimci Harald Hauptmann, Göbekli Tepe'ye 50 km uzaklıktaki Nevali Çori'de o güne değin bulunan en eski tapınağı gün ışığına çıkarmıştı.

Schmidt'in Göbekli Tepe'de ortaya çıkardığı tapınağın bu denli yankı uyandırmasının nedeniyse onu yapanların avcı-toplayıcı insanlar olmaları. O çağlarda yaşayan avcı-toplayıcı insanlar, henüz tam olarak yerleşik yaşama geçmemişlerdi ve çanak-çömlekçiliği bilmiyorlardı. O nedenle yaşadıkları dönem çanak-çömleksiz neolitik olarak adlandırılır. Bu dönem günümüzden 11 200 ila 8600 yıl arasını kapsar.

Daha önce Nevali Çori'de de çalışmış olan Schmidt, tümüyle çanak-çömleksiz neolitiğe ait olan Göbekli Tepe'yle, hem çanak-çömleksiz hem de çanak-çömlekli neolitiğe ait evreler içeren Nevali Çori arasında büyük paralellikler, hatta kesin bir bağlantı olduğunu öne sürüyor. Kazıbilimci, bu



Uygarlığın doğduğu yer yeniden saptanıyor.





Kazıbilimciler, bir başka kabartmayı -ikinci bir tilki motifi- ortaya çıkarıyorlar (solda üstte). Taş çağı insanlarınca kayalara oyulan ördek motifleri ve yaban domuzu figürleriyle süslenmiş taş detayı (solda). Üzerinde el motifleri bulunan bir duvar desteği (üstte).

iki yerleşim alanının, daha önce ortaya çıkarılan başka yerleşim yerlerinden çok farklı oldukları ve herhangi bir karşılaştırma yapılmasının yanlış olacağı görüşünde.

1992 yılında Atatürk Barajı'nın suları altında kalan Nevali Çori'de, konut benzeri yapıların ve havalandırma delikleri olan ambarların yanı sıra karmaşık yapılı mozaik tabanları olan bir tapınak bulunuyordu. Yaklaşık 10 500 yıl önce yapılmış olan tapınak, üzerlerinde insan kabartmalarının yer aldığı destekler, bir mihrap, taştan oyulmuş, yılanlardan saç örgüleri olan bir büst, ayrıca insan-hayvan arası figürlerden kopan parçalardan oluşuyordu. Kazıbilimciler, Göbekli Tepe'deyse, bugüne kadar çapları 15 metreye varan daire biçimli üç alan ortaya çıkardılar. Kazı yerinde bulunan 16 destek ve kireçtaşı plakası üzerinde aslan, yılan, öküz, koç, tilki ve turna kabartmaları ya da bunların taşa kazınmış figürleri yer alıyor. Tapınağı, ayrıca doğal boyutlarında, taştan oyulmuş yabandomuzu, kaplumbağa ve akbaba heykelleri süslüyor. Ayrıca Nevali Çori'de bulunan bir insan heykelinin aynısı Göbekli Tepe'de de çıkarılmış. Kazıbilimciler, şu ana değin çıkarılan kalıntılardan, bu yerleşim alanının yaşının en az 11 000 olduğunu hesaplamışlar. Yerleşim alanının daha da eski dönemlere ait olması yüksek bir olasılık; çünkü henüz alt tabakalara ulaşılamadı.

Göbekli Tepe her ne kadar 1960'lı yıllardan bu yana biliniyorsa da, bölgenin çok özel ve önemli olduğunu kazıbilimci Schmidt 1994 yılında keşfetmiş. Kazıbilimci, Urfa yakınlarında yaptığı bir arazi çalışması sırasında yerdeki masif, işlenmiş, bir kısmı kazılmış kireçtaşı plakalarını fark etmiş; birkaç parçayı incelemek üzere yanına almış. Göbekli Tepe'de dikkatini çeken bir başka önemli olguysa, tepenin büyük miktarlarda işlenmiş çakmaktaşıyla dolu olmasıymış. Nevali Çori'de bulduklarını anımsayan Schmidt, bu tepenin altında insanlık tarihine ait çok önemli kanıtların olabileceğini düşünmüş; kazıları çok geçmeden başlatmış.



İnsanlar, 11 000 yıl önce tapınaklarını aslan kabartmalarıyla süslüyorlarmış. Bir kazıbilimci, silikonla kabartmanın kopyasını alıyor.

Kazıya başlar başlamaz da çok eski çağlara ait oldukları hemen belli olan duvarlar ve T biçimli destekler ortaya çıkmış. Bu, kazıbilimciler adına büyük bir başarı. Çünkü, yaklaşık 11 000 yıl sonra, taş çağı insanlarının yaptıklarını günümüze getirmiş oluyorlardı. Kazıbilimciler buluntulara bakarak, "ilkel" avcı-toplayıcıların yaşamı konusunda şimdiye kadar yanıldıklarını anladılar. Artık belli ki, avcı-toplayıcılar, yaşamlarını hiç de öyle tek düze, yalnızca karın doyurmak ve öteki yaşamsal gereksinimlerini gidermekle geçirmiyorlardı. Birbirinden ilginç dev boyutlu hayvan kabartmaları ve heykelleri, bu in-



Bugüne kadar Göbekli Tepe'nin yalnızca çok küçük bir bölümü kazılabildi. Buluntular, daha çok dinsel törenlerin yapıldığı bir tapınağa ait. İnsanların bu tepede yerleşik bir yaşam sürdürdüklerini gösteren buluntulara henüz rastlanmamış. O halde Göbekli Tepe, insan - ların dinsel törenler için bir araya geldiği kutsal bir merkez miydi?

sanların yaşamında başka renkler de olduğunu gösteriyor. Kalıntılar, paleolitik çağdan (avcılık-toplayıcılık) neolitik çağa (tarımcılık ve hayvancılık) geçiş sırasında, insanların el becerilerinin ve sanatsal yeteneklerinin önemli ölçüde gelişmiş olduğunu ortaya çıkarıyor.

Arkeologlar, ayrıca, Göbekli Tepe'deki en eski yapıların dairesel biçimli, daha yeni yapılarınsa dikdörtgen biçimli olduklarını saptamışlar. Bu yapıların çatılarının olup olmadığı henüz bilinmiyor. Günışığına çıkarılan üç metre uzunluğundaki desteklerden bazıları, çevrelerindeki duvarlardan daha alçak. Bu da, kabartmalarla süslü bu sütunların çatılara destek amaçlı kullanılmadıklarını gösteriyor. Kazıbilimciler, bu kazıkların, bölgede yaşayan topluluğa ya da kabileye ait totemler olabilecekleri üzerinde duruyorlar. Demek ki o çağlarda yaşayan insanlar doğaüstü varlıklara inanıyorlarmış.

Kazı alanında, yerleşik yaşam olduğunu kanıtlayacak odalara, yemeklerin pişirildiği ocaklara ve topluca oturulan salonlara, hatta insan iskeletlerine şu ana değin rastlanmadı. Oysa Nevali Çori'de yapılan kazılarda, taş çağı insanlarının ölülerini evlerinin içine, tabanın altına gömdükleri ortaya çıkmıştı. Ama Göbekli Tepe'de yürütülen kazılar henüz bu düzeye ulaşmadı; şu ana değin toplam kazı alanının çok küçük bir bölümü ortaya çıktı. Önümüzdeki aylarda, bu konulardaki soru işaretlerinin netlik kazanması bekleniyor.

Kazı alanında bulunmuş olan bazalttan yapılmış kaplar ve işlenmiş çakmaktaşlarından, neolitik çağ insanlarının kalıcı olmasa bile, en azından geçiçi bir dönem Göbekli Tepe'de yaşadıkları anlaşılıyor. Ancak bu insanların, 300 metre yükseklikte, suyun olmadığı bu tepede neden yaşadıkları henüz bilinmiyor. Dahası, evlerini yapabilmek için balçığı da tepeye kadar taşımış olmalılar. Bu bulgular göz önünde bulundurulduğunda şu önemli sonuca varılıyor: Büyük olasılıkla Göbekli Tepe, bölgede yaşayan insanlarca dinsel amaçlar için düzenli olarak ziyaret edilen bir buluşma yeriydi. İnsanların orada ne kadar süre kaldıkları, neler yaptıkları ve ne kadar insanın bu merkezde bir araya geldiğiyse kazının ileri aşamalarında ortaya çıkacak.



Kazıbilimciler, tahminlerinde bir adım daha ileri giderek, Göbekli Tepe gibi yerleşim alanlarının belirli bir bölgeyi denetlemesi olasılığı üzerinde duruyorlar. Böyle bir merkezi yerleşim, hiyerarşik yapıdaki bir topluluğun varlığını ortaya koyuyor. Belki de bölgede yaşayan kabile, dinsel törenleri düzenleme dışında, gündelik yaşamla ilgili işleri de denetim altına alıyor; aletlerin üretim ve dağıtımını düzenliyor, avcılığı denetliyor, etlerle hayvan postlarının dağıtımını üstleniyordu.

Elde edilen bulgulardan, Göbekli Tepe'deki yerleşimin aniden, yaklaşık 9500 yıl önce sona erdiği anlaşılıyor. Schmidt, inançların değişmiş, belki de yeni inançların ortaya çıkmış olabileceğini düşünüyor.

Yaklaşık 8600 yıl önce başlayan çanak-çömlekli neolitik çağın başlangıcına bakılacak olursa, o dönemdeki yerleşimlerin su ya da yeraltı kaynaklarına yakın yerlerde oldukları görülüyor. Bu dönemlerden elde edilen





Göbekli Tepe'de bulunan binlerce işlenmiş çak - maktaşından iki örnek

kalıntılar, tarımcılıkla hayvancılığın yaygın olduğunu gösteriyor. Çanak ve çömlekler üzerine yapılan ve dişiliği öne çıkaran resimlerden "doğurganlığın" önem kazandığı anlaşılıyor.

Kazıbilimciler, toplumsal yaşantının çiftçiliğe yönelmesini genellikle aşırı avlanmaya, iklim değişimlerine ya da nüfus patlamasına bağlıyorlar. Oysa Schmidt, çiftçiliğe geçişi farklı açıklıyor. Ona göre, çevredeki avcı-toplayıcıların dinsel törenlere katılmak üzere Göbekli Tepe gibi dini merkezlerde kısa süreli de olsa düzenli aralıklarla bir araya gelmeleri, tarımla hayvancılığın başlamasına yol açtı. Çünkü bu kadar kalabalık bir insan topluluğunu av hayvanlarıyla doyurmak olanaksızdı.

Peki, insanların henüz çanak-çömlekçiliği bilmediği, avcı-toplayıcı olarak yaşadığı, ancak büyük sanatsal yapıları ortaya koyabildiği bu geçiş dönemi neden daha önce keşfedilmemişti?

Bu olgu, Batılı kazıbilimcilerin İncil'deki Kutsal Ülke'yle ilgili söylemleri ispatlama hırslarıyla açıklanabilir. İncil'in izinden giden kazıbilimciler, dev duvarlarıyla Eriha'yı (Jericho) keşfettiler. Ürdün'deki bu yer, üzerinde fazla tartışılmadan insanlığın ilk büyük yerleşim alanı ilan edildi.

Kazıbilimciler, tarihöncesine ait başka yerleşim alanlarını Ürdün'de, Dicle ve Fırat ırmaklarının verimli ovalarında aradılar ve tahminlerinde yanılmadıklarını keşfettiler. Sonraki yıllarda, kazıbilimciler, bu iki ırmağın çıktığı yer olan Güneydoğu Anadolu bölgesini (Üst Mezopotamya) keşfettiler ve buralarda önemli buluntulara rastladılar. Böylece, "Bereketli Hilal" olarak adlandırılan ve Filistin'deki Lübnan Dağı'ndan kuzeydeki Amanos Dağları'na uzanan, Doğu Torosların güney eteğini izleyerek Zagros Dağları'yla güneye kıvrılan bölge uygarlığın beşiği ilan edildi. Tarım ve hayvancılıkla ilgili çok erken dönemlere ait buluntular, bir neolitik devrimin gerçekleşmiş olabileceğine ilişkin tezleri doğruluyordu. Neolitik devrim, beraberinde yeni beslenme ve toplumsal yaşam biçimlerini, en önemlisi, uygarlığın doğuşunu getirmişti

Peki, insanlar neolitik çağdan önce nasıl yaşıyorlardı? Günlerini yalnızca temel gereksinimlerini sağlamakla mı geçiriyorlardı? Bu sorunun yanıtını merak eden kimi arkeologlar, 1960'lı yıllarda "Bereketli Hilal"in kenar bölgelerini araştırmaya başladılar ve önemli bulgular elde ettiler. Zagros ile Toros sıradağlarının eteklerinde, daha iftçiliğe ve yerleşik yaşama geçmeden kültürel değerlere sahip gelişmiş bir taş çağı kültürüne ait birçok yerleşim alanını keşfettiler.

Bu kültürel değerler şu sıralar Urfa bölgesinde gün ışığına çıkıyor. Kazıbilimciler Schmidt ve Hauptmann, başka yerlerde de Göbekli Tepe'deki kalıntılara benzer kalıntıların bulunduğundan kuşku duymuyorlar. Gelecekte, Türkiye'nin güney bölgelerinde, Suriye'nin ve Irak'ın kuzeyinde yapılacak kazılar bu öngörüleri doğrulayabilir. Şurası kesin ki mimarlık yerleşik yaşamla birlikte ortaya çıkmadı, ondan önce de vardı. Dahası, insanlığın kültürel gelişimi (uygarlık), Akdeniz'in doğu kıyıları gibi tek bir bölgede değil, birçok çekirdek bölgede ortaya çıktı. Bu çekirdek bölgelerden biri de Güneydoğu Anadolu. Öyleyse, değişen yaşam biçimi toplumsal yapıyı biçimlendirmedi. Tersine, artan bilinç düzeyi insanın var oluş biçimini etkiledi.

İşin tuhaf yönü, çanak-çömlekçiliği henüz tanımayan taş çağı insanlarının gelişmiş kültürel bilinç düzeyi, yerleşik yaşama geçişle birlikte tümüyle yok oluyor. Yapılan kazılar, çanak-çömleksiz neolitiğe ait yerleşimlerin çoğunun, çanak-çömlekli neolitiğe geçişte yok olduklarını gösteriyor. Dev taş heykelleri, değişik hayvan motifli kabartmalarıyla dinsel törenlerin yapıldığı eski dini merkezlerin gösterişi kayboluyor, her şey sıradanlaşıyor. Kısaca, eski tanrıların yerini başka şeyler alıyor. Öyleyse, çanak-çömleksiz neolitik çağ bir gelişme döneminin sonu mu? Belki de tersine, çok sonraları başka bir yerde ortaya çıkacak yeni bir dönemin habercisi oldu bu çağ; bizler henüz aralarındaki bağlantıyı kuramadık.

Hauptmann konuya şöyle bir yorum getiriyor: "Belki de neolitik çağ insanlarının "tanrıları", 4000 ila 3000 yıl önce Mezopotamya uygarlığı insanlarının taptıkları tanrıların benzerleriydi. Nevali Çori ve Göbekli Tepe'de, daha sonra Sümerlerin kültürlerinde bulacağımız bir şeylerin ön hazırlığı oluşturuldu." O halde tanrılar tümüyle yeryüzünden silinmiyorlar, yalnızca başkalaşım geçiriyorlar.

Ayşegül Yılmaz Günenç

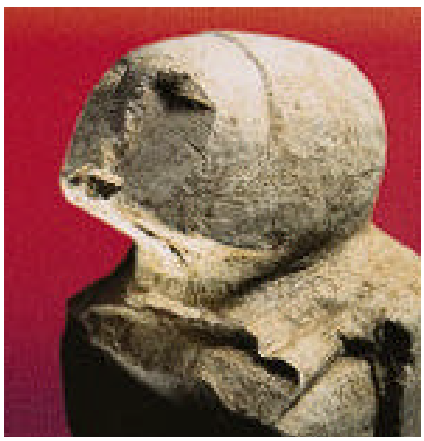
Kaynaklar

Sperlich, W., "Die erste Seidlung der Altsteinzeit", *Bild der Wissenschaft*, Ağustos 2000.

Tok, G., "Uygarlığın Doğduğu Dönem - Neolitik Çağ", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik*, Mayıs 2000.

Zick, M., "Der aelteste Tempel der Welt", *Bild der Wissenschaft*, Ağustos 2000.

http://www.uni-bamberg.de/~ba5vf99/art1.htm





Tarımın Kökeni

İnsanlık tarihindeki en önemli olaylardan biri bundan on bin yıl önce, çanak-çömlekli dönem öncesi neolitik çağda Yakın Doğu'da tarımın başlamasıydı. Tüketim fazlası gıda stoklarının birikmesi, büyük yerleşim alanlarının kurulmasına olanak verdi ve sonunda Batı uygarlığı ortaya çıktı. Üzerinde çok tartışılan bir konuysa şu: Tarım ilk olarak ne zaman ve nerede başladı? M. E. Kislev, tahılların daha önce zannedilenden daha geç bir zamanda, MÖ 7000 yıllarından sonra evcilleştirildiğini söylemişti. Tam tersine, son günlerde G. Hilmann ve S. Colledge ise çavdar ve bakliyatın ilk olarak Tel Abu Hüreyra'da Epi-paleolitik dönemde, MÖ 8900 ile 8600 yılları arasında evcilleştirildiğini öne sürdüler. Eğer bu görüş doğrulanırsa, bunlar evcilleştirilmiş tarım ürünlerinin bilinen en eski türleri olarak kabul edilecekler.

"Nerede" sorusuna gelince, genellikle, bitki evcilleştirmesi işleminin ilk olarak Ürdün Nehri Vadisi'nde ve Güney Levant'ın komşu topraklarında gerçekleştiğine inanılmaktadır (Bugünkü İsrail ve Ürdün toprakları). Fakat biz, botanik, genetik ve arkeolojik ipuçlarının işaret ettiği "Bereketli Hilal" içinde, bugünkü Güneydoğu Türkiye/ Kuzey Suriye bölgesindeki Dicle ve Fırat ırmaklarının yukarı kısımlarındaki küçük bir alanı tarımın beşiği olarak görüyoruz.(şekle bakınız.)



Neolitik çağın yedi ana tarımsal ürününün (kızılca buğday, nişasta buğdayı, arpa, mercimek, bezelye, kara burçak ve nohut) hatta keten tohumunun yabani öncülleri hep birlikte, yalnızca Bereketli Hilal'in bu "üs bölgesinde" bulundular. Yabani nohut sadece bu sınırlı merkezde yetişiyor ve kısıtlı dağılımı da Yakın Doğu'da çiftçiliğin kökeniyle ilgili önemli ipuçları barındırıyor. Çiftçilik bu sınırlı üs bölgenin dışında bir yerde başlamış olsaydı, böylesine ender bir türün bundan 10 000 yıl önce tarımın temel ürünleri arasına girmesi beklenemezdi. Dahası, kızılca buğdayın ortaya çıktığı sanılan bölge, yabani nohutun sınırlı dağılım alanı içinde yer alıyor. Arkeolojik bulguların sağladığı veriler de, merkez bölgenin zengin ve tarım kökenli Neolitik toplumlarının, Bereketli Hilal'deki bu tip yerleşimlerin en erken örneğini oluşturduğu görüşünü destekliyor.

Yakın Doğu Neolitik tarımı üç tür tahıla (kızılca buğday, nişasta buğdayı ve arpa), dört tür bakliyata (mercimek, bezelye, nohut ve kara burçak) ve lifli bir ürüne, ketene dayanıyordu. Yabani nohut sadece Türkiye'nin güneydoğusundaki ve Suriyenin kuzeyindeki küçük bir alanda bulunan 10 yerleşim bölgesinde görülüyordu. Diğer ürünlerin yabani soylarıysa Bereketli Hilal bölgesinin sınırlarını bile aşıp daha ötelere geçiyordu. Evcilleştirilmiş kızılca buğday, bezelye ve mercimeğin genetik, yabani nohut bölgesinin içinde ya da yanında yer alan küçük bir alanda ortaya çıkarılmış bulunuyor. Bitki evcilleştirilmesinin yalnızca tek merkezde yapıldığı düşüncesi, modern tarım ürünlerinin vahşi soylarına göre daha az bir genetik çeşitliliğe sahip olmaları ve bu ürünlerin (belki arpa dışında) yalnızca bir kere evcilleştirildiklerini gösteren genetik bulgularla destekleniyor. Yiyecek toplama evresinden çiftçiliğe geçişin devrimsel niteliği göz önüne alındığında, tarımın kısa bir süre içinde Bereketli Hilal'deki birçok değişik yerde ve birbirinden bağımsız olarak keşfedildiğini varsaymak olası görünüyor. Bu dönüşüm farklı yerlerde gerçekleşmiş olsaydı, ilk tahıl türlerinin bu bölgelerde de görülmesi gerekirdi. Oysa durum böyle değil.

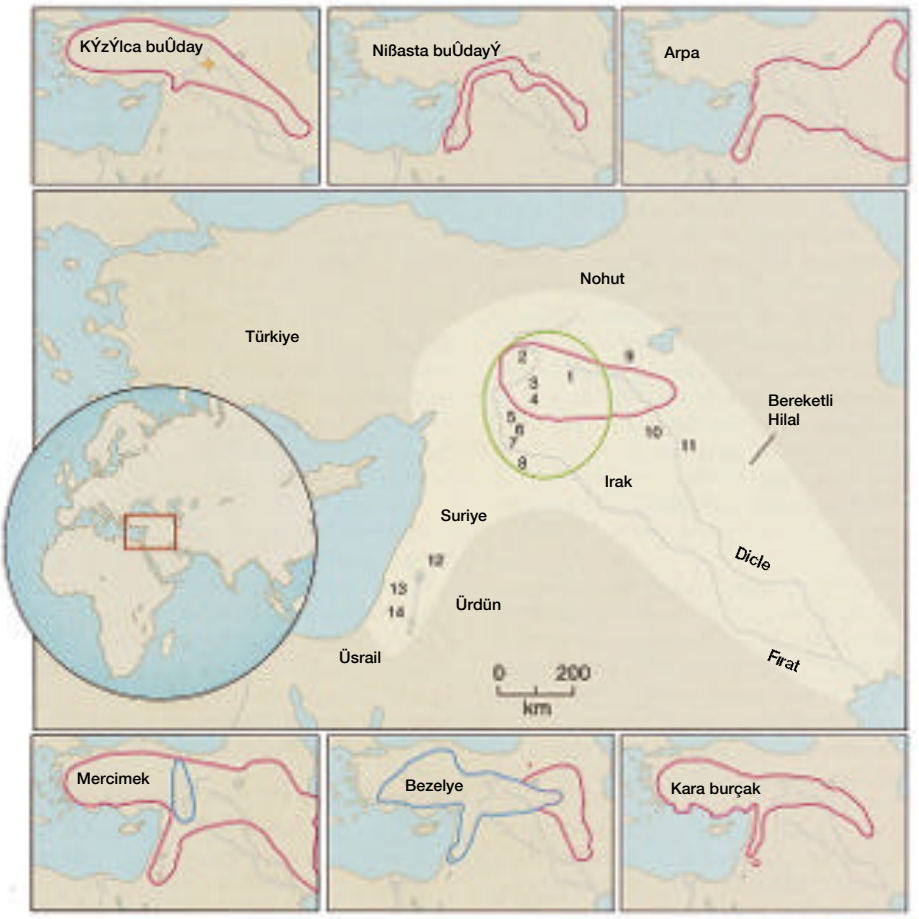
Kızılca buğday ve nişasta buğdayı, arpa, nohut, mercimek, kara burçak, ve belki de bezelyenin yabani türlerinin kalıntıları, Bereketli Hilal'in üs bölgesindeki Neolitik öncesi yerleşim merkezlerinde; Tel Abu Hüreyra I'de (Hillman ve Colledge'in anlattıkları alan) ve Tel Mureybet I ve II'de (İ.Ö. 9000'den 8000'e kadar) bulundu. Aynıları ayrıca Jenel- Ahmar, Mureybet III, Djade ve Çayönü (İ.Ö. 8000'den

7500'e kadar) gibi Neolitik yerleşim merkezlerinde de bulundu. Yabani türler, Hallan Çemi Tepesi gibi Neolitik öncesi ve Kermez Deresi ve M'lefaat üs bölgesine yakın Neolitik yerleşim merkezlerinde de bulunmuştur. Nişasta buğdayı ve kızılca buğdayla arpanın evcilleştirilmiş türleri, Neolitik yerleşim merkezleri Tell Abu Hureyra IIA ve Cafer Höyük'te MÖ 7500 yıllarında, hemen sonra da Çayönü ve Nevali Çori'de ortaya çıktılar.

Üs bölgenin dışında MÖ 7300-7000'den önce evcilleştirilmiş herhangi bir tahıl ve bakliyat türüne rastlanmış değil. Bugünkü Filistin'de bulunan Eriha (Jericho)'da çanak- çömlekli dönem öncesi Neolitik Çağ B yerleşimi kazısında da bitki tohumları ortaya çıktı; ancak bunların yaşı henüz belirlenemedi.

Eriha Bölgesi'nden çıkarılan evcilleştirilmiş tohumların tarihlerinin, Jones ve diğerlerinin verdiği daha erken tarihlerin tersine, MÖ 7. binyıl olduğunu düşünüyoruz. Şam havzasındaki Tell Aswad I A yerleşim merkezinde bulunan evcilleştirilmiş nişasta buğdayı kalıntılarıysa, (MÖ 7800 yılından 7600 yılına kadar) bunun somut bir coğrafi istisnası olabilir. Gerçekten, Tell Aswad I A'da incelenen çakmaktaşı orakların ağız kısımları, nişasta buğdayının bu bölgede doğadan, MÖ 7800 yılı kadar geçmişe uzanan tarihlerden başlayarak biçildiğini gösteriyor. Tarih öncesi yerleşim merkezlerinde bulunan ve bitki soylarının doğal yayılma alanlarını aşan bitki kalıntıları, evcilleştirmenin önemli göstergeleri. Bu türden kanıtlar, kızılca buğday için çanak çömlekli dönem öncesi Neolitik Çağ B Eriha ve Tell Aswad II merkezlerinde (MÖ 6900); mercimek için İsrail'in Yiftah'el Bölgesi'nde (MÖ 6800); ve nohut için Eriha'da (MÖ 6500) ortaya çıktı.

Evcilleştirilmiş bitkilerin Levant Bölgesi'ne yayılması, öteki Neolitik yeniliklerin göçü süreciyle de örtüşür. Helwan okbaşları, oraklarda kullanılan düz ve uzun bıçakların yapımı için yeni teknikler ve tahılı öğütmek için ilkel değirmenler gibi çakmak taşı ve öteki taş işçiliği teknikleri, MÖ 8000 yılından başlayarak Orta Fırat bölgesinden orta ve güneydoğu Levant'a yayıldı. Yukarı Dicle ve Fırat arasındaki üs bölgesi, bol yiyeceğe sahip zengin

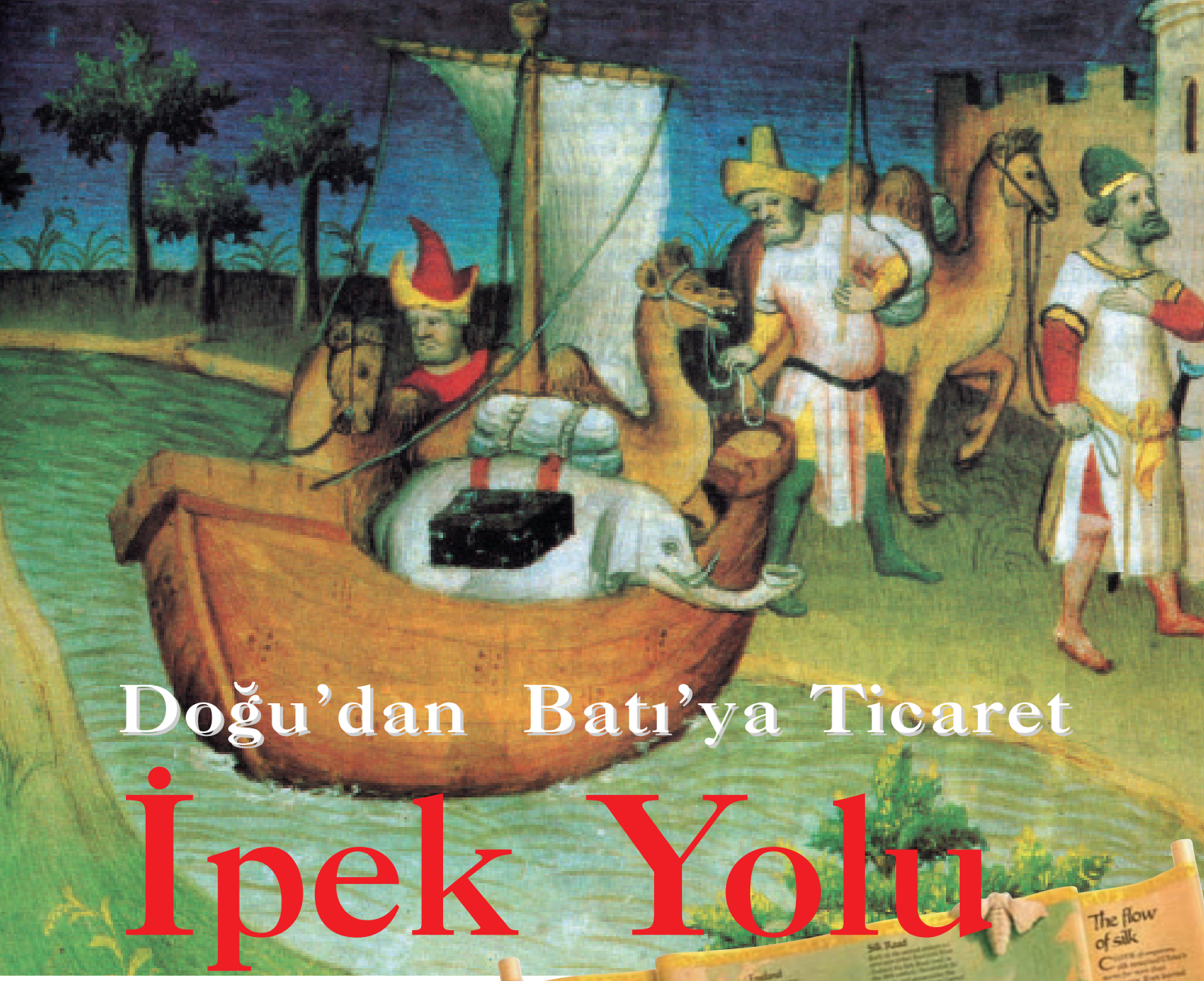


Yakın doğuda Bereketli Hilal bölgesinde Neolitik çağda yetiştirilen yedi tarımsal ürünün dağılımı (sarı) Büyük harita yabani nohutun (kırmızı çizgi) en yoğun olarak üretildiği bölge olan (yeşil çizgi) Fırat ve Dicle ırmaklarının üst kesimlerini gösteriyor. Bugün bu bölgeler Türkiye'nin güneydoğusunu ve Suriye'nin kuzey bölgelerini kapsamaktadır. Neolitik çağdaki yerleşim bölgeleri şöyle numaralandırılabilir: 1) Çayönü, 2) Cafer Höyük, 3) Nevali Çori, 4) Göbekli Tepe, 5) Djade, 6) Jerf el-Ahmar, 7) Tell Mureybet, 8) Tell Abu Hureyra, 9) Hallan Çemi Tepesi, 10) Kermez Dere, 11) Milefaat, 12) Tell Aswad, 13) Yiftahiel, 14) Eriha. Diğer haritalarda da Neolitik Çağ'daki kızılca buğday, nişasta buğdayı ve arpa gibi tahılların dağılımını görmek mümkün. Haritalardaki + işareti bitkinin evcilleşirildiği düşünülen bölgeyi gösteriyor. Mavi çizgi mercimek ve bezelyenin, kırmızı çizgi de nişasta buğdayı, kara burçak ve arpanın genetik köklerinin uzandığı alanı gösteriyor. Kırmızı çizgi ayrıca kızılca buğdayın, mercimek ve bezelyenin dağılımını da ifade ediyor.

bir topluma işaret eden arkeolojik verilerin de gösterdiği gibi bir buluş ve yenilik merkezi görünümündeydi. Görkemli mimari resimler ve prestiji simgeleyen nesneler üs bölge içinde yer alan Çayönü, Nevali Çori ve Göbekli Tepe'de çoklukla görülür. Bu bölgedeki erken Neolitik dönem yerleşim merkezleri, Bereketli Hilal bölgesinin diğer bölümlerindekilerden daha büyük. Nedeni, büyük olasılıkla başarılı çiftçiliğin ilk olarak burada uygulanmış olması.

Genç Dryas'ın serin ve kuru iklim dönemi sırasında, (MÖ 9000- 8000 arası) merkez bölgedeki koşulların değişmesi, göçebe hayatın bitmesine ve yerleşik çiftçiliğin doğmasına yol açmış olabilir. Bu topluluklar arasında sosyal statü için yaşanan çekişmeler ve rekabet de bitkilerin evcilleştirilmesini ve tahıl üretiminin yoğunlaştırılıp artık ürünün birikmesini çabuklaştırmış olabilir. Başka bir görüşe göreyse, üs bölgede yaşanan büyüme, nüfusun bir bölümünü alanın kenarda kalmış marjinal bölümlerine göçmeye itti. Yeni yerleşilen bu bölgeler nohut yetişme bölgesine yakın olmalıydılar; çünkü göçen topluluklar hâlâ nohudun belli başlı türlerini hatırlıyor olmalılardı. Tarımın ve dolayısıyla çağdaş uygarlığın başlangıç noktasının daha kesin bir biçimde belirlenebilmesi için arpa, nişasta buğdayı ve kara burçağın evcilleştirilmesi ve dağıtımıyla ilgili yeni araştırmalar gerekiyor.

Yadun, S.L.,Gopher, A., Aboo, S.,
The Cradle of Agriculture, *Science*, Haziran 2000
Çeviri: Gökhan Tok



Doğu'dan Batı'ya Ticaret
İpek Yolu



Ünlü yazar Stefan Zweig, Macellan'ın yaşam öyküsünü anlatmaya başlarken şu sözleri kullanıyor: "Başlangıçta baharat vardı." Dünyanın kaderini değiştiren, birçok keşfin yapıldığı bir dönemde Macellan, bu kâşiflerin en önemlilerinden biri olmuştu. Keşiflerin amacı belliydi: Doğu'ya, Hindistan'a giden bir yol bulmak. Avrupa'nın yaşamsal derecede önem verdiği malların, baharatların, ipeğin ve daha pek çok ticari ürünün kaynağıydı Doğu. Doğu'ya giden yollar yüzyıllarca ticaretle, kültürle, bilgiyle birbirine bağlamıştı iki dünyayı. Bu yollardan en önemlisi İpek Yolu'ydu.

İPEK YOLU'NUN başlangıcı çok eskilere dayanır. İki büyük uygarlık olan Çin ve Roma İmparatorluğunu birbirine bağlayan bir yol olarak ortaya çıkmıştı İpek Yolu. Bu bağ yoluyla iki devlet arasında hem mal hem de fikir alış verişi yapılabiliyordu. Bu alış veriş sırasında Doğu'ya yün, altın ve gümüş, Batı'ya da ipek gönderiliyordu. Bu yolun tek özelliği yalnızca mal alış-verişinin yapılması değildi. Bu yolla Nasturilik ve Budizm de Çin'e taşınıyordu. Hintli Budist misyonerler dinlerini İpek Yolu boyunca yaymaya giriştiler. Han Hanedanı'nın son dönemlerinde Budizm yavaş yavaş yayıldı; ama Sanskritçe'den kuramları aktarmaya fazla elverişli olmayan somut bir dildi Çin dili. Bu da "büyük yol öğretisi" olarak bilinen Budizmin Taocu görüş ve sözcüklerle karıştırılarak büyük bir değişikliğe uğramasına neden oldu. Çin'e gelen bir başka din olan Nasturilik de çok etkili olmamasına karşın kalıcı oldu. Öyle ki çok sonraları Papalık Çin'e misyonerler gönderdiğinde burada az sayıda kilise olduğunu hayretle görecekti.



İpek ve Baharat yolu olarak bilinen Doğu ve Batı arasındaki yolların tarih sahnesine çıkmaları Milattan öncesine kadar uzansa da, bu yolların öneminin zaman zaman azalması, zaman zaman artması, kimi zaman savaşlar ya da iç karışıklıklar nedeniyle ticaretin kesintiye uğraması nedeniyle inişli çıkışlı bir öyküsü vardır. İlk görkemli çağını Çin'de Han Hanedanı zamanında yaşar İpek Yolu. Han Hanedanı yönetimindeki Çin'in önce Fergana kentini ele geçirmesi, küçük prenslikleri birleştirerek imparatorluğa katması bu bölgede istikrarın hakim olmasını sağlar. Böylece Çinli tüccarlar ipeklerini kervanlarla korkusuzca Pamir Dağlarının eteğindeki "Taş Kule"ye getirirler. Romalı tüccarlar onları burada beklemektedir. Değerli ipek, Antiochia'ya (Antakya) doğru çıkacağı yola burada başlar. Sian kentinden başlayan yol, 6400 km uzunluğundadır. Çin Seddi'ni kuzeybatı yönünde izledikten sonra Taklamakan Çölü'nün yanından ilerleyip Pamir dağlarını geçer. Kervanlar bu yolu aştıktan sonra Afganistan'ı da geçer ve Doğu Akdeniz kıyılarına ulaşırlardı. Mallar burada gemilere yüklenirler ve deniz yoluyla Batı kentlerine ulaşırdı. İpek Yolu'nun tümünü geçen yolcular çok az sayıdaydı. Mallar genellikle aracılar arasında aktarılarak taşınırdı. İpek Yolu'nun bu parlak dönemleri bir süre sonra Romalıların Asya'daki topraklarını kaybetmeye başlamasıyla sarsıldı, yavaş yavaş da sona erdi. Bu dönemde Asya'ya açılan yollar el değiştiriyor, Müslüman Araplaların eline geçiyordu.



Günümüzde ipek, deniz ya da hava yoluyla batı pazarlarına kolayca ulaşıyor. Bu da fiyatını oldukça düşürüyor elbette. Oysa geçmişte İpek Yolu'nda seyahat her zaman zor olmuştu. Doğa koşulları kara yolculuğu için hiç de uygun değildi. Özellikle İpek Yolu'nun geçtiği bölgedeki çöller, kervanların yolculuklarını daha da güçleştiriyordu. Kervanlar neredeyse kaplumbağa hızında yol alabiliyordu bu bölgede. Yazları çöller geçilirken hep geceleri yolculuk yapılırdı. Geceleyin ortaya çıkan korkunç çöl cinleri söylentisi her zaman kervanlarda kulaklara fısıldanırdı. Ne var ki, Asya çöllerinin korkunç sıcağı cinlerden daha ölümcüldü. Bu yüzden tüccarlar korkularını frenler ve geceleri yol alırlardı. Tek sorun bu değildi elbette. Çölde çıkan kum fırtınaları kervanların durmasına neden olurdu. Şiddetli bir kum fırtınasıyla karşılaşan kervan bu felaketi atlatabilirse kendini şanslı sayardı. Çünkü kumların insanların ya da hayvanların boğulmasına ya da tamamen toprak altında kalmasına neden olması da oldukça rastlanan şeylerdi. İnsanlar Taklamakan çölü için şöyle diyordu: İçine giren bir daha çıkamaz. Sorunlar yalnızca yazın sıcak günlerinde yaşanmıyordu. Eğer kışın kar üzerinde yolculuk etme gerekiyorsa kar körlüğü de bir başka tehlikeydi.

Tüccarların geçtiği yolda yaşanan tehlikeler yalnızca doğal tehlikeler değildi. Yol üzerinde pusuya yatmış hırsızlar, yağmacılar, çapulcu çeteleri her zaman vardı. Çapulcuların gözü kervanların değerli yükündeydi. İpek, değerli taşlar, baharat, tütsüler, porselenler kervanların taşıdığı mallardı. Haydutlardan korunmak için tüccarlar kalabalık durumda yolculuk eder, büyük kervanlara katılırlardı. Öyle ki, bin deveden oluşan kervanları yolda görmek mümkündü. Bu kervanlara ayrıca silahlı muhafızlar da eşlik ederdi.

Kervanlarda yük taşımak amacıyla develer kullanılırdı. Çölleri geçerken dayanıklı yapısıyla tüccarlara güven veren hayvanlardı develer. Bunun yanında iki hörgüçlü develer tek hörgüçlü olanlara tercih edilirdi. İki devenin de taşıma kapasitesi yaklaşık aynıydı; ama iki hörgüçlüler tek hörgüçlü develerden daha hızlıydı. Bu develerle tüccarlar, yüzlerce yıl boyunca Doğu'yla Batı arasında mal taşıdılar. Ne var ki İpek Yolu adı bu ticaret yoluna 1870 yılında verildi. Tarihi yola bu adı kazandıran da Ferdinand von Richthofen adlı bir Alman coğrafyacı.

Yol, pek çok açıdan çeşitli bölgelere ayrılmıştır. Bunlar politik ve ekonomik ayrımlardır. Han Hanedanı zamanında Çinli tüccarlar, mallarını Dunhuang'a kadar getirirlerdi. İzledikleri bir başka yol da Çin Seddi boyunca ilerleyip Loulan kentine ulaşıyordu. Bu kentlerde Orta Asyalı tüccarlar, aracılar bu malları ya takas eder ya da satın alırlardı. Part, Suğdak ya da Hintli olan bu aracılar mallarını İranlı, Suriyeli ya da Yunan tüccarlara satarlardı. Mallar, doğal olarak her aracıya geçişte daha pahalanırdı.

Hanların İpek Yolu, görkemli başkentleri Chang'an'dan (Bugünkü Sian) başlardı. Yol batıya doğru Gansu eyaletinden geçer ve Çin Seddi'ne ulaşırdı. Buradan Yumenguan geçidinden geçen tüccarlar, Dunhuang kentine varırdı. Burası genellikle Çinli tüccarlar için son noktaydı. Buradan sonra Orta Asyalı tüccarların aldığı mallar, Tanrı Dağları'nın eteklerinden geçer, Taklamakan Çölü'nü aşardı. Kervanlar, vaha kent görünümündeki Hami, Turfan, Yankı, Kuça







ve Kaşgar kentlerine uğrarlardı. Bu yol, kuzey yolu olarak bilinirdi. Dunhuang'ın güneyinden çıkan bir başka yol daha vardı. Taklamakan Çölü'nün güneyinden geçen bu yolda tüccarlar Loulan, Khotan, Yarkent ve Kaşgar rotasını izlerdi.

Kaşgar, tüccarlar için bir kavşak noktasıydı. Buradan birçok yöne yollar ayrılırdı. Tanrı Dağları'ndaki Terek geçidi kullanılarak batıya, Fergana, Taşkent, Semerkant kentlerine ulaşılabilirdi. Yolun devamı Merv kentine ulaşırdı. Başka bir yol Pamir Dağlarını geçiyor, Taşkurgan'ın güneyinden Afganistan'a, Belh kentine varıyordu. Kaşgar'dan ayrılan bir başka yol da Taşkurgan'ı geçer, Karakurum üzerinden Hindistan'a ulaşırdı.

Merv kentinden batıya devam eden yollar, Partların başkenti Hecatompylos'a gelirdi. Buradan Hazar Denizi geçilerek Tahran, Hamedan üzerinden bugünkü Bağdat yakınlarında Dicle kenarında kurulmuş Seleuceia ve Ctesiphon kentlerine ulaşırdı. Bu kentler Akdeniz'e ulaşmadan önceki son kentlerdi. Doğu'nun değerli malları Akdeniz'e geldiğinde gemilerle Roma'ya taşınırdı.

Han Hanedanı'nın Tarım havzasında kontrolü kaybetmeye başlamasıyla İpek Yolu'nun görkemli günleri sona eriyordu. Roma'nın da Asya'daki topraklarını yavaş yavaş kaybetmesi, bölgede yaşanan savaşlar ve iç karışıklıklar, ticaretin güvenli biçimde yapılmasını engellemeye başlamıştı. Böylece Doğu-Batı ticaret yolları bir devrin sonuna gelindiğini gösterir biçimde önemini kaybediyordu. Bu, aynı zamanda başka bir devrin başladığını gösteren bir işaretti. Zamanla yol üzerindeki devletler çökmüş, yerlerine yenileri kurulmuştu. Ticaret yollarının kontrolü, başka devletlerin eline geçse de ticaret sürdü.

Batı, ticaret yollarının sağladığı mallara muhtaçtı. Bu nedenle Roma İmparatorluğu'nun yıkılışından sonra da Doğu'yla ticaret sürdü. Ne var ki, bu mallar oldukça zor koşullarda Avrupa'ya ulaşıyordu. Kara yolculukları, başlayıp biten serüvenlerden çok, uzun süreli ve kişisel amaçlardı. İngilizce yolculuk etmek anlamındaki "travel" sözcüğü "travail" sözcüğünden gelir. Travail, yorucu ve bezdirici iş anlamındadır. Bu sözcük geçmişteki kara yolculuklarını en güzel betimleyen sözcüklerden biri. Birkaç öncü gezgin, bu yolculuklara göğüs gerebilmiş ve Avrupa'ya Doğu'nun kapılarını açmıştır.



Avrupalılar kendi coğrafya sınırlarının karanlığına gömülüyken bile, doğunun efsaneleri dillerde gezerdi. Bireyler, dünyanın uzak noktalarından gelen Çin ipeği ya da porseleni gibi lükslerden yararlanabilirlerdi. Duvarları Acem halılarıyla bezenmiş odalarda Seylan ve Java'dan getirilmiş tabaklar içinde ziyafetler verilir, Siyam'dan gelen abanoz satranç takımlarıyla vakit geçirilirdi.

Bu tür egzotik doğu mallarını satarak zengin olan Venedikli, Cenevizli ve Pisalı tüccarların hiçbiri bu toprakları aslında görmemişlerdi. Bu tüccarların Uzakdoğu ile olan bağlantıları Doğu Akdeniz liman kentleri üzerinden sağlanıyordu. Değerli mallar değişik yollarla kendilerine ulaşabiliyordu. Orta Asya, Semerkant ve Hazar Denizi, Hint Okyanusu üzerinden ya Basra Körfezi'nden Basra'ya ya da Kızıldeniz bağlantısıyla Süveyş'e ulaşan malların Avrupa pazarlarına ulaşabilmesi için kara yoluyla İran, Suriye ya da Mısır'dan geçmesi gerekirdi. Bu karayollarında ilerlemek isteyen Fransız ya da İtalyan tüccarların Akdeniz limanlarından doğuya ilerlemeye başlar başlamaz yolları kesilirdi. Müslümanlar çekinmeksizin Avrupalı tüccarlarla İskenderiye, Halep ve Şam'da ticaret yapar ama tüccarların doğuya doğru ilerlemesine izin verilmezdi. Bu ortaçağın demir perdesiydi. Bu demir perde 1250 ve 1350 yılları arasında ortadan kalktı ve Avrupa ile Çin arasında kesintisiz bir bağ kurulabildi. Bu süre içerisinde İtalyan tüccarların daha yürekli ve girişken olanları Halep, Şam ya da İskenderiye'de beklemek yerine, artık Hıristiyan misyonlarının da kurulmuş olduğu Hint ve Çin kentlerine kendi kervanlarıyla İpek Yolu üzerinden doğrudan ticarete başlamışlardı. Doğu'yla Batı'nın özgürce fikir ve kültür alışverişi yapabildiği bu çekici dönem, fazla uzun sürmedi ve demir perde büyük bir gürültüyle yeniden kapandı. Okyanus yollarının keşfedilmesi ve Avrupa'nın bir kez daha Güneydoğu Asya ve Çin limanlarına gelmelerine izin verilmesi yüzyıllar aldı.



Doğudan gelen mallar Avrupalı tüccarlar için yaşamsal öneme sahipti.

Demir perdenin kalkmasına neden



olan olay, ne Hıristiyan birliklerinin bir harekâtı, ne de Avrupalı politikacıların çabalarının ürünüydü. Pek çok tarihsel olayda olduğu gibi, demir perdenin kalkması ana amaç değil, bir yan üründü. Doğu yolunun açılmasını sağlayan, Türklerle akraba olan ve Orta Asya'da yaşayan Moğol ırkından Tatarlardı. Ortaçağ'da Tatarlar, Avrupa için büyük bir korku haline gelmiş, Avrupa tarihine acımasız ve yok edici bir güç olarak geçmişlerdir. Bu dönemde Tatar sözcüğü barbar anlamında kullanılmaya başlamıştı. İngilizce'de yer alan ve düzensiz kalabalık anlamına gelen "horde" sözcüğü Türkçe "ordu" sözcüğünden türetilmiştir. Tatarların Avrupa'daki tanıtımı onların ilk seferlerinde Avrupa'da yaptıkları zulümleri gören ya da duyan tarihçiler tarafından yapılmıştı. Oysa çok az sayıda yazar gerçekten bir Tatar görmüştü. Hiçbiri de Tatar hanlarının ülkelerinde sağladığı kökten başarılardan haberdar değildi. Moğol İmparatorluğu, en geniş zamanında Roma İmparatorluğu'nun iki katı büyüklüğe ulaşmış bir kara imparatorluğuydu. Cengiz Han ve orduları, Asya'nın en doğu ucundan Avrupa'ya kadar birçok yeri ele geçirdi. Kubilay Han imparatorluğun başına geçtiğinde, hüküm sürdüğü bölgenin sınırları doğuda Çin'de Sarı Irmak'tan, Doğu Avrupa'da Tuna kıyılarına, kuzeyde Sibirya'dan güneyde Basra Körfezi'ne kadar uzanıyordu. Moğol hükümdarlarının kişisel becerileri ve üstünlükleri olmasaydı Doğu'ya giden yollar Avrupalılar'a çok daha sonra açılırdı. Marco Polo ve onun gibi Avrupalıların düş gücünü harekete geçirmeyi başaran diğer araştırmacılar olmasa, Kristof Kolomb gibi kâşifler ortaya çıkar mıydı?



İran'ı ele geçiren Tatarlar buraya da, ele geçirdikleri diğer ülkeler gibi düşük vergi, iyi koruma ve herkese açık yol politikalarını getirmişlerdi. Böylece Batı'dan Hindistan'a giden yolların açılmasını sağladılar. Yüzyıllardır kullanılan büyük İpek Yolu Tatarların eline geçince, Avrupalıların serbestçe ve sürekli kullanabildikleri bir yol haline geldi. Oysa Müslümanların elinde olan Mısır yolları hâlâ Avrupalılara yasaktı. Buradan geçen mallara Memluk sultanları tarafından ağır vergiler konuyor, böylece Hint ürünleri İtalyan tüccarların eline geçtiğinde en az üç kat pahalanmış oluyordu.

İlk karayolu gezginlerinin ortaya çıktığı günlerde Avrupa ve Doğu Asya arasında gelişen, ama küçük çapta uzmanlaşmış bir ticaret söz konusuydu. Kimi Avrupalı tüccarlar, doğunun uzak kentlerine gittiler; ama Polo ailesi dışında hiçbiri arkalarında bu yolculuklara ait bir bilgi bırakmadı. Çin kentlerindeki bazı Avrupa kolonilerine ait bilgileri de, buralara gelen Fransisken keşişlerinin tuttuğu kayıtlardan öğrenmek mümkün. Bunlar arasında en önde gelenlerinden biri İtalyan Fransisken keşişi Montecorvinolu John'du. John, Papa'nın emriyle Kubilay Han'ı Hıristiyanlığa davet etmek için Pekin'e gitmişti. Kubilay Han Hıristiyanlığı kabul etmedi ama ülkesindeki diğer din adamlarına davrandığı gibi Hıristiyan rahiplere de iyi davrandı. Keşiş John Avrupalı tüccarların kullanımı için bir liman kenti olan Zayton'da üç büyük kilise olduğunu anlatıyor anılarında.

Floransalı bir banker ailesi tarafından 1340 yılında gönderilen Francesco Balducci Pegelotti, ya da kısa adıy-





Baharat ticareti Doğu ve Batı arasında yüzyıllarca önemli bir yer tuttu. Biber, zencefil, kakule gibi birçok baharat türü deve kervanlarına yüklenirdi. Kervanlar uzun zahmetli yolculuklara göğüs gerer ve değerli yüklerini Avrupa'ya ulaştırmak üzere Akdeniz kıyılarına gelirdi. Ticaret yolları önemini kaybettiyse de baharatlar değerini günümüzde de koruyor

la Bardi, gezgin tüccarlar için bir el kitabı hazırlamıştı. Bu kitapta gelişen ticaretle ilgili bazı ipuçları vardı. O dönemin tüccarları için bir "yol kitabı" ya da "gezi rehberi" gibi düşünülebilecek bu kitap, kara yolculuğu yapanların gereksinimi olan kentler arasındaki uzaklıklar, yerel tehlikeler, ağırlık ölçüleri, fiyat ve kurları, gelenekler ve görenekler, gümrük kuralları üzerine pratik tavsiyelerin yanı sıra ne yemeli, ne içmeli, ne yememeli ve yatacak yerler gibi birçok bilgiyi içeriyordu:



"Öncelikle sakalınızı uzatmalı ve hiç tıraş olmamalısınız ve Tana'da kendinize bir çevirmen bulmalısınız. Ucuz diye iyi yerine kötü çevirmen asla bulmamalısınız. İyi bir çevirmene vereceğiniz fazla parayla ona sahip olacaksınız ve böylelikle o da kendini ucuza getirecektir. Çevirmenden başka yanınıza Cumanian (Kuma) dilini çok iyi bilen en az iki de hizmetkâr almalısınız…

Tüccarlar yanlarında ne miktarda gümüş bulundururlarsa bulundursunlar, Çin'in efendisi bunu onların elinden alacak ve kendi hazinesine aktaracaktır. Böylece gümüş getiren tüccarlara onun yerine kâğıt para verilecektir. Bu kâğıt paralar sarı renkte olup yukarda sözü edilen efendinin mührünü taşıyacaktır. Buna para derler. Bu parayla kolayca ipek ve istediğiniz diğer malları alabilirsiniz. Ülkenin tüm halkı bu parayı kabul eder. Ayrıca paranız kağıt olduğu halde aldığınız mallara daha fazla para da ödemeyeceksiniz.

Gümrük memurlarına saygılı davranmayı, onlara para ya da malla bir armağan vermeyi ve aynı şekilde çevirmenlerle diğer küçük memurları da unutmamalısınız. O zaman onlar da saygılı ve terbiyeli davranır ve mallarını daha düşük değerde gösterirler."

Dünyanın bir ucundan diğer ucuna uzanan o günlerin canlı kara trafiği çok uzun ömürlü olmadı. 13. yüzyılın ortalarında açılan karayolu bir yüzyıl sonra kapandı. Moğol İmparatorluğu'nun gücü ve bütünlüğü bu yolu açmış ve Avrupa'dan Hindistan ve Çin'e kadar uzanan karayolundaki güven sağlanmıştı. Moğol yüzyılı denen bu dönemde bazı Avrupalılar Doğu'ya, bazı Çinliler de Batı'ya yöneldiler. Evlerine dönen batılılar ve yolculuk eden Çinliler, yanlarında Doğu'nun birçok egzotik mallarını da getirmişlerdi. Oyun kağıtları, porselen, kumaşlar, mobilya stilleri gibi birçok yenilik Batı yaşamını yeniden şekillendiriyordu. Kağıt para, matbaa ve barut gibi çok önemli yenilikler dünyayı sarsıyordu. Bu yenilikler önce Ortadoğu'ya sonra da Araplar ve diğer uluslar aracılığıyla Avrupa'ya taşındı.

Kubilay Han'ın ölümünden sonra zayıflayan ve parçalara ayrılan Moğol İmparatorluğunun ardından doğuya giden yollar tehlikeye düşmüştü. İmparatorluk parçalanırken bir süre için de olsa doğu-batı ticareti için gereken istikrarı sağlayabilecek biri çıkıyordu tarih sahnesine: Timur. Semerkant'ın batısında yönetim birimlerini kurmuş olan Timur, tüm dünyayı ele geçirme planlarını da uygulamaya koyuyordu bu sırada. Birçokları için uçsuz bucaksız gibi görünse de Timur, Cengiz Han'ın imparatorluğunun yalnızca güneybatı bölümüne sahipti. Ne var ki Timur, Doğu'ya çıkış kapısını elinde bulunduruyordu.



İmparatorluk'tan kopmalar Pegolotti'nin önceden sözünü ettiği yolların güvenliğinin bozulmasına neden olmuştu. Timur, kendi yönetimi altında Avrupalıların güvenlik içinde ve rahatça İran'daki Tebriz'e ulaşabilmelerini sağladı. Timur'un gücünün son bulduğu yer olan Semerkant, Asya'nın kültür merkeziydi. İpek Yolu'nun en işlek kenti olan Semerkant, 1405'te Timur'un ölümünden sonra neredeyse bir hayalet kente dönüştü.

Çin'e geçiş yolları artık Avrupalılara kapanmış, Çin'den haber almak iyice güçleşmişti. Kıtadaki en iyi haberleşme ağına sahip olan Papa bile Pekin'den en küçük bir haber bile alamıyordu. Moğol İmparatorluğu'nun yıkılmasından sonra Avrupalılar, Uzakdoğu'yla olan bağlantılarını kaybettiler. Gelen haberler yalnızca bazı gezginlerin Timur'un ülkesinden getirdikleri haberlerle sınırlıydı. Bu kaynaklar ne kadar yetersiz, haberler de ne kadar önemsiz olursa olsun, Avrupa'nın Asya ile kurduğu tek bağlantıydı ve uzun süre de böyle kaldı.

Ticaret yollarının sağladığı malların Batı için ne kadar değerli olduğu kuşku götürmez. Ne var ki bu mallar içinde baharatların Avrupa için önemi özellikle büyüktü. Baharat eski çağlarda ilaç yapımında, kutsal yağ ya da merhemlerin hazırlanmasında ve afrodizyak olarak kullanılırdı. Rahipler büyü törenleri, dinsel ayinler sırasında baharattan yararlanırlardı.

Baharatların Eski Yunan, Roma Çin, Hitay, Asur ve Mısır gibi uygarlıklarda ilaç olarak kullanıldığını biliyoruz bugün. Hippokrat, Galen, Pedanios ve Dioskorides gibi ünlü hekimler, baharatlarla ilaçlar yapmışlardı. Plinius, Doğa Tarihi adlı yapıtında baharatın yararlarını ve şifa veren güçlerini uzun uzun överek kendi zamanında bilinen hastalıkların iyi edilmesinde genellikle baharatların kullanıldığını anlatır.

Baharatın yiyeceklerde ne zaman kullanılmaya başlandığı tam olarak bilinemiyor. Susamın çok eski çağlar-









dan beri şarap yapımında ve yiyecek olarak kullanıldığını biliyoruz. Bunun yanında sarmısak ve soğan da yüzyıllardır beslenme alışkanlıklarında önemli bir yere sahip. Bunun yanında eski Yunan ve Roma'da baharatların, artık yiyeceklere çeşni vermesi amacıyla kullanıldığını görmek mümkün. Herodot, rastladığı insan topluluklarının beslenme alışkanlıklarını anlatırken, bazılarının et ve balığı çiğ yediğinden, bazılarının da bunları güneşte kurutulmuş, tuzlanmış ya da bunları salamuraya bastırılmış olarak yediğinden bahseder. Ne var ki baharatların kullanımı çok uzun yıllar, yüzyıllar boyunca zenginlerin ayrıcalıklı bir hakkı gibi göründü.

Uzak ülkelerden gelen baharatı yalnızca zenginler kullanabiliyordu; çünkü bu malların fiyatı çok pahalıydı. Baharatlar yola çıktıkları Çin'den Avrupa'ya ulaşıncaya kadar birçok kez el değiştiriyor, aracılar her seferinde mallarının fiyatını artırıyorlardı. Bununla birlikte Çin'de de baharatların çok ucuz olmadığını belirtmek gerek. Marco Polo, 13. yüzyılda Hitay'da yalnız üst sınıfların değişik baharatlarda bekletilmiş et yiyebildiklerini, yoksullarınsa sarmısak sosuna batırılmış etle yetinmek zorunda olduklarını anlatıyordu.

Yemeklere tat verme özelliğinin yanı sıra, baharatlar yiyeceklerin havayla temas etmesini engellediği için ekşime ya da başka türlü bozulmalarını engelliyordu. Baharatların bu özelliği zamanla Avrupa'da da öğrenilecek ve besinlerin saklanmasında ve uzun süre dayanmasında baharatlar kullanılacaktır. Baharatın oldukça pahalı olması, herkesin bu maddeleri almasına engeldi. Ne var ki bu durum baharat ticareti yavaş yavaş Batı'nın eline geçince ortadan kalkacaktır.

Baharat ticaretinin kökeni oldukça eskilere dayanır. MÖ 2000'li yıllarda Arabistan'ın güneyine Çin'den gelen baharatların, ticaretin doğuşuna neden olduğu biliniyor. En çok kullanılan baharatlarsa tarçın, Çin tarçını, kakule, zerdeçal, zencefil ve biberdi. Çin'den Arabistan'a gelen mallar buradan diğer ülkelere dağılırdı. Arap tüccarlar baharatların gerçek kaynağını ustaca gizliyorlardı. Merakları yatıştırmak, pazarlarını koruyabilmek ve rakiplerinin cesaretini kırmak için Çin tarçınının kanatlı hayvanlarca korunan sığ göllerde, tarçının zehirli yılanlarla dolu vadilerde yetiştiğini anlatıyorlardı. Tarihçi Plinius, tüm bunlarla alay ediyor, "bu masalların tümünün fiyat yükseltmek için uydurulduğunu" söylüyordu.



Asya kıtasını karadan geçen ticaret yolları ne kadar önemli olursa olsun baharat ticareti ağırlıklı olarak deniz yoluyla gelişti. Arapların Çin'e doğrudan deniz yolculukları yapmalarının yanı sıra Çinliler, Malaya takımadalarında, Seylan'da baharat ticareti yapıyordu. Mısır'da, İskenderiye'nin liman gelirleri MÖ 80 yılında 11. Ptolemaios bu kenti Romalılara bıraktığında oldukça büyük miktarlara ulaşmıştı. İskenderiye, Romalılar döneminde dünyanın en büyük ticaret merkezi, Hindistan'ın güzel kokulu ve acılı baharatlarının satış merkezi haline gelmişti. Roma'nın Hindistan'la yaptığı ticaret 300 yılı aşkın bir süre yoğun olarak devam etti. Daha sonra düşüş gösterdi. Aslında aynı dönemde Araplar da baharat ticaretini sürdürüyorlardı. Bunun yanında Roma İmparatorluğu'nun Ortadoğu'dan çekilmesinin ardından, bölge Müslümanların kontrolüne geçiyordu. Araplar ticaretlerine Ortaçağ'da da devam ettiler. Ne var ki sonraki yüzyıllarda bölgenin Arap, Türk ve Venedik tekelleri Batı'yı baharata ulaşmak için başka yollar aramaya itti. Haçlı seferleri sırasında bu bölgede ticareti kontrol edebilecek kentlerin ele geçirilmesine çalışılmışsa da uzun süreli olmayan bu dönemin ardından Batı devletleri, Hindistan'a giden başka yollar bulmanın gerekli olduğunu düşünmeye başlamıştı. Kristof Kolomb'la başlayan, Macellan, Vasco de Gama gibi diğer kâşiflerin sürdürdüğü yeni bir çağ başlıyordu artık. Bulunan yeni yollarla birlikte İpek ve Baharat yolları önemini kaybetti.

Gökhan Tok

Kaynaklar
Boorstin, D., Keşifler ve Buluşlar, Çev: Dilber, F., Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1996
Brenning, K., Wie Pfeffer, Zimt, und Safran Europa Veranderten, PM Magazine, Ağustos, 2000
http://www.pages.com.cn/chinese_culture/silk/history.html
http://www.library.thinkquest.org/13406/sr/



Göller, Besin Zinciri Yıkımı ve Biyomanipulasyon

Eymir ve Mogan Gölleri

Derin göller son 20 yıldır bilimsel araştırmaların ve turizm endütrisinin odağı. Ancak gerçekte derin göllerin toplam yüzey alanı, dünyadaki toplam tatlısu göllerinin küçük bir kısmını oluşturur. Sığ göllerse birkaç metrelik derinlikleriyle hem sayı hem de toplam alanda çok daha fazla. Ayrıca sığ göller barındırdıkları doğal hayatın zenginliği ve insan kullanımı açısından, çok daha önemliler. Sığ göller, günlük protein gereksinimi için balıkçılık, saz ve kamışın kesimiyle barınak yapımı, tarım için turba (organik toprak) çıkarılması gibi yararlarıyla, yaşamın önemli parçalarından. Bir çoğumuz içinse bu ekosistemlerin önemi, barındırdıkları doğal yaşamın çeşitliliği ve zenginliğidir. Sığ göller dünyanın en verimli, karmaşık ve zengin ekosistemleri olarak en çok bilinen sulakalanları.

Göl ekosisteminin nasıl çalıştığını anlayabilmek için, öncelikle su toplama havzasının doğal yapısı, jeoloji, meteroloji, hidrolojisi, toprak yapısı ve havzadaki insan etkinliği gibi özelliklerin bilinmesi gerekiyor. Bu etmenlerin tümü göle ulaşan su miktarını, suyun kalitesini ve biyolojik besin zinciri ilişkilerini belirler. Gölün derin veya sığ olmasıysa göldeki biyolojik besin ağı ilişkisiyle yakından ilgili. Bu yüzden, gölleri incelerken derin ve sığ ayrımının yapılması kaçınılmaz oluyor.

Gölün derinliği genelde 3 m'den fazlaysa ve yaz aylarında, ısınan havanın oluşturduğu ısı tabakalaşmasıyla göl suyu, sıcak üst tabaka ve soğuk alt tabaka diye ikiye ayrılıyorsa bu göl derin göl diye tanımlanıyor (Şekil 1). Yaşanan bu ısı tabakalaşması gölün bulunduğu boylam ve rakımla farklılaşıyor. Sığ göllerin derinlikleri ise 3 m kadar oluyor ve derinlik fazla olmadığından derin göllerin tersine ısı tabakalaşması oluşmuyor (Şekil 2).

Derin Göllerde Besin Ağı:

Besin ağınının ilk halkasını bitkisel-plankton (tek hücreli bitki) oluşturur. Yoğun bulunan bu planktonlar, azot ve fosforlu inorganik besin tuzlarını kullanarak fotosentez yapan birinci üreticiler. Derin göllerde, morfolojileri gereği, sualtı bitkilerinin büyüyebilecekleri "sığ kıyılar" çok az olduğundan, birinci üretici olan sualtı bitkilerin rolü fazla önemli değil. Bitkisel-planktonu yiyen, farklı büyüklüklerdeki hayvansal-plankton (su piresi gibi) ise ikinci halkayı oluşturuyor. Su ve göl dip çamurunda yaşayıp, bitkisel ve hayvansal plankton yiyen omurgasızlar (salyongoz, sinek ve böcek larvaları vb.) ise üçüncü halkayı oluşturuyor. Sonraki halkadaysa hayvansal-plankton, omurgasız ve yüksek bitki yiyen otçul balıklar (sazan, kadife v.b) var. Besin zincirinin en üstünü de küçük balıklarla beslenen yırtıcı balıklar (sudak, tatlısu levreği, alabalık vb.) oluşturuyor. Burada doğrudan suda yaşamayan fakat beslenmeleri suya bağlı, küçük balık yiyen, su kuşlarını (karabatak, bahri, vb.) da unutmamak gerekir (Şekil 3a).

İnsan etkinliğiyle doğal besin ağı bozulmamış derin göllerde bitkisel-planktonlar (birinci üreticiler) baskın durumda. Ancak, hayvansal planktonlarca denetlendiklerinden, bunların biyokütleleri az ve gölün su ışık geçirgenliği yüksek olduğundan su genellikl berrak olur.

Sığ göllerde besin ağı:

Derin göllerin tersine, sığ göllerde sualtı bitkilerinin büyüyebileceği alan çok geniş. Öyle ki, gölün tamamı sualtı bitkileriyle kaplı olabilir.

Bunlarda besin ağının ilk halkasını, azot ve fosfor kullanarak fotosentez yapan sualtı bitkileri (birinci üreticiler) oluşturur. Sığ göllerde sualtı bitkileri yoğun bulunurken, derin göllerin tersine, bitkisel-plankton önemli ölçeklerde bulunmaz. Suüstü bitkileri (sazlar) göl kıyı kuşağının vazgeçilmez parçaları. İkinci halkayı, bitkiler üzerindeki organik biyofilm ve bitkisel-planktonu yiyen, çok zengin tür çeşitliliği ve farklı büyüklüklerdeki hayvansal-plankton oluşturuyor. Sualtı bitkilerine bağlı yaşayan, bitkisel ve hayvansal plankton yiyen omurgasızlar da çok zengin bir grup olarak üçüncü halkayı oluşturuyor (sığ göllerde omurgasızlar grubu, derin göllere göre çok zengindir). Sonraki halkadaysa hayvansal-plankton, omurgasız ve yüksek bitki yiyen otçul balıklar vardır. Besin zincirinin en üstünde de, küçük balıklarla beslenen ve sualtı bitkileri arasında yaşayan yırtıcı balıklar yer alıyor.



Sığ göllerdeki etçil balık biyokütlesi yüksektir ve otçul balık biyokütlesini denetler. Ayrıca göl içi su bitkileri, birçok omurgasızın büyümesine ortam sağlayarak balık üretimini etkiler. Bitkisel-plankton biyokütlesi hem hayvansal-plankton avlanma baskısı hem de su bitkilerinin neden olduğu besin sınırlaması ile çok az düzeyde bulunur.

Sığ göllerde zengin sualtı ve suüstü (sazlıklar) bitki türleri farklı mikrohabitatlar oluşturarak farklı beslenme özelliğindeki su kuşlarına ev sahipliği de yapıyorlar. Sığ göller, bitkiler üzerinden beslenen kuğu ve sakarmeke gibi sukuşları, omurgasızlar üzerinden beslenen çeşitli ördek türleri (patka, elmabaş vb.) ve küçük balıklar üzerinden beslenen dalıcı su kuşlarıyla (bahri, pelikan v.b) çeşitliliği çok yüksek zengin bir ekosistem oluşturuyor (Şekil 4a). Sığ göllerde görülen bu biyolojik zenginliğin en önemli nedeni, sualtı ve suüstü bitkilerinin yoğunluğu. Özellikle sualtı bitkilerinin sucul ortamda yüklendiği bir çok görev, bu ekolojik zenginliğin ana nedeni. Sualtı bitkilerinin en önemli görevleri şöyle sıralanabilir; oluşturdukları mikrohabitatlarda azotu atmosfere çıkararak su kalitesinini korurlar, kökleriyle dip çamurunu sabitleyerek suyun ışık geçirgenliğini artırırlar, turna ve tatlısu levreği gibi balıklara beslenme ve barınma ortamı sunarlar, suda bulanıklık nedeni bitkisel-plankton üremesini sınırlarlar, sayıca çok zengin omurgasız türlerine yaşama ortamı sağlarlar.

Derin veya sığ göllerde yukarda açıklanan farklı beslenme gruplarına bağlı türleri, tür sayılarıyla belirtildiğinde bu beslenme ilişkisinin bir ağ gibi olduğu daha iyi anlaşılır: Bir gölde, birinci üreticilerden sualtı ve suüstü bitkilerinin tür sayısı 20-30, bitkisel plankton tür sayısı birkaç yüz ile bin düzeyinde olabilir. Hayvansal-plankton ve diğer omurgasızlar tür sayısıysa, yine birkaç yüz ile binin üzerindedir. Otçul balıkların sayısı 10-20 düzeyindeyken etçil balıklar 10'dan azdır. Su kuşlarının tür sayıları ise bir kaç yüz olabilir. Farklı beslenme gruplarındaki türlerin sayıca fazla olması, bir gölde bulunan farklı mikrohabitatların zengin olmasıyla doğru orantıya sahip. Bu nedenle tür sayısı, özellikle su bitkilerince zengin sığ göllerde derin göllere göre çok daha fazla oluyor.

Besin Zinciri Yıkımı:

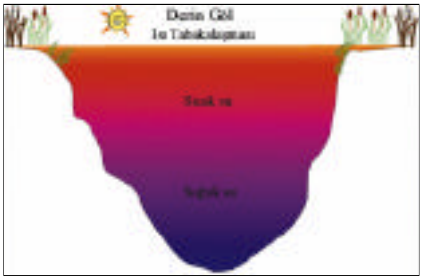
Canlılar, var olabimek için 20 elemente gereksinim duyar. Su kalitesini ve göl içi canlı yaşamıysa fosforlu bileşikler (P) ve azot (N) gibi önemli elementlerin göl suyundaki yoğunlukları belirliyor. Doğal koşullarda bu bileşiklerin (özellikle fosfor) yoğunlukları az olduğundan göl ekosisteminin verimliliğini sınırlayan en önemli anahtar besin tuzları oluyor. Su toplama havzası doğal ormanla kaplıysa sınırlayıcı bu tuzlar ağaçlarca kullanılacağından, N ve P karasal ekosistemde kalmaya mahkum. Çünkü doğal yapıları bozulmamış ekosistemler, bu besin tuzlarını, bulundukları ekosistemde tutma yöntemini evrimle geliştirmiş bulunuyorlar. İnsan etkinliğinden etkilenmemiş doğal bir göl ekosisteminde toplam fosfor miktarı 1 ile 20 mikrogram/litre arasında değişirken, toplam azot miktarıysa bunun 10 ila 20 katı.

Su toplama havzasında tarım, hayvancılık, sanayileşme ve kentleşme gibi insan etkinlikleri arttıkça göllere ulaşan N ve P de artıyor. Yoğun tarım yapılan alanlarda kullanılan sentetik gübrelerde bolca bulunan ve suda çözünürlülüğü yüksek N, toprakta tutulamadığı için yüzey su akışlarıyla göllere ulaşır. Sanayi, hayvancılık, evsel atık su, gıda ve deterjan, su sistemlerine aşırı P ulaşmasının başlıca nedeni.

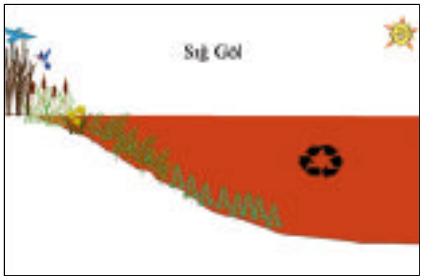
Yukarıda belirtilen insan etkinlikleri sonucu yüzey sularına (nehir, göl ve deniz kıyı kuşakları) canlı yaşamın kullanabileceğinden çok daha fazla N ve P ulaşıyor. Bu aşırı beslenme, birincil üretici, bitkisel-plankton biyokütlesinin aşırı artmasına, suyu bezelye çorbası gibi yeşil yaparak, besin zinciri yıkımına neden olur (Şekil 3b ve 4b).

Derin ve Sığ Göllerde Besin Zinciri Yıkımı:

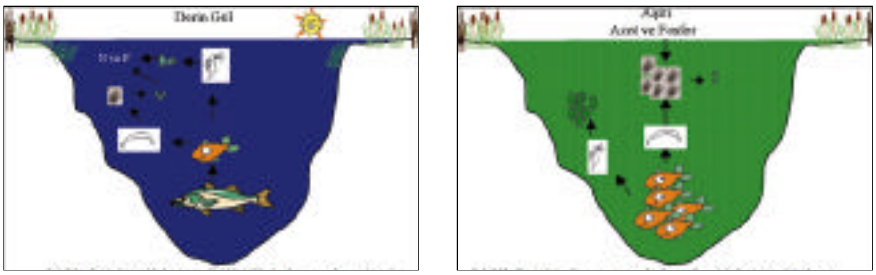
Derin göllerde besin zinciri yıkımı, bitkisel-plankton biyokütlesinin az durumdan orta veya yüksek duruma geçmesi ve göl suyunun bezelye çorbası gibi yeşilleşmesiyle oluşur. Artan bitkisel-plankton biyokütlesi su berraklığını azaltır ve göl taban suyunu oksijensizleştirerek koku ve tat sorunları yaratır. Artan organik bitkisel-plankton biyokütlesi göl dip suyuna çökerken mikroorganizmal parçalanma işleminde aşırı oksijen kullanımı sonucunda göl oksijensizleşir. Bu ortamda alabalık ve somon gibi yüksek oksijen gereksinimindeki balıklar yaşayamaz (Şekil 3b).



Şekil 1- Derin bir gölde yaz aylarında oluşan ısı tabakalaşması, suüstü ve sualtı bitkilerinin yayılımı.



Şekil 2- Sığ bir gölde yaz aylarında ısınan su sürekli karıştığından ısı tabakalaşması oluştura - maz. Gölde suüstü ve sualtı bitkilerinin yayılımı.



Şekil 3a- Derin bir gölde besin ağı ilişkileri. Her beslenme grubuna ait canlı türü sadece bir tür ile gösterilmiştir. Şekil 3b- Derin bir göle aşırı azot ve fosfor verilmesiyle besin zinciri yıkımı. Şekilde verilen türlerin birey sayıları besin ağında olan değişimle orantılıdır.

Besin zinciri yıkımı sığ göllerdeyse çok daha farklı değişikliklerle sonuçlanır (Şekil 2b). Artan fosforlu inorganik besin tuzları yüklemesi, bitkisel-plankton biyokütlesini arttırarak suda bulanıklık yaratır. Bulanıklık, yeterli güneş ışığını göl dibine ulaştırmaz ve sualtı bitkilerinin büyümesini engeller. Artan bitkisel-plankton biyokütlesinin mikroorganizmal parçalanma işleminde aşırı oksijen kullanıldığından sudaki çözünmüş oksijen yoğunluğu azalır. Oksijen gereksinimi yüksek, turna gibi etçil balık biyokütlesi, bu durumda azalır ve otçul balık biyokütlesini denetleyemez. Sualtı bitkileri yok olduğu için omurgasızlar azalır. Bitki ve omurgasızlardan beslenen su kuşları beslenemedikleri için yok olurlar. Böyle bir göl, yalnızca küçük otçul balıkla beslenen dalıcı su kuşlarının yaşayabildiği, suyu bezelye çorbası gibi yeşil ve ekolojik zenginliği yok olmuş duruma geçer.

Görüldüğü gibi sığ göllerde besin zinciri yıkımı, sualtı bitki ve tür çeşitliliği yüksek, berrak su özelliğinin kaybolup bitkisel-planktonun baskın olduğu bulanık su durumuna geçiş anlamına geliyor (Şekil 4b).

İyileştirme (Restorasyon) Yöntemleri:

Bozulan su kalitesi ve ekolojik özelliklerin iyileştirilmesi için üretilen çözüm önerileri göl içi ve göl bütünü diye ayrılabilir.

Göl-içi Çözümler:

· Göl içi fosfor miktarının çöktürülmesi: Göl suyunda biriken fosfor miktarını azaltmak için suya alüminyum ve/veya demir tuzu atılarak fosforun dibe çöktürülmesi işlemidir. Bu yöntem kısa sürede iyileşme verir fakat uzun vadede hiç bir kalıcı çözüm üretmez. Havzadan göle fosfor girdisi sürdükçe işlemin sürekli yinelenmesi gerekir.

· Göl taban suyunun havalandırılması: Taban suyunun oksijenlenmesiyle besin tuzu ve metan gibi gazların salınımını engellemek için yapılabilir.

Eymir ve Mogan Gölleri'nin Ekolojik YapÝlarÝ

Tektonik olaylara dayalı çökme sonucu oluşmuş Mogan-Eymir-İncesu deresini izleyen çukurluk vadi, başlangıçta bir akarsu vadisiyken, derelerin getirdiği materyalin 1900'lü yıllarda Mogan çukurluğunu (bugün Gölbaşı yerleşiminin bulunduğu bölge) doldurması sonucu Mogan Gölü ve Eymir çukurluğunun önünü doldurması sonucu ise Eymir Gölü oluşmuş bulunuyor (Şekil 5). Bu göllere, oluşum biçimlerinden dolayı alüvyonel baraj gölleri deniyor. Eymir ve Mogan Gölleri'nde Mart 1997 yılında başlattığım ve hala süren izleme çalışmasında, göller - de, göllere su girdisi olan dereler ve çıktılarında, fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenler, haftalık ve aylık sıklıkla belirleniyor (Şekil 5). Mogan ve Eymir Gölleri Ankara ili sınırları içinde, il merkezinden 20 km güneyinde yer alıyorlar. Göller aynı su toplama havzası içinde bulunuyor. Mogan Gölü kotu 3m daha yüksek olduğundan, su akış yönü Mogan Gölü'nden Eymir Gölü'ne doğru. Her iki göl ve havzadaki insan etkinlikleri küçük ölçekli sanayi bölgelerinin bulunması, toprağın tarımsal amaçlı kullanımı, Gölbaşı Belediyesi'nin ve TEAŞ'in arıtıl - mamış evsel atıksu deşarjı, denetimsiz balıkçılık (Mogan Gölü) ve rekrasyonel kullanımı biçiminde özetlenebilir.

Mogan

Mogan Gölü yüzey alanÝ büyük (5.4 km2) sÝÛ bir göl (maksimum derinlik: 4 m, ortalama derinlik: 2.8m).

Mogan Gölü'ne akan derelerde (özellikle Gölcük ve Yavrucak dereleri) çok yüksek düzeyde azot ve fosforlu bileßikler bulunuyor (ortalama toplam fosfor: 428 mikrogram/litre, çözünmüş inorganik azot: 2386 mikrogram/litre). Bu dereler, gölün güney, güneybatı ve batÝkÝyÝlarÝndaki geniß sulak alanlardan geçerek göle ulaßtÝklarÝndan derelerdeki besin tuzu yüklerinin göle etkisi fazla deÛil (Pekil 5). Çünkü bu sulak alanlarÝn filtreleme ißlevi (azotu atmosfere uzaklaßtÝrma; fosforlu ve azotlu bileßikleri sazlarÝn kullanmasÝ) oldukça düşük. Mogan Gölü'nün bir diÛer önemli azot ve fosfor girdisiyse Gölbaşı kasabasÝnÝn içinden geçerek gelen Sukesen deresi (ortalama toplam fosfor: 830 mikrogram/litre, çözünmüş inorganik azot: 2482 mikrogram/litre). Bu dere, gölün kuzey ucunda, göl ayaÛÝna yakÝn bölgedeki sazlÝk alanÝ geçerek göle ulaßÝyor. Sukesen deresine kasabadan kaçak evsel atÝksu deßarjÝ yapÝlmakta.

Mogan Gölü'nün doÛal yapÝsÝnÝ korunmasÝnda bu sulak alanlarÝn önemi çok büyük. Fakat göle havzadan derelerle ulaşan tarımsal ve evsel atÝksu kaynaklÝ, azotlu ve fosforlu bileßik girdisinin engellenmesi gerekli çünkü bu doÛal sulak alanlarÝn taßÝma kapasiteleri sonsuz deÛil ve zaman içinde bu özelliklerini kaybedebilirler.

Mogan Gölü'nde belirlenen bulgularÝmÝz sÝra sÝyla:

· Toplam fosfor miktarÝ düşük: 3.5 yÝllÝk ortalama: 74 mikrogram/litre.

· Suda bulanÝklÝÛa neden olan bitkisel-plankton yoÛunluÛu düşük: 3.5 yÝllÝk ortalama: 12 mikrogram/litre.

· Yaz aylarÝnda ßeffaflÝÛa geçirgenliği çok yüksek: göl tabanÝ: > 3 m.

· Su kalitesini koruyan sualtÝ bitkileri çok zengin: göl alanının %80'i kadar.

· Hayvansal-planktonca zengin.

Mogan Gölü'nün yeni balık stok çalışması yok. Fakat son yÝllardaki etçil turna balÝÛÝ nüfusundaki artÝß bu türün olduğu belirtiliyor. Etçil balık turna, sualtÝ bitkileri arasÝndaki yaßayan bir balÝk. Gölün sualtÝ bitkilerince zenginliÛi dikkate alÝndÝÛÝnda turna balÝÛÝnÝn baskÝn olması beklenen bir sonuç. Göl ve gölü çevreleyen sulak alanlarda farklÝ beslenme gruplarÝnda toplam 160 kußu türü belirlenmiß. Ekosistem, Macar ördeÛi (50 çift), alaca balıkçıl (30 çift), pasbaß patka (10 çift) ve dikkuyruk (2 çift) üreyen popülasyonlarÝyla Önemli Kuß Alanları statüsü kazanÝyor. Mogan Gölü, bu özelliklerinden dolayı B sınıfı sulak alan sınÝfÝndaki yer alÝyor. B sÝnÝfÝ sulak alanlarsa tüm dünyada nesli tükenen türlerin yeterli ve düzenli sayıda gözlendiği alanlar. AyrÝca Mogan Gölü'nün batÝkÝ yÝsÝndaki endemik tür, yanar döner peygamber çiçeÛi (*Centaurea tchichatcheffi*), saptanmÝß bulunuyor. Mogan Gölü, günümüz tatlÝsu ekolojisi kriterleriyle eldeki veriler deÛerlendirildiÛinde, sualtÝ bitkileri yoğun, ışık geçirgenliği yüksek, berrak su özelliÛinde, zengin tür çeşitliliğine sahip bir sÝÛ göl olarak ortaya çıkıyor.

Mogan Gölü'ünün geçmişdeki ekolojik yapısını 1974 yÝlÝ öncesi ve sonrasÝ olarak deÛerlendirmek gerekir. Çünkü Mogan Gölü'nün çıktısına 1969-1971 döneminde taßkÝn koruma amacÝyla regulatör yapÝlmÝß ve regülatörün ißletmeye 1974 yÝlÝnda baßlamasÝyla, göl doÛal su rejiminde deÛißmeler olmuß (su seviyesinde ortalama 0.44 m, göl alanÝnda 40.98 haÕlÝk azalma).

Regülator öncesi, 1972-73 döneminde yapılan çalışmada, gölde azot ve fosfor yoğunluğu ölçülemeyecek kadar az olsa da, ışık geçirgenliğinin çok düşük (35-107 cm) olduÛu belirlenmiß bulunuyor. AynÝ dönemlerde, göl sualtÝ bitki yayÝlÝmÝ yÝlda yaklaşÝk kÝyÝ kußaÛÝ boyunca, 8-10 mÕlik bir kemer oluß turduÛu da belirlenmiß. Gözlenen bu düşük ÝßÝk geçirgenliği bitkisel-plankton üremesi kaynaklÝ değil; çünkü bitkisel-plankton biyokütlesi aynı araştırmada ölçülemeyecek kadar az kaydedilmiß durumda. Bütün bu bulguların nedeni, göl su düzeyinin daha yüksek olması ve bunun yanında rüzgârın neden olduÛu dalgalanmanÝn dip çamurunu karıştırmasıyla oluşan bulanıklıkla açıklanabilir.



Havzadan göle fosfor girdisi sürdükçe işlemin sürekli yinelenmesi gerekir ve çok pahalıdır. Uzun vadede kalıcı çözüm üretmez.

· Dip çamuru uzaklaştırılması (sediment removal, dredging): Tabandan besin tuzu (özellikle fosfor) salınımını denetlemek için özellikle sığ göllerde uygulanmış bir yöntem. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar, dip çamuru çıkarılan göllerde besin tuzu salınımının sürdüğünü ve bu yöntemin her hangi bir iyileşme sağlamadığını göstermiş bulunuyor. Yüzey dip çamuru uzaklaştırıldıktan sonra fosfor salınımı daha alt tabakalardan sürer. Bu işlem ekolojik koruma amacına doğrudan ters düşüyor. Çünkü çamur uzaklaştırılmasıyla sualtı bitki tohumları ve bir çok canlı yumurtası (omurgasız, bitkisel ve hayvansal-plankton gibi) da uzaklaştırılacak. Ayrıca bu ok pahalı bir uygulama.

· Riplox yöntemi: Göl tabanına nitrat eklenip oksijenleştirilerek, tabandaki demir, ferrik (Fe+3) iyonuna yükseltgenir. Bu da tabandan fosfor salınımını engeller çünkü ferrik demir iyonu, fosforla bağ yaparak fosforu dip çamurunda tutar. Göle kalsiyum ve demir tuzları ekleyerek ortamdan azot uzaklaştırılması (denitrifikasyon) da sağlanabilir. Ancak bu da yüksek uzmanlık gerektiren ve oldukça pahalı bir yöntem. Havzadan göle fosfor ve azot girdiği sürece kalıcı çözüm üretilmesi düşünülemez.

Göl içi yöntemlerin bir bölümü yukarıda da anlatıldığı gibi, kısa vadede sorunlara çözüm getiriyormuş gibi görünmekle birlikte kalıcı yaklaşımlar değil. Göllere havzadan besin tuzu yüklemesi sürdükçe, bu çözüm önerileri ancak sorunun belirtileri ile uğraşmaktan öteye gitmez.

Bütünsel Çözümler:

Göllerde besin zinciri yıkımının nedeni aşırı azot ve fosfor yüklemesi olduğu için çözüm, azot ve fosforun havzada göllere ulaşmadan denetlenmesinden geçer. Burada nokta kaynağı durumundaki evsel atıkların arıtımdan geçirilmesi zorunlu. Ancak ikincil arıtımdan çıkan su, inorganik besin tuzları (özellikle fosfor; 10 ile 30 miligram/litre arasında) bakımından çok zengin olduğundan, suyun göllere ulaşması göl suyunun aşırı besinlenmesine neden olur.

· Tampon bölge oluşturulması ve korunması: Göllere su taşıyan dere ve nehirlerin doğal bitki örtüsünün (sualtı ve suüstü), yani onların taşkın bölgelerindeki sulak alanların korunmasıyla azot ve fosforın uzaklaştırılmasıdır. Oluşturulacak tampon bölgelerin ge-

1974 yılı sonrası yürütülen çalışmalarda göl içi fosfor, azot ve bitkisel plankton biyokütlesi düşük, ışık geçirgenliği ise yüksek ve sualtı bitkilerinin yayılım sınırı göl yüzey alanının %80'i olarak belirtiliyor. 1974 yılında regülatörün işletmeye açılmasıyla göl su seviyelerinde yaşanan düşüş, sualtı ve suüstü bitkilerinin yayılım sınırının artmasına ve daha fazla sualtı bitkilerinin büyümesine neden olmuş. Artan sualtı bitki yayılımı gölün tür çeşitliliğini ve ekolojik özelliklerini zenginleştirmiş bulunuyor. Mogan Gölü'nde 1967-90 yılları arasında dip çamur birikim hızının (66 000 m3/yıl) ülkemizdeki ortalama birikim hızının altında olduğu saptanmış durumda. Üncelenen dip çamurundaysa canlı yaşamı tehdit edebilecek radyoaktif ve çesitli ağır metallerin kirlenmesine rastlanmadığı kaydedilmiş.

Mogan Gölü, şu günlerde Ankara ve Türkiye'nin gündeminde. Gölle ilgili iddia edilen sığlaşma ve bataklıklaşma gibi yakışıtırmalar eldeki bilimsel veriler değerlendirildiğinde asılsız kalıyor. Gölde regülatörün işletmeye açıldığı 1974 yılı izleyen yıllarda, su seviyesinde düşme yaşanmış. Çünkü regulatör ile göl, düşük su seviyelerinde işletilmiş (regülatör öncesi maksimum derinlik: 5.25 m). Öteyandan 1981-1988 yılları arası yapılan Dikilitaş ve Ükizce göletleri (toplam su depolama hacmi 12 milyon m3) göl su bütçesine önemli katkısı olan Çölova deresinin suyunu azaltmış. Bu da göl su bütçesinde daha fazla azalmaya neden olmuş.

Göldeki sığlaşma, gölün hidrolojisindeki değişimin sonucu. Mogan Gölü'nün, dip çamurunun artmasıyla sığlaşması gibi savlara dayanan "gölü kurtarmak için dip çamurunun temizlenmesi gerekir" gibi yaklaşımlar çağdaş tatlısu ekolojisinin bilimsel gerçekleriyle ters düşüyor. Mogan, bulunduğu haliyle (sualtı bitkileri yoğun, ışık geçirgenliği yüksek, berrak su özelliğinde ve çok zengin tür çeşitliliğiyle) zengin bir sığ göl özelliğini koruyor. Gölün, canlı yaşamca zengin, organik dip çamuru, çok sayıda omurgasız türün erginlerinin barındığı, beslendiği, yumurtalarını koruduğu, bitki tohumlarının saklandığı ve balıkların beslendiği bir alan. Dip çamurunda canlı yaşam bulundurmayan bir göl, yapay bir havuzdan öte değildir ve ekolojik özelliklerini kaybetmiş demektir.

Eymir

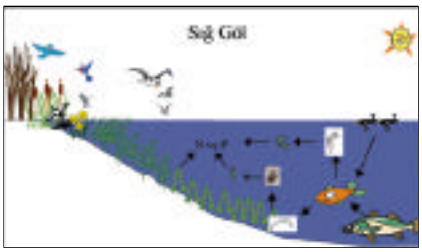
Eymir, uzun kıyı çeridiyle, görece büyük ve sığ bir göl (alan: 1.25 km2, maksimum derinlik: 6 m, ortalama derinlik: 3.1 m, kıyı çeriti: 13 km).

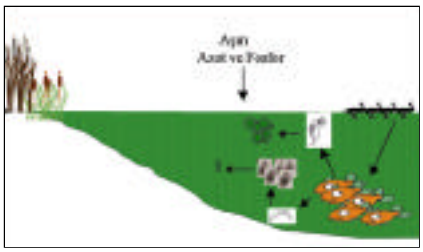
Eymir Gölü'nün en önemli su kaynağı Mogan Gölü'nün taşkın suları. Bunlar göle bir kanalla ulaşıyor. Bu kanal Gölbaşı kasabasının evsel atık suyunu, çevredeki küçük ölçekli sanayi atıklarını 1995 yılına kadar göle taşımış bulunuyor. 1995 yılında işletmeye açılan bypas bu kirleticileri Eymir Gölü'nün ayağına Ümraniye kadısine taşıyor. Eymir Gölü'nün girdisine TEAP lojmanları arıtma sisteminden çıkan atıksular veriliyor (Şekil 5). Yaptığımız 5 yıllık ölçümlerde TEAP lojmanları arıtma atıksuyunda çok yüksek düzeyde toplam fosfor ve çözünmüş inorganik azot (ortalama 5413 mikrogram/litre, 7880 mikrogram/litre, sıra sıyla) belirlenmiş bulunuyor. Eymir Gölü'nün diğer bir su girdisiyse göle kuzey ucundan giren kışlakçı deresi. Kışlakçı deresi, sadece kış ve bahar aylarında akar ve göle çok yüksek miktarda toplam fosfor ve çözünmüş inorgank azot (ortalama 1072 mikrogram/litre ve 2559 mikrogram/litre, sıra sıyla) taşır. TEAP lojmanları arıtma suyuve kışlakçı deresi, Eymir Gölü'nün su kalitesinin bozulmasına neden olmuş durumda.

Eymir Gölü'nde Mart 1997- Ağustos 1998 dönemine ait bulgular: Toplam fosfor (304 mikrogram/litre) ve bulanıklığa neden olan bitkisel-plankton (19 mikrogram/litre) yoğunluklarının çok yüksek, ışık geçirgenliği (107 cm) çok düşük olduğu belirlenmiş bulunuyor. Su kalitesini koruyan ve biyolojik çeşitliliği arttıran sualtı bitkilerinin yayılım sınırı alanın yaklaşık %2.5'i idi. Yine aynı dönemde Eymir Gölü'nde toplam balık stoğu 200 ton (1600 kg/ha) idi. Besin zinciri yıkılmına uğramış göllerde su kalitesini bozan kadife balığı (%89) ve sazan (%10), toplam stoğun %99'unu oluşturmaktaydı. Temiz sularda yaşayan ve oksijen gereksinimi yüksek turna balığı ise göl balık stoğunun yalnızca %1'di. Bu veriler, Eymir Gölü'nün, havzadan gelen yüksek fosfor girdisiyle aşırı beslendiğini ve gölde besin zinciri yıkımına neden olarak su kalitesini bozduğunu ve göl suyunu bulanıklaştırdığını gösteriyor.

Eymir Gölü'nün bozulan su kalitesi ve besin zinciri ilişkilerini iyileştirmek amacıyla Ağustos 1998 yılında biyomanipulasyon (bkz. yukarıya) başlatıldı. Bu ana kadar gölden kadife ve sazan balıklarının %40'ını çıkarttık. Gölde biyomanipülasyon sonrası (Ağustos 1998-Haziran 2000 arası) dönemde) kaydedilen durum şöyle: Göl suyunda bulanıklığa neden olan bitkisel- plankton (11 mikrogram/litre) yoğunluğu azalmış ve ışık geçirgenliği (400 ila 500 cm) çok artmış. Gölde sualtı bitkileri, 2000 yılında göl toplam yüzey alanının %40'ına ulaşmış bulunuyor. Eymir Gölü'ne ait yeni kuş sayımları yok; fakat gölde dalıcı ve balıkçıl sukuşlarının sayı ve çeşidinde (bahri, balaban, balıkçıl gibi) artma gözlenmekte.

Biyomanipülasyon, Türkiye'de ilk kez Eymir Gölü'nde uygulanmış bulunuyor. Bu uygulama sonucunda Eymir Gölü'nde artan ışık geçirgenliği, göl kıyı çeridinde sualtı bitkilerini arttırmış durumda. Göl, maviye dönüşen su rengi, akvaryum gibi kıyı çeridinde büyüyen sualtı bitkileriyle, iyileşmiş görünümde. Bu çalışma, göl ekosistemini tanımlayıp, bozulan besin zinciri ilişkisine müdahaleyle, besin zinciri yıkılmış göllerin su kalitesini iyileştirilmesinde ülkemizde tek örneği oluşturuyor. Eymir Gölü, göl ekosistemlerinin tanımlanması, sorunlara akılcı ve kalıcı çözümlerin üretilmesinin ancak ekolojik yaklaşımla mümkün olabileceğine de iyi bir örnek.





Şekil 4a- Sığ bir gölde besin ağı ilişkileri. Her beslenme grubuna ait canlı türü sadece bir tür ile gösterilmiştir. Şekil 4b- Sığ bir göle aşırı azot ve fosfor verilmesiyle besin zinciri yıkımı. Şekilde verilen türlerin birey sayıları besin ağında olan değişimle orantılıdır

nişliği sudan ne kadar azot ve fosfor uzaklaşacağını belirler. Örneğin Amerika'da yeniden oluşturulan 262 m genişliğindeki bir tampon bölgeyle sudaki azot ve fosforun %80'ni başarıyla uzaklaştırılmış. Tampon bölgeler, özellikle kimyasal gübre kullanımıyla yoğun tarım yapılan bölgelerdeki akarsuların her iki kıyısında oluşturularak hem doğal hayat desteklenir hem de su kalitesi iyileştirilir. Ekolojik açıdan su kalitesini koruyan akıllı bir yöntemdir. Mogan Gölü'nü çevreleyen doğal sulak alan bu duruma iyi bir örnek oluşturuyor.

· Nokta kaynakların uzaklıştırılması: Göle doğrudan veya göle su taşıyan derelere yapılan atıksu (fosfor ağırlıklı) deşarjının, göle ulaşmasının engellenmesi. Atıksu, göl ayağına yapılacak bir bypasla ucunda göl olmayan herhangi bir nehir sistemine veya denize akıtılabilir. Bu yöntem sorunlu bir göl için iyi bir çözümdür. Ancak soruna genel bir çözüm bulmaktan çok onu başka bir yere taşır.

· Su kaynaklarında fosfor çöktürülmesi: İkincil arıtma işleminden çıkan suya demir tuzu, kalsiyum hidroksil ve aliminyum sülfat atarak suda kalan fosforun çöktürülmesi. Bu işlem %80 ile %90 başarıyla, bir çok Avrupa ülkesindeki atıksu arıtım sisteminin bir parçası olarak kullanılmakta.

· Fosfor içermeyen deterjan kullanımının desteklenmesi: Avrupa Birliği ülkelerinde 1950 ile 1980 arası yüzey sularında ölçülen fosforun %50'sinin kaynağı deterjan (sodium tripolyphosphate) kullanımıydı. 1980'li yıllarda Avrupa Topluluğu ülkelerindeki deterjanlarda fosfor kullanımının yasaklanmasıyla yüzey sularına bu kaynakla ulaşan fosfor miktarı %20'ye düşmüş bulunuyor.

Göllere ulaşan fosfor ve azotun, havzada, yukarıda belirtilen bir veya birden çok yöntemle denetlenmesi, bütünsel iyileştirmenin ilk aşamasını oluşturuyor. Çünkü bu denetimlerden sonra göl içi fosfor yoğunluğu göl dip çamurunda biriken fosforın dip çamurundan salınımıyla yıllarca çok yüksek düzeylerde kalabilir. Bu durum özellikle sığ göllerde büyük bir kısır döngüye neden olabilir. Søbygaard Gölü'nde (Danimarka), atık su uzaklaştırılışından 18 yıl sonra bile bitkisel-plankton biyokütlesinin fazlalığının neden olduğu bulanık bezelye çorbası durumu hâlâ görülüyor. Bu durum, tabandan fosfor salınımı sonucu sürüyor. Gölde yürütülen araştırmalar fosfor salınımı ve aşırı bitkisel-plankton üremesinin önümüzdeki 25 yıl daha süreceğini öngörüyor.

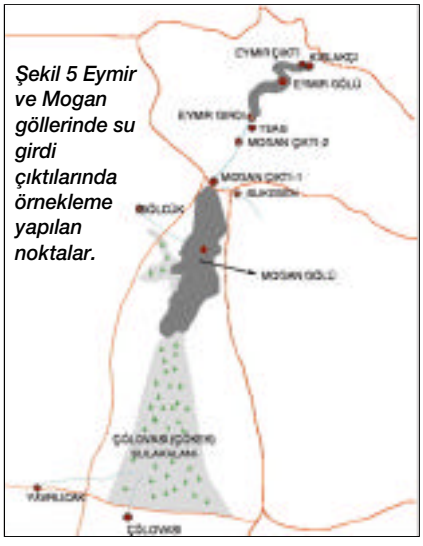
Havzadan ulaşan fosfor engellense de yaşanan bu kısır döngünün özellikle sığ göllerde kırılabilmesi, ekosistemde bozulan besin ağı ilişkilerine müdahale edilerek sağlanabilir:

· Biyomanipulasyon: Bir ekosistemdeki biyolojik toplulukların veya bozulan besin ağı ilişkilerinin ayarlanması işlemine biyomanipulasyon deniyor. Aşırı azot ve özellikle fosfor yüklemesi sonucu artan otçul balıklar ekosistemde hayvansal-planktonu azaltarak, suya yeşil renk veren bitkisel-planktonun artmasına neden oluyor. Ayrıca bu balıklar dip çamurundan beslendikleri için çamuru karıştırarak suyu bulandırıyor ve ışık geçirgenliğini iyice azaltıyorlar. Azalan ışık geçirgenliğinin sonucu sualtı bitkileri yok oluyor. Azalan ışık geçirgenliğini artırmak ve yok olan sualtı bitkilerini geri kazanmak için biyomanipülasyon iki yolla yapılabilir:

· Otçul balık çıkartılması: Sazan ve kadife gibi balıklarının gölden çıkartılması. Burada amaç bu balıkların biyokütlelerini azaltarak göl içi ışık geçirgenliğini ve sualtı bitki yayılımını yeniden arttırmak. Genelde bu balıkların biyokütlerinin %75'inin çıkarılması ve göl suyundaki fosforun 100 mikrogram/litre düzeylerine indirilmesiyle kalıcı iyileşme sağlamakta.

· Etçil balık eklenmesi: Ekosistemde azalan etçil balık (turna, tatlısu levreği) stoğunun arttırılmasını hedefler. Göl etçil balıkla stoklanır ve bu balıklar da otçul balıkları denetleyerek bitkisel-plankton üremesi denetlenir. Böylece su ışık geçirgenliği arttırılır.

Bu iki yöntem birbirlerine alternatif değil ve birlikte uygulanmalı. Biyomanipülasyon, Avrupa ülkelerinde 1985'lerden bu yana başarıyla uygulanıyor. Biyomanipülasyonun başarısı, göllere ulaşan azot ve fosforun havzada iyi denetlenmesiyle doğrudan ilgili. Sistemde bu besin tuzlarının yoğunluğu fazlaysa otçul balık stokları yeniden artar ve etçil balık stokları da azalır; sistem aşırı bitkisel-plankton üremesiyle yeniden bulanık durumu geri döner.



Şekil 5 Eymir ve Mogan göllerinde su girdi çıktılarında örnekleme yapılan noktalar.

Meryem Beklioğlu
Yrd. Doç. Dr., ODTÜ Biyoloji Bölümü

Kaynaklar
Altınbilek, D., Usul, N., Yazıcıoğlu, H., Kutoğlu, Y., Merzi, N., Göğüş, M. Doyuran, V. Günyaktı, V., 1995, Gölbaşı-Mogan-Eymir gölleri için su kaynakları ve çevre yönetim planı projesi, Mogan ve Eymir gölleri 1. Çevre Kurultayı, 13-21.
Beklioğlu, M, Carvalho, L. ve Moss, B., 1999, Rapid recovery of a shallow hypertrophic lake following sewage effluent diversion: lack of chemical resilience, Hydrobiologia, 412:5-15.
Beklioğlu, M, Burnak, L. ve İnce, Ö., 2000, Benthi-planktivorous fish-induced low water quality of Lake Eymir before biomanipulation, Tr. J. of Zoology.
Burnak, L. ve Beklioğlu, M., 2000, Macrophyte-dominated clearwater state of Lake Mogan. Tr. J. of Zoology.
DSİ, 1993, Mogan gölü limnolojik etüd raporu, DSİ.
HÜ, UKAM, 1998, Mogan Gölü dip çamuru incelenme proje raporu.
İnce Ö., Beklioğlu M., Burnak, L., Muluk, C., Tuzun, İ., and Tan, O.C., 2000, First Biomanipulation case in a warm-temperate Turkish lake, American Society of Limnology and Oceanography (ASLO) 2000 Conference, Copenhagen, Denmark, 4-9 June, 2000.
Jeppesen, E., 1998, The ecology of shallow lakes-trophic interactions in the pelagical. Doctor's dissertation, NERI Technical Report No:247.
Karauz, S., 1995, Mogan Gölü'nün kuş yaşamı açısından önemi, Mogan ve Eymir gölleri 1. Çevre Kurultayı, 190-195.
Meijer, M-L. 2000. Biomanipulation in the Netherlands: 15 years of experience. PhD thesis, Wageningen University.
Moss, B., 1998, Ecology of Fresh Waters: Man & Medium, Past to Future, Third edition, Blackwell Science.
Moss B., Madgwick J., Phillips G., 1996, A guide to the restoration of nutrient enriched shallow lakes, Environment Agency, Broads Authority.
Scheffer, M., Scheffer, M., 1997, Ecology of Shallow lakes, Chapman & Hall.
Tanyolaç, J. ve Karabatak, M., 1974, Mogan Gölünün biolojik ve hidrolojik özelliklerinin tesbiti, TÜBİTAK proje no:VHA6-91.
Yarar, M. ve Magnin, G., 1997, Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.



Çerçi

Şahin Koçak

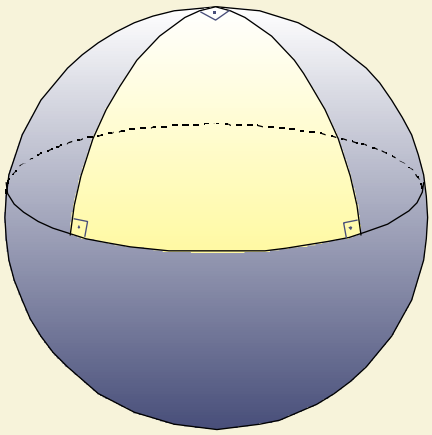
Üçgenin İç Açıları Toplamı Üçgenden Üçgene Değişir

Bu hikâyeyi her dinleyişimde tüylerim diken diken oldu. Gûya geçen yüzyıl sonlarında bir mühendishane mektebinin açılışında Avrupa'dan bazı alimler gelmiş de, neden icabediyorsa bizim müderrisleri imtihan etmek istemişler de, bu amaçla üçgenin iç açıları toplamı kaç derecedir diye sormuşlar da, bizimkiler de "üçgenden üçgene değişir" diye cevap vermişler. Bu işin neresine kızacağımı bilemiyorum. Hadi diğer taraflarına kızmak işim ya da haddim olmayabilir ama, bizim müderrisler ne deselerdi ki? Rüşdiye talebesi gibi yüzseksen derece diyecek halleri yoktu herhalde. Yazgıları kendilerini böyle bir zillete taraf kılmış ve bir cevaba mecbur bırakmışsa, belki olsa olsa "hangi üçgenin?" diyebilirlerdi. Bakalım o zaman ne olacaktı? Suali soranlar bu karşı sual üzerine cevaba muktedir olacaklar mıydı? Ama bizim çelebi müderrislerimiz herhalde misafirlerini müşkül mevkide bırakmak istememiş olmalılar.

Şimdi hal böyleyken, hâlâ bazı büyük entellektüellerimiz bu hikâyeyi uluorta anlatabiliyorlar. Daha geçen sene önemli bir ödül töreninde kalabalık bir misafir kitlesinin ve devlet ricalinin huzurunda aynı hikâye anlatıldı. Salondan esef ve alay kokan gülüşmeler yükseldi. Sanki biz onların torunları değilmişiz gibi. Tabiî torunlar dedelerine gülebiliyorlarsa aslında epey yol alınmış demektir. Belki zamanla babalarına, nihayet de kendilerine gülecek noktaya ulaşabilirler. (Burada sakın alaycı olduğum falan sanılmasın; bunun en yüksek mertebe olduğunu beş yaşındaki yeğenimin bile kavradığını farkettiğim akşam bayağı umutlanmıştım.)

O toplantıda yüzlerce kişinin içinde dedelerimizi savunmaya kalkmanın ne kadar akıllıca olacağını tartmaya çalışırken, zaten konu değişti ve şimdi hatırlayamadığım başka bir anekdota geçildi. Bu arada, konuşmalar sürerken sıcağı sıcağına gerçek tartışmaların yapılamadığı, ancak lâf atma şeklindeki tartışmaların yapılabildiği, resmî tartışmaların ise ancak konuşmalar bittikten sonra hâlâ hazır bulunan zevatla düşük bir tansiyonda ve bant kaydı gibi notlara bakılarak yapılabildiği toplantı düzenlerinden nefret ettiğimi de belirtmek isterim.

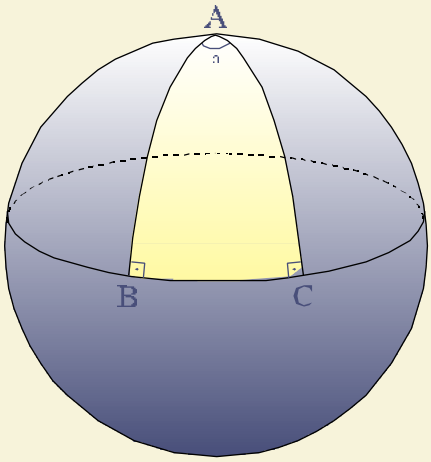
Şimdiye kadar kendimi hâlâ açıkça ifade edemediysem, şu anda ifade etmiş olayım ki, elbette bir üçgenin iç açıları toplamı üçgenden üçgene değişir. Bunu 2000 sene önce Menelaus biliyordu, 1500 sene önce Hintliler biliyordu, 1200 sene önce Araplar biliyordu, 400 sene önce Harriot ve Girard nefis formüllere döktüler; daha yakına gelmiyorum, çünkü kayıtların sonu yok! Yani bizimkilerin de bilmesinden daha tabiî bir şey olabilir mi? Olan biteni 300 sene geriden bile takibetmiş olsalar, gene bilmemeleri mümkün değil. Eğer biz de lisede böyle bir şey görmedik diyorsanız bilemem. Ben talim-terbiye programları hakkında fikir yürütmeye kalkışacak kadar da aptal değilim ama, işte size hemen bir örnek verebilirim.



Şekil 1

Bir an için evrenimizin bir küre yüzeyinden ibaret olduğunu düşünelim ve Şekil 1'de gördüğümüz üçgeni gözönüne alalım. Bu üçgenin iç

açıları toplamı 270°'dir. Bu üçgenin kenarları, sanırım şekilden anlaşıldığı üzere, ekvator ve meridyen yaylarından oluşmaktadır ve meridyenler arasındaki açı 90° olarak alınmış olup (6 saatlik bir zaman farkı), bu suretle üçgenin her üç açısı da dik açı olmaktadır.



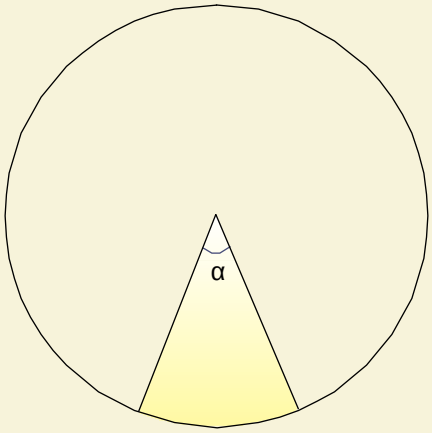
Şekil 2

İsterseniz örneği birazcık geliştirelim ve Şekil 2'deki üçgeni gözönüne alalım. Bu defa A köşesindeki meridyen yayları arasındaki açı a derece olsun. Bu takdirde iç açıların toplamı

90 + 90 + a = 180 + a
derece olur.

Aslında derece ile açı ölçümü son derece sun'i bir şeydir. Bunun Sümerlere uzanan akıllı astronomik gözlemlere dayandığını kabul etmekle birlikte, şunu da unutmamak gerekir ki, bir yıl 360 gün değildir ve dahi öyle olsa idi, her gezegen için öyle değildir ve bu sebeple bir tam açının 360 dereceye bölünmesi arzî ve arızîdir. Nitekim bunu 400'e bölen de vardır, 12'ye bölen de vardır ve siz dilerseniz kötü sayılara bile bölebilirsiniz.

Daha doğal bir açı ölçümü, yay uzunluğunu kullanmak suretiyle yapılabilir. Şekil 3'de yarıçapı 1 birim olan bir dairenin iki yarıçapı ile oluşturulan ve şekilde minik bir yay konularak tercih edilmiş olan açıyı gözönüne alalım. Bu açının büyüklüğünü karşısındaki yayın uzunluğu ile ölçmek kadar tabiî bir şey var mıdır? Buna açının "radyan" olarak ölçüsü denir. Bu durumda tam açının



Şekil 3

ölçüsü, çemberin çevresi olan 2π radyan olur. Başka bir örnek olarak,

dik açının ölçüsü $\frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$
radyan olur.

(İnşallah bir gün π meselesini de konuşuruz). Küçük bir alıştırma olarak, bir açı a derece olarak verilmişse, bunun radyan karşılığı

$\alpha = \frac{a}{360} \cdot 2\pi$ olur.

Şimdi Şekil 2'deki üçgenimize dönelim ve küremizin yarıçapının 1 birim olduğunu kabul edelim. Acaba bu üçgenin alanı nedir? Küre yüzeyinin tamamının alanının 4π birim² olduğunu herhalde biliyorsunuz. (Yoksa bunu da bir gün konuşabiliriz.) O halde kuzey yarıküresinin alanı 2π olur. (birim, birim² falan deyip durmayacağım). Herhalde şurası açıktır ki, üçgenin alanının, kuzey yarıküresinin alanına oranı, a derecenin 360 dereceye oranı kadardır.

Yani, üçgenin alanı $= \frac{a}{360} \cdot 2\pi$.

Bu ifadeye herhalde şaşırmışsınızdır: Bu değer, yukarıda işaret ettiğimiz gibi, açımızın radyan olarak ölçüsü olan α'dan başka bir şey değil!

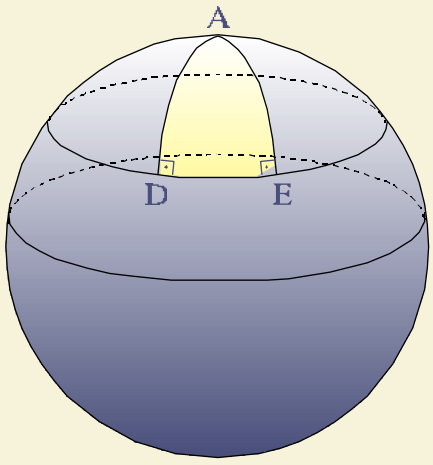
Üçgenin alanı = α

180°'nin radyan karşılığının π olduğunu düşünürseniz, buna göre, radyan cinsinden

üçgenin iç açıları toplamı = π + α = π + üçgenin alanı

formülünü elde ediyoruz. Bundan şık bir şey olabilir mi? Üçgenin iç açıları toplamı üçgenden üçgene değişiyor ve pek güzel değişiyor: Üçgenin alanı artınca toplam artıyor, azalınca azalıyor! Açılar toplamı π'den (180°'den) fazla ve tam üçgenin alanı kadar fazla. Bu ilişkiyi özel bir üçgen için görmüş olsak da, meraklılar tarafından genel olarak da görülebilir. Bu özelliğin hoş bir sonucu olarak şunu hemen söyleyebiliriz ki, üçgen ne kadar küçük olursa, açıları toplamı da 180°'ye o kadar yaklaşmaktadır. Yani kendi çapımızda küçük üçgenlerle uğraşırsak fazla bir sorun olmayacağı düşünülebilir; lâkin mızmız matematikçileri buna 78inandıramazsınız. Ellerine bir iletki bile aldıklarını daha görmüş değilim ama, açılar toplamı kâğıt üzerinde 180 dereceden trilyonda bir bile farklı çıksa, onlar için Öklid ölmüş ve yeni âlemler açılmıştır. Bu esrarlı âlemlere yaklaşmışken içeriye bir göz atmak iyi olurdu ama, bunu gelecek aya bırakmak ve bugünlük sizinle yukarıdaki özelliği ilk öğrendiğimde duyduğum şaşkınlık geçtikten sonra yaşadığım bir sıkıntıyı paylaşmak istiyorum:

Yukarıdaki özelliği tahkik için Şekil 4'deki üçgeni düşündüm: Meridyenler aynı meridyen kalsın, üçgenin tabanı ekvator üzerinde değil, bir kuzey enlem üzerinde olsun.



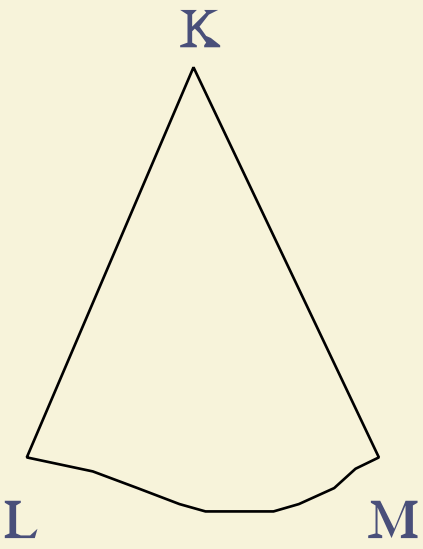
Şekil 4

Bu durumda açılar değişmedi, fakat alan küçüldü. Öyleyse üçgenin iç açıları = π + üçgenin alanı formülü doğru olamaz! Sanıyor insan. Ya formül doğru



değil, ya üçgen üçgen değil! Üçgen nedir allahaşkına? Yaşadığımız evrende bize üç nokta verilirse, diyelim ki bu üçgen oldu. Ama kenarsız üçgen birşeye benzemez. Kenarlar nedir? Bu noktaları birleştiren en kısa yollar desek? (Birden fazla yol olabilmesi durumuyla şimdilik kafamızı karıştırmayalım.) Peki evrenimiz bir küre yüzeyiyse, D ve E noktalarını birleştiren enlem parçası en kısa yol mudur? Herhalde değil! Bu ikisinden geçen bir büyük çember üzerinden daha kısa bir yol bulabiliriz. (Haritada Selçuk ile Başkale arasındaki yollara bir bakar mısınız?). Demek ki ADE bir üçgen değil. Nitekim bildiğimiz düzlemde de yandaki KLM bir üçgen değildir.

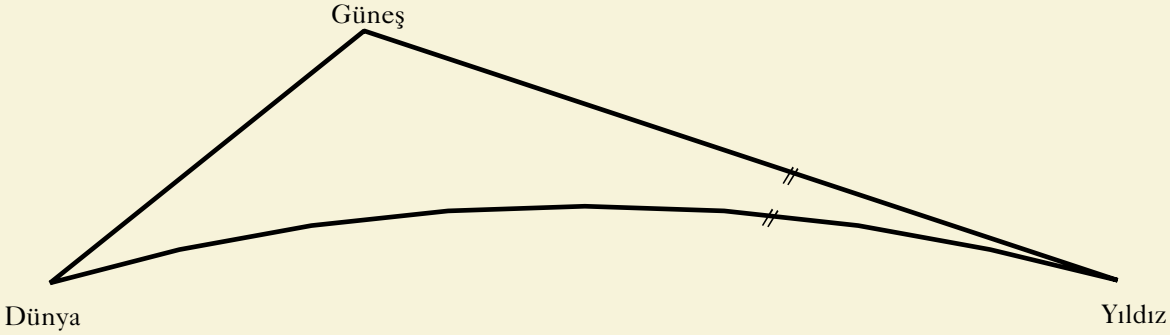
Şimdi belki diyeceksiniz ki şekil 2'deki ABC de bir üçgen değildi. Sanki tünelcisiniz de A ile B'yi kürenin içinden birleştireceksiniz! Nereye birleştiriyorsunuz? Evrenimiz küre yüzeyinden ibaretse, onun içinde



boşluk falan yok, geçecek yer yok, daha kısa yol yok! Adam gibi küre yüzeyi üzerinde kalarak gitmemiz lâzım. Hem içi dolu bile olsaydı, yani evrenimiz dolu küre olsaydı ve tüneli açsaydınız, o tünel düz mü olacaktı? Bunun garantisi nerde?

Haydi tüneli bırakalım, gerçek evrenimize de dönelim, iki noktayı da birleştirelim, isterseniz de ışıkla birleştirelim, bunun düz olacağını kim söylüyor? Öklid değil, kim söylerse söylesin; her ne kadar yukarıda onların biraz günahlarını aldıysam da, ben görmedim ama, Gauss adındaki önyargısız büyük bir matematikçi 19. yüzyıl başlarında eline bir iletki almış ve Almanya'da Göttingen-Brauschweig havalisindeki üç tepenin oluşturduğu üçgenin iç açıları toplamını resmen ölçerek bulmaya çalışmış. Herhalde tepeler birbirine yakın olduğu için olacak, açılar toplamında 180°'den net bir sapma bulamamış. Ama 20. yüzyılda üç tepe yerine, Dünya, Güneş ve bir yıldızdan oluşan üçgenin bir kenarının nasıl büküldüğünü duymayan kalmadı. Ama o kenar eğik değil düzdü. Olabileceği en düz durumdaydı. En düz, düz değil mi? Düz ne demek?





Goldbach Tahmininin İspatı Üzerine

Goldbach tahmininin ispatı konusunda değişik ve ilginç yaklaşımlarla dolu mektuplarınız gelmeye devam ediyor.

İstanbul'dan Emre Osmanoğlu ve Uğur Başyayla iki asal sayının toplamının çift olması gerekmediğini hatırlatıyorlar. Sorun, aynı zamanda çift olan yegane asal sayı 2'den kaynaklanıyor. Bu nedenle 2 ile başka bir asal sayının toplamı bir tek sayı olmak zorunda. Aslına bakarsanız bu asal sayıyı Goldbach tahmininin ifadesinden çıkarmak mümkün. Sadece 4 çift sayısı 2 asalını kullanarak yazılabiliyor: 4=2+2. Diğer bütün çift sayılar için tek olan asal sayılara bakmak gerekiyor. Dolayısıyla problemi "4'ten büyük her çift sayı iki tek asalın toplamı olarak yazılabilir" şeklinde ifade etmek daha yerinde olacaktır.

İzmir'den Gökhan Kırhan, Murat Demirtaş, Ankara'dan İbrahim Güngör, Çankırı'dan Osman Tosun, Muğla'dan Onur Sürmen, İstanbul'dan Güçlü Tugay ve Serkan Divilioğlu, Goldbach tahminini kabaca "iki tek asalın toplamı çifttir" şekline dönüştürüyorlar. Buradaki yanlış anlama şuradan kaynaklanıyor. İspatlamamız gereken önerme "4'ten büyük *her* çift sayı iki tek asalın toplamı olarak yazılabilir" şeklinde. Bu önermeyi, buna oldukça benzeyen şu önerme ile karıştırmamak gerekir: "İki tek asalın toplamı 4'ten büyük *bir* çift sayıdır". Burada dikkat etmemiz gereken "çift sayı" ifadesinin önündeki *"her"* ve *"bir"* kelimeleri. Bu kelimeler iki önermeyi tamamen farklı yapıyor. Özellikle ikinci önerme çok kolay oluyor ve birinci önerme de çok zor! Bu ikinci önermeyi Goldbach tahmininin söylediğiyle aynı yapmak için "iki tek asalın mümkün olan tüm toplamları bulunduğunda, bu sayılar arasında 4'ten büyük *her* çift sayı vardır" gibi anlaşılması zor bir ifade kullanmak lazım.

Sıkça yapılan bir yanlış ispat türü ise kontrolsüz çift sayı seçimi. Bu tip ispatlar değişik şekillerde yapılabiliyor. Örnek vermek için aşağıda bu tip (yanlış) ispatların basitleştirilmiş bir şeklini veriyoruz.

Herhangi bir çift sayı seçelim ve buna $2n$ diyelim. Bu sayıdan küçük öyle iki asal sayı p ve q bulalım ki toplamları $2n$'den küçük olsun. Toplam çift olduğu için buna $2m$ diyelim: $p+q=2m$. Dolayısıyla tam olarak gösterdiğimiz şu: verilen bir $2n$ çift sayısından küçük öyle bir $2m$ çift sayısı vardır ki p ve q asal olacak şekilde $2m=p+q$ sağlanır. Geriye kalan $2m$ sayısının Goldbach tahminini sağladığı, böylece ispatın tamamlandığını iddia etmek. Bunu da değişik şekillerde yapmak mümkün.

Burada dikkat etmemiz gereken nokta $2m$ sayısının kontrolsüz olduğu. $2n$ sayısı ise kontrollü seçiliyor, yani $2n$ sayısı *herhangi* bir sayı olarak alınmış. Başka bir deyişle $2n$ yerine istediğimiz sayıyı koyar ve ispatın geri kalan kısmının doğru olduğunu görebiliriz. Ama $2m$ sayısı, ispatın ortasında beliriveriyor. Bu nedenle $2m$ sayısını istediğimiz bir sayı olarak seçmek mümkün değil. Sonuç olarak, yukarıdaki yanlış ispatta yaptığımız aslında iki tek asalın toplamının bir çift sayı olduğunu göstermekten farklı değil.

Konya'dan Hasan Hüseyin Koval ilginç bir taktikle yaklaşıyor probleme. Arkadaşımız Wilson teoreminin tersini kullanıyor. Wilson teoremi "eğer p bir asal sayı ise $(p-1)!+1$ sayısı p ile tam olarak bölünebilir" diyor. Bu teoremin tersi ise "eğer p sayısı $(p-1)!+1$ sayısını tam olarak bölüyor ise p bir asal sayıdır" şeklinde. (Eğer p bileşik bir sayı ise p'nin neden $(p-1)!+1$'i bölemeyeceğini gösterebilir misiniz?) Böylece arkadaşımız Goldbach'ın tahminini "verilen bir $2n$ çift sayısı için $(2n-p-1)!=K(2n-p)-1$ denklemini sağlayan bir p asal sayısı ve bir K tam sayısı vardır" şekline dönüştürüyor. Eğer arkadaşımız bu denklemin her $2n$ için belirtilen şekilde bir çözümü olduğunu gösterebilseydi, Goldbach tahminini ispatlamış olurdu. Ama ne yazık ki bu kısım bir kaç örnek vererek geçiştirmiş.

Elazığ'dan Ali Haydar Tunç Goldbach tahminini polinomlar için uygulamaya çalışmış. Çift polinom dediği polinomların iki asal polinomun toplamı olarak yazılabileceğini gösteriyor. Gerçekten asallık kavramı (kendisinden ve 1'den başkasına bölünememe) sadece pozitif tamsayılara özgü değil. Tamsayı katsayılı polinomlar için de asal polinom kavramı tanımlanıyor ama Goldbach tahmini sadece pozitif tamsayılara özgü bir önerme.

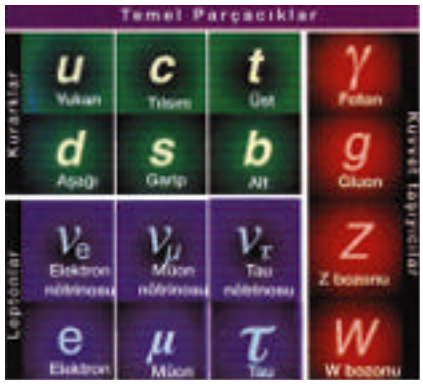
Bize gönderilen mektuplar arasında çok değişik yaklaşımlar çıkıyor. Ama ne yazık ki burada hepsini açıklamamız mümkün değil. Bu nedenle bu ay bize düşüncelerini ve ispatlarını gönderen diğer arkadaşlarımızın adlarını vermekle yetinmek zorundayız: Giresun'dan Emin Güdük, Adıyaman'dan Ahmet Ziya Bayhan, Uşak'tan Bünyamin Öktem, Kayseri'den Emre Timur, İstanbul'dan Ömer Faruk Okumuş, Ankara'dan Cafer Koç, Kırklareli'den Sevim Çetinkaya Malatya'dan Hüseyin, Kayseri'den Saltuk Buğra Aktürk, Sinop'tan Muharrem Necati Balıcanoğlu ve adreslerini bilmediğimiz Selçuk Yücel ve Sertaç Akdoğan. Bunlarda da matematiksel kesinlikte bir ispatın olmadığını ekleyelim.

Sadi Turgut

Protonun Gizi Çözülüyor

Maddenin atomlardan yapıldığını hepimiz biliriz. Atomların da bir çekirdek ve onun etrafında dolaşan elektronlardan oluştuğunu da bilmeyen hemen hemen yoktur. Hatta çoğumuz çekirdeğin protonlar ve nötronlardan meydana geldiğini de bilir. Peki ya protonların ve nötronların iç yapısında ne var? İçinizden bazılarının 'ben bunu biliyorum, bir proton ya da nötronun içinde üç tane kuark vardır' dediğini duyar gibiyim. Bu cevap yanlış değil, bir proton ya da nötronun üç kuarktan oluştuğu doğru. Herhangi bir temel taneciklere giriş kitabına bakan herkes şu basitleştirilmiş resmi görür: Bir proton iki tane 'up' bir tane 'down' kuarktan, bir nötron ise bir tane 'up' iki tane 'down' kuarktan oluşur. Ancak bu görüntü gerçeğin tam olarak net bir fotoğrafını yansıtmıyor. Gerçek çok daha karmaşık ve çok daha ilginç.

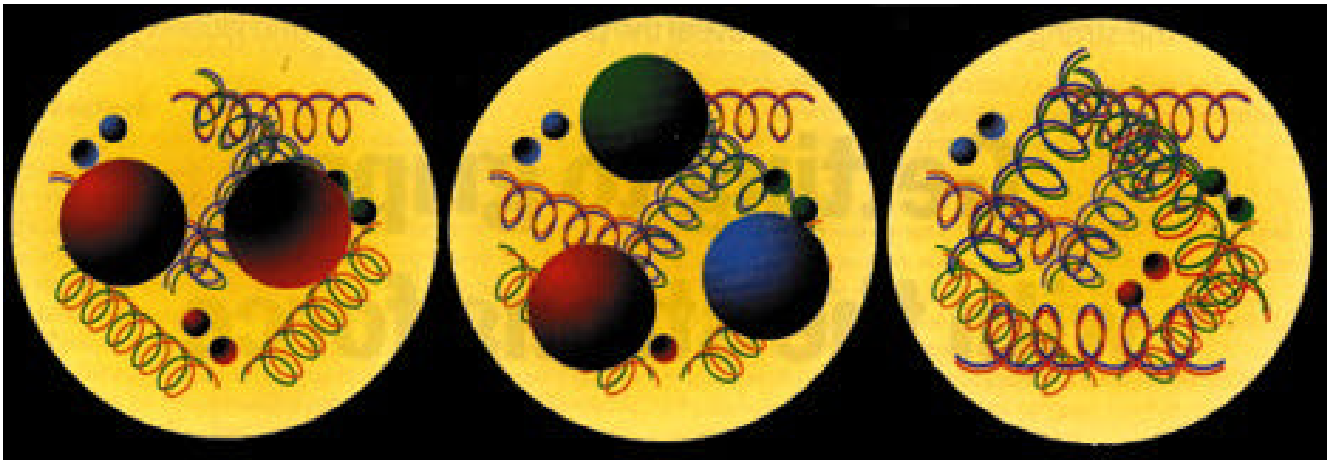
Bir proton üç kuarktan oluşur fakat bu üç kuark protonun toplam kütlesinin yalnızca %2sini meydana getirir. Bu kuarklar protonun içinde ışık



hızına yakın bir hızla sürekli hareket ederler ama başka parçacıklardan oluşan bir bulutun içine hapsolmuş durumdadırlar. Protonun kütlesinin geri kalan kısmını oluşturan bu bulutun içindeyse çok kısa bir süre ortaya çıkıp daha sonra kaybolan başka kuarklar ve en önemlisi, kuarkları bir arada tutan kuvveti ileten gluonlar vardır. Gluonlar kütlesizdir ama protonun enerjisinin çoğunu onlar oluşturur. Dolayısıyla protonun kuarklardan çok gluonlardan oluştuğunu söylemek daha doğru olacaktır.

Protonların, nötronların ve hadron adı verilen diğer bütün parçacıkların içindeki bu zengin yapıyı açıklayan kurama kuantum kromodinamiği adı veriliyor. Bu bir tür kuantum alan kuramı. Birkaç cümle ile kuantum alan kuramı şöyle anlatılabilir: Kütle ve enerji Einstein'ın $E=mc^2$ formülüne göre birbirine çevrilebilir. Boş uzay gerçekte o kadar da boş değildir; saniyenin 10 milyar kere trilyonda biri (10^{22}) ortaya çıkıp sonra kaybolan parçacıklarla doludur. İki temel parçacık aralarında kuantum alanını ileten parçacık yani "kuantum alanının kuantumu" alışverişi yaparak etkileşirler. Kuantum renk dinamiğinde temel parçacıklar kuarklardır ve kuarklar arasındaki etkileşimi iletenlerse gluonlardır.

Kuarklar 1963 yılında M. Gell-Mann ve G. Zweig adlı fizikçiler tarafından matematiksel bir fikir olarak ortaya atıldı. 1960lı yılların sonlarına doğru Stanford Doğrusal Hızlandırıcısı'nda yapılan deneyler kuarkların gerçek birer varlık olduklarını ortaya koydu. Bu deneyler ortaya başka il-



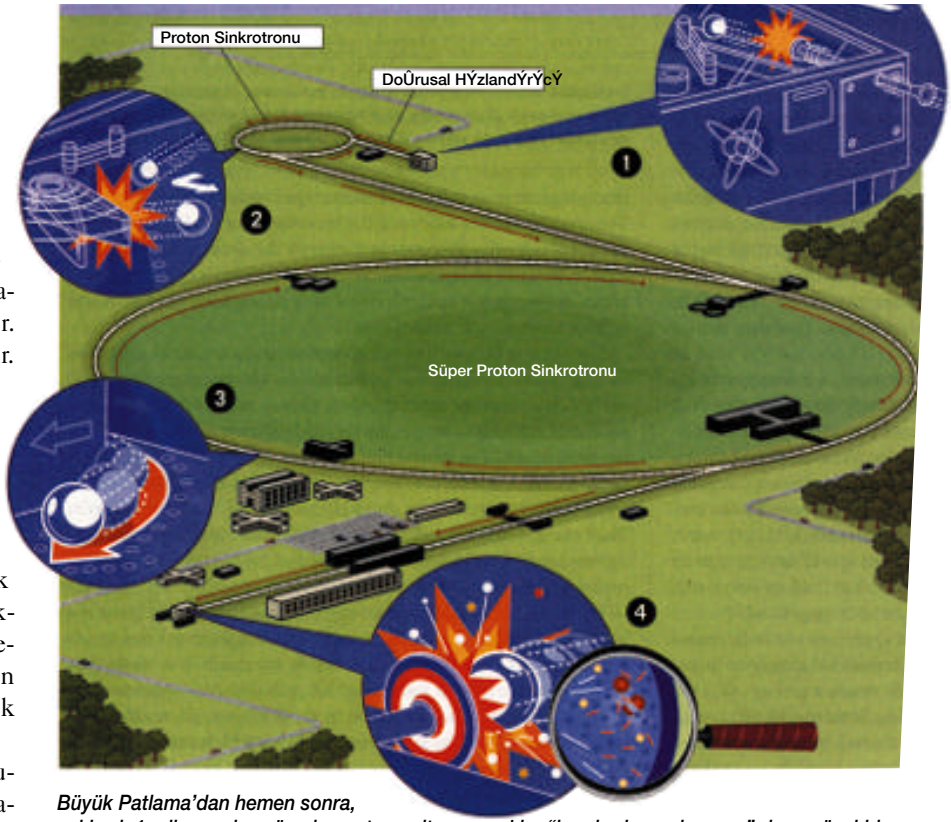
Kuantum Kromodinamiğine (Kuantum Renk Dinamiği) göre altı değişik kuark var. Bunlar 'yukarı', 'aşağı', 'garip', 'tılsım', 'alt' ve 'üst' kuarklar. Kütleleri birbrinden çok farklı. En hafifleri olan yukarı ve aşağı kuarkların kütleleri protonun binde biri yakınlarındayken, en ağır olan üst kuarkın kütlesi, protonun 190 katı kadar. Her bir kuark üç 'renk yükü'nden birini taşır. Bu üç renk yüküne kırmızı, yeşil ve mavi adları verilir. Bu renk yüklerinin bildiğimiz renklerle hiçbir ilgisi yoktur. Sadece fizikçiler tarafından verilmiş birer addır. Her bir kuarka karşılık gelen bir antikuark vardır ve her bir antikuark bir antirenk taşır. Güçlü etkileşimi ileten parçacıklar olan gluonların her biri bir renk, bir de antirenk yükü taşır. Böylece sekiz değişik gluon vardır. Kuarklar ve gluonlar etkileşime girdikçe renk yüklerini değiştirirler. Örneğin, kırmızı yük taşıyan bir kuark, kırmızı ve antiyeşil yük taşıyan bir gluon atıp, yeşil yük taşıyan bir kuark haline dönebilir. Renk yüklerinin belli bileşimleri, renksiz olarak adlandırılır. Doğada gözlenen parçacıklar renksizdir yani, toplam renk yükleri sıfırdır. Bu renksiz parçacıklara 'hadron' adı verilir. Hadronların birkaç değişik türü vardır: (a) Mezonlar, belli bir renk yükünü taşıyan bir kuarkla, o renk yükünün tersini taşıyan herhangi bir antikuarktan oluşur. Örneğin, kırmızı yukarı kuarkla antikırmızı garip antikuark gibi. (b) Baryonlar, farklı renk yükleri taşıyan üç kuarktan oluşur. Antibaryonlar, aynı şekilde antikuarklardan oluşur. Kuantum renk dinamiği sadece gluonlardan oluşup renksiz olan parçacıkların varlığını da öngörmektedir. Resimdeki büyük kuarklar, yukarıda bah - settiğimiz kuarklardır ve 'temel' ya da 'valens' kuarklar olarak adlandırılırlar. Küçük olarak gösterilmiş olan kuarklarsa, sürekli ortaya çıkıp kaybolan 'dinamik' kuarklardır. Yay şeklindeki çizgiler ise gluonları temsil eder.

ginç somuçlar da çıkardı. Bunlardan en ilginci kuarklar arasındaki etkileşim kuvvetinin (güçlü etkileşim olarak adlandırılır) kuarklar birbirine yaklaştıkça zayıfladığıdır. Kuarklar birbirlerine ne kadar yakınsa aralarındaki etkileşim de o kadar zayıftır. Buna asimptotik özgürlük adı verilir. Bunun tersi olan durumdaysa kuarklar birbirlerinden ne kadar uzaklaşırlarsa aralarındaki etkileşim kuvveti de o denli artar. Aynı durum gluonlar için de söz konusudur. Günlük yaşamımızda gözlediğimiz kuvvetler, elektromanyetik etkileşim ve yerçekimi, uzaklık arttıkça azalan kuvvetlerdir. Güçlü etkileşimde durum tam tersidir. Bu yüzden kuarklar ve gluonlar hiçbir zaman tek başlarına gözlenemezler.

Bu garipliğin nedeni aslında gluonlardır. Protonların yapısını açıklayan kuantum renkdinamiği, atomların yapısını açıklayan kuantum elektrodinamiğine çok benzer. Fakat arada çok temel bazı farklılıklar vardır. Kuantum elektordinamiğinde elektrik yüklü parçacıklar arasındaki etkileşimi fotonlar sağlar. Fotonlar kendileri yük taşımazlar. Dolayısıyla fotonlar birbirleriyle etkileşmezler. Kuantum renk dinamiğinde renk yükü taşıyan parçacıklar arasındaki etkileşimi gluonlar sağlar. Fotonlardan farklı olarak gluonların kendileri de renk yükü taşırlar ve dolayısıyla birbirleriyle etkileşirler. Gluonların bu birbirleriyle olan etkileşimi kuarkın etrafındaki alanın kuarktan uzaklaştıkça daha güçlü görünmesine neden olur. Bu da iki kuark arasındaki uzaklık arttıkça kuvvetinde artması sonucunu doğurur. Protonun var olmasının dolayısıyla atomların ve içinde yaşadığımız evrenin bildiğimiz bu şekliyle var olmasının en temel nedenlerinden biri bu özelliktir.

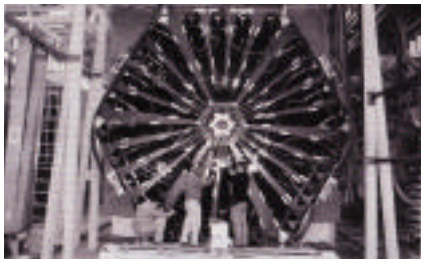
1974 yılında bazı fizikçiler yukarıda bahsettiğimiz protonun büyük ölçüde gluonlardan oluştuğu fikrini ortaya atmışlardı. Bundan yaklaşık yirmi yıl sonra bu yapının doğruluğunu ortaya çıkarmak için yapılmaya başlayan deneyler sonuç vermeye başladı. Almanya'da Hamburg yakınlarındaki HERA parçacık hızlandırıcısından gelen haberler bu yapının doğru olduğu yönünde.

Kuantum renkdinamiğinin öngördüğü bir başka ilginç madde biçimi



Büyük Patlama'dan hemen sonra, yaklaşık 1 mikrosaniye süresince ataomaltı parçacıklar "kuark-gluon plazması" denen özel bir durumda serbest bir biçimde varoldular. Daha sonra maddeyi oluşturan protonlar içine kapandılar. Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de kısa süre önce gerçekleştirilen bir deneyde, fizikçiler dev bir hızlandırıcıda kurşun çekirdeklerini çarpıştırarak kuark-gluon plazmasını yeniden oluşturmaya çalıştılar. 1) Herbiri 208 proton ve nötrondan oluşan kurşun çekirdekleri, CERN'deki Doğrusal Hızlandırıcı'ya yükleniyor. 2) Çekirdekler önce Proton Sinkrotronu içinde dolaştırıldıktan sonra Süper Proton Sinkrotronu'na yönlendiriliyor. 3) Burada çekirdekler ışık hızının %99,9'una kadar hızlandırılıyor ve hızlandırıcı içinde, saniyede 40 000 tur yapıyorlar. 4) Sonunda birçok hedefin bulunduğu özel bir bölmeye yönlendiriliyorlar. Çekirdekler burada son derece ince bir kurşun levhaya çarptırılıyor. Fizikçiler çarpışma sonucu oluşan parçacıkların izlerini saptayan detektörler aracılığıyla kuark-gluon plazmasını oluşturup oluştura - madıklarını anlayabiliyorlar. Deney sonuçları, plazmanın oluştuğuna işaret ediyor.

de kuark-gluon plazması. Bir protondan çok daha büyük bir hacmi kapsayan bu plazmanın içinde kuarklar ve gluonlar serbest olarak dolaşırlar. Büyük Patlama'dan saniyenin trilyonda biri kadar bir zaman sonra evrenin bir kuark-gluon plazması halinde olduğu tahmin ediliyor. CERN'deki Süper Proton Sinkrotronu'nda fizikçiler kuark-gluon plazması yaratmaya çalışıyorlar. Bunun için kurşun çekirdeklerini ışık hızının %99.9una kadar hızlandırıp çarpıştırıyorlar. Çarpışma sonunda protonları ve nötronları eritecek kadar sıcak bir ateş topu elde ediliyor ve bir protondan ya da nötrondan defalarca büyük olan bu topun içinde kuarklar ve gluonlar serbestçe dolaşabiliyorlar. Kuantum renk dinamiği kuark-gluon plazmasının enerji yoğunluğu belli bir düzeyi geçince var olması gerektiğini söylüyor. CERN'deki deneyciler bu plazmanın varlığını kanıtlamak için yıllardır çalışıyorlar. En büyük problem bu plazmanın yaşam süresinin çok kısa olması. Sadece saniyenin milyarda birinin milyarda birinin onbinde brir kadar bir süre var olabiliyor. Dolayısıyla gözlenmesi çok zor. Son birkaç yıldır CERN'deki fizikçiler kuark-gluon plazmasının varlığına ilişkin önemli ipuçları bulduklarını söylüyorlar. Ama kesin kanıtın gelmesi için bir süre daha deneylerin devam etmesi gerekiyor gibi.



CERN'de teknisyenler, kuark-gluon plazması kanıtları bulmada kullanılan ve hodoskop denen altı detektörden biri üzerinde çalışıyor - lar. Her hodoskopta, kurşun iyonlarının çarpışması sonucu oluşan parçacıkları izleyen 48 algılayıcı bulunuyor.

Yusuf İpekoğlu

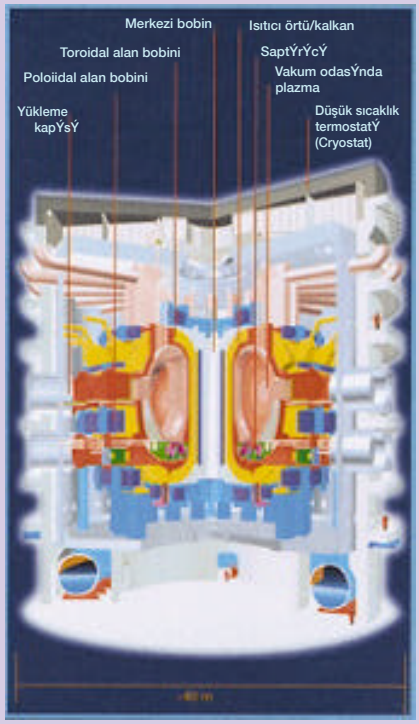
Kaynaklar
Davies, C., Collins, S., "Getting to grips With the Strong Force", Physics Worl, Ağustos 2000
Kunzig, R., "Gluons", Discover, Haziran 2000

ITER İçin Yeni Umut



Vakum odasındaki plazma için bilgisayar görüntüsü

Avrupa ülkeleri ve Japonya'nın canlı tutmaya çalıştıkları dünyanın en gelişkin Tokamak füzyon reaktörü olan ITER (Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü) için evsahibi adayları arasına Fransa'nın da katılması bekleniyor. Füzyon, yıldızların sıcak merkezlerinde olduğu gibi iki hafif çekirdeğin birleşerek daha ağır bir çekirdek oluşturması sürecine verilen ad. Yıldızların temel yakıtı olan hidrojenin, yıldızın merkezinde muazzam kütleçekim altında birleşerek helyuma dönüşmesi sonunda açığa çıkan enerji, kütleçekimini dengeleyerek yıldızın kararlılık kazanmasını sağlıyor. Füzyon tepkimesi, örneğin Güneş benzeri bir yıldızın büyük kütlesinin basıncı altındaki merkezinde, 1.5 milyon derece sıcaklıkta meydana geliyor. Oysa bu tepkimeyi yeryüzünde yapay koşullarda gerçekleştirebilmek için çok daha yüksek sıcaklıklar gerekli. Tokamak türü deney reaktörlerinde elektronlarından kopartılmış (iyonlaştırılmış) ağır hidrojen çekirdekleri 100 milyon°C'ye kadar ısıtılarak füzyon gerçekleştirilebiliyor. Bunun için Ağır hidrojen izotoplarından döteryum ya tek başına, ya da daha etkili bir tepkime için, gene ağır bir hidrojen türü olan trityumla birlikte yakıt olarak kullanılıyor. "Manyetik füzyon" olarak da adlandırılan yöntemde, ayrışmış elektron ve atom çekirdeklerinden oluşan ve plazma diye adlandırılan sıcak gaz olağanüstü sıcaklıklara kadar ısıtılırken, güçlü mıknatıslar, karışımı "tokamak" adı verilen içi boş, simit biçimli tepkime odasının içinde, duvarlara değmeyecek biçimde tutuyor. Böylece yakıtın soğuması engelleniyor. Giderek ısınan plazma içindeki ağır hidrojen çekirdekleri de çarpışarak birleşiyor ve tepkime sonucu bir alfa parçacığı (helyum çekirdeği) ve bir nötron ortaya çıkıyor. Böylece serbest kalan nötronlar, elektrik yükü taşımadıklarından mıknatıslarca tutulmuyorlar ve tepkime odasının çeperlerine çarparak ısınmasına yol açıyorlar. Oluşan ısı, bir ısı değiştirgeci aracılığıyla buhar ve daha sonra da elektrik enerjisine çevriliyor. Daha doğrusu, bu yapılmak isteniyor… Nedeni, elde edilen enerjinin, bol, ucuz ve temiz olması. Yakıt olarak kullanılan döteryum, deniz suyunda bol miktarda bulunuyor. Füzyon tepkimeleri, atom çekirdeğinin parçalanması anlamına gelen fisyon tepkimelerinde olduğu gibi ortaya zararlı radyoaktif atıklar çıkarmıyor. Füzyonun temel ürünü, pek çok kullanım alanı olan ve doğada ender bulunan helyum. Yalnızca reaktör odasının çeperlerine çarpan nötronlar, bir süre sonra bunları radyoaktif hale getiriyor. Ancak düşlenen enerji üretimi için bu tepkimelerin kontrol altında ve uzun süreli olarak meydana gelmesi gerekli. Oysa deney reaktörlerinde şimdiye değin elde edilebilen füzyon süreleri son derece sınırlı; ancak saniyeler ya da kesirleriyle ölçülebiliyor.



İşte ITER'le yapılacak deneylerle, uzun süreli "plazma yanışı" gerçekleştirilerek bu sorunun aşılabileceği umuluyor. Şimdiki durumuyla ITER, ABD'nin ortaklıktan çekilmesiyle budanmak zorunda kalınan dev bir projenin küçültülmüş bir biçimi. Projeyi bu haliyle ayakta tutmaya çalışanlar, bazı Batı Avrupa Ülkeleri, Japonya ve Rusya. Reaktöre evsahipliğinin, bu sıfatı kazanacak ülkeye sağlayacağı prestij ve bilimsel kazançlar açık. Bu nedenle heveslisi az değil. İsveç, Almanya ve Italya'daki bazı merkezlerin bu ülkelerdeki siyasal koşullar ve nükleer enerji konusundaki değişken tutumları nedeniyle elenmesinden sonra günümüzde ITER için aday olarak Kanada'daki Clarington kentiyle, Japonya'da bir merkez kalmış bulunmakta. Şimdiyse, adaylara Fransa'nın katılması söz konusu. Fransız Atom Enerjisi Komisyonu, geçtiğimiz ay ITER'in, kurumun Aix-en-Provence'daki bir merkezinde kurulması çağrısında bulundu. Ancak Fransız hükümeti, başvuruyu henüz resmen onaylamış değil. Nedeni, küçültülmüş de olsa, tasarlanan reaktörün maliyetinin en az 3.25 milyar dolar olarak hesaplanması. Katılımcılar arasındaki yaygın beklentiyse, evsahibi ülkenin, proje maliyetinin %50-70'ini üstlenmesi. Şimdiye kadar yalnızca Japonya, ITER'in kuruluş maliyetinin üçte ikisini üstleneceğini açıklamış bulunuyor.

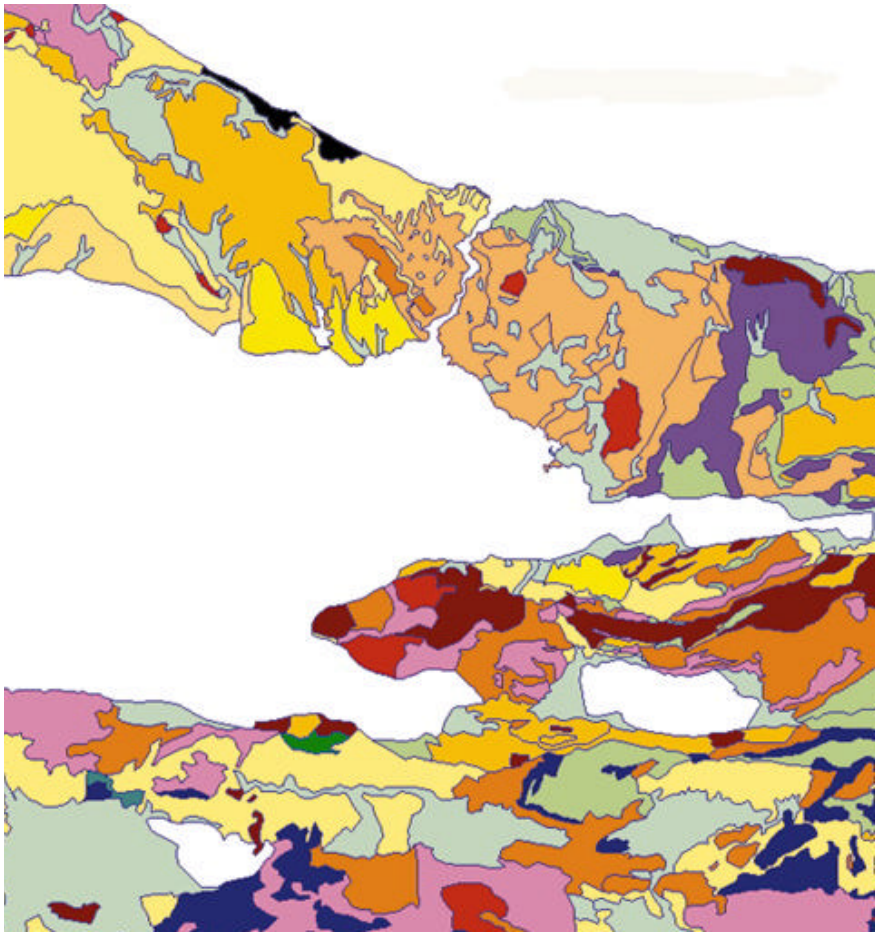
Avrupalı, Rus ve Japon ortakların Fransa'nın niyetini olumlu karşıladıklarını açıklamalarına karşın, Paris'in adaylığının Avrupalı ülkelerce bile destekleneceği kuşkulu görülüyor. Nedeni, Kanada'daki Clarington merkezinin bazı teknik üstünlükleri nin yanı sıra, evsahipliğinin bu ülkeye verilmesinin ABD'yi projeye yeniden döndürebileceği yolundaki umutlar.

Raşit Gürdilek

Kaynak: Nature, 3 Ağustos 2000

Marmara Deprem Senaryoları İçin Coğrafi Bilgi Sistemi

Birinci yıldönümünü yaşadığımız 17 AÛustos ve onu izleyen 12 KasÝm 1999 depremleri resmi sayÝlara göre 20.000 vatandaßÝmÝzÝn canÝna, onbinlerce insanÝn yaralanmasÝna ve sakat kalmasÝna, 400.000 e yakÝn ev ve ißyerinin hasar görmesine neden oldu. Çoğu sanayi tesisleri zarar görmüß, büyük yangÝnlar çıktı. Kuzey ve DoÛu Anadolu faylarÝ ve Ege graben sistemi gibi dünyanın tektonik açıdan en aktif kußaklarÝ üzerine oturan ve bu nedenle topraklarÝnÝn %90 dan fazlasÝ deprem riski altÝnda bulunan ülkemiz, binlerce yÝldÝr yaßadÝğÛÝ depremlere karßÝn 17 AÛustos ve 12 KasÝm 1999 depremlerine de hazÝrlÝksÝz yakalandÝ. Daha önceki depremlerde defalarca hasar gören yerleßimler yeniden yÝkÝldÝğÛ önceki depremlerden alÝnmayan derslerin, çarpık ve plansÝz yapÝlaßmanÝn, diyeti aÛÝr oldu, deprem felakete döndü.



Şekil 1: Marmara bölgesi jeoloji haritası

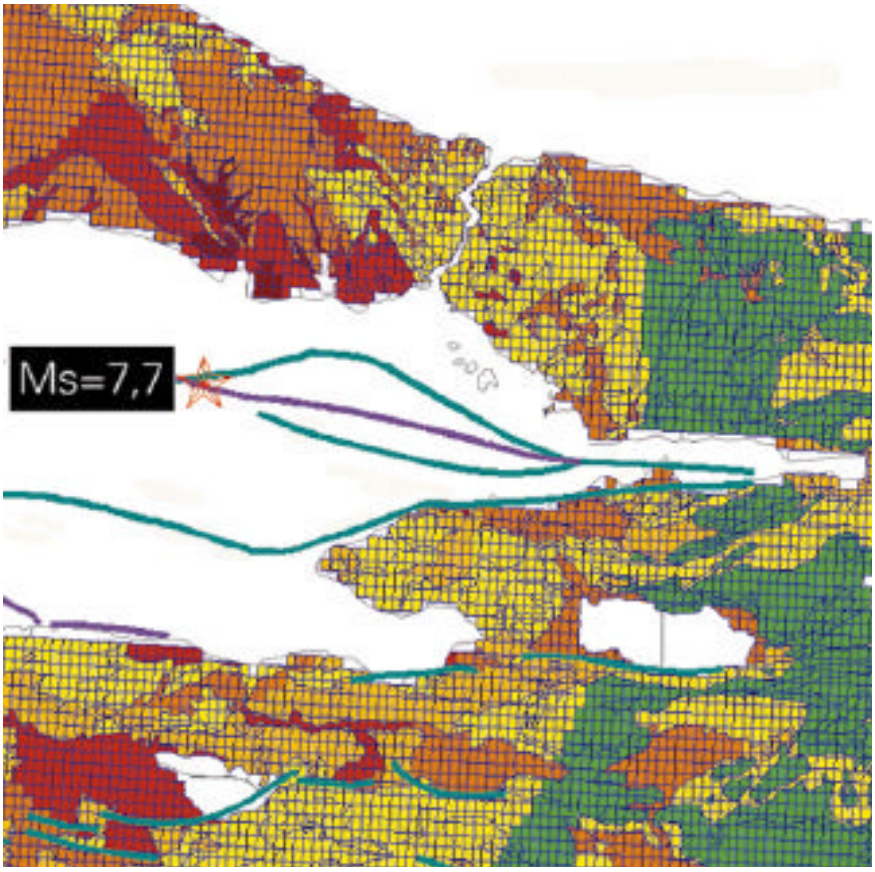
BUGÜN içerisinde bulunduğumuz bilgi düzeyiyle deprem riskinin nerelerde ve ne oranda olduğunu oldukça sağlıklı biçimde ortaya koymak mümkündür. Bunun için jeolojik-jeomorfolojik ve jeofizik amaçlı saha çalışmalarından tarihi depremlerin araştırılmasına, uydu görüntülerinin değerlendirilmesinden GPS (Küresel Pozisyon Sistemi) ölçümlerine kadar çok disiplinli yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Bir bölgedeki deprem riskinin bu çok disiplinli ve uzun zaman isteyen çalışmalar sonucunda öğrenilmek istenmesindeki temel amaçlardan biri de, edinilecek bilginin depreme karşı alınabilecek önlemlerin planlanmasında kullanılmasıdır. İnsanoğlu her ne kadar geçtiğimiz yüzyılda teknolojide başdöndürücü gelişmeler başarmışsa da, bugünkü teknoloji ve bilgi düzeyi doğal afetleri önlemede yetersiz kalmaktadır. Ne bugün ne de yakın bir gelecekte yanardağ ya da deprem gibi doğal afetlerin önlenmesinin mümkün olmayacağı açıktır. Diğer doğal afetlerde afetin yaklaştığına dair birtakım veriler bulmak mümkün olmaktadır. Örneğin bir kasırganın yaklaştığı, sel ihtimalinin olduğu hatta bir yanardağın yakın bir zamanda patlamayabile-

ceği bugünkü teknolojiyle belli bir süre önceden belirlenebilmektedir. Oysa depremin önceden belirlenmesi için %100 güvenilir bir yöntemden bahsetmek bugün için mümkün değildir. Bu durumda depremi önceden belirleme çalışmalarını sürdürmenin yanı sıra yapılacak en doğru yaklaşım, depremin vereceği zararların en aza indirilmesini sağlayacak tedbirlerin alınması olacaktır.

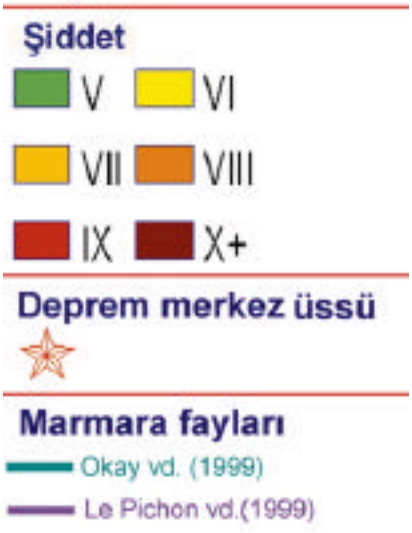
Deprem zararlarını en aza indirmek, yerleşim yerlerinin doğru seçilmesi ve binaların depreme dayanıklı olarak inşa edilmesi ya da mevcut binaların güçlendirilmesi ile başlayan afet öncesi tedbirlerden, afet anındaki ve sonrasındaki tedbirlere kadar uzanan çok disiplinli ve kapsamlı bir planlamayı gerektirir. Sağlam veriler ışığında, yaşanan tecrübelere dayanan sağlıklı bir planlama depremin en aza indirilmesindeki en önemli aşamalardan biridir.

Depreme karşı tedbir alınırken önemli aşamalardan biri de depremin yaratacağı sarsıntının büyüklüğünün bilinmesidir. Bu amaçla yakın geçmişteki depremlere ve fay hatlarına dayanan bir genel sınıflama yapılarak, ülkemiz birinci, ikinci, üçüncü derece gibi deprem bölgelerine ayrılmıştır. Ancak coğrafi temele dayalı bu sınıflamada özellikle zemin parametreleri dikkate alınmamakta, örneğin deprem dalgalarının büyümesine yol açan alüvyon gibi zeminlerle, deprem dalgalarını azaltan kaya ortamları birlikte değerlendirilmektedir. Oysa bir bölgede deprem dalgasının yaratacağı sarsıntının detaylı olarak tahmin edilmesi, yerleşimin ve afete karşı alınacak tedbirlerin planlanmasında son derece önemlidir. Yerbilimleri açısından olaya bakıldığında, bir bölgedeki yersarsıntısının büyüklüğünü etkileyen faktörler olarak depremin büyüklüğü, deprem odağına olan uzaklık ve zemin türü dikkati çekmektedir.

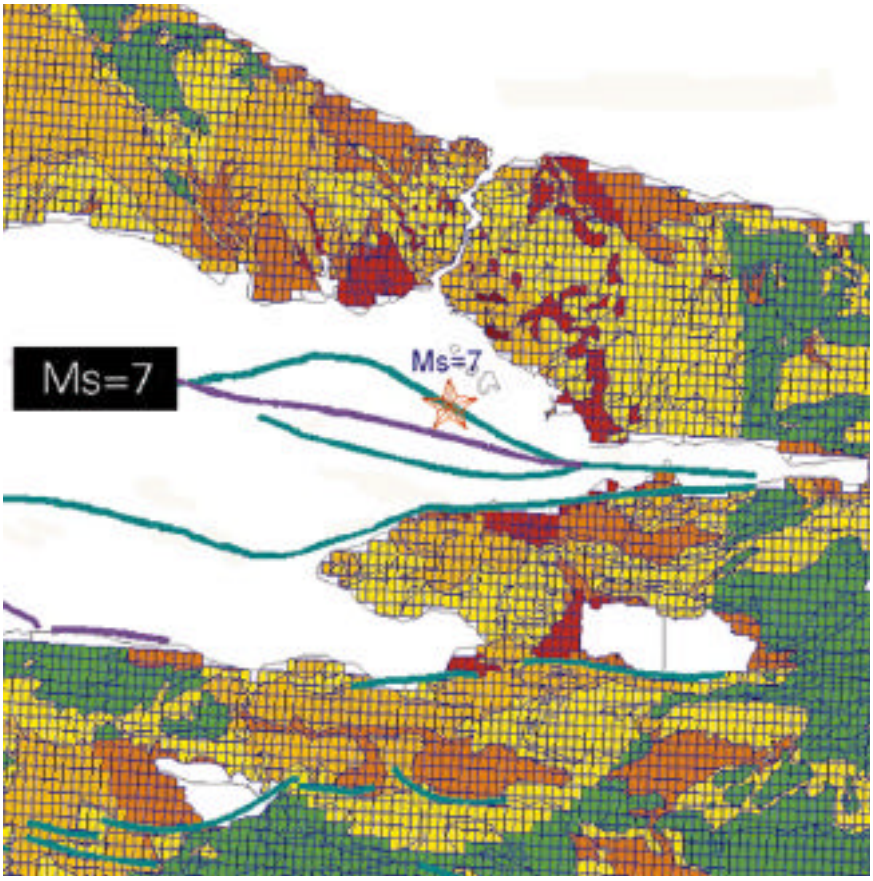
Depremin Büyüklüğü: Bilindiği gibi depremin ölçeklendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sismografların olmadığı dönemlerde, depremin gücünü belirleme amacıyla depremlerin canlılar, yapılar ve toprak üzerindeki etkileri sınıflanmış ve şiddet ölçeği ortaya çıkmıştır. Bu sınıflandırma depremin insanlar tarafından algılanmasından binaların ya da diger nesnelerin etkilenmesine kadar matematiksel olmayan bazı kriterler kullanmaktadır. Örneğin Değiştirilmiş Mercalli ölçeğine göre de II. Derece deprem ancak yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından duyulurken VI. Derece deprem herkes tarafından duyulur, eşyalardan bir bölümü yerinden oynar, sıvaların ve bacaların düştüğü görülür, iyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yığma yapılarda önemli çatlaklar oluşur. VIII. Derece depremde iyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yapılarda ağır hasar ya da tümüyle yıkılma görülür. İyi yapılmış yığma kâgir yapılarda ağır hasar, iyi yapılmamış betonarme yapılarda taşıyıcı sistemlerde çatlaklar oluşur. Arazide kum fışkırmaları (sıvılaşma), çatlaklar ve faylar (kırıklar) olur. Kayalar düşer ve heyelanlar olabilir. IX. Derece depremde yığma kâgir yapılar yıkılır ya da çok ağır hasar görür. Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemde mafsallaşma başlar. Demirler betondan fırlar, ayrılır ve bina burkulur. Yeraltındaki borular kopar. Kumlu zeminlerde sıvılaşma olur. X. Derece depremde betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma görülür. Yeryüzünde büyük çatlaklar ortaya çıkar. Raylar bükülür. Irmak kıyılarında ve dik yamaçlarda heyelanlar olur, kum ve çamur akmaları (sıvılaşma) görülür. XI. Derece depremde yapıların



Şekil 2: Deprem senaryosu 1 – Marmara denizi ortalarında olabilecek Ms=7,7 büyüklüğün - deki depremin bölgeye etkisinin eş ivme / aletsel şiddet cinsinden gösterimi. Deprem yeri, Le Pichon vd. (1999) nin önerdiği tek parçalı kırılma senaryosuna uygun olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu durumda İstanbul yarımadasının, Armutlu Yarımadasının kuzeyinin ve Marmara güneyinin en fazla etkilenen yerler olacağını göstermektedir.



Sekil 5: Lejand:



Şekil 3: Deprem senaryosu 2 –Adaların güneyinden geçen fay üzerinde Ms=7 büyüklüğünde bir depremin bölgeye etkisinin eş ivme / aletsel şiddet cinsinden gösterimi. Bu fay Okay vd. (2000) nin önerdiği fay haritasında Çınarcık çukurluğunu kuzeyden sınırlayan normal atım bileşeni de olan bir fay olarak gösterilmiştir. Bu senaryoda İstanbul Yarımadasında deprem şiddeti bir önceki senaryoya oranla düşerken Kocaeli yarımadasındaki genç çökeller ve alüvyon üzerinde alanlarda artmaktadır. Armutlu yarımadasında da bu durumda bir önceki senaryoya oranla daha şiddetli bir depremin yaşaması beklenir.

çok azı ayakta kalabilir. Köprüler yıkılır. Yeryüzünde geniş çatlak ve yarıklar oluşur, yeraltı yapıları tümüyle tahrip olur, yumuşak zeminlerde yer kaymaları ve toprak yığıntıları olur. XII. Derece depremde tüm yapılar yıkılır. Deprem bölgesindeki yeryüzü biçimi değişir. Şiddet ölçeği niteliksel bir özelliğe sahip olduğundan, depremin büyüklüğünün tam bir ölçüsü değilse de, olmuş ya da olabilecek bir depremin vereceği hasarı tahmin açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Şiddet değerlerinde birçok faktör rol oynamaktadır. Bu faktörlerin başlıcaları deprem odağına olan uzaklık, depremin mekanizması, açığa çıkan enerjinin zaman ve mekandaki davranışı, depremin süresi, sarsılan bölgedeki kayaların yapısı, sarsılan noktanın odağa uzaklığı, sarsılan bölgenin fiziksel parametreleri, ve yapıların depreme dayanıklığını bulunmaktadır.

1841 yılından itibaren deprem ölçümünde aletsel veriler kullanılmaya başlamış, 1935 te Richter, sismografl arda izlenen deprem kayıtlarının genliklerinden hesaplanan ve büyüklük adı verilen bir ölçek geliştirmiştir. Richter ölçeği logaritmiktir, yani 4 büyüklüğünde bir depremin yer hareketi, 3 ölçeğindeki depreminkinden 10 kat daha fazladır. Ancak deprem esnasında odakta açığa çıkan enerji dikkate alınırsa, 5 ölçeğindeki depremin enerjisi 4 ölçeğindekine kıyasla 31,5 kat daha fazla olmaktadır. 1967 de Aki, sismik moment ölçeğini geliştirmiştir. Sismik moment deprem kaynağındaki kuvvetlerin mekanik momentinin karşılığıdır. Büyüklük ölçekleri ile sismik moment ilişkilendirilmiş olarak kullanılabilmektedir.

Deprem Odağına Olan Uzaklık: Yerkabuğunun kırılması ya da diğer bir deyişle faylanması sonucunda ortamın esneklik parametrelerine bağlı olarak sismik dalgalar yayılır. Bu dalgalar, kayalar içerisinde bir su içerisine atılan taşın yarattığı dalgalar gibi ilerler, odaktan uzaklatıkça kayalar tarafından özümsenerek sönümlenirler. Sismik dalgaların sönümlenme mesafesi, içerisinden geçtikleri kayaların fiziksel özelliklerine ve deprem odağından uzaklığa bağlı olarak değişir. Büyük depremler, yerküreyi birkaç kez dolaşan sismik dalgalar üretebilmektedir.

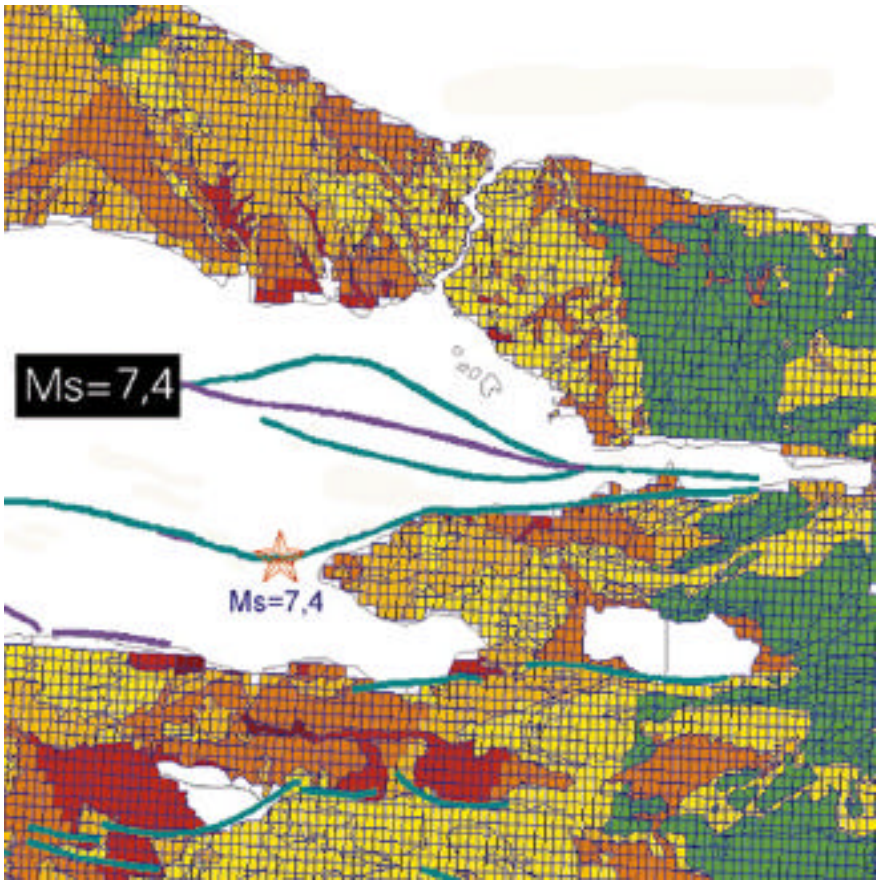
Zemin Türü: Yukarıda belirtildiği gibi sismik dalgalar kayalar içerisinde ilerlerken, içerisinden geçtikleri kayaların fiziksel özelliklerinden önemli oranda etkilenirler. Sıkı tutturulmuş, yoğun ve sağlam kayalar sismik dalgaları özümseyerek güçlerini azaltırken taneleri birbirine tutturulmamış olan ya da gözenekleri su ile dolu olan kayalar sismik dalgaların kolayca iletilmesini sağlamakta hatta onları büyütmektedir.

Bir bölge için deprem zararlarını azaltıcı tedbirler alınırken bazı faktörler biliniyorsa, yersarsıntısının büyüklüğünü tahmin etmek mümkün olacaktır. Bu faktörlerin başlıcaları aktif fayların bulunduğu yerler, fayların tipi ve geometrisi, fay segmentleri üzerinde birikmiş olan gerilme miktarı ve buna bağlı olarak olabilecek depremin büyüklüğü, çalışılan bölgenin sıhhatli bir jeoloji haritası ve bölgeyi oluşturan kayaların fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Geçtiğimiz yıl üç ay arayla yaşanan depremler ve bunların Marmara Bölgesinde yeni depremleri tetikleyebileceği endişesi, geçmişte depremlerden pek de ders almadığımızı acı bir şekilde hatırlattı. 17 Ağustos'tan bu yana geçen bir yıllık süredeyse, gerek merkezi ve yerel yönetimler gerekse bireyler (yeterliliği ve yöntemleri tartışılsa bile) olanak ve bilgileri oranında önlemler almaya çaba gösterdiler. Son iki depremden alınan en önemli derslerden biri de, bir afet yönetim planının mutlaka olması gerektiğiydi. Teknolojiyi akılcı bir şekilde kullanarak hazırlanan bir afet yönetim planı olmadan doğal afetlerin felakete dönüştüğü yakın geçmişimizdeki çok sayıda olayda bellekle-rimize kazınmıştır. Afet yönetimi, çok katmanlı ve çok aşamalı bir süreçtir. Çok katmanlıdır; farklı disiplinler-

de uzmanlaşmış ulusal ve uluslararası resmi ve özel kuruluşlar, meslek odaları, üniversiteler, sivil toplum örgütleri, yerel ve merkezi yönetimler ve bireyler bu sürecin belirli noktalarında yer alırlar. Çok aşamalıdır; önleme ve zarar azaltma, hazırlıklı olma, tahmin ve uyarı, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme, yeniden inşa etme gibi ara süreçleri vardır.

Afet yönetimini destekleyen günümüzün en önemli teknolojik unsurlarından biri de coğrafi bilgi sistemleridir (GIS ya da CBS). Coğrafi bilgi sistemi, coğrafi dağılıma sahip farklı verilerin bilgisayar ortamında sınıflanmasını ve analizini en verimli ve çabuk şekilde sağlayan, böylece karar mekanizmasının başında ve içindeki kişi(ler)i doğru yöne hızla yönelten bir yöntemler topluluğudur. Doğal afetler coğrafi boyuta sahip olduklarına göre, olan ya da olacak olan afetin analizi en iyi CBS ile yapılabilir.



Şekil 4: Deprem senaryosu 3 – Armutlu açıklarında olabilecek Ms=7,4 büyüklüğündeki depremin bölgeye etkisinin eş ivme / aletsel şiddet cinsinden gösterimi. 17 Ağustos 1999 kırığının devamında Armutlu Yarımadası-İmralı adası civarında olabilecek 7.4 büyüklüğüne bir depremde İstanbul önceki senaryolara oranla daha az etkilenirken güneyde Bursa, Gemlik gibi yerleşim birimlerinde şiddet artmaktadır.

Deprem Öncesinde, Sırasında ve Sonrasında CBS'den Nasıl Yararlanılır?

Coğrafi bilgi sistemleri yeni yerleşim yerlerinin planlanmasından mevcut yerleşim birimlerinin iyileştirilmesi, afet anında yapılacak işlerin planlanması, afet sonrası rehabilitasyon planlamalarına kadar hemen her konuda verilerin analizi, eksikliklerin ortaya konması, yeni planların yapılmasında kullanılabilir. Bu düşünceyle Marmara bölgesi için yapılacak afet yönetimi çalışmalarına katkı sağlamak üzere bir model hazırlanmıştır. Çünkü Türkiye nüfusunun büyük bir kısmının yaşadığı, sanayinin en yoğun olduğu Marmara bölgesinde önümüzdeki 30 yıl içerisinde bir deprem olma riski %62 olarak hesaplanmaktadır (Stein vd., 1999). Yine önerilen tektonik modellere göre Marmara bölgesinde oluşabilecek bir depremin deniz içerisinde olacağına kesin gözü ile bakılmaktadır. Bu çalışmada hazırlanan modelde doğal afet yönetimi üç aşamalı olarak düşünülmüştür. Bu aşamalar:

1. Deprem öncesi (Önlem aşaması): Deprem zararlarını en aza indirmek amacıyla deprem öncesinde önlem almak maliyetli gibi görünebilirse de, yara sarmaya oranla çok daha akılcı ve ekonomiktir. Hele de Marmara Bölgesi gibi ülke nüfusunun ve ekonomisinin ağırlıkta olduğu, deprem riski yüksek bir bölge için önlem almak kaçınılmaz bir olgudur. Alınacak önlemlerle can kaybı azaltılır, yerleşim yerleri bilimsel veriler ışığında seçilebilir, mevcut binalar deprem koşullarına uygun hale getirilerek zararın minimuma indirilmesi sağlanır. CBS bu aşamada deprem senaryoları oluşturarak deprem riski taşıyan bölgeleri belirlemede, uygun yerleşim alanlarının seçilmesinde ve bina yapımında dikkate alınması gereken koşulları belirlemede kullanılabilir.

2. Depremin hemen sonrası (Acil yardım ve kurtarma aşaması): Deprem olduğunda ilk bilinmesi gereken konu, depremin nerede olduğu ve nereleri hangi oranda etkilemiş olduğudur. Böylece ilk yardım çalışmaları doğru yerlere yönlendirilebilir. Hemen yapılması gereken şey, arama ve kurtarma ekiplerinin en kısa sürede bölgeye ulaşmasını sağlamak ve mümkün olduğu kadar çok insanı en kısa sürede kurtarmaktır. Eşzamanlı olarak yaralıların tahliyesi yapılmalı, bölgeye lojistik destek sağlanmalıdır. Bu sayılanların içinde coğrafya boyutu hep vardır. CBS bu aşamada depremin yerine ve büyüklüğüne bağlı olarak nereleri etkilemiş olabileceğini, buralara en kısa sürede nasıl ulaşılabileceğini planlamada kullanılabilir.

3. Deprem sonrası iyileştirme: Deprem olduktan ve ilk yardım işleri tamamlandıktan sonra, rehabilitasyon ve yeniden yapılanma süreci başlar. İnsanların durumunun iyileştirilmesi, bölgede zarar gören yapıların yıkılması ve yeniden yapılması gerekir. Yeni yerleşim birimlerinin kurulması, iş gücünün dağıtılması,

Tablo 1: Zemin grupları, açıklamaları ve karşılık gelen kayma dalgası hızı değerleri

Zemin Grubu	TanÝmÝ	Kayma DalgasÝ HÝzÝ (m/s)
a1	Masif volkanik kayaçlar ve ayrÝßmamÝßsaÛlam metamorfik kayaçlar, sert çimentolu tortul kayaçlar	>1000
a2	Çok sıkı kum, çakıl	>700
a3	Sert kil ve siltli kil	>700
b1	Tüf ve aglomera gibi gevßek volkanik kayaçlar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrÝßmÝß çimentolu tortul kayaçlar	700-1000
b2	Sıkı kum, çakıl	400-700
b3	Çok katÝkil ve siltli kil	300-700
c1	Yumußak, süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrÝßmÝß metamorfik kayaçlar ve çimentolu tortul kayaçlar	400-700
c2	Orta sıkı kum, çakıl	200-400
c3	KatÝ kil ve siltli kil	200-300
d1	YeraltÝsu seviyesinin yüksek olduÛu yumußak, kalÝnalüvyon tabakalarÝ	<200
d2	Gevsek kum	<200
d3	Yumußak kil, siltli kil	<200

T.C. BayÝndÝrlÝk ve ÜskanBakanlÝÛÝ,Afet Bölgelerinde YapÝlacakYapÝlarHakkÝndaYönetmelik metninden alÝnmÝßtÝr.

göç sonrasında bölgenin değişen profilinin değerlendirilmesi, yine hep coğrafya üzerinde gerçekleşir. Bu aşamalarda da CBS önemli katkılar sağlayacaktır.

Deprem Senaryosu

Olabilecek bir depremden nerelerin hangi oranda etkileneceğinin tahmin edilmesiyle deprem senaryoları üretilerek afet öncesi, anı ve sonrası önlemler planlanabilir. Senaryonun doğru bir veri tabanına oturtulması ve uygulama provalarının yapılmasıyla deprem zararı en aza indirilebilir. Bu sayede, örneğin Adalar'ın güneyindeki bir fayda oluşabilecek 6,0 büyüklüğünde bir depremin, Kadıköy ilçesini nasıl etkileyeceğini belirlemek mümkün olur, buna göre de tedbir alınabilir.

Bu araştırmada yukarıda tanımlanan faktörler dikkate alınarak Marmara Denizi içerisinde olabilecek bir depremin, Marmara çevresi alanlarda yaratacağı şiddet belirlenmeye çalışılmıştır. Modelde kullanılan veriler elde mevcut verilerdir ve genellemeler yapılarak kullanılmışlardır. Ancak coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli yönlerinden biri, kolay güncellenebilmeleridir. Detay veriler elde edildikçe bunların modelde kullanılmaları, böylece daha sıhhatli modellere ulaşılması mümkündür.

Hazırlanan senaryo için altlık olarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün 1967 yılında yayınladığı Türkiye Jeoloji Haritası İstanbul Paftası kullanılmış (Şekil 1), bu harita gridlenerek her hücredeki kaya türü ortaya konmuştur. Daha sonra Marmara Denizi içerisinde son birkaç yılda gerçekleştirilen çalışmalarda aktif olduğu belirlenen faylar, bu haritaya konmuştur. Senaryonun bu bölümündeki amaç bu faylar üzerinde olabilecek bir depremin Marmara çevresinde karada yaratacağı yersarsıntısını hesaplamaktır. Her bölgedeki yatay ivme hesapları için, N. N. Ambraseys'in "Development and Application of Strong Ground Motions" (1997) makalesindeki formülden yararlanılmıştır:

$$\log(ah) = -1.05 + 0.245Ms - 0.001r - 0.786\log(r) - 0.15\log(V)$$

Burada ah yatay ivmeyi, Ms depremin yüzey dalgası büyüklüğünü, r bölgenin depremin odağından uzaklığını, V kayma dalgası hızını (shear-wave velocity) temsil eder. V için yerel zemin profilleri için ölçüm ile belirlenen değerlerin kullanılması gerekir. Ancak, Marmara Bölgesini oluşturan kayaların tümü için laboratuvarda elde edilmiş bu tür bir veri olmadığından, jeoloji haritasındaki formasyonların egemen kaya türü ve bu kaya türlerine karşı gelen kayma dalgası hızı değerleri kullanılmıştır (Tablo 1). AutoCad Map programı kullanılarak sayısallaştırılan ve böylece bilgisayar ortamına aktarılan jeoloji haritasına herbir kaya türünün özellikleri AutoDesk World programı kullanılarak tablolar halinde eklenmiştir. Seçilen bir odak noktası ve deprem büyüklüğü verildiğinde bu program, herbir grid içerisindeki kayanın özelliklerini bu tablolardan okumakta, deprem odağından olan uzaklığa bağlı olarak o grid içerisinde gelişebilecek ivme değerini yukarıda verilen formülü kullanarak hesaplamaktadır. Bu model yardımıyla her bölge için maksimum ivme değeri hesaplanmıştır. Gösterimde kolaylık açısından, ivme değerleri, şiddet (instrumental intensity) değerlerine çevrilerek haritaya yansıtılmıştır. Bu çevrim içinse TriNet (www.trinet.org) organizasyonunun tabloları kullanılmıştır. Böylece Marmara Denizi içerisinde olabilecek üç olası deprem için üç senaryo üretilmiştir (Şekil 2, 3 ve 4). Bu haritalar zemin nitelikleri ve faya olan uzaklığın yersarsıntısının büyüklüğünde son derece önemli olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi bu senaryoların sıhhatli olabilmesi için, detay verilere ihtiyaç vardır. Bu noktadan hareketle bilhassa deprem riski taşıyan yerleşim birimlerinde detay jeolojik ve jeofizik çalışmalarla zeminin özellikleri ortaya konulmalı, saha ve laboratuvar verileri bir bütün olarak değerlendirilmeli, sonuçta her bölge için mikrozonlama haritaları yapılmalıdır. Yerleşim planları ve mevcut yerleşimlerin iyileştirilmesi ise bu koşullara uygun olarak planlanmalıdır. Sağlam verilerle desteklenen coğrafi analizler bu planlamanın en temel araçlarından biridir. Böylece deprem için önerilen modeller dikkate alınarak bir yerleşim biriminin olası bir depremden ne ölçüde etkileneceği tahmin edilerek gerekli tedbirlerin alınması yoluna gidilebilir. Diğer yandan bu modelde kullanılan formül içinde bulunulan jeolojik faktörlere bağlı olarak değiştirilip daha sıhhatli sonuçlara ulaşılabilir.

Bu araştırmada kullanılan bilgisayar programlarını karşılıksız olarak veren Sayısal Grafik AŞ'ye ve içerik üzerinde görüşlerini bildiren Prof Dr. Haluk Eyidoğan'a teşekkür ederiz.

Okan Tüysüz*, Arda Serim**
***Prof. Dr., İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü*
***Sayısal Grafik AŞ*

Kaynaklar

Ambraseys, N.N., 1997, Development and Application of Strong Ground Motions, Deprem Mühendisliği Türk Milli Komitesi Dördüncü Deprem Mühendisliği Konferansı, ODTÜ, 3-22.

Le Pichon, X., Taymaz, T. Ve Şengör, A.M.C., 1999, Büyük Marmara Fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir? Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, 20 Kasım 199, Sayı 661, 8-11

Okay, A.İ., Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E., Kuşu, A., 2000, Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study. Tectonophysics, 321, 189-218.



Yağmur Ormanındaki Öksüzler Yurdu

1998 yÝlÝnda, yabanÝl yaßamÝn korunmasÝna yönelik çalışmalar yürüten beß kurum, kafa kafaya vererek insanlardan deÛißik biçimlerde zarar görmüş ya da anneleri yerli avcÝlarca öldürüldüğü için öksüz kalmÝßßempanzeler için Victoria Gölü'ndeki Ngamba AdasÝ'nda bir "öksüzler yurdunaÓ dönüştürdüler. Güç koßullardan kurtarÝlanßempanzelerin sÝÛÝndÝklarÝ bu yer, onlarÝn yeni yurdu sayÝlÝyor. BurasÝ, Afrika'da güven içinde ve doÛalarÝna uygun olarak yaßayabilecekleri sayÝlÝ yer - lerden birisi. Gelgelelim, bunlar kurtarÝlmasÝ gereken ßempanzelerin çok küçük bir bölümü. Her yÝl binlerce ßempanze, eti için ya da ev hayvanÝ olarak satÝlmak üzere yerli avcÝlarca avlanÝyor. AvlananlarÝn %90'Õ yolda telef olurken, kalanlardan yalnÝzca birkaçÝ kurtarÝlabiliyor. Ne var ki bu tür projelerin yok olmaya yakÝn bir türü kurtarÝp kurtaramayacaÛÝ tartÝßmalÝ konusu.

DİŞİ YAVRU ŞEMPANZE, Batı Uganda'daki Kibale Ulusal Parkı'nda şempanzelerle ilgili araştırmaların yapıldığı kamping alanının bakım merkezine getirildiğinde tam anlamıyla bitkindi. Öksüz şempanzenin başına çok kötü şeyler gelmişti. Avcılar annesini öldürmüşlerdi. Bir ağaca bağlanan yavruysa aylarca bir alıcı tarafından satın alınmayı beklemişti. En sonunda, 1994 yılının Nisan ayında, Uganda'nın resmi yetkilileri şempanzeye el koymuşlardı.

Aradan bir süre geçtikten sonra, dört yaşındaki yavru şempanzenin, annesinden birçok şey öğrenmiş olduğu ortaya çıktı. Geceleri uyuyabilmek için kendine ağaçlarda, yapraklar ve dallardan oluşan bir yuva yapıyordu; aç kalmamak için yiyecek aramaya çıkıyordu.

1987 yılından bu yana Kibale Ulusal Parkı'nda yaşayan 50 şempanzeden oluşan bir topluluğun davranışlarını inceleyen Harvard Üniversitesi'nden primatolog Richard Wrangham, yavrunun doğada tek başına yaşayabilmesi için gerekli bilgilerin çoğuna sahip olduğunu tahmin ediyordu. Bu nedenle, belki de yetkililerce el koyulan şempanzelerin gönderildiği Entebbe hayvanat bahçesine gitmesi önlenebilirdi.

Kibale Ulusal Parkı, ülkedeki toplam 3000 şempanzeden 700'üne evsahipliği yapıyor. 40-60 üyeden oluşan topluluklar halinde yaşayan şempanzeler, belirledikleri alanlarını büyük bir dikkatle koruyorlar; alanlarına giren başka topluluklara ait yetişkin şempanzelere acımasızca saldırıyorlar. Ulusal parkta çalışan bilim adamları, burada, daha önce iki kez, komşu topluluklar arasında çıkan kavgalarda öldürülen şempanze cesetlerine rastlamışlardı.

Erkek şempanzeler, genellikle, yaşamları boyunca doğdukları toplulukta kalırken, dişi şempanzeler ergenlik döneminde başka topluluklara geçiyorlar. Bu nedenle, Wrangham'in tahminlerine göre, Kibale topluluğu üyelerinin, dişi yavruya kendi topluluklarına kabul etmeleri olasılığı yüksekti.

Yavru şempanzeye yerli Kiswahili dilinde "şans" anlamına gelen "Bahati" adı verilmişti. Şempanze, öteki öksüz şempanzelere göre gerçekten de şanslıydı: Uzun orman yürüyüşlerinde yeni yaşam ortamını tanımaya çalışıyor, o güne kadar tadamadığı bitkilerin tadına bakıyor ve tırmanma becerilerini geliştiriyordu. Bahati yeniden sağlığına kavuşmuştu. Onu, araştırma grubunun incelediği yabanıl şempanzelere







Victoria Gölü'nde yer alan, neredeyse tamamı yağmur ormanıyla kaplı Ngamba Adası, 30-40 şempanzenin yeni yurdu oldu. Bir zamanlar balıkçıların yaşadığı adanın ağaçsız kalan bölümünde bugün bakıcılarla araştırmacıların barakaları ve çadırları bulunuyor.

yavaş yavaş yaklaştırma zamanı gelmişti. Bu şempanzeler, yıllardan beri insanlara alışkındı; insanların kendilerine yaklaşmalarına izin veriyorlardı.

Her şey umulduğundan çok daha çabuk gelişti. Bir gün Bahati ve kendisini ormanda dolaştırmaya çıkaran araştırmacıların çevresini 16 şempanze sarıverdi. Aralarında dokuz yetişkin erkek de bulunuyordu. Yabanıl şempanzeler bir buçuk saat boyunca bağırıp birbirlerini kovaladılar ve kopardıkları dalları yere vurup durdular. Şempanzeler kendi yöntemleriyle Bahati'yi selamlıyorlardı. Bahati'yse meraklı gözlerle onları izliyordu.

Sonra, Kakama adlı ergenlik çağındaki bir şempanze Bahati'ye doğru koştu ve onu kucakladı. Öteki şempanzeler de aynı hareketi yaptılar. Topluluk, Bahati'yi aralarına kabul etmişti. Araştırmacılar için bu karşılaşma hiç tahmin etmedikleri kadar güzel olmuştu.

Ne var ki Bahati iki hafta sonra yakınlardaki bir köyde bulundu ve araştırma merkezine geri getirildi. Ancak bilim adamları yılmadılar; dişi yavruyu birkaç kez daha şempanze topluluğuna götürdüler. Topluluk üyeleri, onu her görüşte sevinçle karşıladılar. Büyükler sırtını sıvazlıyordu, küçükler de onunla oynamak istiyordu. Bahati'yse nedense her seferinde araştırma merkezine geri dönüyordu. Wrangham, Bahati'nin acıktığında, ormanda saatlerce yiyecek aramaktansa, kendisine her zaman yiyecek vereceklerini bildiği insanlara gitmeyi yeğlediğini düşünüyordu. Bu arada sekiz hafta geçmişti ve Bahati'nin toplulukta kalmasını sağlama çabaları sonuçsuz kalmıştı. Wrangham, sonunda, onu şempanzelere götürmekten vazgeçti. Bahati'nin insanlara ait hastalıkları yabanıl şempanzelere bulaştırma riski çok yüksekti.



Şempanzeler günlerini çoğunlukla ormanda yiyecek aramakla geçiriyorlar. Ne var ki bakıcılar onlara muz, papaya, karpuz, havuç, ananas, yerelması ve yumurta dağıtmaya başladıklarında bütün grup bir anda ziyaretçilerin onları izleyebildiği açık alanda toplanıyor ve yiyecekleri afiyetle yiyor. Şempanzelere ek besin verilmesinin nedeni, onların ormanda yetişen bitki ve meyveleri tüketmelerinden duyulan endişe.

Oksüz, bunun üzerine Entebbe Hayvanat Bahçesi'ne götürüldü. Buradaki bakım merkezinde el koyulan öksüz şempanzelere iyi bakılıyor. Öksüzlerin çoğu, daha bebek ya da yavruyken, genellikle oldukça kötü durumda, hasta, yüksek ateşli, zayıf, hatta bir bölümü neredeyse tamamen tüysüz bir biçimde merkeze bırakılıyor. Aile üyelerinin avcılarca gözlerinin önünde öldürülmesi gibi ağır travmalar yaşayan şempanzeler, tıpkı insanlarda olduğu gibi özellikle annelerinin yokluğundan dolayı büyük zorluklar çekiyorlar.

Uganda'ya komşu ülke Kongo Halk Cumhuriyeti'nde şempanze etinin özel bir yeri var. Hayvanat bahçesindeki bazı öksüzler büyük olasılıkla bu ülkeden getirilmişler. Uganda'daysa insanlar primatları yemek listelerine koymaktan vazgeçmişler. Ne var ki bu ülkede de şempanzeler köpekleri bes-



Şempanzeler, beslenme saati sona erdikten sonra genellikle şekerleme yapıyorlar ya da oyun oynuyorlar.

lemek amacıyla avlanıyorlar. Yavru şempanzelerse oyuncak niyetine satılmak, sirklerde palyaço olarak yetiştirilmek ya da tıp deneylerinde kullanılmak üzere yakalanıyorlar. Birçoğu, özellikle Ortadoğu ülkelerinde ev hayvanı olarak satılmak üzere, Entebbe Uluslararası Havaalanı'ndan denizaşırı ülkelere kaçırılıyor. Yabanıl yaşamın korunması için çalışan gönüllüler, bu yollarla insanların eline düşen her şempanze için yaklaşık 30 başka şempanzenin öldürüldüğünü düşünüyorlar.

1990'lı yılların ortasından bu yana "Uganda Yabanıl Yaşam Eğitim Merkezi (UWEC)" olarak adlandırılan Entebbe Hayvanat Bahçesi'ndeki öksüz bakım merkezinde giderek artan sayıda şempanze bakım görüyordu. Bu kadar çok öksüzün nereye götürülebileceği sorunu doğmuştu. Başka hayvanat bahçelerinde yer yoktu. Çünkü primatlar tutsaklıkta hızlı çoğalıyorlardı. Çözüm olarak, Entebbe'deki primatlara önce geniş bir arazi verildi. Ne var ki bu alan en çok 15 şempanzeyi barındırabiliyordu. Bunun üzerine, hayvanat bahçesinin Alman asıllı müdürü Wilhelm Möller ile Jane Goodall Enstitüsü'nden Avustralyalı Debby Cox bu duruma bir çözüm bulmaya karar verdiler.



Şempanzelerin birçoğu adaya ilk geldiklerinde doğal ortamda yiyecek aramaya ve yemeye alışkın değildi, çünkü birçoğu hayvanat bahçelerinden getirilmişti. Zamanla adadaki özgür yaşamlarına alışan şempanzeler, yağmur ormanında daha önce hiç görmedikleri meyveleri ve yaprakları tadarak bunları iştahla yemeye başladılar.

1996 yılında, Entebbe'ye 23 kilometre uzaklıktaki, Victoria Gölü'nde küçük bir cennet olan Ngamba Adası satılığa çıkarılmıştı. Yağmur ormanıyla kaplı adada 50 kuş türü yaşıyor, beyaz kuyruklu kartallarla gergedan kuşlarının kuluçka alanları da bu adada bulunuyordu. Adanın koylarında ayrıca suaygırları, susamurları ve varanlar yaşıyor, ormanda, şempanzelerin beslenebileceği incirler, zencefil ve başka bitkiler yetişiyordu. Bununla birlikte, Möller'le Cox, başından beri, şempanzelere bu adada ek besin verilmesinin gerekli olacağını; adanın, bir şempanze topluluğunu kendi kaderlerine terk edecek kadar büyük olmadığının bilincindelerdi.

Ngamba'da yaşayan balıkçılar, adanın bir bölümündeki ağaçları kesmişlerdi. Adanın, komşu ada gibi tümüyle ağaçsız kalması yalnızca bir zaman meselesiydi. Şempanzeleri Ngamba'ya getirmeden önce, Möller'le Cox'un, Ngamba'da yaşayan balıkçıları, komşu adaya taşınmaları konusunda ikna etmeleri gerekiyordu. Balıkçılar, birkaç görüşmeden sonra ikna oldular; ana karaya feribot turları düzenleyerek, ayrıca Ngamba'yı görmek isteyen ziyaretçilere meyve ve hatıralık eşya satarak geçimlerini sağlamaya başladılar.

Balıkçı barınaklarının olduğu yerlere bakıcılar için küçük evler, bir bilgi merkezi ve turistlerin şempanzeleri izleyebilecekleri bir platform yapıldı. Platformla şempanzelerin dolaştığı alanın arasına tel örgüler çekildi.

Bahati'yle birlikte, yaşları 2-12 arasında değişen altı erkekle 13 dişi şempanze 1998 yılı sonunda Entebbe'den



Ngamba'ya getirildi. Entebbe'ye ileride getirilecek öksüz şempanzelere anne babalık yapabilecek yaşta dört erişkin şempanzeyse hayvanat bahçesinde bırakıldı.

Daha önceleri birkaç ayrı grup halinde yaşayan şempanzeler, adaya getirildikten sonra tek bir topluluk oluşturdular. Bu arada 10 yaşına basan Bahati, kendisinden daha küçüklerle oynamayı seviyordu. Ancak hep çekingen ve ürkek davranıyordu. Oysa topluluğun lideri Robby'nin en sevdiği dişilerden birisiydi.

Şempanzeler yeni sığınaklarında yaşamlarından hoşnut görünüyorlar. Ne var ki önümüzdeki yıllarda Ngamba'da yeni doğmuş şempanzelere pek rastlanamayacak. Bunun nedeni, adanın alanının sınırlı olmasından dolayı şempanzelere doğum kontrol uygulanması. Dişi şempanzelere gebeliği önleyen hormon ilaçları veriliyor.

Günümüzde, Afrika'da, 250 öksüz şempanze, Ngamba'dakine benzer öksüz bakım merkezlerinde yaşıyor. Buna karşılık şempanzelerin, Endonezya'da yaşayan orangutanlar gibi, el koyulduktan, bakımları ve eğitimleri sağlandıktan sonra yeniden doğal ortamlarına bırakılmaları olanak dışı.

Aslında el koyulan şempanzelerin bakımdan sonra yeniden doğal ortamlarına bırakılmaları yıllar önce denenmişti. Almanya'nın Frankfurt kentindeki hayvanat bahçesinde geçmiş yıllarda müdürlük yapmış olan Bernhard Grzimek, yine Victoria Gölü'nde yer alan, Ngamba'ya 250 kilometre uzaklıktaki daha büyük Rubondo Adası'nda, 1966 ile 1969 yılları arasında toplam 17 şempanzeyi salıvermişti. Şempanzelerin hepsi hayvanat bahçelerinden getirilmişti; bir kısmında davranış bozuklukları vardı.





Yerli dilde "güvendeyim" anlamına gelen Nkumwa adındaki bu yavru dişi şempanzenin annesi büyük olasılıkla yavrunun gözleri önünde öldürülmüştü; yavruya, ev hayvanı olarak satılmak üzere yurt dışına gönderilirken el koyulmuştu. Nkumwa, güçten düşmüş, hasta ve bitlenmiş olarak 1997 yılında Uganda Yabanıl Yaşam Merkezi'ne getirilmişti. İyileştikten sonra Ngamba Adası'na getirilen Nkumwa, bir şempanze gibi yaşamayı ve öteki şempanzelerle iletişim kurmayı öğrendi. Geçmişte yavru şempanzenin bakımını üstlenmiş olan Avustralyalı araştırmacı Debby Cox adayı ziyaret ettiğinde Nkumwa'nın en büyük eğlencesi kucaktan kucağa atılmak ve Cox'un sırtına binip ormanda gezintiye çıkmak.

Ne yazık ki serbest bırakılan şempanzelerin, adadaki yeni yaşamlarına uyum sağlayıp sağlayamadıkları daha sonraki yıllarda pek araştırılmadı. Aralarından birkaçı bu yeni özgür ortama alışamayıp öldü. 1968 yılında iki bebeğin doğmasıysa sevindirici bir gelişme oldu. Günümüzde ulusal park durumuna gelen Rubondo'da 30 şempanze yaşıyor. Bunların bir kısmı üçüncü kuşağı temsil ediyor. Sonradan dünyaya gelen şempanzelerin hepsi yabanıl ve ürkek. İnsanlardan kaçıyorlar.

Üzücüdür ki günümüzde Afrika'da, Grzimek'in buldukları gibi geniş, insanların olmadığı yaşam alanları kalmadı. Bu kıtada yaşayan insansı maymunlar kendilerine uygun yaşam alanlarını işgal etmişler ve bu yaşam alanlarını yabancı, yetişkin türdeşlerine karşı acımasızca koruyorlar. Bu nedenle, hayvanat bahçelerinden getirilen ve yeniden özgürlüklerine kavuşan, ancak doğal ortama alışkın olmayan şempanzelerin yaşamda kalma olasılığı çok düşük.

Durum böyle olunca, el koyulmuş ya da öksüz kalmış şempanzeler için geriye yalnızca Ngamba'daki gibi bakım yerleri kalıyor. Kimi çevreciler, Jane Goodall Enstitüsü'nü ya da benzer kuruluşları, daha çok tek başına kalmış hayvanlarla ilgilendikleri için eleştiriyorlar. Bu hayvanların bulunduğu ortamlarda doğum kontrol uygulanması; türün devamlılığını engellemiş oluyor, ayrıca genetik çeşitliliğe katkı sağlamıyor. Bu tür eleştirileri getirenler, elde edilen paraların doğal ortamlarında özgürce yaşayan popülasyonların yaşam alanlarının korun-



masına harcanmasının daha anlamlı olacağı görüşünde.

Bilimsel adı *Pan troglodytes* olan şempanze türü, avlanma ve ormanların giderek yok edilmesi yüzünden yok olma tehlikesi altında. Yüzyılın başında yaklaşık 2 milyon şempanze yaşarken, sayıları günümüzde yaklaşık 200 bine belki de daha aza düştü. Birçoğu, komşu topluluklardan kopuk, küçük popülasyonlarda yaşıyor. Bu nedenle, tıpkı Tanzanya'nın 32 km^2 büyüklüğündeki Gombe Ulusal Parkı'nda yaşayan 150 yabanıl şempanzenin durumunda olduğu gibi, "akraba evliliği"nin doğuracağı tehlikelerle karşı karşıyalar. Ünlü primatolog Jane Goodall yabanıl şempanzelerle ilgili araştırmalarını ilk kez Tanzanya'daki bu ulusal parkta yapmıştı.

Jane Goodall Enstitüsü'nün desteklediği öksüz bakım merkezinde çalışan bir araştırmacı, yukarıdaki eleştiriler karşısında yaptıkları işi şu şekilde savunuyor: "Herhangi bir tür, bireylerden oluşuyor. Benim yaşam amacım, her bir şempanzenin değerinin ve eşsizliğinin farkına varmaktır." Jane Goodall ise, öksüz bakım yerlerine mali destek sağlanırken, aynı desteğin şempanzelerin korunmasıyla ilgili başka etkinliklerde esirgenmesini üzüntü ve endişeyle karşılıyor. Çünkü bu türün sürekliliği, Afrika halkının, insanın en yakın akrabasının yaşam hakkına ve doğal gereksinimlerine saygı gösterilmesi konusunda bilinçlenmesine bağlı.

Richard Wrangham'in eski bir öğrencisi olan Sam Mugume, Bahati'yi ormanda ilk selamlayan Kakama adlı genç erkek şempanzeyi göstererek ellerine dikkat çekiyor. Şempanzeler yürürlerken her iki ellerinin dış kısmına basarak destek alıyorlar. Oysa Kakama yürürken yalnızca sağ eliyle destek alıyor; sol eliniyse hafifçe yere değdiriyor. Avcıların küçük orman antiloplarını avlamak amacıyla yerleştirdikleri tel tuzaklardan biri sol elini ciddi bir biçimde yaralamış.



Sinekler adayı bulutlar halinde istila ettikleri zaman buna en çok şempanzeler seviniyor olmalı. Ormandaki değişik yiyecekleri tat - maya meraklı Nagoti adlı bu şempanze, yakaladığı sinekleri iştahla yiyor.

Kibale Ulusal Parkı'nda yaşayan şempanzelerin dörtte birinin elleri ya da ayakları bu tehlikeli tuzaklara takılmış. Bilim adamları, 1993 yılında dişi şempanze Kabarole'yi ilk kez gördüklerinde, bir elini bu tellere kaptırmış ve kaybetmişti. Tek elli kalmasına karşın yine de dünyaya üç bebek getirmiş (bunlardan birisi Kakama) ve başarıyla yetiştirmiş.

Daha genç bir dişi olan Nectar ne yazık ki her iki elini de tellere kaptırmıştı. Yürürken kollarından destek alıyordu. Ağaç dallarını ayaklarıyla ağzına götürüyor, yaprakları dudaklarıyla koparıyordu. Bu olaydan altı ay kadar sonra annesi ölen Nectar, kardeşinin bakımını üstlenmiş; onu sürekli sırtında taşımış. Nectar'la erkek kardeşi, adada beş yıl kadar daha görülmüşler, ancak bir süre sonra ortalıktan kaybolmuşlar. Bilim adamları, onların yaşamda kalmayı başaramadıklarını düşünüyorlar.



Şempanzeler, Entebbe'den Ngamba Adası'na götürülürken heyecanlanmalarını önlemek amacıyla anesteziyle uyutuldular. İki saat süren yolculuk sırasında veteriner hekimlerin kontrolü altında kaldılar.

Şimdilerde ormana yerleştirilen tel tuzaklar, Jane Goodall Enstitüsü'nün desteğiyle her ay yok ediliyor. Wrangham, bu tuzakların yalnızca Kibale için değil, tüm Orta Afrika için önemli bir sorun haline geldiğinden yakınıyor. Elleri olmayan goril ve bonobolara da rastlamış olan Wrangham, insanların ormanların derinliklerine giderek daha fazla girmelerinin sakıncalarına dikkat çekiyor. Bir başka sorunuysa ulusal parkların bitişiğindeki köyler ve tarlalar oluşturuyor.

Geçmiş yıllarda, yabanıl bir erkek şempanze, Kibale Ulusal Parkı'nın kenarında yaşayan insanların bebeklerine ve küçük çocuklara saldırmış. İlk olarak 1994 yılında meydana gelen bu tür bir saldırı şöyle gelişmiş: Ormana bitişik bir mısır tarlasında çalışmak isteyen bir kadın bebeğini birkaç metre öteye, ormanın kenarına bırakmış. Bebek ağlamış ve böylece şempanzenin dikkatini çekmiş. Şempanze, bebeği yakaladığı gibi ormana götürmüş ve yemiş. Buna karşın şempanzede bir davranış bozukluğu tespit edilmemiş. Ancak Wrangham, onun, bu deneyimden sonra, insanlara ait bebeklerin ve küçük çocukların da av olabileceğini fark etmiş olduğunu sanıyor. Yabanıl şempanze, bu olaydan sonra yedi kez daha saldırmış küçük çocuklara. Bu saldırılardan ikisi ölümle sonuçlanmış, öteki çocuklarsa ağır yaralanmışlar; şempanze son saldırısından sonra öldürülmüş.

Köylüler, öksüz şempanzelerle ilgilenen bilim adamlarını bu tür saldırılardan sorumlu tutmuşlar. Ne var ki saldırıda bulunan şempanzenin adaya getirilen öksüz şempanzelerden olmadığı anlaşılmış. Wrangham, insanlarla şempanzelerin yan yana yaşadığı yerlerde her zaman sorunların doğacağı kanısında. Şempanzeler her ne kadar güçlü, cesur ve zeki olsalar da, gelecekte hayatta kalmaları, yaşam alanlarının insanlarınkinden kesin olarak ayrılmasına bağlı. Ancak her iki türün yaşam alanlarının nasıl ayrılacağı önemli bir sorun.

Kibale'de yaşayan halka insansımaymunları tanıtmak amacıyla Jane Goodall Enstitüsü'nden destek alan Sam Mugume, köy köy dolaşarak "in-

ÜnsansÝmaymunlarÝn YaßamÝ Tehdit AltÝnda





Bu avcı dört uzun kuyruklu maymunu kereste şirketlerine satmak üzere avlamış.

Kaçak avcılar, geceleri şempanze avına çıktıklarında başlarına taktıkları lambalardan yararlanıyorlar. Lambanın yaydığı ışık, hayvanların gözlerinin parlamasını ve daha kolay fark edilmelerini sağlıyor. Işık, şempanzelerin üzerine düştüğünde hayvanlar kımıldamadan öylece yerlerinde kalıyorlar. Bu da vurulmalarını kolaylaştırıyor.

AfrikaÕdayaßayan ßempanzeler, goriller ve bonobolar (cüce ßempanzeler) ile Güneydoğu AsyaÕda yaßayan orangutanlarÝn olußturduÛu iri insansÝmaymunlar,yaßam alanlarÝnÝn yok edilmesi, kaçak avcÝlÝÝ ve hayvan ticareti yüzünden hızla yok olmaktalar. Özellikle yağmur ormanlarÝnÝn kereste ticareti, tarÝmcÝlÝk ve orman yangÝnlarÝ yüzünden hÝzla yok edilmesi, bu türlerin sürekliliği için büyük bir tehdit oluşturuyor. Borneo ve Sumatra adalarÝndayaßayan orangutanlar son yıllarda sıkça görülen orman yangınlarından büyük zarar görürüyorlar. Orta ve Batı Afrika ülkelerinde yaşayan şempanzeler, bonobolar ve goriller de, en çok, yaÛmur ormanlarÝnÝnderinliklerinde etkinlik gösteren kereste ßirketleri ve kaçak avcÝlÝÝ yüzünden ölüyorlar. Bilim adamlarÝ,insansÝmaymunlarÝnbu hÝzla yok olmaya devam etmeleri halinde, önümüzdeki 50 yıl içinde yeryüzünden silinmelerinden endiße duyuyorlar.



Bu goril yavrusunun annesi, eti için avcılar tarafından öldürülmüş. Yavru, "oyuncak" olarak satılmayı bekliyor. Ne yazık ki goriller, tutsaklığa şempanzeler kadar uzun süre dayanamıyorlar. Çoğu, yetersiz beslenme ve çökkünlük nedeniyle erken yaşta ölüyor.

DoÛadaki yabanÝlyaßamÝ korumayı amaç edinen uluslararasÝkurumlar, birkaç yÝl önce, kimi Orta ve Batı Afrika ülkelerinde faaliyet gösteren yabancÝkereste ßirketleriyle bölgede kaçak avcÝlÝÝ yapanlar arasÝnda sürdürülen "ortaklığa" dikkat çektiler. Kereste ßirketleri, kesilen ağaçları taßÝyabilmekiçin yağmur ormanlarının içinden geçen geniş yollar açıyorlar, ormanÝbir anlamda ikiye bölmüş oluyorlar. Bu yollar, bölgede kaçak avcılık yapanların işini kolaylaştırıyor; avcılar ormanın daha önceleri ulaßamadÝklarÝ yerlerine kolaylÝkla girebiliyorlar. Çoğu zaman kaçak avcÝlar,kereste ßirketlerinin araçlarıyla ormanÝnderinliklerine kadar ulaßÝyorlar.Burada avladÝklarÝ yabanÝl hayvanların bir kısmını, işçilerin günlük besin ihtiyacÝnÝ karßÝlamaküzere, kereste ßirketlerine satÝyorlar. Kalanlarsa ya restoranlarda servis yapÝlÝyor ya da pazarlarda satÝßa çıkarılıyor. Ne yazÝk ki halen AfrikaÕnÝn kimi bölgelerinde yabanÝl et, lezzeti nedeniyle tercih ediliyor. Bugün birçok hayvan türünün sürekliliği, aşırı boyutlarda yapılan kaçak avcÝlÝÝ yüzünden tehdit altÝnda.

Üßünbir baßka acÝklÝ yönüyse, birçok ßempanze, goril ve bonobo yavrusunun, anneleri bu amaçlarla öldürüldüğü için, öksüz kalmalarÝ.Çoğu, ev hayvanÝ,denek olarak kullanÝlmak ya da gösteri dünyasında yetißtirilmek üzere dÝß ülkelere ihraç ediliyor. Bunlardan çok küçük bir bölümü kurtarÝlabiliyor.Bilim adamlarÝ,her yÝl bu yollarla en az 1000 ßempanzenin yakalanÝp yurtdışına gönderildiğini tahmin ediyorlar.

AßÝrÝ boyutlarda yapÝlankaçak avcÝlÝk türlerin devamÝnÝ tehdit ettiÛi gibi, ormanlardaki bitki örtüsü ve buralarda yaßayan yerliler (pigmeler) için de büyük bir tehlike olußturuyor. TohumlarÝ hayvan dÝßkÝlarÝyla yayÝlabilenbirçok bitki türü, taßÝyÝcÝlarÝn azalmasÝ nedeniyle yaßam olanaklarÝnÝ yitiriyor. AßÝrÝ avlanma, pigmelerin besin kaynaklarÝnÝ yok ediyor. DolayÝsÝyla da bu insanlarÝn ormandaki yaşamını güçleştiriyor.

Günümüzde, canlÝ yaßamÝnkorunmasÝ yönünde dünya çapında çalışan WWF (World Wide Fund for Nature), WSPA (World Society for the Protection of Animals), Bornfree Foundation ve Jane Goodall Institute gibi kurumlar ve bazÝAB devletleri, projeler, kampanyalar, konferanslar düzenleyerek, Afrika'daki ilgili devletlerle iletißim kurarak türlerin yok olmasÝnÝönlemeye çalışıyorlar. Ama tüm bunlara karßÝnyabanÝl yaßamÝn avlanmasÝnÝ caydÝracak ciddi önlemler alınmıyor. Ülkelerin içinde bulunduğu ekonomik darboÛaz ve siyasal dengesizlikler bu konularda ciddi önlemlerin alınmasını zorlaştırıyor.

sanın ormanlardaki akrabasının yaşamı", ayrıca yabanıl şempanzeleri gözlemlemek isteyen turistlerden ne şekilde yarar sağlayabilecekleri konusunda bilgi veriyor. Proje, başlatılan bir bilinçlendirme (ya da eğitim) kampanyasının yalnızca bir bölümü; çünkü Uganda halkı bu primatlara ilişkin çok az şey biliyor. Birkaç yıldan beri ülkedeki medya kuruluşları insansı maymunlar konusunda sürekli bilgi veriyor; Uganda Yabanıl Yaşam Eğitim Merkezi'nde öğrenciler ve başka gruplar şempanzelere yaklaştırılıyor. Kampanya sonucunda önemli başarılar elde edilmiş: Uganda çıkışlı yapılan yavru şempanze ticaretinde dikkate değer bir gerileme kaydedilmiş.

Geçmiş yıllarda, el koyulan şempanzelerin çoğu Kongo'dan getirilmiş. Bu şempanzeler, Entebbe Hayvanat Bahçesi'ndeki bakım merkezinde sağlıklarına kavuşur kavuşmaz Ngamba'ya getiriliyorlar. Burada onları yepyeni bir yaşam bekliyor. Aralarından birçoğu, yıllarca hayvanat bahçesinde yaşadıktan sonra buraya getirildiğinden ilk haftalarda tırmanma konusunda güçlük çekiyor ve sık sık ağaçtan düşüyor. Yiyecek konusundaysa şempanzeler yeni ortamlarına oldukça hızlı uyum sağlamışlar. Adaya getirildikten kısa süre sonra, burada ne gibi meyveler ve lezzetli bitkiler bulunduğunu keşfetmişler. Hayvanat bahçelerinde kendilerine sınırlı miktarda yiyecek verilmesine alışmış olan şempanzeler, lezzetli yiyeceklerle dolu ormana girince aşırı yemekten kendilerini alamamışlar. Şempanzeler, bu yiyeceklerden başka, içerdikleri tatlı sıvı nedeniyle ağaçkabuklarını kemiriyorlar, koyu bulutlar halinde uçup bitkilerin üzerine konan titrersinekleri kalın dudaklarıyla yakalayıp yiyorlar.

Uzun yıllardan beri şempanzelerin bakımıyla ilgilenen Avustralyalı araştırmacı Debby Cox, onların tıpkı küçük çocuklar gibi davrandıklarını ve çok duyarlı olduklarını gözlemlemiş. Özellikle Sophie aldı 10 yaşındaki bir dişi şempanzeyle olan ilk karşılaşması sırasında onun davranışlarından çok etkilenmiş. Sophie, önce araştırmacının yanına oturmuş ve ona uzun uzun baktıktan sonra simsiyah elleriyle yanaklarını ve başını okşamış. Daha sonra da araştırmacının boynunu, kollarını ve ellerini incelemiş. Yanıbaşındaki insanı kendi yöntemleriyle tanımaya çalışan şempanze, sonunda araştırmacıyı kendine doğru çekerek onu uzun uzun kucaklamış...

Ayşegül Yılmaz Günenç

Kaynaklar
Frenz L., "Ein Weisenhaus im Dschungel", *GEO*, Mayıs 2000
Mcrae, M., "Schlachthaus Urwald", *GEO*, Ağustos 1997
http://www.bornfree.org.uk
http://www.janegoodall.org
http://www.wspa.org.uk/escape
http://www.panda.org



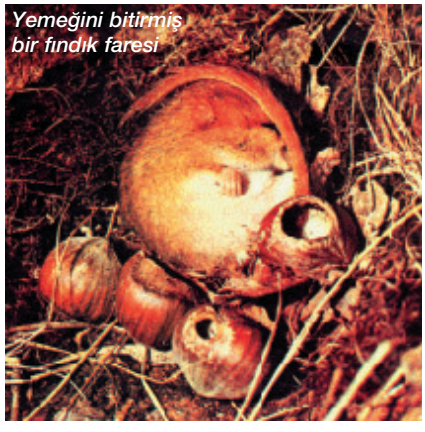
Kemiricilerin Kaderi

Kimine göre çirkin ve ürkütücü, kimine göre sevimlidir kemiriciler… Kemiriciler takımının sevimli üyeleri kunduz ve sincaplarken, fareler insanlara hep itici ve çirkin gelmiştir. İnsanların haklarında ne düşündüklerinden habersiz doğada koşuşturan bu hayvanların hayatları gerçekten zordur. Doğada çeşitli zorluklarla karşılaşan kemiriciler, uyum yetenekleri sayesinde, bu zorlukların birçoğunu yenebilirler. Ama kısa süren hayatları sadece kaderlerine karşı açtıkları amansız savaşlarla geçer… Tüm savaşlarından yenilgisiz çıkabilen doğanın bu sessiz üyelerinin en büyük düşmanları insanlar olsa da, sevimli oldukları ve deneylerde kullanıldıkları sürece bu tehlikeden de uzak olacakları kesindir...

Kemiriciler; fareler, sıçanlar, sincaplar, kunduzlar, avurtlaklar, ve bazı kirpi türlerinin oluşturduğu çok geniş bir takımdır. Günümüzde yaşayan memelilerin neredeyse yarısını oluştururlar. Yayılma alanları çok geniştir ve dünyadaki karaların tümünde kemirici türlerine rastlanır. Tarlalarda, dağlarda, ormanlarda, çöllerde, ağaçlarda, lağımlarda, evlerde, ambarlarda, kısacası her yerde karşınıza bir kemirici çıkabilir. Kemiriciler çok iyi koşar, tırmanır, sıçrar, toprağı kazabilir ve yüzebilirler. Dahası, eğer uçan sincapların havada süzülmelerine uçmak denilirse kemiricilerin havada da temsilcileri vardır.

İnsanlar kemiricilerden çok değişik şekillerde faydalanmışlardır. Örneğin, Kızılderililerin kunduz dişlerini bıçak olarak kullandıkları söylenir. Ayrıca bazı bölgelerde fare eti ilaç olarak da kullanılır. Birkaç fare türünün etleri, kimi topluluklarda lezzetli yemekler olarak bilinir. Bazılarının sadece başbelası olarak, bazılarının da yiyecek ve ilaç olarak gördüğü kemiricilerin insanlara en büyük yardımıysa laboratuvarlarda olur.

Halk arasında kemiriciler hakkında, özellikle de fareler hakkında bir çok inanış vardır. Bunlardan en ilginç olanı farenin iskeletinin kıkırdak olduğu ve kuyruğunun girebildiği en küçük delikten geçebildiğine ilişkin inançtır. Oysa farelerin iskeletleri de insanlar gibi kemiktendir ve kuyruğunun değil kafasının girdiği her türlü delikten geçebilir. Fakat yine de bir fareyi hafife almaya gelmez. Karnını doyurması gerekiyorsa her türlü yolu veya fırsatı deneyecektir.



Yemeğini bitirmiş bir fındık faresi

Kemiriciler ve Yırtıcılar

Doğada dünyaya gelen bir fare, sütten kesildiği zaman artık yaban yaşamla başbaşadır. Yaşamı boyunca bir sürü dertle uğraşacak olan zavallı farenin ilk öğrenmesi gereken, olabildiğince hızlı kaçmaktır. Çünkü yaban yaşamda bir çok yırtıcı hayvan onun peşindedir.

Baykuş, kartal, yılan, tilki ve benzeri birçok yırtıcı hayvan için fareler ve diğer bazı küçük kemiriciler, iştah açıcı birer yemektir. Doğanın yırtıcılara besin olarak sunduğu küçük kemiriciler, çok fazla sayıda ürerler ve

doğada bolca bulunurlar. Yırtıcıların özellikle de baykuşların kemiriciler üstünde kurduğu av baskısı da gözden kaçacak cinsten değildir. Bir baykuş ormanda bir gecede onlarca fare avlayabilir. Bir yılan, insanların yakalayamadığı kör farelerin toprak altındaki yuvalarına girebilirse, köstebekle karıştırılan bu hayvanın gördüğü son kabus olur. Bir tilki de bize göre hızlı koşabilen bir fareyi çok fazla yorulmadan avlayabilir.

Kemiricilerin evrimleşmeleri, doğada karşılaştıkları sorunların ustaca üstesinden gelebilmeleri nedeniyledir. Fakat nesillerini devam ettirebilmeleri belki de üreme yeteneklerine bağlıdır. Doğada 1-2 seneden fazla yaşayamayan kemiriciler kaybettikleri her üyenin yerine yenisini koyabilirler. Aşırı üremeleri her ne kadar kendi içlerinde bir takım kavgalara neden olsa da, yırtıcıların av baskılarını püskürtmelerini sağlar. Aradaki dengenin kuralı basittir. Kemiriciler üreyebildikleri kadar çok ürerler, yırtıcılar da avlayabildikleri kadar çok kemirici avlarlar.

Kemiriciler ve yırtıcılar arasındaki bu ilginç denge zaman zaman insanlar tarafından bozulduğunda, sonuçları hiç de iç açıcı olmaz. Ne var ki fare baskınları bilinmedik bir olay değildir. Dünyada bunun örneklerini görmek mümkündür. Türkiye'de de avcılıktan dolayı yırtıcıların sayılarının azaldığı bölgelerde sıçan baskınları görülmüştür. Ne yazık ki doğal zenginliklerin de bir nedeni olan bu dengeyi bozmak halen insanlara çekici gelir.



Oklu kirpi

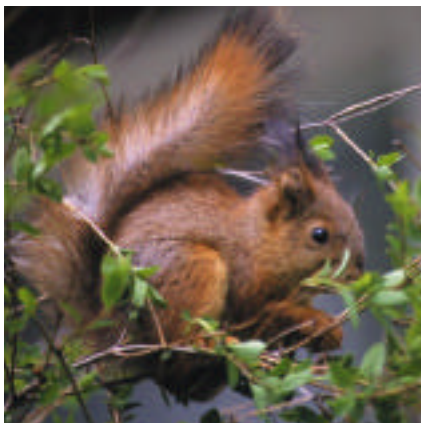


Kobay ailesine dahil en büyük kemirici türü, **Hydrochoerus hydrochaeris.**

Uzayan Dişler

Kemiriciler bir parça sevimli gözüküyorlarsa, bunu kesinlikle iki ön dişlerinin uzunluğuna borçludurlar. İki ayak üstünde durarak yemeğini kemiren bir fare kesici dişleri sayesinde bütün kötü ününü unutturabilir. Dişleri yüzünden bu hayvanlar, sanki sürekli merak içinde ve her zaman mutluymuş gibi gözükürler. En çok kullandıkları ve yaşamlarını oldukça kolaylaştıran bu uzun ve sevimli dişleri aslında kemiricilerin en büyük dertleridir.

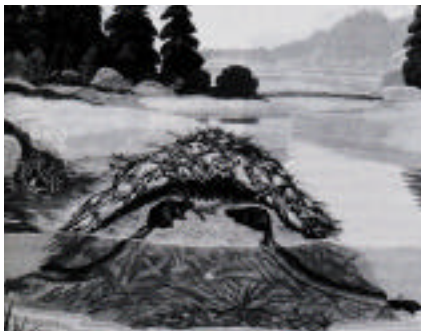
Kemiricilerin en önemli özellikleri olan kesici dişleri köksüzdür ve sürekli uzama eğilimi gösterir. Her ne kadar çöl sıçanı olarak da bilinen *Meriones tristrami* 'de çiğneme dişlerinin de uzadığı saptanmış olsa da bunun hayvanlara fazla bir zararı olmaz. fakat kesici dişler arasındaki bozulursa dişler kontrolsüz olarak uzamaya başlar. Uzayan dişler önce hayvanın beslenmesini engeller ve zayıf düşürür. İleri evrelerde dişler içeri doğru kıvrılarak kafatasına saplanır. Bu olayın belki de en acıklı yanı, tüm bu olayların yavaş yavaş olmasıdır. Laboratuvarda bu şekilde dişleri uzayan farelerin, çok zayıf düştüklerinde, kafesteki diğer bireyler tarafından yenildiği saptanmıştır. Uzayan dişler kemiriciler için, doğada yırtıcılar tarafından avlanmalarından sonra gelen başlıca ölüm şeklidir.



Sürekli uzayan dişler tehdidine karşı bu hayvanlar, önlem olarak yaşamları boyunca yaptıkları işi yaparlar. Dişlerinden sert olan herşeyi kemirerek hem dişlerini törpüler hem de kemirici ismini hak ederler. Başta kunduzlar olmak üzere tüm kemiriciler sorunlarını bu şekilde çözerler. Bu nedenle dişlerinin önlerine gelen herşeyi kemirme eğilimleri vardır.

Kunduzlar, kemiricilerin kullandıkları bu çözümü kendileri için çok daha yararlı bir duruma getirebilmişlerdir. Yuva yapımlarında kunduzlar



Yukarıda başaklar arasında bir fare ve yuvası. Aşağıda bir kunduz ve yuva şeması.

belki de istemedikleri kadar çok ağaç gövdesi kemirirler.

Evcil veya denek olarak kullanılan kemiricilerin bakımında da dikkat edilmesi gereken, kafese hayvanın kemirebileceği tahta veya benzeri sert cisimlerin konulmasıdır. Her ne kadar evde beslenen avurtlaklarda (Hamster) diş uzaması aşırı sorun yaratmasa da, hayvanın kendini iyi hissetmesi ve size sevimli gözükmesi için az da olsa dişine uygun bir şeyler kemirmesi gerekir.

Kemiriciler Neden Deney Hayvanı?

Tüm dünyada insan biyolojisi ile uğraşan bilim adamları yaptıkları deneylerde kemiricileri kullanmayı tercih ederler. Denek olarak kullanılan kemiriciler hakkında sayısız çalışma yapılmıştır ve bu hayvanların hangi etkiye nasıl bir tepki verecekleri neredeyse tam olarak bilinmektedir.

Kobay olarak adlandırılan ve laboratuvarlarda denek olarak kullanılan hayvan; Caviidae familyasında yer alan *Cavia aperea porcellus* alttürüdür. Kobaylar doğal olarak sadece Güney Amerika'da yaşarlar ve bu bölge yerlileri tarafından eti için evcilleştirilmişlerdir. Amerika'nın keşfinden sonra kobaylar Avrupa'ya getirilmiştir. Çok geçmeden de sevimli bir ev hayvanı ve değerli bir denek olarak ün kazanmışlardır. Türkçe'de laboratuarlarda kullanılan tüm hayvanlara kobay denilmesi belki de *C. aperea porcellus*'un bu ünü sayesindedir. Kobaylar insanlara kolayca alışabilirler ve bakıcısını ya da sahibini sesinden tanıyabilirler. Kafeste yalnız yaşamaya alışık değildirler. Kobaylarda gebelik süresi 9 haftadır ve yılda iki kez ürerler. Her seferinde tek yavru doğururlar. Bu özellikleri kobayların sık yapılan deneylerde kullanılmasını engeller. Fakat büyüklükleri, dayanıklılıkları ve kolay bakımları kobayların uzun süreli deneylerde tercih edilmesini sağlar.

Laboratuvarların ve evlerin bir diğer ünlü kemiricisi ise ev faresi olarak da bilinen Mus musculus türüdür. Gebelik süreleri 20-21 gündür ve her gebelik sonunda 6-13 yavru doğururlar. Üreme hızları nedeniyle günümüzde yapılan birçok deney ve araştırmalarda bu hayvanlar kullanılır.

Üreme hızlarından dolayı denek olarak kullanılan başka bir kemirici ise göçmen sıçan ya da kahve renkli sıçan olarak da anılan Rattus norvegicus türüdür. Deneylerde kullanılan albino sıçanlar bu türün ıslahı ile elde edilmiştir. Bu hayvanlarda eşeysel kızgınlık 6 saat sürer ve bu süre içinde değişik erkeklerle 200-500 kez çiftleşirler. Gebelikleri 22-24 gün sürer. Yılda 7 kez doğurdukları saptanmıştır. Bu hayvanlarla ilgili bilgilerin en ilginci ise; kafeste beslenen bir çiftten yılda 8700 yavru alınabilmesidir. Yavru bakımının iyi olması ve anaları ölen yavruların bakımını başka bir ananın üstlenmesi şeklinde bir sosyal davranış göstermeleri bu hayvanların üreme yeteneklerini rakipsiz kılar.

Kemiricilerin SÝnÝflandÝrÝlmasÝ

Kemiriciler, memeliler sÝnÝfÝnÝn en geniß takÝmÝdÝr. Üç yüz cins ve 3000 kadar türü vardÝr. Türkiye'de ise 3 tanesi endemik olmak üzere 60 kemirici türü yayÝlÝß göstermektedir. Kemiricilerin filogenetik durumlarÝna birçok bakÝmdan tam anlamÝyla açıklık getirilememiştir. Günümüzde yaşayan türler 4 alttakıma ayrılarak incelenebilir. BazÝ kaynaklardaysa 5 alttakÝma ayrÝlmÝß şekilde rastlayabiliriz.

Kemiricilerin mesozoyik'teki ilk plasentalÝlardan ayrÝldÝklarÝ düşünülmektedir. En ilkel kemirici *Paramys*'tir. Bu cins, sincap benzeri bir yapÝ dadÝr ve kesici dißleri keski gibidir. AyrÝca molar (çiğneyici) diş sayıları kemiriciler takımı için maksimumdur. *Rodentia* takımı çiğneme kasının konumlanmasÝna göre Protrogomorph, Sciuromorph, Caviomorph ve Myomorph olmak üzere 4 ana tipe ayrÝlÝr. SÝnÝflandÝrma bu 4 ana tip dikkate alÝnarak yapÝlÝr.

Kemiriciler takÝmÝnÝn ilk alttakÝmÝ, *Sciuromorpha*'dÝr. Sincap ve sincap benzeri kemiricileri içeren bu alttakÝm 8 familyadan oluşur. Bu alttakÝm Türkiye'de iki sincap, iki gelengi (tarla sincabı) ve bir kunduz (Avrupa kunduzu) türü ile temsil edilir.

Ükinci alttakÝm; *Myomorpha*'dÝr. Fareleri ve fare benzeri kemiricileri içinde barÝndÝran bu alttakÝm 9 familya ile temsil edilir. *Muridae* (gerçek fareler) familyasÝ bu alttakÝmdadÝr ve bu familyaya ait türler dünyada çok geniß bir daÛÝlÝß gösterirler. Özellikle sıçanlar dünyanın her yerine yayÝlmÝßlardÝr. Ünsanlara zararlarÝ ciddi boyutlardadÝr. Myomorpha alttakÝmÝ Türkiye'de 55 türle temsil edilir. Türkiye'deki en küçük kemirici türü olan, aÛÝrlÝklarÝ 5-11 gr arasÝnda değißen *Micromys minutus* türü de bu alttakım arasındadır.

Üçüncü alttakÝm; *Hystricomorpha* (kirpi benzeri kemiriciler)'dÝr. Dört familyasÝ vardÝr. *Hystrix indica* (oklu kirpi) bu alttakÝmÝn Türkiye'deki tek temsilcidir.

Dördüncü ve son alttakÝm, *Caviomorpha* (kobaylar ve kobay benzeri kemiriciler)'dÝr. 12 familyadan oluşur. LaboratuarlarÝnÝn ünlü deney hayvanlarÝ kobaylar bu alttakÝmdadÝr.

Bunlardan başka son zamanlarda oldukça ünlü olan ve haklarında depremi önceden hissettiklerine ilişkin yanlış söylentiler çıkan Avurtlaklar da bazı deneylerde kullanılırlar. Hamster olarak bilinen Avurtlaklardan Mesocricetus auratus türü (Altın Hamster) 16 günlük gebelik süreleri ile keseli memeliler dışında gebeliği en kısa olan memelilerdir.

Tıp araştırmaları ve buluşlarının % 90'nında kemiricilerin kullanıldığını söyleyen birisi yanılmış olmaz. Deneylerde bu kadar çok tercih edilmelerinin başlıca nedeni, doğal olarak üreme hızlarıdır. Laboratuvar koşullarına şaşırtıcı uyum yetenekleri araştırmacılara sağlıklı deneyler yapma şansı verir. Bakımlarının fazla masraf ve emek gerektirmemesi de yaygın olarak kullanılmalarının bir başka sebebidir. Bundan başka çiftleşmelerinde belli bir oranda seçicilik göstermeleri ve bu nedenle sabit gen havuzuna sahip olmaları da kemiricilerin kullanıldığı deneylerin güvenilir sonuçlar vermesini sağlar. Fakat neden deney hayvanı olarak kullanıldığı sorusunun en önemli yanıtı; bu hayvanların birçok yönden insanlara çok benzemesidir. Bu benzerliğin de bir sonucu olarak insanlarla birlikte memeliler sınıfında yer alan kemiriciler, daha çok uzun süre insanların kendi dertlerine çözüm aradıkları deneylerin vazgeçilmez oyuncuları olacaklardır.


Marmot

Kemiricilerin Zararları

Kemiriciler bir yandan doğadaki dengelerin korunmasında rol oynarken, öte yandan insanlarla da iyi geçinmek zorundadır. Fakat insanlarla olan ilişkileri çok da iyi sayılmaz. Her ne kadar insanlar bazı kemirici türlerini evlerinde besleyecek kadar sevse de, genelde kemiricilerle ilgili düşünceleri çok da hoş değildir.





Tüm dünyada ve Türkiye'de kemiriciler, öncelikle tarım zararlıları olarak anılırlar. Özellikle bazı fare türleri, insanların besinine ortak olmakla suçlanırlar. Ancak bazı kemiricilerin tarlalara verdikleri zararlar kesin bulgularla kanıtlanamamıştır. Ayrıca tarım zararlısı olarak kabul edilen kemiricilerle mücadele yöntemleri, yanlış uygulamalar sonucu doğaya zarar verebilir.

Kemiricilerin en yaygın türleri olan sıçanlar ve ev fareleri, aslında hayatımızın gizli kâbuslarıdır. Bu farelerin yaşam ortamları, birçok yönden insana benzer. Ayrıca bu hayvanlar, çoğu hayvanın dayanamayacağı güçlüklere de göğüs gerebilirler. Buna bir de aşırı üreme yetenekleri dahil olduğunda, kabustan neyin kastedildiğini anlamak çok da zor değildir. Ev fareleri ve sıçanlarla mücadele konusunda birbirinden farklı birçok yöntem geliştirilmiştir. Bazı ülkelerde bu hayvanlarla mücadele konusunda uzmanlaşmış şirketler de vardır ve bu şirketler yüklü miktarlarda paralar karşılığında bu hizmetleri verirler. Hem yurtdışında, hem de yurtiçinde fareler haşere olarak anılır ve üretim yapan şirketler fabrikalarından bu davetsiz misafirleri temizlemek için ciddi paralar harcarlar.

Kemiricilerin insanlara olan zararlarından en önemlisi bazı hastalıkları insanlara bulaştırmalarıdır. Veba, tifüs ve benzeri bir takım hastalıklar insanlara, özellikle sıçanların ve diğer bazı kemiricilerin üstlerinde yaşayan pire veya bitlerin ısırığıyla bulaşabilir. Aynı zamanda kuduz mikrobu taşıyan bir sıçanın tek bir ısırığı da kuduzun bize bulaşması için yeterlidir.

Zararlı kemiriciler çok farklı yaşam ortamlarında hayatlarını geçirebilirler. Örneğin bir kartalın yuva kurup yaşabilmesi için mutlaka kayalık alanlar gerekirken, bir sıçan türünün deyim yerindeyse başını sokacak küçük bir delik bulması, üremesi ve yaşamını sürdürmesi için yeter. Çok zararlı olabilen bu hayvanlarla başa çıkabilmek bir insan için ne kadar güçse bir tilki için de o kadar kolaydır. Bize korkunç gelen büyük bir sıçan, tilki için aslında küçük bir lokmadır. Fakat insanların bir anlık hırsları uğruna tilki gibi fareyle beslenen yırtıcı hayvanları öldürmeleri, farelerin evlerimize kadar gelebilmesinin ana nedenlerinden bir tanesidir. Üstlerinde av baskısı olmadığı için aşırı üreyen fareler, besin azaldığında insanların besinlerine saldırılar. Evinizi mekan olarak seçen bir fareyle başa çıkmaksa ya çok pahalı ya da mide bulandırıcıdır.

Kemiricilerle mücadele yöntemlerinde gelinen nokta aslında oldukça sevindiricidir. Fakat sevindiriciliği yanında uygulanan yöntemler bir o kadar da pahalıdır. Ucuz olan yöntemlerse hem doğaya, hem de insanlara zarar verir. Bilinçsizce kullanılan fare zehirleri ve insanların farelerle mücadele etmek isterken bilerek ya da bilmeyerek doğal dengeyi bozmaları, belki de farelerin insanlara verdiği zararlardan daha önemli zararlara yol açar.

Faruk Aydıncılar

Kaynaklar
Demirsoy, A., *Yaşamın Temel Kuralları Cilt 3/ Kısım 2 Omurgalılar/ Amniyota,* 2. Baskı, Ankara, 1995 Meteksan Ltd. Şti., S. 695-729
Kuru M., *Omurgalı Hayvanlar,* 5. Baskı, Ankara, 1999 Palme Yayıncılık, S. 636- 654
Yiğit N., Çolak E., Sözen M., Özkurt Ş., "Meriones tristrami Thomas, 1982 (Mammalia: Rodentia) 'nin Diş Gelişimi , Diş Aşınımı ve Yaş Tayini" *Trj. of Zoology*, 23: 965-971, 1999

Okullarımız ve Kütüphaneleri

2000 yılının 9 ayını geride bırakarak eylül ayına adımımızı attık. Bu ay sonbahara da ilk adımımızı attık. Önümüzdeki kış aylarının hazırlıklarına pek çok aile başladı bile. Ama eylülün önemli bir özelliği daha var. Bu ay yaklaşık üç aydır tatil yapan öğrencilerin artık tatilleri bitti. Okullar açılıyor. Aileler yeni dönemde çocuklarının okul gereksinimleri için çarşı pazar gezmeye başladılar. Kitap, önlük, çanta, ayakkabı, defter, kalem… Bütün bunlar karşılanmak zorunda. Okullarımızda da kayıt telaşı başladı. Öğretmenlerimizse yeni dönemde öğrencilerine kavuşmanın, onları geleceğe hazırlamanın heyecanını yaşıyorlar. Öğrencilerde de aynı heyecan var. Bu yıl öğrenim hayatlarında bir adım daha yol alacaklar.

Zorlukları göğüslemeye çalışan ülkemiz insanları, gelişmekte olan her ülkenin çektiği sancıları yaşıyor. Elbette bu sancılardan eğitim sistemimiz de payına düşeni çekiyor. Okullarımızın pek çok sorunu var. Ama en önemlisi, okul denildiğinde hemen akıllara geliveren kitap sorunu. Çoğu öğrenci, okullarındaki kütüphanenin yokluğunu ya da yıllar öncesinden kalma, bayatlamış kaynaklarla yollarına devam etmenin acısını bu yıl da yaşayacak. Öğretmenler de, öğrenciler de bu konuda çok dertli. Çok doğal olarak, günün bilimini, teknolojisini, sanatını yakından izlemek istiyorlar. Bunun en kolay yolu da okullarında kütüphane olması. Ama kütüphaneler isteklere yanıt vermiyor. Öğrenciler bilgi açlığı içinde; tıpkı öğretmenleri gibi...

Bu ay Forum'da bu konuyu işleyeceğiz. Dergimize bu konuda gelen pek çok mektup arasından, altısına yer verdik. Sorun okul kütüphanelerinin durumu ve yardım çağrısı. Bu istekleri, olabildiğince önümüzdeki sayılarımızda da yayınlayacağız. Çabamız, onların seslerini buradan duyurmak. Böylece, belki de kendinize bir kitap alırken, bir kitabı da bir köy okulundaki kardeşleriniz için alacaksınız. Belki birçok yayınevi, kitaplarından birkaçını paketleyip, bir okulun boş kütüphanesini dolduracak. Okullarımızda güncel bilgilerle dolu kitapları barındıran kütüphanelerin olması dileğiyle…

Gülgûn Akbaba

İzmir Bayraklı Lisesi…

İzmir Bayraklı Lisesi'nin kitaplık kolu başkanıyım. Okulumuzdan biraz bahsetmek istiyorum. Okulumuzu; İzmir Karşıyaka ilçesinin mütevazi, şirin ve fakir bir semti olan Bayraklı'da, 150-200 bin nüfuslu olan bu semtin tek lisesi ve bine yakın öğrencisi var. Eğitim olanakları çok kısıtlı, bilgi alış-verişi yapabileceğimiz yer, yayın, kuruluş yok denecek kadar az. Okulumuzun ufak bir kütüphanesi var ve içinde ele alınmayacak derecede eski yayınlar bulunuyor. Güncel hiçbir şey yok. Kısacası bilime, kültüre, felsefeye çok uzak kalmış bir okuluz.

Biz kitaplık kolu olarak kütüphanemizi güncelleştirmek, yeni yayınlar katabilmek amacıyla çalışmalara başladık. Kitaplık kolu toplantımızda neler yapabiliriz diye düşündük. Arkadaşlarımın çoğundan şu sesi işittim "Türkiye'de bilim ve kültür adına yayın yapan dergiler var. Bu yayınları kütüphanemize kazandırabiliriz. Böylece güncel bilgilere de erişebiliriz" dediler. Ancak aralarda dolaşan sesler de şöyle diyordu; "Kazandıralım kazandırmasına, ancak hangi maddi güçle?" Buna rağmen okul müdürümüze başvurduk gayretli öğretmenlerimizle. Ancak okul müdürümüzden de aynı sesi işittik; bu yayınları okulumuza kazandırabilmemiz için okulumuzun bütçesinin ayırabileceği yeterli maddi gücü yok" dedi. Umudumuz bitmişti ki; bir öğretmenimiz şöyle dedi; "bu yayınları biz alamayabiliriz; ancak yayın sahipleri bizlere yardımcı olabilirler belki, onlar başvuralım." bundan sonra bir umut doğdu ve bu umutla bu mail'i size yazdım.

Yayınlarınızı Bayraklı Lisesi'yle paylaşabilirseniz çok ama çok mutlu olacağız ve sayenizde bu dev köyün bir ferdi olmaya adım atmış olacağız. Umut ışığımız olun. Dev köyün unutulmuş öğrencileri adına…

Ahmet Çalar
Karşıyaka Bayraklı Lisesi
İzmir 35020

Karşıyaka İlköğretim Okulu…

Samsun'un Havza İlçesi Karşıyaka İlköğretim Okulu'nda kitaplık ve gazetecilik kolu öğrencileriyiz. Amacımız, okulumuzda günün koşullarına uygun bir kütüphane oluşturmaktı. Ama ne yazık ki, tüm çabalarımıza karşın, okul kütüphanesini zenginleştiremedik; bununsa tek nedeni vardı: Ekonomik yetersizlik. Bu yetersizlik bizleri çaresiz bıraktı. Ama okulumuzun, dolayısıyla bu okulun öğrencilerinin kitaba gereksinimi var. Bizler dünyadan haberdar olamak istiyoruz. Okulumuz kütüphanesine her konuda, kitap gönderilmesini istiyoruz. Bunu tüm yayınevlerinden bekliyoruz.

Nilgün Ekinci-Fatma Yavan
Karşıyaka İlköğretim Okulu
Kitaplık ve Gazetecilik Kolu
Havza-Samsun

Adıyaman Merkez İlçe Zeynep Turgut İlköğretim Okulu…

Adıyaman ili, Merkez ilçesi, Zeynep Turgut İlköğretim Okulu'nda fen bilgisi öğretmeniyim. Okulumun kenar semtte olmasından dolayı birçok eksiklerimiz var. Örneğin, fen bilgisi derslerinde kullanılan mikroskop, boşaltım, sindirim, dolaşım sistemlerini anlatan posterler, kaynak kitaplar benim okulumda yok. Okulumuza bu konuda yardım bekliyoruz.

Rahime Akdağlı
Adıyaman Merkez İlçe
Zeynep Turgut İlköğretim Okulu

Kocaeli-Körfez Fen Lisesi...

Ben ve arkadaşlarım Kocaeli-Körfez Fen Lisesi öğrencileri olarak kendi olanaklarımız içerisinde derginizin yayınlarını takip etmekteydik. 17 Ağustos depremiyle sosyal ve kültürel yönden gelişmemizi sağlayan olanaklarımız yok denecek kadar azaldı. Okulumuzun ağır hasar görmesinden dolayı kütüphanemizde bulunan kitaplardan ve düzenli olarak gelen dergilerden bu yıl boyunca maalesef istifade edemedik ve güncel, kültürel, daha da önemlisi bilimsel düşünce sisteminden Kocaeli-Körfez Fen Lisesi'ndeki arkadaşlar olarak yararlanamadık. Bu yıl kütüphanemizin yeniden kurulması ve geliştirilmesi için çalışmalara başladık.

Okulumuz kütüphanesine yayınlarınızı bekliyoruz.

Berrin Cesur
Kocaeli-Körfez Fen Lisesi
Kirazlıyalı-Kocaeli

DeÛerli Okurlar,
Görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 KavaklÝdere-Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 KavaklÝdere06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.

Serbest Kürsü

EÛitimcilerin EÛitilmesi

KTÜ Fen Bilgisi 3. SÝnÝf öğrencisiyim. Bilim ve Teknik dergisini uzun süredir okumaktayım. Öncelikle dergimize, yerine getirmeye çalıştığı amacÝndan dolayÝ kutluyorum. AyrÝca bizlere düşüncelerimizi paylaşma fırsatı verdiğiniz için teşekkürler.

Ülkemiz eğitim sisteminde, ben ve pek çok arkadaßÝmÝz zorlu bir yarÝßtan geçtik. Sonunda birkaç yÝl öncesine kadar hayalini kurduÛumuz üniversite kapÝsÝndan içeriye adÝmÝ atmÝßtÝk. Peki daha sonra gerçekten umduÛumuzu bulabildik mi? Belki kimilerimiz için cevap "evet" olabilir. Ama benim düşündüğüm gibi "hayır" cevabını verenler de olacaktır şüphesiz.

Neden "hayÝr" dediÛimi anlatmak istiyorum. EÛitim fakültelerinde ileride öğrencilerimize vereceğimiz bilgiler teoride tam olarak verilmekte. Uygulamadaysa aynÝßÝ söylemek ne yazÝk ki mümkün değil. Fakültelerimize ayrÝlan ödenekler, laboratuvar araç gereçlerimizi tamamlamamÝza ve istediÛimiz çalışmaları yapmamÝza olanak saÛlamÝyor.

Þu anda görev yapan eÛitimcilerimizin birçoğu kendi branßlarÝdÝßÝnda çalışıyor. AyrÝca verilen pedagojik formasyon dersleriyle gerçek birer eÛitimci olarak yetißmemiß; fakat aldÝklarÝ birkaç dersle, eÛitimci olarak görev yapan arkadaßlarÝmÝza var. Sizce bu arkadaßlarÝnÝz, geleceÛimizin umudu olan öğrencilerimize yeterince bilgi verebiliyor mu?

Gelecekle ilgili beni korkutan bir diÛer konuysa, okullarÝmÝzdaki öğrencilerimize fen alanÝnda yeterince araßtÝrma olanaÛÝ saÛlanamamasÝ. Şöyle ki: Birçok ilköğretim okulunda laboratuvar olmasÝna karßÝn, gerekli araç-gereçlerin tam olmamasÝ ve eÛitimcilerimizin isteksiz olmaları sonucunda, öğrencilerimiz deney yapamamakta, verilen bilgilerin yalnÝzca hayalini kurarak öÛrenmeye çalÝßmaktalar. Unutmamalıyız ki, eğitimde ne kadar çok yöntem kullanÝrsak, o oranda baßarÝmÝz artar. Öyleyse birer öğretmen adayÝ olan bizlere ve gelecekte yetißtireceÛimiz öğrencilerimize yeterli olanaklarÝn sağlanması gerekiyor. Ama lütfen çok geç olmadan.

Elif ÞÝk
Safranbolu-Karabük

Türkiye'nin diÛer ülkelere oranla daha genç bir nüfusu var. Üstelik bu gençliğin ülkesinden beklediği aşırı bir şey de yok(!) Ben de bu gençliğin içinde yer alÝyorum. Ama ben okullarda bir deney yapmak için öğretmenlere yalvarmak, mikroskopta bakmak için sÝra beklemek vs. istemiyorum. Benim istediÛim, olanaklar verilmesi, ezberci eÛitimin yerini uygulamalÝ eÛitimin almasÝ. Bunlar devletimden istemek benim hakkÝm.

M. Kerem Akkoyunlu
Ankara

Beyin Regli

Beyin ve regl. Ülkemizde bakÝßta biraz anlamsÝz, ilgisiz gözükseler de, biraraya geldiklerinde oldukça önemli bir aktiviteyi tanÝmlayan bu iki kelimeden öğrenciÛe biraz deÛineyim. Regl tanÝmÝ itibariyle kadÝnÝn vücudunun, ürettiği yumurtalarÝ döllenme olmadÝÛÝ taktirde zararlı olmaması için vücuttan atmasÝdÝr. KadÝn, fizyolojik saÛlÝÛÝ için belli zamanlarda regl dönemini yaßar ve bu vücudun yumurta üretemediği yaßa kadar devam eder. Peki, bunun gibi, cinsiyet ayrÝmÝ olmaksÝzÝn insanÝn zaman zaman Ôbeyin reglióne de uÛramasÝ gerekiyor mu? Bu soruya yanÝt verebilmek için öncelikle 'beyin regli'ni biraz açayım.

Ünsanlar şüphesiz en büyük özelliği, günümüzde pek kullanÝlmasada düşünme gücüdür. Bu noktada uzun uzun tanÝmlar yazmaya, insanla diÛer canlÝlar arasÝndaki yaşamsal farklarÝ açıklamaya gerek yok sanırım. Işin özü oldukça basit; insanÝ insan yapan özellik düşünme gücüdür. Elbetteki her gücün olduğu gibi bu gücün de zararlı yanlarÝ, kötü sonuçlar doÛurabilecek kullanımları var. Zaten güç kelimesinin kelime anlamından çıkartılabilecek bir sonuç bu.

Üßte aslÝnda hokta da burasÝ, düşünme gücünün olmusuz yönleri. Öncelikle anlatmaya çalışacaklarımın ülkemizde belli bir dönemi yaßamÝßkişilerin bu konuyla ilgili olarak aklÝna gelecekler den daha farklÝ olduÛunu vurgulamak isterim. Bahsedeceklerim daha bireysel, soyut öğeler. Her insanın kafasında çeşitli konularda, çok çeşitli düşünceler vardÝr mutlaka: Ailesi, okulu, işi, geleceÛi, tuttuÛu takÝmÝn bu sezonki durumu, yeni ceketinin hangi pantolonuyla daha güzel duracaÛÝyla ilgili düşünceler. AslÝ sorun da burada ortaya çÝkÝyor. Bu düşüncelerin bir kÝsmÝnÝn, baßta ifade ettiÛim düşünce tanÝmÝnÝn olumlu havasÝndan uzak kalÝyor. Ünsanın yaratıcı gücünü ortaya koymasÝna karßÝn; iyiliÛi, gelißimi, kendine ya da topluma faydası gibi sonuçlar doğurmuyor.

Benzetmelerle konunun özüne dönmeye çalışayım. ÜnsanÝn sahip olduÛu her beyin hücresi, ilk olußumda, kadÝnÝn vücudunun ürettiği yumurtalar gibi hamdÝr. Bunun nasÝl ßekil alacaÛÝ tamamen kißinin kendi iradesine kalmıştır. Bu hücre gelißimini sahibinin geleceÛine birßeyler katacak, onu belli bir yerlere ulaßtÝracak bir deÛer olarak tamamlayabilir; tÝpkÝ kadÝn yumurtasÝnÝn döllenme sonrasÝ bir canlÝ meydana getirmesi gibi. Ya da gelißim tam tersi yönde, hiç kullanÝlmayacak, kullanÝlsa bile insana birßeyler katmayacak, ona zarar verebilecek bir düşünce olarak tamamlanabilir. KadÝn yumurtasÝnda bu anlamda pek bir sorun yok. KadÝnÝn sahip olduÛu mükemmel metabolizma, kullanÝlmadÝÛÝ taktirde yumurtanÝn kadÝna zarar vermesini otomatik olarak önler ve amaca ulaßmayan yumurta regl adÝ altÝnda vücuttan dÝßarÝ atÝlÝr. Ancak kullanÝlmayanya da kullanÝmÝna zararla sonuçlanabilen düşüncelerin vücuttan atÝmÝnda böyle bir otomaston yoktur. Ünsan, bu noktada eksik olan otomasyonu kendisi saÛlamak zorundadÝr. Bilinçli bir ßekilde kendiyle yalnÝz kalmalÝ, kafasÝndaki düşünceleri uygun bir biçimde sÝnÝflandÝrmalÝ ve gereksiz ya da zararla sonuçlanabilecek düşüncelerden arÝnmalÝdÝr. Beyin regli olarak tanÝmladÝÛÝmÝz aktivite budur. Bu sÝnÝflandÝrma ve arÝnma elbetteki göreceli bir kavramdÝr; ancak daha önce de belirttiÛim gibi, ifade ettiklerim oldukça bireysel ve kißinin kendi iradesi ve tarafsÝzlÝÛÝyla baÛlantÝlÝ.

Şüphesiz beyin regli de en az kadÝnlarÝn yaßadÝÛÝ fizyolojik regl kadar acÝ verici olacaktÝr. BirtakÝm ßeyleri reddedebilmek, kafasÝndakilerin yanlÝß olabileceÛini düşünmek insana acÝ verebilir. Ama nasÝl ki kadÝnÝn fizyolojik saÛlÝÛÝ için regl gerekliyse, beyin regli de insanÝn ruhsal saÛlÝÛÝ için gereklidir. Ünsan bu psikolojik arÝnmayÝ yaßadÝÛÝ sürece, kadınların regl döneminde yaßadÝklarÝna paralel bir ßekilde yorulacak, acÝçekecek, zaman zaman asabi zaman zaman duygusal davranacaktÝr. Ama önemli olan ortaya çıkan pozitif sonuçtur. Kişi bu şekilde mutlu olmanÝn yollarÝnÝ kavrayacak, doÛru yanlÝßlarÝnÝ ayrÝmÝna yapacak ve tutarlÝ bir kißilik sergileyecektir.

Üßte herkesin zaman zaman yaßamasÝnÝn gerekliliÛine inandÝÛÝm beyin regli budur. Zaman zaman diyorum, zira belli bir periyod vermek doÛru olmaz. ZamanlamasÝ da kendisi gibi tamamen bireysel olacak; kißinin yaßam tarzÝna göre ßekillenecektir. Çoğumuzun bazen farkÝnda olmadan yaptÝÛÝ bu arınma işlemini, daha bilinçli ve dürüst bir uygulamaya dönüştürmek faydalÝ olacaktÝr. Günümüzde etrafÝmÝzdaki düşünceyi kÝsÝtlamaya çalışan, medya gibi onu ßekillendirmekle uÛraßan güçlerle, fizyolojik regli bile anlamaktan uzak kißilerle çevrili olsa da, düşüncelerimize bir kriter de biz koymalÝyÝz ve zaman zaman özeleştiriyle beraber bu arÝnmayÝ yapmalÝyÝz.

Ulaß Cemgil YÝldÝrÝm
ODTÜ İnşaat Mühendisliği Öğrencisi

Merkez Alanyurt İlköğretim Okulu...

Okulumuz 220 öğrencisi ve 12 öğretmeniyle, Uşak merkezine 52 km uzaklıktadır ve 1999-2000 yılında öğretim ve eğitime başlamıştır.

Okulumuz, yer ve konum itibarıyla çevre 11 köyün öğrencilerine eğitim veriyor. Öğrencilerimizin ailelerinin ekonomik gelir düzeyi çok düşük. Bu nedenle okulumuzun gereksinimleri için onlardan bir talepte bulunamıyoruz. Kütüphanemizde, sınıf kitaplıklarımızda bir tek kitabımız yok. Öğretmenlerimizle birlikte bu sorunu nasıl çözeceğimizi düşünüyoruz. Sizlerden öğrencilerimizin yararlanacağı kitapları bize göndermenizi istiyoruz. Kuracağımız kütüphane, çocuklarımızın eğitiminde büyük destek olacak. Ansiklopedi, bilim, kültür, sanat, roman, hikaye, tiyatro, şiir, karikatür, vb. her tür kitaba gereksinimimiz var.

Muzaffer Özdemir
Merkez Alanyurt İlköğretim Okulu Müdürü/Uşak

İmamoğluçeşmesi Köyü İlköğretim Okulu

İç Anadolu Bölgesi'nin genç illerinden olan Kırıkkale'nin en unutulmuş ilçesi Sulakyurt'tan seslenen genç bir öğretmenim. Halen bir köy okulunda görevliyim. Benim bulunduğum köyde insanlar geri kalmışlığın ve unutulmuşluğun acısıyla Kürtçe konuşuyorlar. Özellikle okul çağındaki çocuklarda konuşma ve anlama problemleri had safhada bulunuyor. Bunda okul kitaplığının yetersiz oluşunun etkili olduğunu düşünüyorum.

Ben kendi çapımda köyüm için bir kütüphane kurmaya karar verdim. Fakat tek başıma yürüttüğüm bu çabamda yeterince başarılı olamadım.

Çağdaş, aydınlık ve gelişmeye açık uygarlık yolu ancak bireylerinin bilime ve mantığa inanmalarıyla bulunabilir. Kaderci ve tutucu insanları bilime ve mantığa inandırabilmekse bilinçlendirmeyle olur kanımca. Bilinçlenmeyse ancak okumayla olur. Köyümdeki insanların da bilinçlenmesini istiyorum. Tutuculuk, gericilik, akıldışı inanışlar bu insanların seçimi değil aslında. Seçimi değiştirmek içinse kütüphane projemi yaşama geçirmem gerekiyor. Köyümde, öğrencilerimle birlikte okul kütüphanemize kitap bekliyoruz.

Kamuran Çelik
İmamoğluçeşmesi Köyü İlköğretim Okulu
71900 Sulakyurt-Kırıkkale

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

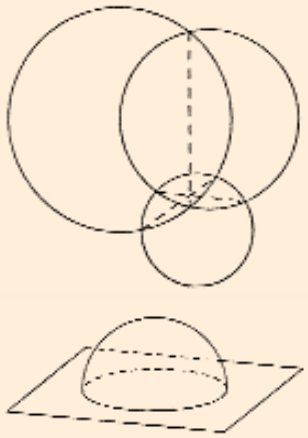
Uzayda 4 Nokta

Uzayda x, y ve z koordinatlarına göre şu noktalar verilmiş: A (0, 1, -1); B (-1, 0, 1); C (0, -1, 0). xy düzlemi üzerinde bu 3 noktadan eşit uzaklıkta olan D (x, y, 0) noktasını bulun.

Küp ve Üçgen

Küpün 8 köşesinden üçü rastgele seçilmiştir. Bu köşelerin birleştirilmesiyle daraçılı üçgen oluşması olasılığı mı, dik üçgen oluşması olasılığı mı fazladır?

Üç Kesişen Daire



Birbirini kesen üç dairenin ikişer ikişer kesişme noktalarını birleştiren kirişleri bir noktada kesişir. İspatlayınız (İpucu: Daireleri kürelerin düzlemle kesişmesi olarak alın)

Sekizgen



Düzgün bir sekizgenin birbirine paralel iki köşegeni çizilmiş. Oluşan dikdörtgenin alanının sekizgen alanının yarısına eşit olduğunu gösterin.

Çokgenin İzdüşümü

Alanı 100 m2 olan bir dam,döşemeyle 30°lik açı yapıyor. Damın döşeme üzerindeki alanı nedir?

n^4'ün Özelliği

Üçgen sayılarla n^4 arasında nasıl bir ilişki vardır?

Tanker Vagon

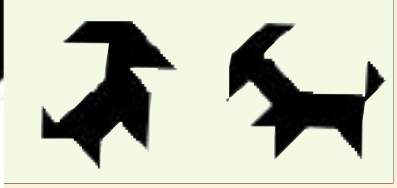
Bir marşandiz 20 adet tanker vagon içeriyor. Tankerlerde petrol var. Marşandiz hızlanıncı (ivme kazanınca) şunlardan hangisi olur: a) Petrol yüzeyi aynı kalır. b) Tankerin ön ucunda sıvı alçalır, arka ucunda sıvı yükselir. c) Tankerin arka ucunda sıvı alçalır, d) Tankerin ön ucunda sıvı yükselir.

Tangram

Kedi, 2 keçi ve ayakk
boyacısıyla ayakkabıların
boyatan adamı
oluşturunuz.







Bisiklet Pompası

Bisiklet pompasıyla bisikletinizin lastiğini şişirirken pompa ısınır, acaba neden?

Çabuk Soğutma



Hacimleri aynı olan iki kabın içine ılık su konulmuştur. Kaplardan biri büyük bir buzun üstüne oturtulmuştur, diğerinde kapağın üstüne büyük bir buz konulmuştur. Hangi kap daha çabuk soğur?

Cinnoş Kaç Yaşında?



Cinnoş'un yaşının dedesinin yaşına oranı x ise Cinnoş'un küçük kızkardeşi Minnoş'un Cinnoş'un yaşına oranı da x'tir. Minnoş 7 yaşından küçüktür ve Cinnoş'la dedesinin yaşları toplamı 84'dür. Cinnoş kaç yaşındadır?

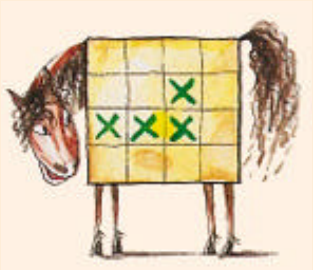
Mayın Tarlası

XY kartezyen koordinat sistemli bir tarlada x ve y'si m olarak tam sayı olan her noktaya bir mayın konulmuştur. Bu tarlada 3y=5 doğrusuna paralel olan ve mayınların hiçbirine dokunmayan bir yolun eni en fazla ne kadar olabilir? Böyle bir yoldan bir asker geçebilir mi?(H.İ. Karakaş ve İ. Aliyev, Sayılar Teorisinde İlginç Olimpiyat Problemleri, TÜBİTAK, 1996, s.181).

Sütü Ölçmek

Köye gitmiştiniz. Dedeniz elinize koca bir güğüm süt ve 5 ve 3 litrelik iki ölçek tutuşturdu. İlk gittiğiniz evde şirin mi şirin bir köy kızı size koca bir bakraçla karşıladı ve "Ne olursun, bana da 4 litre süt ver abiciğim" dedi. Siz de şaşırıp kaldınız. Bu sevimli yavruya, ne yapıp edin, 4 litre süt verin bakalım.

Atı Parçalayın



Atın üzerindeki 4x4'lük kareyi öyle eşit 4 parçaya ayırınız ki her parça bir X içersin (Quantum, Ekim 1997'den)

100 Yumurta

Evvel zaman içinde, kalbur saman içinde, Cin Ruhi'nin dedesi ninesine bir soru sormuş. O gün bu gün zavallı nine yumurtalarla oynar olmuş; sayıyor, sayıyor, sonra "Ah şaşırdım, yine olmadı" diyormuş. Soru şuymuş:"100 yumurta bir çember üzerine dizilmiş; saat yönünde dönerek 1. yumurtayı bırakıyor, 2.yi



alıyor, 3. yü bırakıyor, 4. yü alıyorsunuz vb. Sonunda tabii ki tek bir yumurta kalıyor. Bu, birinciden itibaren saat yönünde kaçıncı yumurtadır?

Kağıttan Tencere



Kağıttan yapılmış bir kabın içine su koyup altında mum yakıyorsunuz. Kağıt yanmadan su kaynar mı?

Kaç Sınav

Öğrenci 5 yıllık öğreniminde 30 sınav geçti. Girdiği sınav sayısı her yıl 1 artıyordu. 5. sınıfta iken girdiği sınav sayısı, 1. sınıftayken girdiğinin iki katıydı. Bu öğrenci 4. sınıfta kaç sınava girmişti?

Numara Çekmek

Bütün pozitif sayıların sonsuz derinlikte bir torba içinde bulunduğunu hayal edelim. Bir numara çekip bakıyor ve onun tekrar torbaya atıyoruz. Toplam 1998 numara çekiyorsunuz. Bu 1998 sayının oluşturabileceği alt kümelerden en az birisinde elemanların toplamının 1998 ile kalansız bölünebileceğini kanıtlayın.

Garip Bir Oda

Bir odada 5 tabure ve 10 iskemle var. Her taburenin üç ve her iskemlenin dört ayağı var. Her tabure ve her iskemle üzerinde bir insan oturuyor. Bu odadaki bütün ayaklar (insan ayakları dahil) sayıldığında 70 ayak bulunuyor. Bunu nasıl açıklarsınız?

Tersine Döndürme



Resimde 4+3+2+1=10 para tepesi aşağıda, tabanı yukarıda bir eşkenar üçgen oluşturuyor. Üç paranın yerini öyle değiştirin ki tepesi yukarıda, tabanı aşağıda bir eşkenar üçgen oluşsun. Dergiyi üst kenarı alta, alt kenarı üste gelecek şekilde çevirin, paraların oluşturduğu yeni üçgeniniz bu ters dönmüş üçgen gibi olacaktır.

Düşüncelerin Ası Satranç Tahtası

a) Bir satranç tahtasına 16 satranç taşını öyle yerleştirin ki her yatay ve her dikey çizgide en az 1 taş bulunsun.

b) 16 taşı a'da istenen şekilde dizdikten sonra n=1 taşı tahtadan çıkarın, geriye 15 taş kalsın ve yine her yatay ve her dikey çizgide en az 1 taş bulunsun.

n=2, n=3, n=4, n=5, n=6, n=7 ve n=8 için de aynı şeyi gerçekleştirin. Yani şimdi n=2 taşı tahtadan çıkarın, geriye 14 taş kalsın ve yine her yatay ve her dikey çizgide en az 1 taş bulunsun. Şimdi n=3 taşı çıkarın, geriye 13 taş kalsın ve yine her yatay ve her dikey çizgide en az 1 taş bulunsun vb.

Sayırama Kuant



Aynı harflerin yerine aynı sayıları koyunuz.

Geçen Ayın Çözümleri

HÝrsÝz Cambaz

Tony iki ipi aßaÛÝdan birbirine baÛladÝ; A ipine tÝrmandÝ; B ipini tavanÝn 50 cm. altÝndan kesti. Tavandan sarkan 50 cmÕlik B ipinden bir ilmek yaptÝ; A ipinden B ilmeÛine geçti; ilmeÛe tutunarak düğüm yeri ilmeÛe gelecek şekilde A ipini yukarı çekti ve düğüm ilmekte asÝlÝ iken A ve B iplerine tutunarak aßaÛÝ indi. BÕnin 50 cm hariç A ve B iplerini almÝßtÝ.

Irmak ve Þehirler

Dikdörtgeni pxq kareye bölelim. p ve q aralarÝndaasalsa köşegen asla düğüm noktalarından geçmez (iki köße hariç). Irmak her (p+q-2) yatay ya da düşey çizgiden birine rastladığında yeni bir ßehirden geçer. Geçilen ßehir sayÝsÝ (p+q-1Õdir. p ve q aralarÝndaasal deÛilse p ve q, en büyük ortak bölenlerine (EBOB) bölünür. EBOBÕad diyelim; bu durumda problem p ve q'nün aralarÝnda asal olduÛu ßekle (ilk problem) dönüşür. Ülke ilkine benzer d² dikdörtgene ayrÝÝr; bunlarÝn dÖginin içinden köşegen geçer. Köşegen herbiri için (p/d + q/d-1) ßehre rastlar. Þehirlerin toplam sayÝsÝ d(p/d +q/d-1)=p+q-1'dir. 169x260 km'lik bir ülkede d=13'dür ve Ýrmak 416 ßehirden geçer.

$$13\left(\frac{169}{13}+\frac{260}{13}-1\right)=13(13+20-1)=416$$

Çok İspatlı Bir Teorem

CD=AB=b, BC=AE=a ve BD=BE=c, ACDE yamuÛunun alanÝnÝ iki ßekilde yazalÝm.

$(a+b)^2/2=ab+c^2/2$. Buradan $a^2+b^2=c^2$

Çok Yüzlüler

HayÝr. EÛer her yüzü üzerinde dengesiz bir konveks çokyüzlü yapÝlabilseydi perpetuum mobile (sürekli hareket) mümkün olurdu; çünkü hangi yüz üstüne konulursa konulsun, çokyüzlü devrilir ve yeni bir yüze otururdu.

Düzlemin Bölünmesi

(n+l). doÛru varolan n doÛruyu keserek n bölge ilave eder. n doÛrunun belirlediÛi bölge sayÝsÝ r_n ise $r_{n+1} = n + r_n$Õdir. $r_1 = 1 + n(n+1)/2$. 6 doÛru bir düzlemi en çok 22 bölgeye ayÝrÝr: $r_6 = 1+6(6+1)/2$. n daire bir düzlemi $n^2 - n+2$ bölgeye ayÝrÝr. 6 daire bir düzlemi 36-6+2=32 bölgeye ayırır.

Ev Üßleri

Cin Ruhi ßunu demißti: Biriniz ev ißlerini kendi adalet duygusuna göre ikiye bölsün, diÛeriniz bu iki listeden istediÛini alsÝn

Boadicea

CleopatraÕnÝn doÛumu ile BoadiceaÕnÝn ölümü arasÝnda 129 yÝl var. Oysa yaßlarÝnÝn toplamÝ 100. O halde Boadicea CleopatraÕnÝn ölümünden 29 yÝl sonra doÛdu. Cleopatra M.Ö.30'da öldüğüne göre Boadicea M.S. 1Õde doÛdu. (M.Ö. 1 den sonra M.S. 1 gelir; sÝfÝr yÝl yoktur.

SayÝlarÝ Gruplara AyÝrmak

Böyle 3 küme oluşturmak olanaksÝzdÝr! 1 ve 2 farklÝ kümelerdeyse (A ve BÕde), 3 CÕde olmak zorundadÝr; 3=2+1; 4, BÕde olacaktÝr: 4=1+3, fakat 5 sayÝsÝ hem AÕda hem de CÕde olmak zorunda kalÝr ki olanaksÝzdÝr: 5=4+1=3+2 (A=1, B=2, C=3 demißtik) 4 BÕdedir: 4+1+3).

1 ve 2 aynÝ kümedeyse (örneğin AÕda ise BÕnin en küçük elemanÝ nax dersek, x+1 ve x+2 CÕde olurlar. Fakat x+2 aynÝ zamanda BÕde de olur: x+2=1+(x+1) (AÕda 1 var; CÕde x+1 var). Çelişki vardÝr; bu yapÝlamaz.

Küre

%100. Kürede sonsuz yarÝmküreler vardÝr. Bu nedenle alÝnan herhangi 3 nokta yarım küre üzerinde olmak zorundadÝr.

Bütünün Parçalara Ayrılması

p(6)=11; p(7)=15. n obje sıra gözetilerek 2^{n-1} parçaya ayrÝlabilir. Bunu şöyle anlatabiliriz: n objeyi doÛrusal olarak yanyana dizelim ve aralarÝnda kÝsabir baÛ olduÛunu düşünelim. n obje arasÝndan n-l baÛ vardÝr. Þimdi her baÛÝsÝ rasÝyla 2Õye bölelim.

Sıralı parçaların sayısı kesilen bağ sayısına eşittir. Bu n-l obje içinden bir grup objenin kaç türlü seçileceğini gösterir. Bu ise 2^{n-1}Õdir. Örneğin n = 3 için $p(n) = 2^{3-1} = 2^2 = 4$ ve bu 4 tip parçalanma şunlardır: 3 = 3+0 = 2+1 = 1+2 = 1+1+1.

Küpe Problemi

%97Õyegiren kadÝnlarÝn yarÝsÝ çift küpeli, yarÝsÝ küpesiz se bu hepsinin tek küpeli olmasÝyla aynÝ ßeydir %3 zaten tek küpeli. O halde toplam 800 küpe var.

Dört Yüzlü

Geçerlidir; çünkü uzayda herhangi 3 nokta aynÝ düzlem üzerinde olmak zorundadÝr.

Tenis Turnuvasý

Her maç 1 kißiyi elimine eder. Þampiyonu belirlemek için 81 maç gereklidir.

Satranç Şampiyonası

GasparovÕun bir oyunu kazanma ßansÝ p, bir oyunu kaybetme ßansÝ q olsun. p+q=1. Gasparov 5 maçtan 3'ünü 10 ßekilde kazanabilir. (GasparovÕun yengisi G, bilgisayarÝn yengisi B olsun): GGGBB, GGBBG, GBBGG, BBGGG, GGBGB, GBGBG, BGBGG, GBGGB, BGGBG ve BGGGB.

Gasparov'un 3 maçı kazanıp 2 maçı kaybetme olasÝlÝÛÝ = $10p^3q^2$. Benzer olarak GÕnin 5 oyundan 4'ünü kazanÝp, 1'in kaybetmesi şöyle olur: GGGGB, GGGBG, GGBGG, GBGGG, BGGGG. GasparovÕun 5 maçtan 4'ünü kazanma olasÝlÝÛÝ $5p^4q$Õdür $10p^3q^2=5p^4q$Õden $2q=2$. $p+q=1$Õden $2q+q=1$ ve $q=1/3$, $p=2/3$. Gasparov'un l maçı kazanma olasılığı 1/3 iken, 5 maçı kazanma olasÝlÝÛÝ $(2/3)^4 = 32/243$

Türkiye Satranç Birincilikleri

Akhisar 26 Haziran-9 Temmuz 2000

Baylar

1. Tamer Karatekin (+8 =4 -1) [10/13]; **2-3.** Can Arduman (+4 =8 -1), Umut Atakişi (+5 =6 -3) [8]; **4.** Adnan Şendur (+5 =5 -3) [7,5]; **5-6.** Emre Karadeniz, Selim Gürcan (+4 =6 -3) [7]; **7.** Tolga Demirel (+5 =3 -5) [6,5]; **8-9.** Turhan Yılmaz (+1 =10 -2), Hasan Kılıçarslan (+3 =6 -4) [6]; **10-12.** Yakup Erturan (+3 =5 -5), Bülent Güner (+1 =9 -3), Hakan Erdoğan (+4 =3 -6) [5.5]; **13.** Zeki Sayber (+1 =7 -5) [5,5]; **14.** Yakup Çeliker (+2 =4 -7) [4]

Baylarda 1. olan Tamer Karatekin A.B.D.'nde üniversite eğitimine başlayacağından, olimpiyat takımında yer alamayacağı düşünülürse, 2-6. dereceleri alan 5 oyuncu ve Türkiye Satranç Federasyonu'nun kontenjan hakkını kullandığı Suat Soylu, A Milli Takımı oluşturacaklar. Tamer Karatekin oynama imkanı bulabilirse, Emre Karadeniz ve Selim Gürcan ek maç yapacaklar.

Bayanlar

1. Nilüfer Çınar (+8 =4 -0) [10/12]; **2.** Betül Cemre Yıldız (+9 =1 -2) [9,5]; **3.** Fatma Nur Öney (+8 =1 -3) [8,5]; **4.** Yıldız Çavuşoğlu (+5 =6 -1) [8]; **5-6.** Nazlı Pınar Aydın, Perihan Meşeli (+6 =2 -4) [7]; **7-8.** Güneş Hüseyinkulu, Emine Sanlı (+5 =2 -5) [6]; **9.** Aslı Bayrak (+4 =2 -6) [5]; **10-11.** Helin Aydın (+2 =3 -7), Gül Ünal (+3 =1 -9) [3,5]; **12.** Sevinç Dalak (+3 =0 -9) [3]; **13.** Hacer Ayaz (+1 =0 -11) [1]

Bayanlarda 1-4. dereceleri paylaşan oyuncular A Milli Takımımızı oluşturacaklar.

B Milli Takım Seçmeleri 20 - 30 Temmuz 2000 Mordoğan-İzmir (52 Oyuncu)

1-2. Mert Erdoğdu, Ali İpek (+5 =4 -1) [7,5/10]; **3-6.** Hakan Erdoğan (+6 =2 -2), Zeki Sayber (+6 =2 -2), Sertaç Dalkıran (+6 =2 -2), Kıvanç Haznedaroğlu (+5 =4 -1) [7]; **7-9.** İbrahim Tofan, Zeki Arı, Hasan Alaybeyoğlu (+5 =3 -2) [6,5]; **10-14.** Vedat Çetinkaya (+5 =2 -3), ... [6]; ...

Baylarda B Milli Takımı, Seçmelerin ilk 5 derecesini alan oyuncular ve Türkiye Satranç Federasyonu'nun kontenjan hakkını kullandığı Dr. Tansel Turgut'tan oluşacak. Olimpiyata gelen konuk ülke sayısı tek sayıda kalırsa, Türkiye'nin 3 takımla mücadele etme hakkı doğacak. Federasyon C Milli Takım kontenjanı için Tolga Demirel'i belirledi. Bayanlar B Milli Takım seçmelerinde ise Işıl Goler, Perihan Meşeli, Nazlı Pınar Aydın ve Emine Sanlı ilk 4 dereceyi paylaştılar.

Seçme Oyunlar

Erdoğan,H - Karatekin,T [A57] Türkiye Birinciliği, Akhisar 2000

1.d4 Af6 2.c4 c5 3.d5 b5 4.cb5 a6 5.f3 ab5 6.e4 Va5 7.Vd2 b4 8.e5 Ag8 9.Fc4 e6 10.Ah3 Ae7 11.d6 Af5 12.0-0 Ac6 13.f4 f6 14.Ke1 fe5 15.fe5 g6 16.Vd1 Fg7 17.Ff4 0-0 18.Ad2 Fb7 19.Fd3 c4 20.Ac4 Vc5 21.Şh1 Acd4 22.Vc1



22...Af3! 23.Kf1?? [23.Ke2 **A)** 23...A5h4 **A1)** 24.Kc2 Ag2! 25.Kg2 Ah4 26.Ff1 g5! 27.Fe3 Vc6-+; **A2)** 24.Kf2 Ag5 25.Fe3 Ah3!! 26.Fc5 Kf2!-+; **A3)** 24.b3 Vd4! *(24...Ad4 25.Ke4 Fe4 26.Fe4 Kac8)* 25.Fc2 Ag2! 26.Kg2 Ah4 27.Ae3 Kf4-+; **A4)** 24.Fg3 Ag2 25.Kg2 Ae5 26.Ae5 *(26.Fe5 Fg2 27.Şg2 Vd5 28.Şg1 Vd3 29.Af2 Kf2 30.Şf2 Kf8 31.Şg1 Fe5 32.Ae5 Vd4-+)* 26...Fg2 27.Şg2 Vd5 28.Şg1 Fe5 29.Fe5 Ve5 30.Vd2 *(30.Ff1 Vd4 31.Şh1 Kac8 32.Vb1 Vd2-+)* 30...Vd4 31.Af2 Ka5! 32.h4 Kaf5! 33.Kf1 Kf3!-+; **A5)** 24.Ve3 Ve3 25.Ae3 *(25.Fe3 Ag2! 26.Kg2 Ah4-+; 25.Ke3 Ag2! 26.Şg2 Ag5 27.Fe4 Ae4 28.Şg1 Kac8 29.Ab6 Kc2 30.Ad7 Kf7-+)* 25...Ae5; **A6)** 24.Kb1 Ag2!? *(24...Ad4 25.Ke4 Fe4 26.Fe4 Ka2 27.Vf1 Fh6 28.g3 Ff4 29.gf4-+)* 25.Kg2 *(25.Şg2 Ae1-+)* 25...Ah4 26.Ff1 g5!-+; **A7)** 24.Ad2 Vc1 25.Kc1 Ag2 26.Kg2 *(26.Şg2 Ae1-+)* 26...Ad2 *(26...Kf4 27.Kc7 Kd4 28.Kb7 Kd3 29.Af3 Kf3)* 27.Fd2 Ka2; **A8)** 24.Fe4 24...Ad4 25.Ke1 *(25.Ke3 Fd5 26.Ad2 Vc1 27.Kc1 Ka2 28.Kb1 Ahf5 29.Kee1 h6)* 25...Fe4 26.Ke4 Vc6 27.Ad2 Ka2! 28.Kb1 Vd5; **B)** 23...Vd4! **B1)** 24.Vd1 A3h4 *(24...A5h4 25.Fe4)* 25.Fe4 *(25.Vb3 Ag2 26.Kg2 Ah4 27.Ff1 Kf4 28.Af4 Vf4-+; 25.Ff5 Vc4!; 25.Vd2 Ag2 26.Kg2 Ah4 27.Ae3 Kf4 28.Af4 Vf4-+; 25.Vd2 Ag2 26.Kg2 Ah4 27.Ff1 Ag2 28.Vd4 Ae1 29.Fg2 Fg2 30.Şg1 Af3 31.Şg2 Ad4-+; 25.a3 Ag2 26.Kg2 Ah4-+; 25.a4 Ag2 26.Kg2 Ah4-+)* 25...Ve4!! 26.Ke4 Fe4 27.Şg1 *(27.Af2 Fg2 28.Şg1 Ad4-+; 27.Ag5 Fg2 28.Şg1 h6-+)* 27...Fg2 28.Vd3 b3! 29.a3 *(29.Ab6 Ka2 30.Kb1 Ad4; 29.Ag5 h6 30.Ae4 Ad4 31.Af6 Ff6 32.ef6 Kf6-+; 29.Fg3 ba2-+; 29.Fg5 Fd5!-+; 29.Ad2 ba2 30.Ag5 Ka4-+; 29.Kd1 ba2-+; 29.a4 Ad4 30.Ad2 Ac2 31.Kc1 Fh3 32.Fg5 Ff5! 33.Vb3 Fe5 34.Fh4 Kfb8 35.Vc4 Kb4 36.Kc2 Kc4 37.Kc4 Fd3 38.Kc7 Ka4-+)* 29...Ad4 30.Ad2 Ac2 31.Kc1 Fh3 32.Fg5 Ff5! 33.Vb3 *(33.Vg3 Ka4 34.h3 Kd4-+)* 33...Fe5 34.Fh4 Kfb8 35.Vc4 Kb2-+; **B2)** 24.Af2 A5h4 25.Fg3 Ae1! 26.Ke1 Kf2 27.Ve3 Ag2 28.Vd4 Ae1 29.Şg1 Kg2 30.Şf1 Ad3 31.Vd3 Kf8 32.Şe1 Kg1 33.Şd2 Fh6-+; **B3)** 24.Vb1 A3h4 25.Vc2 *(25.Vd1 Ag2 26.Kg2 Ah4-+)* 25...Ag2 26.Kg2 Ah4 27.Ff1 Kac8 28.Kc1 Kf4 29.Af4 Vf4-+; **B4)** 24.Ff5 Kf5 25.Ae3 *(25.Fg3 Kc8 26.Kc2 Ae5 27.Ad2 Kcf8-+; 25.Kc2 Kh5 26.Ag5 Ae1!? 27.Ve1 Vf4 28.Af3 Ka2 29.Ka2 b3-+; 25.b3 Kh5 26.Fg3 Kh3-+; 25.Fe3 Vg4 26.Ab6 Ah2 27.Vc7 Fg2 28.Kg2 Vh3 29.Kh2 Vf3 30.Kg2 Kh5 31.Şg1 Ve3 32.Kf2 Kg5 33.Şf1 Vd3 34.Ke2 Kf8 35.Şe1 Kg1; 25.Ad2 Ae5-+; 25.Kf2 Kc8 26.Kc2 Kh5 27.Fg3 Kh3-+)* 25...Kh5 26.Fg3 *(26.Ac2 Vc4! 27.Kf2 Kh3 28.gf3 Kf3 29.Kf3 Ff3 30.Şg1 Kf8-+)* 26...Kh3!! 27.gh3 Vd3 28.Vc7 *(28.Kf2 Kc8-+; 28.Kc2 Ae1-+)* 28...Fc6 29.Kc2 Fe4-+; **B5)** 24.Fb1 A5h4 25.Ae3 Fe5-+; **B6)** 24.Vc2 24...A5h4 25.Fg3 *(25.Fe4 b3 26.Vb3 Fe4; 25.Fe3 Vg4 26.Fg1 Ag2-+; 25.Ad2 Kac8-+)* 25...Ka2!! 26.Kd1 *(26.Kb1 Ag2 27.Kg2 Ah4 28.Fh4 Vh4-+; 26.Ka2 Ae1 27.Ke1 b3)* 26...Ag2 27.Fe4 b3 28.Vc1 Ve4 29.Ke4 Fe4 30.Af2 Fb7 31.Şg2 Kc8 32.Şf1 Kc4 33.Vc4 Fa6 34.Va6 Ka6 35.Ag4 h5 36.Af6 Ff6 37.ef6 h4-+] **23...A3h4 24.Kf2 Ag2 25.Kg2** [25.Şg1 Vd5-+] **25...Fg2 26.Şg2 Vd5 27.Şg1 Vd3 28.Af2** [28.Vf1 Vd4 29.Şh1 g5-+] **28...Vd4 29.Şf1** [29.b3 Ah4-+] **29...Kac8 30.b3 Kc4!? 31.bc4 Fe5 32.Fe5 Ve5 33.Şg1 Ae3 0-1**

Arduman,C - Kılıçarslan,H [D37] Türkiye Birinciliği, Akhisar 2000

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Af3 Fe7 5.Ff4 0-0 6.e3 c5 7.dc5 Fc5 8.cd5 ed5 9.Fe2 Ac6 10.0-0 Fe6 11.Kc1 Fe7 12.Ae5 Va5 13.Va4 Va4 14.Aa4 d4 15.Ac6 bc6 16.ed4 Fa2 17.Kc6 Kfd8 18.Ac3 Ad5 19.Fe5 Ac3 20.bc3 a5 21.Kc7 Ff8 22.Ka1 Fb3 23.Ff3 Ka6 24.Kb7 Fc4 25.Ka4 Fd3 26.h4 Kc8 27.Fd5 1-0

Atakişi,U - Sayber,Z [B08] Türkiye Birinciliği, Akhisar 2000

1.e4 d6 2.d4 Af6 3.Ac3 g6 4.Af3 Fg7 5.Fe3 0-0 6.Vd2 Fg4 7.Fh6 Ff3 8.gf3 Fh6 9.Vh6 c5 10.dc5 dc5 11.h4 Ac6 12.h5!? Ae5 13.Fe2 Vd7? [13...Vd4] **14.hg6 fg6 15.Kd1! Ve6** [15...Vc8 16.Ad5 Kf7 17.Af6 ef6 18.f4 Ag4 19.Vh3+-; 15...Vc6 16.Vh2! Af7 17.Ad5!+-; 15...Vc7 16.Ad5 Va5 17.b4! Va2 18.Af6 Kf6 19.Vh7 Şf8 20.Vh6 Şf7 21.f4 Ac6 22.e5+-] **16.Ad5 Şf7 17.Ac7 Va2 18.Aa8 Ka8 19.f4! Ac4 20.e5 Va5 21.c3 Ab2 22.ef6 Vc3 23.Şf1** [23.Kd2] **23...Ad1 24.Vg7 Şe6 25.Ve7 Şf5 26.Fd1 h5 27.Şg2 Şf4 28.f7 Vg7 1-0**

Demirel,T - Erturan,Y [A53] Türkiye Birinciliği, Akhisar 2000

1.d4 Af6 2.c4 d6 3.Ac3 Abd7 4.e4 e5 5.d5 Ac5 6.f3 a5 7.Fe3 Fe7 8.Vd2 0-0 9.Fe2 Ae8 10.Fd1 h6 11.Age2 Fg5 12.0-0 Fe3 13.Ve3 Vg5 14.f4 ef4 15.Af4 Fd7 16.Fc2 Af6 17.Kae1 Kae8 18.Vd4 Vh4 19.h3 Ke5 20.Ke3 h5 21.b3 Kfe8 22.a3 Ff5 23.g3 Vg5 24.h4 Vh6 25.Kfe1 Fh7 26.b4 ab4 27.ab4 Aa6 28.c5 Ag4 29.K3e2 K5e7 30.Fa4 Ka8 31.Fb5 Ae5 32.Şg2 g5 33.hg5 Vg5 34.Kh1 Fg6 35.Ka2 Ag4 36.c6 Kf8 37.cb7 Ab8 38.Fe2 f5 39.Fg4 fg4 40.Ae6 1-0

Çınar,N-Öney,Fa[B01] Türkiye Bayanlar Birinciliği Akhisar 2000

1.e4 d5 2.ed5 Vd5 3.Ac3 Va5 4.d4 c6 5.Fc4 Af6 6.Fd2 Vc7 7.Ve2 Ff5 8.Af3 e6 9.0-0-0 Abd7 10.Ae5 Fe7 11.Khe1 Ae5 12.de5 Ad5 13.g4 Ac3 14.Fc3 Fg6 15.f4 Kd8 16.Vf3 h5 17.h3 hg4 18.hg4 Kd7 19.Kd7 Vd7 20.f5 ef5 21.e6 fe6 22.Fe6 Vd6 23.gf5 Fh5 24.Vg2 Ff6 25.Ff6 gf6 26.Vg7 Vf4 27.Şb1 Vh6 1-0

Haznedaroğlu, K - Schut, H [B53] Hollanda, 2000

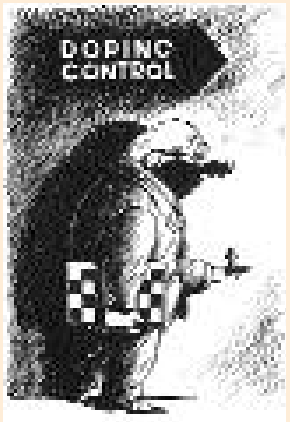
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Vd4 Ac6 5.Fb5 Fd7 6.Fc6 Fc6 7.Ac3 e6 8.Fg5 Af6 9.0-0-0 Fe7 10.Khe1 Vc7 11.Şb1 b5? 12.Ff6! gf6 13.Ad5!! Fd5 [13...Vd8 14.Ae7 Şe7 15.e5! fe5 16.Ae5! Fg2 *(16...de5 17.Vc5; 16...Fb7 17.Vf4)* 17.Vf4 f6 18.Ag4 Kf8 19.Ae3 Fc6 20.Af5 Şf7 21.Vh6; 13...ed5 14.ed5 Fb7 15.Vf6 **A)** 15...Kg8 16.Ag5 *(16.Ke7!? Ve7 17.Ke1)* 16...Kf8 17.Kd3 Fc8 18.Ah7 Şd8 19.Vg7; **B)** 15...Kf8 16.Ag5?! *(16.Ke7! Ve7 17.Ke1; 16.Vh4 Şd8 17.Vh7 Kc8)* 16...Kc8 17.c3 *(17.Kd2 Fd5 18.Kde2 Fe6 19.Ae6 fe6 20.Ve6 Kf7; 17.Ke2 Vc2 18.Kc2 Ff6 19.Ah7 Kc2 20.Şc2 Fe5 21.Af8 Şf8)*] **14.ed5 e5 15.Ve4 Kc8 16.Ke3 b4 17.g4 Vc4 18.Ad4** [18.Kd4!? Vf1 19.Ke1 Vf2 20.Kb4 0-0] **18...Kc5?** [18...h5] **19.Ab3 [19.Af5!?] 19...f5? 20.gf5 Kc8 21.f4! Ff6 22.Ad2 Vc7 23.Af3 Kg8 24.fe5 de5 25.d6 1-0**

Haznedaroğlu, K - Tofan, İ [C18] B Milli Takım Seçmeleri Mordoğan-İzmir 2000

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Fb4 4.e5 Ae7 5.a3 Fc3 6.bc3 c5 7.Vg4 0-0 8.Af3 [8...c4 9.Fg5 Ve8 10.h4 f5 11.Vg3 Kf7 12.h5 Vb5 13.Fe2 Vb2 14.Şd2 Vb6 15.h6 g6 16.Vh4 Aec6 17.Ff6 Kf8 18.Vg5 Ad7 19.Vg6 hg6 20.h7 Şf7 21.Ag5 Şe8 22.h8V 1-0 Vasiukov, E. - Rubel, I S.S.C.B. 1959] **8...Abc6 9.h4 c4 10.Fg5 Va5?! 11.Şd2 Şh8 12.h5 h6 13.Fh4! b5 14.Fe2 Vb6?!** [14...Vc7] **15.Vf4** [15.Vh3!?] **15...a5?** [15...Vb8 16.g4 f6 17.g5! hg5 18.Fg5 Af5 *(18...Şg8 19.h6 Ag6 20.Vh2 Vc7 21.hg7 Vg7 22.Ff6 Kf6 23.ef6 Vf6 24.Kag1+-)* 19.h6 fg5 20.hg7 Şg7 21.Vg5 Şf7 22.Kh7 Şe8 23.Ah4+-] **16.g4 Fd7 17.Ff6!! Şh7** [17...Ag8 18.g5!! hg5 *(18...gf6 19.gf6 b4 20.Khg1 bc3 21.Şe1 Ace7 22.fe7 Kfb8 23.Vf7 Vb1 24.Fd1 Vd1 25.Kd1 Ke8 26.Vg7)* 19.Fg7 Şg7 *(19...Şh7 20.Ag5 Şg7 21.h6 Şh8 22.Af7 Şh7 23.Fd3 cd3 24.Kag1 Kf7 25.Vf7 Şh8 26.Vg7)* 20.Vg5 Şh7 21.Kag1 Vd4 22.Ad4 Ad4 23.Vg7] **18.Fg7!! Şg7 19.Vf6 Şh7** [19...Şg8 20.g5+-] **20.g5! Af5** [20...Ag8 21.g6 fg6 22.hg6] **21.gh6 Kg8 22.Kag1 b4 23.Ag5** [23.Kg7 Kg7 *(23...Ag7?? 24.Ag5 Şh8 25.Af7 Şh7 26.Vg6)* 24.hg7 bc3 25.Şc3 Ah6 26.Kd1 Ad4 27.Ag5 Şg8 28.Vh6 Ae2 29.Şd2 Vd4 30.Şe1 Vc3 31.Şf1 Vh3 32.Ah3 f6 33.Vf6 Ag3 34.fg3 c3 35.Ag5 Fb5 36.Şe1 Ka7 37.Vf8] **23...Kg5 24.Kg5 bc3 25.Şe1 Vd8 26.Kg7 Şh8 27.Vf7 Vg8 28.Vf6 Ag7 29.Kg1 Ae7 30.hg7 Şh7 31.Kg6 Af5 32.Kh6 1-0**

Bayram, Y - Deruni, B [D18] B Milli Takım Seçmeleri Mordoğan-İzmir 2000

1.d4 d5 2.c4 c6 3.Af3 Af6 4.Ac3 dc4 5.a4 Ff5 6.e3 e6 7.Fc4 Fb4 8.0-0 Abd7 9.Ve2 Fg6 10.e4 Fc3 11.bc3 Ae4 12.Fa3 Ab6 13.Fb3 Vc7 14.Kfc1 c5 15.Ae5 Af6 16.Fc5 Abd7 17.Fa3 Ae5 18.de5 Ae4 19.a5 Vc6 20.Ve3 b6 21.Kd1 Kd8 22.ab6 ab6 23.Vb6!? [23.Fa4!! Kd1 *(23...Va4 24.Kd8 Şd8 25.Fe7 Şe7 26.Ka4)* 24.Kd1 Va4 25.Vd3 Ad2 *(25...Vd1 26.Vd1+-)* 26.Vd2 Fd3 27.Vd3 f6 28.Vd8 Şf7 29.Kd7 Şg6 30.Kg7! Şh5 *(30...Şg7 31.Vf6 Şg8 32.Vf8)* 31.Vd3+-] **23...Vb6 24.Fa4 Kd7 25.Kd7 Vf2** [25...Ac3 26.Kad1! Fd3 27.K7d3! Aa4 28.Kd7 h5 29.Ke7 Şf8 30.Ke6 Şg8 31.Kb6 Ab6 32.Fc5 Aa4 33.Kd8 Şh7 34.Kh8 Şh8 35.Fd4+-] **26.Şh1 Vf4 27.Kd5 1-0**



Öney, Fe (TED)- Karaçay, A (AÜ) [A17] 1. Lig, 2000

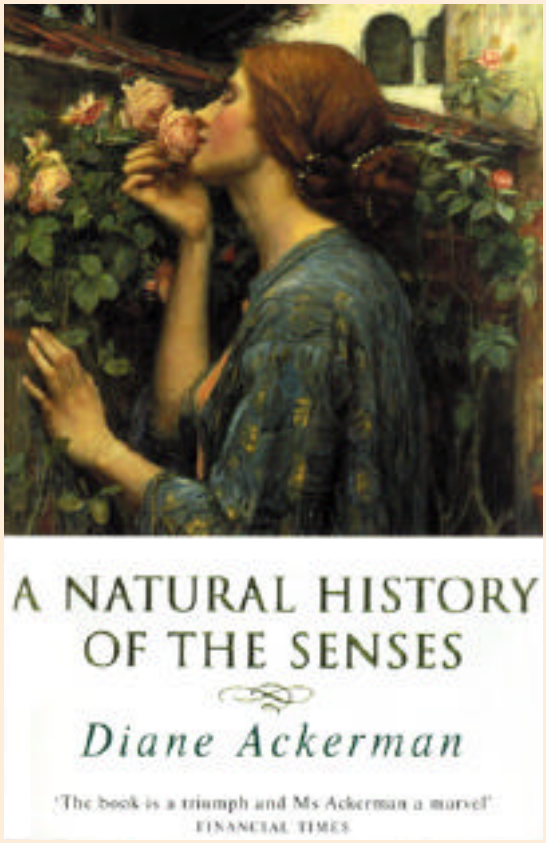
1.Af3 Af6 2.c4 e6 3.Ac3 Fb4 4.a3 Fc3 5.bc3 c5 6.g3 b6 7.Fg2 Fb7 8.d3 0-0 9.0-0 d6 10.e4 Abd7 11.Ke1 Ae5!? 12.Ah4 Ag6 13.Ag6 fg6 14.Ka2 e5 15.h3 Fc8 16.Kf1 Ah5 17.Şh2 Fe6 18.Kb2 Vd7 19.f4 h6 20.Kbf2 Ve7 21.f5 Ff7 22.g4 Af4 23.Ff4 ef4 24.Kf4 g5 25.f6 gf6 [25...Ve5!? 26.d4 Vf4 27.Kf4 gf4 28.fg7 Şg7 29.e5 Kad8 30.Ve2 Kde8 Siyah'ın avantajı mikroskopik.] **26.Kf6 Şg7 27.Ve2 Kae8 28.Vf3 Fg6 29.Kf8 Kf8 30.Vf8 Vf8 31.Kf8 Şf8 32.Şg3 Şe7 33.Şf3 Fe8 34.Şe3 Şf6 35.Ff3 Fa4 36.Fe2 Fb3 37.Şd2 Şe5?? 38.Fd1 Fd1 39.Şd1 b5 40.cb5 c4 41.a4 cd3 42.a5 1-0**

Çınar, N-Çavuşoğlu,Y [C24] Türkiye Bayanlar Birinciliği Akhisar 2000

1.e4 e5 2.Fc4 Af6 3.d3 c6 4.Af3 d6 5.Ve2 Fe7 6.c3 0-0 7.Fb3 Abd7 8.Abd2 Ac5 9.Fc2 Ae6 10.Af1 Ke8 11.h4 Af4 12.Ff4 ef4 13.h5 Ag4 14.A1h2 Ff6 15.Ag4 Fg4 16.h6 g6 17.Vd2 Ff3 18.gf3 Va5 19.Fb3 Fg5 20.0-0-0 d5 21.Kdg1 de4 22.fe4 Kad8 23.f3 Ff6 24.d4 Vc7 25.Vc2 Fh8 26.e5 Şf8 27.Ve4 c5 28.Şb1 b5 29.Vf4 Ke7 30.Kd1 Ked7 31.Khe1 Ke7 32.Vh4 c4 33.Fc2 Vb6 34.f4 b4 35.cb4 Vb4 36.Vf2 Ked7 37.Ve3 Vb5 38.Va3 Şe8 1-0

Aybar Karaçay
Yakup Bayram

DuyularÝn DoÛal Tarihi adlÝ kitabÝnda Diane Ackerman, koku alma, ißitme, tat alma, görme ve dokunma duyularÝmÝza iliĢkin geniĢ bir inceleme sunuyor. DoÛa bilgisi uzmanÝ Ackerman bu beß duyuyu ele alÝrken, bilimsel olgularÝnyanÝsÝra eski inançlara ve edebi anlatÝmlara da yer veriyor. Henüz Türkçeye çevrilmemiş bu kitabÝ tanÝtmak için küçük bir alÝntÝya yer veriyoruz...



A Natural History of the Senses
Diane Ackerman
Phoenix, 1996,
331 sayfa

Kokunun Haritası

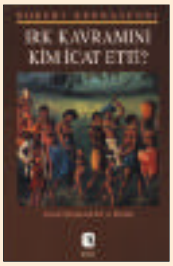
Hayatımız süresince iki an (doğum ve ölüm anı) dışında, nefes alır veririz. Oysa doğarken, yalnızca nefes alır (ilk nefesimiz), ölürken de yalnızca veririz (son nefesimiz). Bu iki an arasında, aldığımız her nefes, havayı, koklama duyumuzla ilgili merkezlere taşır. Her gün, yaklaşık 23.040 kez nefes alıp veririz ve bu sırada yaklaşık 12,4 metreküp havayı hareket ettiririz. Nefes alıp vermemiz beş saniye sürer, bunun iki saniyesi nefes alırken, üç saniyesi de nefes verirken geçer. Bu beş saniye içinde koku molekülleri bütün sistemlerimize dolar. Nefes alır verirken aynı zamanda koku da alırız. Kokular bizi sarmalar, etrafımızda döner, vücudumuza girer, vücudumuzdan yayılır. Kokuların içinde yüzdüğümüz söylenebilir. Buna rağmen bir kokuyu tarif etmeye çalıştığımızda kelimeler yetersiz kalır. Kelimeler, evrenin o müthiş kaosu içinde yalnızca küçücük birer şekildir. Ancak kelimeler, evreni merceğin altına koyarlar, düşünceleri bir düzene sokarlar, bilinci keskinleştirirler, algının suluboya resmini yaparlar. Truman Capote, *Soğukkanlılar* adlı kitabında iğrenç bir suç ortaklığı yapan iki kişinin işlediği cinayetleri anlatır. Olayı açıklamaya çalışan bir suç psikoloğu, katillerden hiçbirinin suçu tek başına işleyemeyeceğini, oysa birlikte, cinayet işleyebilen üçüncü bir kişi oluşturduklarını belirtir. Bu anlatımın, kimyacıların hipergolik (bileşenleri birbirine dokunduğu an tutuşan maddeler için kullanılan bir terim) olarak adlandırdıkları şeyi de gayet iyi anlattığını düşünüyorum. İki maddeyi alıp karıştırdığınızda bir hayli farklı (örneğin sofra tuzu) ya da patlayıcı (örneğin nitrogliserin) bir şey üretebilirsiniz. Dilin büyüsü, insan yapısı da olsa, kimi zamanlarda, olmayan duyguları ve duyumları anlatabilmesidir. Ancak koku ile beynin dil merkezleri arasındaki fizyolojik bağlantılar çok zayıftır. Oysa koku ile bellek merkezleri arasındaki bağlantı böyle değildir; zaman ve mesafeyi aşan kestirme bir yol vardır. Diğer duyularımızla dil arasındaki bağlantı için de aynı şey söylenebilir. Bir şey gördüğümüzde, gördüğümüz şeyi tüm ayrıntılarıyla ve yüzlerce benzetme eşliğinde anlatabiliriz. Gördüğümüz şeyin yüzeyinde, her girinti çıkıntısını ve dokusunu hissederek bir karınca gibi dolaşabilir ve bu şeyi, kırmızı, mavi, büyük, küçük gibi görme duyusuyla ilgili sıfatlarla tarif edebiliriz. Oysa bir kokunun özelliklerini kim ayrıntısıyla tarif edebilir? Bir şeyin duman koktuğunu, kükürt koktuğunu, çiçek koktuğunu veya meyve koktuğunu söylediğimizde, aslında kokuları başka şeyler (duman, kükürt, çiçek, meyve) yoluyla tarif ederiz. Kokular en sevgili akrabalarımızdır, fakat isimlerini hatırlayamayız. Bunun yerine bize neler hissettirdiklerini anlatırız. Bir şeyin kokusu "iğrenç", "baş döndürücü", "mide bulandırıcı", "hoş", "güzel", "heyecanlandırıcı" olabilir.

Bir keresinde annem, Florida'daki Indian Nehri boyunca portakal ağaçları arasında babamla birlikte yaptıkları bir gezintiden söz etmişti. Ağaçlar tepeden tırnağa çiçekle doluymuş ve havada çok hoş bir koku varmış. Bu onu çok mutlu etmiş. "Koku neye benziyordu?" diye sordum. "Çok güzeldi, baş döndürücü bir kokuydu." yanıtını verdi. "İyi ama bu koku nasıl kokuyordu?" diye tekrar sordum. "Portakal gibi mi?" Eğer öyleyse, ilk kez on sekizinci yüzyılda imal edilen ve Fransız kralı XV. Louis'nin son gözdesi Madame du Barry'nin kullanmaktan çok hoşlandığı şu kolonyalardan bir tane de anneme alabilirdim. (Kolonya, neroli (portakal çiçeklerinin damıtılması sonucunda elde edilen uçucu esans, büyük olasılıkla Eski Roma'da da kullanılıyordu), bergamot (portakal kabuğundan elde edilen esans) ve daha başka küçük bileşenlerden oluşur.) Benim bu sorum üzerine "Hayır!" dedi annem kendinden emin bir biçimde, "Portakalla hiç ilgisi yok. Çok hoş bir kokuydu. Harikulade bir kokuydu." "Tarif et ne olur!" dedim. Annem çaresizlik içinde kollarını iki yana açtı.

Bunu siz de deneyin. Sevgilinizin, çocuğunuzun, anne babanızın kokusunu tarif etmeye çalışın. Ya da çoğu insanın gözleri kapalıyken bile kokusundan tanıyabileceği yerlerden birinin, örneğin bir ayakkabı mağazasının, bir fırının, bir kütüphanenin. Fakat en sevdiğiniz koltuğun, odanızın ya da arabanızın kokusunu tarif edebilir misiniz? Romancı Paul West'in *Çiçektozlarının Çiçeklerde Konakladığı Yer* adlı kitabında "toprak gibi kokan kan" biçiminde bir anlatım vardır. Kokuyla ilgili hemen bütün benzetmelerde olduğu gibi, bu benzetme de gücünü dolaylılığından alıyor. Bir başka etkileyici anlatım da romancı Witold Gombrowicz'in günlüğünün ilk cildinde yer alıyor. Gombrowicz, A. ve karısıyla birlikte yaptığı bir kahvaltıyı "yediğimiz şey, bağışlayın ama, çok lüks bir tuvalet gibi kokuyordu." diye anlatıyor. Kokan şeyin, kahvaltıda yemek için kızartılan pahalı ve kaliteli böbrekler olduğunu tahmin ediyorum.

Koku alma duyumuz bütün duyularımız içinde en doğrudan olanı. Kokunun "haritasını" çıkarmak için haritada kullanılan işaretler kadar açık ve kesin yeni sözcükler bulmaya istekli haritacılara ihtiyacımız var.

Çeviri: Barış Bıçakçı



Irk KavramÝnÝ Kim Ücat Etti?
Robert Bernasconi
Çeviri:Z. Direk, İ.Esiner, T. Meriç, N. Öktem
Metis YayÝnlarÝ
Üstanbul, Haziran 2000

Kültür Bilimleri ve Kültür Felsefesi
Doğan Özlem
İnkılâp Yayıncılık, Üstanbul, 2000



Irk Kavramını Kim İcat Etti, Robert Bernasconi'nin ırk kavramının ortaya çıkışı ve modern dünyada bu kavramın geçirdiği değişiklikler üzerine yazılmış yedi makalesinden oluşuyor. Yazarın 1988 yılında Amerika'da karşılaştığı Siyah karşıtı ırkçılığı anlama girişimi kitabın yola çıkış noktası olmuş.

Sürekli değişen bir dünyada, görüşlerin de çağdan çağa farklı bir biçimde yorumlanması gerektiğine dikkat çeken Bernasconi, okuru Avrupa'ya damgasını vurmuş bazı düşünürlerin metinlerini yeniden gözden geçirmeye çağırıyor. Locke, Hegel, Sartre bu düşünürlerden bazıları...

"Irksal olarak kutuplaşmış bir ortamda, hiçbir insan, hatta dışardan gelmiş biri olsa bile, toplumun kıyısında bir yerde duramaz. Daha başlangıçta, kişinin gelip ortada görünmesi bile o toplumdaki yerini belirler, belki de fazlasıyla belirler." Bu sözlere yer veren kitabın giriş bölümü, dünden bugüne ırk kavramı konusundaki duyarlılığımıza yeni bir bakış açısı getiriyor.

İlk baskısını 1986 yılında yapan *Kültür Bilimleri ve Kültür Felsefesi* bilim, kültür ve felsefe alanlarının kesiştiği bilim felsefesini ele alıyor. Yazar kitabın önsözünde, ülkemizdeki bilim felsefesi araştırmalarında pozitivist ve neopozitivist geleneğin ağır bastığını,bu tek yanlılığın da olumsuz değerlendirmelere neden olduğunu belirtiyor. Kitabın ana amacının ise, en az yüz yıllık bir geçmişi olan başka bir bilim felsefesi geleneğini okura tanıtarak, ülkemizdeki bilim felsefesi çalışmalarına egemen olan bu tek yanlılığı gidermek olduğunu söylüyor. Yazara göre bir kültür bilimleri felsefesi, genelinde "kültür" kavramından ne anlaşıldığını sorgulayan bir "kültür felsefesi"yle sürekli bir karşılıklı etkileşim içinde olmalıdır. Böyle bir yaklaşımdan uzak olan pozitivist ve neopozitivist anlayışın doğal bir biçimde "bilim" kavramını "doğa bilimi" kavramıyla özdeşleştirdiğini, bu nedenle de kültür bilimlerinin bilimselliğinin yanlış bir biçimde ele alındığını anlatan kitabın ilk bölümünde bilgi, bilim, tarihselcilik-olguculuk ve din kavramları tartışılıyor. İkinci bölümde ise özellikle Cassirer'in de görüşlerine yer verilerek insan ve kültür kavramları sorgulanıyor. Ege Üniversitesi Felsefe Bölümü profesörlerinden Doğan Özlem'in kitabı özellikle bilim felsefesiyle ilgilenen araştırmacılar ve felsefe okurları için önemli bir kaynak.

KaranlÝk Bir Dünyada Bilimin Mum IßÝÛÝ
Carl Sagan
Çeviri: Miyase Göktepeli
TÜBİTAK Popüler Bilim KitaplarÝ
Ankara, 8. BasÝm
Haziran 2000



Popüler bilim yazarlığının ne kadar güç bir iş olduğu, bu alanda yazılmış iyi bir kitapla karşılaşıldığında çok daha kolay anlaşılabiliyor. Carl Sagan'ın kitabı ele aldığı konunun öneminin yanı sıra bilim yazarlığının nasıl olması gerektiğine dair verdiği ipuçlarıyla da ikinci bir okumayı hak ediyor. Sağlam bir bilgi birikimi has bir yazarla bir araya geldiğinde, bilim yazılarının rahatlıkla okunup, anlaşılabileceğini göstermesi de kitabın bir başka erdemi.

"Bilim sevdası beraberinde bilimi popüler kılma, yani yöntem ve bulgularını bilim adamı olmayanlara da eriştirebilme isteğini getiriyor. Bilimi açıklamaktan kaçınmak, bana son derece ters gelen bir tutum. Birine aşık olduğunuzda tüm dünyaya duyurmak istersiniz. Bu kitap, bilim ile bir ömür sürmüş gönül ilişkisini yansıtan kişisel bir bildirge."

Kitabın hemen başlarında karşımıza çıkan bu satırlar, Carl Sagan'ın bilimin geniş bir kesim tarafından doğru biçimde kavranabilmesi için duyduğu heyecanın bir ifadesi. Pulitzer Ödülü'ne de sahip Sagan'ı böyle bir kitap yazmaya iten, akıldışılığın ve batıl inançların egemen olacağı yeni bir Karanlık Çağ'ın eşiğinde olup olmadığımız sorusu. Bilimsel çalışmalara neden kara çalındığı, uzaylılarca kaçırılma hikâyeleri, başka dünyaların insanlarıyla bağlantı kuranlar, şifacılar ya da falcılar; tüm bunların içyüzü *Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı*'nın ele aldığı konular. Tüm bu başlıklar çarpıcı, gündelik yaşamda sık sık karşımıza çıkan örneklerle anlatılmış. Anemi hastalığından kurtulmak için üfürükçüye gitmeyi mi, yoksa B_{12} vitamini almayı mı tercih edersiniz? Çocuğunuzu çocuk felcinden korumak için dua edebilirsiniz, ama aşı ondan daha geçerli olmaz mı? Çocuğunuzun cinsiyetini yüzde 99'luk bir kesinlikle öğrenmek istiyorsanız, neden amniyosentez ya da ultrasonu denemiyorsunuz?

450 sayfa boyunca bilimin gücünün ve insan yaşamındaki öneminin tekrar tekrar altını çizen Sagan'ın bu içten seslenişine tüm kitapseverlerin ilgi duyacağını düşünüyoruz.



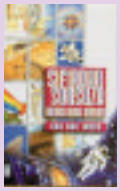
Shakespeare'in KadÝnÝ
Michael Baldwin
Everest YayÝnlarÝ
Çağdaş Dünya EdebiyatÝ Dizisi
Çeviri: Emrah Çakmak
Üstanbul Temmuz 2000



Önce Söz Vardı
Ünsan Olmaya, YabancÝlaßmaya, Özgürlüğe, Başkaldırıya dair...
Derleme
Ütopya Yayınevi
Siyasal Kültür Dizisi
Çeviri: Sibel Özbudun
Üstanbul Temmuz 2000



Gezi 2000-Türkiye Tatil RehberÝ
Ekin YazÝm Merkezi
Resimleyen: Metin Çağlayan
Bercis Girtine
Üstanbul / 2000



SÝfÝrdan Sonsuza Bilimin Hayal Dünyası
Ann Rae JONAS
Timaß YayÝnevi
Çağdaş Bilim Dizisi
Çeviri: Seher Yılmaz
Üstanbul 2000

Belgesel Sinema
İzdüşüm Yayınları
Paul Rotha
Çeviri: İbrahim Şener
Resimleyen: Timuçin Unan
Üstanbul 2000



AhßabÝn Öyküsü
Mehmet Ali Kılıçbay
Ümge Kitabevi YayÝnlarÝ
Üstanbul
Haziran 2000



Osmanlıdan Önce Anadolu
Tarih VakfÝ Yurt YayÝnları
Claude Chen
Çeviri: Erol Üyepazarcı
Üstanbul Haziran 2000



ÞifalÝ Otlar
Cep Ansiklopedisi
Lesley Bremness
Ünkilap Kitabevi YayÝn
Çeviri: Nejat Ebcioğlu
Üstanbul 2000





Raßit Gürdilek

Müonla Füzyon

Yıldızların sıcak merkezlerinde yaptıkları gibi hafif çekirdekleri birleştirerek, ucuz, temiz ve bol bir enerji kaynağı geliştirmek için vakum odalarında muazzam sıcaklıklara kadar ısıtılmış plazmayla ya da lazer demetlerinin güçlü enerjisiyle uğraşan füzyon araştırmacıları, gözlerini müon adlı bir temel parçacığa çevirmiş bulunuyorlar. Elektronun daha ağır bir türü olan müon, birbirine komşu çekirdekleri sarıp sıkıştırarak füzyon sağıyor.

Daha önce müonun katalizör olarak kullanıldığı füzyon deneylerinde karşılaşılan darboğazların iki yeni yaklaşımla aşıldığı bildiriliyor. Birincisinde, uluslararası bir araştırma ekibi, tek bir müonun bozunmadan önce gerçekleştirdiği nükleer tepkimelerin sayısını arttırma yolunu buldu. Müonun nükleer füzyonu kolaylaştırması, şu süreçle işliyor. Müon, önce bir ağır hidrojen izotopu olan trityum çekirdeğinin çevresinde dönen elektronun yerini alarak, müonik trityum oluşturuyor. Çekirdeğe bir de döteryum (başka bir ağır hidrojen izotopu) çekirdeği eklendiğinde bileşik bir molekül ortaya çıkıyor. Şimdi tüm bileşik molekülün çevresinde dolanmaya başlayan müon, iki çekirdeği sıkıştırıyor ve bunların birleşerek bir helyum çekirdeği (alfa parçacığı) oluşturmalarını sağlıyor. Sıkıştırmayı müon yaptığı için, iyonlaşmış çekirdekleri yüksek enerjide çarpıştırarak birleştirmek için ısıtmaya (100 milyon kelvin dereceye kadar) gerek kalmıyor. Araştırmacılar, kullanılan tekniğe (herhalde 1980'lerde boşa çıkan bir yöntemin adını vermemek için) "soğuk füzyon" demekten kaçınıyorlar. Ama ekibin yöneticiliğini yapan, Kanada'nın Vancouver kentinde TRIUMF Parçacık Fiziği Laboratuvarı'ndan Glen Marshall'a göre süreç, tüm öteki deneylerden çok daha soğuk. Yeterli bir randıman alınabilmesi için müonik trityum'un enerjisi, döteryum çekirdeğine yaklaşırken son derece düşük (yaklaşık 1 elektronvolt) düzeyinde tutulmak zorunda. Daha önceki deneylerde "saçılım tüfeği" denen bir yaklaşım kullanarak bir döteryum hedefini değişik enerji düzeylerindeki parçacıklarla bombardıman ediyorlardı.



Ama Marshall'ın ekibi, "ratlantısal olarak" , enerjisi yaklaşık 1 elektronvolt olduğunda müonik trityumun trityum-hidrojen karışımından kaçtığını keşfettiler. Böylece araştırmacılara gereken düzeyde enerji taşıyan atomları seçme olanağı doğdu. Araştırmacılar altın bir folyo üzerine yoğuşturulmuş konsantre döteryumu bir müonik trityum demetiyle bombardıman ettiler ve daha sonra tüm düzeneği 3 kelvine kadar (-270 santigrat derece) soğuttular. Alfa parçacıklarını sayarak bir müon başına kaç füzyon gerçekleştiğini ölçtüklerinde, sayının saçılım tüfeği yöntemine kıyasla 100 kat fazla olduğunu belirlediler.

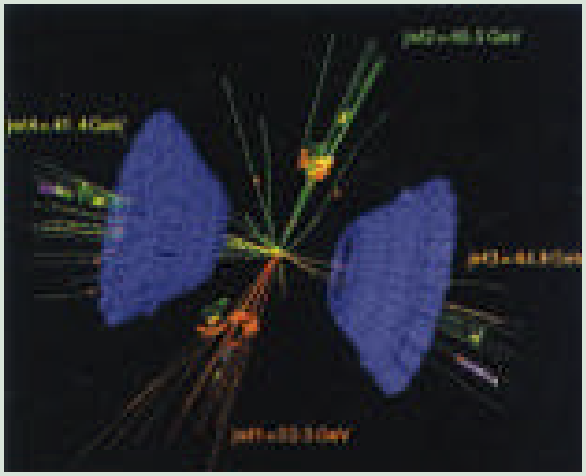
Japonya'nın Wako-Shi kentinde bulunan Japon Fizik ve Kimya Araştırmaları Enstitüsü (RIKEN) araştırmacılarından Ken Nagamine'ye göre bu son derece ilginç ve önemli bir adım. Nagamine'nin ekibi halen müon füzyonunun başındaki öteki sorunla uğraşıyor. Bir reaktör kalbinde her müonun bozunmadan önce yaklaşık 300 füzyonu tetiklemesi gerekiyor.Oysa negatif elektrik yüklü olan müon, tepkimeden sonra pozitif yüklü olan alfa parçacığına yapışma eğiliminde. Nagamine, uygun koşullardaysa müonun alfa parçacığından kurtulduğuna işaret ederek, ekibinin bu işi kolaylaştırmak üzere yüksek enerjili bir geri tepme yöntemi geliştirdiğini açıkladı. (Daha fazla bilgi için: Physics Review Letters (Vol 85, p1674)

New Scientist, 23 Eylül 2000

Higgs Bozonu Göz Kırpıyor

Neredeyse 20 yıldır fizikçiler için "en büyük av" olma özelliğini sürdürmekle birlikte bir türlü ele geçmeyen Higgs parçacığı yakayı ele vermek üzere. Ancak, büyük laboratuvarlarda sorguya alınmadan önce avcılarını birbirine düşüreceği kesin.

Higgs parçacığı ya da bozonunun başına böyle büyük bir ödül konmasının nedeni, parçacıklara kütle kazandırması. Fizikçiler, evrenin her noktasını dolduran Higgs alanıyla etkileşen ve temel doğa kuvvetlerinden zayıf etkileşimi duyan tüm parçacıkların kütle kazandığı düşüncesini taşıyorlar. (Bkz: Maddenin Aslı, *Bilim ve Teknik*, sayı 386, s 50-57). 1966 yılında Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs'in düşünce ürünü olan parçacık, yıllardır kuramcıları peşinden koşturuyor. Nedeni, parçacık fiziğinin kutsal kitabı sayılan Standart Model'in yanıt veremediği pek çok soruyu açıklama potansiyeli. Ayrıca Higgs parçacığının, temel doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesinde de anahtar rol oynaması bekleniyor. Ancak parçacık, daha önce öngörülen enerji düzeylerinin altında ortaya çıkacak göründüğünden, Standart Model'in başına yeni dertler de açabilir.



Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de fizikçiler, geçtiğimiz ay, bir süredir gücünün sınırında çalıştırmaya başladıkları büyük bir parçacık hızlandırıcısında, Higgs bozonunun varlığını gösterebilecek "işaretler" saptadıklarını açıkladılar. Bu bile, yerini çok daha güçlü bir hızlandırıcıya bırakmak üzere sökülmeye hazırlanan LEP'in ömrünü en az bir ay (2 Kasım'a kadar) uzatmaya yetti. Büyük Elektron-Pozitron Çarpıştırıcısı LEP'te parçacıkların çarpışma ürünlerini izleyen dört dev detektör, Higgs imzası olabilecek bozunma örüntüleri saptamış bulunuyor. Çarpışmalarda pekçok başka ürün arasında, ancak birlikte oluşabilen Higgs ve (zayıf etkileşime aracılık eden üç bozondan biri olan) Z^0 bozonu, ortaya çıkar çıkmaz başka parçacıklara dönüşüyorlar, bunlar da gene çok kısa süre içinde başkalarına... CERN fizikçilerini heyecanlandıran, ayrı yönlerde kuarklardan oluşan dört parçacık fışkırması (meslek dilinde "jet"). Bunun rastlantısal bir olgu olması olasılığı, yapılan hesap ve gözlemlerle önce yüzde bire, daha sonra da binde bire düşürülmüş. Ancak "işaretlerin", "kanıt" değeri kazanabilmesi için rastlantı olasılığının en az milyonda bire kadar düşürülmesi gerekiyor. İşte CERN fizikçileri bir ay içinde LEP'i gücünün ötesinde zorlayarak bunu gerçekleştirmeye çalışacaklar. Higgs parçacığını aramak üzere tasarlanmış bir makinenin, 11 yıl sonra tam devreden çıkmak üzereyken avının kokusunu alması, ilk bakışta kaderin oynadığı acı bir oyun gibi görünüyor. Aslındaysa bu "son an" sendromu pek rastlantısal değil. Fizikte daha önceki büyük keşifler de genellikle son anda yapılıyor. Nedeni, büyük ve pahalı makineleri kullananların, bunları tasarım sınırlarına kadar zorlayıp ömrünü kısaltmaktan çekinmeleri. Ancak makineler devre dışı bırakılacağı zaman (kaybedecek bir şey olmadığı için) araştırmacılar bunları güçlerinin sınırında, hatta ötesinde çalıştırmaya başlıyorlar. LEP'te de olup biten bu.

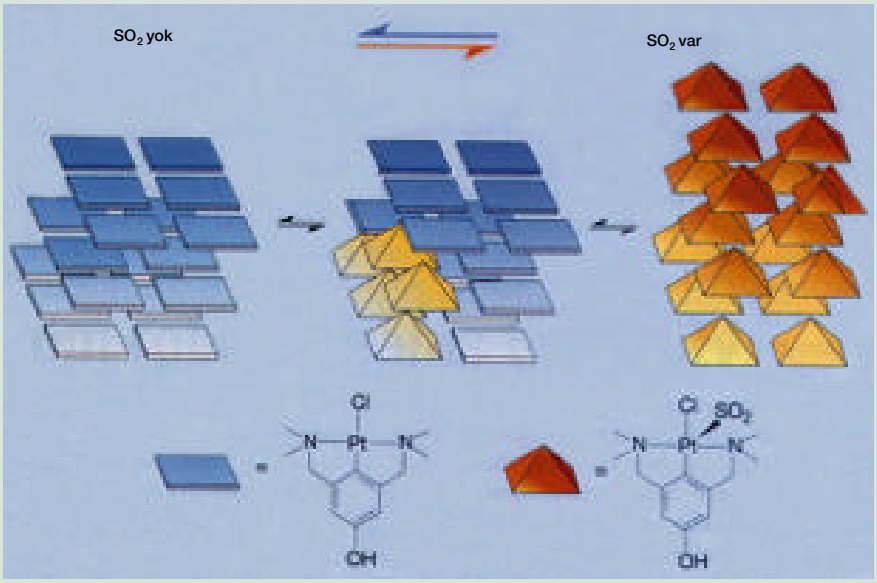
Higgs "işaretleri"nin 114 ya da 115 milyar elektronvolt (GeV) düzeyinde ortaya çıktığı sanılıyor. Higgs'le beraber ortaya çıkan Z^0 bozonlarının daha önceden belirlenen kütlesi de 91 (Gev) yakınlarında. İkisinin toplam enerjisi 205-206 (gev) ediyor. Bu enerji düzeyine çıkabilmek, LEP fizikçilerinin, "artık makine kapanıyor; ne olacaksa olsun" mantığıyla elektron ve bunların ters yüklü karşılığı olan pozitronları, 103'er GeV'e kadar hızlandırmalarıyla mümkün olmuş. Elektron ve pozitron demetleri, ters elektrik yükü taşıdıklarından, güçlü süperiletken mıknatıslar yardımıyla paralel iki tünelde ters yönlerde neredeyse ışık hızına kadar hızlandırıyorlar ve daha sonra detektörlerin içinden geçen silindir biçimli bir odada çarpıştırılıyorlar. Hem elektronlara, hem de pozitronlara 103 GeV enerji verilebildiği için toplam çarpışma enerjisi, 206 GeV oluyor. Yani tam Higgs ve kardeş bozonunun toplam enerjilerinin sınırında!.. Demek ki daha önceki deneylerdeki "normal" enerji düzeyleri, bu 206 GeV toplamını veremediği için, aslında 114 GeV kütledeki (Einstein'ın ünlü formülü uyarınca enerji = kütle) Higgs daha önce, örneğin 150 ya da 200 GeV enerji düzeylerinde ortaya çıkamamış. Çünkü bozon kardeşlerini geride bırakamıyor. LEP fizikçileri, şimdi harıl harıl daha fazla çarpışma verisi toplamaya çalışıyorlar. Amaç, CERN yetkililerini yumuşatarak LEP'in idamını biraz daha erteletmek. Telaşın nedeni, biraz da bu büyük keşfin onurunu, CERN'in ezeli rakibi olan ABD'deki Fermilab araştırma merkezine bırakmamak. Fermilab, yenilenerek merkezde toplam çarpışma enerjisini 1 trilyon elektronvolt (TeV) düzeyine yükseltecek kapasite kazandırılmış bir hızlandırıcıyı devreye sokmaya hazırlanıyor. Ama sorun, elektron ve pozitronlar yerine, kuarklardan oluşan ve dolayısıyla çarpışma ürünleri son derece karmaşık ve izlenmesi güç olan protonlar kullanması. Fermilab, eğer eline geçecek bu fırsatı değerlendiremezse, top yine CERN'e geçecek ve Higgs avını, 2005 yılında devreye girerek proton ve antiprotonları çarpıştıracak Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) devralacak. LHC, LEP'ten 10 kat daha güçlü ve Higgs'in ardından, Standart Model'in öngördüğü süpersimetri parçalarını da arayacak. Bu nedenle CERN yönetimi, parsayı Fermilab'a kaptırma pahasına da olsa, LEP'in ömrünü daha fazla uzatıp LHC'nin montaj sürecini geciktirmek istemiyor.

Science, 22 Eylül 2000
Nature, 21 Eylül 2000

Soluk Alan Kristaller

Nanometre, zihinlerde canlandırması güç küçüklüğüne karşın, günümüz teknolojisinin temel ölçü birimi durumuna gelme yolunda. Metrenin milyarda biri kadar ya da yakın küçüklüklerde parçaların üretim ve kullanımına dayalı nanoteknoloji, daha şimdiden günlük yaşamımızın bir parçası haline geldi sayılır. Yeni kuşak bilgisayarların yongaları, moleküllerden oluşan işlevli makineler, küçük robot ya da yapılar ne kadar "nanolaşırsa" becerileri o ölçüde artar düşüncesi yaygın. Nanoölçekli yapı ya da parçaların üretimi için iki yol var. "Mühendislikle küçültmek" denen birinci yöntem, istenen parçaları makroskopik araçlarla yapmak. Bilgisayar yongalarında kullanılan devrelerin lazerle çizilmesi ya da kazınması buna bir örnek. Söz konusu parça ne kadar küçük olursa, üretiminde kullanılan makroskopik teknoloji de o kadar hassas olmak zorunda. Bu da tüm başarılarına karşın bu yönteme birtakım darboğazlar getiriyor.

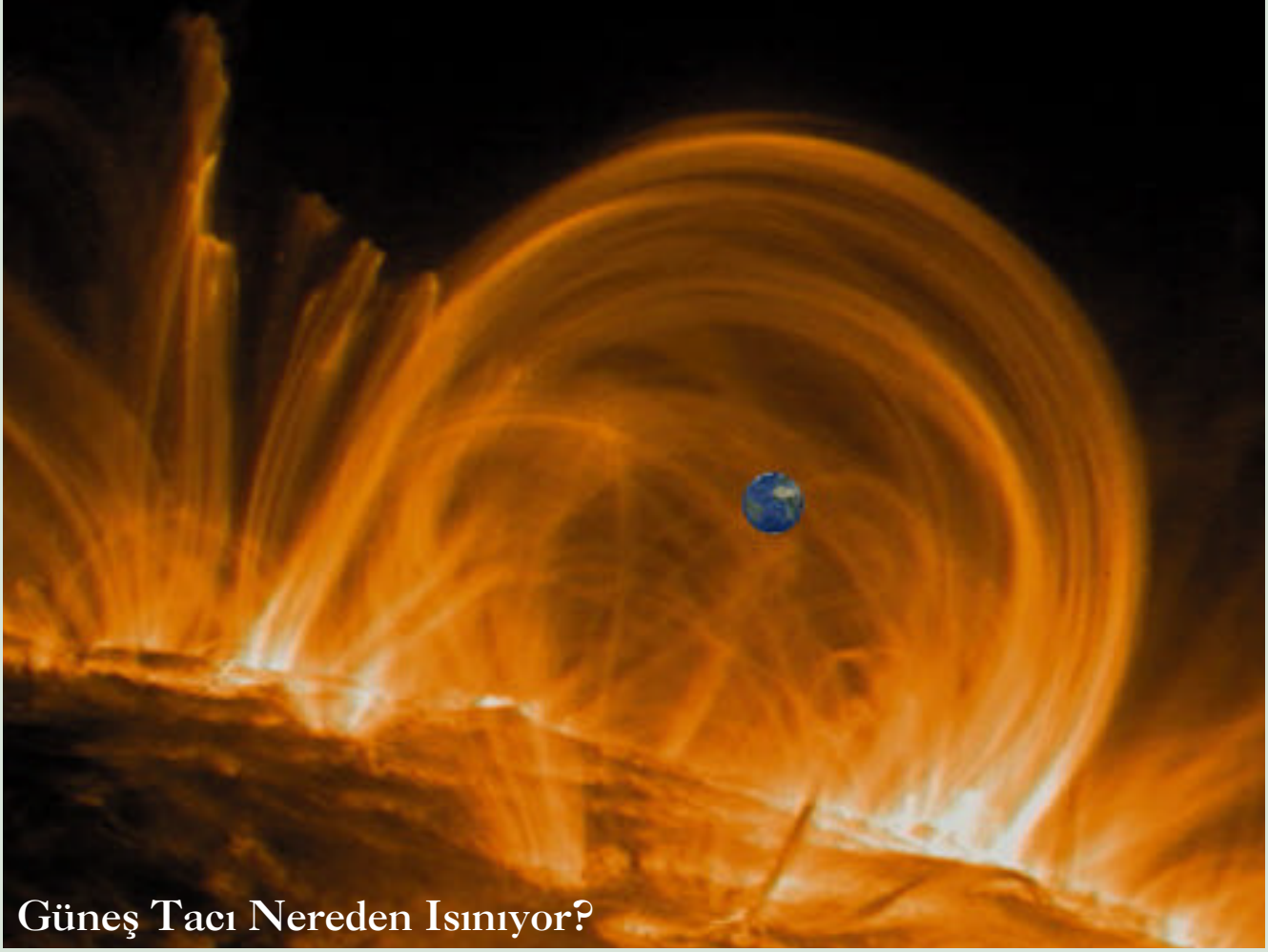
İkinci yöntem, daha çok canlıların kullandığı "sentezle büyütmek" yöntemi; yani çok daha küçük parçaları birleştirerek nano ölçekte moleküller oluşturmak. Bu yöntemin nanoteknolojiye kazandırılmasının karşısındaki güçlükse, çoğu suda çözünen ya da ancak homojen bir toz halinde bulunabilen bu molekülleri birleştirebilmek. Araştırmacılar da yıllardır iki teknik arasındaki bu boşluğu gidermeye çalışıyorlardı. Hollanda'nın Utrecht Üniversitesi'nden Martin Albrecht başkanlığındaki bir ekip, nanoteknoloji için yeni bir "sentezle büyütmek" yaklaşımı getirdi. Ekibin yaptığı, aslında doğada sıkça görülen bir olayı, kükürt dioksit gazının SO_2 platin iyonları içeren organik bir molekülle (organoplatin bileşikle) birleşip sonra da ayrılması sürecini tekrarlamak. Ancak Albrecht ve arkadaşları, bu süreci düzgün yapıda katı bir kristal üzerinde gerçekleştirmiş bulunuyorlar. Gerçi katı maddelerle gazların geçici birleşmesi fazlaca yeni sayılmaz. Zeolitler ve killer gibi delikli maddeler, pek çok küçük molekülü birbirine bağlamak için petrokimya sanayiinde yaygın olarak kullanılıyor. Hollandalı araştırmacıların yönteminin yeniliği ve önemiyse, katı maddelerle gazların geçici birlikteliği için ille delikli malzemenin gerekmediğini göstermeleri. Şimdiye kadar bir organoplatin bileşiğine SO_2 eklenmesinin bileşiğin moleküler yapı ve biçiminde yapacağı büyük değişimin, kristal yapılı bir katı maddenin anında kırılıp parçalanmasıyla sonuçlanacağı varsayılmaktaydı. Varsayım, farklı büyüklüklerdeki parçaların büyük ölçekli stres ve gerilimler oluşturması temeline oturuyordu. Hatta bu türden stres ve gerilimler, düzgün kristal yapılardan küçük moleküler "misafirlerin" ayıklanması sürecinde de ortaya çıkıyor, ve kristal dokudaki diğer moleküllerin yaratılan boşluğu doldurmak için hücum etmesiyle kristalin ufalanmasıyla sonuçlanıyordu. "Doğa boşluğu sevmez" deyiminin bu ve benzeri gözlemlere dayandığı anlaşılıyor. Doğanın Albrecht ve arkadaşlarını sevdiğindeyse kuşku yok! Hollandalı araştırmacılar, renksiz organoplatin kristallerini birkaç dakika SO_2'ye batırdıklarında hoş bir turuncu renk oluşuyor. Deneyin önemi rengin güzelliğinden gelmiyor tabii. Renk, platin moleküllerin kare düzlemleri, SO_2'nin etkisiyle kare prizmalar haline geldikçe dıştan içe doğru yayılıyor. İçteki kristaller, komşuları üç boyut kazanıp kristali şişirdikçe, sabırla sıranın kendilerine gelmesini bekliyorlar. Sonuçta kristal yapının hacmi dörtte bir oranında artıyor, ama kristalin üç boyutlu mükemmel yapısı aynen korunuyor. İşin daha da ilginç ve önemli yanı, şişmiş kristal havayla temas ettirildiğinde SO_2 dışarı üfleniyor ve kristal eski renksiz ve kükürtsüz durumuna geri dönüyor. Sürecin birçok kez yinelenmesine karşın kristal özellik bozulmuyor. Hollandalı ekip, bu özelliğinden dolayı SO_2'ye duyarlı bu malzemenin, kristal yapılı bir optik anahtar olarak kullanılabileceğini söylüyor. Anahtar SO_2 bulunmayan "kapalı" ve SO_2 içeren "açık" durumlar arasındaki renk farkı ya da hacim değişiklikleriyle işletilebilir. Anahtar, ortamda kükürt dioksitin var olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir. Ayrıca kristallerin hava yerine ışıkla biçim ya da renk değiştirir hale getirilmesi koşuluyla düzenek opto-elektronik sanayiinde daha geniş bir uygulama alanı bulabilir.



Deneyin başarısı, akla şunu da getiriyor: Eriyik durumdayken gazları bağlayabilen başka bileşikler, katı halde de aynı beceriyi gösterebilirler mi? Örneğin, kanımızda oksijen taşıyan hemoglobin molekülü, çok farklı yapısına karşın oksijeni Albrecht ve arkadaşlarının betimlediği yönteme benzer bir yöntemle alıp veriyor. Hemoglobin kristali katı haldeyken yüksek hidratlı bir yapıya sahip ve bu nedenle gazlar içine kolaylıkla geçebilir.

Hollandalı ekibin başarısı, bağlama ve sinyal iletme amacıyla kullanılacak katı hal anahtarlar için daha kapsamlı araştırmalar için kapıyı aralamış görünüyor.

Nature, 31 Ağustos 2000

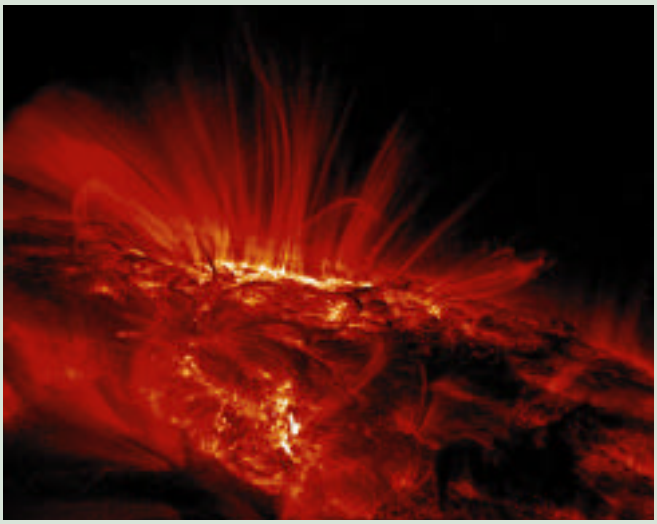


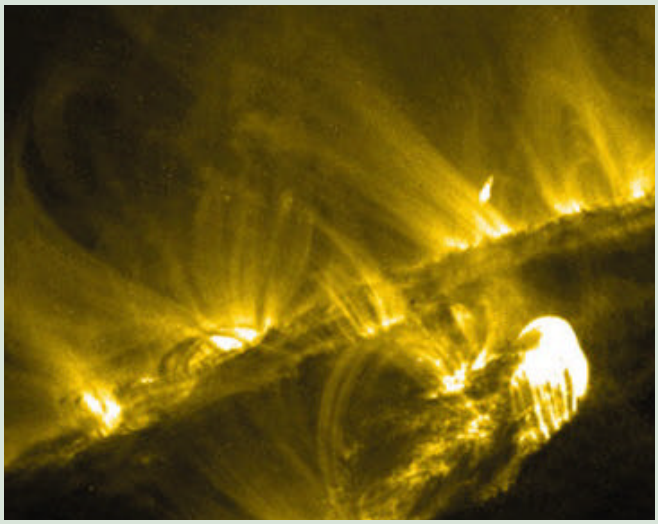
Güneş Tacı Nereden Isınıyor?

Amerikalı bilimadamları, Güneş atmosferinin özel bir bölgesini izlemek üzere tasarlanmış bir uydunun yardımıyla yıldızımızın taç (corona) denen üst atmosferinin neden yüzeyinden çok daha sıcak olduğu bilmecesini çözme yönünde önemli bir adım attılar. Araştırmacılara yol gösteren, "taç halkaları" denen ve iyonlaşmış (elektronlarının bazılarını yitirmiş, dolayısıyla (+) elektrik yükü kazanmış) gazdan oluşan dev fıskiyelerin olağanüstü ayrıntıdaki görüntüleri. Görüntüleri sağlayansa, NASA'nın geliştirmiş olduğu (Güneş) Geçiş Bölgesi ve Taç Kaşifi (TRACE) adlı uzay aracı. Bilim adamları, haleye benzeyen ve tam Güneş tutulmaları sırasında çıplak gözle izlenebilen bu taç katmanına öteden beri yakın bir ilgi göstermekteydiler. Nedeni, son derece hareketli bu bölgede meydana gelen parlama ve plazma fışkırmalarının, Dünya'nın elektromanyetik kalkanını delerek gezegenimizde manyetik fırtınalara yol açması. Bu fırtınalar, enerji hatlarında, kentlere enerji sağlayan santrallerde, duyarlı elektronik aygıtlarda ve bilgisayarlarda hasara neden olabiliyor, hatta uçakların uçuş güvenliğini tehlikeye atıyor, alçak yörüngedeki uyduların konumlarını bozabiliyor (Bkz "Güneş'in Gazabına Hazır mıyız?" TÜBİTAK *Bilim ve Teknik dergisi,* Şubat 2000). Gökbilimciler, ayrıca taç bölgesinin hareketli dinamiğini inceleyerek öteki yıldızlar konusunda daha net bilgiler sağlamayı da umuyorlar.

Araştırmacıların en çok merak ettikleri, Güneş yüzeyinin yaklaşık 5500°C sıcaklıkta olmasına karşın, atmosferinin nasıl olup da 1 milyon derecenin üzerine kadar ısınabildiği.

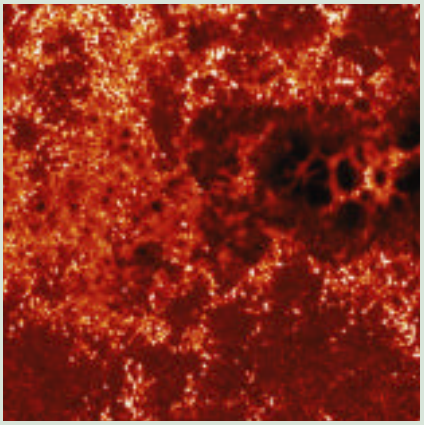
Lockheed-Martin Güneş ve Astrofizik Laboratuvarı'ndan Dr. Markus Aschwanden "70 yıllık bu bilmeceyi çözebilmek için önce nereye bakma-





mız gerektiğini bilmeliyiz" diyor. Saygın gökbilim dergisi Astrophysical Journal dergisince basılacak bir makalenin baş yazarı olan Aschwanden, taçın ısınmaya başladığı yerin, bu bilmecenin en önemli anahtarlarından biri olduğunu vurguluyor ve TRACE gibi araçların da yıldızların atmosferlerinde meydana gelen garip olayların açıklanmasına yardımcı olduğunu söylüyor. Gerçi TRACE'in gönderdiği görüntüler, ısınmanın kaynağını ortaya koymuyor. Ancak ısınmanın daha önce sanıldığı gibi taç halkalarının en üstünde başlayıp alta yayılmadığını, bunun tam tersinin geçerli olduğunu gösteriyor. TRACE'in derlediği bulgulara göre ısınma Güneş yüzeyinin yalnızca 10 000 kilometre üstünde.

Taç tabakası değişik ölçülerde milyonlarca halkadan oluşuyor. Bu halka ya da fıskiyeler, yüzbinlerce kilometre yükseklikte kemerler oluşturuyor. Bunların çoğu, 30 tane Dünya'yı içine alabilecek büyüklükte. 30 yıl önce geliştirilen bir kurama göre bu halkaların sıcaklığı, her noktada aynı olmalı ve halkanın tepesi, daha



seyrek olduğundan ve dolayısıyla sıcaklık yitirme endeksi yoğun alt kısımlara göre daha düşük olduğundan, sıcaklığın halka boyunca düzgün dağılımı ancak tepe noktasının en sıcak olmasıyla açıklanabilir.

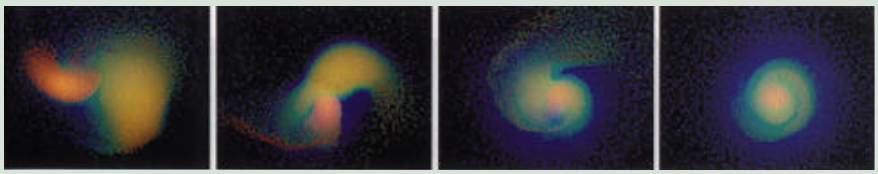
Oysa TRACE bulguları, halkaların, liflere benzeyen daha dar halkaların bir araya gelmesiyle oluştuğunu ve tepedeki sıcaklık dağılımının, sanılandan daha düşük olduğunu gösteriyor. Bu durumda en yoğun ve ısı yitim indeksi en yüksek halka bölümü taban olacağından, sabit sıcaklığın korunabilmesi için tabanın her bölgeden daha fazla ısınması gerekli.

NASA Basın Bülteni, 26 Eylül 2000

Küresel Kümelerde Trafik Kazaları



Üstte Hubble Uzay Teleskopuyla NGC 6397'nin merkez bölgesinin görüntüsü. Oklar kümenin merkezinde çarpışma sonucu oluşmuş bir dizi mavi yıldızı gösteriyor. Resimde görülen öteki mavi yıldızlar, aslında renk kaymasına uğramış yaşlı kırmızı devler.
Altta, Saniyede 220 km hızla gerçekleşen bir yıldız çarpışmasının bilgisayar simülasyonu. Büyüğün yarı kütlesinde olan küçük yıldız, görece daha yoğun olduğundan biçimini daha iyi koruyor ve birleşen kütlenin merkezine yerleşiyor. Süreç 12 saatte gerçekleşiyor. Ancak birleşen kütlenin normal bir yıldızın termal yapısına kavuşması 100.000-10.000.000 yıl alabiliyor.



Yıldızlar birbirlerine çarpamayacak kadar uzak. Bu en azından Güneşimizin yöresi için doğru. Bize en yakın yıldız Alpha Centauri Proxima (bir üçlü sistemin en küçüğü) 4.2 ışıkyılı uzaklıkta. Başka bir ölçüye vurulursa, uzaklık yaklaşık 40 trilyon kilometre oluyor. Hadi diyelim biz Samanyolu'nun ücra bir köşesinde bulunuyoruz. Ama kalabalık görünen yerlerde bile çarpışma olasılığının düşük olduğu anlaşılıyor. Gökbilimciler, iki komşu gökada birbirlerinin içinden geçip gitse bile yıldızların çarpışmasının düşük bir olasılık olduğunu, bu olayın ancak gökadaların biçiminde meydana gelen değişiklikten anlaşılabileceğini söylüyorlar.

Gökadaları, bu arada bizimkini de çevreleyen küresel yıldız kümelerindeyse durumun farklı olduğu anlaşılıyor. Bunlar, 100 000 ile 10 milyon yıldızın çok sıkışık bölgelere sıkışmış olduğu küresel yapılar. Bu kümeler gökada oluşumunun en erken evrelerinde ortaya çıkmış olduğu için içlerindeki yıldızlar çoğunlukla küçük kütleli, yaşlı yıldızlar. Nedeni, büyük kütleli parlak yıldızların çok kısa ömürlerini çoktan tamamlayıp süpernova patlamalarıyla yok olmaları. Buna karşın yoğun nüfuslu küresel kümeleri izleyen gökbilimciler bazı sürprizlerle karşılaşıyorlar. Örneğin, Dünya'ya 8000 ışıkyılı uzaklıktaki NGC 6397 küresel kümesi öylesine yaşlı ki, (yaklaşık 12 milyar yıl), bırakın Güneş'ten kat kat büyük mavi devleri, 0.8 Güneş kütlesindeki yıldızların bile çoktan ömürlerini tamamlayıp anakoldan çıkmış, kırmızı dev aşamasından geçip sonuçta, görünmeyen beyaz cüceler haline gelmiş olmaları gerekiyor. Oysa Villanova Üniversitesi'nden gökbilimci Rex A. Saffer, kümede mavi yıldızlar gözlemiş. Bunların orada bulunabilmelerinin tek açıklaması, çarpışmalar. Küçük kütleli iki yıldızın birleşerek büyük kütleli, dolayısıyla daha sıcak ve mavi bir yıldız oluşturmaları, modellere göre iki yolla olabiliyor. Birincisinde, ikili sistemlerde birbirlerine yakın yörüngelerde dolanan iki yıldız, yörünge bozunması sonucu helezonlar çizerek yaklaşıyorlar ve sonunda birleşiyorlar. İkinci modelse, yıldızların "kafa kafaya çarpışmaları". Bunlar geniş yörüngeli ikili sistemlere üçüncü bir yıldızın girmesi sonucu ortaya çıkıyor. Bu süreç sonunda ya yıldızlardan biri kaotik hale gelen yörünge hareketleri sonucu dışarı atılıyor, ya da iki yıldız kafa kafaya çarpışıyor. Birinci model, daha çok kümenin görece seyrek dış bölgelerinde, ikincisiyse son derece sıkışık merkez bölgesinde ortaya çıkıyor. Saffer, NGC 6397'nin merkezinde 5 tane kafadan çarpışma ürünü yıldız belirleyerek modellerin ilk doğrudan kanıtını elde etmiş.

Sky & Telescope, Ekim 2000

Futbolculara Yeni Diz

Dizlerine yedikleri tekmeler sonucu profesyonel yaşamları tehlikeye giren futbol yıldızları, İsrailli araştırmacıların kıkırdak dokusunu korumak için geliştirdikleri bir teknikle yepyeni dizlere kavuşabilecekler. Futbol ve sürat koşusu gibi sporlarda dizlere, tekme, çarpma, bükülme gibi dış etkenler olmasa bile aşırı yük biniyor ve bu da dizkapağına yastık görevi yapan kıkırdağın zarar görmesine yol açıyor. Gerçi yırtılmış ya da biçimini kaybetmiş kıkırdak ameliyatla alınabiliyor, ama hastaya bir daha düzenli olarak spor yapmaması tembihleniyor. Bazı hallerdeyse kıkırdak tümüyle bir plastik implantla değiştiriliyor. Ama Zerfin'deki Assaf-Harofeh Tıp Merkezi'nden Dror Robinson'a göre "eğer 70 yaşındaysanız bunun önemi yok; ama implant takılacak olanlar genç oyuncularsa, bir süre sonra yıpranan bu yapay maddelerin değiştirilmesi için yeni ameliyat gerekiyor."



Gerçi bir yöntem hasarlı dizi, bir vericiden alınan kıkırdak ve bağlı olduğu kemikle değiştirmek. Ama burada da sorun, kısa ömürlü olan kıkırdağı, hastalık ve bağışıklık tepkimeleri için teste tabi tutarken canlı olarak koruyabilmek. Robinson ve Tel Aviv Üniversitesi'nden bazı meslektaşları, bunun için bir çözüm geliştirmişler. Vericiden alınan kıkırdak ve kemiği, besleyici bir sıvıyla dolu bir kaba yerleştirerek üzerinde düzenli aralıklarla değişip, normal bacaktaki dokuların alışık olduğu kuvvetleri taklit eden bir basınç uygulamışlar. Hem kemik, hem de kıkırdak, basınçlı ve gıdalı ortamlarında gelişmelerini sürdürmüşler. Robinson, "bu yöntemle parçalar depolanıp ameliyat için gerekli olana kadar korunabilir" diyor.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Herpes'e Karşı Aşı ve 'İlaç'

Herpes bedende kaşıntılı yaralar oluşturan virütik bir hastalık. Aslında pek çok insan, bu hastalıkla birlikte yaşamayı öğrenmiş durumda. Ancak Kanada'nın Toronto kentinde düzenlenen Mikroplarla Mücadele Araçları ve Kemoterapi Disiplinlerarası Konferans'ta sunulan bildirilerde, bu hastalıkla mücadele konusunda umut verici yöntemler açıklandı. Genellikle cinsel temasla bulaşan herpesin iki türü var. Herpes Simplex 1 (HSV-1) denen türü, bedende egzama benzeri yaralar açarken, Herpes Simplex 2 (HSV-2), genital organlarda çıbanımsı kesecikler ve ateş yapıyor ve bulaştığı insanda birçok kez gerileyip sonra tekrar ortaya çıkabiliyor. HSV-2 anneden yeni doğan çocuğa geçtiğindeyse körlüğe, hatta ölüme neden olabiliyor.

Hastalık, genellikle yavaş seyrettiğinden ve semptomları sonradan ortaya çıktığından çiftler farkında olmadan hastalığı birbirlerine bulaştırabiliyorlar. ABD'de nüfusun beşte birinin Herpes virüsü taşıdığı sanılıyor. Konferansa sunulan bildirilerden birinde SmithKline Beecham ilaç firmasının oluşturduğu uluslararası bir araştırma ekibinin, HSV-2'ye karşı bir aşı geliştirdiği ve insan denekler üzerinde başarıyla denendiği açıklandı. Aşı, virüsün hastalık yapan dış kabuğundan alınan bir proteinle yapılmış. Ancak bir iki kusuru var: Erkeklerde işe yaramadığı gibi, HSV-1 virüsü taşıyan kadınlarda da herhangi önleyici bir etki yapmıyor.



Ancak aşının çare olamadığı HSV-1 hastalarının imdadına kırmızı şarap yetişiyor! Bu haberin iyi tarafı. Kötüsüyse, şarabın içilmeyip yaraya sürülecek olması…Araştırmacıları şaraba yönelten etken, kalp hastalıklarına karşı belli ölçüde koruma sağladığı düşünülen, trihidroksitilben sınıfından resveratrol adlı bir bileşik. ABD Roostown'daki Kuzeydoğu Ohio Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden John Docherty ve arkadaşları, DNA sentezini önlediğini duyduklarında resveratrol ile ilgilenmeye başlamışlar. Ekip, resveratrol'un stil-5 denen hafifçe değişik bir türünü üretmiş. Bileşik, virüslerin kopyalanmasını %99.9 oranında engellemiş. Docherty, bir jel haline getirilmiş ilacın, HSV-1'in semptomları belirmeye başlayınca yara üzerine sürülebileceğini, ayrıca HSV-2 bulaşmasını önlemek içinde prezervatiflerin üzerine sürülebileceğini söylüyor.



New Scientist, 23 Eylül 2000

Yüksek Teknolojili Panzehir



Yılan ısırmalarına karşı daha güvenli, daha ucuz ve daha etkin panzehirler, gen teknolojisi sayesinde yakında tıbbın hizmetine girecek. Oxford Üniversitesi'nden David Warrell'e göre yeni teknoloji, yalnızca bir tercih sorunu değil, aynı zamanda acil bir zorunluluk, çünkü panzehir üretimi tüm dünyada, özellikle de Afrika'da bir kriz içinde bulunuyor. Klasik yöntemlerle panzehir üretenler de yeterince ekonomik olmadığı için kurumlarının kapısına kilit vuruyorlar.

Panzehir günümüzde de neredeyse yüz yıl öncesinin teknolojisiyle üretiliyor. Hayvanlara, özellikle atlara giderek artan ölçülerde zehir aşılanarak bedenlerinin bu zehire karşı antikor üretmeleri sağlanıyor. Daha sonra bunlar hayvanın kanından çekilerek saflaştırılıyor. Ancak gene de elde edilen panzehirlerin bir çoğu etkisiz kalıyor. Nedeni, bunların yılan zehirindeki zararsız maddeleri hedef almaları. Ayrıca bu teknolojiyle üretilen panzehir, anafilaktik şok ya da serum hastalığı gibi şiddetli yan etkilere de yol açabiliyor.

Liverpool Tropikal Tıp Okulu araştırmacılarından Rob Harrison ve ekip arkadaşlarına göre bu sorunlar, hayvanlara zehirin kendisi yerine DNA aşılanarak giderilebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının zehirin etkin maddelerine özel panzehirler üzerinde yoğunlaştığını belirtiyorlar. Harrison'un ekibi, deney için bir Brezilya yılanının zehirinde bulunan ve kanamalara yol açan öldürücü jararhagin enzimini kodlayan genin aktif bölgelerini çıkartmışlar. Daha sonra bu genlerin üzerine sürüldüğü mikroskobik altın zerreciklerini farelerin derisi altına enjekte etmişler. Fareler, hücrelerinin üretmeye başladığı bu enzime karşı antikor geliştirmişler. Bunlar yılan zehirinin yalnızca bir bileşenini hedef almalarına karşın, kanamaları yüzde 70 oranında durdurmuşlar.

Ekip şimdi çok daha zehirli yılan türlerine karşı aynı yöntemin daha ileri bir uygulamasını denemeye hazırlanıyor. Tasarladıkları zehir genlerini, bağışıklık sistemleri insan tipi antikorlar üretmek üzere değiştirilmiş farelere aşılamak. Antikor üreten B hücreleri daha sonra farelerden alınarak petri çanaklarında yetiştirilen ve sürekli çoğalan ölümsüz hücrelerle birleştirilecek . Böylece insanın bağışıklık sistemiyle uyumlu sınırsız ölçüde panzehir, hayvanlara gerek kalmaksızın üretilebilecek; üstelik yan etkiler de ortadan kaldırılmış olacak.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Hazar Foklarında Köpek Hastalığı



Hazar Denizi'nde yaşayan foklar arasında hızla yayılan bir köpek hastalığı, ender bulunan türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları, ölü bulunan Hazar fokları üzerinde yaptıkları araştırmada, köpeklere özgü olarak bilinen "gençlik hastalığı" virüsüyle, bu virüsün yol açtığı tipik doku tahribatını belirlediler. Sayıları 400 000 olarak tahmin edilen Hazar foklarından şimdiye kadar en az 10 000'inin hastalık nedeniyle öldüğü sanılıyor. Araştırmacılar, yayılmayı sürdüren salgına fokları avlayan vahşi köpeklerle kurtların yol açtığını düşünüyorlar.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Şeffaf Fareler



Dokularımız, özellikle de derimiz ışığa geçirgen değil. Ancak anlaşılıyor ki, bu durum değişmez de değil. ABD'nin Texas Üniversitesi'nden Ashley Welch ve ekip arkadaşları, fare ve hamster derilerine gliserol enjekte ederek küçük bazı bölgelerini şeffaf hale getirmeyi başarmışlar. Gliserolün kırınım indeksi, hemen hemen kollajeninkiyle aynı. Dolayısıyla gliserolle doyurulmuş bir doku alanına düşen ışık fazla saçılmıyor. Welch'e göre yöntem olağanüstü başarılı. Gerçi bu yöntemle derinin altındaki bölgeyi ancak 4-5 milimetre derinliğe kadar görebiliyorsunuz. Ama araştırmacıya göre bu bile lazer tedavisini büyük ölçüde kolaylaştırmaya aday.

New Scientist, 2 Eylül 2000



Karadeniz'in Umudu, Yamyam Denizanası

Denize düşen yılana sarılırmış. Ama düşülen deniz Karadeniz olursa, bize bir şeyler sarılıyor. Neyse ki yılan değil; denizanası. Ama Karadeniz'i istila ederek insanoğlunun yaptığı tahribatı hızlandıran bu garip canlılar da şimdi kendi canlarının derdinde. 1980'lerde girdikleri denizde neredeyse canlı bırakmayan denizanaları, şimdi daha saldırgan akrabalarının hedefi haline gelmiş görünüyorlar.

ABD'nin Alabama kentindeki Dauphin Adası Deniz Laboratuvarı'ndan biyolog Monty Graham'a göre Karadeniz'in bu sessiz istilasının öyküsü 1970'li yıllarda başlıyor ve artan tuzluluk, kirlilik ve aşırı avlanma felaketin tohumlarını hazırlıyor. Daha sonra taraklı denizanası *Mnemiopsis leidyi* büyük bir olasılıkla bir şilebin safrasıyla Karadeniz'e ulaşıyor . Pek çok balık türünün temel gıdası olan zooplankton, balık yumurtaları ve larvalarla beslenen *Mnemiopsis* yeni yurdundan öylesine memnun kalıyor ki, 1989'a gelindiğinde toplam miktarının 1 milyar tonu bulduğu hesaplanıyor. Buna karşılık balık popülasyonu, bu arada popüler balığımız hamsi, hızla azalıyor.

Deniz biyologları, felaketle baş edebilmek için önce *Mnemiopsis*'in baş düşmanı olan başka bir taraklı denizanası türünü, *Beroe ovata*'yı da Karadeniz'e sokmayı düşünüyorlar, ama daha sonra ortaya çıkabilecek daha büyük bir felaket riskini göze alamayarak vazgeçiyorlar.

Ancak 1997 yılında, istenen kendiliğinden gerçekleşiyor ve *B. ovata* gene bir geminin sintinesinde Karadeniz'e ulaşıyor. Moskova'daki Shirshov Oşinoloji Enstitüsü'nden Tamara Shiganova, ekip arkadaşlarıyla *Hydro - biologia* dergisinde yayımlanacak bir raporda "İnanması güç ama, yeni denizanasının sahneye çıkmasından bu yana *Mnemiopsis* popülasyonunda büyük bir azalma oldu; buna karşılık bazı plankton türleri de çoğalmaya başladı" diyor.

Amerikalı biyolog Graham da, başka denizlerde yaşanan deneyimleri aktararak, yeni gelen denizanasının *Mnemiopsis*'in kökünü kurutması halinde, kendisinin de ağzına başka tür bir lokma sokmaktansa yok olmayı tercih edeceğini söylüyor. Deniz biyologuna göre bundan sonra balıkçılığın ve kirliliğin denetim altına alınmasıyla Karadeniz ekosistemi yeniden gelişebilir.

New Scientist, 9 Eylül 2000

Güneş'le Su Arıtma



Özellikle yoksul ülkelerde karşılaşılan sel felaketlerinde içecek suların kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıkların baş göstermesi, sık rastlanan bir olgu. Suların temizlenmesi içinse ne para yeter, ne de zaman. Bu durumu göz önünde tutan İsviçre Federal Çevre Bilimi Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, ucuz ve pratik bir çözüm geliştirmişler: Suyu, Güneş ışınlarından yararlanarak dezenfekte etmek. Yapılacak şey yalnızca suyu boş pet şişelere doldurmak ve Güneş alacak bir yere bırakmak. Gerisini suyun artan sıcaklığı ve Güneş ışığındaki morötesi ışınım sağlıyor. Yaklaşık bir saat içinde sıcaklığı 50°C'nin üzerine yükselen sudaki *Eschericia coli* basillerinin yüzde 99.9'u ölmüş. Şişenin yarısını daha fazla Güneş ışığı soğurması için siyaha boyamak ve şişeyi oluklu saç gibi metal bir yüzeyin üzerine koymak da mikrop ve virüslerden arındırma süresini daha da kısaltacak bir yöntem olarak öneriliyor. Araştırmacılar, bu yöntemin özellikle kolera hastalığı yapan *Vibrio cholera* bakterisini öldürmede etkin olduğunu, ayrıca ishal yapan parazitleri de büyük ölçüde yok ettiğini söylüyorlar.

New Scientist, 26 Ağustos 2000

Tokyo'da Beton Yağmurları

Japonya'nın kalabalık başkenti, musonları andıran sağanaklara bakılacak olursa tropikal bir iklime sahip oluyor. Ancak Japon meteorologlara göre bu, küresel ısınmadan çok binalardan ve otomobillerden yayılan sıcaklıkla ilgili. Sağanaklar ve sel baskınlarının Japon Çevre Dairesi'ni, kent ölçeğinde bir deney planlamaya götürmüş.

Meteorolojik Araştırmalar Enstitüsü'nden Fumiaki Fujibe'ye göre gündüz saatlerinde Tokyo'dan yükselen sıcak ve nemli hava, soğuyarak kümülo-nimbüs bulutları oluşturuyor ve bunlar da tıpkı tropiklerde olduğu gibi akşamüzeri sağanak yağışlar ve şimşek fırtınaları oluşturuyor. Bu durum ısınan kentler üzerinde ortaya çıkan "sıcaklık adası" olgusuna bağlanıyor. Bu adanın oluştuğu kentlerde yağış oranı artma eğilimi gösteriyor. Temmuz ayında bir sağanak Tokyo'ya yalnızca bir saat içinde 82.5 mm yağmur bırakmış. Fujibe, Tokyo'ya düşen yağış miktarının 1979-1995 arasında %20 oranında arttığını vurguluyor. Çevre Dairesi, ısı oluşumunu azaltmak için bir dizi önlemler planlıyor. Bunların arasında bina yapımında ışığı daha fazla geri yansıtacak açık renkli beton kullanımı, daha çok ağaç dikilmesi, daha fazla havuz ve gölet yapılması bulunuyor.



New Scientist, 23 Eylül 2000

Periyodik Tablo Güvende – Şimdilik!

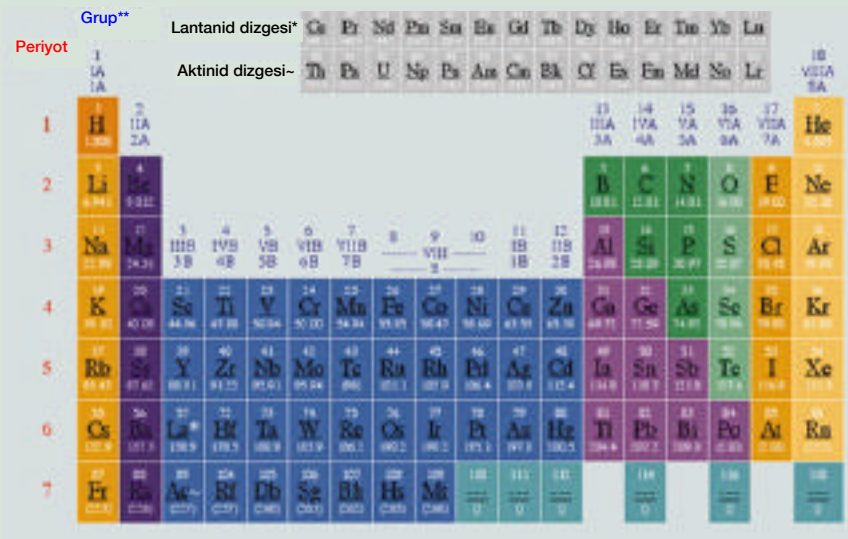
Yeni elementler yaratmak güç bir iş. Ama son yıllarda başarılı örneklerini gördüğümüz bu iş, ürünlerin kimyasal davranış biçimleri konusunda önerilerde bulunmanın güçlüğüyle kıyaslandığında çocuk oyuncağı kalıyor. Örneğin 107. element olan bohryum. İlk kez 1976 yılında Rusya'nın Dubna kentindeki Birleşik Nükleer Araştırma Merkezi'nde bulunmasından bu yana neredeyse çeyrek yüzyıl geçmiş olmasına karşın, elementin kimyasal özellikleri ancak geçtiğimiz Ağustos ayının ortalarında açıklanabildi. İsviçreli araştırmacıların başını çektiği uluslararası bir ekipçe yürütülen ve sonuçları Amerikan Kimya Derneği'nin Washington'da yapılan 220. ulusal toplantısında açıklanan araştırma, "bohryum'un aynen kuramda öngörüldüğü biçimde davrandığını" ortaya koydu. Bu ilk bakışta yeri yerinden oynatacak bir buluş gibi görünmüyor. Oysa kimyacılar için sonuç son derece önemli. Bilinmeyen elementlerin kimyasal özelliklerini tahmin edebilmek için kimyacılar periyodik tabloya başvuruyorlar. Bu, elementleri tepkimeye giren dış kabuklarındaki elektronların diziliş biçimine göre ailelere ayıran bir tablo. Periyodik tablo, bilinen 115 kadar elementin (Geçtiğimiz yıl bulunan iki yeni elementin özellikleri henüz tam olarak bilinmiyor) deneysel özellikleriyle şaşılacak başarıda bir uyum göstermiş bulunuyor. Ancak fizikçiler, önünde sonunda periyodik tablonun Einstein'ın görelilik kuramının kurbanı olacağı görüşündeler. Nedeni, elementlerin kütlesi arttıkça elektronların çekirdek çevresinde daha hızlı dolanmaları. Ama önünde sonunda relativistik etkiler nedeniyle ($E=mc^2$ formülü uyarınca ışık hızına yaklaştıkça kütlenin artması) elektronların artan kütlesi, çekirdeği çevreleyen elektron bulutunun biçimini çarpıtacak. Bu çarpıklığın, çok ağır elementlere vereceği kimyasal özelliklerinse, daha hafif kardeşlerine bakılarak çıkartılmasının bir noktadan sonra olanaksız kılacağı düşünülüyor. 105. ve 106. Elementler bu



tür çarpıklıkların ön işaretlerini verdiğinden araştırmacılar, element 107'nin "deveyi çökerten son saman parçası" olup olmayacağını merak ediyorlardı.

Bu ağır sıklet elementlerin kimyasal özelliklerini deneylerle belirlemekse olağanüstü güç. Nedeni, neredeyse ortaya çıkar çıkmaz merkezlerindeki kararsız çekirdeğin parçalanarak daha küçük ve kararlı çekirdeklere bölünmesi. Örneğin 1981'de yaratılan bir bohryum çekirdeği, bozunmadan ancak 9 milisaniye dayanabildi. Bu süreyse, herhangi bir deney için çok yetersiz. Ne var ki, elementler yalnız tek bir biçimde değil, her biri farklı sayıda nötron içeren ve izotop denen kardeşlerle birlikte ortaya çıkıyorlar. Bazı izotoplar da, kardeşlerinden daha uzun ömürlü olabiliyor.

Bu noktadan hareketle İsviçreli nükleer kimya araştırmacıları Andreas Türler ve Heinz Gaeggeler, Alman ve Amerikalı bilim adamlarıyla birlikte İsviçre'nin Villigen kentindeki Paul Scherrer Enstitüsü'nde bohryum izotopları yaratmak için bir deney yürütmüşler. Neon atomlarından oluşan bir demeti bir berkelyum hedefe çarptırarak iki yeni bohryum izotopu elde etmişler. Bunlardan ^{267}Bh, 17 saniyelik bir yarı ömre sahip ve dolayısıyla da kimyasal tepkime özelliğinin belirlenebilmesi için ideal bir deney aracı. Araştırmacılar, izotopun elektronlarının yapısını inceleyerek ^{267}Bh'nin de periyodik tablonun 7. Grubundaki akrabaları, örneğin teknetyum ve renyum gibi davranması gerektiği sonucunu çıkarmışlar. Bu varsayımı sınamak için araştırmacılar, izotopu oluşur oluşmaz 1000°C sıcaklıkta, oksijen ve hidroklorik asitle dolu bir akı odasına göndermişler. Bu gazlar, teknetyum ve renyumla hemen tepkimeye giriyorlar. Tepkime sonunda odada arta kalanlar, 70-180°C derecede görece soğuk bir kromotografi sütunundan geçirilmiş. bohryumun normal olarak bu soğuk yolculuğu yapamaz. Nedeni, bu düşük ısıda içine bulunduğu gazdan ayrışarak aygıtın duvarlarına yapışması. Ama eğer oksijen ve HCl ile birleşip BHO(3)Cl baryum oksiklorid haline gelmişse gaz içinde yüzmeye devam etmesi beklenir. Araştırmacıların gözlediği de tamı tamına bu. Bir ay boyunca kesintisiz sürdürülen deney sonucu ancak 6 tane uzun ömürlü ^{267}Bh atomu üretilebilmiş. Ama bunların hepsinin de kimyasal ayrıştırıcının içinden geçip gittiği, bozunma izlerini tarayan bir detektörce belirlenmiş. Bu durumda bohryum'un kimyasal özelliği de belirlenmiş bulunuyor: Kendisi, Grup 7 ailesinin uyumlu bir üyesi! Sonuç, periyodik tablonun, en azından şimdilik geçerliliğini koruduğunu gösteriyor.



Science, 25 Ağustos 2000

Nerede ne var?

Gülgün Akbaba

Acil TÝp Sempozyumu



3. Acil TÝp Sempozyumu, Akdeniz Üniversitesi TÝp Fakültesi Ülkve Acil Yardým Anabilim Dalý ve Acil TÝp DerneÛinin ißbirliÛiyle, 6-8 Ekim'de, Antalya Talya Oteli'nde düzenlenecek.

Sempozyumda ißlenecek konulardan bazýlarýşöyle: Hastane Afet PlanÝ; Acil TÝp Sistemi ve Zaman Yönetimi; Aile İçi Þiddet Ve Acil Servis; Akut Crush Sendromu; Antibiyotik KullanÝmÜlkeleri; Baß AÛrýlý Hastaya YaklaßÝm; Hekimin Adli SorumluluÛu; Üntiharda Düşüncesi Olan Hastaya YaklaßÝm.



Acil TÝp Sistemi: Hastane Öncesi Organizasyon; Acil TÝp Sistemi: NasÝl Bir Acil Servis?; CPR ve Multipl Travmada Acil Hemşirelik UygulamalarÝ konularÝ sa sempozyum boyunca düzenlenecek olan panellerin baßlýklarÝ. Sempozyumda hekimlerin el becerilerinin artmasÝ için birebir pratik uygulamalarýn yaltÝ workshop uygulamasÝ da yapÝlacak. Workshoplarsa şöyle belirlenmiß: Sütür teknikleri; Defibrilasyon; Nasogastik sonda, foley sonda ipuçlarÝ; Havayolu Yönetimi; Ambulans malzemeleri; Atel-alçý teknikleri.

Ülgilenenleriçin: Acil TÝp DerneÛi - Þair Eßref Blv. 65/10 35220 Alsancak -Üzmir
Fax: 0.232.421 38 11
http://www.akdeniz.edu.tr/

Ulusal Kaya MekaniÛi Sempozyumu

V. Ulusal Kaya MekaniÛi Sempozyumu, Türk Ulusal Kaya Mekaniği Derneği (TUKMD) ve Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlik Fakültesi tarafÝndan, 30-31 Ekim tarihleri arasında, Isparta'da düzenlenecek.

Sempozyumun amacÝ, Türkiye'de kaya mekaniÛi araßtÝrmalarÝnÝ özendirmek, kaya mekaniÛi bilimine ve teknolojisine katkÝlarda bulunarak, kaya mekaniÛi eÛitimi ve uygulamalarÝnÝ gelißtirmek, ülkemizde yapÝlan kaya mekaniÛi çalışmalarını duyurmak ve bilimsel bir ortamda tartÝßmak. AyrÝca, genelde "Jeoteknik" kavramÝ içinde yer alan kaya mekaniÛi, zemin mekaniÛi ve mühendislik jeolojisi disiplinleri arasÝndaetkin bir bilgi iletißiminin ve ißbirliÛinin saßlanmasÝ, bu konularla ilgili çözüm ve öneriler sunulmasÝda sempozyumun hedefleri arasÝnaalÝnmÝß.

İlgilenenler için: Yrd. Doç.Dr. Rasit Altındağ
V. Ulusal Kaya MekaniÛi Sempozyumu SekreterliÛi
Süleyman Demirel Üniversitesi
Mühendislik Mimarlik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü
32260 Isparta

Zemin MekaniÛi



Zemin MekaniÛi ve Temel Mühendisliği Türk Milli Komitesi tarafÝndan düzenlenen Zemin MekaniÛi ve Temel Mühendisliği Sekizinci Ulusal Kongresi, ülkemizde bu alanda çalışan araßtÝrmacÝlarÝ ve uygulayÝcÝlarÝ bir araya getirerek bilgi ve deneyim birikimi ile görüş iletißimini saÛlamak, yurtiçinde karßÝlaßÝlan sorunlar ve bunlarÝn çözüm yöntemlerini tartışarak bilime katkıda bulunmak amacÝyla, 26-27 Ekim'de, Üstanbul Teknik Üniversitesi Süleyman Demirel Kültür MerkeziÛnde yapÝlacak.

Kongrede ißlenecek konularsa şu baßlýklarda toplanmış: Geoteknik Deprem Mühendisliği; Zemin İyileştirme Yöntemleri; Altyapı-Kent Geoteknigi-Yönetmelikler ve Yasal Konular; Zemin DavranÝßÝ ve Zemin AraßtÝrmalarÝ.

İlgilenenler için: Doç.Dr. Recep Ýyisan
ZMTM 8. Ulusal Kongresi Sekreteri,
İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi, Geoteknik Anabilim Dalı,
80626 Maslak-ÜSTANBUL
Tel: (212) 285 65 80, Faks: (212) 285 36 72 Þ285 65 32
E-posta : iyisan@itu.edu.tr, http://www.ins.itu.edu.tr/ZM8

Afyon Kocatepe Üniversitesi KonferanslarÝ

Afyon Kocatepe Üniversitesi'nin KasÝm ve AralÝk aylarÝnda düzenleyeceÛi konferanslar: "Çevre Hijyeninin Ünsan SaÛlýÛÝ Açısından Önemi" konferansÝ, 22 KasÝm'da, Afyon SaÛlýÛÝ Yüksek Okulu'nda, Öğretim Görevlisi Fatma Bayram tarafÝndan verilecek.

"AIDS'li Hasta BakÝmÝnda SaÛlýÛÝ Personelinin Korunma Yöntemleri" konulu konferansa, 1 AralÝk'ta, Üşine Afyon SaÛlýÛÝ Yüksek Okulu'nda verilecek. Konferans, Öğretim Görevlisi Nazike Özgürler tarafından sunulacak.

"Sigara ve Madde BaÛÝmlýlýÛÝ" konferansÝ ise, 6 AralÝk'ta, Afyon SaÛlýÛÝ Yüksek Okulu'nda, Doç.Dr. Nevzat Bilgin tarafından sunulacak.

II. Üß SaÛlýÛÝ ve Üßyeri HemßireliÛi Sempozyumu

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu'nun yönetiminde ve Hacettepe Üniversitesi TÝp Fakültesi Halk SaÛlýÛÝ Anabilim DalÝ'nÝn katkÝlarÝyla, 28-30 Haziran 2001'de düzenlenecek olan, Üß SaÛlýÛÝ ve Üßyeri sempozyumuna katÝlmak isteyenler, 29 Ekim 2000'a kadar baßvurularÝnÝ yapmalarÝ gerekiyor

Sempozyumun ana temasÝ, üßyeri hemßireliÛi olarak belirlenmiß. Sempozyumda, Üß SaÛlýÛÝ Hizmetlerinde Örgütlenme, Küçük Ölçekli Üßyerlerinde Üß SaÛlýÛÝ Sorunlarý ve konularÝ, Yönetim ve Örgütsel Yapý, iß saÛlýÛÝ Hizmetlerinde üniversitenin rolü, ißyeri hemşirelerinin eğitimi ve görevlendirmeleri konusunda düzenlemeleri irdeleyen paneller de düzenlenecek. AyrÝca, iß saÛlýÛÝ ve gelißtirme ve korumada, iß saÛlýÛÝ Çevresinin etkinliÛi ve çalışan çocuklarÝn psiko-sosyal sorunlarÝ içerikli konferanslar verilecek.

İlgilenenler için: Uzm. Serap Kısakürek
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu
67100 Site-Zonguldak
Tel : (372)257 67 51
Faks: (372)257 67 50
E posta : serapk@karaelmas.edu.tr

Bitkisel Droglar KonferansÝ

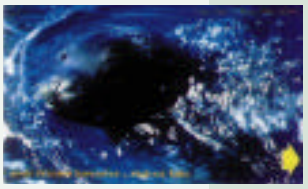
Chicago Illinois Üniversitesi'nde Farmakognozi ve Organik Kimya öğretim üyesi Prof. Dr. G.A. Cordell, 3 KasÝm'da, Davutpaßa Yerleßim Merkezi, Konferans SalonuÛnda, saat 11'de, "Persfectives on the future role of plants in drug discovery" baßlýklý bir konferans verecek. Konferansa katÝlmak isteyenler için saat 10:00'da Y.T.Ü. YÝldÝz Yerleßiminde Oditoryumun önünden otobüs kalkacak.

Sizin de Bir YataÛÝnÝz Olsun KampanyasÝ

Karaelmas Üniversitesi AraßtÝrma ve Uygulama Hastanesi, tamamlandÝÛÝnda 400 yatak kapasiteyle hizmet verecek olan bir araßtÝrma ve uygulama hastanesi. Temeli 14 Nisan 1996'da atÝlmÝß ve yaklaßÝk 5000 m² kapalÝ alana sahip C ve D bloklarÝnÝn yapÝmÝ da tamamlanmÝß. Bu bloklarda, açık kalp ameliyatı, laparoskopik ameliyatlar, manyetik rezonans (MRI), bilgisayarlÝ tomografi (CT), kemik dansitometresi ve anjiografi gibi tetkik ve ameliyatlarÝn yapÝlacaÛÝ belirtiliyor. Bu üniversite hastahanesinin yardÝmlaßma ve dayanÝßma derneÛinin baßlattÝÛÝ bir de kampanya var: BaÛÝß karßÝlÝÛÝnda hastahanedeki yataklardan birine baÛÝß yapanÝn adÝnÝn verilmesi biçiminde düzenlenmiş bu kampanya. Sizin de bir yataÛÝnÝz olsun yardÝmlaßmasÝna herkes davetli.

Ülgilenenleriçin: Karaelmas Üniversitesi TÝp Fakültesi DekanlýÛÝ
Tel: (372) 257 73 94

Akdeniz FoklarÝ KatkÝlarÝnÝzÝ Bekliyor



Akdeniz foklarÝ artÝk telefon kartlarÝnÝn üzerinde. Telefon kartÝ alÝrken "Akdeniz Foklu" olanlarÝ istemeyi unutmayÝn.

Türkiye Tarımsal Araştırmalar Projesi Simpozyumu

TÜBİTAK TarÝm Orman ve GÝda Teknolojileri AraßtÝrma Grubu Öncada düzenlenen, Türkiye TarÝmsal AraßtÝrmalarÝ Projesi Simpozyumu 20-21 Eylül'de, Şanlı Urfa'da yapıldı. Simpozyum, Türk tarÝmÝnÝn verimliliÛini ve rekabet gücünü artÝracak, modern teknolojilerin kullanÝmÝnÝ saÛlayacak, tarÝmada yalÝn sanayinin gelißimine katkÝda bulunacak, ormancÝlÝÛÝ ve daha birçok konuda bilimsel destek ve katkÝ saÛlayacak TarÝmsal AraßtÝrmalar Projesi'nde var olan araßtÝrmalarÝn tartÝßÝldÝÛÝ bir ortam oldu. Simpozyumda Üsral TarÝmsal AraßtÝrma Organizasyonu'ndan katÝlan bilim adamlarÝnÝn da bulunduÛu bir panel de yapÝldÝ. Bu panel, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Türk, Üsrail ortak araßtÝrma projelerine baßlanmasÝ konusunda olumlu yaklaßÝmlarÝn olduÛunu da ortaya koydu.

GAP ve Çevre Konferansı

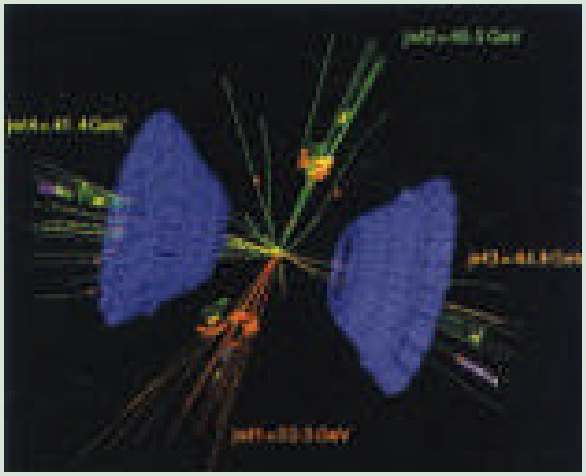
Harran Üniversitesi Mühendislik ve Ziraat Fakülteleri'nin ortaklaßa düzenledikleri GAP ve Çevre KonferansÝ 16-18 Ekim'de, Þanlý Urfa'da yapÝlacak.

Ülgilenenleriçin: Yrd.Doç. Dr. Güzel YÝlmaz
Harran Üniversitesi Müh. Fak. 63300 Þanlý Urfa
Tel:(414) 316 44 51-312 84 56, E-posta:cevre@harran.edu.tr

Higgs Bozonu Göz Kırpıyor

Neredeyse 20 yıldır fizikçiler için "en büyük av" olma özelliğini sürdürmekle birlikte bir türlü ele geçmeyen Higgs parçacığı yakayı ele vermek üzere. Ancak, büyük laboratuvarlarda sorguya alınmadan önce avcılarını birbirine düşüreceği kesin.

Higgs parçacığı ya da bozonunun başına böyle büyük bir ödül konmasının nedeni, parçacıklara kütle kazandırması. Fizikçiler, evrenin her noktasını dolduran Higgs alanıyla etkileşen ve temel doğa kuvvetlerinden zayıf etkileşimi duyan tüm parçacıkların kütle kazandığı düşüncesini taşıyorlar. (Bkz: Maddenin Aslı, *Bilim ve Teknik*, sayı 386, s 50-57). 1966 yılında Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs'in düşünce ürünü olan parçacık, yıllardır kuramcıları peşinden koşturuyor. Nedeni, parçacık fiziğinin kutsal kitabı sayılan Standart Model'in yanıt veremediği pek çok soruyu açıklama potansiyeli. Ayrıca Higgs parçacığının, temel doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesinde de anahtar rol oynaması bekleniyor. Ancak parçacık, daha önce öngörülen enerji düzeylerinin altında ortaya çıkacak göründüğünden, Standart Model'in başına yeni dertler de açabilir.



Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de fizikçiler, geçtiğimiz ay, bir süredir gücünün sınırında çalıştırmaya başladıkları büyük bir parçacık hızlandırıcısında, Higgs bozonunun varlığını gösterebilecek "işaretler" saptadıklarını açıkladılar. Bu bile, yerini çok daha güçlü bir hızlandırıcıya bırakmak üzere sökülmeye hazırlanan LEP'in ömrünü en az bir ay (2 Kasım'a kadar) uzatmaya yetti. Büyük Elektron-Pozitron Çarpıştırıcısı LEP'te parçacıkların çarpışma ürünlerini izleyen dört dev detektör, Higgs imzası olabilecek bozunma örüntüleri saptamış bulunuyor. Çarpışmalarda pekçok başka ürün arasında, ancak birlikte oluşabilen Higgs ve (zayıf etkileşime aracılık eden üç bozondan biri olan) Z^0 bozonu, ortaya çıkar çıkmaz başka parçacıklara dönüşüyorlar, bunlar da gene çok kısa süre içinde başkalarına... CERN fizikçilerini heyecanlandıran, ayrı yönlerde kuarklardan oluşan dört parçacık fışkırması (meslek dilinde "jet"). Bunun rastlantısal bir olgu olması olasılığı, yapılan hesap ve gözlemlerle önce yüzde bire, daha sonra da binde bire düşürülmüş. Ancak "işaretlerin", "kanıt" değeri kazanabilmesi için rastlantı olasılığının en az milyonda bire kadar düşürülmesi gerekiyor. İşte CERN fizikçileri bir ay içinde LEP'i gücünün ötesinde zorlayarak bunu gerçekleştirmeye çalışacaklar. Higgs parçacığını aramak üzere tasarlanmış bir makinenin, 11 yıl sonra tam devreden çıkmak üzereyken avının kokusunu alması, ilk bakışta kaderin oynadığı acı bir oyun gibi görünüyor. Aslındaysa bu "son an" sendromu pek rastlantısal değil. Fizikte daha önceki büyük keşifler de genellikle son anda yapılıyor. Nedeni, büyük ve pahalı makineleri kullananların, bunları tasarım sınırlarına kadar zorlayıp ömrünü kısaltmaktan çekinmeleri. Ancak makineler devre dışı bırakılacağı zaman (kaybedecek bir şey olmadığı için) araştırmacılar bunları güçlerinin sınırında, hatta ötesinde çalıştırmaya başlıyorlar. LEP'te de olup biten bu.

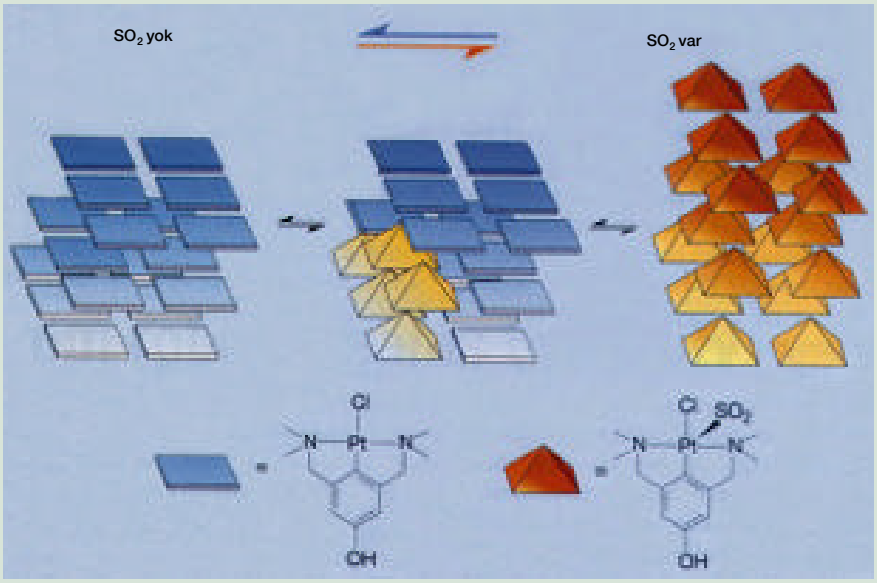
Higgs "işaretleri"nin 114 ya da 115 milyar elektronvolt (GeV) düzeyinde ortaya çıktığı sanılıyor. Higgs'le beraber ortaya çıkan Z^0 bozonlarının daha önceden belirlenen kütlesi de 91 (Gev) yakınlarında. İkisinin toplam enerjisi 205-206 (gev) ediyor. Bu enerji düzeyine çıkabilmek, LEP fizikçilerinin, "artık makine kapanıyor; ne olacaksa olsun" mantığıyla elektron ve bunların ters yüklü karşılığı olan pozitronları, 103'er GeV'e kadar hızlandırmalarıyla mümkün olmuş. Elektron ve pozitron demetleri, ters elektrik yükü taşıdıklarından, güçlü süperiletken mıknatıslar yardımıyla paralel iki tünelde ters yönlerde neredeyse ışık hızına kadar hızlandırıyorlar ve daha sonra detektörlerin içinden geçen silindir biçimli bir odada çarpıştırılıyorlar. Hem elektronlara, hem de pozitronlara 103 GeV enerji verilebildiği için toplam çarpışma enerjisi, 206 GeV oluyor. Yani tam Higgs ve kardeş bozonunun toplam enerjilerinin sınırında!.. Demek ki daha önceki deneylerdeki "normal" enerji düzeyleri, bu 206 GeV toplamını veremediği için, aslında 114 GeV kütledeki (Einstein'ın ünlü formülü uyarınca enerji = kütle) Higgs daha önce, örneğin 150 ya da 200 GeV enerji düzeylerinde ortaya çıkamamış. Çünkü bozon kardeşlerini geride bırakamıyor. LEP fizikçileri, şimdi harıl harıl daha fazla çarpışma verisi toplamaya çalışıyorlar. Amaç, CERN yetkililerini yumuşatarak LEP'in idamını biraz daha erteletmek. Telaşın nedeni, biraz da bu büyük keşfin onurunu, CERN'in ezeli rakibi olan ABD'deki Fermilab araştırma merkezine bırakmamak. Fermilab, yenilenerek merkezde toplam çarpışma enerjisini 1 trilyon elektronvolt (TeV) düzeyine yükseltecek kapasite kazandırılmış bir hızlandırıcıyı devreye sokmaya hazırlanıyor. Ama sorun, elektron ve pozitronlar yerine, kuarklardan oluşan ve dolayısıyla çarpışma ürünleri son derece karmaşık ve izlenmesi güç olan protonlar kullanması. Fermilab, eğer eline geçecek bu fırsatı değerlendiremezse, top yine CERN'e geçecek ve Higgs avını, 2005 yılında devreye girerek proton ve antiprotonları çarpıştıracak Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) devralacak. LHC, LEP'ten 10 kat daha güçlü ve Higgs'in ardından, Standart Model'in öngördüğü süpersimetri parçalarını da arayacak. Bu nedenle CERN yönetimi, parsayı Fermilab'a kaptırma pahasına da olsa, LEP'in ömrünü daha fazla uzatıp LHC'nin montaj sürecini geciktirmek istemiyor.

Science, 22 Eylül 2000
Nature, 21 Eylül 2000

Soluk Alan Kristaller

Nanometre, zihinlerde canlandırması güç küçüklüğüne karşın, günümüz teknolojisinin temel ölçü birimi durumuna gelme yolunda. Metrenin milyarda biri kadar ya da yakın küçüklüklerde parçaların üretim ve kullanımına dayalı nanoteknoloji, daha şimdiden günlük yaşamımızın bir parçası haline geldi sayılır. Yeni kuşak bilgisayarların yongaları, moleküllerden oluşan işlevli makineler, küçük robot ya da yapılar ne kadar "nanolaşırsa" becerileri o ölçüde artar düşüncesi yaygın. Nanoölçekli yapı ya da parçaların üretimi için iki yol var. "Mühendislikle küçültmek" denen birinci yöntem, istenen parçaları makroskopik araçlarla yapmak. Bilgisayar yongalarında kullanılan devrelerin lazerle çizilmesi ya da kazınması buna bir örnek. Söz konusu parça ne kadar küçük olursa, üretiminde kullanılan makroskopik teknoloji de o kadar hassas olmak zorunda. Bu da tüm başarılarına karşın bu yönteme birtakım darboğazlar getiriyor.

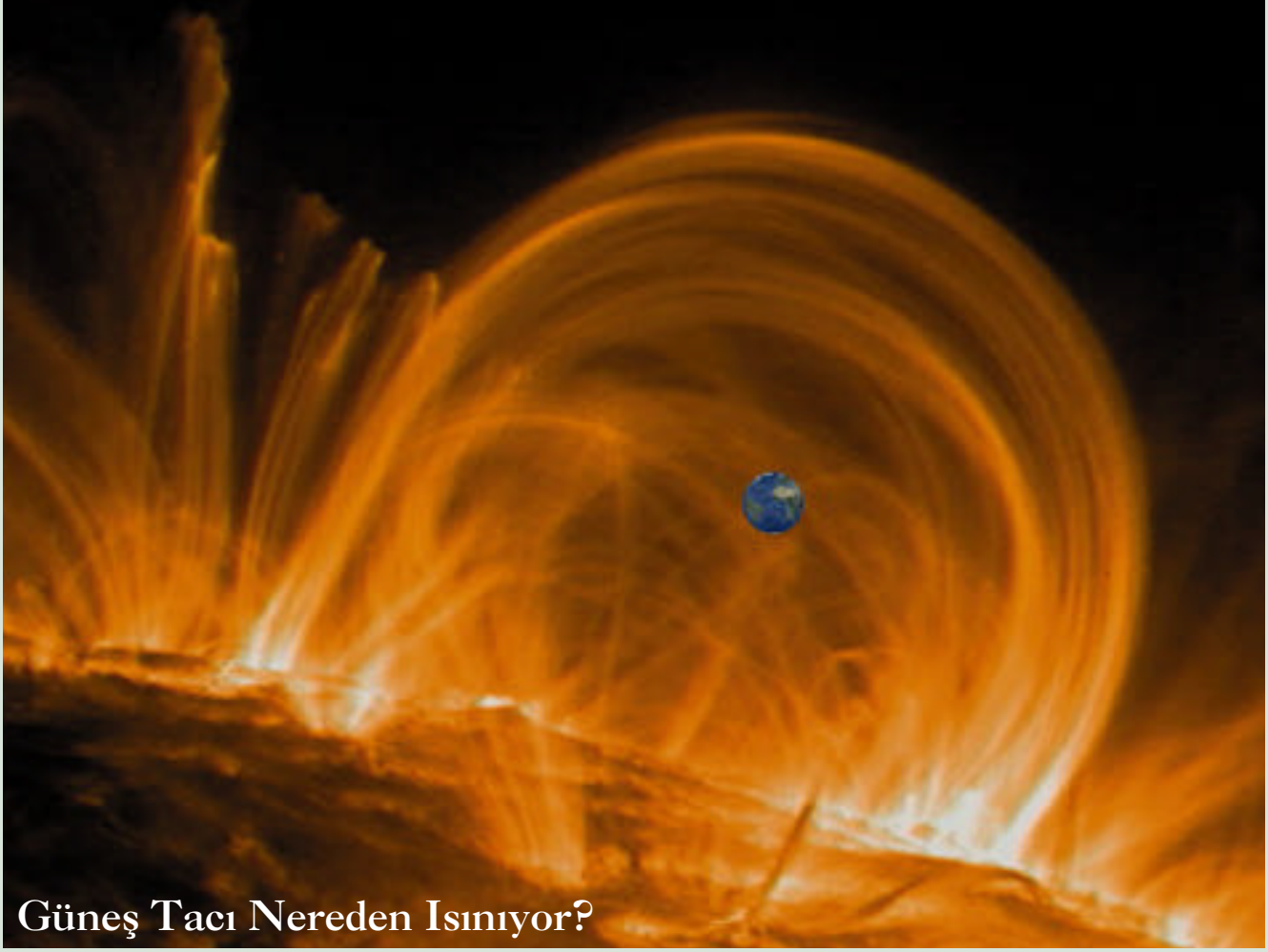
İkinci yöntem, daha çok canlıların kullandığı "sentezle büyütmek" yöntemi; yani çok daha küçük parçaları birleştirerek nano ölçekte moleküller oluşturmak. Bu yöntemin nanoteknolojiye kazandırılmasının karşısındaki güçlükse, çoğu suda çözünen ya da ancak homojen bir toz halinde bulunabilen bu molekülleri birleştirebilmek. Araştırmacılar da yıllardır iki teknik arasındaki bu boşluğu gidermeye çalışıyorlardı. Hollanda'nın Utrecht Üniversitesi'nden Martin Albrecht başkanlığındaki bir ekip, nanoteknoloji için yeni bir "sentezle büyütmek" yaklaşımı getirdi. Ekibin yaptığı, aslında doğada sıkça görülen bir olayı, kükürt dioksit gazının SO_2 platin iyonları içeren organik bir molekülle (organoplatin bileşikle) birleşip sonra da ayrılması sürecini tekrarlamak. Ancak Albrecht ve arkadaşları, bu süreci düzgün yapıda katı bir kristal üzerinde gerçekleştirmiş bulunuyorlar. Gerçi katı maddelerle gazların geçici birleşmesi fazlaca yeni sayılmaz. Zeolitler ve killer gibi delikli maddeler, pek çok küçük molekülü birbirine bağlamak için petrokimya sanayiinde yaygın olarak kullanılıyor. Hollandalı araştırmacıların yönteminin yeniliği ve önemiyse, katı maddelerle gazların geçici birlikteliği için ille delikli malzemenin gerekmediğini göstermeleri. Şimdiye kadar bir organoplatin bileşiğine SO_2 eklenmesinin bileşiğin moleküler yapı ve biçiminde yapacağı büyük değişimin, kristal yapılı bir katı maddenin anında kırılıp parçalanmasıyla sonuçlanacağı varsayılmaktaydı. Varsayım, farklı büyüklüklerdeki parçaların büyük ölçekli stres ve gerilimler oluşturması temeline oturuyordu. Hatta bu türden stres ve gerilimler, düzgün kristal yapılardan küçük moleküler "misafirlerin" ayıklanması sürecinde de ortaya çıkıyor, ve kristal dokudaki diğer moleküllerin yaratılan boşluğu doldurmak için hücum etmesiyle kristalin ufalanmasıyla sonuçlanıyordu. "Doğa boşluğu sevmez" deyiminin bu ve benzeri gözlemlere dayandığı anlaşılıyor. Doğanın Albrecht ve arkadaşlarını sevdiğindeyse kuşku yok! Hollandalı araştırmacılar, renksiz organoplatin kristallerini birkaç dakika SO_2'ye batırdıklarında hoş bir turuncu renk oluşuyor. Deneyin önemi rengin güzelliğinden gelmiyor tabii. Renk, platin moleküllerin kare düzlemleri, SO_2'nin etkisiyle kare prizmalar haline geldikçe dıştan içe doğru yayılıyor. İçteki kristaller, komşuları üç boyut kazanıp kristali şişirdikçe, sabırla sıranın kendilerine gelmesini bekliyorlar. Sonuçta kristal yapının hacmi dörtte bir oranında artıyor, ama kristalin üç boyutlu mükemmel yapısı aynen korunuyor. İşin daha da ilginç ve önemli yanı, şişmiş kristal havayla temas ettirildiğinde SO_2 dışarı üfleniyor ve kristal eski renksiz ve kükürtsüz durumuna geri dönüyor. Sürecin birçok kez yinelenmesine karşın kristal özellik bozulmuyor. Hollandalı ekip, bu özelliğinden dolayı SO_2'ye duyarlı bu malzemenin, kristal yapılı bir optik anahtar olarak kullanılabileceğini söylüyor. Anahtar SO_2 bulunmayan "kapalı" ve SO_2 içeren "açık" durumlar arasındaki renk farkı ya da hacim değişiklikleriyle işletilebilir. Anahtar, ortamda kükürt dioksitin var olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir. Ayrıca kristallerin hava yerine ışıkla biçim ya da renk değiştirir hale getirilmesi koşuluyla düzenek opto-elektronik sanayiinde daha geniş bir uygulama alanı bulabilir.



Deneyin başarısı, akla şunu da getiriyor: Eriyik durumdayken gazları bağlayabilen başka bileşikler, katı halde de aynı beceriyi gösterebilirler mi? Örneğin, kanımızda oksijen taşıyan hemoglobin molekülü, çok farklı yapısına karşın oksijeni Albrecht ve arkadaşlarının betimlediği yönteme benzer bir yöntemle alıp veriyor. Hemoglobin kristali katı haldeyken yüksek hidratlı bir yapıya sahip ve bu nedenle gazlar içine kolaylıkla geçebilir.

Hollandalı ekibin başarısı, bağlama ve sinyal iletme amacıyla kullanılacak katı hal anahtarlar için daha kapsamlı araştırmalar için kapıyı aralamış görünüyor.

Nature, 31 Ağustos 2000

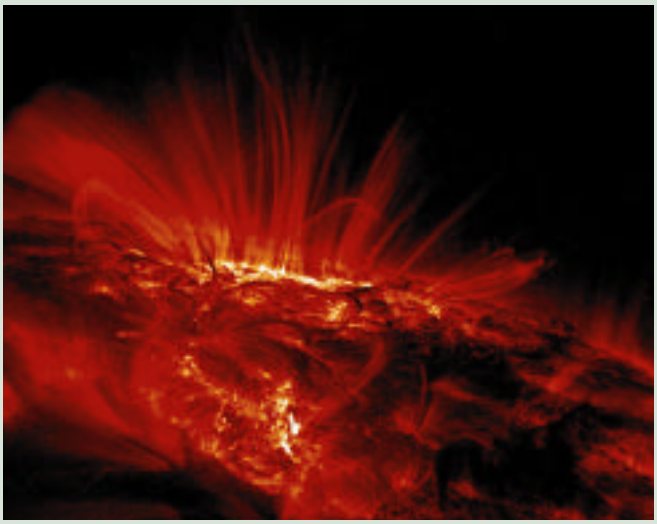


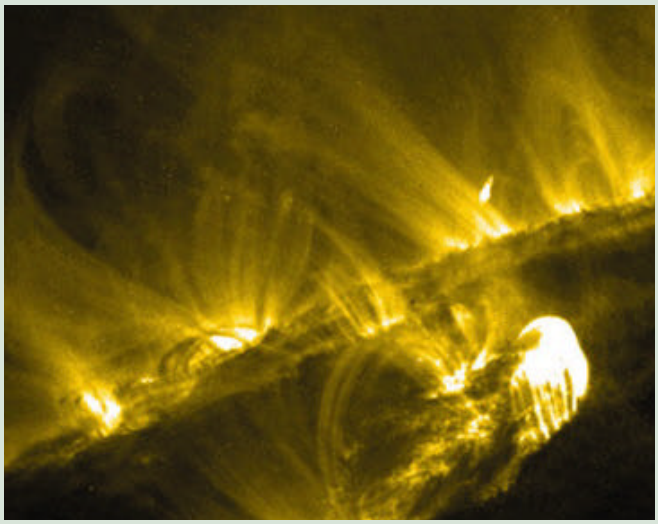
Güneş Tacı Nereden Isınıyor?

Amerikalı bilimadamları, Güneş atmosferinin özel bir bölgesini izlemek üzere tasarlanmış bir uydunun yardımıyla yıldızımızın taç (corona) denen üst atmosferinin neden yüzeyinden çok daha sıcak olduğu bilmecesini çözme yönünde önemli bir adım attılar. Araştırmacılara yol gösteren, "taç halkaları" denen ve iyonlaşmış (elektronlarının bazılarını yitirmiş, dolayısıyla (+) elektrik yükü kazanmış) gazdan oluşan dev fıskiyelerin olağanüstü ayrıntıdaki görüntüleri. Görüntüleri sağlayansa, NASA'nın geliştirmiş olduğu (Güneş) Geçiş Bölgesi ve Taç Kaşifi (TRACE) adlı uzay aracı. Bilim adamları, haleye benzeyen ve tam Güneş tutulmaları sırasında çıplak gözle izlenebilen bu taç katmanına öteden beri yakın bir ilgi göstermekteydiler. Nedeni, son derece hareketli bu bölgede meydana gelen parlama ve plazma fışkırmalarının, Dünya'nın elektromanyetik kalkanını delerek gezegenimizde manyetik fırtınalara yol açması. Bu fırtınalar, enerji hatlarında, kentlere enerji sağlayan santrallerde, duyarlı elektronik aygıtlarda ve bilgisayarlarda hasara neden olabiliyor, hatta uçakların uçuş güvenliğini tehlikeye atıyor, alçak yörüngedeki uyduların konumlarını bozabiliyor (Bkz "Güneş'in Gazabına Hazır mıyız?" TÜBİTAK *Bilim ve Teknik dergisi,* Şubat 2000). Gökbilimciler, ayrıca taç bölgesinin hareketli dinamiğini inceleyerek öteki yıldızlar konusunda daha net bilgiler sağlamayı da umuyorlar.

Araştırmacıların en çok merak ettikleri, Güneş yüzeyinin yaklaşık 5500°C sıcaklıkta olmasına karşın, atmosferinin nasıl olup da 1 milyon derecenin üzerine kadar ısınabildiği.

Lockheed-Martin Güneş ve Astrofizik Laboratuvarı'ndan Dr. Markus Aschwanden "70 yıllık bu bilmeceyi çözebilmek için önce nereye bakma-





Futbolculara Yeni Diz

Dizlerine yedikleri tekmeler sonucu profesyonel yaşamları tehlikeye giren futbol yıldızları, İsrailli araştırmacıların kıkırdak dokusunu korumak için geliştirdikleri bir teknikle yepyeni dizlere kavuşabilecekler. Futbol ve sürat koşusu gibi sporlarda dizlere, tekme, çarpma, bükülme gibi dış etkenler olmasa bile aşırı yük biniyor ve bu da dizkapağına yastık görevi yapan kıkırdağın zarar görmesine yol açıyor. Gerçi yırtılmış ya da biçimini kaybetmiş kıkırdak ameliyatla alınabiliyor, ama hastaya bir daha düzenli olarak spor yapmaması tembihleniyor. Bazı hallerdeyse kıkırdak tümüyle bir plastik implantla değiştiriliyor. Ama Zerfin'deki Assaf-Harofeh Tıp Merkezi'nden Dror Robinson'a göre "eğer 70 yaşındaysanız bunun önemi yok; ama implant takılacak olanlar genç oyuncularsa, bir süre sonra yıpranan bu yapay maddelerin değiştirilmesi için yeni ameliyat gerekiyor."



Gerçi bir yöntem hasarlı dizi, bir vericiden alınan kıkırdak ve bağlı olduğu kemikle değiştirmek. Ama burada da sorun, kısa ömürlü olan kıkırdağı, hastalık ve bağışıklık tepkimeleri için teste tabi tutarken canlı olarak koruyabilmek. Robinson ve Tel Aviv Üniversitesi'nden bazı meslektaşları, bunun için bir çözüm geliştirmişler. Vericiden alınan kıkırdak ve kemiği, besleyici bir sıvıyla dolu bir kaba yerleştirerek üzerinde düzenli aralıklarla değişip, normal bacaktaki dokuların alışık olduğu kuvvetleri taklit eden bir basınç uygulamışlar. Hem kemik, hem de kıkırdak, basınçlı ve gıdalı ortamlarında gelişmelerini sürdürmüşler. Robinson, "bu yöntemle parçalar depolanıp ameliyat için gerekli olana kadar korunabilir" diyor.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Herpes'e Karşı Aşı ve 'İlaç'

Herpes bedende kaşıntılı yaralar oluşturan virütik bir hastalık. Aslında pek çok insan, bu hastalıkla birlikte yaşamayı öğrenmiş durumda. Ancak Kanada'nın Toronto kentinde düzenlenen Mikroplarla Mücadele Araçları ve Kemoterapi Disiplinlerarası Konferans'ta sunulan bildirilerde, bu hastalıkla mücadele konusunda umut verici yöntemler açıklandı. Genellikle cinsel temasla bulaşan herpesin iki türü var. Herpes Simplex 1 (HSV-1) denen türü, bedende egzama benzeri yaralar açarken, Herpes Simplex 2 (HSV-2), genital organlarda çıbanımsı kesecikler ve ateş yapıyor ve bulaştığı insanda birçok kez gerileyip sonra tekrar ortaya çıkabiliyor. HSV-2 anneden yeni doğan çocuğa geçtiğindeyse körlüğe, hatta ölüme neden olabiliyor.

Hastalık, genellikle yavaş seyrettiğinden ve semptomları sonradan ortaya çıktığından çiftler farkında olmadan hastalığı birbirlerine bulaştırabiliyorlar. ABD'de nüfusun beşte birinin Herpes virüsü taşıdığı sanılıyor. Konferansa sunulan bildirilerden birinde SmithKline Beecham ilaç firmasının oluşturduğu uluslararası bir araştırma ekibinin, HSV-2'ye karşı bir aşı geliştirdiği ve insan denekler üzerinde başarıyla denendiği açıklandı. Aşı, virüsün hastalık yapan dış kabuğundan alınan bir proteinle yapılmış. Ancak bir iki kusuru var: Erkeklerde işe yaramadığı gibi, HSV-1 virüsü taşıyan kadınlarda da herhangi önleyici bir etki yapmıyor.



Ancak aşının çare olamadığı HSV-1 hastalarının imdadına kırmızı şarap yetişiyor! Bu haberin iyi tarafı. Kötüsüyse, şarabın içilmeyip yaraya sürülecek olması…Araştırmacıları şaraba yönelten etken, kalp hastalıklarına karşı belli ölçüde koruma sağladığı düşünülen, trihidroksitilben sınıfından resveratrol adlı bir bileşik. ABD Roostown'daki Kuzeydoğu Ohio Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden John Docherty ve arkadaşları, DNA sentezini önlediğini duyduklarında resveratrol ile ilgilenmeye başlamışlar. Ekip, resveratrol'un stil-5 denen hafifçe değişik bir türünü üretmiş. Bileşik, virüslerin kopyalanmasını %99.9 oranında engellemiş. Docherty, bir jel haline getirilmiş ilacın, HSV-1'in semptomları belirmeye başlayınca yara üzerine sürülebileceğini, ayrıca HSV-2 bulaşmasını önlemek içinde prezervatiflerin üzerine sürülebileceğini söylüyor.



New Scientist, 23 Eylül 2000

Yüksek Teknolojili Panzehir



Yılan ısırmalarına karşı daha güvenli, daha ucuz ve daha etkin panzehirler, gen teknolojisi sayesinde yakında tıbbın hizmetine girecek. Oxford Üniversitesi'nden David Warrell'e göre yeni teknoloji, yalnızca bir tercih sorunu değil, aynı zamanda acil bir zorunluluk, çünkü panzehir üretimi tüm dünyada, özellikle de Afrika'da bir kriz içinde bulunuyor. Klasik yöntemlerle panzehir üretenler de yeterince ekonomik olmadığı için kurumlarının kapısına kilit vuruyorlar.

Panzehir günümüzde de neredeyse yüz yıl öncesinin teknolojisiyle üretiliyor. Hayvanlara, özellikle atlara giderek artan ölçülerde zehir aşılanarak bedenlerinin bu zehire karşı antikor üretmeleri sağlanıyor. Daha sonra bunlar hayvanın kanından çekilerek saflaştırılıyor. Ancak gene de elde edilen panzehirlerin bir çoğu etkisiz kalıyor. Nedeni, bunların yılan zehirindeki zararsız maddeleri hedef almaları. Ayrıca bu teknolojiyle üretilen panzehir, anafilaktik şok ya da serum hastalığı gibi şiddetli yan etkilere de yol açabiliyor.

Liverpool Tropikal Tıp Okulu araştırmacılarından Rob Harrison ve ekip arkadaşlarına göre bu sorunlar, hayvanlara zehirin kendisi yerine DNA aşılanarak giderilebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının zehirin etkin maddelerine özel panzehirler üzerinde yoğunlaştığını belirtiyorlar. Harrison'un ekibi, deney için bir Brezilya yılanının zehirinde bulunan ve kanamalara yol açan öldürücü jararhagin enzimini kodlayan genin aktif bölgelerini çıkartmışlar. Daha sonra bu genlerin üzerine sürüldüğü mikroskobik altın zerreciklerini farelerin derisi altına enjekte etmişler. Fareler, hücrelerinin üretmeye başladığı bu enzime karşı antikor geliştirmişler. Bunlar yılan zehirinin yalnızca bir bileşenini hedef almalarına karşın, kanamaları yüzde 70 oranında durdurmuşlar.

Ekip şimdi çok daha zehirli yılan türlerine karşı aynı yöntemin daha ileri bir uygulamasını denemeye hazırlanıyor. Tasarladıkları zehir genlerini, bağışıklık sistemleri insan tipi antikorlar üretmek üzere değiştirilmiş farelere aşılamak. Antikor üreten B hücreleri daha sonra farelerden alınarak petri çanaklarında yetiştirilen ve sürekli çoğalan ölümsüz hücrelerle birleştirilecek . Böylece insanın bağışıklık sistemiyle uyumlu sınırsız ölçüde panzehir, hayvanlara gerek kalmaksızın üretilebilecek; üstelik yan etkiler de ortadan kaldırılmış olacak.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Hazar Foklarında Köpek Hastalığı



Hazar Denizi'nde yaşayan foklar arasında hızla yayılan bir köpek hastalığı, ender bulunan türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları, ölü bulunan Hazar fokları üzerinde yaptıkları araştırmada, köpeklere özgü olarak bilinen "gençlik hastalığı" virüsüyle, bu virüsün yol açtığı tipik doku tahribatını belirlediler. Sayıları 400 000 olarak tahmin edilen Hazar foklarından şimdiye kadar en az 10 000'inin hastalık nedeniyle öldüğü sanılıyor. Araştırmacılar, yayılmayı sürdüren salgına fokları avlayan vahşi köpeklerle kurtların yol açtığını düşünüyorlar.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Şeffaf Fareler



Dokularımız, özellikle de derimiz ışığa geçirgen değil. Ancak anlaşılıyor ki, bu durum değişmez de değil. ABD'nin Texas Üniversitesi'nden Ashley Welch ve ekip arkadaşları, fare ve hamster derilerine gliserol enjekte ederek küçük bazı bölgelerini şeffaf hale getirmeyi başarmışlar. Gliserolün kırınım indeksi, hemen hemen kollajeninkiyle aynı. Dolayısıyla gliserolle doyurulmuş bir doku alanına düşen ışık fazla saçılmıyor. Welch'e göre yöntem olağanüstü başarılı. Gerçi bu yöntemle derinin altındaki bölgeyi ancak 4-5 milimetre derinliğe kadar görebiliyorsunuz. Ama araştırmacıya göre bu bile lazer tedavisini büyük ölçüde kolaylaştırmaya aday.

New Scientist, 2 Eylül 2000



Karadeniz'in Umudu, Yamyam Denizanası

Denize düşen yılana sarılırmış. Ama düşülen deniz Karadeniz olursa, bize bir şeyler sarılıyor. Neyse ki yılan değil; denizanası. Ama Karadeniz'i istila ederek insanoğlunun yaptığı tahribatı hızlandıran bu garip canlılar da şimdi kendi canlarının derdinde. 1980'lerde girdikleri denizde neredeyse canlı bırakmayan denizanaları, şimdi daha saldırgan akrabalarının hedefi haline gelmiş görünüyorlar.

ABD'nin Alabama kentindeki Dauphin Adası Deniz Laboratuvarı'ndan biyolog Monty Graham'a göre Karadeniz'in bu sessiz istilasının öyküsü 1970'li yıllarda başlıyor ve artan tuzluluk, kirlilik ve aşırı avlanma felaketin tohumlarını hazırlıyor. Daha sonra taraklı denizanası *Mnemiopsis leidyi* büyük bir olasılıkla bir şilebin safrasıyla Karadeniz'e ulaşıyor . Pek çok balık türünün temel gıdası olan zooplankton, balık yumurtaları ve larvalarla beslenen *Mnemiopsis* yeni yurdundan öylesine memnun kalıyor ki, 1989'a gelindiğinde toplam miktarının 1 milyar tonu bulduğu hesaplanıyor. Buna karşılık balık popülasyonu, bu arada popüler balığımız hamsi, hızla azalıyor.

Deniz biyologları, felaketle baş edebilmek için önce *Mnemiopsis*'in baş düşmanı olan başka bir taraklı denizanası türünü, *Beroe ovata*'yı da Karadeniz'e sokmayı düşünüyorlar, ama daha sonra ortaya çıkabilecek daha büyük bir felaket riskini göze alamayarak vazgeçiyorlar.

Ancak 1997 yılında, istenen kendiliğinden gerçekleşiyor ve *B. ovata* gene bir geminin sintinesinde Karadeniz'e ulaşıyor. Moskova'daki Shirshov Oşinoloji Enstitüsü'nden Tamara Shiganova, ekip arkadaşlarıyla *Hydro - biologia* dergisinde yayımlanacak bir raporda "İnanması güç ama, yeni denizanasının sahneye çıkmasından bu yana *Mnemiopsis* popülasyonunda büyük bir azalma oldu; buna karşılık bazı plankton türleri de çoğalmaya başladı" diyor.

Amerikalı biyolog Graham da, başka denizlerde yaşanan deneyimleri aktararak, yeni gelen denizanasının *Mnemiopsis*'in kökünü kurutması halinde, kendisinin de ağzına başka tür bir lokma sokmaktansa yok olmayı tercih edeceğini söylüyor. Deniz biyologuna göre bundan sonra balıkçılığın ve kirliliğin denetim altına alınmasıyla Karadeniz ekosistemi yeniden gelişebilir.

New Scientist, 9 Eylül 2000

Güneş'le Su Arıtma



Özellikle yoksul ülkelerde karşılaşılan sel felaketlerinde içecek suların kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıkların baş göstermesi, sık rastlanan bir olgu. Suların temizlenmesi içinse ne para yeter, ne de zaman. Bu durumu göz önünde tutan İsviçre Federal Çevre Bilimi Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, ucuz ve pratik bir çözüm geliştirmişler: Suyu, Güneş ışınlarından yararlanarak dezenfekte etmek. Yapılacak şey yalnızca suyu boş pet şişelere doldurmak ve Güneş alacak bir yere bırakmak. Gerisini suyun artan sıcaklığı ve Güneş ışığındaki morötesi ışınım sağlıyor. Yaklaşık bir saat içinde sıcaklığı 50°C'nin üzerine yükselen sudaki *Eschericia coli* basillerinin yüzde 99.9'u ölmüş. Şişenin yarısını daha fazla Güneş ışığı soğurması için siyaha boyamak ve şişeyi oluklu saç gibi metal bir yüzeyin üzerine koymak da mikrop ve virüslerden arındırma süresini daha da kısaltacak bir yöntem olarak öneriliyor. Araştırmacılar, bu yöntemin özellikle kolera hastalığı yapan *Vibrio cholera* bakterisini öldürmede etkin olduğunu, ayrıca ishal yapan parazitleri de büyük ölçüde yok ettiğini söylüyorlar.

New Scientist, 26 Ağustos 2000

Tokyo'da Beton Yağmurları

Japonya'nın kalabalık başkenti, musonları andıran sağanaklara bakılacak olursa tropikal bir iklime sahip oluyor. Ancak Japon meteorologlara göre bu, küresel ısınmadan çok binalardan ve otomobillerden yayılan sıcaklıkla ilgili. Sağanaklar ve sel baskınlarının Japon Çevre Dairesi'ni, kent ölçeğinde bir deney planlamaya götürmüş.

Meteorolojik Araştırmalar Enstitüsü'nden Fumiaki Fujibe'ye göre gündüz saatlerinde Tokyo'dan yükselen sıcak ve nemli hava, soğuyarak kümülo-nimbüs bulutları oluşturuyor ve bunlar da tıpkı tropiklerde olduğu gibi akşamüzeri sağanak yağışlar ve şimşek fırtınaları oluşturuyor. Bu durum ısınan kentler üzerinde ortaya çıkan "sıcaklık adası" olgusuna bağlanıyor. Bu adanın oluştuğu kentlerde yağış oranı artma eğilimi gösteriyor. Temmuz ayında bir sağanak Tokyo'ya yalnızca bir saat içinde 82.5 mm yağmur bırakmış. Fujibe, Tokyo'ya düşen yağış miktarının 1979-1995 arasında %20 oranında arttığını vurguluyor. Çevre Dairesi, ısı oluşumunu azaltmak için bir dizi önlemler planlıyor. Bunların arasında bina yapımında ışığı daha fazla geri yansıtacak açık renkli beton kullanımı, daha çok ağaç dikilmesi, daha fazla havuz ve gölet yapılması bulunuyor.



New Scientist, 23 Eylül 2000

Periyodik Tablo Güvende – Şimdilik!

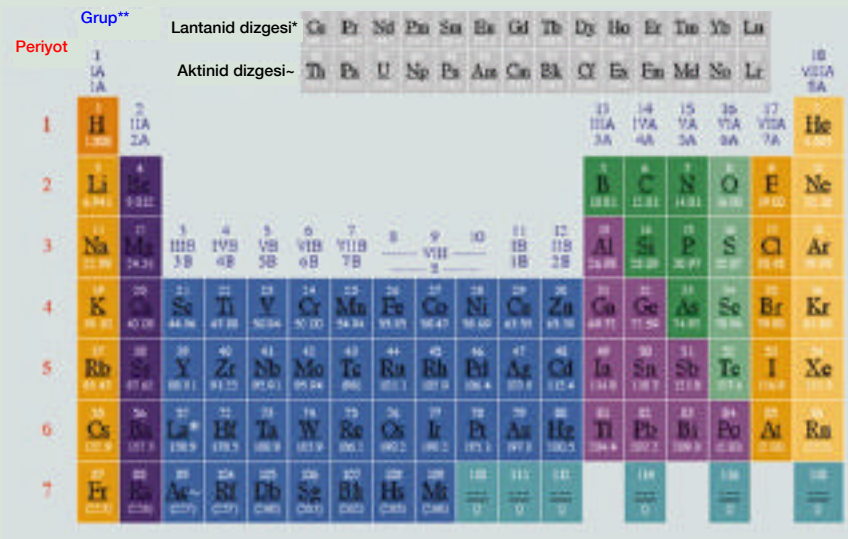
Yeni elementler yaratmak güç bir iş. Ama son yıllarda başarılı örneklerini gördüğümüz bu iş, ürünlerin kimyasal davranış biçimleri konusunda önerilerde bulunmanın güçlüğüyle kıyaslandığında çocuk oyuncağı kalıyor. Örneğin 107. element olan bohryum. İlk kez 1976 yılında Rusya'nın Dubna kentindeki Birleşik Nükleer Araştırma Merkezi'nde bulunmasından bu yana neredeyse çeyrek yüzyıl geçmiş olmasına karşın, elementin kimyasal özellikleri ancak geçtiğimiz Ağustos ayının ortalarında açıklanabildi. İsviçreli araştırmacıların başını çektiği uluslararası bir ekipçe yürütülen ve sonuçları Amerikan Kimya Derneği'nin Washington'da yapılan 220. ulusal toplantısında açıklanan araştırma, "bohryum'un aynen kuramda öngörüldüğü biçimde davrandığını" ortaya koydu. Bu ilk bakışta yeri yerinden oynatacak bir buluş gibi görünmüyor. Oysa kimyacılar için sonuç son derece önemli. Bilinmeyen elementlerin kimyasal özelliklerini tahmin edebilmek için kimyacılar periyodik tabloya başvuruyorlar. Bu, elementleri tepkimeye giren dış kabuklarındaki elektronların diziliş biçimine göre ailelere ayıran bir tablo. Periyodik tablo, bilinen 115 kadar elementin (Geçtiğimiz yıl bulunan iki yeni elementin özellikleri henüz tam olarak bilinmiyor) deneysel özellikleriyle şaşılacak başarıda bir uyum göstermiş bulunuyor. Ancak fizikçiler, önünde sonunda periyodik tablonun Einstein'ın görelilik kuramının kurbanı olacağı görüşündeler. Nedeni, elementlerin kütlesi arttıkça elektronların çekirdek çevresinde daha hızlı dolanmaları. Ama önünde sonunda relativistik etkiler nedeniyle ($E=mc^2$ formülü uyarınca ışık hızına yaklaştıkça kütlenin artması) elektronların artan kütlesi, çekirdeği çevreleyen elektron bulutunun biçimini çarpıtacak. Bu çarpıklığın, çok ağır elementlere vereceği kimyasal özelliklerinse, daha hafif kardeşlerine bakılarak çıkartılmasının bir noktadan sonra olanaksız kılacağı düşünülüyor. 105. ve 106. Elementler bu



tür çarpıklıkların ön işaretlerini verdiğinden araştırmacılar, element 107'nin "deveyi çökerten son saman parçası" olup olmayacağını merak ediyorlardı.

Bu ağır sıklet elementlerin kimyasal özelliklerini deneylerle belirlemekse olağanüstü güç. Nedeni, neredeyse ortaya çıkar çıkmaz merkezlerindeki kararsız çekirdeğin parçalanarak daha küçük ve kararlı çekirdeklere bölünmesi. Örneğin 1981'de yaratılan bir bohryum çekirdeği, bozunmadan ancak 9 milisaniye dayanabildi. Bu süreyse, herhangi bir deney için çok yetersiz. Ne var ki, elementler yalnız tek bir biçimde değil, her biri farklı sayıda nötron içeren ve izotop denen kardeşlerle birlikte ortaya çıkıyorlar. Bazı izotoplar da, kardeşlerinden daha uzun ömürlü olabiliyor.

Bu noktadan hareketle İsviçreli nükleer kimya araştırmacıları Andreas Türler ve Heinz Gaeggeler, Alman ve Amerikalı bilim adamlarıyla birlikte İsviçre'nin Villigen kentindeki Paul Scherrer Enstitüsü'nde bohryum izotopları yaratmak için bir deney yürütmüşler. Neon atomlarından oluşan bir demeti bir berkelyum hedefe çarptırarak iki yeni bohryum izotopu elde etmişler. Bunlardan ^{267}Bh, 17 saniyelik bir yarı ömre sahip ve dolayısıyla da kimyasal tepkime özelliğinin belirlenebilmesi için ideal bir deney aracı. Araştırmacılar, izotopun elektronlarının yapısını inceleyerek ^{267}Bh'nin de periyodik tablonun 7. Grubundaki akrabaları, örneğin teknetyum ve renyum gibi davranması gerektiği sonucunu çıkarmışlar. Bu varsayımı sınamak için araştırmacılar, izotopu oluşur oluşmaz 1000°C sıcaklıkta, oksijen ve hidroklorik asitle dolu bir akı odasına göndermişler. Bu gazlar, teknetyum ve renyumla hemen tepkimeye giriyorlar. Tepkime sonunda odada arta kalanlar, 70-180°C derecede görece soğuk bir kromotografi sütunundan geçirilmiş. bohryumun normal olarak bu soğuk yolculuğu yapamaz. Nedeni, bu düşük ısıda içine bulunduğu gazdan ayrışarak aygıtın duvarlarına yapışması. Ama eğer oksijen ve HCl ile birleşip BHO(3)Cl baryum oksiklorid haline gelmişse gaz içinde yüzmeye devam etmesi beklenir. Araştırmacıların gözlediği de tamı tamına bu. Bir ay boyunca kesintisiz sürdürülen deney sonucu ancak 6 tane uzun ömürlü ^{267}Bh atomu üretilebilmiş. Ama bunların hepsinin de kimyasal ayrıştırıcının içinden geçip gittiği, bozunma izlerini tarayan bir detektörce belirlenmiş. Bu durumda bohryum'un kimyasal özelliği de belirlenmiş bulunuyor: Kendisi, Grup 7 ailesinin uyumlu bir üyesi! Sonuç, periyodik tablonun, en azından şimdilik geçerliliğini koruduğunu gösteriyor.



Science, 25 Ağustos 2000

Kütleçekim Dalgası Peşinde





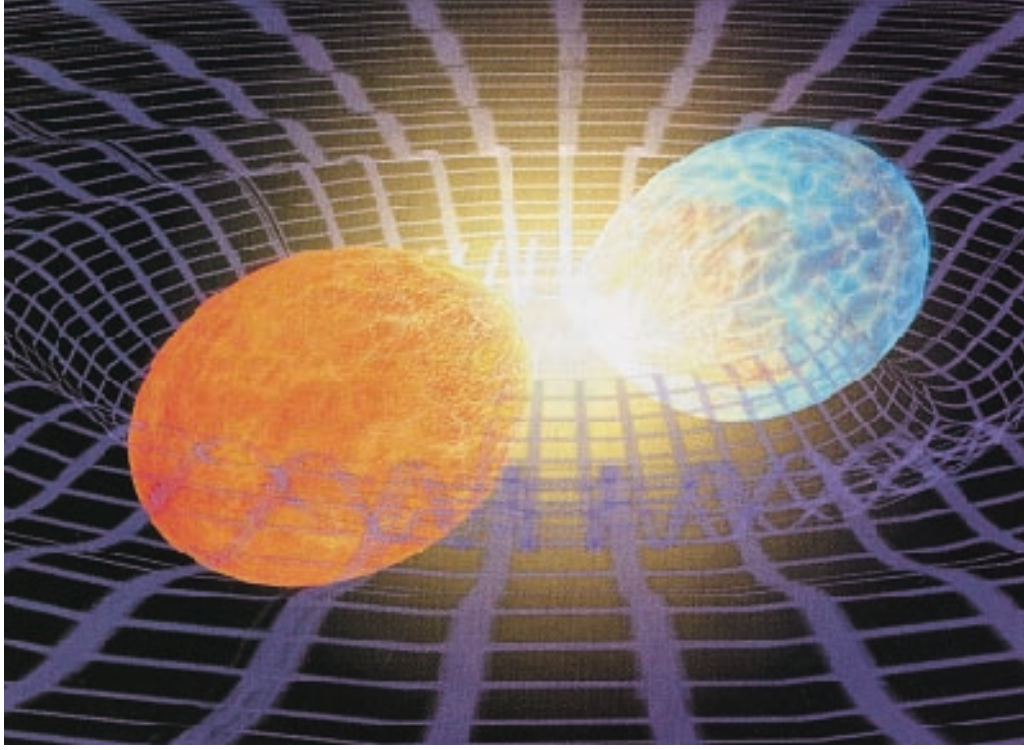
Einstein'ın genel görelilik kuramı, çok önemli sınavlarından birine daha hazırlanıyor. Önümüzdeki aylarda iki garip tasarımlı gözlemevinin devreye girmesi, bir üçüncüsünün de iki yıl içinde onlara katılmasıyla, araştırmacılar kuramın öngördüğü kütleçekim dalgalarını ilk kez doğrudan gözleme olanağına kavuşacaklar.

FİZİKÇİLER olsun, bilime meraklı okuyucular olsun, Einstein'ın, büyük ölçekli evreni başarıyla betimleyen ve kütleçekimin kavranmasında devrim yaratan kuramının şaşırtıcı önermelerine yabancı değiller. Gene de, artık günlük söylemimize girmiş olsa bile dört boyutlu evren, iç içe geçmiş uzay-zaman gibi kavramları, kütlenin etkisiyle elastik bir kumaş gibi bükülen, uzayan ya da sünen bir evren düşüncesini zihinlerde canlandırmak kolay değil. Sözkonusu olan, büyük kütleli cisimlerin yaydığı ve evrende hiçbir engelden etkilenmeksizin, havuza atılan bir taşın yol açtığı dalgalar gibi yayılan ve ışık hızında ilerleyen kütleçekim dalgaları olunca iş daha da güçleşiyor. Eh av biraz değişik olunca, doğal olarak araştırmacıların av araçları da öyle sıradan şeylere benzemiyor.

ABD'nin Pasifik kıyısındaki Washington Eyaleti'nde bir çöldeki garip yapı, birbirine dik olarak uzayıp giden kollarıyla bu kütleçekim dalgalarını yakalamaya çalışacak. Yapının bir benzeri de, kıtanın öbür tarafında, Atlantik kıyısında aynı işi yapacak. Yapılacak iş pek öyle kolay değil. Kütleçekimi sınırsız erimde olmasına karşın, dört temel doğa kuvveti içinde en zayıf olanı. Dolayısıyla gezegen, hatta sıradan yıldızlar gibi gökcisimlerinin hareketleri sonucu yayımlanan kütleçekim dalgaları da son derece zayıf ve Dünyamızda algılanabilmeleri olanaksız. Bu nedenle, bize ulaşabileceğine inanılan kütleçekim dalgaları, çok daha yoğun gökcisimlerince gönderilmek zorunda. Bu durumda temel adaylar olarak çarpışan nötron yıldızları ve karadelikler ortaya çıkıyor. Bunların bile yayımlayacakları kütleçekim dalgalarının algılanabilmesi için hassas kulaklar gerekli. Tanınmayan bir av sözkonusu olduğundan, kendisini torbaya koyabilmek için de alışılmadık silahlar olmalı. Bu işe soyunanlara gelince, işin pek acemisi sayılmazlar. ABD'nin en prestijli üniversitelerinden California Teknoloji Enstitüsü (Caltech) ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) yakın bir işbirliği içinde bulunuyor. Sırtları da oldukça sağlam. ABD Ulusal Bilim Vakfı para musluklarını açmış.

Sonuç, biri Washington eyaletindeki Hanford'da, ötekiyse Atlantik kıyısında, Lousiana eyaletindeki Livingston'da kurulan garip tasarımlı yapılar. Bunlar LIGO (Lazer Girişimli Kütleçekim Dalgası Gözlemevi) projesinin temel birimleri. Gariplik, tabiiki yapıların biçimiyle sınırlı değil. Asıl sürprizler içeride! Bir kere gözlemevlerinin, alıştığımız türden, çelik iskeletlere oturtulmuş dev teleskopları yok. Aslında bunlara gerek de yok; çünkü yapacakları iş gözlemek değil, "dinlemek". Bu, kütleçekim dalgalarının ses dalgaları olduğu anlamına gelmiyor. Ancak birçok astronomik sistemin bu dalgaları saniyede yüzlerce kez salınır biçimde yayımlamaları bekleniyor. Bir yükselticinin bu salınımı sese çevirmesi halinde de sinyalin duyulur hale gelebileceği düşünülüyor. Örneğin bir nötron yıldızının imzası bir zil sesini ya da bir müzik notasını andırırken, keskin bir şangırtı, küresel simetrisi biraz bozulmuş, uzamış dev bir yıldızın süpernova patlamasıyla noktalanan sonunu haber veriyor olabilir. Gökbilimciler, Büyük Patlama'nın yankılarının da kısık bir fısıltı biçiminde ortaya çıkabileceğini düşünüyorlar.

Peki bu fısıltıları ya da çığlıkları algılayacak kulaklar nasıl? Beklenebileceği gibi oldukça büyük ve uzun. Hanford'daki gözlemevine üstten bakılınca birbirine dik açı yapacak biçimde çöle uzanan 4 metre çapında dev tüneller. Herbirinin uzunluğu da 4 km. Tüneller yalıtılarak birer büyük vakum odası haline getirilmiş. Bunların her iki ucunda, "dünyanın en iyi cilalanmış" aynalarından birer tane bulunuyor. Binadaki bir lazer kaynağından çıkan kızılötesi ışık, önce tünelin bir ucunda asılı duran yarıgeçirgen bir aynadan geçerek tünelin sonunda asılı bir başka aynadan geri yansıyor, daha sonra ilk aynaya çarparak tekrar yansıyor ve

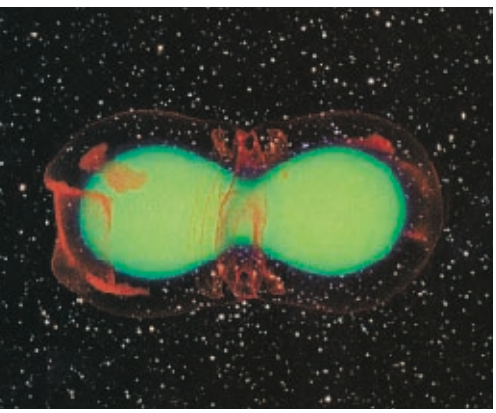


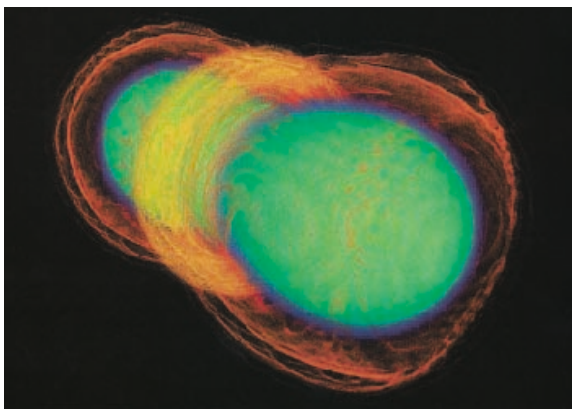
böylece sürekli olarak tünel içinde ileri geri gidip geliyor. Her seferinde ilk aynaya çarpan ışığın çok küçük bölümü düzenekten geçerek bina içindeki bir dedektöre ulaşıyor. O halde neden ikinci bir tünele gerek duyulmuş? Nedeni, işin püf noktası!. Bir "L" oluşturan tünellerin her iki ucundaki aynaların açısı, bunlardan geçen ışığın bir girişim oluşturmasını sağlayacak biçimde düzenlenmiş. Ama ışık demetlerinin yaptığı girişim "yıkıcı" bir girişim; yani bir demetten gelen ışık dalgasındaki tepe noktaları, öteki dalgadaki çukurlarla üst üste geliyor. Böyle olunca da tepe noktaları ve çukurlar birbirlerini ortadan kaldırıyorlar, kara bir leke oluşuyor. Bir ışık algılayıcı, bu karanlık bölgeyi sürekli izliyor ve tünellerdeki aynalar küçük servomotorlarla sürekli ayarlanarak, Yerel dış etkenlerin bu girişimi bozmaları engelleniyor. İşte ancak bu "servo kilitleme" elde edildikten sonradır ki, kütleçekim dalgalarının aranması işlemine başlanabilecek. Hanford'daki tesisin yıl sonuna doğru hizmete girmesinin ardından Livingston'daki ikizi de birkaç ay içinde kendisini izleyecek. Üçüncü tesisse 2002 yılında gene Hanford'da devreye girecek, böylelikle üçlü bir dizge oluşturulmasıyla LIGO'nun bilimsel araştırmaları başlayacak.

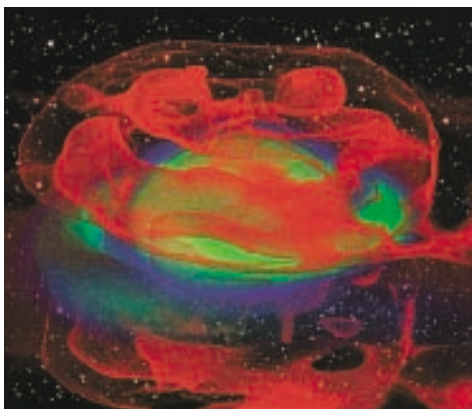
Servo kilitlenme sağlandıktan sonra Dünyamızdan geçecek bir kütleçekim dalgasının, aynaların düzeninde çok küçük değişikliklere yol açarak girişimin geçici bir süre bozulmasına ve kara leke üzerinde ışık belirmesine yol açacağı düşünülüyor. İşte Einstein'ın kuramının doğruluğu için yeni kanıt, bu küçük parlama olacak.

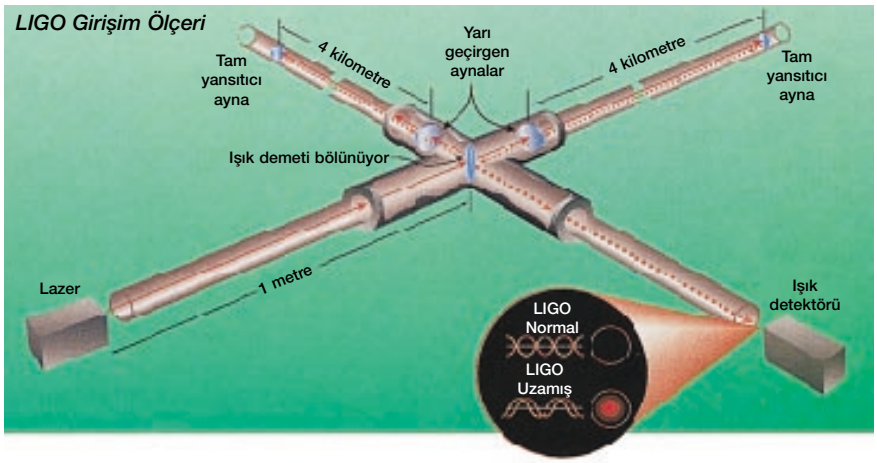
Tabii akla hemen bir soru geliyor: Neden bu iki tünel birbirine dik açıyla yerleştirilmiş? Bu garipliğin yanıtı, genel göreliliğin garipliklerinde gizli. Her yüklü parçacık, hızlandırıldığında elektromanyetik ışınım yayar. Bir radyo vericisinin ya da tıpta kullanılan X-ışın tabancalarının temelinde yatan ilke bu. Bu ilkeyi kütleçekim alanına da taşıyarak, hareket halindeki bir kütlenin de kütleçekim dalgaları yayacağı sonucunu çıkartabiliriz. Ama burada, kütleyle elektrik yükü arasındaki çok önemli bir fark unutulmamalı: Elektrik yükleri, pozitif ya da negatif olabilirken, "negatif kütle" diye bir kavram bilinmiyor. Böyle olunca da kütleçekim dalgaları, elektromanyetik dalgaların özelliği olan çift kutuplu (dipol) yayılma davranışını sergilemiyorlar. Dipol yayılımda elektrik alanı, tek bir düzey üzerinde salınım yapıyor. Buna karşılık kütleçekim dalgalarının kuram gereği, alışık olmadığımız "dört kutuplu" bir yayılma örüntüsüne sahip olmaları gerekiyor. Bir cismin içinden geçerken bir kütleçekim dalgası, o cismin boyutlarını bir yönde uzatırken, ilk yöne dik açıdaki öteki yönde kısaltır. Uzama ve kısalmalar da dalganın ilerleme yönüne dik bir düzlemde meydana gelir. Böyle olunca da kütleçekim dalgalarını yakalayacak bir "antenin" bir telsiz teklefonun üzerindeki dipol antene benzemeyeceği açık. "Kütleçekim anteni" nin, uzayın iki farklı yönündeki "boyutların" farkını algılayabilmesi gerekiyor. Bu nedenle, kütleçekim dalgalarının "dört kutuplu" imzasını saptayabilmek için birbirine dik açıda iki ayrı "cetvel" gerekli. LIGO'nun gözlemevlerinin L-biçimli mimarisinin nedeni de işte bu. Bir LIGO istasyonu, her iki tünel boyunca bir lazer ışığı göndererek, bir tanesi kısalırken ötekinin uzadığını, hemen ardından da (ortamdan geçen bir kütleçekim dalgasının yol açması gerektiği

Genel görelilik denklemlerine göre uzamış biçimli cisimler, daha etkin bir biçimde kütleçekim dalgaları yayıyorlar. İkili nötron yıldızı sistemlerinde yörünge bozunmasının ileri aşamalarında, yıldızlar birleşme öncesi birbirlerinen çevresinde ses hızına yakın hızlarda dolanıyorlar ve birleşmenin başlangıcındaki uzamış geometri yoğun kütleçekim dalgarını sistemden yayımına neden oluyor. Modeller, birleşen nötron yıldızlarının çöküp karadelik haline gelmeden önce 10 saniye kadar kararlı durumda kalabildiğini gösteriyor. Resimlerde mavi renkli bölgeler, nötron maddesinin yıldız yüzeyi yakınlarındaki yoğunluğunu gösteriyor. Kırmızı, turuncu ve sarı bölgeler de çarpışma sonunda sistemden fırlayan gazın sıcaklığını gösteriyor (Kırmızı en soğuk, sarı en sıcak).

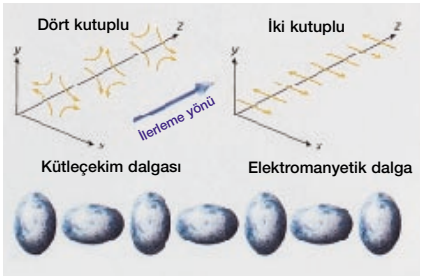








Bir lazerin ışığı, birbirine 90° açılı iki demete ayrılıyor. Demetlerden her biri yarıgeçirgen bir aynadan geçtikten sonra 4 km uzunluğunda bir vakum tüpüne giriyor ve sonundaki aynaya çarpıp, ilk aynaya geri dönüyor. Burada demetin çok küçük bir bölümü bir detektöre giriyor. Büyük kısmıysa tüp içinde ileri geri yansıyarak düzeneğin duyarlılığını artırıyor. Tünellerden gelen ışık demetleri birbiriyle girişimde bulunuyorlar ve böylece girişimölçerin iki kolunun uzunluğundaki değişimleri ölçmek mümkün oluyor. Kütleçekim dalgalarının tünellerin uzunluğunda böyle değişiklikler yapması bekleniyor.

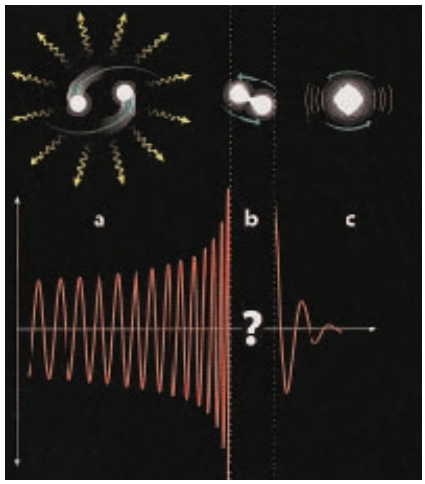


Üstte: Kütleçekim dalgaları, uzayı dört kutuplu bir biçimde, aynı anda iki eksen üzerinde uzatıp kısaltıyor. (Buna karşılık, örneğin bir radyo vericisince yayımlanan iki kutuplu elektromanyetik dalgalar tek bir düzlem üzerinde ters yönlü olarak dizilmiş ardışık elektrik alanlarından oluşuyor). Altta: Bir an için kendinizi Dünya'ya çarpan kütleçekim dalgalarının kaynağında duruyormuş gibi düşünün. Bulunduğunuz noktadan, kütleçekim dalgalarının çarpıttığı Dünyamız, resimlerdeki gibi görünecektir. Temsili resimdeki çarpılmalar, gerçekte olabileceğin binlerce kat abartılmış biçimi.

gibi) bunun tersinin gerçekleştiğini belirleyebilir. LIGO'nun çapraz "antenlerinin" bir avantajı da "genişbant" araçları olmaları. Bunun anlamı, çeşitli dalga boylarındaki çalkantıları aynı anda algılayabilme yeteneği.

Kağıt üstündeki tüm yeteneklerine karşın, LIGO gözlemevlerindeki düzenekler için asıl sınav, aynaları arasındaki mesafede son derece küçük değişimleri kaydederken, Dünya kaynaklı pek çok etkinin yarattığı muazzam paraziti perdeleme yeteneği olacak. Aslında tüm projenin başarısı bu yeteneğe bağlı. Çünkü herhangi bir anda birleşerek kütleçekim dalgaları yayımına neden olacak ikili nötron yıldızı sistemleri, Dünya'ya yüzmilyonlarca ışık yılı uzaklıkta olabilir. Bu uzaklıktan gelen bir kütleçekim dalgasının da Dünyamız yakınlarında uzayın düzgünlüğünü bir milyar kere trilyonda bir ölçeğinde dalgalandırması beklenebilir. Bunun anlamı, LIGO gözlemevlerinin çapraz tünellerinin uçlarındaki aynaların birbirlerine göre konumlarının, ancak metrenin milyar kere milyarda biri ölçeğinde değişmesi. Bu mesafeyse, bir atom çekirdeğinin çapından 1000 kez daha küçük. Ne var ki, dalganın cephesi ayna yüzeyinde hemen her atoma çarpıp yansıyacağından ve ayna yüzeyinde de trilyon kere trilyonlarca atom bulunduğundan, aynanın yönünde atom ölçeğinin altındaki değişimleri bile saptamak olası. Ama gene de aynaların Dünya kaynaklı titreşimlerden ve akustik etkilerden yalıtılması gerekiyor. Kütleçekim dalgalarının saptanmasını engelleyebilecek başka bir sorun da aynalardaki ve bunları boşlukta tutan teller üzerindeki atomların rastgele hareketleri. Hatta tünellerde gidip gelen lazer ışığının da tek tek fotonlardan oluşması bile, düzeneğin optik dengesini etkiliyor.

Proje yöneticilerini, birbirlerinden 3000 kilometre uzakta iki gözlemevi kurmaya yönelten etmen, Dünya kaynaklı etkileri ayıklamak gerekliliği. Her iki LIGO gözlemevinin de çalışmaya başlamasıyla araştırmacılar, ancak her ikisinde de gözlenen "olay"ları



İkili nötron yıldızları (ya da karadelikler) gibi yoğun cisimlerin birleşmelerinin üç aşaması, alt sıradaki dalganın biçimi tarafından eleveriliyor. a) Yoğun cisimler birbirlerine yaklaştıkça, yörünge periyodu saniyenin %1'nin altına iniyor ve yaklaşmayla ortaya çıkan kütleçekim dalgalarının büyüklüğü ve frekansı aniden yükseliyor. b) Birleşme anının modeli tam olarak çıkartılamadığından, dalganın bu aşamadaki biçimi pek bilinmiyor. c) Birleşmenin ardından, yoğun çalkantı geçirmiş uzay-zaman bölgesi, üzerine vurulan bir çanın çınlamasına benzer bir süreçle rahatlıyor.

inceleyip, yerel kaynaklı öteki girişim değişmelerini görmezden gelebilecekler. Hanford'daki araştırmacılar yerel etkilerce aldatılmamak için ek bir önleme daha başvuruyorlar. Aynı gözlemevinde ikinci bir girişimölçer düzeneği kurulacak. Ancak bunun çapraz kolları iki kilometre uzunlukta olacak. Nedeni, bir kütleçekim dalgasının, yolu üzerindeki tüm "cetvellleri" sabit bir oranda uzatıp kısaltması. Böyle olunca da dalganın geçtiği 2 km uzunluğundaki girişimölçerdeki uyum bozulması, 4 km uzunluktakinin tam yarısı kadar olacak. Bu oranı belirleyen gözlemciler, ancak bu durumda bir kütleçekim dalgasından haberdar olabilecekler.

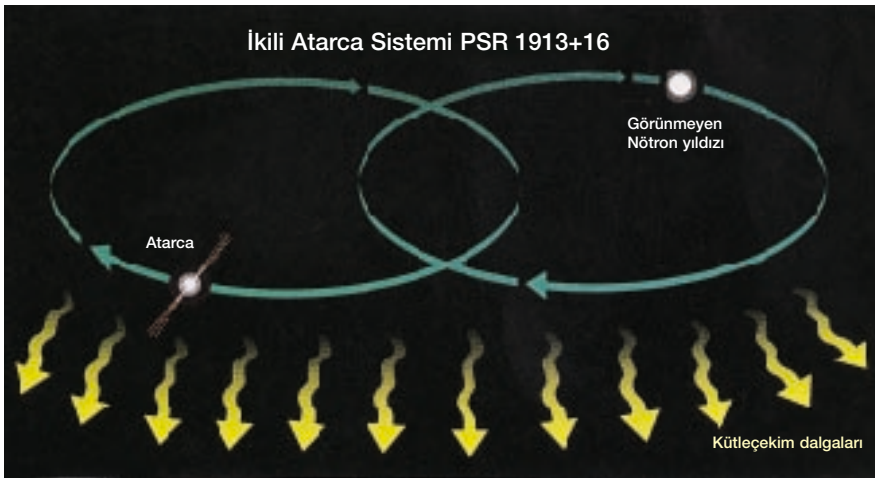
Ligo araştırmacılarının umutlarını bağladıkları olaylar, iki nötron yıldızının, bir nötron yıldızı ve bir karadeliğin, ya da iki karadeliğin oluşturduğu sistemlerin bozunması ve son derece ağır ve yoğun bu kütlelerin birleşmesi. Daha önce görüldüğü gibi ancak bu uç yoğunluk ve kütledeki cisimler, Dünyamızdan belirlenebilecek güçte kütleçekim dalgaları yayımlayabiliyorlar. Böyle cisimler tek başlarına bile görece ender görülüyor. Bunların ikili sistemler oluşturmaları ve birleşmeleri daha da ender olaylar. O halde neden ille de bunlar gerekli ? Nedeni, Einstein'ın hesaplarına göre kütleçekim dalgalarının, ancak iç hareketleri küresel simetriden yoksun sistemlerce yayımlanabilmesi. Dolayısıyla bir yıldız, mükemmel bir küresel simetriyi bozan "pürüzlere" sahip olmadıkça, ne kadar hızlı dönerse dönsün, kütleçekim dalgaları yayımlayamaz. Gü-

neş'imize ve öteki benzerlerine bakınca bunların pürüzsüz olmadıklarını, üzerlerinde büyük parlamalar, plazma fışkırmaları gibi büyük pürüzler bulunduğunu görüyoruz. Ancak bunlar bize ne kadar büyük görünürse görünsün, sonuçta bu pürüzlerin kütlesi yıldızlarınının kütlesine göre çok küçük olduğundan normal yıldızların uzaktan farkedilebilir bir kütleçekim dalgası yaymaları beklenemez.

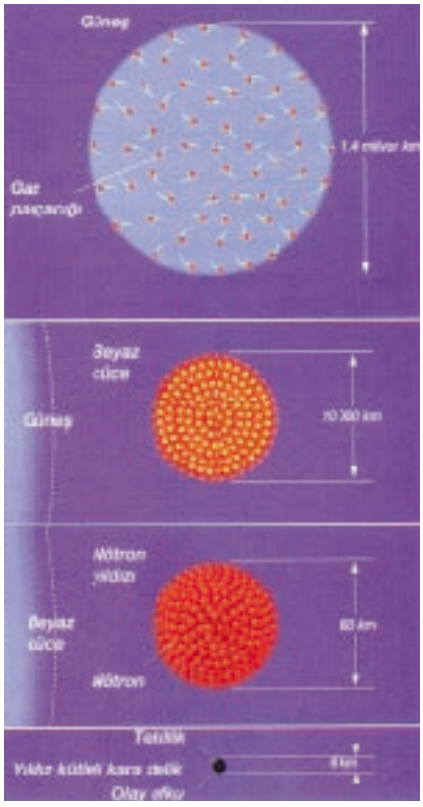
Dev kütleli yıldızların çöken merkezlerinin oluşturduğu ve Güneş kütlesinden daha büyük bir kütlenin 10-20 km çaplı bir küreciğe sıkışmış olduğu nötron yıldızlarıysa, neredeyse mükemmel küreler ve bunların dönüş hareketleri de olağanüstü düzgün. Dolayısıyla tek başlarına çok uzaklardan farkedilebilecek kütleçekim dalgası oluşturmak için pek uygun kaynaklar değiller. Ama bunlar ikili bir sistem oluşturduklarında, yoğun kütleleri ve küçük boyutlarının sağladığı muazzam kütleçekimi bunların yörüngesel enerjilerini etkiliyor ve iki nötron yıldızı giderek birbirlerine yaklaşıyorlar. Ortak kütleçekim merkezi etrafında artan hızlarla dolanan –birleşme öncesinde bu hız ışık hızına yaklaşıyor– nötron yıldızları, tümüyle birleşip karadelik oluşturmadan önce çok kısa süreyle su kabağı gibi uzamış bir görünüm alıyorlar ve bu sırada güçlü kütleçekim dalgaları yayımlıyorlar. Birleşen karadeliklerin de, çok daha güçlü olmak üzere aynı süreci yaşadıkları sanılıyor.

Görüldüğü gibi bu türden olaylar, sıkça rastlananlardan değil. Bu nedenle araştırmacılar bir yandan LIGO gibi araçlarla Kütleçekim dalgalarını saptamaya çalışırken, bu dalgaları ürettiği düşünülen dinamiği daha iyi kavramak için modeller geliştirmeye çalışıyorlar. Ama, çok güçlü süperbilgisayarlarla bile nötron yıldızı birleşmelerinin dinamiği ancak çok kaba genellemelerle belirlenebiliyor. Güçlük, gene genel görelilik kuramının öngörülerinden kaynaklanıyor. Hepimizin bildiği gibi genel göreliliğin temel önermelerinden biri, kütleçekiminin, uzay-zamanın eğriliğinin bir sonucu olması. Einstein'ın kuramına göre kütle uzay-zaman dokusunu büküyor ve bu bükülme de kütlelerin hareketlerine yön veriyor. Genel göreliliğin daha az yaygınlıkta bilinen bir çıkarımı da "sürükleme etkisi". Büyük kütleli bir cismin dönerken, çevresindeki uzay zamanı da etrafında sürüklemesi. Bu etki, ikili nötron yıldızlarının birleşmesi öncesinde olay yerini fırtınalı bir denizdeki anafora benzetiyor. Birleşmenin dinamiğini belirlemek, bu nedenle bir hayli güç. Genel göreliliğin son derece karmaşık denklemlerini, böyle hareketli bir ortama uygulamanın zorluğu karşısında, Washington Üniversitesi fizikçilerinden Wai-mo Suen, uluslararası bir ekiple çalışarak özel bir algoritma geliştirmiş. Üstelik Suen ve ekibi, teknoloji harikası yeni paralel bilgisayarlar kullanıyorlar. Bunların 500 kadar silikon "beyni" aynı anda işlem yapıyor. Gene de sorun tümüyle çözülmüş değil. Suen, "Bir nötron yıldızını uzayda ilerletmeye çalışırken yeterince dikkat göstermezseniz koordinat çizgileri spagetti haline geliyor" diyor.

Gene de LIGO araştırmacıları umutlular. Onlara göre bu yeni "antenler" radyoastronominin yaptığı gibi evrene açılan penceremizi olağanüstü genişletebilir. "Öğrenmek istediklerimizin yanıtlarını duymak istiyorsak, boşluğa sürekli kulak vermek zorundayız" diyorlar. "Bugün kütleçekim dalgalarının şarkısı, karanlık bir konser salonunda dinlenmeyi bekliyor; Ama dinleyiciler salonda toplanmaya başladı. Yarınsa bize kozmik bir senfoninin notalarıyla çınlayan yeni bir gökyüzü vaat ediyor."



Kütleçekim dalgalarının varlığına ilişkin inandırıcı ama dolaylı bir kanıt PSR 1913+16 adlı ikili nötron yıldızı sisteminden geldi. Sistem üzerinde yapılan gözlemler, yıldızların düzenli olarak birbirlerine yaklaştıklarını ortaya koydu. Araştırmacılar, bunun yıldızlarca yayımlanan kütleçekim dalgalarının, iki yıldızın ortak çekim merkezi çevresindeki yörünge hareketlerini etkilemesine bağladılar. Keşif, gökbilimciler Joseph Taylor, Russell Hulse'a 1974 yılında Nobel Ödülü kazandırdı. Nötron yıldızlarının birleşip bir karadelik oluşturmalarını gözlemek için, ne yazık ki 200 milyon yıl beklememiz gerekecek.



Gerek canlı gerekse ölü yıldızlar kütleçekimi ve dış yönelimli basınç biçimleri arasında birer savaş alanıdırlar. Kuvvet dengesi yıldızların boyutlarını belirler. Güneş gibi canlı ve sıradan bir yıldızda basınç gazdan kaynaklanır ve merkezdeki tepkimelerle yönetilir. Bu tür yıldızların çökmesiyle oluşan beyaz cücelerde basınç, elektronların üstüste yığılmasıyla oluşan dejenere basınçtır. Büyük kütleli yıldızların patlamasıyla oluşan nötron yıldızında atomlar ezilir ve çekirdekleri biraraya gelir. Bir kara delikte ise dışa doğru bir basınç yoktur; kütleçekimi engellenemez ve yıldız, olay ufku diye bilinen bir daha geri çıkılamayacak bir yüzeyin merkezinde matematiksel bir nokta haline gelir.

Derleyen: Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Sanders, G. H., "LIGO: An Antenna Tuned to the Songs of Gravity, Sky&Telescope, Ekim 2000
Frank, A., "Teaching Einstein to Dance: The Dynamic World of General Relativitiy", Sky&Telescope, Ekim 2000
Kennefick, D., "Gravitational Waves: a Prehistory", Sky&Telescope, Ekim 2000

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği

Önce, Ekim 1998'de Bakırlıtepe'de; ardından Ekim 1999'da Ürgüp Mustafapaşa'daki Golgoli Tepesi'nde, sonra Eylül 2000'de yeniden Bakırlıtepe'de gökyüzü tutkunları bir araya geldi. Onları bir araya getiren, Bilim ve Teknik'in düzenlediği ulusal gökyüzü gözlem şenlikleriydi.

Gökbilime sayfalarında her zaman önemli yer ayıran Bilim ve Teknik, bu bilimle amatörce ilgilenenlere de her fırsatta destek olmaya çalışıyor. Bilim ve Teknik olarak, gökyüzü tutkunlarına yaptığımız desteği pekiştirmenin yolunu ararken, bundan yaklaşık iki buçuk yıl önce bir gözlem şenliği düzenleme düşüncesi oluşuverdi. Öncelikle, yurt dışında sıkça yapılan ve herkesin teleskopunu kapıp geldiği "yıldız partisi" benzeri bir etkinlik yapmayı düşündük. Ancak, okuyucularımızdan o güne kadar gelen istekleri de değerlendirdiğimizde, pek çoğunun gökyüzüne ilgi duymakla birlikte, bir yol gösterici olmadığından onunla yeterince tanışamadığı kararına vardık. Bunun için, en iyisi, gökyüzüne ne düzeyde olursa olsun ilgi duyan; ancak onunla bir türlü tanışma fırsatı bulamamış okuyucularımızı; amatör ve profesyonel gökbilimcileri bir araya getirmenin iyi bir çözüm olacağını düşündük.



Şenlik düşüncesinin ortaya çıkışının ardından, ilk şenliğin nerede yapılacağına karar vermek hiç de zor olmadı. Bunun için en uygun yer, ülkemizin en büyük teleskopunun yer aldığı; Antalya Bakırlıtepe'de henüz açılışı yapılmış olan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ydi. Konuyu gözlemevi yetkililerine ilettiğimizde, onlar da bu düşünceyi hemen benimsedi ve şenlik hazırlıkları için hep birlikte kolları sıvadık.

1. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, yaklaşık 450 kişinin katılımıyla 16-18 Ekim 1998 tarihleri arasında yapıldı. Şenlik süresince, katılımcılara gözlemevi tanıtıldı, çeşitli konularda bilgilendirici seminerler verildi, stantlar açıldı, uzman gözlemciler eşliğinde çıplak gözle ve teleskoplarla gökyüzü gözlemleri yapıldı. Katılımcılar memnun ayrıldı şenlikten. Bunun en iyi göstergesi, Bakırlıtepe'ye gelen katılımcıların çoğunun 2. şenliğe de gelmesiydi.

İkinci şenliği, çok önemli kültür ve tarih değerleri olan bir yerde, Kapadokya bölgesinde yapmayı kararlaştırdık. Yaptığımız keşif gezileri ve görüşmeler sonucunda, en uygun yerin Ürgüp'ün Mustafapaşa beldesindeki Golgoli Tepesi etekleri olduğuna karar verdik. Önceki şenliğin deneyimi, yöre halkının ve yöneticilerinin büyük desteği Golgoli Tepesi'nin doğa ve tarihle iç içe ortamıyla birleşince, çok başarılı bir etkinlik çıktı ortaya. Ekip olarak, biz de (uzman gözlemciler, hocalarımız ve Bilim ve Teknik ekibi), gecelerce uyumamanın yorgunluğuna karşın, katılımcılar kadar, hatta onlardan daha da çok zevk aldık bu şenlikten.

İlk şenliğe katılamayan ya da katılıp da 2500 metre yükseklikteki Bakırlıtepe'deki gökyüzünü unutamayan okuyucularımızın istekleri doğrultusunda, 3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ni ilkinde olduğu gibi, yine burada yapmaya karar verdik. Nitekim, 1-3 Eylül tarihleri arasında yapılan şenliğin duyurusunun Bilim ve Teknik'te yayımlanmasının ardından gelen başvurular, bu yıl da geçen şenliklerdeki gibi, gökyüzü tutkunlarının büyük bir heyecanla şenliği beklediğini gösterdi bize.

İlk şenliğin deneyimi, soğuğa karşı bir önlem olarak, seminerler ve dinlenme için kapalı bir alana gereksinim olduğunu söylüyordu bize. Bu nedenle, sadece gözlemevi gezisi ve erkenden battıkları için Ay ve Venüs gözlemleri Bakırlıtepe'nin doruğuna yakın bir yerde bulunan TUG'da yapıldı. Etkinliklerin geri kalanı, yani büyük bölümü, Bakırlıtepe'nin eteğinde yer alan ve gözlemevine kuş uçumu sadece 700 metre uzakta yer alan Saklıkent'te gerçekleştirildi. Saklıkent, bir yerleşim yeri olmasına karşılık, da-



Gözlem Şenliği'nde görev alan uzman gözlemciler.





Şenlik süresince, çeşitli konularda konuşmalar yapıldı. Bunlar arasında, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Müdürü Prof.Dr. Zeki Aslan'ın verdiği Işık Kirliliği konulu konuşma da yer alıyordu.

ha çok kış turizmine yönelik bir yer olduğundan yazın çok az yerleşim var. Bu nedenle, gökyüzü gözlemlerini etkileyecek herhangi bir olumsuz durum söz konusu değil. Ayrıca, 1900 metre yüksekliğe sahip Saklıkent, neredeyse Bakırlıtepe'dekini aratmayan bir gökyüzüne sahip.

Saklıkent'teki etkinlikler süresince, Bakırlı Motel'in tesisleri kullanıldı. Katılımcılar, burada, kapalı alanda dinlenme, yeme-içme ve konaklama olanaklarından yararlandı. Ayrıca, seminerler de motelin salonunda gerçekleştirildi.

Şimdi gelelim gözlem gününe... Şenlik için Antalya'daki buluşmanın ardından, katılımcılar midibüslerle Saklıkent'e, buradaki küçük bir molanın ardından Bakırlıtepe'ye, TUG'a taşındılar. Saklıkent'teki molanın amacı, katılımcılara, TUG'daki soğuk hava koşullarına karşı hazırlanma fırsatı vermekti. Çünkü, buradaki hava sıcaklığı, Antalya'dakinden 20-25°C daha düşük.

Saklıkent'ten yaklaşık 500 metre daha yüksekte yer alan TUG'a götürülen katılımcılar, gözlemevini ve buradaki teleskopları görme ve tanıma fırsatını buldular. Ayrıca, burada, başka teleskoplarla Ay ve Venüs gözlemleri yapıldı. TUG gezisinin ardından katılımcılar Saklıkent'e, etkinliklerin geri kalanının ve gözlemlerin yapılacağı Bakırlı Motel'e döndüler.

Şenliğin ilk günü, motelin bahçesinde, küçük bir açılış töreni; ardından da bir kokteyl yapıldı. Açılışta, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Müdürü Prof. Dr. Zeki Aslan, katılımcılara birer "hoş geldiniz" konuşması yaptılar. Ardından, şenliğin olağan programına geçildi. Şenlik programı dahilinde, ilk bilgilendirici konuşmayı Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nden Prof. Dr. Zeynel Tunca yaptı. Zeynel Hoca, biraz sonra gökyüzü gözlemine çıkacak katılımcıları gökyüzü ve gökyüzü hakkında bilgilendirdi. Katılımcılar, bu konuşmanın ardından, çok daha büyük bir heyecanla çıktılar gökkubbenin altına.

Seminer bittiğinde, hava tümüyle kararmıştı ve katılımcılar dışarıya, teleskopların başına davet edildi. Önce, bir kuşak gibi gökyüzünü boydan boya saran Samanyolu karşıladı onları. İlk gözlem yaklaşık iki saat sürdü. Bu sürede katılımcılar, seminerde sık sık değinilen yıldızlar, takımyıldızlar, yıldız kümeleri, bulutsular ve gökadaları kendi gözleriyle görme, tanıma fırsatını buldular. En az katılımcılar kadar heyecanlı ve coşkulu uzman gözlemciler, teleskopları yönelttikleri gökcisimleri hakkında bilgiler verdiler, soruları yanıtladılar.

İlk gözlemin ardından kısa bir mola verildi ve bunun ardından yeniden konuşmalara geçildi. ODTÜ Fizik Bölümü'nden Dr. Sinan Kaan Yerli, amatör gökbilimcilikten ve amatör gökbilimcilerin neler yaptığından kısaca söz etti. Ayrıca, amatör gökbilimcilerin kendi çabalarıyla çıkardığı Gökyüzü dergisine değindi. Öteki seminer konuları arasında, Zeynel Tunca'nın TUG tarihçesi; TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Uzay Teknolojileri Bölümü'nden Prof. Dr. Mehmet Emin Özel'in Yerdışı Yaşam Araştırmaları; Bilim ve Teknik'ten Raşit Gürdilek'in Güneş Sistemi Dışındaki Gezegenler başlıklı konuşması yer aldı.



Şenliğin ardından teleskoplar toplandı. Bazen hangi parçanın nereye gireceği bir bilmeceye dönüşebiliyor. Sinan ve Eray, şenliğin yorgunluğunun ardından sabaha karşı bu bilmeceyi çözmeye çalışıyorlar.

Bu konuşmaların ardından, sıra geldi gezegen gözlemlerine. Gökyüzünün iki dev gezegeni, Jüpiter ve Satürn, gece yarısından sonra ufuktan yükseliyordu. Bu iki gezegen; gecenin ilerleyen saatlerinde birer birer doğu ufkundan yükselen takımyıldızlar ve onların içerdiği gökcisimleri gözlendi.

Bu gözlemin ardından, şenlik sona erdi. Dileyen katılımcılar onları getiren midibüslerle Antalya'ya döndü. Bazı katılımcılar, Saklıkent'teki motel ve pansiyonlarda kalmayı yeğlerken, bazıları da kamp kurdu.

Şenlik süresince, davetlimiz olarak gelen Meade teleskoplarının Türkiye temsilcisi olan Optronik ve Celestron teleskoplarının temsilcisi İnteroptik birer stant açtılar.

Şenlik süresince, organizasyonun başından sonuna değin bize yardımcı olan Zeynel Tunca ve İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölüm Başkanı Dursun Koçer'e; tüm uzman gözlemcilere ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi yetkililerine ve çalışanlarına teşekkür ediyoruz.

Alp Akoğlu



Gökyüzündeki Bütün Yollar...

Eski zamanların ünlü bir sözü vardır: "Bütün yollar Roma'ya çıkar." Bunu gökyüzüne uyarlarsak, sonbahar geceleri için biz de şunu söyleyebiliriz: "Bütün yollar Kanatlı At'ın Büyük Kare'sinden çıkar."

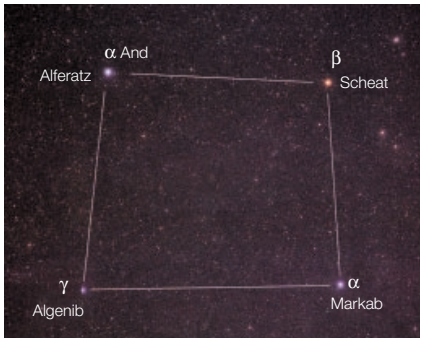
Büyük Kare, Büyük Ayı Takımyıldızı gibi, gökyüzüne başımızı kaldırdığımızda hemen tanıyıverebileceğimiz şekillerden biridir. Birbirine yakın parlaklıklarda dört yıldızın oluşturduğu bu kareye "büyük" denmesinin nedeniyse, gökyüzünde gerçekten genişçe (bir kenarı yaklaşık 15°) alana sahip olmasıdır. Büyük Kare, başlı başına bir takımyıldızı değil; Kanatlı At Takımyıldızı'nın gövdesini oluşturur.

Büyük Kare, pek de parlak olmayan yıldızlardan oluştuğu halde, gökyüzünde kolayca bulunabilir. Bunun en önemli nedeni, çevresindeki ve içindeki yıldızların onu oluşturan yıldızlardan çok daha sönük olmalarıdır. Ekim ayında, gece yarısına doğru, Büyük Kare, başucuna oldukça yakın, biraz güneyde yer alır. Gökyüzüne baktığınızda onu kolaylıkla tanıyabilirsiniz.

Karenin kuzeydoğu köşesini oluşturan yıldız, Alferatz ya da bir başka adıyla Sirrah, 2.1 kadir parlaklıktadır. Kuzey batı köşeyi oluşturan yıldız, Scheat, kararsız değişken bir yıldızdır ve ortalama 2.4 kadirle parlar. Güneybatı köşedeki yıldız, Markab, 2.5; güneydoğu köşedeki yıldız Algenib'se, 2.8 kadir parlaklıklardadır.

Yukarıda, "Bütün yollar Kanatlı At'ın Büyük Karesinden çıkar" demiştik. Bunun nedeni, bu karenin yıldızlarını kullanarak çizeceğimiz çeşitli doğruların bizi gökyüzündeki bazı parlak yıldızlara götürmesidir. Bu biçimde çizeceğimiz neredeyse her doğru, bizi önemli bir yıldıza götürür.

Önce, doğu kenarından kuzeye uzanan bir doğru çizerek başlayalım. Çizdiğimiz bu doğru neredeyse 0^h sağ açıklıkla çakışır. Buradan, **Beta (β) Kraliçe**'nin hemen yanından geçerek **Kutup Yıldızı**'na gidilebilir. Kraliçe Takımyıldızı da bu ay en iyi gözlenebilecek takımyıldızlar arasında yer alıyor. Karenin aynı kenarını bu kez ters yöne, yani güneye doğru uzattığımızda, Balina Takımyıldızı'nın pek de parlak olmayan

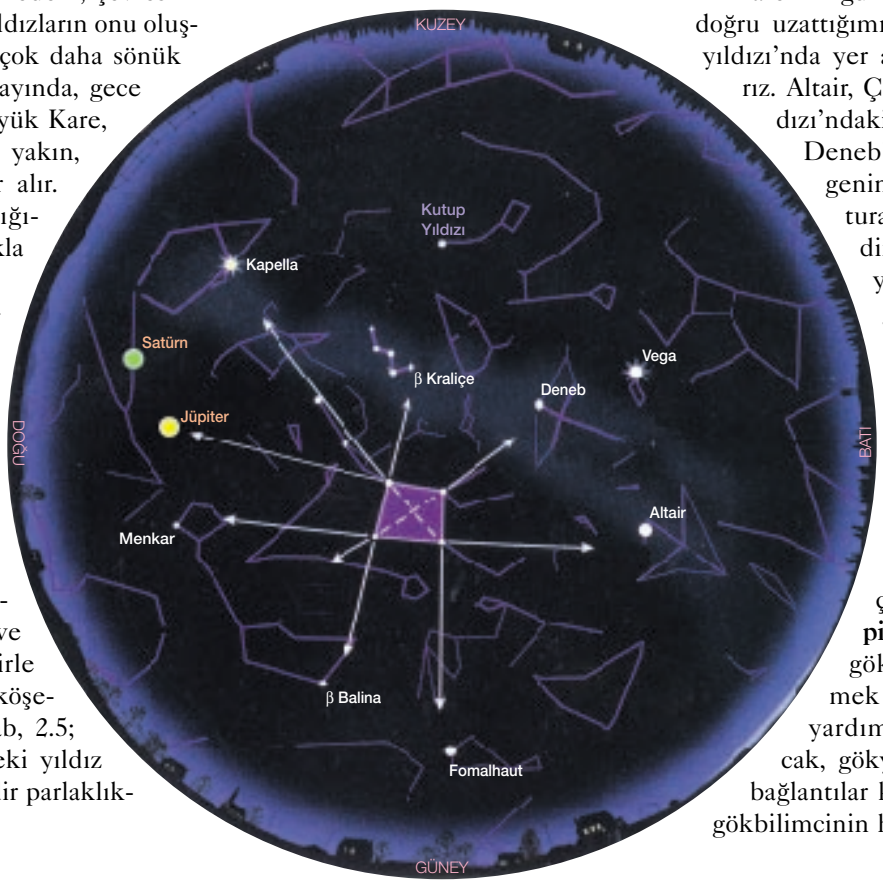


"parlak" yıldızlarından birine, β **Balina**'ya ulaşabiliriz.

Şimdi gelelim batı kenara. Bu kenarı gösterdiği doğrultuda izleyerek iyice güneye inersek, Güney Balığı'nda yer alan parlak yıldız **Fomalhaut**'a ulaşırız. Yaklaşık bir kadir parlaklığa sahip olan bu yıldız Ekim ayında en yüksek konumuna ulaşıyor.

Karenin güney kenarını batıya doğru uzattığımızda, Kartal Takımyıldızı'nda yer alan **Altair**'e ulaşırız. Altair, Çalgı (Lir) Takımyıldızı'ndaki Vega ve Kuğu'daki Deneb'le birlikte yaz üçgeninin köşelerini oluşturan yıldızlardan biridir. Aynı kenarı ters yöne, doğuya uzattığımızda, Balina'nın parlak yıldızlarından, **Menkar**'a (α Balina) ulaşırız.

Bu ayın sürprizi, Büyük Kare'nin kuzey kenarını doğuya doğru uzattığımızda, karşımıza çıkan gökcismi **Jüpiter**. Gerçi, Jüpiter'i gökyüzünde bulabilmek için bu türden bir yardım gerekmiyor. Ancak, gökyüzünde bu türden bağlantılar kurmak, her amatör gökbilimcinin hoşuna gider. Doğal



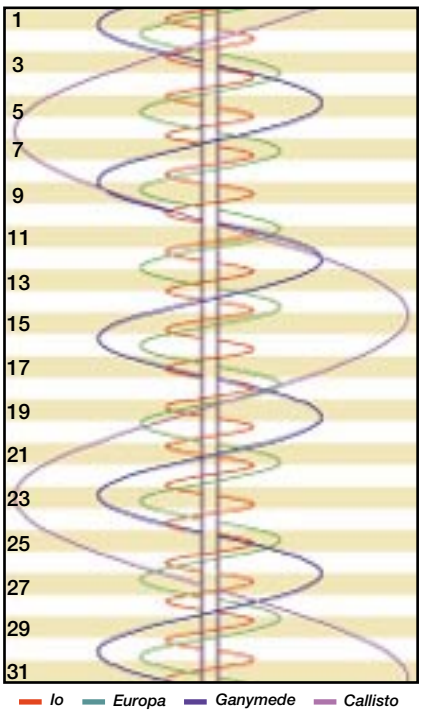
olarak, Jüpiter'in gökyüzündeki konumu değiştiğinden bu doğru her zaman bizi ona götürmez.

Şimdi de köşegenlere bakalım. Güneybatı köşesinden kuzeydoğu köşesine doğru çizeceğimiz köşegeni uzatırsak, Arabacı'da yer alan ve gökyüzünün en parlak yıldızlarından biri olan **Kapella**'ya ulaşırız. Öteki köşegeni, güneydoğu köşesinden kuzeybatı köşesine doğru çizeceğimiz köşegeni, uzattığımızda, Kuğu'nun en parlak yıldızı **Deneb**'e ve biraz daha ilerlediğimizde, Çalgı'nın en parlak yıldızı **Vega**'ya ulaşırız.

Sözünü ettiğimiz tüm bu yıldızlar, bu ayın gökyüzü haritasında görülebilir. Yukarıda, gökyüzünün genel görünümünü veren haritaya bu türden yol gösterici çizgileri çizerseniz, sizi biraz yanıltabilirler. Çünkü, kubbe (yarım küre) biçiminde olan gökyüzünü kağıda aktarırken biçimi bir miktar bozulur. Gökyüzüne bir cetvel ya da iki elinizle gerdiğiniz bir ip tutarsanız, bu yol göstericilerin gerçekte ne kadar doğru gösterdiğini görebilirsiniz.



1 Ekim 2000 Saat 23^{00}; 15 Ekim 2000 Saat 22^{00}; 31 Ekim 2000 Saat 20^{00}'de gökyüzünün genel görünüşü (Not: 29 Ekim'de ileri saat uygulaması sona erecek)



Ekim ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunun gezegene göre konumları. Bu uyduları, bir dürbün yardımıyla bile gözleyebilirsiniz.

Ayın Gök Olayları

Ekim ayı, Venüs ve Merkür buluşmasıyla açılıyor. Akşam gökyüzünde, güneybatı ufku üzerinden bulunan **Venüs**, hâlâ çok alçakta. Gezegen, ayın başında, Güneş'ten yaklaşık 45 dakika sonra batıyor. Bu nedenle gezegeni görebilmek için, Güneş battıktan yaklaşık 30-40 dakika sonra, ufku açık bir yerden gözlem yapmak gerekiyor. İlerleyen günlerde, gezegeni gözlemek daha da kolaylaşacak. Ayın sonunda, Güneş ve Venüs'ün batış saatleri arasındaki fark, iki saate yaklaşacak. Gezegenin parlaklığı, ay boyunca ortalama –4 kadir civarında.

Merkür, ayın başında yukarıda değindiğimiz gibi Venüs'e oldukça yakın konumda. Ancak gerek ondan biraz daha alçakta bulunması gerekse ondan çok daha sönük olması nedeniyle, gözlenmesi daha zor. Gezegen, 6 Ekim'de, en-büyük uzanımında olduğu sırada bile, Güneş'ten sadece 45 dakika sonra batıyor. Gezegeni bulmak için, Güneş battıktan yaklaşık 30-35 dakika sonra, Venüs'ün hemen kuzeybatısına bakmak gerikiyor. Bir dürbün, onu bulmanızı kolaylaştıracaktır. Eğer dürbününüz yeterince geniş açıya bakıyorsa iki gezegeni birden dürbünün görüş alanında görebilirsiniz. Ayın ortalarından sonra gezegen hızla Güneş'e doğru ilerleyeceğinden artık gözlenemeyecek.

Jüpiter ve **Satürn**, en iyi gözlenebilecek gezegenler. Jüpiter, Satürn'e oranla daha parlak ve ondan biraz daha sonra doğu-kuzeydoğu ufkundan yükseliyor. Gezegenlerin arası yaklaşık 10 derece kadar. İki gezegen, Boğa'nın kırmızı yıldızı **Aldebaran**'la birlikte güzel bir üçlü oluşturuyor. Aslında, onların hemen üzerinde duran **Ülker** açık yıldız kümesini de unutmamak gerek. 16-17 Ekim gecesi, **Ay** da onlara katılacak.

Mars, yaklaşık 1,8 kadirlik parlaklığıyla, sabah gökyüzünde yer alıyor. Gezegeni görebilmek için, hava aydınlanmaya başlamadan hemen önce doğu ufkuna bakmak gerekiyor. Onun biraz üzerinde yer alan parlak yıldız, Aslan'daki **Regulus**.

Uydumuz **Ay**, 5 Ekim'de ilk dördün, 13 Ekim'de dolunay, 20 Ekim'de son dördün, 27 Ekim'de yeniay evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu



Mermiden Hızlı Denizaltılar

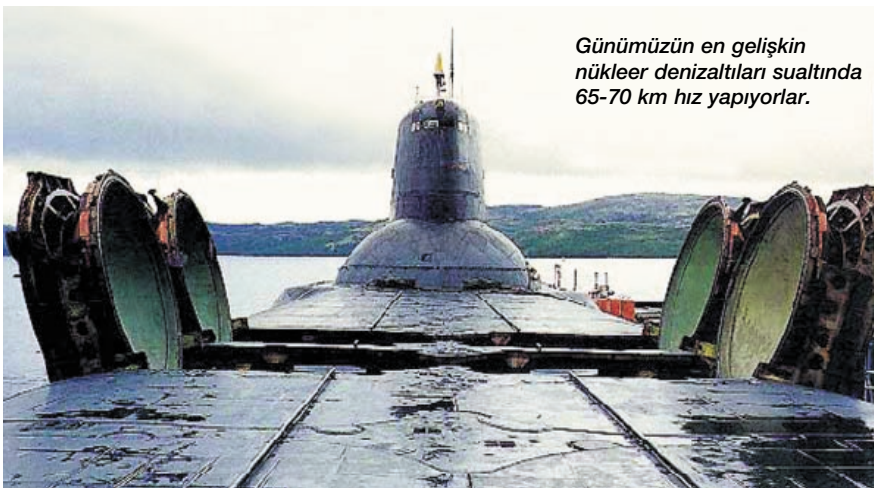
Düşünün ki bir Concorde uçağındasınız. Rahatça koltuğunuza oturmuş Mach 2'yle, yani sesten iki kat daha hızlı bir şekilde Atlantik Okyanusu'nu geçiyorsunuz. Bir yandan manzarayı seyrederken bir yandan da ikram edilen şampanyayı yudumluyorsunuz. Nasıl, hoş değil mi? Bu sırada sizin pek gözünüze çarpmıyor ama aşağılarda, denizin altında gri, ince, kalem benzeri bir araç uçağınıza yetişiyor ve onu geçiyor. Sakın şaşırmayın, bu sesten hızlı giden bir denizaltı.

ASLINDA böyle bir araç henüz gerçek değil, yalnızca bir kurgu. Bununla birlikte teknoloji böyle bir aracı yapabilecek düzeyde. Hatta Rus denizaltılarından biri bunu gerçekleştirebilecek torpidolar taşıyor. Aynı teknik deniz altı mayınlarını yok edecek silahlar için de düşünülüyor. Bu yöntemle su kızaklarının ve su üstü gemilerinin hızlarını artırmak da olası. En önemlisi de bu teknikle su altında saatte binlerce kilometre hızla gidebilecek ve yine de kuru kalacak araçların yapılabilecek olması. Bu işin püf noktasını uzakta aramanıza gerek yok. İşin sırrı elinizde tuttuğunuz şampanya kadehinde. Tıpkı şampanyanın içindeki gibi hava kabarcıklarında yatıyor bu işin püf noktası.

Diğer birçok garip fikir gibi sesten hızlı giden bir denizaltı yapma düşüncesi de soğuk savaş sırasında ortaya atılmıştı. 1960'larda Sovyetler Birliği'nin elinde denizaltıları oldukça yavaş terk eden torpidolar vardı; bu onlar için bir dezavantajdı. Sorunu çözmek için geleneksel torpido teknolojisini bir adım ileri götürmek yerine Sovyetler, Amerikalılar'ı geride bırakacak radikal bir değişiklik denemeye karar verdiler. Geleneksel torpidoların sorunu sürtünmeydi. Aerodinamik biçimi nasıl olursa olsun herhangi bir nesne sıvıların içinde hareket ederken bir dirençle karşılaşır. Bu direncin nedeni nesnenin dış yüzeyinin sürtünmesidir. Sıvı katmanlarını yarmak için gerekli güç nesnenin dış yüzeyindedir. Aynı durum havada da geçerlidir. Ne var ki su, havadan bin kat daha yoğun olduğu için sürtünme de bir o kadar fazladır. Bundan öte, sürtünmeyi yenmek için gereken kuvvet, nesnenin hızının küpüyle orantılıdır. Böylece itici motorlarda yapılan her gelişme, hızda yalnızca önemsiz artmalara neden olmaktadır.

1960'ların başında, Kiev Hidrodinamik Enstitüsü'nden Mikhail Merkulov, çözümün suyun içinde "hava boşluğu açmak"ta (cavitation) yattığını öne sürdü. Bu cesur bir karardı çünkü deniz mimarları için hava boşluğu genellikle bir tehdit olarak görülürdü. Bangalore'da bulunan Hindistan Bilim Enstitü'sünden bir akademisyen olan Rudra Pratap, "Bir nesne bir sıvının içinde hızlı hareket ettiğinde, nesnenin bazı noktalarındaki basınç azalır" diyor. Hava boşluğundaki nesneler üzerine çalışan bir dinamikçi olan Pratap'a göre, nesne hızlandıkça üzerine düşen basınç azalır. "Eğer basınç sıvının buhar basıncına eşit olacak denli azalırsa, sıvı hal daha fazla korunamaz." diye de ekliyor. Sıvıyı sıvı halde tutmak için gereken basınç düştüğünde sıvı moleküller buharlaşacaklar ve bir hava boşluğu oluşacak.

Pompalarda, türbinlerde ve pervanelerde boşluklandırma iki soruna neden olabilir. Birincisi hava kabarcıkları akışın yapısını değiştirebilir ve bu da verimliliği düşürebilir. İkincisi de ka-



Günümüzün en gelişkin nükleer denizaltıları sualtında 65-70 km hız yapıyorlar.

barcıklar yüksek basınçlı bölgelere ulaşıp metale çarptığında metalde çukurlar açabilecek şok dalgalarına neden olabilir.

Dev Kabarcık

Oysa durum bu teknikte biraz daha farklı. Belli koşullarda bir kabarcık ya da hava boşluğu, hareket eden nesneyi tamamen içine alacak biçimde şekillendirilebilir. Newton 1687 yılında yazdığı Principia Mathematica adlı eserinde bunun ipuçlarını veriyor; fakat yine de buna ulaşmak çok kolay değil.

Pratap'a göre başlangıç olarak gövde saatte en azından 180 kilometre ya da saniyede 50 metre hızlı olmalı. Bu hızlar normal torpidolar için oldukça uzak rakamlar. Birleşik Devletler Denizaltı Savaş Merkezi'nden (NUWC) John Castano, burun yapısının doğru olması gerektiğini vurguluyor. Aerodinamik bir yapı yerine, kabarcığın içindeki aracın düz burunlu olması gerekiyor. Bu sayede yüksek hızlarda su öyle bir hızla ve açıyla burnun çevresinden geçip gider ki aracın üzerini örtemez.

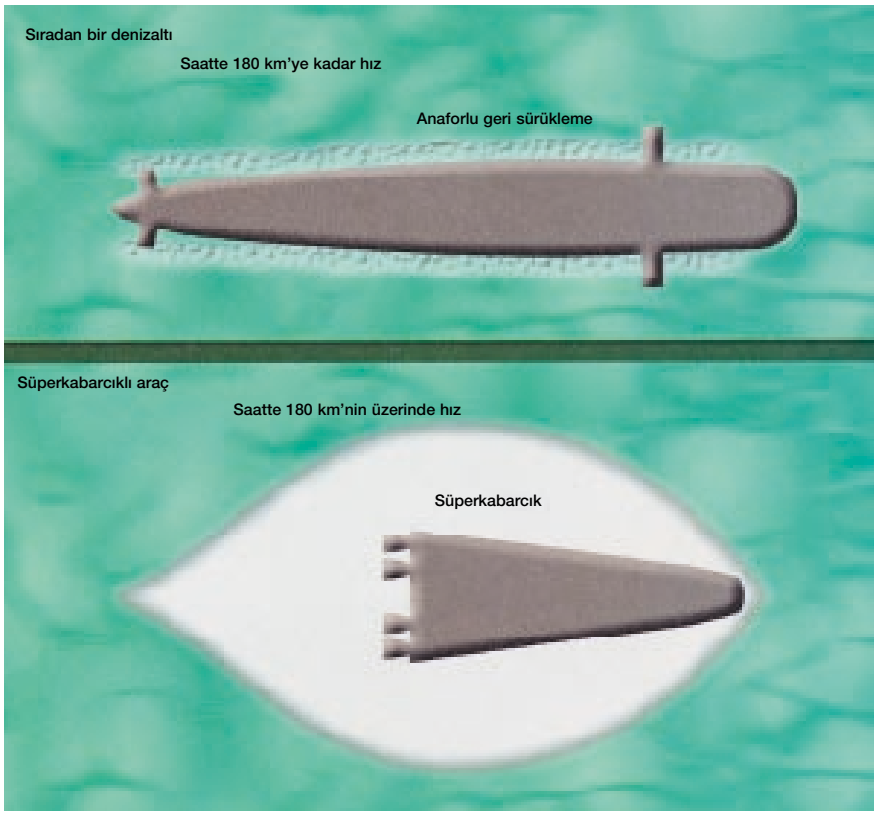
:Hava boşluğu içindeki bir cismin sürtünmesi oldukça düşüktür, çünkü dış yüzeyinin direnci neredeyse kaybolmuştur. Nesne su yerine daha düşük yoğunluğu ve vizkozitesi olan su buharıyla çevrilir. Böyle bir nesnenin sürtünmeye neden olan tek yeri burun bölgesidir. Yalnızca burnun suyla teması vardır çünkü. "Yine de burada bir denge var." diyor Pratap. Burun ne kadar küt olursa, sürtünme o kadar artar. Bu nedenle en iyi burun tipi hafif eğimli olandır.

Pratap'a göre genel sürtünme hava kabarcığının içine girildiğinde olağanüstü derecede düşüyor ve artık yalnızca hıza bağlı olarak artıyor.

"Bu neden böyle oluyor diye sorarsanız, sizi yanıtlayamam. Bu çok karışık bir durum ve sıvı mekaniği topluluğunun bunu iyi anlayabildiğinden henüz emin değilim."

Ne olursa olsun sonuçlar oldukça açık. Sürtünmenin azaltılmasıyla birlikte yüksek hızlar mümkün oluyor.

Santa Barbara'daki California Üniversitesi'ne bağlı Okyanus Mühendisliği Laboratuvarı'nın müdürü olan Marshal Tulin'se deniz araçlarının hava boşluğu yöntemiyle kolay işler hale getirilebileceğini düşünüyor. Tulin'e göre kızaklı botların kızaklarındaki sürtünmenin azaltılması, onların hızlarını ikiye katlayabilir.



Merculov, Tulin'in çalışmasını gördüğünde hava boşluğu yöntemiyle süper hızlı torpidolar yapılabileceğini anladı. Yalnız bir sorun vardı: aracın yalnızca burnu suya dokunacağı için alışıldık pervaneler bu araçlarda işe yaramayacaktı. Tümüyle yeni bir itiş tekniği bulunmalıydı. Bu sorunun çözümü basitti: Geriye roket motoru takmak. Roketler hava boşluğunda çalışacağı için, suyla ilgili bir sorun yaşanmadan istenen kalitede bir itiş sağlayabilir.

Düşüncede oldukça kolay gibi görünse de çalışan bir torpido yapabilmek zor bir iş. Sağlamlık ve burun kısmının hayli yüksek basınçlara dayanabilecek malzemeyle yapılması hiç de kolay değil. Ulaşılan hızlarda hava boşluğunun torpidonun tamamını içine alamaması olasılığı da vardır. Yapılan Rus torpidosuysa burnundan egzosuna kadar sanal bir boşluğun içinde olacak biçimde tasarlandı.

"Eğer nesnenin hızı buhar boşluğundan geçmeye yetecek kadar değilse, kabarcığın içine gönderilecek yapay havalandırma, nesne geçinceye kadar boşluğu açık tutacaktır." diyor Castano. Stafforshire'daki Keele Üniversitesi'nde bir savunma uzmanı olan Mark Galeotti'ye göre bu torpidoların prototipleri 1980'lerde ortaya çıkmıştı; fakat üzerinde daha çok çalışılmalıydı. "1990'ların başında yalnızca Ruslar düzgün işleyen bir torpido yapabildiler." diyor Galeotti. "Yaygara" anlamına gelen "Shkval" adı verilen bu araç saatte 500 kilometre hıza ulaşabiliyordu. Denizaltıdan muhtemelen mekanik bir mancınık yardımıyla bir ok gibi fırlatılmıştı. Böylece torpido roketin ateşlenebilmesi için hava boşluğunun içine girebilmişti.

Ruslar kendilerine ölümcül bir silah yaptılar. Shkval düşman denizaltıları onlar daha harekete geçemeden saf dışı bırakabilir, ya da bir denizaltı, üzerine gelen torpidolardan onu kullanarak korunabilir. Bununla birlikte Shkval, ardılına göre oldukça hantal sayılır. 1990'ların başında Birleşik Devletler de kendi hava boşluğu programını başlattı. Başlangıç olarak su altı mermileri üzerinde duruluyor. Geleneksel mermiler suya doğru ateşlendiğinde daha bir metre gidemeden, sürtünme yüzünden duraklıyorlardı. NUWC'daki araştırmacılar, boşluklandırıcı içindeki mühimmatın çok yüksek hızlara çıkmaya olanak vereceğini

ve çok daha uzağa ulaşabileceğini biliyorlardı. 1997 yılında bunu denediler. Shkval'ın sahneye çıkışından yalnızca birkaç yıl sonra NUWC araştırmacıları sesten hızlı bir araçları olduğunu ilan ettiler. Dikkatle tasarlanmış düz bir burnu olan kurusıkı mermi, bir su altı silahından ateşlendi. Suda ses duvarını aşan mermi, saatte 5400 ve saniyede 1.5 kilometre hıza ulaştı.

Hareketini sürdürmesi için bir güç kaynağı olmadığı için mermi kısa sürede yavaşladı, fakat bu bir hava kabarcığıyla hızlanmanın mümkün olduğunu göstermesi açısından yeterliydi. NUWC'daki araştırmacılar havada sahip olunan saniyede 2.5 kilometre hızına ulaşmak istiyorlardı ve bu artık onlar için çok uzak bir olasılık değildi.

Böylesine yüksek hızlara ulaşılmasalar da, hava boşluklu mermiler birçok yararlı işte kullanılabilir. Sözgelimi Deniz Kuvvetleri, havadan ateşlendiğinde yeterince derine inmeyen geleneksel mermiler yerine bunları kullanarak mayın temizleme işlemlerini daha verimli hale getirmeyi düşünüyor. Bu bağlamda Californiya'da Deniz Hava Savaşı Silahları tümenine bağlı bir grup mayınlara birer balon uçuruyorlar.

Havadan Hızlı Mayın Temizleme Sisteminde (RAMICS) mermiler standart bir 20 milimetrelik Gattling silahıyla vuruluyor. Küt koni biçimli burunlarıyla, suyun 350 metre üzerinden lazerle hedeflenmiş ve 12 metre suda giderek hedeflerini yok edebiliyorlar. Deniz Araştırmaları Ofisi (ONR)'nden RAMICS'in proje sponsoru olan Doug Todoruff şöyle diyor: "Çelik bir duvarı delip geçmmiştik ve hala patlayıcıları ateşleyebilecek kadar kinetik enerjimiz vardı. Sistem, karada denenmiş halinin çok ötesinde. Havadan, bir Cobra helikopterinden gerçek bir mayının üzerine atılma denemesi gelecek ay için kararlaştırılmış.

Peki ya bir Concorde'dan daha hızlı bir denizaltıya ne dersiniz? Suda bir mermi ateşlemek başka bir şeydir, roket gücüyle ilerleyen bir aracı yüksek hızda kullanmak ve onu hava boşluğu içinde tutmaya çalışmak başka şey. İkincisi çok daha zordur. Peki uygun hız sınırı ne kadardır?

Ordudaki bilim adamlarının pervanelerle elde ettikleri hızı tartışmaya çok istekli olmadıkları görülüyor. Fakat yine de bir mermi kadar hızlı gidememelerinin temel bir nedeni yok. Galeotti, "Ruslar Shkval'ı bir son olarak değil bir başlangıç olarak görüyorlar." diyor. " Bu teknolojinin insanlı araçlarda uygulanmaması için hiçbir neden yok." diye de ekliyor Castano.

Aslında birçok teknolojik engel var bu projede. Bunlardan biri hâlâ güçlü bir itici sisteme gerek duyulması. Alüminyum yakıtlı bir roket bunun çözümlerinden biri olabilir. Oksidasyon için su kullanacağından fazladan oksijen taşımaya gerek duymaz. Böyle bir durumda yanmamış yakıtın hızla alüminyum oksitle kaplanması ve daha fazla reaksiyona engel olması gibi bir sorun yaşanabilir. Bundan kaçınmak için toz haline getirilmiş alüminyum su girdabına enjekte edilebilir, bu da yanan ve eriyen parçaları uzak tutar.



Nükleer güçle çalışan bir Rus saldırı denizaltısı.

Alüminyum yakıtlı roketler kısa mesafeler için iyi olabilir; fakat ya uzan mesafeli yolculuklar için ne olacak? Bunun için muhtemelen güç kaynağına nükleer bir reaktör eklenmesi yeterli olacaktır. Böyle bir araçla saniyede 2.5 kilometre hızla yolculuk Londra New York arası yolu bir saatten az bir zamanda geçmeyi olanaklı kılabilir. Yolda bir balinaya çarpmazsanız tabi. Aracın dümenini kontrol etmek de sorunlu olabilir. Shkval'in yönlendirilme olanağının fazla olmadığı söyleniyor. Bir anlamda bu kadar çaba dümdüz gidebilen bir araç için. Bir kez fırlatıldığında herkesin kontrolünden çıkıyor. "Zorluk, kontrol edilebilen yüksek hızlı bir araç yapabilmekte" diyor ONR'den Kam Ng. O ve ekibi, aracı gövdesine yüzgece benzer parçalar ekleyerek kontrol edebilmeyi amaçlıyor. Araçta burun kısmı dışında kalan parçaların suya değmesi istenmiyordu, çünkü bunun sürtünmeye neden olacağı biliniyor. "Ama," diyor Ng, "aracı kontrol edebilmek için bu ödenmesi gereken küçük bir bedel." Bununla birlikte boşluğun düzensiz bir yapıya bürünmesi olasılığı da var; ama Ng ve ekibi bu tür sorunları çözmek için uğraşıyorlar.

"Hava boşluğunda yol alma fikri deniz altındaki savaşların çehresini değiştirecek." diyor Galeotti. "Olabildiğince sessiz araçlarla geleneksel olan kedi fare oyunu bir anlamda kakafonik bir it dalaşına dönüşecek." Galeotti hava kabarcığı içinde gidecek gemilerin çok büyük gemiler olmayacağını da söylüyor. Bunun yerine bir ana gemiden yola çıkarak kısa menzilli saldırılar yapan küçük araçlar kullanılması düşünülüyor. "Bu tıpkı havada savaşmak gibi olacak." diyor Galeotti.

Bu projede şu anda kimsenin yanıtlayamadığı bir sorun daha var aslında. Hava boşluğunda gidecek böylesi bir aracın ilk etapta gerekli hıza nasıl ulaşacağı bilinmiyor. Bu bir yana, bir silahtan ateşlenen araca kim binmek ister? Peki ya aracın okyanusun ortasında yavaşlama riskini kim göze alabilir? Öyle görünüyor ki, bu sorunlar çözülünceye kadar birçok gönüllü deniz Spitfire'ının uçması gerekiyor hâlâ…

Graham-Rowe, D., Faster Than a Speeding Bullet, *New Scientist*, 22 Temmuz 2000,
Çeviri: Gökhan Tok



Kuantum Kuramı 100 Yaşında

Armin Hermann Kuantum 'Kuramının Yaratılışı (1899-1913)' adlı kitabında , Martin Klein ise 'Max Planck ve Kuantum Kuramının Başlayışı' adlı makalesinde kuantum kuramının doğum tarihini 14 Aralık 1900 olarak belirtirlerken, Lloyd Motz ile Jefferson Weaver, Fiziğin Öyküsü adlı kitaplarında 19 Ekim 1900 tarihini öne çıkarıyor; Hermann ayrıca 18 Mayıs 1899'un da böyle düşünülebileceğini ayrıca ekliyor. Bu tarihlerin her birisi özel bir aşamaya karşılık geliyor. Aşağıda bunları, gelişmelerini ve birbirleriyle ilişkilerini özetleyeceğim.

GÜNÜMÜZÜN belki de en başarılı ve verimli fen bilimi olan fiziğin artık genel alt yapısını oluşturduğu (buna Thomas Kuhn'un, daha çok fen bilimleri için önerdiği ama sosyal bilimcilerin daha çok sevdiği paradigma nitelemesini yapmak belki de yerinde olur) rahatlıkla söylenebilen kuantum kuramının simgesel temsilcisi olan h Planck sabiti, önce 18 Mayıs 1899'da a′ adıyla ortaya çıktı (yoksa buna "ana rahmine düştü" mü demeliyiz?). 19 Ekim 1900 ise, *Karacisim Enerji Dağılımı*nın "doğru" dalgaboyu-sıcaklık ilişkisini veren formülün ileri sürüldüğü tarih (belki "erken doğum?"). Günümüzde bildiğimiz şekil ve anlamıyla ($\varepsilon = h\nu$) ilk ortaya çıkışı ("küvezden çıkış?") 14 Aralık 1900. Bunların hepsi Planck'ın, ilgili çalışmalarının sonuçlarını Berlin'de Alman Fizik Derneği'ne (Physikalische Gesellschaft) sunuş tarihleridir.

Son adımı atıp, son sözü söyleyen ve de son noktayı koyan Planck olmuştu ama, o da, 200 yıl kadar önce bir diğer *paradigmayı* getiren Isaac Newton'un sözleriyle "devlerin omuzlarında" idi. Bu devleri saymaya *termodinamiğin* temellerini atan Sadie Carnot, Rudolf Clausius, Lord Kelvin gibilerle başlayabiliriz. Sonra *istatistik mekaniğin* temellerini atan Ludwig Boltzmann, *karacisim ışıtmasının* önemini kuramsal ve deneysel olarak ortaya koyan *spektroskopinin* ilk ustası Güstav Kirchhoff ve Friedrich Paschen; ilk kuramsal sonuçları veren Boltzmann ve özellikle Wilhelm Wien'i sayabiliriz. Bir bakıma en etkilileri olan Josef Stefan'dan başlayarak, Otto Lummer, Ernst Pringsheim, Heinrich Rubens, Ferdinand Kurlbaum gibi usta *spektroskopistleri* ve bunlara en önemli ölçü yöntemi olarak *reststrahlen/artık ışınımlar* yöntemini veren Ernest Nichols'u ve en önemli ölçü aleti olarak *bolometre*yi sağlayan Samuel Langley'i de unutmamalıyız. Özellikle 19 Ekim sonucunda spektroskopistlerin çeşitli ölçümleriyle uyum çok önemli rol oynadığından, bunu; tıpkı Johannes Kepler'in her *üç yasası*na da ustası Tycho Brahe'ın özenli gözlemlerine olan inancı sonunda varışına benzetebiliriz.

Açıklamalı Kronoloji

(Aşağıdaki bağıntılarda: T, mutlak sıcaklık; S, entropi; U, ortalama enerji; u, frekans ya da dalgaboyu aralığı başına birim hacimdeki elektromanyetik enerji; ν, frekans, λ, dalgaboyu; c, ışık hızı, $k \equiv R/N_A$,

Bolzmann sabiti; R, Joule sabiti; N_A, Avogadro sayısı. *Karacisim* ise üzerine düşen tüm elektromanyetik ışınımları hiç yansıtmadan soğuran, ve ısı dengesine vardıktan sonra *kendi* ışımasını salan ideal bir cisimdir. Kirchhoff, iç duvarları iyi yansıtıcı olan içi boş bir cismin yani bir *kovuğun* yüzeyindeki küçük bir deliğin, ideal karacismin eşdeğeri olarak gerçekleştirilip incelenebileceğini gösterdi. Rezonatörler, kovuk duvarlarında bulunduğu varsayılan yüklü Lorentz salınıcılarıdır.)

1791 Pierre Prévost ısı ışımasının ilk kuramını ortaya koydu: "Her cisim sürekli ısı ışır ve soğurur; soğuk oluş, soğurmanın ışımadan çok olduğunu gösterir. Işıma olmaması çevreyle denge hali demektir."

1824 Sadi Carnot ısı makinelerinin verimliliğini anlamaya çalışırken termodinamiğin temellerini oluşturan yasalardan önce ikincisini sonra da birincisini buldu.

1834 Benoit-Pierre Clapeyron termodinamiğin ikinci yasasının değişik bir şeklini geliştirdi, *entropi*nin ilk belirtilerini farketti.

1844 Ludwig Boltzmann termodinamiğin ikinci yasasının istatistiksel yorumunu vererek istatistik mekaniği geliştirmeye başladı.

1847 John Draper her maddenin 525 °C sıcaklıkta soluk kırmızı renk almaya başladığını, ve sıcaklık arttıkça rengin giderek beyaza vardığını gösterdi.

1850 Rudolf Clausius, ikinci yasa için Clapeyron'un verdiği biçimi geliştirdi.

1851 William Thomson (Lord Kelvin) 1848'de önerdiği mutlak sıcaklık ölçeğinin, ısının dinamik kuramı çerçevesinde tanımladığı "termodinamik sıcaklık" kavramıyla aynı olduğunu gösterdi.

1860 Güstav Kirchhoff, aynı sıcaklıkta ısı ışıması yapan değişik maddelerin bu ışımayla ayırdedilemeyeceğini termodinamiğin ikinci yasasının bir sonucu olarak gösterdi.

1860 James Maxwell ve John Waterston enerjinin üleşimi teoremini ortaya koydular.

1865 Clausius, *entropi* kavramını geliştirdi ve adını koydu.

1877 Boltzmann istatistik mekaniği geliştirdi.

Planck'ın Yaşamı

Max Karl Ernst Ludwig Planck, 23 Nisan 1858'de Almanyanın Kiel kentinde doğdu. Babası seçkin bir hukukçu ve hukuk profesörü olup Prusya'nın "Yurttaşlar Yasası"nı hazırlayanlar arsındaydı. Bilim ve kültürde mükemmellik, sağlam karakterlilik, koruyuculuk, ülkücülük, güvenilirlik ve cömertlik Planck'a ailesinden çok derin işlenmiş niteliklerdi. Babasının Münih Üniversitesi'nde görev alması üzerine ünlü Maximillian Gimnazyumu'nda öğrenime başaldı. Orada Hermann Müller adındaki bir öğretmeni fizik ve matematiğe derin ilgi duymasını sağladı. 17 yaşında gimnazyumu bitirdiğinde, klasik filoloji ya da müzik yerine fiziği seçmesinin sebebi, en büyük özgünlüğün fizikte olduğu vargısını edinmiş olmasıdır. Ancak, müzük hep hayatının önemli bir parçası olarak kaldı. Özellikle Schubert, Beethoven ve Brahms'ın eserlerinde sükûnet ve keyif buluyordu. Açık havada her gün yürüyüş yapmaktan hoşlandığı gibi ileri yaşlarına kadar dağlara tırmanmayı sürdürdü.



1874 yılı güz aylarında Münih Üniversitesi'ne girdi. *wanderjahr*/gezinme yılını 1877-78'de Berlin Üniversitesi'nde geçirdi. Ancak, çoğu ünlü kimseler olan hocalarının hiç birisinin derslerinden pek zevk almadı. Gene de kendi entellektüel yetileriyle, özellikle hayran olduğu Rudolf Clausius'un termodinamik kitaplarını okudu. 1879'da Münih'te doktorasını, ertesi yıl da *Habilitationsschrift*/doçentlik sınavını vererek Berlin Üniversitesi'nde *Privatdozent*/öğretim görevlisi oldu. 1885'te de Kiel Üniversitesi'ne *Professor extra ordinarius*/doçent olarak öğretim üyesi yapıldı. 1889'da Kirchhoff'un ölümü üzerine Berlin'e çağırıldı, 1892'de *Professor ordinarius*/profesör oldu. Etkin yaşamı bundan sonra hep Berlin'de geçti.

Planck öğrenimi için fiziği seçişini şu sözlerle dile getiriyor, ". . . kendimi bilime adamaya ilk kararım, insanların usavurmalarındaki yasaların çevremizdeki dünyadan edindiğimiz izlenim dizilerini yöneten yasalarla aynı olduğunu; dolayısıyla da salt usavurmayla insanın [dünyanın işleyişindeki] mekanizmaya ilişkin önseziler kazandıracağını keşfetmemin... doğrudan bir sonucuydu." Demek ki henüz kuramsal fiziğin bir disiplin olarak tanınmaya başlanmadığı bir dönemde kuramsal fizikçi olmaya karar vermişti. Fizik yasalarının varlığının ". . . dış dünyanın, insandan bağımsız olarak varolan, mutlak bir şey" ve "bu mutlaklığa uygulanan yasaların ardına düşmenin . . . hayatta peşine düşülebilecek en ulu amaç" olduğunu varsayıyordu.

Onu ilk etkileyen yasa daha gimnazyumdayken hayranlıkla öğrendiği enerji korunumu yasasıydı. Bu, termodinamiğin birinci yasasından sonra üniversitede karşılaştığı entropi, yani termodinamiğin ikinci yasasının da doğanın mutlak bir yasası olduğuna kanısı derindi. Doktora tezini bu konuda yaptı. Eylem kuantumu adını vereceği h'ya götüren yolun başlangıcı da bu sayılabilir.

Planck'ın 42 yaşındayken çözdüğü karacisim problemi ona 1918 yılı Nobel Fizik ödülünü ve daha bir çok onur ve ödül getirdi. Ancak o kuantum kuramından hep rahatsız oldu hattâ 1913 yılında Einstein'ın Berlin'de görev alması için yaptığı girişim sırasında yazdığı tavsiye mektubuna, bu konuda bayrağı kendisinden alarak epeyce ilerilere götüren Einstein'ın ilgili çalışmalarını ". . . o çapta bir insanın yapmasına göz yumulacak fantaziler . . ." olarak nitelemişti. (İlginçtir ki, Einstein'a da Nobel Ödülü, özel ve genel görelilik üzerine yaptığı devrimcil çalışmaları değil, bu fantazileri için verildi.) Yıllarca direndiği Boltzmann kuramını kullanmak zorunda kalmasını ise şöyle yorumladı: ". . . yeni bir bilimsel doğru, ona karşı olanların ikna edilerek ışığı görmeleri sağlanmakla değil, daha çok karşı olanların sonunda ölmeleri ve yeni bir kuşağın buna alışkın olarak yetişmesiyle olur." Planck 1928 yılında emekli oldu. Yerine Schrödinger seçildi. Berlin'deki parlak fizik çalışma ortamı 1933'te Hitler rejimi başlayıncaya dek sürdü. Planck sonraki yıllarında felsefî, estetik ve teolojik konularda yazılar yazdı. 1912 yılında seçildiği Prusya Bilimler Akademisi başkanlığını 1938 yılına dek sürdürdü. Aynı zamanda 1930-37 yılları arasında, şimdi kendi adını taşıyan Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nün de başkanlığını yürüttü. Adil davranışları, kişilik bütünlüğü ve bilgeliği, onun Hitler'e giderek yıkıcı ırkçı politikalarını değiştirmesi için uyarılarda bulunmasının ve rejim sırasında Almanya'yı terketmeyerek Alman fiziğinden ne kaldıysa korumaya çalışmasının temelindedir. Hayatında pek çok trajediyle karşılaştı. Önce 22 yıllık karısı öldü, sonra büyük oğlu I. Dünya Savaşı'nda, ikiz kızları ise peş peşe doğum yaparlarken öldüler. Bunlardan da acısı, küçük oğlunun 20 Mayıs 1944'te Hitler'e yapılan suikastla ilişkisi görülerek Gestapo tarafından öldürülmesidir. Kendisine yapılan, "Nazileri destekleyeceğini söylerse oğlunun affedileceği" önerisini ise Planck reddetti! Bu olaydan sonra hayata küsen Planck, savaştan sonra müttefiklerce, yaşadığı savaş bölgesinden alınarak Göttingen'e götürüldü. Orada 89 yaşında öldü.

Kısmen Encyclopaedia Britannica'dan derlenmiştir.

1879 Josef Stefan, karacismin *toplam* ışıma şiddetini değişik sıcaklıklarda ölçerek bunun mutlak sıcaklığın 4. kuvvetiyle orantılı oduğunu gösterdi.

1884 Boltzmann, Stefan'ın deneysel bulgusunun termodinamik temelini gösterdi: Stefan-Boltzmann yasası.

1883 Wilhelm Wien karacisim ışımasının sıcaklık ve frekansa/dalgaboyuna bağlılığını verecek fonksiyonun genel kısıtlamalarını veren *yerdeğiştirme yasası*nı buldu:

$u=\nu^3 f(T/\nu)$, $u=g(\lambda T)/\lambda^5$

1896 Friedrich Paschen ve Wien f ve g fonksiyonlarının "açık" biçimlerini veren bir enerji dağılımı yasasını önerdiler:

$$u=c_1 e^{-c_2/\lambda T}/\lambda^5 \,,\; u=b\nu^3 e^{a\nu/T}$$

1897 Paschen, Wien yasasının kısa dalgaboyları/yüksek frekanslar için geçerli olduğunu, uzun dalgaboylarında uyumun bozulduğunu gösterdi.

1899 *18 Mayıs*: Max Planck, elektromanyetik ışımanın termodinamiğinden

$$u=\frac{8\pi}{c^3}\nu^2 U \text{ ve } b=\frac{8\pi}{c^3}a',\; U=a'\nu e^{-a\nu/T}$$

bağıntılarını buldu, Wien yasasının evrensel olduğuna dikkat çekerek a ve a' sabitlerinin, belli cisim ve maddelerden bağımsız bir birimler sistemi –uzunluk, kütle, zaman, sıcaklık ölçekleri- elde edilmesinde ışık hızı ve kütleçekimi sabitleriyle birlikte kullanılabileceğini önerdi.

1900-*Haziran* Lord Rayleigh (William Strutt) karacisim ışımasının enerji dağılımını verecek

$$u=\left(\frac{8\pi}{c^3}\right)\nu^2 T$$

bağıntısını, parantez içindeki katsayı dışında buldu; bunu, 1905'te önce Albert Einstein bağıntının tamamıyla birlikte bağımsız olarak buldu, sonra Rayleigh 8 sayısı eksik olarak hesapladı, James Jeans bunu tamamladığı için bu bağıntı *Rayleigh-Jeans yasası* olarak bilinir (Planck, eğer Maxwell ve Boltzmann'ın salınıcılar için geçerli $U=kT$, üleşim bağıntısına inanıp kullanmış olsaydı bunu bir yıl önce bulmuş olacaktı. Abraham Pais, Rayleigh'in daha sonra buna Wien yasasındakine benzer bir sönüm çarpanı eklediğini ve asıl R-J yasasının bu olduğunu yazıyor.)

1900-*19 Ekim*: Planck, Rayleigh bağıntısından habersiz olarak ve yalnızca Rubens'in $T/\nu \to \infty$ için $u \approx C\cdot T$ olarak davrandığını söylemesi üzerine, *bunun ve Wien yasasının* termodinamik sonuçlarını "interpole" ederek

$$u=C\nu^2\frac{1}{e^{a\nu/T}-1}$$

sonucunu elde ettı. (Bunun $T/\nu \to \infty$ limiti, Rubens'in önerisine ya da Rayleigh bağıntısına, $T/\nu \to 0$ limiti ise Wien yasasına uyuyordu.)

-*20 Ekim*: Rubens bir gece içinde bu bağıntıyı elindeki tüm deneysel verilerle kıyaslayarak uyumun *"mükemmel"* olduğunu bildirdi.

-*14 Aralık*: Planck, 19 Ekim sonucunun mükemmel oluşunu sağlayan interpolasyonun ardındaki fiziksel anlamı ortaya çıkartmaya uğraşırken Boltzmann'ın kuramını uygulayarak,

$$u=\frac{8\pi\nu^2}{c^3}\frac{h\nu}{e^{h\nu/kT}-1}$$

[illegible] (h=6.55×10^{-31}J·s), elektromanyetik ışıma ile karacisim arasındaki enerji alışverişinin $h\nu$ birimleriyle yapılmak gerektiğini ortaya koydu. (Planck'ın 1899 hesabı a'=6.85×10^{-31}J·s değerini vermişti.) Planck boyutuna bakarak h sayısına *eylem kuantumu* adını verdi.

(1902 Planck, 1899'da düşündüğü "mutlak" birimler kavramı çerçevesinde, elektron yükü vb. çeşitli doğa sabitlerini hesapladı. 4.69×10^{-10} esu olarak bulduğu elektron yükü, Millikan'ın 1913'te doğrudan bulduğu 4.81×10^{-10} esu değerinden önceki en doğru değerdi, N_A Avogadro sayısı için de *ilk* sağlıklı değeri buldu: 6.125×10^{23} Ayrıca, bugün *Planck kütlesi* ve *Planck uzunluğu* dediğimiz "elemanter" nicelikleri hesapladı.)

R. Ömür Akyüz,
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü.

Kaynaklar
The Genesis of Quantum Theory (1899-1913), MIT Press, Boston, 1971.
Max Planck and the Beginnings of the Quantum Theory, Archive for the History of Exact Sciences 1(1962)459.
The Story Of Physics, Avon Books, NY,1992
Rev. Mod. Phys. 51(1979)861.
Akyüz, R. Ö., Amer. Jour. Phys. 56(1988)997
V. Ulusal Mekanik Simpozyumu Bildirileri, 1992, s.228.

Kuantum

Gelmiş geçmiş bilim adamları içinde, sokaktaki adamın tanıdığı yegâne kişi Albert Einstein'dır (buna belki son yıllarda sağlık durumu dolayısıyla ünlenmiş olan S. Hawking'i de ekleyebiliriz). Özel ve genel görelilik kuramlarını ortaya atarken doğaya bakma biçimimize de devrim getiren Einstein, hem mikro hem de makro kozmosu tanıyabilmemizde en büyük yardımcımız olan kuantum kuramını kusurlu görerek, bununla yakından ilgilenmeyi kestiği gibi, bulduğu kusurlardan çelişkiler türetmeğe de uğraşmıştı. Oysa kendisi, önceleri kuantum kuramının ilk kavramlarını büyük cesâret ve beceriyle kullanan hattâ geliştiren pek az fizikçinin en başında gelmekteydi. Nobel ödülüne lâyık görülme gerekçesi bile, yarattığı görelilik kuramlarıyla değil, kuantum kuramıyla (fotoelektrik olay) ilgiliydi.

Einstein'ın kuantum kuramında kusur olarak nitelediği başlıca unsurun en basit görünümü "belirsizlik yahut kesinsizlik (Unbestimmheit/uncertainty/incertitude, indeterminacy)" ilkesidir. Bu ilke, ilk bakışta doğadan belirlenimciliği kaldırdığı izlenimi vermektedir. Oysa, biraz yakından bakılırsa bunun giderek doğanın asıl, mikro belirlenimciliğini ortaya koyan en temel unsur olduğu kolaylıkla görülebilir.

Bu ilke kabaca, "fiziksel sistemlerin davranışlarını betimleyen belli özel değişken çiftlerine ait elemanlardan (klâsik fiziğin kanonik eşlenikleri) birisinin kesinlikle belli olması durumunda diğerinin büsbütün belirsiz bir kılığa bürünmesi" şeklinde tanımlanabilir. Werner Heisenberg bunu, her iki elemanın ölçümlerindeki belirsizliklerin çarpımının belli bir evrensel sabit (Planck sabiti) mertebesinden daha küçük olamayacağını gösteren, nicel bir ifadeyle sunmuştu. "Eşlenik değişkenler çiftinin bir elemanı, bir "korunum (yâni, başka değişikliklere rağmen değişmeme) ilkesi" ile ilgilidir. Dolayısıyla belirsizlik

Kuramı ve Belirlenimcilik

ilkeleri, "ilgili korunum ilkesinin geçici olarak geçersiz kalması" şeklinde de yorumlanabilirler (bunun en iyi bilinen örneği "tünelleme" olarak bilinen olaydır); hattâ bu durum, temel mikroskopik süreçlerin oluşumunda esastır. Buradaki "geçici"liğin ölçüsünü Planck sabiti ve ilkenin nicel biçimine bağlı basit bir sayısal çarpan verir ve sonuçta -sanki işin içine bir katalizör girmişçesine- korunmayan hiç bir şey kalmaz.

Belirsizlik ilkelerini, özünde içeren kuantum kuramının doğal sonuçlarından birisi; bir fiziksel sistemle ilgili olarak kesinlikle bilebileceklerimizin, içinde bulunduğu koşullar altında gösterebileceği kalıcı ve kararlı durumlardan hangisinde bulunduğu değil de, herhangi birisinde bulunma olasılıklarıdır. "Doğanın en büyük anlaşılamazlığı anlaşılabilir oluşudur" demiş olan Einstein, bu anlaşılabilirliğin kökenini "Tanrı amansızdır ama kasıtlı değildir (Raffiniert ist Der Herr Gott aber boshaft ist Er nicht/Cunning is The Lord but He is not malicious)" sözüyle dile getirirken "Tanrı"yı da –Spinoza doğrultusunda- doğadaki görkemli uyumun simgesi olarak kavramlaştırıyordu. Gene de klâsik fiziğin hiç bir zaman kuşkulanmadığı kesinlik olgusunu "Tanrı'nın davranışlarına" daha çok yakıştırarak, kuantum kuramının temelindeki olasılıklı yapıyı "Tanrı'nın mükemmelliği" ile hiç bir zaman bağdaştıramamış ve "Tanrı zar atmaz" diyerek bu kuramı önemli ölçüde dışlamıştı.



Modern fiziğin doğuşuna hayâtî katkılarda bulunmuş, hattâ fizikçilerin doğaya bakış felsefelerini bile etkilemiş olan Einstein'ın, kuantum kuramını belirlenimcilik dışı olmaya yol açtığı kaygısıyla dışlaması zaman zaman kimi fizikçileri etkilediği halde bunların çabaları -henüz– ne kuantum kuramını çelebilmiş ne de fiziği daha ileriye götürebilmiştir. Bugün ise daha çok, bilim felsefesi ile uğraşanlara konu ve esin kaynağı olmaktadır . Einstein, gene de her fizik kuramının doğal olayları yansıtıp açıklamak hattâ yenilerini ön görmek zorunda olduğunu kendisi de çok iyi biliyordu. Dolayısıyla hemen her türlü atomik probleme neredeyse kusursuz olarak çözüm verebildiğini gördüğü kuantum kuramının tamamlayıcıları olan Werner Heisenberg ile Erwin Schrödinger'i Nobel ödülüne aday gösterirken, bu kurama ilişkin son sözü, bunun "daha tam ve kesin bir kuramın kısıtlı bir görünümü olması" gerektiği olmuştu.

Maddeyi -belki de iç yapısına ilişkin bir temel dayanağı olmadığından hattâ buna ihtiyaç bile duymadığından ötürü- bazan matematiksel bir nokta, bazan da rijit (bozulmaz) bir geometrik kalıp görünümünde kullanmaktan hiç kaçınmayan klasik fizik, maddenin kuramsal bir kesinliği olup olmadığını söz konusu bile yapmaz. Klâsik fiziğe atfedilen "kesin belirlenimcilik" -kanımca, bilimin emeklediği yıllarda en başta felsefî, politik ve sosyal erk olan dînin doğrudan ya da dolaylı etkisiyle- bilim kişilerinin "eşyânın tabiatında" mutlak ve doğal olarak gördükleri ve hiç sorgulamadıkları bir ögedir. Klâsik fizik, "gözle görülüp, elle tutulan" çevrenin, dün ya da bugün yaptıklarına bakıp yarın ne yapacağını bu ögelerden kesinlikle çıkarmayı amaçlarken bunda, yukarıda belirttiğim çerçeve içinde başarılı olur. Dolayısıyla klâsik fiziğin, kendi yapı ve gelişmesinde hiçbir katkısı bulunmayan mikrokozmosun davranışına uymasını beklemek anlamsızdır. O halde, makrokozmosun -ve de "toplumsal" etmenlerin- benimsettiği belirlenimcilik ile mikrokozmosun doğasına uyacak belirlenimcilik, tabii ki ikinciyi "belirlenimcilik dışı oluş" şeklinde yorumlatabilecek kadar farklı olabilecektir. Zira klasik fizik, elle tutulup gözle görülen çevreden (makrokozmos) edindiğimiz izlenim ve deneyimlerden süzdüğümüz "sağduyu"muza dayanırken, mikrokozmosun duyularımıza hiç bir doğrudan etkisi yoktur. Şunu da eklemek gerekir ki klâsik fiziğin belirlenimciliği, sırf onu kullananların beklentilerinden doğarken, kuantum fiziğinin belirlenimciliği kendi yapısından ileri gelir, hattâ ilgili olduğu fiziksel sistemlerin biçim ve boyutlarını bile belirleyebilecek niteliktedir. Klâsik fizik, varlıkları ve elle tutulup gözle görülen maddenin temel taşı oldukları artık tartışma götürmeyen "atom"ların aynı element için neden hep "özdeş" yapı ve karakterde olduklarını, açıklayamamak bir yana, bunların varlıklarını bile yadsıyacak karakterdeyken; kuantum kuramı özdeşlik sorusunun yanıtını kendiliğinden, hem de belirsizlik ilkesi yardımıyla vermektedir.

Klâsik fiziğin, tanımlamadığı halde inandığı (belki de îmân ettiği) kesinlik; makro (yani elle tutulup gözle görülen) nesnelerin tam eş ve özdeş yapılabilmesini –ölçme yeteneklerimizle kısıtlanmasını bile yalnızca teknik bir husus olarak göz ardı edecek kadar- çok doğal bulmaktadır. Oysa aynı haddeden çıkmış, gözümüze, elimize, en duyarlı terâzimize ya da optik mikroskobumuza özdeş gelecek şekilde hazırlanmış olan iki nesnenin yüzeyleri, bir de elektron -belki artık tünelleme- mikroskobuyla incelendiğinde aralarında "dağlar kadar" farklı engebeler görülecektir; yani klâsik fiziğin ideal geometrik nesneleri doğada yoktur. Doğa ya da insan, kesinlikle özdeş fakat makroskopik (yani gözle görülebilen, elle tutulabilen) olan -örneğin iki hidro-

Hidrojen Atomunun "Çapı"

Pozitif elektrik yükü taşıyan bir protonla negatif elektrik yükü taşıyan bir elektron birbirlerini, klâsik fiziğin de bir parçası olarak düşünülen Coulomb kuvvetinin etkisiyle, yaklaştıkça büyüyen bir kuvvetle çekerler. Bu çekme, karşı koyucu bir olgu yoksa ikisi birbirine yapışıncaya kadar sürecektir. Protonun bilinen boyu santimetrenin trilyondabirinden küçük olduğuna ve elektronun ise ölçülebilmiş bir boyutu olmadığına göre sonucun, hidrojen atomunun bilinen ortalama boyundan en az yüzbin kat küçük olması beklenebilir. Şimdi, yaklaşmayı santimetrenin milyardabeşi –hidrojen atomunun bilinen ortalama yarıçapı– kadar uzaklıkta durdurabilmek için akla ilk gelen, elektrona tıpkı gezegenler, uydular vb. gibi bir dolanma hareketi vermek olabilir. Böylece Coulomb kuvveti, merkezcil kuvvet görevini üstlenerek atoma bir "çap" kazandıracaktır. Ancak, klâsik fizik; elektromanyetizmayla birlikte; bu uzaklığın her bir hidrojen atomu için özdeş ve tam o kadar olmasının nasıl gerçeklendiğine cevap veremediği gibi, dolanan elektronun sürekli olarak elektromanyetik ışımayla enerjisini yitirip yaklaşık milyardabir saniye içinde protona kavuşmasını öngörür. İşte bu durumda yapısı klâsik fizikle hiç bir şekilde belirlenemeyen atomun; "çapını" ve iyonlaşma potansiyelini, hem de belirsizlik ilkesi, kesinlikle belirler. Nasıl mı? Şöyle: Elektronun ışıma yaparak protona yaklaştığını düşünelim. Bu durumda elektronun uzayda protona göre bulunduğu bölge gittikçe daralacağı, yani elektronun atom içindeki yeri gittikçe daha büyük kesinlik kazanacağı için belirsizlik ilkesi uyarınca elektronun hareketliliği (yani fizik diliyle, momentumu) artmaya başlayacak, bunun verdiği ek enerji de ışımayla yitirileni karşılayarak uzaklığın azalmasını engelleyecektir. Aslında, her iki oluş da birlikte gerçekleşeceğinden ne ışıma görülecek ne de yaklaşma olacak, yani ışımanın sürekli olarak boşluğa "akıttığı" enerji - atomun bu yüzden beklenen "küçülmesiyle" belirsizlik ilkesinin getireceği fazladan enerji şeklinde- ânında aynen "iade edilmiş" olacaktır. İşte, bu üç etkinin birbirlerini dengeleyerek atomun toplam enerjisini en düşük yaptıkları yer atomun "büyüklüğünü" belirleyecektir. Elektron ve protonun kütle ve yük değerlerinin yanı sıra, belirsizlik ilkesinin işe karıştıracağı Planck sabitinin de değeri kullanılarak hidrojen atomunun sadece, "çapı"nın santimetrenin yüzmilyonda biri kadar olduğu değil; örneğin, fiziksel olarak doğrudan ölçülebildiği için çok daha anlamlı olan iyonlaşma potansiyelinin 13,6 Volt olduğu da artık basit bir-iki hesapla bulunabilir.



jen atomu gibi- iki nesne yapamamaktadır. Demek ki doğanın asıl temel belirlenimciliği, klâsik fiziğin ilgilendiği yüzeysel görünümünde değil, atomik boyutlarda kendini gösteren yeni şeklindedir. Bu durumu iyice anlatabilmek için, belirsizlik ilkesinin bir hidrojen atomunun "çapını" ve iyonlaşma enerjisini nasıl belirleyebildiği, çerçeve içinde gösterilmekte. Bu anlatımda, kuantum kuramının temelinde bulunan belirsizlik ilkesinin, en basit atom olan hidrojen için temel yapısal özelikleri nasıl kolaylıkla verebildiğini görüyoruz. Kuantum kuramının diğer inceliklerini de kullanarak atomların, moleküllerin, kristallerin ve benzeri doğal sistemlerin hemen hemen tüm fiziksel, dolayısıyla da kimyasal davranışlarını bulup hesaplamak artık büyük ölçüde, yalnızca matematiksel karmaşıklıkları çözmeyi gerektirmektedir. Bu noktada rahatlıkla söyleyebiliriz ki, modern teknolojinin her türlü inceliğinin gerçekleşmesinde atom-molekül-sistem-aygıt (mikrokırmık, lazer vb.) düzeyinde bir aracı, hattâ temel olan kuantum kuramı; gelecekte atom-molekül-hücre-mikroorganizma zinciri izlenerek belki hayatın da gizlerini aydınlatabilecektir.

Kuantum kuramı, en genel yapısıyla yalnız atom ve yakın atomüstü sistemler için değil, atomaltı ve çekirdekaltı âlemlerin incelenmesinde de temel kuramdır. (Makroölçekte ise uygun ortalamalarla klâsik fiziğe varır). Öyle ki atom çekirdeklerinin tüm davranışları buna uymakta; kimi çekirdeklerin belli kuantal özeliklerinin bulunması, elementler zincirinin, yıldızların ve güneş enerjisinin bunlara bağlı olarak oluşumu hep kuantum kuramıyla ve şaşırtıcı ölçüde bir tutarlılıkla anlaşılabilmektedir. Dahası, çekirdekaltı parçacıkların davranış ve özeliklerinin incelenme ve anlaşılmasında -mikrokozmosun derinliklerinde elektromanyetik+zayıf (radyoaktif) ve yeğin (çekirdek içi/altı) etkileşmelerin kütleçekimi ile birlikte aynı bir kaynağa bağlanabileceğine ilişkin olarak- kuantum kuramı ile bunun kullanılmasını kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen yeni matemetiksel yöntemler ciddî umutlar doğurmaktadır. Bu konularda yapılmakta olan kimi araştırmalar, kütleçekiminin kuantum kuramıyla birleştirilmiş şeklinin yalnız mikrokozmosta değil, makrokozmosta da işe yarayacağına, belki de belirsizlik ilkesinin gökadaların boyutlarını verebileceğine işaret etmektedir. Bunlar, evrenin oluşumuna ilişkin "büyük patlama" modelinin gelişip sağlamlaşmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bir bakıma, "başlangıca nasıl gelindi?" sorusu dışında evrenin evrimini bu modelle en azından "hikâye etmek" mümkün olabilmektedir. Dahası, "başlangıç"ı, belirsizlik ilkesinin "geçici korunmama" yorumuna bağlamak da söz konusu olabilir. Bu yorumla, "boş" uzayda bile parçacık-karşıt parçacık çiftlerinin sürgit kendiliklerinden oluşup-yokolmaları (vakum çalkalanmaları); bununla da atomların bazı beklenmeyen (!) davranışları (örneğin kuantum elektrodinamiği ile) açıklanabilmektedir. Bu bakımdan evrenin (uzay-zamanın) bile büyük patlamaya yol açacak kadar büyük bir boyuta erişmiş bir vakum çalkalanması ile yaratıldığının düşünülebilmesi hiç de yadırganmamalıdır.

Bütün bunlardan dolayı kuantum kuramını, fiziğe "belirlenimcilik dışı" bir görünüm getirdiği bahanesiyle "kınamak" değil, yukarıda sunulan gerçekler ve yorumlar çerçevesinde, bizi doğanın "gerçek" belirlenimciliğine yaklaştırdığı için "övmek" gerek.

Bu olgu, evrenin oluşumunu bir "Yaratıcı-yaratılış" felsefesine olduğu kadar, eski Yunan mitologyasındaki başlangıç olan "kaos" kavramına bağlamaya da elvermektedir.

Sonuçta, Orwell'ci bir deyişle, "belirsizlik kesinliktir!" diyebileceğimiz gibi; belki de, Einstein'ın "zar atmaz" dediği Tanrı için "zar tutuyor" demek zorunda bile kalabileceğiz.

R. Ömür Akyüz
Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü

Kaynaklar
Akyüz, R. Ö., Cumhuriyet Bilim-Teknik, Sayı 173, 1990
Akyüz, R. Ö., American Journal of Physics, Kasım 1988.
R. P. Feynman "QED, the strange theory of light and matter", Penguin, London 1985. (Çevirisi; R. Ö. Akyüz, "KEDİ", NAR, 2. basım, İstanbul 1997).

Parçacıklar Telepati Yaparlar mı?





Kuantum kuramına itiraz olarak öne sürülen bir düşünce deneyi uzun bir serüvenden sonra bu kuramın en güçlü kanıtlarından biri haline geldi.

Bir Telepati Gösterisi

Bir telepati gösterisine tanık olduğunuzu düşünün. İki kişi birbirlerini göremeyecek şekilde bir perdenin farklı yanlarında oturuyor. Adamlardan biri elindeki iskambil destesinden düzenli olarak kağıtlar çekiyor ve seyircilere gösteriyor. Bundan sonra da perdenin diğer yanındaki adam kağıtları doğru olarak tahmin ediyor. Bu tip bir gösteri gördüğünüzde genellikle ne yaparsınız? Olanlara fazla kafa yormayıp eğlenmeye bakmak sıkça izlenen bir yol. Bunun dışında insanlar genellikle iki değişik tepki gösterirler. Ya, bu adamların gerçekten telepatiyle haberleştiklerini ve ortada yeni bir olay olduğunu kabul edersiniz, ya da işin içinde bir hile olduğunu düşünürsünüz. Eğer bu son görüşteyseniz, bu kez hilenin nasıl yapıldığı ve nasıl gizlendiği konusunda kafa yormaya başlarsınız. Olası bir açıklama şekli olarak şöyle bir senaryo düşünülebilir: Gösteriden önce kağıtlar dizilir ve hafızası en kuvvetli olan adam kağıtları doğru sırasıyla ezberler. Gösteri başlarken de eli çabuk olan diğer adam sahnede karıştırdığı başka bir desteyi seyircilere hissettirmeden özel olarak dizilmiş desteyle değiştirir. Gösterinin devamıysa olaysız olarak (ve seyircilerin şaşkın bakışları altında) geçer. Eğer gösteriden önce bir telepati denemesi yapacaklarını söylememişlerse hileyi gizlemeleri daha kolay olur. Bu olası açıklama şekillerinden sadece bir tanesi. Aynı gösteriyi değişik hilelerle yapmak mümkün. Sihirbazların hüneri hileyi başarılı bir şekilde gizlemelerinde yatar.

Bilimsel düşünceden nasibini almış olanlar genellikle hile alternatifine yönelirler. Bunun asıl nedeni telepati gibi bir olayın mümkün olmadığına inanılması değil, aksine bilimde sıkça uygulanan, problemlere yaklaşım şekli. Yeni bir gözlemi yeni kuramlarla açıklamaya girişmeden önce, eski kuramların o gözlemi açıklamakta tamamen başarısız kaldığından emin olmak gerekir. Eğer eski kuramlar o gözlemi de açıklayabiliyorlarsa yeni bir kurama gerek yoktur. Örneğin kuantum kuramı, eski kuramlar atomların varlığını (ve diğer birkaç olayı) açıklamakta tamamen başarısız kaldığı için geliştirildi. Bu nedenle telepati gösterilerini önce olası bütün hile açıklamalarıyla sınamak en doğal ve en bilimsel yaklaşım şeklidir.

Peki, yukarıda anlatılan senaryoya benzer bir şekilde parçacıkların telepati yaptıklarını iddia etsek ve bunu kanıtlamaya yönelik bir deney yapsak acaba fizikçiler hangi açıklama şekline yönelirlerdi? Şaşırtıcı ama gerçek; buna çok benzer bir olay kuantum kuramının doğumu sırasında yaşandı ve adı kitaplara

Kuantum Yumurta mı, Gizli Civciv mi?



Bir yumurtanın beklenmedik hareketler yaptığını gören birisi yumurtanın içinde bir civciv olabileceğini düşünmemişse, yumurtanın olağandışı hareketinin yeni bir kuramla açıklanması gerektiğini düşünebilir. Böylece "kuantum yumurtalar kuramı" gibi karmaşık kuramlar icat etme yoluna gidebilir. Halbuki aynı gözlem yumurta içinde gizli bir civciv ile daha basitçe açıklanabilir. Acaba parçacıkların hareketini açıklamak için kuantum kuramını mı yoksa alternatif bir gizli değişkenler kuramını mı kullanmak daha doğrudur? EPR deneyinin sonuçları tercihin kuantum kuramından yana olması gerektiğini söylüyor.

geçmiş pek çok ünlü fizikçi, Niels Bohr ve Albert Einstein dahil, tartışmanın karşı taraflarında yer aldılar. Bu öykünün belki de en ilginç yönü, deneylerin "hile" açıklamasını değil de "telepati" açıklamasını desteklemesi.

Kuantum Kuramı ve Belirlenimcilik

Kuantum kuramının üstüste gelme ilkesine göre herhangi bir fiziksel sistem olası durumlardan sadece birinde değil, birçoğunda birden aynı anda bulunabilir. Örneğin hidrojen atomu çevresinde dolaşan bir elektron aynı anda her yerde bulunur. Bu gibi garip durumları, bizim günlük hayatımızda tanıdık olduğumuz kavramlarla bağdaştırmak için başta Niels Bohr olmak üzere fizikçiler kuantum kuramının ölçme postülasını ortaya attılar. Bohr'a göre bu elektronun nerede olduğunu bulmak istediğimiz zaman ölçme aletimiz "bu elektron her yerdedir" gibi garip bir cevap vermez, aksine elektronun bulunduğu yerlerden bir tanesini rastgele seçer. Üstüne üstlük, ölçme işlemimiz elektronun içinde bulunduğu durumu da bozar. Aletimiz hangi konumu göstermişse, ölçümden önce her yerde olan elektron artık bu yeni konuma yerleşmiştir. Bu olaya kısaca çökme (collapse) denir.

Başta Albert Einstein olmak üzere bir çok kişi, kuantum kuramının bu garip ölçme postülasından dolayı rahatsızlık duyuyorlardı. Özellikle ölçüm sonucunun rastlantısallık içermesi, ölçmeden önce parçacık hakkında tüm bilmemiz gereken şeyi bilsek bile, ölçmenin hangi sonucu vereceğini, ve ölçümden sonra parçacığın hangi durumda bulunacağını bilememiz bu rahatsızlığı yaratıyordu. Ölçüm sonucu, tam ölçme anında doğal olarak takip edilemiyecek bir süreç sonunda ortaya çıkıyordu. Ölçme postülasının bu şekilde belirlenimciliğe (determinizm, gerekircilik) aykırı durumu, Einstein'a "Tanrı zar atmaz" dedirtmiş ve kuantum kuramı içinde çelişkiler bulmaya yöneltmişti. Einstein'ın bulduğu paradokslar ve Bohr'un bunlara cevabı bu sayıdaki başka bir yazının konusu. Buradaysa Einstein'ın Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile 1935 yılında yayınlanan makalelerinde inceledikleri bir düşünce deneyini ve onun günümüze kadar uzanan öyküsünü anlatacağız.

Yerellik ve Nedensellik ilkeleri

Yerellik ilkesi fiziksel olayların önce yakın çevresini etkilediğini söyler. Ancak zaman geçtikçe daha uzaklardaki etkilenimler oluşur. Örnek olarak bir orman yangınını düşünelim. Yangın bir noktada başlar ve giderek yayılır. Ateş sadece hemen yanıbaşındaki ağaçlara sıçrayarak dağılır ve büyür. Bir yerde başlayan bir yangının birden daha uzak mesafelerdeki bir başka yere sıçraması mümkün değildir.

Eğer bir çok noktada birden başlayan bir orman yangını varsa, olayı inceleyen bir polis, yangının bu şekilde değişik yerlere sıçrayamayacağını düşünerek başka bir alternatife yönelecektir. Örneğin bir kundakçı çok daha önce yangın çıkarmaya karar vermiş, daha sonra ormanın değişik noktalarına teker teker giderek oralarda yeni yangınlar başlatmış olabilir. Bu mantıksal çıkarımında polis, aslında yerellik ilkesini kullanıyor. Temel bir olay, kundakçının plan yapması, hemen yanıbaşındaki diğer olaylara neden oluyor (kundakçının orman içinde dolaşması).

Fizikte karşılaşılan hemen bütün kanunlar yerellik ilkesine uygundur. Newton'un ünlü yerçekimi kanunu uzun yıllar boyunca insanların aklını karıştırmış, bir cismin uzaklardaki başka bir cisme kuvvet uygulayabilmesi bir çok kişiye anlaşılması zor bir olay olarak görülmüştü. Problemi Albert Einstein genel görelilik kuramıyla çözdü ve bu kuvvete yerel bir açıklama getirdi. Herhangi bir kütle, içinde bulunduğu uzayın eğrilmesine neden olur, ve bu eğrilme de zamanla kütlenin çevresine yayılır. Uzaydaki bu eğrilmeyi hisseden diğer cisimler de sanki kendilerine bir kuvvet uygulanmış gibi hareket ederler. Fizikte karşılaşılan benzer kanunların da yerel mekanizmalarla açıklanabileceğini biliyoruz.

Nedensellik ilkesi ise neden-sonuç ilişkisiyle bağlı iki olaydan nedenin sonuçtan önce meydana gelmesi gerektiğini söyler. Günlük yaşamımız nedensellik ilkesine aykırı olması olanaksız olaylarla dolu olduğu için bu ilke yerellik ilkesinden daha önemli. Özel görelilik kuramı ve nedensellik ilkesi hiç bir parçacığın ya da mesajın ışığın boşluktaki hızından daha hızlı yayılamıyacağını söyler. Bu nedenle yerellik ilkesine aykırı olan bir çok durum aynı zamanda nedensellik ilkesine de aykırıdır.

Kuantum telepatisi bu anlamda fiziksel olaylar arasında tektir. Yani yerellik ilkesine aykırı ama nedensellik ilkesiyle uyumlu tek olay budur.

Dolanık Parçacıklar

Kısaca EPR deneyi olarak adlandırılan bu düşünce deneyinde, birbirleriyle etkileşen iki parçacığın hareketlerinin bağımlı olduğu ana temasından yola çıkılır. Bazı özel durumlarda parçacıklardan biri üzerinde yapılan bir gözlem ikinci parçacığın ne yaptığı konusunda bilgi verir. Örneğin herhangi iki parçacık kütle merkezleri sabit duracak şekilde etkileşiyorlarsa, ikisinin momentumları (momentum = kütle x hız) eşit ve zıt yöndedir. Böylece parçacıkların birinin momentumu ölçüldüğünde diğerinin momentumu da belli olacaktır. Bu özellikte olan parçacıklara dolanık (entangled, korelasyonlu) parçacıklar diyoruz. Dolayısıyla dolanık iki parçacıktan birinin üzerinde hiç ölçüm yapmadan ölçüm sonucunu almak için elimizde bir yöntem var.

Birden fazla parçacığın sözkonusu olduğu bir çok fiziksel sistemde dolanık parçacıklara rastlamak mümkün. Yukarıda verdiğimiz örnek Einstein, Podolsky ve Rosen'in tercih ettikleri deney şekli. Fakat, genellikle deney dolanık elektron spinleri ile anlatılır.

Telepati mi?

Kuantum kuramının bakış açısıyla olaylar şöyle gelişiyor: Ölçümden önce her iki parçacık bir çok farklı momentumda birden bulunur. Bu anlamda momentum belirsizdir. Birinci parçacığın momentumu ölçüldüğünde olası sonuçlardan birisi rastgele seçilir (Tanrı zarını atar), çökme dediğimiz olay gerçekleşir ve belirsizlik ortadan kalkar. Artık her iki parçacığın momentumu bellidir. Bundan sonra ikinci parçacığın momentumu ölçüldüğünde birinci ölçümle uyumlu bir sonuç verecektir.

Ölçümün sonucu ilk ölçüm yapıldığı anda belli olduğu için (daha önce değil), ve ikinci parçacık bunu o anda öğrendiği için iki parçacık arasında sonsuz hızla bir mesaj gidiyor olmalı. Bu olaya kuantum telepatisi deniyor. Parçacıklarımızı kişileştirirsek, birinci parçacık ikincisine "beni şimdi ölçtüler ve momentumumu şu şu buldular, aman senin de üzerinde bir ölçüm yaparlarsa sen de benim-

kine uyumlu bir sonuç ver, olmaz mı?" diyor gibi görünüyor.

Bu telepatinin özelliği parçacıklar arasındaki uzaklıktan bağımsız olarak sonsuz hızla iletiliyor olması. Biz parçacıklarımızı galaksimizin karşı uçlarına göndersek de, dolanıklık sürdüğü sürece, telepati sonsuz hızla gerçekleşiyor.

Acaba, bu olayı sonsuz hızla haberleşmek için kullanabilir miyiz? Örneğin iki dolanık parçacıktan birini kendimiz alalım, diğerini de haberleşmek istediğimiz bir arkadaşımıza verelim. Kendi parçacığımız üzerinde yapılan bir ölçümün anında arkadaşımızın parçacığına iletileceğini biliyoruz. Bu doğru, ama ne yazık ki yaptığımız ölçümün sonucunu seçemiyoruz. Kuantum kuramına göre ölçüm sonucu, kontrol edilemeyen bir süreç sonunda rastgele oluşur. Dolayısıyla arkadaşımıza ancak rastgele bir değer iletebiliriz. Göndermek istediğimiz mesajı kodlamamız imkansız! Doğa bu en hızlı iletişim aracını bizim kullanmamızı engelliyor.

Bu anlamda kuantum telepatisi, ışık hızının aşılamayacağını söyleyen nedensellik ilkesine aykırı değil. Garip ama gerçek.

Yoksa Hile mi?

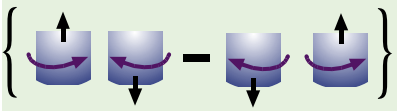
Yine de telepati açıklaması sonsuz hızla yayılan bir etki öngördüğü için rahatsız edicidir. Bu rahatsızlığımıza bir ad vermek gerekirse buna yerellik ilkesi (locality) diyoruz. Yerellik ilkesine göre her fiziksel olay önce olduğu yeri ve yakın çevresini etkiler. Bir yangının yavaş yavaş yayılması gibi bir olayın etkileri zamanla uzak yerlere ulaşır. Nasıl bir yangın bir anda kilometrelerce uzakta bir yere sıçrayamıyorsa, herhangi bir olay da anında uzak bir yerdeki başka bir olayı etkileyemez.

Einstein'a göre, EPR deneyinde parçacıklar hile yapıyor olmalıydılar. Nasıl sihirbazlarımız hangi kağıdın hangi sırada çıkacağını önceden belirlemişlerse, parçacıklarımız üzerinde yapılacak ölçümün sonucu da önceden bellidir. Birinci parçacık üzerinde yapılan ölçümde Tanrı zar atmaz, bu olayda rastlantısal herhangi bir şey yoktur. İkinci parçacık için de aynı şey geçerli. Böylece parçacıklar rastgele belirlenen bir sonucu haberleşmek yerine, daha önceden karar verilen bir sonucu deneyciye verirler. Deneycinin problemi, ölçümü yapmadan önce hangi sonucun geleceğini bilmemesindedir. Kısaca belirsizliğin suçu deneycidedir. Böylece, Einstein'ın karşı olduğu, kuantum kuramındaki belirlenimciliğe aykırılık da ortadan kalkar.

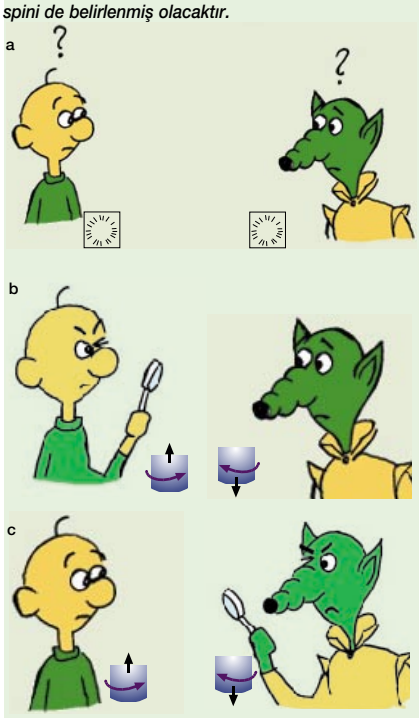
Gizli Değişken Kuramları

Eğer hile açıklaması geçerliyse, parçacıkların bilinmeyen bir "özelliği" yapılacak her türlü gözlemde hangi sonucun çıkması gerektiğini söylüyor olmalı. Deneyci, bu özellikten habersiz olduğu için, deneyin sonuçları ona rastlantısal gelebilir. Öyleyse, bir şekilde bu yeni "özellik" ve kuantum kuramının kullandığı dalga fonksiyonu birleştirilmeli ve yeni bir kuram oluşturulmalıdır. Einstein bu nedenle kuantum kuramının "tam" olmadığını, bu yeni "özelliği" de içerecek şekilde genişletilmesi gerektiğini ve EPR deneyinin bunu göz önüne serdiğini söylüyordu. Bu tip yeni kuramlara "gizli değişken kuramları" deniyor. Tıpkı gizli hileler gibi, gizli değişkenler gösteriyi başarıyla götürüyor, varlıklarını da başarıyla gizleyerek bizleri şaşırtıyor olmalıydı.

Eğer 30'lu yıllarda bu açıklamayı tercih ediyor olsaydınız, çözmeniz gereken bir kaç önemli pürüz vardı. Gizli değişkenler kuramı yeni bir düşünce değildi, fakat o zamana kadar kimse somut bir kuram ortaya atamamıştı. İkinci bir pürüz olarak, kuantum kuramı yapılan bütün deneysel testleri başarıyla geçiyor, öngörüleri bir bir doğrulanıyordu. Bu nedenle bir gizli değişkenler kuramı kurmak isteyen birisi, yeni kuramın kuantum kuramıyla aynı sonuçları vermesine özen göstermeliydi.



Dolanık spinler: Ya birinci elektron yukarı spine sahip ve ikincinin spini ters yönde, ya da birinci elektron aşağı spine sahip ve ikincinin spini yine ters yönde. Elektronlar Ali ve Borg'a gönderildiğinde Ali soldaki elektronu, Borg sağdaki elektronu alacak. Kuantum kuramına göre yukarıda çizilen resim dönme ekseni değişik seçilse de aynıdır. Bu durumda birinci elektronun spininin yönü belirlendiğinde ikinci elektronun spini de belirlenmiş olacaktır.



Kuantum kuramına göre EPR deneyi

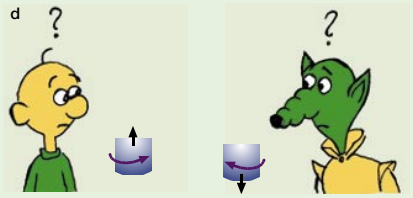
Dolanık spinlere sahip iki elektron birbirlerinden oldukça uzaklaştırılmıştır. Elektronlardan biri Dünya'da bulunan Ali'ye, öbürü en az 4 ışıkyılı uzaklıkta bulunan uzaylı dostumuz Borg'a gönderilir.

a) Her iki elektron %50-%50 olasılıkla yukarı ve aşağı durumlarda bulunur. Herhangi bir elektron üzerinde yapılacak ölçüm bu sonuçlardan herhangi birini eşit olasılıkla verecektir. Elektronlar hangi spinlere sahip olduklarını bilmediklerine göre, Ali de, Borg da spinlerin ne olduğunu bilmiyorlar.

b) Ali kendi elektronunun spinini ölçer, elektronların durumu çökme yaşar ve Ali spinin yukarı yönde olduğunu görür. Borg'un elektronu artık aşağı spine sahiptir. Ali'nin ölçümünün sonucu sonsuz hızla Borg'un elektronuna iletilmiştir. Ama Borg hala kendi elektronunun hangi spine sahip olduğunu bilmemektedir. (Not: Spin ölçümleri, karikatürde gösteridiği gibi büyüteçle değil, Stern-Gerlach aygıtı ile yapılır.)

c) Borg kendi elektronunun spinini ölçer ve aşağı olduğunu görür. Böylece Borg, Ali'nin yaptığı ölçümde yukarı sonucunu elde ettiğinden emin olur.

d) Gizli değişken kuramlarına göre EPR deneyinin yorumu tamamen farklı. Ali ve Borg'un önünde spinleri henüz ölçülmemiş iki elektron vardır. Ali ve Borg sonucu bilmemekte ama Ali'nin elektronu yukarı spinde, Borg'un elektronu aşağı spindedir. Ali ve Borg'un yaptıkları spin ölçümü sadece kendi bilgisizliklerini giderir. Elektronlar arasında herhangi bir telepati olmaz.



Bu da bir başka problem yaratıyordu. Böyle bir kuram oluşturabilseniz bile, her iki kuram aynı deneysel sonuçları verdiği için hangisinin doğru olduğunu anlamak mümkün değil. Yani telepati mi yoksa gizli hile mi sorusuna cevap bulunamaz. Fakat en azından rahatsızlığımızı gidermek için bu yeni kuramlarla ilgileniliyordu.

Gizli değişkenler kuramının önündeki en önemli pürüzse, John von Neumann adındaki ünlü matematikçi-fizikçinin ispatladığı küçük bir teoremdi. Kuantum kuramının matematiksel temellerini kuran von Neumann'ın küçük teoremi "herhangi bir gizli değişken kuramı kuantum kuramıyla aynı deney sonuçlarını veremez" diyordu. Bir başka deyişle bir gizli değişkenler kuramı oluşturulamazdı. Büyük ölçüde von Neumann'ın ispatı nedeniyle gizli değişken kuramları bir süre rafa kaldırıldı. Parçacıkların telepati yaptığı düşüncesi, ne kadar rahatsızlık verse de, yerleşmeye başladı.

İmkansızı başarmak David Bohm gibi inatçı bir fizikçiye düştü. 1952 yılında yazdığı makalede, şimdilerde Bohm'un kuramı olarak adlandırılan bir gizli değişkenler kuramını açıklıyor ve kuantum kuramıyla aynı sonuçları verdiğini söylüyordu. Yukarıda bahsettiğimiz pürüzler bir anda ortadan kalkmıştı artık. Bohm'un böyle bir kuramı nasıl oluşturabildiğini inceleyen John Bell, von Neumann'ın ispatındaki hatayı, 20 yıldır gözden kaçan yanlış bir varsayımı, yakaladı.

"Hile mi Telepati mi?" Sorusu Yanıtlanabilir mi?

Artık hile alternatifi matematiksel olarak mümkün olduğu için kuantum kuramının garip kavramlarının terkedilip, gizli değişkenler gibi daha mantıklı kuramlarının tercih edilmeye başlanması beklenebilirdi. Örneğin Bohm'un kuramı kuantum kuramının yerine geçebilirdi. John Bell bundan emin olmak için Bohm'un kuramını matematiksel olarak incelemeye başladı. Gerçekten de Bohm'un kuramı EPR deneyini hile açıklamasıyla başarıyla betimleyebiliyordu.

Fakat küçük bir problem Bell'in gözünden kaçmadı. Bohm'un kuramı yerel değildi! Dolanık parçacıklarda, her parçacığın hareketi diğer parçacığın o anda ne yaptığına bağlı olarak belirleniyordu. Bir başka deyişle, Bohm'un kuramına göre EPR deneyindeki parçacıklar gerçekten hile yapıyorlar, ama bunu telepati ile yapıyorlardı! Belki bu durumu başta anlattığımız sihirbazlık gösterisine uyarlamak isteyebilirsiniz. Sihirbazlar telepati gösterilerinde hile yapıyorlar ama aslında hilesiz gerçek telepati de yapabiliyorlar! Einstein'ın istediği olmuştu, ama nefret edeceği bir şekilde.

Bell bu aşamada EPR deneyini Einstein'ın istediği gibi telepatisiz hileyle açıklayabilecek yerel gizli değişken kuramlarının var olup olmadığını incelemeye başladı. Özellikle EPR deneyindeki iki parçacık üzerinde farklı özelliklerin ölçüldüğü durumları inceledi. Sonunda bu tip gözlemlerde yerel kuramların, kuantum kuramlarından farklı deneysel sonuçlar öngördüğünü buldu.

Elektron Spinleriyle EPR Deneyi

EPR deneyi anlaşılması daha kolay olduğu için elektronların spinleriyle anlatılır. Elektronları küçük ama sonlu kürecikler olarak düşünürseniz bu kürelerin kendi çevrelerinde dönme hareketine spin deniyor. Aslında kuantum kuramı elektronlar gibi bazı parçacıkların spinlerinin bildiğimiz anlamda bir dönme hareketinden kaynaklanmadığını söylüyor. Ama bu küçük detay dışında elektron spinlerini bu şekilde algılamakta büyük bir sakınca yok. Eğer bir cismin dönme yönü sağ elin başparmak dışındaki dört parmağın gösterdiği yönde ise spinin yönü başparmak yönünde olarak tanımlanır.

Elektron spinlerinin ölçümleri sonucunda, spinin kuantumlaştığı ve sadece iki değer alabildiği biliniyor. Bir eksen doğrultusunda spin ölçülürse sonuç ya o eksen yönünde (yukarı spin) ya da tam ters yönde (aşağı spin) bulunuyor. Kuantum kuramına göre, bir elektron sadece yukarı spinde, ya da sadece aşağı spinde bulunmaz, bu iki spin değerinin üstüste geldiği durumlarda da bulunabilir. Tabi her ölçüm sonucunda spinin değeri uygun olasılıklarla ya yukarı ya da aşağı çıkar.

İki elektronun spinlerinin dolanık olduğu şöyle bir durum düşünelim: Hem iki elektronun spinleri zıt yönde olsun, hem de her iki elektron her iki spin değerini de alabilsin. Böyle bir sistemin şekilde gösterildiği gibi iki farklı durumun üstüste gelmesiyle oluşturulabilir. Ya, birinci elektron yukarı spinde ve ikinci elektron aşağı spindedir; ya da birinci elektron aşağı spinde ve ikincisi yukarı spindedir. Bu iki durum özellikle eşit olasılıkla gelecek şekilde hazırlanır.

Yukarıdaki ifadeye bakarak, "peki spinleri bu şekilde hazırlamak zor değil mi?" diye sormanız mümkün. İşin doğrusu, bir çok atomda elektronlar kendiliğinden bu durumda bulunurlar. Örneğin helyum atomundaki spinler bu şekilde dolanıktır. Bu nedenle deneycilerin spinleri yukarıdaki şekilde ayarlamaları zor değil. Deneycilerin yapmaları gereken spinleri etkilemeden bu elektronları birbirlerinden yeteri kadar ayırmak.

İki dolanık elektrona sahip olduğumuz zaman, sonuçları daha çarpıcı yapmak için iki elektronun birbirlerinden mümkün olduğu kadar uzaklaştırıyoruz. Örneğin elektronlardan biri Dünya'da, Ali'nin laboratuvarında kalabilir, diğeri de bize en yakın yıldız sistemi olan 4 ışıkyılı uzaklıktaki Alfa Centauri'de yaşayan uzaylı dostumuz Borg'a gönderilebilir. Bu yolculuk elektron spinlerini etkilemediği için dolanıklık devam edecektir.

Eğer Ali ya da Borg kendi elektronlarının spinini ölçmek isterlerse %50-%50 olasılıkla yukarı ya da aşağı bulurlar. Her iki olasılık mümkündür. Kuantum kuramının Kopenhag yorumuna göre hangi sonucun çıkacağı ölçüm yapıldığı anda belirlenir (Tanrı zarını atar). Eğer ilk ölçmeyi Ali yaparsa ve (diyelim ki) kendi elektronunun spinini yukarı bulursa, elektronların durumu bir çökme yaşar.

Bundan sonra Borg kendi elektronunun spinini ölçmeye kalktığında %100 olasılıkla aşağı bulacaktır. Burada özellikle önemli olan nokta Ali ölçümünü yapmadan önce Borg'un her iki durumu da eşit olasılıkla gözlemleyebilme olasılığının olması. Ali'nin ölçümü Borg'un olası deney sonuçlarını etkilemiştir.

Öyleyse kuantum kuramına göre Ali'nin elektronu bir çeşit kuantum telepatisiyle Borg'un elektronuna hangi spinde olması gerektiğini bildiriyorolmalı . Sonsuz hızla giden bu mesaj sizleri de rahatsız ettiyse bu deneyin tek açıklaması bu değil.

Gizli değişken kuramları bu olaya başka bir açıklama getiriyor. Buna göre bir ölçümün sonucunun kestirilememesi sadece deneyi yapanın bilgisizliğinden doğuyor. Ali ve Borg ölçümü yapmadan önce spinlerin ne geleceği belli. Elektronlar ayrılmadan önce de bu böyleydi. Öyleyse elektronlar arasında telepatiyle haberleşme yok, sadece önceden belirlenmiş ve iyi gizlenmiş bir deney sonucu var.

1964 yılında John Bell, bu iki alternatiften hangisinin doğru olduğunun bulunabileceğini gösterdi.

Eğer Borg kendi elektronunun başka özelliklerini ölçerse (değişik eksenlerde spin gibi) ve sonuçlarını Ali'ninkilerle karşılaştırırsa bu iki alternatiften hangisinin doğru olduğu anlaşılabilir.



John Bell



David Bohm

1964 yılında yapılan bu matematiksel buluş, o zamana kadar çoğunlukla felsefi düzeyde kalan bir tartışmayı laboratuvarlara taşıdı. Bir anlamda Bell aslında von Neumann'ın yaptığının bir benzerini yapmış, kuantum kuramı ile aynı deneysel sonuçları öngören yerel gizli değişkenler kuramlarının bulunmadığını göstermişti. Ama bu her deney için geçerli olmayabilirdi. Yani bazı yerel kuramlar bir çok deney için kuantum kuramı ile aynı sonuçları öngörebilir, sadece EPR deneyi gibi o zaman henüz yapılmamış deneylerde farklı sonuçlar çıkarabilirdi. Bell'in gösterdiği, en azından EPR deneyinde iki kuramın farklı sonuçlar verdiğiydi.

Böylece laboratuvara gidilir ve yeteri kadar kesinlikte ölçüm yapılırsa hangi kuramın yanlış olduğu bulunabilirdi. Hile mi, yoksa telepati mi; ya da yerel gizli değişkenler kuramları mı, yoksa yerel olmayan kuramlar mı tartışmasına son noktayı koymak artık mümkündü.

Ve Kuantum Kuramının Zaferi

Hangi kuramın doğru olduğu konusunda deneysel testler 1970'lerden itibaren yapılmaya başlandı. İlk deneysel test, elektron-pozitron yokolması sonucu açığa çıkan iki fotonun polarizasyonlarının (yani fotonları oluşturan elektrik alanlarının yönünün) dolanık olduğu bilgisinden hareketle Kasday tarafından yapıldı. Kısa bir süre sonra, daha düşük enerjili fotonlarla, optik düzeneklerin kesinliği kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilmeye başlandı. Örneğin S.J. Freedman ve J.F. Clauser tek değil de iki fotonun birden yayıldığı atomik ışımalarda yine fotonların kutuplaşmalarını inceleyerek Bell'in sonuçlarını test ettiler. Bu gün bu testler, daha değişik koşullar altında daha kesin rakamsal sonuçlarla yapılmaya devam ediyor. Deneylerin gösterdiği sonuç kuantum kuramının zaferi anlamına geliyor. Yani parçacıklar hile değil telepati yapıyorlar!

EPR Deneyi ve Belirsizlik İlkesi

Einstein'a göre EPR deneyi ile belirsizlik ilkesini altetmek mümkündür. Örneğin kütle merkezleri hareket etmeyen etkileşen iki parçacığınız var. Bunları kısaca A ve B diye adlandıralım. Diyelim ki siz A'nın hem konumunu hem de momentumunu kesin olarak ölçmek istiyorsunuz. Kuantum kuramına göre bunun imkansız olması lazım. Yapmanız gereken ilk şey B'nin momentumunu kesin olarak ölçmek. Böylece A'nın momentumunu da bulmuş olursunuz (B'ninkiyle aynı ama zıt yönde), hem de A'ya dokunmadan. Şimdi de A'nın konumunu kesin olarak ölçersiniz. Böylece elinizde A'nın hem momentumunun hem de konumunun kesin değerleri olur.

Einstein bu olayda aslında B'nin momentumunun ölçümü esnasında A'nın etkilenmediğini varsayıyor. Böylece A üzerinde iki farklı ölçüm yaparak hakkında daha fazla bilgi edinmemiz mümkün diyor. Bohr'un tercih ettiği kuantum yorumuna göreyse, B üzerinde yapılan momentum ölçümü hem B'nin hem de A'nın durumunu değiştirir. A'nın konumunu ölçmeye çalıştığınız sırada, A artık en başta bulunduğu durumda değildir. Elde edilen sonuçlar aslında, A başka bir parçacıkla dolanık olsun ya da olmasın, A'nın önce momentumunu sonra da konumunu ölçtüğümüzde elde ettiğimizden farksızdır.

Sonuç

Kuantum kuramı, en ciddi rakibini yenmiş durumda. İçerdiği bir çok kavramı, üstüste gelme ya da yerelliğe aykırı telepati gibi, anlamakta zorlanabiliriz. Ama bunlarla beraber yaşamak zorundayız. Gizli değişken kuramları hala bir alternatif olmayı sürdürüyorlar ama deneylerin gösterdiği gibi bunların kullanılan kuram üzerine büyük bir üstünlükleri kalmadı. Zira her ikisi de kuantum telepatisi düşüncesini destekliyorlar.

Teknolojik uygulama olarak dolanık parçacıklar önemli bir işlev üstlenebilirler. Eğer uzakta olan bir arkadaşınıza herkesten gizli olarak rastgele sayılar iletmek istiyorsanız, ikinizin birden dolanık iki parçacık üzerinde aynı ölçümü yapmanız yeterli. Bu problem uzun zamandan beri şifreleme sistemleri kullananları meşgul etmişti. Sağlam bir şifreleme sistemi kullanıyorsunuz ama bir şekilde bu şifreyi oluşturmak ve açmak için kullandığınız anahtarın düşmanın eline geçmiş olabileceğinden şüpheleniyorsunuz. Eskiden bu problemi çözmek için, güvendiğiniz bir adamı yeni bir anahtar ile haberleştiğiniz yere göndermeniz gerekiyordu. 1970'lerde bu sorun bazı matematiksel problemlerin çözümünün zor olduğu varsayımından hareketle çözüldü. Ancak, bilgisayar teknolojisindeki hızlı değişim, böylece önceleri uzun zaman alan problem çözümlerinin yeni teknolojiyle daha çabuk yapılabilmesi, bu yöntemlerin beklendiği gibi güvenilir olamıyabileceği anlamına geliyor. Kuantum telepatisi bu probleme kesin cevabı bulmuş gibi görünüyor.

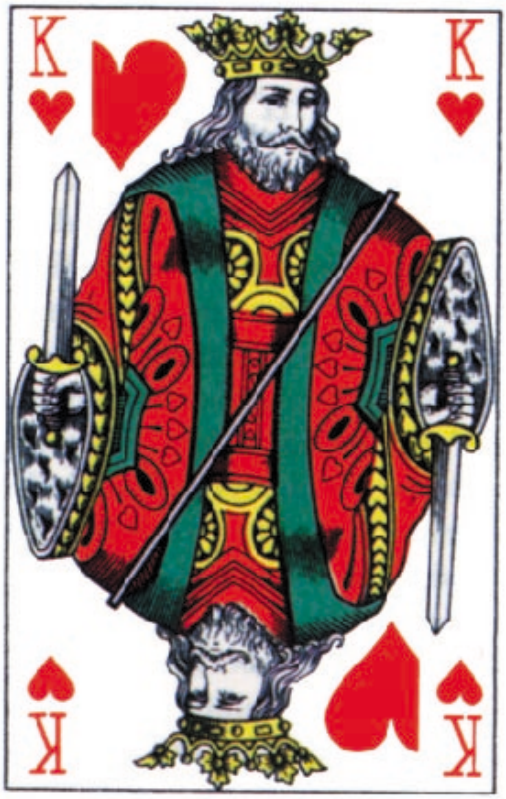
Sadi Turgut

Kaynaklar
Bell, J.S. *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*, Cambridge University Press, 1987
Akoğlu, A. "Kuantum İnternet", *Bilim ve Teknik*, Ağustos 2000

Kuantum Fiziğinin Garip Söylemleri

Üstüste Gelme

Kuantum kuramının belki de en garip (ve en çok itiraz alan) yönü bir sistemin aynı anda bir kaç farklı durumda bulunabilmesi. Parçacıklar doğal olarak böyle durumlara giriyorlar. Örneğin bir elektron tek bir noktada değil de değişik noktalarda aynı anda bulunabilir. Max Born 1926 yılında de Broglie dalgalarının fiziksel bir dalga olmadığını, bir olasılık dalgası olarak yorumlanması gerektiği düşüncesini ortaya attı. Buna göre parçacıklar de Broglie dalgasının bulunduğu her yerde bulunur, bunlar dalganın güçlü olduğu yerlerde yüksek olasılıkla, zayıf olduğu yerlerde de düşük olasılıkla bulunuyor. Böylece parçacığın konumu doğal bir belirsizlik taşır. Max Born bu çalışmasından ötürü 1954 yılında Nobel ödülünü kazandı.



Erwin Schrödinger, üstüste gelme ilkesinin yarattığı gariplikleri en açık biçimde ortaya koyan bir düşünce deneyi tasarladı. Schrödinger'in kedisi olarak bilinen bu deneyde bir kedi aynı anda hem diri hem de ölü olduğu bir duruma sokulabiliyordu. Hem mikroskopik ölçekte hem de bazı makroskopik cisimlerde var olduğu bilinen üstüste gelme olgusunun yorumu sürekli tartışma konusu olagelmiştir.

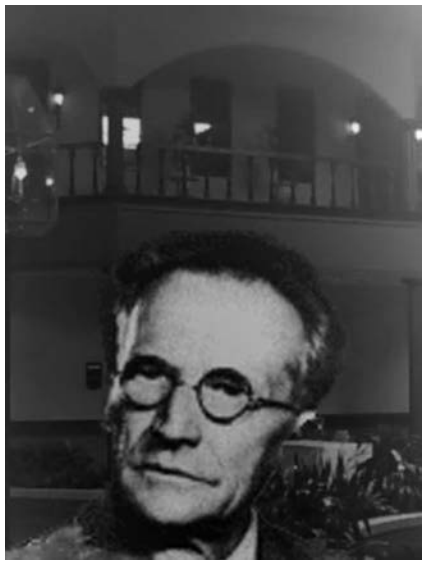
Tünelleme

Klasik fiziğe göre herhangi bir cismin kinetik enerjisi negatif olamaz. Dolayısıyla duvara attığım bir top duvarı delmeden öteki tarafa geçemez; çünkü duvarın getirmiş olduğu enerji engelini aşabilmek için klasik fiziğe göre duvarın içinden duvarı delmeden geçmek için negatif kinetik enerjiye sahip olmalıdır. Bu da klasik fiziğe aykırıdır. Kuantum kuramına göreyse bir enerji engelini aşmak için yeterli enerjisi olmayan bir kuantum parçacığı, yine de bu engeli aşabilir. Yani engelin öteki tarafında bulunma olasılığı sıfır değildir. Kuramının tahmin ettiği ve doğruluğu deneylerle kanıtlanmış olan ve radyoaktivite gibi olguları açıklayan bu etkiye tünelleme adı verilir.

Schrödinger Denklemi

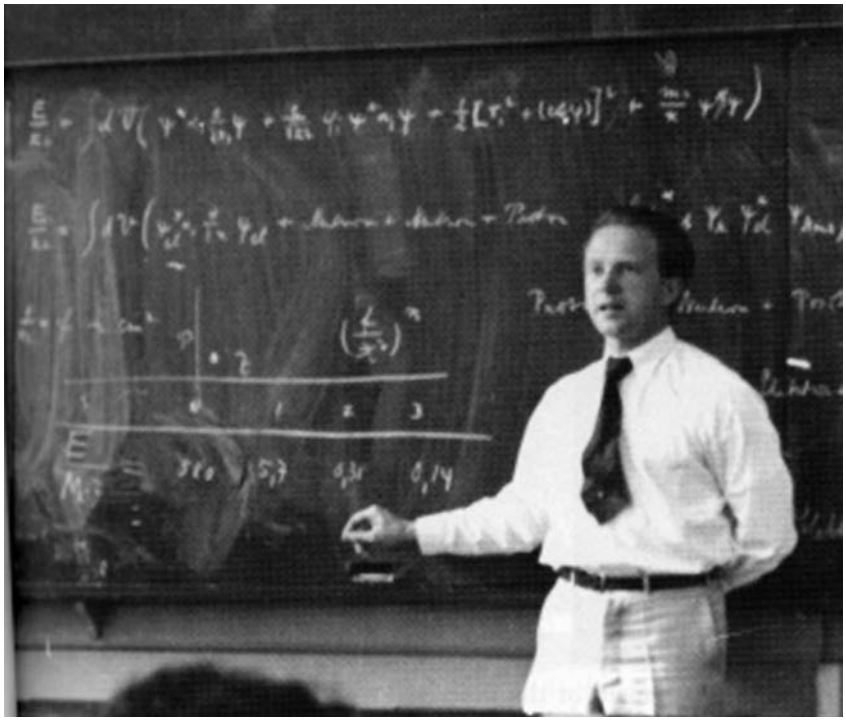
Bir kuantum sistemi hakkında bize her bilgiyi veren araç dalga fonksiyonu adı verilen bir fonksiyondur. Dalga fonksiyonunun uzaya ve zamana bağlı değişimini veren denklemi ilk bulan avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger'dir. Bu yüzden bu denklem Schrödinger denklemi adıyla anılır.

Schrödinger denklemine göre dalga fonksiyonunun zamana göre değişimini Hamiltonian adı verilen



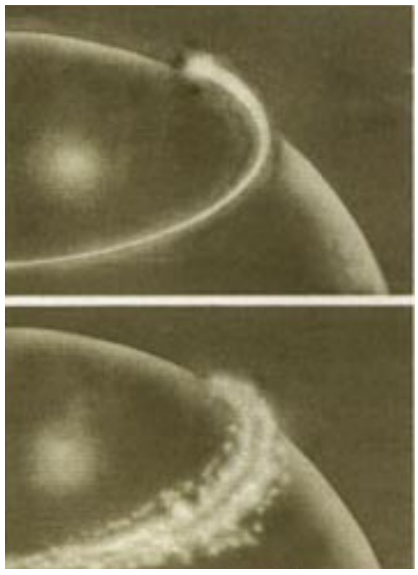
bir operatör kontrol eder. Hamiltonian operatörü (bazan enerji operatörü adıyla da anılır) sistemin enerjisi ile yakından ilgilidir. Kuantum sisteminin sahip olabileceği enerji değerlerini Hamilton operatörü belirler. Bunu veren denkleme de zamandan bağımsız Schrödinger denklemi adı verilir.

Schrödinger denkleminin çözümü olan dalga fonksiyonunun karesi kuantum sistemi ile ilgili olasılıkları verir.



Belirsizlik ilkesi

Kuantum kuramının belirsizlik ilkesi, bir parçacığın bazı farklı özelliklerinin ikisinin de kesin olarak belirlenemiyeceğini söyler. Örneğin bir parçacığın konumuyla momentumu (momentum bir cismin kütlesiyle hızının çarpımıdır) aynı anda tam olarak ölçülemez. Kuantum kuramına göre parçacığın bu iki özelliğindeki belirsizliklerin çarpımı en az Planck sabiti h=6,626x10-34 J.s kadardır. Konumu belli bir anda kesin olarak bilinen bir parçacığın momentumu sonsuz belirsizliktedir ve bu yüzden parçacık kısa sürede o noktadan ayrılır ve uzaya dağılır. Benzer şekilde momentumu kesin olarak bilinen bir parçacığın konumu sonsuz belirsizliktedir, yani böyle bir parçacık uzayın her köşesinde bulunabilir. Bu nedenle doğada rastlanan parçacıkların bulunduğu kuantum durumlarında parçacıkların hem konum hem de momentumu bir miktar belirsiz olmak zorunda.



Alman fizikçi Werner Heisenberg, ünlü mikroskop örneğini bu ilkeyi açıklamak için geliştirdi. Bir parçacığın yerini "görerek" ölçmeye çalıştığınızı düşünün. Böyle bir ölçümde parçacığın üzerine ışık göndermek, dolayısıyla parçacıkla etkileşmek gerekir. Bu bile parçacığın konumunu tam olarak belirlemeye yetmez. Bu ölçümde en azından kullanılan ışığın dalgaboyu, l, kadar bir hata yapılır. Bunun yanı sıra ışık parçacıkla etkileştiği için ölçüm, parçacığın hızında bir değişmeye de neden olur. Işık parçacığa çarpıp yansıdığı için en az bir fotonun momentumu parçacığa aktarılır. Parçacığın momentumu ölçümden önce tam olarak bilinse bile, konumun ölçülmesi parçacığın momentumunu h/l kadar değiştirir. Bu nedenle, parçacığın yerini daha iyi belirlemek için daha kısa dalga boylu ışık kullansak bile, ölçümümüz momentumdaki belirsizliği artıracak, ama her durumda ikisinin belirsizlikleri çarpımı en az h kadar olacaktır.

De Broglie Dalgası



1923 yılında aristokrat bir aileden gelen Fransız fizikçi Louis de Broglie ışığın bazen dalga bazen de parçacık gibi davranmasından esinlenerek, diğer parçacıkların da dalga yönleri olabileceği savını ortaya attı. Buna göre momentumu p olan bir parçacığa dalgaboyu l=h/p olan bir dalga eşlik ediyor ve parçacığın özelliklerini tamamlıyordu. Nasıl bir gitar teli uzunluğuna bağlı olarak sadece belli frekanslarda titreşiyorsa, atomun çevresinde dolanan bir elektronun de Broglie dalgası da sadece belli dalgaboylarına sahip olmalıydı. Bu çeşit bir dalga 1913 yılında Bohr'un hidrojen atomundaki elektronların enerji seviyelerini bulduğunda yaptığı varsayımları açıklıyordu. Makroskopik cisimlerin momentumları çok daha büyük olduğundan, de Broglie dalgasının dalgaboyu ölçülemeyecek kadar küçüktür. Bu nedenle makroskopik cisimlerin dalga özellikleri gözlemlenemez.

De Broglie'nin bu çalışması, kendisinin 1929 yılında aldığı dışında iki Nobel ödülü daha üretti. 1926'da Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger, de Broglie'nin çalışmasını geniş-leterek kuantum kuramının temel denklemini elde etti ve 1933'te Nobel ödülünü aldı. 1927 yılında birbirlerinden bağımsız olarak ABD'de Davisson ve Germer, İngiltere'de de Thomson, bir kristale gönderilen elektronların tıpkı dalgalar gibi kırınıma uğradıklarını gösterdiler. Davisson ve Thomson da 1937 yılında Nobel aldılar.

Kuantum Alan Kuramı

Kuantum kuramına göre, uyarılmış durumdaki bir atom en düşük enerjili duruma ne zaman olacağı tahmin edilemeyen bir anda dışarıya bir foton atarak geçer. 'Dışarıya atılan foton o andan önce neredeydi?' sorusunun yanıtıysa 'hiçbir yer'dir. Foton geçiş anında yaratılır.

Yine önceden bilinemeyen bir anda radyoaktif bir çekirdek beta bozunumuna uğrar; yani bir başka çekirdek, bir elektron ve bir nötrinoya bozunur. 'Bu andan önce electron ve nötrino neredeydiler?' sorusunun yanıtı yine 'hiçbir yer'dir. İkisi de bozunum anında yaratılır.

Bir atom bir fotonu soğurur ve uyarılmış bir duruma geçer. 'Soğurmadan sonra foton nerede?' sorusunun yanıtı yine 'hiçbir yer'. Foton artık yok.

Peki parçacıkların nasıl yaratılıp nasıl yok olduklarını açıklayan bir kuram var mı? Evet kuantum alan kuramı. Kuantum alan kuramı fotonlar, elektronlar, pozitronlar, protonlar, nötronlar, mezonlar ve diğer her tür parçacığın yaratılışı, yok edilmesi ve şaçınması ile ilgili olasılıkları hesaplamak için kullanılan bir dil, bir tekniktir.

Kuantum alan kuramının ortaya çıkmasına yol açan soru atomların uyarılmış durumlardan dışarıya bir foton atarak en düşük enerjili duruma nasıl geçtiği ya da sıçradığıdır. Einstein bunun için 1916 yılında bir mekanizma önerdi fakat nicel bir sonuç bulmak için gerekli yöntemleri geliştiremedi. Daha sonraları bu problemi çözmek için özel görelilik kuramı ile kuantum kuramının bir araya getirilmesinin gerektiği anlaşıldı ve çabalar bu yöne yoğunlaştırıldı. Relativistik (göreli) kuantum kuramını kurma yönünde ilk önemli adım 1926 yılında İngiliz fizikçi Paul Dirac'tan geldi. Dirac, Schrödinger denklemine benzer ve günümüzde Dirac denklemi adıyla anılan relativistik bir denklem geliştirdi. Bu denklem negatif enerjili parçacıklar gibi bir takım anormalliklere yol açtı. Zamanla bütün bu problemlerin çözümünün farklı bir bakış açısı gerektirdiği anlaşıldı. Çözümün, alanların, örneğin Maxwell'in elektromanyetik alanının, kuantum kuramının kurulmasında yattığı ortaya çıktı. O ana kadar alanların ve parçacıkların birbirlerinden farklı ve bağımsız olgular olduklarına inanılıyordu. Kuantum alan kuramıyla birlikte, alanlarla parçacıkların aynı olgunun iki farklı görünümü olduğu kanıtlandı. Her temel parçacığı bir kuantum alanı temsil eder. Ya da başka bir deyişle her temel parçacık bir kuantum alanının kuantumudur. Örneğin fotonlar elektromanyetik alanın, elektronlar bir Dirac alanının, nötrinolar bir başka Dirac alanının, gluonlar güçlü etkileşimi ileten kuantum alanının, Higgs parçacığı Higgs alanının temel kuantumudur. Ne kadar temel parçacık varsa o kadar da kuantum alanı vardır.


Paul Dirac

Kuantum alan kuramı maddenin doğasıyla ilgili bir çok temel sorunun çözümünü bulmuş olmasından dolayı kendine fizikte çok önemli bir yer edindi . Kuantum alan kuramı Dirac denkleminde ortaya çıkan negatif enerjili parçacıkların aslında negatif enerjili olmadıklarını, onların pozitif enerjili antiparçacıklar olduklarını gösterdi. Neden iki temel parçacık türü (fermiyonlar ve bozonlar) olduğunu, ve bu parçacıkların özellikleriyle spinleri arasındaki ilişkiyi açıklamayı başardı. Bütün temel parçacıkların; örneğin fotonların, elektronların, pozitronların, kuarkların, gluonların ve diğerlerinin nasıl ortaya çıkıp nasıl yok olduklarını açıkladı. Özdeş parçacıkların, örneğin iki elektronun, neden özdeş olduklarını (aynı kuantum alanının kuantumları oldukları için) gösterdi.

Kuantum elektrodinamiği elektrik yüklü temel parçacıkların, örneğin elektronların, etkileşmesinin kuramıdır. Etkileşimi ileten eletromanyetik alandır. Elektrozayıf etkileşimin alan kuramı elektrodinamikle zayıf etkileşimin birleştirilmiş kuramıdır. Bu birleştirilmiş kuramda etkileşimi ileten parçacıklar fotonlar ve W^+ W^- ve Z^0 parçacıklarıdır. Güçlü etkileşimi açıklayan alan kuramı ise kuantum renk dinamiğidir. Bu kuramda temel parçacıklar kuarklar ve gluonlardır. Elektrozayıf etkileşimin kuantum alan kuramıyla kuantum renk dinamiğine birlikte standart model adı verilir.

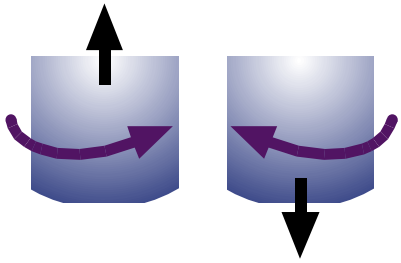
Standart model şu ana kadar yapılmış olan temel parçacıklarla ilgili bütün deneyleri başarıyla açıklamış bulunuyor. Buna rağmen fizikçiler standart modeli yetersiz buluyorlar. Bunun nedeni bu kuramın temel parçacıkların kütlelerinin, yüklerinin ve diğer özelliklerinin neden ölçülen değerler olduğunu, neden bu değerlerin kuantize olduğunu, yani sadece belli değerler ve onların tamsayı katları olduklarını açıklayamıyor. Bir başka sorun ise kütle çekiminin kuantum kuramının hala kurulamamış olması.

Fizikçiler bütün bu son derece ilginç ve bir kadar da zor problemleri çözmek için gece gündüz çalışıyorlar. Belki genç arkadaşlarımız da fizikçi olup bu problemleri çözmek isterler. Ne dersiniz?

Spin

Parçacıkların uzaydaki doğrusal hareketleri dışında kendi iç dinamikleriyle ilgili hareketleri de vardır. Bu parçacıkları noktasal değil de küçük kürecikler şeklinde düşünürsek, bu kürelerin kendi çevrelerinde dönmeleri de etkileri gözlemlenebilen bir hareket şeklidir. Bu hareket için İngilizcede kendi etrafında dönme anlamına spin denir. Spin de bir açısal momentum türüdür. Fakat kuantum kuramı bazı parçacıkların (elektronlar gibi) spinlerinin gerçekten böyle bir dönme sonucu oluşamıyacağını söylüyor. Buna rağmen dönme benzetmesi bir çok açıdan iyi bir açıklama biçimi gibi görünüyor.

Kuantum kuramına göre spini s olan bir parçacığın spin durumu sadece (2s+1) değişik değer alabilir ya da bu (2s+1) durumun üstüste gelmesiyle oluşabilir. Elektron, proton ve nötronların spinleri s=1/2 dir. Yani bu parçacıklar uzaydaki hareketlerinin dışında 2 değişik durumda da bulunabilirler. Zayıf etkileşimi ileten W ve Z parçacıklarının spini 1'dir. Bunlar da 3 değişik durumda



bulunabilirler. Fotonlarsa ışık hızında hareket ettikleri için spinleri 1 olmasına karşın sadece iki farklı spin durumunda bulunabilirler. Bunların dışında bir kaç parçacıktan oluşmuş birleşik sistemlerin spini de hesaplanabilir. Örneğin helyum-4 atomunun spini 0 olarak hesaplanabiliyor.

Spini olan bir çok parçacık spinlerinin yönüne bağlı olarak uzayda manyetik alan oluştururlar. Bu anlamda bu tip parçacıkları küçük birer mıknatıs olarak da düşünmek mümkün. Eğer elektronlar bir manyetik alandan geçirilirlerse, kendi mıknatıslıklarının yönüne bağlı olarak değişik yönlere sapmaları gerekir. 1921 yılında Stern ve Gerlach bu deneyi yaparak elektronların sadece iki değişik yöne saptıklarını, böylece bu parçacıkların sadece iki farklı spin durumunda bulunabildiklerini göstererek kuantum fiziğinin en güçlü kanıtlarından birini elde ettiler.

Fermiyonlar ve Bozonlar

Ne kadar benzer olsalar da tanıdıkça ikizleri birbirlerinden ayırmanın yollarını bulabiliriz. Fakat aynı şeyi parçacıklar için söyleyemeyiz. Hiç bir şekilde iki özdeş parçacığı birbirinden ayırmak olanaklı değil. Kuantum kuramı bu ilkeden yola çıkarak, birden fazla özdeş parçacığın beraber olduğu sistemlerde bu parçacıkların çok farklı davrandığını gösteriyor.

Bu parçacıklardan bir kısmı sanki birbirlerinden nefret ediyorlarmış gibi kesinlikle aynı kuantum durumunda olmak istemezler. Bu tip parçacıkların kuantum durumlarına dağılımını ilk defa inceleyenler anısına bu parçacıkların Fermi-Dirac istatistiğine uyduğunu söylüyoruz. Bu nedenle bu parçacıklara fermiyon denir. Aynı spine sahip iki fermiyon, aynı yerde bulunamaz, aynı hızla gidemez (ve elektronlar için, bir atomun aynı orbitalinde bulunamaz). Bu kısıtlama, varlığını ilk keşfeden Wolfgang Pauli'nin anısına "Pauli dışlanma prensibi" adıyla anılır. Elektronlar, proton ve nötronlar, nötrinolar fermiyondur.

Diğer parçacıklar, yani fermiyon olmayanlar, için aynı kuantum durumuna kaç parçacık girebileceği gibi bir kısıtlama yok. Bu diğer tip parçacıkların kuantum durumlarına dağılımını ilk defa inceleyen kişilerin anısına bu tip parçacıkların Bose-Einstein istatistiğine uyduğu söylenir ve parçacıklara bozon denir.

Kuantum kuramının garipliklerinden biri daha bozonların davranışlarında ortaya çıkıyor ve bu parçacıklar birbirlerini aşırı seviyorlarmış gibi davranıyorlar, başka bir deyişle mümkün olduğu kadar aynı kuantum durumuna girmeye çalışıyorlar. Fotonlar ve helyum-4 izotopu bozonların en ünlü örnekleri. Lazerler ve süper akışkan helyum bozonluktan ötürü oluşan olaylar. Bunların dışında doğa kuvvetlerinin iletilmesinde aracı olan, yani kuvvet taşıyan, parçacıkların (mezonlar, gravitonlar, W ve Z parçacıkları gibi) birer bozon olduğu ortaya çıkıyor.

Kuantum alanlar kuramı hangi parçacıkların bozon hangilerinin fermiyon olması gerektiği konusunda basit bir kural veriyor. Ünlü spin-istatistik teoremine göre spinleri buçuklu sayılar (1/2, 3/2, …) olan parçacıklar fermiyon, spinleri tamsayı olan parçacıklar (0,1,2,…) ise bozon oluyor.

Fermiyonlar

Leptonlar

Parçacık	Simge	Kütle (MeV)	Elektrik Yükü
Elektron Nötrinosu	ν_e	>0,00001	0
Elektron	e^-	0,511	-1
Muon Nötrinosu	ν_μ	Bilinmiyor	0
Muon	μ^-	106,6	-1
Tau Nötrinosu	ν_τ	Bilinmiyor	0
Tau	τ^-	1784	-1

Kuarklar

Parçacık	Simge	Kütle (MeV)	Elektrik Yükü
Yukarı	u	310	+2/3
Aşağı	d	310	-1/3
Tılsımlı	c	1500	+2/3
Garip	s	505	-1/3
Üst	t	174000	+2/3
Alt	b	5000	-1/3

Bozonlar

Kuvvet	Erim	Taşıyıcı	Kütle (GeV)	Spin	Elektrik Yükü
Kütleçekimi	Sonsuz	Graviton	0	2	0
Elektromanyetik	Sonsuz	Foton	0	1	0
Zayıf	10^{-16} cm'den az	W^+	81	1	+1
		W^-	81	1	-1
		Z^0	93	1	0
Şiddetli	10^{-13} cm'den az	Gluonlar (8)	0	1	0

Sadi Turgut
Yusuf İpekoğlu



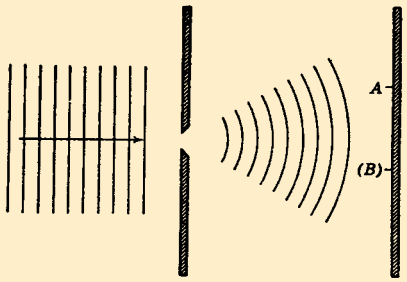
Bohr-Einstein Tartışması

YİRMİNCİ YÜZYIL, iki büyük fizikçinin yıllar süren tartışmasına sahne oldu. Bu fizikçilerden biri Albert Einstein. Einstein'ın kim olduğunu bilmeyen herhalde yoktur. Özel ve genel görelilik kuramları ve fiziğe yapmış olduğu diğer çok önemli katkılarıyla Einstein gelmiş geçmiş en iyi fizikçilerden biri olarak kabul edilir. Ötekiyse fizik dışında Einstein kadar tanınmasa da fizikçiler arasında en az onun kadar saygıyla anılan Niels Bohr. Niels Bohr, kuantum kuramının gelişmesinde en önemli rollerden birinin oynamış bir fizikçi.

Einstein ve Bohr, uzun yıllar birbirlerine karşı sevgi ve saygılarını hiçbir zaman yitirmeden kuantum mekaniğinin temel kavramları üzerine tartıştılar. Kuantum mekaniğinin ilk ortaya çıktığı yıllarda fotoelektrik olayını açıklayarak kuantum kuramına çok önemli bir katkı sağlamış olan Einstein, daha sonraları kuantum kuramının geliştiği yönden hiç memnun kalmamıştı. 1927 Ekim'inde Brüksel'de yapılan beşinci Solvay konferansı ile başlayarak Einstein önceleri Heisenberg'in belirsizlik ilkesinin ve kuantum kuramının getirdiği olasılık kavramının yanlış olduğunu, dolayısıyla kuantum kuramının tutarsız olduğunu göstermeye çalıştı. Her defasında öne sürdüğü fikirleri ve örnekleri Bohr tarafından çürütülen Einstein, daha sonraları kuantum kuramını reddedilemeyecek bir olgu olduğunu ve doğanın gerçeklerini açıklamada önemli bir rolü olduğunu istemeyerek de olsa kabullendi. Bundan sonra Einstein çabalarını kuantum kuramının eksikleri olduğunu göstermeye yoğunlaştırdı. 1935 yılında Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile birlikte yazmış olduğu ünlü makalede, günümüzde EPR paradoksu olarak adlandırılan paradoksu ilk olarak ortaya koydu.

İlk Raund: Beşinci Solvay Konferansı

Bohr 1927 yılında Brüksel'de yapılan beşinci Solvay konferansında 'Kuantum Postulatı ve Atom Kuramında Yeni Gelişmeler' başlıklı bir konuşma sundu. Bu konuşmada yeni geliştirmiş olduğu tamamlayıcılık (complementarity) prensibinin ana hatlarını anlattı. Einstein, Bohr'un fikirlerini çürütmek amacıyla şöyle bir düşünce deneyi önerdi: bir elektron demeti, üzerinde ince bir yarık bulunan bir perdeye çarpsın. Yarık çok ince olduğu için, yarıktan geçen elektronlar kırınıma uğrarlar ve olası her yönde hareket edebilirler. Birinci perdenin arkasında ikinci bir perde daha olsun. Bu durumda kırınıma uğrayan elektronlar ikinci perdenin herhangi bir yerine çarpabilirler. Kuantum mekaniği elektronların yarıktan geçtikten sonra ikinci perdeye doğru olan hareketlerini küresel bir dalga olarak açıklıyor. Bu dalga fonksiyonun karesinin ikinci perde üzerindeki herhangi bir yerdeki değeri, elektronun o noktaya çarpma olasılığını verir. Buna göre elektron, perdeye varmadan hemen önce potansiyel olarak perdenin her yerinde bulunur fakat perdeye tek bir noktada çarpar. Einstein'e göre bunun anlamı, dalga fonksiyonunun perdenin iki farklı yerinde aynı andaki davranışının birbiriyle bağlantılı olduğudur. Bu da görelilik kuramına aykırıdır. Ayrıca kuantum kuramı, elektronun neden B noktasına değil de, A noktasına çarptığını açıklamıyordu. Einstein'a göre bu, kuantum kuramının eksik olduğunun bir göstergesiydi. Einstein bunun çözümünün olasılıkların tek bir elektron için değil çok sayıda elektronun istatistiksel bir özelliği olduğunu öne sürdü. Bohr diğer fizikçiler bunun bazı elektronların negatif kinetik enerjiye sahip olmasına neden olacağını göstererek Einstein'ın fikir-



lerini bir ölçüde çürüttüler. Ancak ilk raund bir çözüme ulaşamadan bitti.

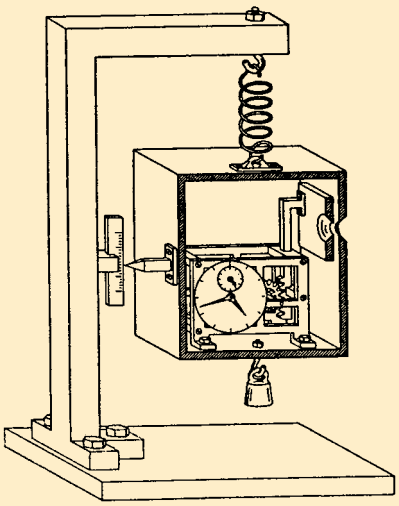
İkinci Raund: Altıncı Solvay Konferansı

1930 yılında yapılan altıncı Solvay konferansına Einstein dahice tasarlanmış bir düşünce deneyi ile geldi. Belirsizlik ilkesinin tutarsız olduğunu göstermek için, kendisinin genel görelilik kuramı ile ortaya atmış olduğu enerji ile kütlenin eşdeğer olduğunu gösteren $E=mc^2$ formülünü kullandı. Buna göre kütledeki değişimi ölçerek enerjideki değişimi bulmak mümkün. Eğer aynı anda bu değişimin olduğu zamanı da tesbit edebilirse, enerji ile zaman arasındaki belirsizlik ilişkisinin yanlış olduğunu göstermiş olacaktı.

Einstein bunun için bir terazinin ucunda asılı duran bir kutu tasarladı. Kutunun içi ışık dolu ve iç duvarları mükemmel yansıtıcılıkta, dolayısıyla ışık duvarlardan sürekli yansıyıp daima kutunun içinde kalıyor. Kutunun yüzlerinden birinde bir delik var. Bu deliğin üstünde de bir saat tarafından kontrol edilen bir açma kapama mekanizması var (bkz şekil). Belli bir anda delik açılıyor ve içeriden dışarıya tek bir foton bırakılıyor. Aynı anda kutunun içindeki ışığın toplam enerjisinin değişimi, terazinin göstergesinde kütledeki değişim olarak okunuyor. Her iki ölçüm, yani fotonun bırakıldığı zaman ve kütledeki, dolayısıyla da enerjideki değişim, istenen kesinlikte ölçülebilir. Böylece Einstein'a göre enerji ile zaman arasındaki belirsizlik ilişkisinin yanlış olduğu gösterilebilir.

Bu düşünce deneyi Bohr için tam bir şok oldu. Bohr'un o günkü halini yakın arkadaşı ve meslektaşı Rosenfeld şöyle anlatıyor:

> Bohr şok olmuştu… çözümü bir türlü bulamıyordu. Bütün gece son derece mutsuzdu. Toplantıya katılan fizikçilerin birinden diğerine giderek Einstein'ın haklı olamayacağına onları ikna etmek için çabalıyordu. Eğer Einstein haklıysa bunun fiziğin sonu olacağını söylüyordu. Fakat bir türlü Einstein'ın iddialarını çürütmeyi başaramıyordu. İki rakibin kulubü terkedişlerini hiçbir zaman unutamayacağım: Einstein yüzünde alaycı bir gülümseme, heybetli bir şekilde sessizce yürüyor, Bohr ise son derece heyecanlı sanki Einstein'ı



yakalamak için koşturuyormuş gibi görünüyor.

O gece Bohr, sabaha kadar uyumadan Einstein'ın iddialarını çürütmek için çalıştı. Bunda da başarılı oldu. Einstein'ın genel görelilik kuramına göre, bir saatin kütle çekimi alanı içindeki konumu, saatin hızını belirler. Başka bir deyişle kütle çekimi içindeki farklı konumlarda zaman farklı hızlarla değişir. Kutudan bir foton bırakıldığında kutu hafiflediği için kütle çekimi alanı içindeki yeri de değişir. Bu da zaman ölçümünde bir belirsizliğe yol açar. Genel göreliliğin öngördüğü bu faktörleri gözönüne alınca Bohr, birkaç satırlık basit bir hesapla Heisenberg belirsizlik ilkesinin tutarlı olduğunu göstermeyi başardı. Einstein'ın tasarladığı kutuyu kullanarak hem enerjiyi, hem de zamanı istenen kesinlikte ölçmek mümkün olamaz. Einstein'ın geliştirmiş olduğu genel görelilik kuramı Einstein'ı sırtından bıçaklamış oldu. Bunun üzerine Einstein belirsizlik ilkesinin yanlışlığını gösterme çabasından vazgeçti. Ama yine de kuantum mekaniği ile yıldızları barışmamıştı.

Üçüncü Raund: EPR Paradoksu

Nazilerin iktidara gelmesi sonucu Einstein 1933 yılında Almanya'yı terketmek zorunda kaldı ve Amerika'ya yerleşti. Burada Einstein, çabalarını kuantum mekaniğinin bütünlüğü olan bir kuram olmadığını, yani eksiklikleri olduğunu göstermeye yoğunlaştırdı. 1935 yılında Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile yazdığı "Fiziksel Gerçekliğin Kuantum Mekaniksel Anlatımının Tam Olduğu Kabul Edilebilir mi?" başlıklı makalesinde Einstein'ın niyeti, artık kuantum mekaniğinin yanlış olduğunu değil fakat tüm gerçeği söylemediğini göstermekti. Einstein ve arkadaşları bir fizik kuramının bütünlüğü için ise şu kriteri kullandılar: her fiziksel gerçeklik için kuramda bir kavram varsa kuram bir bütündür. Eğer kuantum kuramının açıklamadığı ya da hiç dokunmadığı bir takım gerçekliklerin varlığını gösterebilirse kuantum kuramının eksik olduğunu göstermiş olacaktı. Böylece Bohr'un kuantum kuramının bütünlüğü olan bir kuram olduğu iddiasını çürüterek tartışmayı kazanıp konuyu da kapamış olacaktı.

Einstein'ın savında anahtar konumunda olan kavram fiziksel gerçeklik kriteriydi. Einstein fiziksel gerçekliği şöyle tanımladı: Eğer bir sistemi hiç bir şekilde rahatsız etmeden o sistemle ilgili bir fiziksel miktarın değerini kesin olarak tahmin edebiliyorsak o fiziksel miktara karşılık gelen bir fiziksel gerçeklik vardır. Bohr'un bu konuda konumu biraz daha farklıydı. Bohr fiziksel gerçekliğin var olduğunu varsayıyor ve fiziğin amacının bu gerçeklikle ilgili sırları olabildiğince ortaya çıkarmak olduğunu söylüyordu.

Einstein, Podolsky ve Rosen şu iki alternatifi önerdiler: (1) ya gerçeğin dalga fonksiyonu ile kuantum mekaniksel betimlenmesi eksik (2) ya da birbirini tamamlayıcı olan özelliklere karşılık gelen fiziksel miktarlar aynı anda gerçekliğe sahip olamazlar yani biri gerçekse diğeri gerçek olamaz. Einstein birinci alternatifi Bohr ise ikinci alternatifi savunuyordu. EPR'ın fiziksel gerçeklik kriterini kullanırsak ikinci alternatifi savunmak çok güçleşmektedir. (EPR deneyinin daha geniş bir anlatımı için Sadi Turgut'un bu sayıdaki 'Parçacıklar Telepati Yapar mı?' yazısına bakınız.)

EPR makalesi tartışmayı bitirmedi. Tartışma odağı daha farklı eksene kaydı: Gerçeğin doğası ve bunu açıklamada kuramın rolü. Bu tartışma günümüzde de devam etmekte ve fizik var olduğu sürece devam edecek gibi görünüyor.

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Honner, J., *The Description of Nature*, Clarendon Press Oxford 1987
Whitaker, A., *Einstein Bohr and the Quantum Dilemma*, Cambridge Universty Press 1996

Kuantum Mekaniğinin Değişik Yorumları

Kuantum mekaniği en fazla tartışılan kuramlardan biri olagelmiştir. Tartışılan şey kuantum mekaniğinin matematiksel yapısı değil. Fizikçiler bu yapıyı kullanarak maddenin değişik ortamlardaki davranışlarını açıklamakta şu ana kadar son derece başarılı oldular. Kuantum mekaniği, fizikteki en başarılı kuramlardan biri olarak kabul edilir ve fiziğin temel taşlarından biridir. Bir fizikçinin kuantum mekaniği bilmemesi bugün kabul edilebilir birşey değil. Tartışılan şeyse kuantum mekaniğinin yorumu. Bir kuramın yorumundan kasıt şu: fiziksel olayları ve bu olayları anlamak için yaptığımız deney ve gözlemlerin sonuçlarını, sadece o kuramın temel kavramlarını kullanarak açıklamak. Yani kuramın matematiksel dilini günlük yaşamda kullandığımız dile çevirmek.

Normalde herhangi bir kuramın tek bir yorumunun olması gerekir. Fakat kuantum mekaniğinin karmaşık ve sağduyu zorlayan yapısından dolayı fizikçiler henüz herkesin kabul ettiği bir yoruma ulaşabilmiş değiller. Değişik ölçülerde kabul gören bir kaç yorum var. Bunlar Kopenhag yorumu, çoklu dünyalar ya da paralel evrenler yorumu, Bohm yorumu, tutarlı geçmişler yorumu gibi adlarla anılıyorlar. Bunlar içinde en çok yandaş toplayanlar.

Kopenhag Yorumu

Kopenhag yorumu, büyük ölçüde Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un bilimsel ve felsefi düşünceleri üzerine kurulu. Bu yüzden Bohr'un hayatının büyük kısmını geçirdiği Kopenhag'ın adıyla anılıyor. Bu yorumun temel prensipleri şöyle:

Bireysel nesnelerle ilgili kuram. Kuantum mekaniği nesnelerin ya da sistemlerin bireysel olarak davranışlarını inceler ve açıklamaya çalışır. Yani tek bir atomun ya da tek bir elektronun ya da bir kaç atomdan veya birkaç parçacıktan oluşan tek bir sistemin veya çok sayıda atomdan oluşan bir kristalin(tek bir sistem oluşturur) davranışını inceler. Burada bireysellikten kasıt şu: Kuantum mekaniği, istatiksel mekanik gibi aynı türden çok sayıda sistemin istatistiki özellikleriyle değil, tek bir sistemin davranışlarıyla igilenir. Kuantum mekaniğindeki olasılıklar bu yüzden istatistik mekanikteki olasılıklardan temelde farklıdır.

Olasılıklar temel özelliklerdir. Schrödinger fonksiyonunun belli bir sistem için çözümüne o sistemin dalga fonksiyonu adı verilir. Kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonunun karesi ile betimlenen olasılıklar gözlemcinin ya da kuramcının eksik bilgisinden kaynaklanmaz. Bu olasılık ve ona bağlı olan belirsizlikler doğanın özünde bulunur.

Gözlenen sistem ve gözlemci arasındaki ilişki. Heisenberg'e göre fiziksel dünya iki parçaya ayrılır, gözlenen sistem ve gözleyen sistem. İkisi arasında bir sınır vardır. Bu sınır hangisinin kuantum fiziği (gözlenen sistem) hangisinin klasik fizikle (gözleyen sistem) betimleneceğini belirler. Heisenberg'e göre bu sınırın nereye konacağı tamamiyle bizim özgür irademize bağlıdır. Bohr'un bu konudaki görüşleri daha radikal. Bohr'a göre böyle bir sınır yoktur. Gözlenen sistemle gözleyen sistem bölünmez bir bütün olarak ele alınmalıdır. Gözlenen sistemin, gözleyen sistemden bağımsız olarak özelliklerinden bahsetmek anlamsızdır.

Gözlemlerin açıklandığı dil. Günlük yaşamda çevremizde gördüğümüz bir sürü basit gerçeklik vardır. Kullandığımız dil, algılarımız, sağduyumuz bu gerçekliklere göre gelişmiştir. Bütün bunlar klasik fiziğin dilini oluşturur. Dolayısıyla bir kuantum sistemi üzerindeki gözlemlerimizi de sadece klasik fiziğin diliyle anlatabiliriz.

Ölçümün geri çevrilemezliği. Bir ölçüm yaptığımız zaman sistemi geri dönülemez şekilde değiştirmiş oluruz.

Kuantum indirgenme(çökme). Bir ölçüm, ölçümün yapıldığı nesne ya da sistem üzerinde bir eylemi içerir. Bu da dalga fonksiyonunun indirgenmesine neden olur. Bohr bunu yeni bir tür fiziksel yasa olarak kabul etmiştir. Kuantum kuramı bu indirgemenin olasılıklarını verir fakat mekanizmasını açıklamaz.

Tamamlayıcılık (Complementarity). Bohr, tamamlayıcılığı birbirinden bağımsız (biri diğerini içermeyen) ve bütün deney ve gözlemleri tam olarak anlamak için birlikte gerekli olan kavramları bir arada düşünme olarak tanımlamıştır. Buna en iyi örnek dalga parçacık ikililiğidir. Işığın (ya da bir elektronun veya başka kuantum nesnelerin) bazı durumlarda dalga, bazı durumlardaysa parçacık gibi davranması gibi. Bu tamamlayıcı özellikler aynı anda gözlenemezler. Yani, bir elektron aynı anda hem dalga hem de parçacık gibi gözlenemez. Deneyin koşullarına göre ya parçacık, ya da dalga davranışı gösterir.

Gerçeklik. Kopenhag yorumuna göre tamamlayıcılık ve gerçek birbirleriyle yakından ilgili kavramlardır. Sadece bir ölçüm sonucu bulunanlar gerçek olarak alınabilir. Bunun dışında gerçek hakkında başka hiçbir şey söylenemez. Buna şöyle bir örnek verebiliriz: Diyelim bir odamızdaki masanın üzerine bir kitap bıraktık; kapıyı kilitleyip çıktık. Şu an o kitabı görmüyor olduğumuz halde kitabın masanın üzerinde durmasından bir gerçek olarak bahsetmemize klasik fizik izin verir. Benzer bir şeyi bir atom için yapalım. Yani, bir deney için bir atom hazırlayalım ve bir süre sonra bu atom üzerinde deney yapalım. Atomun hazırlanmasıyla, deney arasında geçen sürede atom hakkında şu, ya da bu doğrudur demek mümkün değildir. Atom hazırladığımız ve bıraktığımız yerde mi değil mi? Bunu sadece atomu doğrudan gözleyip orada olup olmadığını öğrendiğimiz zaman söyleyebiliriz. Onun dışında atomun orada olup olmadığını söylemek imkansızdır. Heisenberg'e göre böyle bir soru anlamsızdır da…

Çoklu Dünyalar ya da Paralel Evrenler Yorumu

Yukarıda temel prensiplerini belirttiğimiz Kopenhag yorumu birçok fizikçi tarafından yeterince tatmin edici bulunmamaktadır. Özellikle dalga fonksiyonunun indirgenmesi Schrödinger'in kedisi örneğinde olduğu gibi paradokslara neden oluyor. Benzer bir şekilde Kopenhag yorumu EPR paradoksunu açıklamakta yetersiz kalmakta. Bu nedenlerle zaman içinde başka yorumlar ortaya atıldı. Bunlardan en önemlisi Hugh Everett'in 1957 yılında Princeton Üniversitesinde yapmış olduğu "Evrensel Dalga Fonksiyonu Kuramı" adlı doktora teziyle öne sürmüş olduğu "göreli durumlar" ya da daha yaygın olarak bilindiği adlarla "çoklu dünyalar" veya "paralel evrenler" yorumudur.

Mikroskopik sistemlerin örneğin atomların dalga fonksiyonları saf kuantum durumlarının üst üste binmiş durumu yani toplamı şeklinde yazılır. Dolayısıyla sistemin konum, momentum gibi fiziksel özellikleri, ölçüm yapılıncaya kadar kesin bir değere sahip değildir. Kopenhag yorumuna göre ölçüm yapıldığı anda sistem bu saf durumlardan birine çökertilir ve ölçülen özelliğin değeri, bu saf durumun sahip olduğu değerdir. Bu durum bir çok soru oluşturmaktadır. Bu indirgenme nasıl olur? Ölçümü nasıl tanımlayabiliriz? Kopenhag yorumu bunları açıklayamamaktadır.

Everett'in bu sorulara verdiği yanıt, dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye birşeyin olmadığı yönündedir.

Çoklu dünyalar yorumunun temel fikri şu: Evren, kuantum düzeyinde ne zaman bir seçim yapmak durumunda kalırsa, kaç tane alternatif kuantum durumu varsa o kadar parçaya bölünür. Bunu daha iyi anlamak için Schrödinger'in kedisini örnek olarak alalım (Scrödinger'in kedisi için Bilim ve Teknik sayı 393e bakınız). Bu deneyde iki olasılık var. Ya radyoaktif atom bozunur ve kedi ölür ya da bozunmaz ve kedi canlıdır. Kopenhag yorumuna göre, kutu açılıp içine bakılıncaya kadar olasılıkların ikisi de gerçek değildir. Kutunun içindeki kedinin dalga fonksiyonu iki durumun bir üst üste binmiş halidir. Yani, kedi ne ölüdür, ne de canlı. Kutuyu açıp baktığımız anda dalga fonksiyonu bu iki durumdan birine indirgenir. Yani kutuyu açınca kediyi ya canlı ya da ölü olarak gözleriz. Çoklu dünyalar yorumuna göreyse sistem bir seçimle karşı karşıya kaldığı anda her iki olasılık da gerçek olur, ancak evren ikiye ayrılır. Evrenlerden birinde gözlemci kutuyu açar ve kediyi ölü bulur; diğer evrendeyse gözlemci kediyi canlı olarak gözler. Burada önemli olan nokta kutunun içindeki kedinin gözlemci bakmadan önce bir evrende ölü, diğerindeyse canlı olduğudur. Dolayısıyla gözlemci kutuya baktığında dalga fonkiyonunun indirgenmesi diye birşey söz konusu değildir. Her bir evrendeki gözlemci, eşi olmayan bir evren içinde yaşamaktadır ve diğer evrenlerle iletişim kurması mümkün değildir.

Çoklu dünyalar yorumuyla ilgili temel problem evrenin her an çok sayıda kuantum alternatifleriyle karşı karşıya olduğu dolayısıyla her an çok sayıda evrene bölündüğü, bunun sonucu olarakda aynı uzayı paylaşan neredeyse sonsuz sayıda evrenin var olduğu fikrinin oldukça itici bir fikir olmasıdır. Bu fikrin kanıtlanmasının ya da çürütülmesinin imkansızlığı da ayrıca itici bir noktadır.

Siz hangi yorumu tercih edersiniz?

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Gribbin, J., Schrödinger's Kittens and the Search for Reality, Little, Brown 1995
Omnès, R., The Interpretation of Quantum Mechanics, Princeton University Press 1994
Rae, A., Quantum Physics: Illusion or Reality?, Cam. Univ. Press, 1986

Kuantum Mekaniğinin Değişik Yorumları

Kuantum mekaniği en fazla tartışılan kuramlardan biri olagelmiştir. Tartışılan şey kuantum mekaniğinin matematiksel yapısı değil. Fizikçiler bu yapıyı kullanarak maddenin değişik ortamlardaki davranışlarını açıklamakta şu ana kadar son derece başarılı oldular. Kuantum mekaniği, fizikteki en başarılı kuramlardan biri olarak kabul edilir ve fiziğin temel taşlarından biridir. Bir fizikçinin kuantum mekaniği bilmemesi bugün kabul edilebilir birşey değil. Tartışılan şeyse kuantum mekaniğinin yorumu. Bir kuramın yorumundan kasıt şu: fiziksel olayları ve bu olayları anlamak için yaptığımız deney ve gözlemlerin sonuçlarını, sadece o kuramın temel kavramlarını kullanarak açıklamak. Yani kuramın matematiksel dilini günlük yaşamda kullandığımız dile çevirmek.

Normalde herhangi bir kuramın tek bir yorumunun olması gerekir. Fakat kuantum mekaniğinin karmaşık ve sağduyu zorlayan yapısından dolayı fizikçiler henüz herkesin kabul ettiği bir yoruma ulaşabilmiş değiller. Değişik ölçülerde kabul gören bir kaç yorum var. Bunlar Kopenhag yorumu, çoklu dünyalar ya da paralel evrenler yorumu, Bohm yorumu, tutarlı geçmişler yorumu gibi adlarla anılıyorlar. Bunlar içinde en çok yandaş toplayanlar.

Kopenhag Yorumu

Kopenhag yorumu, büyük ölçüde Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un bilimsel ve felsefi düşünceleri üzerine kurulu. Bu yüzden Bohr'un hayatının büyük kısmını geçirdiği Kopenhag'ın adıyla anılıyor. Bu yorumun temel prensipleri şöyle:

Bireysel nesnelerle ilgili kuram. Kuantum mekaniği nesnelerin ya da sistemlerin bireysel olarak davranışlarını inceler ve açıklamaya çalışır. Yani tek bir atomun ya da tek bir elektronun ya da bir kaç atomdan veya birkaç parçacıktan oluşan tek bir sistemin veya çok sayıda atomdan oluşan bir kristalin(tek bir sistem oluşturur) davranışını inceler. Burada bireysellikten kasıt şu: Kuantum mekaniği, istatiksel mekanik gibi aynı türden çok sayıda sistemin istatistiki özellikleriyle değil, tek bir sistemin davranışlarıyla igilenir. Kuantum mekaniğindeki olasılıklar bu yüzden istatistik mekanikteki olasılıklardan temelde farklıdır.

Olasılıklar temel özelliklerdir. Schrödinger fonksiyonunun belli bir sistem için çözümüne o sistemin dalga fonksiyonu adı verilir. Kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonunun karesi ile betimlenen olasılıklar gözlemcinin ya da kuramcının eksik bilgisinden kaynaklanmaz. Bu olasılık ve ona bağlı olan belirsizlikler doğanın özünde bulunur.

Gözlenen sistem ve gözlemci arasındaki ilişki. Heisenberg'e göre fiziksel dünya iki parçaya ayrılır, gözlenen sistem ve gözleyen sistem. İkisi arasında bir sınır vardır. Bu sınır hangisinin kuantum fiziği (gözlenen sistem) hangisinin klasik fizikle (gözleyen sistem) betimleneceğini belirler. Heisenberg'e göre bu sınırın nereye konacağı tamamiyle bizim özgür irademize bağlıdır. Bohr'un bu konudaki görüşleri daha radikal. Bohr'a göre böyle bir sınır yoktur. Gözlenen sistemle gözleyen sistem bölünmez bir bütün olarak ele alınmalıdır. Gözlenen sistemin, gözleyen sistemden bağımsız olarak özelliklerinden bahsetmek anlamsızdır.

Gözlemlerin açıklandığı dil. Günlük yaşamda çevremizde gördüğümüz bir sürü basit gerçeklik vardır. Kullandığımız dil, algılarımız, sağduyumuz bu gerçekliklere göre gelişmiştir. Bütün bunlar klasik fiziğin dilini oluşturur. Dolayısıyla bir kuantum sistemi üzerindeki gözlemlerimizi de sadece klasik fiziğin diliyle anlatabiliriz.

Ölçümün geri çevrilemezliği. Bir ölçüm yaptığımız zaman sistemi geri dönülemez şekilde değiştirmiş oluruz.

Kuantum indirgenme(çökme). Bir ölçüm, ölçümün yapıldığı nesne ya da sistem üzerinde bir eylemi içerir. Bu da dalga fonksiyonunun indirgenmesine neden olur. Bohr bunu yeni bir tür fiziksel yasa olarak kabul etmiştir. Kuantum kuramı bu indirgemenin olasılıklarını verir fakat mekanizmasını açıklamaz.

Tamamlayıcılık (Complementarity). Bohr, tamamlayıcılığı birbirinden bağımsız (biri diğerini içermeyen) ve bütün deney ve gözlemleri tam olarak anlamak için birlikte gerekli olan kavramları bir arada düşünme olarak tanımlamıştır. Buna en iyi örnek dalga parçacık ikililiğidir. Işığın (ya da bir elektronun veya başka kuantum nesnelerin) bazı durumlarda dalga, bazı durumlardaysa parçacık gibi davranması gibi. Bu tamamlayıcı özellikler aynı anda gözlenemezler. Yani, bir elektron aynı anda hem dalga hem de parçacık gibi gözlenemez. Deneyin koşullarına göre ya parçacık, ya da dalga davranışı gösterir.

Gerçeklik. Kopenhag yorumuna göre tamamlayıcılık ve gerçek birbirleriyle yakından ilgili kavramlardır. Sadece bir ölçüm sonucu bulunanlar gerçek olarak alınabilir. Bunun dışında gerçek hakkında başka hiçbir şey söylenemez. Buna şöyle bir örnek verebiliriz: Diyelim bir odamızdaki masanın üzerine bir kitap bıraktık; kapıyı kilitleyip çıktık. Şu an o kitabı görmüyor olduğumuz halde kitabın masanın üzerinde durmasından bir gerçek olarak bahsetmemize klasik fizik izin verir. Benzer bir şeyi bir atom için yapalım. Yani, bir deney için bir atom hazırlayalım ve bir süre sonra bu atom üzerinde deney yapalım. Atomun hazırlanmasıyla, deney arasında geçen sürede atom hakkında şu, ya da bu doğrudur demek mümkün değildir. Atom hazırladığımız ve bıraktığımız yerde mi değil mi? Bunu sadece atomu doğrudan gözleyip orada olup olmadığını öğrendiğimiz zaman söyleyebiliriz. Onun dışında atomun orada olup olmadığını söylemek imkansızdır. Heisenberg'e göre böyle bir soru anlamsızdır da…

Çoklu Dünyalar ya da Paralel Evrenler Yorumu

Yukarıda temel prensiplerini belirttiğimiz Kopenhag yorumu birçok fizikçi tarafından yeterince tatmin edici bulunmamaktadır. Özellikle dalga fonksiyonunun indirgenmesi Schrödinger'in kedisi örneğinde olduğu gibi paradokslara neden oluyor. Benzer bir şekilde Kopenhag yorumu EPR paradoksunu açıklamakta yetersiz kalmakta. Bu nedenlerle zaman içinde başka yorumlar ortaya atıldı. Bunlardan en önemlisi Hugh Everett'in 1957 yılında Princeton Üniversitesinde yapmış olduğu "Evrensel Dalga Fonksiyonu Kuramı" adlı doktora teziyle öne sürmüş olduğu "göreli durumlar" ya da daha yaygın olarak bilindiği adlarla "çoklu dünyalar" veya "paralel evrenler" yorumudur.

Mikroskopik sistemlerin örneğin atomların dalga fonksiyonları saf kuantum durumlarının üst üste binmiş durumu yani toplamı şeklinde yazılır. Dolayısıyla sistemin konum, momentum gibi fiziksel özellikleri, ölçüm yapılıncaya kadar kesin bir değere sahip değildir. Kopenhag yorumuna göre ölçüm yapıldığı anda sistem bu saf durumlardan birine çökertilir ve ölçülen özelliğin değeri, bu saf durumun sahip olduğu değerdir. Bu durum bir çok soru oluşturmaktadır. Bu indirgenme nasıl olur? Ölçümü nasıl tanımlayabiliriz? Kopenhag yorumu bunları açıklayamamaktadır.

Everett'in bu sorulara verdiği yanıt, dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye birşeyin olmadığı yönündedir.

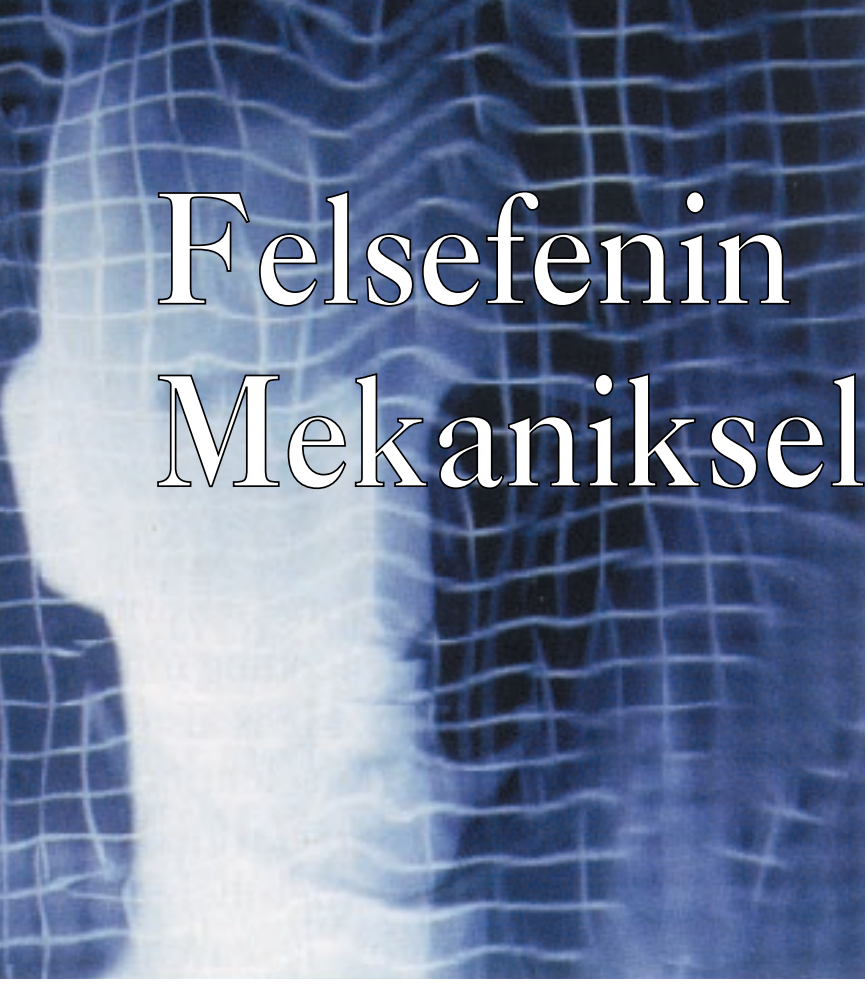
Çoklu dünyalar yorumunun temel fikri şu: Evren, kuantum düzeyinde ne zaman bir seçim yapmak durumunda kalırsa, kaç tane alternatif kuantum durumu varsa o kadar parçaya bölünür. Bunu daha iyi anlamak için Schrödinger'in kedisini örnek olarak alalım (Scrödinger'in kedisi için Bilim ve Teknik sayı 393e bakınız). Bu deneyde iki olasılık var. Ya radyoaktif atom bozunur ve kedi ölür ya da bozunmaz ve kedi canlıdır. Kopenhag yorumuna göre, kutu açılıp içine bakılıncaya kadar olasılıkların ikisi de gerçek değildir. Kutunun içindeki kedinin dalga fonksiyonu iki durumun bir üst üste binmiş halidir. Yani, kedi ne ölüdür, ne de canlı. Kutuyu açıp baktığımız anda dalga fonksiyonu bu iki durumdan birine indirgenir. Yani kutuyu açınca kediyi ya canlı ya da ölü olarak gözleriz. Çoklu dünyalar yorumuna göreyse sistem bir seçimle karşı karşıya kaldığı anda her iki olasılık da gerçek olur, ancak evren ikiye ayrılır. Evrenlerden birinde gözlemci kutuyu açar ve kediyi ölü bulur; diğer evrendeyse gözlemci kediyi canlı olarak gözler. Burada önemli olan nokta kutunun içindeki kedinin gözlemci bakmadan önce bir evrende ölü, diğerindeyse canlı olduğudur. Dolayısıyla gözlemci kutuya baktığında dalga fonkiyonunun indirgenmesi diye birşey söz konusu değildir. Her bir evrendeki gözlemci, eşi olmayan bir evren içinde yaşamaktadır ve diğer evrenlerle iletişim kurması mümkün değildir.

Çoklu dünyalar yorumuyla ilgili temel problem evrenin her an çok sayıda kuantum alternatifleriyle karşı karşıya olduğu dolayısıyla her an çok sayıda evrene bölündüğü, bunun sonucu olarakda aynı uzayı paylaşan neredeyse sonsuz sayıda evrenin var olduğu fikrinin oldukça itici bir fikir olmasıdır. Bu fikrin kanıtlanmasının ya da çürütülmesinin imkansızlığı da ayrıca itici bir noktadır.

Siz hangi yorumu tercih edersiniz?

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Gribbin, J., Schrödinger's Kittens and the Search for Reality, Little, Brown 1995
Omnès, R., The Interpretation of Quantum Mechanics, Princeton University Press 1994
Rae, A., Quantum Physics: Illusion or Reality?, Cam. Univ. Press, 1986



Felsefenin Kuantum Mekaniksel Temelleri

Bu derginin okurları yukardakinin tersine "Kuantum Mekaniğinin felsefî Temelleri (ya da) Problemleri" gibi başlıkları olan birçok makale mutlaka okumuşlardır; hatta bunların birini de şimdiki yazar hazırlamıştı. Böyle yazılardan, hatta fizik lisans eğitimi sırasında alınan derslerden şöyle bir izlenim edinilmesi doğaldır: 1) Planck sabiti h sıfıra götürülürse, ortaya Newton- Maxwell denklemleri (ya da yüksek hızlar sözkonusuysa bunların Einstein tarafından genellenmiş halleri), yani klâsik fizik elde edilir; bu çerçeve de gündelik gözlemlerimizden tanıdığımız dünyayı betimlemek için uygun ve yeterlidir. 2) Buna karşılık, atom ve atomaltı mesafeler, atomik kütle ve enerjiler ölçeğindeki olaylardan söz ediyorsak, klâsik fizik yetersiz kalır; karşımıza Belirsizlik İlkesi, tek bir parçacığın çift yarık deneyinde kendisiyle girişim yapabilmesi gibi tuhaf yeni kavramlar çıkar. 3) Bunlara biraz alıştıktan sonraysa Bell Teoremi, Einstein-Podolsky-Rosen "paradoksu", Schrödinger'in Kedisi, Everett'in Paralel Evrenler yorumu gibi çarpıcı birtakım örneklerle Kuantum Mekaniğinin gerçekten de gündelik düşünce tarzımızla ve felsefî kavramlarımızla derin bir şekilde çeliştiği, hatta deneylerle çok iyi uyuşsa da, bu yönleriyle kısmen tartışmalı olduğu gibi görüşle karşılaşılır. Aslında biraz sonra anlaşılabileceği gibi yazının adı "Felsefenin Kuantum Alan Kuramsal Temelleri" olmalıydı; fakat bu seçim başlıktaki kelime oyununu bozmayı gerektirecekti.

YUKARIDAKİ MADDELER gerçekten çok şaşırtıcı yönleriyle bol bol tartışıldı ve bu tartışmalar sürüyor. Aslında bu şaşırtıcı özellikler, hemen her zaman kuantum dalga fonksiyonlarının koherent olduğu durumlarda ortaya çıkıyor. Dalgaların koherent olması çok kabaca bunların kaynaklarının birbirleriyle bir anlamda eşgüdümlü şekilde, inkoherent olmalarıysa tamamen birbirlerinden bağımsız ve gelişigüzel şekilde hareket etmelerine karşılık geliyor. Laboratuarda özel olarak hazırlanmadıkça, neredeyse bütün gündelik makroskopik ölçekli fiziksel olaylarda dalga fonksiyonları inkoherent şekilde toplanıyor ve girişim etkileri ortadan kayboluyor. "Klâsik dünyada" sağduyumuza ters gelen olgularla karşılaşmamamızın belki temel nedeni de bu. Buna karşılık, kuantum fiziğinin başka temel ilkeleri kendilerini çok temel bir şekilde HER ZAMAN ortaya koyuyorlar. Biz de bu yazıda (2) ve (3) ile ilgili konular yerine, bu temel ve koherens durumundan bağımsız kuantum özellikleri üzerinde duracağız. Aslında vurgulamak istediğimiz, (1)'deki görüşün tam doğru olmadığı ve üzerinde yeteri kadar dikkatle düşünülmediği. Biçimsel olarak h sıfıra gittiğinde karşımıza klâsik fizik denklemlerinin çıkması, gördüğümüz makroskopik dünyayı açıklamakta bu denklemlerin yeterli olduğu anlamına gelmiyor. Zaten elimizde h'yi gerçek doğada sıfıra götürebilmek olanağı yok. Gördüğümüz doğa olaylarının içinde h'nin sıfır olmaması her zaman belirleyici bir rol oynuyor. Daha da ötesi, gözlediğimiz ve alıştığımız neredeyse tüm olayların, hatta bu olaylar ve nesneler hakkında geliştirdiğimiz kavramların altında kuantum alanlar kuramının bazı temel unsurları bulunuyor. Bu olayları ve onlar hakkında belli şekillerde düşünmeyi o kadar kanıksamış durumdayız ki, olayların ve kavramlarımızın kuantum kökenlerini aklımıza bile getirmiyor; çıplak gözle gördüğümüz dünyayı açıklamak için klâsik fiziğin yeterli olduğu yanılgısını sürdürüyoruz. Aslında düşünce ve davranışlarımızı sadece kanıksadığımızı söylemek bile gerçek durumu tam yansıtmıyor. Bilinçli ya da bilinçsiz bir kanıksamanın da ötesinde, zaten büyük ölçüde böyle düşünmek ve davranmak zorundayız. Temelde madde kuantum mekaniksel yasalara göre işliyor, ve biz de aynı maddeden yapılmış, sonra da Darwinci evrimin doğal ayık-

lama süreciyle doğada tutunabilmiş canlılarız; düşüncelerimiz ve yaşayış tarzımız da bu uyumdan kaynaklanıyor. En iyisi, ne demek istediğimizi örneklerle açıklamaya çalışalım. Bir soruyu cevaplamaya çalışırken bir başkası ile karşılaşarak, sonunda alıştığımız hemen her olay ya da hatta düşünce tarzının altında doğanın kuantum alan kuramıyla ifade edilen özelliklerinin yattığını göreceğiz.

Plâton'un Evrenseller Fikri ve Sayı Kavramı

Felsefede Plâton'dan kaynaklanan, sonra da Skolâstik Felsefe'de de, hatta bugünkü felsefî tartışmalarda bile karşılaşılan "evrenseller" kavram ve sorunuyla başlayalım. Örneğin, neden tüm kediler birbirlerinden biraz farklı da olsa hepsini kedi olarak tanıyıp sınıflandırabiliyoruz? Plâton bir ideal biçimler evreninde ideal bir kedi fikrinin ya da temsilcisinin bulunduğunu, bizim de bir şekilde bu biçimden haberdar olduğumuzu ve her kedi gördüğümüzde bu biçimle bir karşılaştırma yaptığımızı söylüyor. Plâton'un açıklamasını bütünüyle benimsemesek de, maddesel dünyayı kediler, bulutlar, çakıltaşları gibi kategorilerle algıladığımız ve yorumladığımız bir gerçek.

Şimdi sayı fikrinin nereden geldiğine bakalım. Russell ve Frege'ye göre, gördüğümüz şeyleri sınıflandırabilmemiz, sayı kavramını oluşturmamızda temel bir rol oynuyor; aslında bu sınıflandırmanın altında da bir anlamda yukardaki "evrenseller" fikri yatıyor. Üç kedi, üç ceviz, üç kaşık gibi aynı Evrensellik sınıflarından alınmış tüm nesneleri düşününce, bunların aralarındaki ortak özelliğin "üçlük" olduğunu kavrıyor ve bir soyutlamayla üç sayısını elde ediyoruz.

Plâton'un sorusunun yanıtı, ve bununla ilgisini belirttiğimiz sayı kavramı, temelde kuantum fiziğine dayanıyor. Kedileri tanıyabilmemiz ve sınıflandırabilmemiz kedi DNA'sının kararlılığından ve dayanıklılığından geliyor. Buysa, DNA gibi moleküllerin kesikli enerji düzeylerine sahip olmalarına ve çevresel etkilerle bu enerji düzeylerinden birinden ötekine geçmenin çok zor olmasına; ayrıca yaşamın temelindeki DNA'dan kopyalanma süreçlerinin de belirli, her zaman ve her yerde aynı şekilde cereyan eden kimyasal tepkimeler yoluyla gerçekleşmesine dayanıyor. Bu değişmez özelliklerin altındaysa evrendeki tüm karbon atomlarının diğer karbon atomlarıyla, oksijen atomlarının diğer oksijen atomları, ve tabii ki genel olarak bir kimyasal elementin tüm atomlarının birbirleriyle aynı olması yatıyor. Saydığımız diğer örneklerin de gene temelde atomların özdeşliğine dayandıklarını görmek güç değil. Meselâ, insan DNA'sından gelen beslenme gereksinimi, ağız büyüklüğü, elin özellikleri gibi şartlarıyla Doğa'da kaşık haline getirilmeye uygun metal, tahta ya da seramik gibi malzemelerin özellikleri bir araya gelince kaşıkların da neden bibirlerine benzemeleri gerektiği anlaşılıyor.



Atomların Özdeşliği

Peki, bir elementin tüm atomları nasıl oluyor da özdeş olabiliyor? Standart bilim tarihi anlatımlarında kara cisim ışımasının, fotoelektrik olayının ve birkaç daha deneysel bulgunun klâsik fizik için açıklaması olanaksız bilmeceler ortaya koyduğu vurgulanır. Halbuki böyle deneyler yapılmasaydı bile, kimya bilimi bize atomların özdeş olduklarını Dalton'dan beri söylüyordu ve aralarında Niels Bohr'un da bulunduğu bazı fizikçiler, bu özdeşliğin klâsik kavramlarla açıklanamayacağının farkındaydılar.

Açıklamanın ilk adımı J. J. Thomson'un elektronu bulması ve Rutherford'un atomun kütlesinin sadece ikibin ilâ dört-beşbinde birinin elektronlarda, geri kalanınınsa çok yoğun bir çekirdekte toplandığını deneysel olarak göstermesiyle atıldı. Bu yoğun çekirdeğin çapı atomunkinin yüzbinde biri kadardı. Bohr, Heisenberg, Pauli. Schrödinger ve Dirac gibi teorik fizikçiler 1920'lerin sonlarında tamamlayabildikleri kuantum mekaniğiyle bu özdeşliği kısmen açıklayabildiler. Bu kuramın çok genel bir özelliği, çekici bir merkezî kuvvet tarafından bağlanan herhangi bir parçacığın, herhangi bir enerjiye sahip olamayacağı, ancak kesikli ve belirli bir enerji yelpazesindeki enerjilerden birine yerleşmek zorunda olduğu sonucuydu. Bir benzetme yapabiliriz: L uzunluğunda bir tel, iki ucu da sabitlenerek gerilirse, üzerinde meydana gelebilecek titreşimlerin dalga boyları ancak 2L / (tamsayı) olabilir; bu titreşimlere karşılık bulacağımız enerjiler de aynı süreksizliği gösterecektir. Planck'tan beri de frekanslarla enerjilerin orantılı olduğunu biliyoruz, demek burada kesikli bir enerji spektrumu karşımıza çıkıyor.

Açıklamalarımızı olabildiğince basit tutmak amacıyla önce hidrojen atomu örneğine bakalım. Bu atomun çekirdeği, tek bir pozitif yüklü protondan ibaret; bunun etrafında da bir tek negatif yüklü elektron var. Daha önce belirttiğimiz gibi de protonun kütlesi elektronunkinin kabaca1836 katı, bu yüzden protonun sabit kalıp, sadece elektronun "hareket ettiğini" düşünebiliriz. Bu, tam yukarıda anlatılan "merkezî kuvvetle, bağlı parçacık" durumuna uyuyor ve Schrödinger denklemi çözülürse, deneye uygun bir şekilde elektronun tamsayıların karelerinin tersiyle orantılı kesikli enerji değerleri alabileceği görülüyor; orantı katsayısıysa elektron ve proton kütlelerinin ve elektrik yüklerine ve birkaç evrensel sabite bağlı. Bu katsayıdaki büyüklüklerin hep aynı kaldığını deneysel olarak biliyoruz; çünkü gözlenen tüm elektronlar aynı yüke, kütleye ve öz açısal momentuma sahip, protonlar da her zaman birbirlerinin aynısı. O zaman, evrendeki tüm hidrojen atomlarının aynı kesikli enerji düzeylerinde bulunacaklarını ve kimyasal süreçlerde de aynı şekilde davranacaklarını anlamış oluyoruz; bu doğal olarak diğer tüm atomlar ve onlardan türetilen - ki bunlara başlangıç noktamız olan kedi DNA'sı da dahil - moleküller için de geçerli.

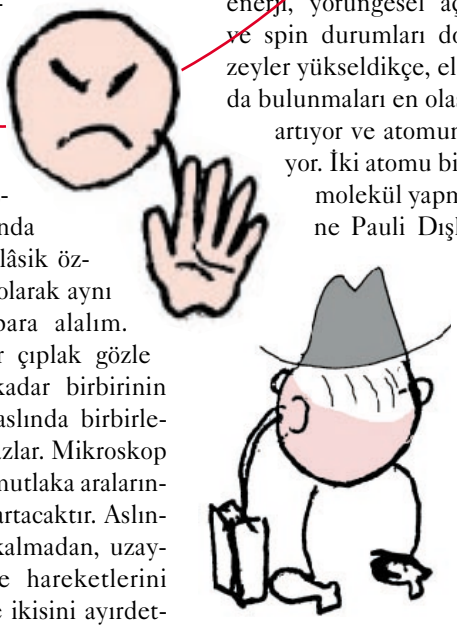
Kuantum İstatistiği ve Pauli Dışlama İlkesi

Hidrojen gibi tek elektronlu atomlardan çok elektronlu atomlara, sonra da atomları birleştirerek elde edilen moleküllere geçerken çok önemli bir başka kuantum mekaniksel kural daha işin içine giriyor, bu da kuantum istatistiği ve Pauli'nin ünlü dışlama ilkesi. Buna göre evrendeki tüm temel parçacıklar iki sınıfa ayrılıyorlar: Bozonlar ve fermiyonlar. Bozonların spinleri, yani özaçısal momentumları, $h/2\pi$'nin 0, 1, 2,... gibi tamsayı katları değerler taşıyor ve herhangi bir kuantum mekaniksel duruma istenildiği kadar çok aynı cinsten bozon konabiliyor. Elektronun üyesi olduğu fermiyonlar sınıfıysa, spini $h/2\pi$'nin 1/2, 3/2, 5/2,... gibi yarım tek tamsayı katları olan parçacıklardan oluşuyor ve bunlardan biri bir kuantum durumuna yerleşmişse, bir başkası o durumu paylaşamıyor ve kendine başka "yer" aramak zorunda kalıyor. Burada bir kuantum durumunun enerji, yörüngesel açısal momentum ve bunun bir yöndeki bileşeni, spinin aynı yöndeki bileşeni gibi değerlerle belirlendiğini söyleyelim. Bu arada açısal momentumun da ancak kesikli belli değerler alabildiğini belirtelim. Örneğin, atomlarda en düşük enerjili temel duruma en çok iki elektron konabiliyor, çünkü bu durumda yörüngesel açısal momentum sıfır, ve sadece $+h/4\pi$ ya da $-h/24\pi$ spin değerli iki durum var. Elektron tam sayı spinli bir bozon olsaydı, bu temel enerji düzeyine sınırsız sayıda elektron koyabilecektik.

Bu arada esas konumuzdan biraz ayrılmak pahasına da olsa, kuantum özdeşlik kavramı hakkında bir iki söz edelim. Klâsik özdeşlik için bir örnek olarak aynı cinsten iki metal para alalım. Bunlar her ne kadar çıplak gözle ayırdedilemeyecek kadar birbirinin aynısı olursa olsun, aslında birbirleriyle tam özdeş olamazlar. Mikroskop altında bir inceleme mutlaka aralarında bir fark ortaya çıkartacaktır. Aslında buna bile gerek kalmadan, uzaydaki konumlarını ve hareketlerini dikkatle izlemek bile ikisini ayırdetmeye yeter. Kuantum fiziğindeyse iki özdeş, yani kütle, spin, elektrik yükü gibi tüm ölçülebilecek özellikleri aynı olan iki parçacık için bu olanaklı değildir, çünkü Heisenberg'in ünlü Belirsizlik ilkesi ikisinin de uzaydaki yerlerini bir ölçüde bulanık hale getirir ve ikisi birbirlerine biraz yaklaşıp sonra ayrılırlarsa, hangisinin hangisi olduğuna karar verebilmek ilkesel olarak olanaksız hale gelir.

Simdi bu iki parayla yazı-tura oynayarak kuantum özdeşliğin klâsik özdeşlikten ne kadar farklı olduğunu görebiliriz. Klâsik durumda "iki yazı" ya da "iki tura" olasılıkları 1/2 X 1/2 = 1/4'e eşittir. "Bir yazı, bir tura" ihtimaliyse herbiri 1/4 olan "soldaki para yazı, sağdaki tura" ve "soldaki para tura, sağdaki yazı" olasılıklarının toplamı olan 1/2'dir. Bozon paralarda "sağdaki-soldaki" ayırımını yapmamız olanaksız olduğundan, elimizde eşit olasılıklı üç durum var: yazı-yazı, tura-tura, bir yazı, bir tura. Toplam olasılık da 1 olmak zorunda olduğundan, bu üç olasılık da 1/3'e eşit. Fermiyon paralardaysa durum daha da çarpıcı: Yazı-yazı ve tura-tura'ya dışlama ilkesi izin vermiyor, o halde tek mümkün netice bir yazı-bir turadan ibaret!

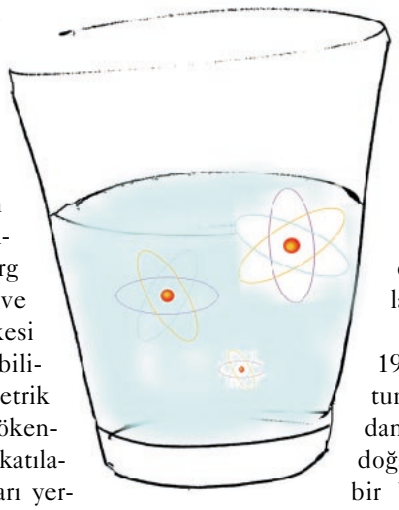
Artık Pauli Dışlama İlkesi'nin atom ve moleküllerin yapısında oynadığı role dönebiliriz. Çok elektronlu atomlarda önce en alt düzeye en fazla 2 (spinin iki durumu sayesinde) elektron konulabiliyor; sonraki düzeye gene 2, daha sonrakine 6, bir üstüneyse 2, sonra 6, sonra 10 gibi sayılar yerleştirilerek enerji, yörüngesel açısal momentum ve spin durumları dolduruluyor. Düzeyler yükseldikçe, elektronların uzayda bulunmaları en olası "yarıçaplar" da artıyor ve atomun boyutları büyüyor. İki atomu bir araya getirip bir molekül yapmak isteyince, gene Pauli Dışlama İlkesi'nden kaynaklanan bir karşılıklı itme etkisi yüzünden iki atomu tam birbirinin içine sokmak mümkün olmuyor. Eşit yüklü elektronlar arasındaki itici elektrostatik kuvvet de burada bir rol oynuyor, ama kısa mesafelerde esas belirleyici itici etki Pauli ilkesinden geliyor.



Boşluk, doluluk ve Pauli Dışlama İlkesi

Yukarda kısaca özetlediğimiz Pauli dışlama ilkesi ilk bakışta gündelik büyük ölçekli gündelik dünyayla ilişkili görünmeyebilir, ama aslında maddenin uzayda tuttuğu yer ya da hacimle ilgili tecrübe ve kavramlarımız bu ilkeye dayanıyor. "Boşluk" ve "doluluk" fikirlerimiz, bazı gündelik gözlemlerimizden geliyor: Bir bardağa su doldururken su seviyesi yükseliyor; doldurmaya devam edersek bardağın taşacağını biliyoruz. Daha dramatik bir örnek alırsak, Boğaz Köprüsü'nden atlayanlar suya çarpma sonunda (çok şanslı değillerse!) ölüyorlar; çünkü gövdelerinin zarar görmemesi için gerekli olan hacimden su yeteri kadar çabuklukla boşalamıyor. Bu iki örnekte de, birbirlerine yakın iki su molekülünün en dış elektronlarının Pauli etkisiyle birbirlerini itmesi "doluluk" diye bildiğimiz durumu meydana getiriyor, yoksa aslında en katı maddelerde bile atomlar ve moleküller Güneş Sistemi'nden bile daha "boş". Atomun kütlesinin onbinde birkaçı dışında tüm kütlesini taşıyan çekirdeğin yarıçapı, atomunkinin yüzbinde biri kadar; yani kendimizi bir çekirdek olarak düşünürsek, en yakın elektronlar 150 km uzaklıktalar. Doğal olarak, Pauli Dışlama Etkisi'nin bir rol oynamadığı, sadece bir tek elektronu olan hidrojen atomunun bile neden belli bir büyüklüğü olduğunu, bu tek elektronun neden çekirdeğe yerleşerek çok daha küçük hacimli bir atom yaratmadığını sorabiliriz. Bunun cevabıysa Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi'nde yatıyor: Çekirdekteki artı yüklü proton, eksi yüklü elektronu kendine çekiyor, fakat elektronun hapsedileceği yer küçüldükçe, Belirsizlik İlkesi yüzünden "hızı" ve kinetik enerjisi artıyor. Atomun çekirdekten yüzbin kat büyük boyutları, elektronun elektrostatik çekim ve Belirsizlik İlkesi arasında kendine sağladığı dengeden kaynaklanıyor. Bu şekilde içleri "boş" bir çok atom bir sıvı meydana getirdiklerinde, Pauli ilkesi yüzünden birbirlerine de ancak dış elektronları "değecek" kadar yaklaşabiliyorlar ve bu sıvı böy-

lece bir bardağı doldurabiliyor. Suya çarpma sonucu ölen kişinin de ölüm sebebinin temelde tamamen kuantum mekaniksel karakterdeki Heisenberg Belirsizlik İlkesi ve Pauli Dışlama İlkesi olduğunu söyleyebiliriz. Bir takım geometrik kavramlarımızın kökenlerinde de sıvı ve katıların uzayda tuttukları yerler ve girdikleri şekiller, yani bu ilkeler yatıyor. Temeldeyse bu ilkelerin dosdoğru kuantum alanlar kuramından geldiklerini ilerde göreceğiz.



Elektronların özdeşliği ve Relativistik Kuantum Alan Kuramları

Şimdi kuantum istatistiği hakkında bu anlattıklarımızın atomların ve moleküllerin aynılığına nasıl yol açtığı meselesine dönelim; daha önce belirttiğimiz gibi kediler ve kaşıklar gibi makroskopik varlıkların onları sınıflandırmamızı sağlayan özellikleri de temelde atom ve moleküllerin bu aynılığından kaynaklanıyordu. Atomu meydana getiren elektron, proton ve nötron gibi parçacıkların her yerde ve her zaman aynı olduğunu kullanınca, Schrödinger (ya da bunun daha doğru biçimi olan Dirac) denkleminin aynı atomik düzeyleri vereceğini görmüştük. Kuantum istatistiğininse Pauli Dışlama Etkisi ile atom ve moleküllerin inşa edilişlerinde nasıl bir temel rol oynadığı üzerinde durduk. Fakat okuyucu herhalde atomların aynılığını açıklamada sadece bir adım atabildiğimizi, şimdi de kuantum istatistiğinin üzerine kurulduğu kuantum özdeşlik olgusunu açıklamak gerekeceğini farketmiştir. Örnek olarak, neden tüm elektronlar aynı elektrik yüküne, aynı kütleye, aynı spine sahip? Bu soruların yanıtınıysa ancak rölativistik kuantum alanlar kuramları çerçevesinde vermek mümkün, bu da bizi yazımızın ilk cümlesine götürüyor. Ama tabiî ki önce rölativistik kuantum alan kuramının ne demek olduğunu açıklamamız gerekiyor. Bu açıklamayı önce "alan kuramı", sonra "rölativistik", en son da "kuantum" terimlerini ele alarak kelime kelime yapalım, çünkü bunların herbirinin ayrı anlamları var ve birleşik olarak düşünüldükleri zaman bu özellikler yepyeni olaylara yol açıyor.

Alan Kuramları: 1900 yılından, yani kuantum fikrinin ortaya çıkışından önce de alan kuramları doğadaki olayların önemli bir bölümünü betimlemek için kullanılıyordu ve kavramsal olarak bir anlamda fizikteki iki büyük bakış açısından birini oluşturuyordu. Bunlardan birine "parçacık", öbürüne de "alan" ya da "dalga" görüşleri diyebiliriz. Birazdan göreceğimiz gibi, bilim tarihi boyunca iki görüşün de çok önemli savunucuları çıktı; deneysel bulgularsa bazen bir görüşün, bazen de diğerinin doğayı açıklamakta daha başarılı olduğunu kanıtlar gibi oldu. Kuantum kuramının parçacık-dalga ikiliğini bir anlamda bağdaştırdığını herhalde birçok okuyucumuz duymuştur, fakat bu bağdaşmanın ötesinde de hem soru işaretleri hâlâ var, hem de tarihte de olduğu gibi bugün de bazı fizikçiler parçacık, bazılarıysa alan betimlemesine belki de kişisel psikolojik nedenlerle özel bir eğilim gösteriyorlar. Tarih boyunca "alancılar" arasında Descartes, Huygens, Faraday, Maxwell, Schrödinger, Einstein ve Schwinger'i, "parçacıkçılar" arasındaysa Newton, Wigner, Feynman ve Wheeler'i sayabiliriz. Bu sınıflamanın biraz da keyfî olduğu ve tüm bu fizikçilerin karşıt görüşün başarılarını da genelde benimsediklerini, hatta bazen bir görüşe, bazen de öbürüne eğilim gösterdiklerini yanlış bir izlenim vermemek için belirtelim. Böyle karşıt gibi görünen, fakat birbirlerini tamamlayan ve her ikisi de kendi başına başarılar ve aynı zamanda sorunlar içeren görüşler karşısında alınabilecek en doğru tavır herhalde Niels Bohr'un şu bilgece sözleriyle ifade edilendir: "Basit bir doğrunun tersi yanlıştır; örneğin iki kere ikinin dört ettiği doğru, beş ettiği yanlıştır. Buna karşılık derin bir doğrunun tersi de derin bir anlamda doğru olabilir".

Şimdi kabaca bu iki karşıt bakışı ana hatlarıyla özetleyelim. Parçacık görüşünde, boş bir uzay fonunda noktasal küçük kütleler birbirlerine "uzaktan etki" (Newton'un "action at a distance" fikri) yapabilen "kuvvetler" yoluyla etkileşerek uzayda yörüngeler çiziyorlar. Newton bile bu uzaktan etki kavramının pek sağduyuya uygun olmadığını itiraf ediyor, fakat "kaynağı hakında bir hipotez ileri sürmediği" böyle bir kütleçekimsel kuvvetin var olduğunu söylüyor. Bu kuvvetin parçacıkların uzaklığının ters karesi ve kütlelerinin çarpımıyla orantılı olduğunu varsayarsa, gene kendi bulduğu İkinci (F=ma) ve Üçüncü ("etki eşittir tepki") hareket yasalarını da kullanarak gezegenlerin Kepler yasalarını, yeryüzündeki tüm kütleçekimle ilgili olayları (ve başka kuvvetlerin matematiksel şekillerinin bilinmesi durumunda bunlarla ilgili olayların), Ay'ın hareketini ve gel-gitleri başarıyla açıklayabildiğini gösteriyor. Newton'un başarısı, aynı zamanda parçacık görüşünün de bir zaferi, çünkü daha önce Descartes'in önerdiği alan görüşüne uygun model, yukarıda sayılan olayları kantitatif olarak açıklayamıyor. Newton'un tersine, Descartes, "doğa boşluktan nefret eder" diyor ve gezegenlerin hareketlerini "esir (aether)" ile dolu bir ortam olarak düşündüğü uzayda oluşan anaforlarla betimlemeye çalışıyor. Tabiî ki Descartes'in buradaki başarısızlığı alan yaklaşımından değil, sadece Descartes'ın özel alan kuramının yanlışlığından kaynaklanıyordu.

Bilim tarihinde parçacık görüşünün bu kadar başarılı olduğu bir dönemde bile alan ve dalga kavramlarının tamamen ortadan kalkmadığını vurgulamamız gerekir. Bir kere, ihtiyaç duyulan kütleçekim gibi "uzaktan etki" kuvvetlerinin altında ne yattığı açıklanmadan bırakılıyordu. Ayrıca Newton bile mekanik değil de optikle ilgili olaylar incelenirse, dalga görüşünün gerekeceğinin farkındaydı. Farklı renkteki ışığın, farklı dalgaboylarına karşılık geldiğini söylemiş ve hatta bugün "Newton halkaları" denen deneyiyle girişim maksimum ve minimumları bulmuş, bu yolla da çeşitli renklerin dalgaboylarının birbirlerine oranlarını doğru olarak elde etmişti. Newton'un ışığın parçacıklardan ibaret olduğunu iddia ettiği, dalga yönünü tümüyle red-

dettiği iddiaları nedense popüler ve tekrarlanagelen bilim tarihi hatalarıdır; gerçekte Newton'un ışık kuramı neredeyse parçacık-dalga ikiliğini esas alan modern kuantum mekaniksel görüşe yakındır.

Alan görüşünün yaygın şekilde benimsenmeye başlamasıysa Faraday ve Maxwell'in, Coulomb, Oersted, Ampère ve başka fizikçilerin katkılarını hem deneysel, hem de kuramsal açıdan tamamlayarak klâsik elektromanyetik alan kuramını ortaya koymalarıyla gerçekleşti. Bu görüşe göre, artık iki elektrik yükü sadece birbirlerini görünce ortaya çıkıveren Newton'un "uzaktan etkisi" cinsinden bir kuvvetle etkileşmiyorlardı. Bir elektrik yükü ya da bir manyetik akım, etrafta başka bir yük ya da akım olmasa bile uzayın tüm noktalarında bir elektromanyetik alan yaratıyor, orada bulunan diğer yük ya da akımlar da bu alan aracılığıyla ilk yük ya da akımla etkileşiyorlardı. Ayrıca bu kuram elektromanyetik alanın uzayda ışık hızı ile giden dalgalarla yayılabileceğini gösteriyordu. Maxwell bundan, doğru olarak ışığın belli bir dalga boyu aralığındaki elektromanyetik dalgalardan ibaret olduğu sonucuna vardı.

Elektrik, manyetik ve optik olayları birleştirerek başarı ile açıklayan Maxwell kuramı kavramsal olarak neredeyse Newton'unkinin tersiydi. Newton'un boş uzay fonunda, noktasal parçacıklar temel fiziksel gerçekliği temsil ediyorlardı; bunlar arasında da uzaktan etki eden biraz esrarengiz kuvvetler vardı. Maxwell'in görüşündeyse uzayın her noktasında zamanla da değişebilen üç elektrik, üç manyetik alan bileşeni bulunuyordu. Daha önce fizikte ses gibi bilinen dalgalar hava ya da başka bir elâstik ortamda yayıldığı için, Maxwell de bulduğu dalgaların içinde yayılabilmesi için uzayın her yerde Descartes'ın esiri gibi bir maddeyle dolu olduğunu varsayıyordu. Böylece, bu defa da esir ortamı esas fiziksel gerçeklik haline gelmiş ve onun elektromanyetik dalgalanmalarının içine serpiştirilmiş yüklü ya da yüksüz noktasal parçacıklar biraz esrarengiz ve uyumsuz bir konuma düşmüşlerdi. Örneğin, bir dalganın enerji yoğunluğu sonluyken, noktasal bir parçacık için sonsuz enerji bulunuyor, bu yeni problemin çözümü de fizikte çok defa olduğu gibi geleceğe bırakılıyordu.

Birçok okuyucumuzun bildiği gibi, Michelson-Morley deneyi Maxwell'in düşündüğü anlamda bir esir olamayacağını ortaya koydu. Rüzgârsız bir havada üstü açık bir arabada sabit hızla gidersek, gözümüz kapalı olsa bile yüzümüze çarpan hava akımından hareket edenin biz olduğumuzu anlayabiliriz; çünkü hava esir gibi her yeri dolduran bir ortamdır ve böylece de kendisine göre mutlak hareketin ölçülebileceği bir referans sistemi sağlar; oysa Michelson-Morley deneyi, Dünya'nın hareketiyle ilgili bir "esir rüzgârının" olmadığını gösteriyordu.

Einstein'ın 1905'te üç ayrı devrim yapan üç 'Annalen der Physik' makalesinden birçok okuyucumuz herhalde haberdardır. Bunların biri Michelson-Morley deneyinin izin vermediği esiri ortadan kaldırıyor ve böylece de sabit hızla ve belli bir yönde hareket eden tüm referans sistemlerinin eşdeğer olduğunu, "mutlak" hareketsizliği belirleyen bir uzay koordinat sisteminin bulunmadığını söylüyordu. Sonradan özel görelilik kuramı adını alan bu fikirlere göre, zaman aralıkları da birbirine göre hareket eden sistemlerde farklı olabiliyor ve hiçbir fiziksel sinyal ışık hızından daha çabuk gönderilemiyordu. Artık Esir olmadığı için elektromanyetik dalgaları bir sürekli ortamın büzülüp genleşmesine bağlayan mekanik model atılıyor, fizikçiler bu alanların boş uzayda kendi kendilerine dalgalanarak ışık hızıyla yayıldıklarını kabulleniyorlardı.

Einstein'ın fotoelektrik olayı ile ilgili makalesiyse klâsik elektromanyetik dalga kavramını başka bir şekilde altüst etti. Einstein, dalgadaki enerjinin uzaydaki dağılımının sürekli olmadığını, bunun yerine her biri Planck sabiti h ile f frekansının çarpımı kadar enerji taşıyan "foton" parçacıklarında yoğunlaştığını savlıyor, bir anlamda Newton'un taneciklerini geri getiren bu kuramla fotoelektrik olayını başarıyla açıklıyordu. E = hf ilişkisini ilk ortaya atan Planck, Einstein'in dehasına hayran olmasına karşın, foton fikrini hiçbir zaman benimseyemedi; çünkü bu defa da bu parçacıkların Maxwell kuramının sürekli elektrik ve manyetik alanlarıyla nasıl ilintilendirileceği belirsizleşmişti. Einstein, buna çözüm olarak elektrik alanın karesinin uzayda o noktada fotonları bulma olasılığıyla orantılı olması durumunda bu ikilemden kurtulmanın mümkün olduğunu belirtti; fakat daha sonra Max Born, kuantum dalga fonksiyonunun karesi için de aynı olasılık yorumunu ortaya koyunca, Einstein da Planck gibi gelişmesine bu kadar önemli katkılar yaptığı kuantum kuramından soğudu. Bunun belki bir nedeni, bu arada klâsik alan kuramlarının en derini olan genel görelilik kuramını bulması ve kendini böylece tekrar alan görüşüne kaptırmasıydı. Non-lineerlik özelliğiyle Maxwell kuramından temel bir farklılık taşıyan bu yeni kuramda, alanların bir cins düğümlenme yoluyla belli bir noktada yoğunlaşabileceğini ve bu düğümlenme yüzünden de "çözülmeyerek" bir parçacık gibi davranabileceğini, kısacası parçacıkların, alanlardan elde edilebileceğini düşünüyordu; bu görüşü tamamen doğrulamasa da destekleyen birçok sonuç, Einstein ve başkaları tarafından elde edildi. Böyle parçacıklara "soliton" deniliyor.

Relativistik Kuramlar: Nasıl yasalar Anayasa gibi daha temel bir çerçeveye uymak zorundaysalar, tüm fizik yasaları da Einstein'in özel görelilik kuramıyla çelişemezler. Ancak hızlar ışık hızı c'den çok daha küçükse, özel görelilie uygun ifadeler bir yaklaştırımla Newton denklemlerine indirgenebilir. Aslında Maxwell kuramı için bu yaklaştırım baştan olanaksızdır; çünkü elektromanyetik dalgalar, zaten her zaman ışık hızı ile yayılır.

Göreliliğin bu evrensel geçerliliği yanında, bu bölümde vurgulamamız gereken temel nokta ünlü $E=mc^2$ denkleminin, ya da p momentum olmak üzere daha genel şekliyle $E^2=p^2c^2+m^2c^4$ (bu denklem hareketsiz, yani p=0 durumundaki bir parçacık için ilk denkleme döner) ifadesinin "saf enerji" ve "katı ve kütleli parçacıkların" birbirlerine dönüşebileceklerini göstermesidir. Ayrıca E^2'den E'yi elde etmek için iki tarafın da karekökünü aldığımız zaman biri artı, biri de eksi işaretli iki enerji değerinin elde edildiğine dikkati çekelim. Eksi işaretli enerjinin de fiziksel bir anlamı olduğunu biraz sonra göreceğiz.

Kuantum Alan Kuramları: Daha önce, çekici bir potansiyelle hareketi uzayın bir bölgesine kısıtlanan bir parçacığın, ancak kesikli enerjiler alabileceğini Schrödinger denkleminin bir

sonucu olarak görmüştük. Ünlü "basit harmonik osilatör" potansiyeli, yani $V(x)=(kx^2)/2$ ise, $E_n=(n+1/2)hf$ şeklinde eşit aralıklı enerji değerlerine yol açar; burada f salınım frekansıdır. Planck da karacisim ışıması formülünü, içi boş cismin duvarlarında titreşerek ışınım yapan elektrik yüklü parçacıkların böyle enerji değerleri aldığını varsayarak çıkartmıştır.

Klâsik Maxwell alan kuramında uzayın her noktasında salınım yaparak yayılan elektrik ve manyetik alan dalgaları bulunduğunu belirtmiştik. Bu kuramın kuantum biçimindeyse kabaca uzayın her noktasında bir kuantum harmonik osilatörü bulunur. Alan, her yere yayılmış tek bir fiziksel sistem olduğu için, her noktada aynı dalga frekansı f geçerlidir; böylece her noktada enerjileri hf'in tamsayı katları olan "alan tanecikleri", yani fotonlar üretilebilir. Fotonların sayıca çok ve yoğun olduğu yerlerde, renkli bir fotoğrafın çok sayıda küçük renkli noktadan elde edilmesine benzer bir şekilde, sürekli gibi görünmeye başlayan elektrik ve manyetik alanlardan söz edebiliriz.

Kuantum mekaniğinde ilk defa karşımıza çıkan "dalga-parçacık" ikiliği, yani ışığın bazen parçacık özelliği göstermesi, buna karşılık da elektron gibi parçacıkların da aynen Young çift yarık deneyindeki gibi girişim yaparak dalga davranışı sergilemesi, belki okuyucuya elektronların da bir kuantum alan kuramı olabileceği fikrini doğal gösterebilir. Bu da bizi tüm uzaya yayılmış bir "elektron kuantum alanının" bulunduğunu, bunun da her noktada kuantum osilatörlerinin var olacağını, nasıl kuantum elektomanyetik alan her noktada foton üretebiliyorsa, kuantum elektron alanının da elektron üretebileceğini düşünmeye götürür. Temel fiziksel gerçeklik tüm uzayda etkin olan bir elektron alanı olduğu için, her noktada üretilen elektronlar da yük, kütle, spin gibi özellikleri bakımından aynı olacaklardır.

Bu noktada neden fotonların her zaman aynı sıfır kütleye, aynı $h/2\pi$ değerindeki spine ve aynı sıfır elektrik yüküne sahip oldukları da, elektronların neden özdeş oldukları da herhalde büyük ölçüde anlaşılmıştır: Fotonları kuantum elektromanyetik alan, elektronlarıysa kuantum elektron alanı tüm uzayda etki göstererek her yerde aynı şekilde üretirler. Kısacası, bu bölümün başında ortaya attığımız fotonların kendi aralarında, elektronların kendi aralarında özdeş olmalarının nereden kaynaklandığı sorusunun temel açıklaması, doğada kuantum alanlarının bulunmasıdır.

Aslında bu önemli sonuca ulaşırken görelilik kuramını kullanmadığımız iddia edilebilir; ama bu tam doğru değildir. Kütlesiz fotonların kuramı zaten baştan göreli olmak zorundadır. Elektronlardaysa, görelilik çok önemli yeni olgulara yol açar. Görelilikteki $E^2=p^2c^2+m^2c^4$ denkleminden E'yi çözerken karekökten artı ve eksi iki işaret geldiğini hatırlayalım. Schrödinger denkleminin görelilik biçimini bulmaya çalışırken, Dirac bu negatif enerjili elektron çözümlerinden kurtulabilmek için çok radikal bir öneri ortaya attı. Doğada herşey gidebileceği en düşük enerji düzeylerine gitmek eğiliminde olduğundan, bu negatif enerji düzeyleri tüm elektronları yutacak bir dipsiz kuyu gibi davranacaklardı. Dirac'ın radikal önerisi elektronların Pauli Dışlama İlkesi'ne uymalarına dayanıyordu. Dirac, en dipteki (burada bir şekilde negatif enerjinin sonsuza gitmediği açıkça söylenmese de kabul ediliyordu) düzeylerden başlayarak tüm negatif düzeylerin p=0, yani $E=-mc^2$ tepe değerine kadar zaten dolu olduğunu, o yüzden bizim gördüğümüz normal elektronların $E=+mc^2$ değerinden başlayan pozitif enerjili düzeylerde yer alabildiklerini iddia ediyordu. Kuyu dolu olduğu için bunlar kuyuya düşemiyordu.

Dirac'ın bu görüşlerine göre "boşluk" ya da "vakum" aslında bir "negatif enerjili elektron denizi" oluyor, fakat bu ortam her yerde bulunduğundan ve biz de tüm ölçümlerimizi bu ortamı temel alarak yaptığımızdan, aynen içinde bulundukları denizden haberdar olamayan balıklar gibi davranıyoruz. Yalnız arada bir örneğin enerjisi $2mc^2+2\varepsilon$ olan bir foton - $(mc^2+\varepsilon)$ negatif enerjili bir elektron tarafından soğurulursa, bu aşağıdaki elektron "su yüzüne" çıkıp $mc^2+\varepsilon$ pozitif enerjili bir normal elektrona dönüşebiliyor. Üstelik, sonsuz negatif enerjili ve negatif elektrik yüklü "vakum" diyegeldiğimiz denizde ortaya çıkan boş düzey, bu fona göre net yükü de, net enerjisi de pozitif olan yeni bir parçacık rolünü oynuyor; bunlara pozitron ya da antielektron deniliyor. Yani bir foton ortadan kaybolmuş, yerine bir negatif yüklü ve pozitif enerjili (elektron), bir de pozitif yüklü ve gene pozitif enerjili (pozitron) iki parçacık gelmiş oluyor! Bunun tersi de mümkün: normal, negatif yüklü ve pozitif enerjili bir elektron bir denizdeki bir deliğe düşüp ortadan kaybolabilir, bu arada delik de dolduğu için ortadan bir pozitron da eksilmiş olur. Pozitif enerjili ilk konumundan deliğe düşen elektron da, enerjisinden bir foton göndererek kurtulmak zorundadır. Net olay, bir elektron-pozitron çiftinin birbirlerini yok ederek geriye bir foton bırakmaları gibi görünecektir. Böyle süreçler gerçekten de gözlendi ve Dirac'ın denklemi ve yorumu bir antimadde dünyasının varlığını ortaya çıkarmış oldu.

Bu noktada Wheeler ve Feynman'ın elektronların özdeşliğini kuantum alan kuramı kullanmadan açıklayabilmek için ortaya attıkları şaşırtıcı bir görüşü aktaralım. Wheeler yukarıda anlattığımız "bir fotonun bir elektron-pozitron çiftine dönüşmesi" ya da bunun tersi olan çiftin fotona dönüşmesi olaylarının başka bir şekilde de düşünülebileceğini söylüyor: Elektronla buluşup onu ve kendisini fotona dönüştüren pozitronun geçmişte yer aldığı başlangıç uzay-zaman noktasından buluşma uzay-zaman noktasına pozitif yük ve pozitif enerji taşımasının, normal negatif yüklü fakat aynı zamanda negatif enerjili bir elektronun buluşma noktasından pozitronun ilk uzay-zaman noktasına doğru zamanda TERS yönde gitmesiyle eşdeğer olduğuna dikkat çekiyor. Bu durumda tek bir elektron pozitif enerjiyle zamanda ileri, negatif enerjiyle de zamanda geri giderek sonsuz zikzaklar yapabiliyor. Zamanda geri gittiği sırada biz onun pozitif enerjili bir pozitron olduğunu düşünüyoruz. Zikzaklar arasındaki belirli bir anda etrafımıza bakarsak göreceğimiz çok sayıda elektron-pozitron çiftleri aslında bir tek elektronun zamanda ileri-geri giderken o anda rasladığımız görüntülerinden ibaret. Feynman Nobel konuşmasında birgün Wheeler'ın kendisini arayıp "Feynman, neden tüm elektronların aynı özelliklere sahip olduğunu biliyorum. Hepsi aynı elektron da ondan!" dediğini anlatıyor. Dalga değil de parçacık görüşüne bağlı

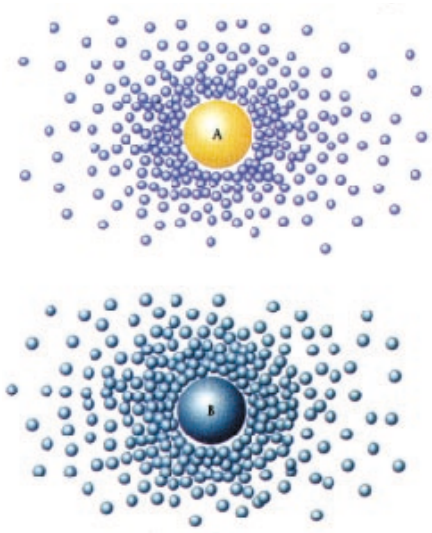
kalınmak istenirse parçacıkların özdeşliğini açıklamak için bu yorum kullanılabilir gibi görünüyor; fakat çekiciliğine karşın, bu yolun burada değinemeyeceğimiz henüz çözülememiş başka zorlukları var. Biz gene alan kuramına dönelim.

Kuantum mekaniğini ve göreliliği bir arada ele alırsak, Dirac denizi gibi detaylı bir açıklama kullanmadan bile vakumdan parçacık üretme olaylarının kaçınılmaz olacağını görebiliriz. Heisenberg Belirsizlik İlkesi'ne göre, bir parçacığın konumunu gitgide küçülen bir Δx hatası ile ölçmek istersek, momentumu p'de $\Delta p=h/\Delta x$ gibi gitgide büyüyen bir belirsizlik ortaya çıkacak; bu da büyüyen bir ΔE'ye yol açacak. Görelilikte enerji ve kütle birbirlerine dönüşebildiği için, bu ΔE'nin değeri mc^2'yi aşarsa, ortaya yeni bir parçacık daha çıkabilecek. Ayrıca $\Delta E\ \Delta t>h$ şeklinde bir başka Belirsizlik ilişkisi daha var; bu da enerji korunumunun ΔE kadar bozulmasına $\Delta t = h/\Delta E$ kadar kısa bir zaman aralığı için izin verilebileceği anlamına geliyor. Böylece rölativistik kuantum alanlar kuramlarında boşluktan sürekli olarak geçici, ya da daha standart terimiyle sanal parçacık-antiparçacık çiftleri ve sanal fotonlar çıkıyor ve bunlar tekrar boşluk içinde kayboluyor. Sanal olmayan parçacıkların etrafında da her zaman bir sanal parçacık bulutu bulunacağı görülüyor; bu bulut da (bazı sonsuzluklar renormalizasyon denen bir yöntemle gizlendikten sonra) manyetik moment gibi büyüklüklere hesaplanabilir düzeltmeler getiriyor; böyle hesaplar da deneylerle inanılmaz bir uyum içinde.

Spin-İstatistik Teoremi; Poincaré Grubunun Temsilleri

Spini (1/2, 3/2, 5/2,...., yarım tam sayı) kere $h/2\pi$ değerlerinde olan elektron, proton gibi parçacıklara fermiyon dendiğini ve bunların Pauli Dışlama İlkesi'ne uyduklarını, yani iki özdeş fermiyonun aynı kuantum durumuna yerleştirilemeyeceğini söylemiştik. Spinleri (0, 1, 2, ..., tam sayı) kere $h/2\pi$ gibi değerler taşıyan piyon, foton gibi parçacıklaraysa bozon denilir; bunlarsa aynı kuantum durumuna yerleşmeye eğilimlidir. Böylece fermiyonlar arasında bir itme, bozonlar arasındaysa bir çekme etkisi doğar. İtme etkisinin maddenin uzayı doldurmasındaki rolüne değindik; bunun ötesinde beyaz cüce ve nötron yıldızlarının kütleçekiminin çekici etkisine direnerek çökmemelerini de Dışlama İlkesi sağlar. Bozonlardaki çekme etkisiyse lazerler, süperiletkenlik, süperakışkanlık gibi çarpıcı olaylara yol açar; bu olayları çarpıcı kılan, kuantum fiziğinin koherensle ilgili etkilerinin makroskopik ölçekte kendilerini gösterebilmeleridir.

Spinin yarım ya da tam sayı olmasıyla parçacığın fermiyon ya da bozon özellikleri göstermesi arasında deneysel olarak gözlenen ilişkinin genel bir teorik açıklaması 1934-1958 arasında Pauli ve Burgoyne'ın makaleleri, Wigner'in Poincaré grubunun temsilleri hakkındaki çalışmalarıyla mümkün oldu. Açıklamamıza Wigner'in görüşleriyle başlayalım. Matematikte grup adı verilen yapı simetri operasyonlarından oluşur. Poincaré grubu da koordinat sistemlerinin uzayda döndürülmesi, bir yerden başka bir yere taşınması ve bir koordinat sisteminin, ona göre sabit hızla düz bir yönde hareket eden bir başkasıyla değiştirilmesi operasyonlarından oluşur. Simetriyle kastedilen de fizik yasalarının tüm bu koordinat sistemlerinde aynı olması, bu operasyonlar altında değişmemesidir; bu değismezlik zaten daha önce gördüğümüz gibi Einstein'in özel görelilik kuramıyla ortaya konmuştu. Wigner, grubun cebirinden her parçacık ya da bağlı olduğu alan için iki değişmez sayı olduğunu gösterdi: Parçacığın kütlesi ve spini. Gene cebirden kütlenin sürekli her hangi bir pozitif değeri, fakat spinin sadece yukarıdaki tam sayı ya da yarım tam sayı değerleri alabileceği çıkıyordu. Ayrıca Poincaré grubundan tamsayı spinli parçacıkların $E^2=p^2c^2+m^2c^4$ ilişkisine dayanan, buna karşılık elektron gibi yarım tamsayı spinlilerinse $E=+(p^2c^2+m^2c^4)^{1/2}$ ve $E=-(p^2c^2+m^2c^4)^{1/2}$ ilişkilerine uyan denklemler sağlayacağı görülüyordu.



Boşlukta sanal A elektronu (üstte), zıt elektrik yüküne sahip sanal parçacıklar tarafından çevreleniyor, sanal bir kuark ise (altta) aynı renge sahip sanal kuarklar va gluonlar tarafından sarılıyor.

Artık bu bilgiler ışığında neden fermiyonların Pauli Dışlama İlkesi'ne gereksinim duyduklarını görebiliriz: Bu ilke olmasaydı ve istediğimiz kadar elektronu bozonlarla yapabildiğimiz gibi aynı düzeye koyabilseydik, negatif enerji düzeylerini doldurup pozitif enerjilere geçebilmek hiç mümkün olmayacaktı; tam bir dipsiz kuyuyla karşılaşacaktık. Öte yandan, bozonlara Dışlama İlkesi uygulandığındaysa, ışık hızını aşan sinyaller gönderme olasılığı gibi kabul edilemeyecek bir başka sonuç ortaya çıkacaktı.

Kuantum fermiyon alanlarının Dışlama İlkesine, bozon alanlarınınsa parçacıkların aynı durumda bulunmalarını sağlayan bir istatistiğe uymaları matematiksel şekilde şöyle ifade ediliyor: Ayrı uzay-zaman noktaları (x,y,z,t) ve (x',y',z',t')'de tarif edilmiş iki Alan operatörü (bunları uzay zamanın fonksiyonu olan devâsâ sonsuza sonsuz matrisler olarak düşünebiliriz) birbirleriyle önce biri sağda, öbürü solda olmak üzere, sonra da sıraları değiştirilerek çarpılıyor. Fermiyonlar için bu iki terimin arasına artı, bozonlar içinse eksi konulup ifadenin Planck sabitine orantılı bir fonksiyona eşitlenmesi gerekiyor. "Komütasyon bağıntısı" denen bu ilişkiler, hem kuramın kuantum özelliklerini, hem de artı ya da eksi işaretine göre fermiyon ya da bozon karakterini belirliyor. Aslında Heisenberg Belirsizlik İlkesi de konum ve momentum operatörleri arasında böyle bir ilişkiden çıkartılıyor; bu yüzden daha önce yoğun maddenin sıkıştırılamama özelliğinden söz ederken saydığımız iki nedeni bire indirebiliriz. Kuantum alanlar kuramında Heisenberg Belirsizlik İlkesi de, Dışlama İlkesi de Alan komütasyon bağıntılarının içinde.

Makroskopik Gündelik Dünya ve Kuantum Alan Kuramı

Temel fikirlerimizi kısaca tekrarlayalım ve özetleyelim: Makroskopik gündelik hayatta kuantum kuramının ünlü paradokslarıyla karşılaşmamamızın (laboratuarda özel olarak hazırlanmış, makroskopik sayıda temel parçacığın koherent şekilde davranmaya zorlandığı özel sistemler dışında) nedeni yalnızca Planck sabitinin bu ölçekte çok küçük kalması değil, çok sayıdaki temel parçacığın dalga fonksiyonlarının birbirlerine göre gelişigüzel fazları dolayısı ile net girişim yapamaması. Bu yüzden günlük makroskopik ölçekte gördüklerimizi açıklamak için klâsik fiziğin yeterli olduğu savı tam yanlış demesek de, önemli oranda yanıltıcı.

Tüm kedilerin birbirlerine benzemesinden sayı kavramımızın kaynağına, oradan da bardağa su doldururken düzeyinin neden yükseldiğine kadar birçok kanıksadığımız olay ve düşüncenin kökeninde kuantum alan kuramının, onun da kökeninde Poincaré grubuyla ifade edilen uzay-zaman simetrilerinin bulunduğunu açıklamaya çalıştık. Bozon sınıfından fotonlar, aynı durumda bir arada bulunabildikleri için makroskopik klâsik elektromanyetik dalgaları meydana getirebiliyorlar, elektron gibi fermiyonlarsa birbirlerini dışlayıp iterek katı ve sıvı yoğun maddeyi oluşturuyorlar. Boşluk deyip geçtiğimiz ortamsa gördüğümüz gibi Descartes'dan beri bir doldu, bir boşaldı. Son görüntüsünde sanal parçacıklarla kaynaştığını anlattık; fakat boşluk hakkında burada değinemediğimiz, daha söylenecek çok şey var. Aslında beynimizin işleyişinde temel bir rol oynayan potasyum, sodyum ve klor iyonları alış-verişi de son çözümlemede tamamen kuantum alan kuramına indirgenebileceği için, düşüncelerimizin hepsi de kuantum alan kuramının özelliklerinden kaynaklanıyor diyebiliriz; fakat burada felsefenin en derin problemlerinden olan zihin ve madde ilişkisine fazla yaklaştığımız için haddimizi bilip duralım. Hiç değilse tüm insan beyinleri aynı kimyasal maddelerden yapıldığına ve aynı kimyasal süreçlerle işlediklerine göre, farklı insanların kavramlarının yakınlığının da, insanların bu ortak kavramlarla anlaşabilmelerinin de temelinde kuantum alan kuramının bulunduğunu söyleyebiliriz. Bu görüşlere ille de bir isim takmak gerekirse, belki "kuantum materyalizm" uygun olabilir.

Şimdi de düşünülemeyecek bir şeyi düşünmeye çalışalım: Planck sabiti gerçekten sıfır olsa Dünya nasıl görünürdü? Bu sorunun doğru yanıtı, herhalde klâsik fiziğin temel bazı tutarsızlıkları dolayısı ile aslında "işleyebilen" böyle bir dünyanın kurulamayacağı olmalı, ama bunları gözardı edip ilk akla gelen bir takım özellikleri sayalım. Hiç bir madde parçasının birbiriyle aynı ya da özdeş olmasını bekleyemezdik; bunun gerçekleşme olasılığı akıl almayacak kadar küçük olurdu. Bunu anlamak için bazen küçük bir güneş sistemi gibi düşündüğümüz atomlarla gerçek Güneş Sistemi'ni karşılaştıralım. Atomların birbirleriyle aynı olmalarının kuantum alan kuramından geldiğini gördük; buna karşılık başka bir galakside Güneş Sistemi'nin tamı tamına aynısının bulunmasının olanaksız olduğu apaçık. Böyle bir sistemdeki "güneşin" ve "gezegenlerin" kütle, yarıçap, yörünge boyutları bakımlarından Güneş Sistemimizle çakışması olasılığı pratik olarak sıfır. Bunları bizimkilere benzetebilmemiz bile, gene büyük ölçüde kuantum süreçlerinin evrenselliğine dayanıyor: Örneğin bu yıldız da Güneş gibi termonükleer tepkimelerle ışıyor olacak, gezegenlerinin kimyasal kompozisyonu bizimkilerden çok farklı olmayacak. Herşeyin gerçekten tamamen farklı ve şekilsiz olduğu bir evrende Platon'un evrenselleri ya da tanınabilir kategoriler, bunlardan türetilecek sayı kavramı nasıl oluşabilirdi? Pauli Dışlama etkisi olmadan klâsik fizik yasalarından olan kütleçekimine karşı maddenin çöküp her yerde karadelikler oluşturması nasıl durdurulacaktı? Belki bir çekim merkezinin çevresinde yörüngede olan parçacıklar merkezkaç kuvvetiyle (ya da başka bir deyişle açısal momentum korunmasıyla) bu çökmeyi yavaşlatabilecek, fakat ışınımla enerji kaybederek sonunda merkeze düşeceklerdi; bu durumda belki evrende yalnızca elektrik yükleri, kütleleri ve açısal momentumlarıyla birbirlerinden ayrılan karadelikler kalacaktı. Belirsizlik sözcüğünün yarattığı yanlış izlenimlere, Schrödinger'in Kedisi gibi paradoksların doğurduğu esrarengizlik havasına karşın, doğada gördüğümüz düzen ve kesinliklerin arkasında kuantum yasaları var. Klâsik fiziğin betimlediği dünyayı ciddiye alıp hayal etmeye kalkınca, aslında çok daha anlaşılmaz ve bize tamamen yabancı olduğunu görüyoruz.



Bugün Doğadaki dört etkileşmeden üçünün kuantum alan kuramını biliyor ve kullanıyoruz. Bu üç kuram çekirdeğin binde biri ölçeğindeki mesafelere kadar deneyle uyuşuyor ve gördüğümüz gibi çevremizde gözlediğimiz olguların çok büyük kısmını açıklamakta temel bir rol oynuyor. Henüz kuantum kuramı kurulamamış olan kütleçekim, çekirdeğin yüz milyar kere milyar daha altında bir ölçeğe işaret ediyor ve burada bildiğimiz kuantum alan kuramı çerçevesinin yeterli olmayacağı şimdiden anlaşılıyor. İlerde sicim kuramının ya da bunun (nasıl kurulacağı daha tam belli olmayan) M-kuramı adlı bir genellemesinin bu ölçekte geçerli olacağı, şimdiki başarılı alan kuramlarımızınsa bu nihaî kuramın bir alçak enerji yaklaştırımı olacağı düşünülüyor.

Cihan Saçlıoğlu
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü ve Feza Gürsey Enstitüsü



İnternet'e bağlanmak, daha düne kadar yalnızca bir telefon hattına bağlı kişisel ya da dizüstü bilgisayarlarla olanaklıydı. Oysa son aylarda reklamlarda sıkça karşımıza çıkan WAP telefonlarıyla her an ve her yerden, kısıtlı da olsa, "İnternet'e girmek" mümkün (WAP telefonları için hazırlanan Web sayfalarının sayısı henüz fazla değil). Günümüzde firmalar kablosuz İnternet'i yaygınlaştırmak amacıyla, İnternet'in sunduğu kaynaklara erişimi sağlayabilecek büyük miktarlarda veriyi aktarabilen ağlar ve gelişmiş el aygıtları üzerinde çalışıyorlar.

Cebimizdeki İnternet

YIL 2005. Bir iş için New York'da bulunuyorsunuz. Ünlü 5. Cadde'de ilerlerken, birden cebinizdeki dijital aygıt çalmaya başlıyor. Aygıtı elinize alıyorsunuz. Ama o da ne? Aygıtın ekranında gözünüze çarpanlar karşısında endişeye kapılıyorsunuz: Ekranda, şirketinizin hisse senetlerinin değerlerinin düştüğünü bildiren bir haber yer alıyor. Aygıtın mikrofonuna "Kişisel birikimlere gir!" komutunu veriyorsunuz. Aygıtınız anında, en çok kullandığınız ve hisse alıp sattığınız Web sayfasını karşınıza getiriyor. Yanınızdan geçen yayaların meraklı bakışları altında, bazı hisse senetlerinizi satmaya başlıyorsunuz.

Sonra da aygıtınıza, uçak bileti rezervasyonlarının yapılabildiği bir Web sayfasına girmesini emrediyorsunuz; şirketinize bir an önce geri dönebilmek için en yakın tarihli uçak biletini satın alıyorsunuz. Sonra da aygıtınızla eşinizi arıyorsunuz ve ona programınızdaki değişiklikleri bildiriyorsunuz. Tüm bu işlemleri hallettikten sonra, gerginliğinizi üzerinizden atmak için, aygıtınıza en yakın barın yerini tarif ettiriyorsunuz.

Birçoğumuza şu an düş gibi gelen bu senaryo, belki de yakın gelecekte gerçekten yaşanacak. Çünkü iletişim teknolojileri üzerinde çalışan dünyanın en büyük şirketleri yukarıda anlatılanları gerçekleştirmek üzere kolları sıvamış bulunuyorlar; bu tür teknolojileri geliştirmek için milyarlarca dolar harcıyorlar. Şirketleri bu konularda araştırma yapmaya iten neden, sayıları giderek artan cep telefonu kullanıcıları. Örneğin, ABD'de yaklaşık 95 milyon kişi, yani nüfusun %34 kadarı cep telefonu kullanırken, Batı Avrupa ülkelerinde cep telefonu kullanımı daha da yaygın. Birçok Batı Avrupa ülkesinde, nüfusun %50'sinden fazlası cep telefonu kullanıyor. Finlandiya, bu konuda başı çekiyor. Bu ülkede, nüfusun %71'i cep telefonu kullanıcısı. Ülkemizde de hızla yaygınlaşan cep telefonlarından halen 11 milyon kişi yararlanıyor. Dünyadaki bütün cep telefonu kullanıcılarının bir kısmının cep telefonlarıyla İnternet'ten de yararlanmayı istediklerini düşünecek olursak, bu sayıdaki kullanıcı bile, iletişim teknolojileri üzerine çalışan şirketler için büyük bir pazar oluşturuyor. Aslında kablosuz İnternet için altyapı oluşturulmuş durumda. Bu konuda Avrupa ülkeleri ve Japonya, ABD'ne göre daha önemli gelişmeler kaydettiler. Örneğin Finlandiya'da, cep telefonu kullanıcıları, doğru numaraları tuşlayarak, arkadaşlarına mesaj gönderebili-





yor, faturalarını ödeyebiliyor, trafik haberlerini alabiliyor ve Helsinki'deki bir kafede kendilerine bir kahve ısmarlayıp ücretini ödeyebiliyorlar. Japonya'daysa, şu sıralar, gençler arasında, her an "online", yani İnternet'e bağlı olan iMode telefonları çok yaygın. Yaklaşık 10 milyonu bulan iMode telefonu kullanıcıları, birbirlerine e-posta ve değişik görüntüler gönderebiliyorlar. Amerikan şirketleriyse bu tür hizmetleri vermede daha gerilerde kalıyorlar. Bunun nedeni, pazar kapma yarışında olan kablosuz ağların, sinyallerini gönderebilmek için değişik teknolojilerden yararlanıyor olması. Kablosuz taşıyıcılar geçen yıl, WAP telefonlarını yaygınlaştırmak amacıyla etkili reklam kampanyaları düzenlediler. WAP telefonlarının yanı sıra bir de İnternet'e kablosuz bağlanmayı sağlayan antenleri bulunan Palm VII gibi el bilgisayarları satışa çıktı.

Ne var ki tüm bu aygıtlar, kablosuz veri aktarımının yavaşlığı nedeniyle geri planda kalıyor. Kablosuz veri aktarımında saniyede halen ortalama 10 kilobit aktarılabiliyor. Bu, tipik bir kişisel bilgisayar modeminin sabit bir telefon hattından aktarabileceğinin beşte birinden daha az bir miktar. Bu hızdaki aktarımlar, kısa yazılı mesajlar göndermek için yeterli olabiliyor. Ancak İnternet'te gezintiye çıkmak, sistemin olağanüstü yavaşlığı nedeniyle sinir bozucu hale gelebiliyor. Dahası, bu hızla çalışan bir sistemde, kablosuz İnternet'e bağlanabilen bir el bilgisayarına video görüntüleri ya da müzik indirmek olanaksız görünüyor. Kablosuz İnternet'e bağlanmanın bir başka olumsuz yönüyse, kablosuz veri ağlarının birçoğunun yalnızca büyük kentlerde yer alması. Bu da kullanıcıların kapsam alanının dışına çıktıklarında İnternet'e bağlanabilmelerini olanaksız kılıyor.

Yeni kablosuz teknolojilerse, bu engellerden bazılarını kaldırmayı hedefliyor. Piyasaya ilk sürülen cep telefonları (birinci kuşak cep telefonları) analog aygıtlardı. Bu aygıtlar, kullanıcının sesinden oluşan ses dalgalarıyla uyumlu radyo dalgaları yayıyorlardı. Şimdilerde kullanılan cep telefonlarıysa ikinci kuşak cep telefonları olarak adlandırılıyor. Bunlar, ses bilgilerini, modüle edilmiş radyo dalgaları ya da mikrodalgalar tarafından taşınan en küçük veri birimlerine dönüştürüyor. Bugünlerde iletişim teknolojileri üzerinde çalışan firmalar "üçüncü kuşak kablosuz ağlar" üzerinde yoğunlaşmış bulunuyorlar. Üçüncü kuşak kablosuz ağlarda hedef, cep telefonlarında veri aktarımını saniyede 2 MB'e kadar çıkarmak. Bu hızdaki bir veri aktarımı, kullanıcıların İnternet'ten şarkı ve video filmleri indirmelerine olanak verecek. Bazı cep telefonu üreticileriyse "Wideband Code Division Multiple Access" adlı yeni bir teknoloji geliştiriyorlar. Bu teknolojinin özelliği, her bir kablosuz sinyali, geniş bir frekans bandına yayarak veri aktarım oranını artırması.

İngiltere'de, üçüncü kuşak ağları için radyo tayfının gerekli bölümlerinin kullanılmasına olanak veren lisanslar tahsis edilmiş bile. Ne var ki frekans bantlarının kullanıma girmesi, hükümete 35 milyar dolara mal olacak. ABD'de benzer bir uygulama üzerinde çalışıyor. İngiltere'de, British Telecommunications, Vodafone ve France Telecom gibi kablosuz hizmet veren kurumlar, üçüncü kuşak ağların en erken 2002 yılında devreye sokulacağını vaat ediyorlar. Ancak hızlı veri hizmetlerinin ne zaman yaygınlaşmaya başlayacağını öngörmek çok zor. Dahası, bu teknoloji öncelikle kentlerde yaygınlaşacağından, kırsal bölgelerde yaşayan kullanıcılar daha da uzun süre sabır göstermek zorunda kalacaklar. ABD'de, iletişim teknolojileri konusunda yetkin kimi kurumlar, üçüncü kuşak hizmetlerinin, belli başlı büyük kentler dışındaki bölgelerde 2010 yılından önce yaygınlaşamayacağını öne sürüyorlar.



Bu arada, kimi kablosuz taşıyıcılar, "ikibuçukuncu kuşak ağları" adı altında bir dizi ara teknolojileri faaliyete geçirecekler. Örneğin ABD'de, Sprint PCS adlı bir şirket, paket alışveriş tekniklerini devreye sokarak Web uygulama-

WAP'la Web'e Nasıl Girebiliyoruz?



larının hızını saniyede 144 KB'a çıkarmayı hedefliyor. Bugün, kablosuz ağların neredeyse tamamı devre değiştirmeye dayanıyor: Bir telefon görüşmesi yaptığımız zaman, görüşmenin sonuna kadar belirli bir frekans kanalı tahsis edilir ve bu kanal düşük verimle kullanılıyor olsa dahi, görüşme sonuna kadar meşgul kalır. Paket alışverişi tekniğindeyse bir sinyal, veri paketleri oluşturacak biçimde parçalara ayrılır ve her paket, gönderileceği adresle işaretlenir. Sonra da ağdaki, herhangi bir uygun kanalda yolunu bulur. Varış noktasında paketler doğru sırayla yeniden bir araya getirilir. Bu sistemde, devre alışverişi sistemlerine oranla daha yüksek oranda veri aktarılır; çünkü değişik kaynaklardan alınan veriler tek bir kanaldan gönderilebilir. Paket alışverişi ağlarına bağlı olan cep telefonu kullanıcıları, aynı anda hem telefonda görüşme yapabilir hem de İnternet'e bağlanabilirler. Sinyaller ağın kanallarını, yalnızca veri gönderilip alındığında meşgul edeceklerinden, kullanıcılar ağı meşgul ettikleri zamanla değil, yalnızca indirdikleri verinin hacmiyle orantılı ödeme yapacaklar.

Ancak bu teknolojinin büyük bir sakıncası var. Şöyle ki: Veri paketlerinin varış noktalarında toplanıp bir ara-

WAP Geçici mi Kalıcı mı?

Kablosuz Uygulama Protokolü anlamına gelen "Wireless Application Protocol", yani kısaca "WAP", cep telefonu kullanıcılarının İnternet'e bağlanmalarına olanak veriyor. Gelgelelim, bu teknoloji kısıtlı kalıyor.

Birkaç yıl önce, kablosuz teknolojiler üzerine çalışan öncü firmalar, cep telefonu kullanıcılarının İnternet'ten kimi bilgileri indirmelerini ve bunları telefonlarının küçük ekranında görmelerini sağlayan veri ağları geliştirdiler. Kısaca WAP olarak adlandırılan Kablosuz Uygulama Protokolü'ndeki şartlar, ağların Web dokümanlarını cep telefonlarına, databanklara ve başka cep aygıtlarına aktarma işlemlerini bir standarda oturtma amacını taşıyor. Avrupa'daki kablosuz veri aktarımını sağlayan taşıyıcılar WAP standartlarını şu sıralar kendi veri ağlarına uyguluyorlar. ABD'deki bazı taşıyıcı kurumlarsa bunu yakın gelecekte yapmayı planlıyor. WAP taraftarları, bu gelişmelerin kablosuz Web'in büyümesini hızlandıracağı görüşünde. WAP'ı eleştirenlerse, kullanıcıların İnternet'ten yararlanımlarını önemli ölçüde kısıtladıkları gerekçesiyle WAP şartlarının yetersiz olduğunu öne sürüyorlar. Halen, WAP'ın kablosuz verilerin altın çağını mı başlattığı, yoksa yalnızca yanlış bir başlangıç mı olduğu konusundaki belirsizlik sürüyor.

WAP, Kaliforniya'daki bir yazılım firması olan Phone.Com'un geliştirdiği teknolojilerden türetildi. Web'e kablosuz bağlanabilmekteki en büyük engel, cep telefonlarının ve onların ağlarının İnternet'in dili olan Hipermetin Belirtme Dili'ni (Hyper Text Markup Language-HTML) kullanacak güçte olmamaları. Web sitelerini hazırlayanlar, HTML'yi yazılarla grafikleri, basit ve kolayca açılan dökümanlar haline getirmek için kullanıyorlar. Oysa şu sıralar kullanılan cep telefonu ağları düşük bir bant genişliğine sahip: Bu ağlar, verileri, sabit ağlara oranla çok daha yavaş bir biçimde aktarıyorlar. Bu da Web görüntülerinin kablosuz olarak aktarılmasını oldukça zorlaştırıyor, hatta olanaksız hale getiriyor. Bundan başka, günümüzdeki cep telefonları, karmaşık görüntüleri gösterebilecek teknolojiye ve ekranlara sahip değiller.

Bu sorunları aşmak için Phone.com şirketindeki mühendisler, yalnızca kablosuz ağlar için tasarlanmış "El Aygıtı Belirtme Dili"ni (Handheld Device Markup Language - HDML) yarattılar. HDML, Web sayfalarına ait metinlerin, cep telefonlarına ya da başka hareketli aygıtlara aktarılmalarını sağlıyor. ABD'deki birçok kablosuz veri ağı, Phone.com'un yazılımını kendi telefonlarına ve servis sağlayıcılarına uyguladı. Dahası Phone.com, HDML'yi temel alarak standart bir dil geliştirmek üzere dünyanın en büyük cep telefonu üreticileri olan Motorola, Nokia ve Ericsson'la işbirliğine girdi. Bu çabaların sonucunda, "Kablosuz Belirtme Dili" (Wireless Markup Language – WML) ortaya çıktı. WML, WAP şartlarının odak noktasını oluşturuyor. Şirketler, ayrıca, bu yeni standartları yaygınlaştırmak amacıyla WAP Forum adı altında bir endüstri grubu kurdular. Grubun halen 530'u aşkın üyesi bulunuyor.

Peki, bir WAP ağı Web'e nasıl ulaşabiliyor? WAP telefonu kullanıcısı, belirli bir Web sayfasına girebilmek için, önce aygıtın mikro tarayıcısını, yani kişisel bilgisayarlar tarafından kullanılan ve İnternet'te dolaşmayı sağlayan tarayıcı yazılımın basitleştirilmişini kullanıyor. Kullanıcının bağlanmak istediği Web sayfası bilgisi, havadaki dalgalardan bir vericiye aktarılır ve sonra da kablosuz taşıyıcı tarafından işletilen bir servis sağlayıcısına gönderilir. Servis sağlayıcısı, WAP'a geçişi sağlar. Yani yazılım, kablosuz ağ ile İnternet arasında bir filtre işlevi görür. Geçiş aşamasında, cep telefonu kullanıcısının istediği Web sayfası bulunur. Sayfa HTML (Web sayfalarının çoğunun yazıldığı dil) dilinde yazılmışsa, yazılım, dökümanı WML diline çevirir. Bunu yaparken, sayfadaki grafikleri ve metindeki özel formatları yok eder. WAP geçidi WML çevirisini, kablosuz bir biçimde aktarılabilmesi için şifreliyor. Daha sonra da döküman kullanıcının cep telefonuna gönderiliyor ve ekranında beliriyor.

Ne var ki HTML'den WML'ye çevirme işlemi her zaman sorunsuz gerçekleşmiyor. Örneğin, bir Web sayfası başka sayfalara bağlantılar için resimler kullanıyorsa, sayfanın, metin bağlantıları oluşturmak için yeniden yazılması gerekiyor. Pratikte bu değiştirme, ulaşılabilen bilgilerin miktarını kısıtlıyor ve kimi zaman Web sayfasının okunmaz hale gelmesine yol açıyor. Bu nedenle birçok Web yayımcısı, sayfalarının WML dilinde yazılmış ve WAP aygıtlarına uyumlu hale getirilmiş ayrı birer versiyonunu yarattılar. Örneğin, MapQuest, MSNBC.com ve Go2Online.com, Web sayfalarının WAP versiyonlarını yarattılar. Ayrıca, WAP kullanıcıları, www.cellmania.com sayfasını ziyaret ederek WAP'e uygun 5000'den fazla sitenin listesini bulabilirler.

Bu adresler yardımıyla cep telefonu kullanıcıları spor performanslarının sonuçlarını, uçuş saatlerini ya da Amazon.com'dan yeni çıkmış kitapları öğrenebilirler. Gelgelelim, cep telefonlarıyla ulaşılabilen hizmetler ve bilgiler, İnternet'teki bilgi zenginliğiyle karşılaştırıldığında, İnternet'in çok küçük bir bölümünü oluşturuyor. Bazı uzmanlar, cep telefonu teknolojisi gelişirken, WAP standartlarının hızla kullanılamaz hale geleceğine inanıyorlar. Onlar, WAP'in, 1990'lı yılların düşük bant genişliği olan hücresel ağlar için tasarlandığını; ayrıca, ekranlarında grafik özelliği olmayan, yalnızca iki-dört satırlık metnin görülebildiği telefonlar için geliştirildiğini öne sürüyorlar. Bu görüşteki uzmanlara göre, kablosuz ağlar ve aygıtlar daha da gelişirken WAP anlamını yitirecek.

WAP'ı destekleyen şirketlerse WAP şartlarının, bugünlerde geliştirilen yüksek bant genişliğine sahip üçüncü kuşak ağları gibi

ya getirilmesi zaman alıyor. Ayrıca bazı paketler kaybolabiliyor ve yeniden gönderilmek zorunda kalınıyor. Bu geri kalınan zaman sürecine "latency", yani gecikme deniyor. Burada, başka veri aktarımlarında da oluşan, ancak hoşgörülebilen birkaç saniyelik gecikmelerden farklı bir durum söz konusu. Bu sistemde, konuşan kişilerin seslerine ait birkaç bitlik veri kaybolabildiğinden görüşme yorucu hale gelebiliyor. İletişim teknolojileri üzerine çalışan şirketler, sessiz kalınan anları yok ederek, bu sorunu en aza indirgemeye çalıştılar. Bu yöntemde, konuşmalar sırasındaki sessiz anlar yok ediliyor, yani sesin olmadığı veri paketleri gönderilmiyor. Herhangi bir telefon görüşmesinin yaklaşık %30'u sessiz geçtiğine göre, böylelikle hem ağdaki trafik azaltılmış hem de konuşmanın gecikmesi önlenmiş oluyor.

geleceğin teknolojilerine uyumlu hale getirilebileceğini söylüyorlar. Dahası, WAP telefonlarının Web'de dolaşmaya olanak sağlayan kişisel bilgisayarların yerini almak üzere tasarlanmadıklarını vurguluyorlar.

Bu konuda, Ericsson firmasının ağ operatörleri grubu genel müdürü Skip Speaks, WAP'ın İnternet'te dolaşmak amacıyla geliştirilmediğini, kablosuz aygıtlara uygun içeriğin aktarılması için geliştirildiğini söylüyor. WAP Forum'da üst düzey yöneticisi olan Scott Goldman ise WAP'la ilgili şu açıklamaları getiriyor:"Bir kablosuz aygıtta İnternet'ten yararlanmak, bir kişisel bilgisayardan İnternet'e girmekten çok daha farklı bir deneyim. Ben bir kişisel bilgisayardan İnternet'e girmeyi bir açık büfeye gitmeye benzetiyorum. Açık büfede, çeşit çeşit yemekleri bir arada görebiliyor, istediğimizi seçebiliyor, dilediğimiz kadar tabağımıza koyabiliyor ve bir yemekten ötekine gidebiliyoruz. WAP'ıysa daha çok oda servisine benzetiyorum. Bir menüden istediğinizi seçebiliyorsunuz ve seçtiğiniz size gönderiliyor.

WAP Forum'un önemle üzerinde durduğu konu, İnternet şirketlerini, WAP telefonları için daha fazla içerik hazırlamaları yönünde teşvik etmek. Ancak kimi uzmanlara göre, WAP'e uyumlu bir Web sayfası yaratmak bir İnternet sayfası hazırlamaktan daha zor bir iş; çünkü WML dilini öğrenmek HTML dilini öğrenmekten daha zor. WAP Forum'dan Goldman, WAP'ın popülaritesi arttıkça, HTML için kullanılanlara benzeyen WML geliştirici araçların daha da yaygınlaşacağını düşünüyor. Yine de WAP'ın geleceğiyle ilgili şüpheler, birçok Web tasarımcısını kuşkuya düşürüyor. Web tasarımcıları, WAP standartları kullanılamaz hale gelecekse, cep telefonları için özel sayfaların hazırlanmasını boşa gidecek bir çaba olarak görüyorlar. Herb Williams adlı yazılım uzmanı, WAP konusundaki tartışmalar ve sorunlar çözülmedikçe kimsenin bu konuda çaba harcamak istemediğini söylüyor. Williams, WAP'le ilgili birçok olumsuz düşüncenin olduğunu, bunların da erişilebilen bilginin miktarını kısıtladığını vurguluyor.

Sonuç olarak, WAP'ın geleceği daha çok onu destekleyenlerin tutumuna bağlı olacak gibi görünüyor. Şimdilerde kullanılan kablosuz ağlar, İnternet kadar geniş çaplı ve açık değil. Dahası, bu teknolojiyle erişilebilen bilgilerin türüne veri taşıyıcıları ve donanım üreticileri karar veriyor. Oysa İnternet'teki ani büyüme, onun açıklığının bir sonucuydu. İnternet çok hızlı yaygınlaştı çünkü herkes, en az çaba ve maliyetle kendi Web sitesini oluşturabiliyor. Birçok uzman, kablosuz veri ağlarının, bu alanda başarılı olabilmek için, bu modeli örnek almaları gerektiğine inanıyorlar. Bu konuda sistem analisti Luhr şu açıklamayı getiriyor:" Bugünlerde WAP denetim altında olduğundan, kablosuz sanayi, insanlara WAP telefonlarıyla ne yapabileceklerini ve nelere bakabileceklerini söyleyebiliyor. Ancak WAP'ın bunu aşması şart."

Web'in WAP'a Dönüşümü



Geleceğin Süper Telefonları

Cep telefonu üreticileri şu sıralar, gelecekte kablosuz ağdan yararlanabilecek olan değişik "cep aygıtları" tasarımları üzerine çalışıyorlar. Bu makineler, gelecekte, gerçekten de birçok işimizi halledebileceğimiz sayısal yoldaşlarımız olacaklarsa, bunların çök yönlü, uyumlu ve modern görünüşlü olmaları gerekir. Nokia, Ericsson ve Motorola gibi büyük şirketler, günümüzde kullanılan cep telefonlarından görünüşte pek de farklı olmayan üçüncü kuşak "süper telefonlar" geliştiriyorlar. Aslında bu aygıtlara telefon demek pek de doğru değil. Bu aygıtlar, yüksek çözünürlü grafiklerin ve video görüntülerinin ekrana getirilebileceği birkaç inç karelik renkli bir ekrana sahip olacaklar. Bazı aygıtlarınsa, veri girişi için klavyeleri ve minyatür fareleri olacak. Ancak şirketlerin çoğu, dokunuşa duyarlı ekranlar ve bu ekranlar için özel sivri uçlu işaretleme kalemleri kullanacaklar.

Süper telefonlarla, ayrıca, İnternet'ten indirilebilen MP3 formatındaki müzik dosyalarını dinlemek olanaklı olacak. Bu uygulama, süper telefonlar için büyük bir pazar oluşturabilir. Belki de gelecekte bu tür aygıtlar "walkman"in yerini alacak. İnternet'ten müzik indirmek için saatlerce bekleyen bazı kişisel bilgisayar kullanıcıları bu öngörüyü küçümseyebilir. Ancak, yalnızca müziğin yaygınlaştırılmasına ayrılan yüksek hızdaki bir servis sağlayıcısı, cep telefonları kullanımda olmadığı zaman, sıkıştırılmış ses dosyaları gönderebilir. Bu müzik dosyaları da, kullanıcı onları kullanmak isteyene kadar hafızada, örneğin Sony'nin hafıza kartları gibi kartlarda saklanabilir.

Müzik ya da grafiklerden çok metinlerle ilgilenen kullanıcılar için, elektronik kitapların okunabilmesini sağlayan daha büyük ekranlı el aygıtları olacak. Bazı firmalarsa küçük video kameralar ve projektörlerle donanmış prototipler geliştirdiler. Bu aygıtlarla İnternet'ten indirilen filmler izlenebilecek. Hatta, Ericsson firması program müdürü Lars Bergendahl'a göre, örneğin bir tren yolculuğu sırasında karşımızdaki kişi beyaz bir T-shirt ya da gömlek giymişse, bu kişinin iznini ala-



rak, alabilirsek tabii, bir filmi projektörle onun giysisi üzerinde oynatabileceğiz.

Prototiplerin çoğu kulaklıklara sahip. Ayrıca birçok modelde, kulaklıklarla mikrofonun bir arada olduğu başlıklar kullanılmış. Böylece kullanıcılar, aynı anda hem konuşabilir, konuştukları kişiyi dinleyebilir ve aygıtın ekranını görebilirler. Kablo bağlantılarına olan gereksinimi ortadan kaldırmak için birçok prototip, aygıtın başlık bölümüyle gövdesi arasında sinyal aktarımı için düşük güçteki radyo dalgalarından yararlanıyor. Bazı firmalarsa piyasaya sürdükleri ürünlerine, "Bluetooth" adlı bir endüstri standardına uygun, dar kapsamlı bir radyo dalgası aygıtı yerleştirmişler bile. Aynı teknoloji, sayısal aygıt ile yakınındaki başka bir aygıt arasında veri aktarımını sağlayabiliyor. Bu tür bir veri aktarımı, örneğin marketlerdeki ya da başka tür alışveriş yerlerindeki kasalarla aygıt arasında olabilir. Böylece kullanıcılar, nakit para, çek ya da kredi kartı kullanmadan da ödeme yapabilecekler.

Birçok firma, bu süper telefonların tasarımı için milyonlarca dolar harcarken -ki bir prototipin yapımı yaklaşık 2,5 milyon dolara mal oluyor- kimi uzmanlar bu gelişmiş aygıtların pazarın ancak çok küçük bir bölümünü ele geçirebileceği görüşünde. Bu uzmanlar, birçok insanın hareket halindeyken, örneğin bir filmi izlemeyi akıllarına getirmeyecekleri görüşünde. Onlar, daha basit yapıda "akıllı telefonların" daha çok tutulacağını düşünüyorlar. Bu aygıtlar, bugünkü cep telefonlarına çok benzeyecek. Ancak ekranları daha büyük olacak ve veriler daha rahat girilebilecek. Bu akıllı telefonların becerileri, e-posta gönderip alma, İnternet'e girme ve belki de MP3 formatında indirilmiş müzik parçalarını çalmayla sınırlı kalacak.

Telefon şirketlerinden başka, el bilgisayarları (databank) üreticileri de bu pazardan pay kapmaya çalışıyorlar. Şu ana kadar, görüşmeleri düzenlemeye ve adres listelerini kaydetmeye yarayan el bilgisayarları üretimine öncelik vermiş olan şirketler, İnternet'e de girebilen aygıtları piyasaya sürmeye başladılar. Bazı üreticiler, bu makinelere telefon özelliklerini de eklemeyi planlıyorlar. Böylece, bu makineler süper telefonlarla rekabet edebilecek duruma gelecek. Hatta, video oyunu konsolları üretenler de tüm bu gelişmelerden etkilenmişe benziyor: Örneğin, Nintendo ve Sony firmaları bir-iki yıl içinde GameBoy ve Playstation konsollarından İnternet'e girmeyi olanaklı hale getirecekler. Giderek artan sayıda tüketici de CD'ler ve kasetlerden çok, İnternet'ten indirdikleri MP3 dosyalarından müzik dinlemeyi yeğlediği takdirde, taşınabilen müzik çalar üreten firmalar İnternet'ten kablosuz olarak MP3 dosyaları indirebilen modeller geliştirecek.

Bir başka ilginç buluşsa İnternet saati. Hewlett-Packard, yeni akıma uyum sağlayacak kablosuz bir aygıt yaratmak üzere, dünyanın en büyük saat parçaları üreticisi Swatch'la işbirliğine girdi. Bu yeni aygıt normal bir saate benzeyecek, ancak kullanıcının spor sonuçlarını, e-posta ve müzik indirmesini sağlayacak ince bir radyo aktarıcısına sahip olacak.



Yazılım Sorunları

Donanım üreticileri bu çabalar içindeyken, tüm bu aygıtları denetim altına alacak yazılım alanında da benzer bir rekabet söz konusu. Özellikle Palm şirketinin kendi el bilgisayarları için geliştirdiği işletim sistemi, bu alanda oldukça tanınmış. İngiliz el bilgisayarları üreticisi Psion'un geliştirdiği EPOC adlı işletim sistemiyse Nokia ve Ericsson'un geliştirdiği



Web-taramalı cep telefonlarında kullanılıyor. Üçüncü rakipse taşınabilen bilgisayarların önemini kavrayan Microsoft şirketi. Şirket 1996 yılında, Hewlett-Packard, Compaq ve Casio'nun el bilgisayarlarında kullanılan Windows CE adlı bir yazılımı geliştirmişti. Yazılım, PC'ler için geliştirilen işletim sistemin basitleştirilmiş biçimiydi. Microsoft bugünlerde, akıllı telefonlar için özel olarak tasarlanmış yazılımlar geliştiriyor. Şirket, belirli iş alanlarında kullanılabilecek cep telefonlarının geliştirilmesi için Ericsson gibi üreticilerle işbirliğine girdi. Bu alanda özellikle hukukçular, hekimler ya da çocuklar için özel sayısal aygıtlar üzerinde çalışıyorlar. Aygıtların çeşitliliğine dikkat çeken kimi uzmanlar, yazılım geliştirme alanında tek bir galibin olmayacağı görüşünde.

Teknolojik gelişmeler sayesinde pillerin ve elektronik parçaların boyutları giderek küçülürken, el bilgisayarlarının boyutları, ekran boyutlarına ve veri giriş sistemlerine bağlı olacak. Ekranın yeterli büyüklükte, ayrıca veri giriş bölümünün de rahatlıkla kullanılabilecek büyüklükte olması gerekiyor.

Peki, kullanıcı ekranı ya da klavyeyi kullanmaksızın aygıta sözlü komutlar vererek onu kullanabilecek mi? Bunu gerçekleştirebilmek için, makinelerin sözlü iletişimi anlayacak ve işlemi yerine getirebilecek yazılımlara gereksinimi var. Microsoft, sözlü komutlarla çalışabilecek bir işletim sistemini geliştirmeyi amaçlıyor. Ayrıca IBM'le Philips de benzer projeler üzerinde çalışmayı hedefliyorlar. Ses işleme yazılımları geliştiren bir Belçika firması olan Lernout & Hauspie, bu alanda, Dragon ve Dictaphone adlı firmalarla kıyasıya bir rekabet içinde.

Ne yazık ki bu alandaki gelişmeler pek fazla umut vaat etmiyor. Bu alanda gerçekleştirilen yazılımların kalitesinde önemli bir artış gözlemlense ve bazı sistemler kendilerine dikte edilen sözcüklerin %95-99'unu doğru bir biçimde yazabiliyor olsa da, en gelişmiş bilgisayarlar bile "dil sorunuyla" karşı karşıya kalıyor. Burada sorun, sözlü komutlar için geliştirilen yazılımların, konuşmalardaki nüansları ayırt edebilecek kadar gelişmiş olmamaları.

Lernout & Hauspie ise sınırlı sayıda sözlü komutun kullanılabildiği bir ara teknoloji geliştirdi. "NAK" adındaki yazılım (bu ad Hawaii dilinde yankı anlamına gelen "nakulu" sözcüğünün kısaltılmışıdır), Intel'in özel StrongARM çipleriyle çalışan cep telefonları için tasarlanmış. Bu çipler, güçlü ve verimli çalışan mikro işlemciler. Bir NAK aygıtı, gelen bir e-postayı sesli okuyabilmek için konuşmayı çözebilen bir aygıttan yararlanır. Kullanıcı böylece, aygıtın mikrofonuna yanıtı dikte edebilir ve sonra da yanıtı "e-postayı gönder" gibi bir sözlü komutla gönderebilir. Lernout & Hauspie, NAK'in sözcük hazinesinin 30 000'den fazla sözcüğü kapsayacağını, gerekebilecek tüm komutlara ve birden fazla dili anlayabilecek kapasiteye sahip olacağını öne sürüyor. Bu teknolojiye sahip olacak ürünlerin fiyatının yaklaşık 500 dolar olacağı ve bunların ancak önümüzdeki yıl piyasaya çıkacakları tahmin ediliyor.

Öyle görünüyor ki pazarı ele geçirmiş olan bugünün elektronik aygıtları eninde sonunda yerlerini yepyeni özelliklere sahip aygıtlara terk edecekler. Bu yeni aygıtlar, doğal olarak eskiyle yeni teknolojilerin bir birleşimi olacak. En gelişmiş sayısal aygıtlar, grafikler, video ve müzik gibi, Web'in sunduğu tüm olanaklara girişi sağlayabilecek. İnternet'ten şarkı indirebilen walkmana benzeyen müzik çalarlar gibi başka kablosuz aygıtlar, özel amaçlı aygıtlar sınıfına dahil olacak. İnternet'e girme ve e-posta gönderme gibi en yaygın olarak kullanılan işlevler, ucuz, kolay ve elverişli olmaları açısından taşınabilen aygıtların çoğunda bulunacak. Aksi takdirde kullanıcılar yanlarında aynı anda hem bir walkmanı hem de bir cep telefonunu taşımak zorunda kalacaklar. Bu da gelecekte, tek camlı gözlükle dolaşmak kadar tuhaf sayılacak.

Geleceğin teknolojisine sahip cep telefonları yaşantımıza birçok kolaylık getirirken tüketim alışkanlıklarımızı da önemli ölçüde değiştireceğe benziyorlar. Çünkü artık cep telefonlarımızla bulunduğumuz her yerden dilediğimiz her şeyi sipariş edebilecek ve satın alabileceğiz. Diyelim ki bir kafede otururken çok beğendiğiniz bir parça çalıyor. Hemen aygıtınızla albümü sipariş ediyorsunuz. Ya da çok hoşunuza giden bir kazak buldunuz, ancak fiyatı pahalı geldi. Hemen aygıtınızla yakınlardaki bir mağazada ya da İnternet'te daha ucuza satılıp satılmadığını kontrol ediyorsunuz. Acıktınız? Aygıtınızdan bölgedeki restoranların listesini istiyorsunuz.

Değişik alanlarda etkinlik gösteren işyerleri, bu teknolojide büyük bir potansiyelin bulunduğunun bilincindeler ve bu yeni tüketim biçiminden pay kapmak için kollarını sıvamış durumdalar. Önümüzdeki yıllarda, daha şimdiden yaşantımızın birçok alanına girmiş olan İnternet'in artık cebimize girmekle kalmayıp cüzdanımıza da gireceğe benziyor.

Ayşegül Yılmaz Günenç



Kaynaklar

Alpert, M. ve Musser, G., "The Wireless Web", *Scientific American*, Ekim 2000.

Bannan, K. J., "The Promise and Perils of WAP", *Scientific American*, Ekim 2000.

Harvey, F., "The Internet in Your Hands", *Scientific American*, Ekim 2000.

Kahney, L., "The Third-Generation Gap", *Scientific American*, Ekim 2000.

OECD, Information Technology Outlook - ICTs E-Commerce and the Information Economy, Fransa, 2000.

Ripota, P., "Telekommunikation der Zukunft", *PM*, Ekim 2000.

Wilson, D., "The Future Is Here Or Is It?", *Scientific American*, Ekim 2000.

Fizik, Teknoloji ve



Modern olimpiyat oyunları 1896'da Baron Pierre de Coubertin tarafından başlatıldı. Amaç sağlığı ve beden eğitimini daha iyi duruma getirmek, dünya barışına katkıda bulunmak ve sporda dürüst ve eşit koşullarda yarışmayı sağlamaktı. Modern olimpiyat oyunlarının düsturu şu üç sözcüktür: Citius, altius, fortius (daha çabuk, daha yüksek, daha kuvvetli).

DİSK, çekiç ve cirit atma gibi, bir cismin kullanıldığı atletik yarışmalarda başarıyı fizik yasaları belirler; doğal olarak bu yasalar oyunun kurallarına uygun olarak belirlenir. İşte çelişki buradadır: atletler bir insan olarak daha hızlı, daha kuvvetli ve daha sıçrayıcı olmaya çalışırlar ve gerek duyulduğunda teknolojiden yararlanırlar. Spor yöneticileri atletlerin kullandıkları araç ve gereçleri sürekli olarak daha mükemmel duruma getirmeye çalışırlarken teknolojinin bazı atletlere diğerlerinde olmayan üstünlükler sağlamasından kaçınmalıdırlar. Spor en iyi araç gereçe sahip atletlerin seçilmesi olmamalıdır. Yarışma iki teknoloji arasında değil, iki insan arasında olmalıdır.

Son yüzyılda spor kurallarında değişmeler oluşu, teknolojinin sporu etkilediğinin açık bir göstergesidir. Bu etkilemenin kanıtları nelerdir? Bu yazıda 100 m koşusu, sırıkla yüksek atlama ve cirit atma, jimnastik ve yüzme dallarında, teknolojideki ilerlemeyle geleneksel yöntemler arasındaki dengeye değinilecektir.

100 Metre Sürat Koşusu

Eski olimpiyatlarda Yunanlılar, sürat koşusunu 190 m'lik düz bir koşu yolunda gidip gelme olarak yaparlardı; bu yarışa stadion denilirdi. O günün teknolojisine uygun olarak atletin geri dönmesini kolaylaştırmak üzere koşu yolunun sonunda tahtadan bir direk vardı. Yarış başlarken atletler, ayak parmakları başlama taşındaki oluklara dayanmış olarak bir hizada ayakta dururlardı. Yanlış çıkış yapan bir atlet, arkasında duran bir hakem tarafından kırbaçlanırdı.

Daha sonraları husplex denilen, bugün at yarışlarındakine benzer çıkış kapıları kullanılmaya başlandı.

Modern olimpiyatlarda, sürat koşucular, yarışa çömelmiş durumdan başlar; çıkış bloklarını iterek ilk hızı kazanırlar. Çıkış blokları 1920 sonlarında bulundu ve ilk kez Londra 1948 Olimpiyat Oyunları'nda kullanıldı. 1980 başlarında, çıkış bloklarına bir yay ve mikro-anahtar eklendi. 1980 sonlarında çıkış çizgisinde basınçölçer cihazlar kullanılmaya başlandı; fakat bunlar atletin itmesine o kadar duyarlı idiler ki, birçok yarışmada yanlış çıkışlara neden oldular. 1993'de daha geliştirilmiş basınçölçerler ortaya çıktı ve 2 yıl sonra "akıllı" basınçölçerler geliştirildi. Bunlar çıkış blokunun içine yerleştirilmiştir ve yanlış çıkışları önlemek üzere karmaşık bir program kullanırlar. Çıkış tabancası patladıktan sonraki 0.1 saniye içinde çıkış yapan atletler yarıştan çıkarılır; neyse ki artık yanlış çıkış yapan atletleri kırbaçlamıyorlar!

Bugün 100 m sürat koşularında birinci olan atlet o kadar küçük bir farkla yarışı kazanır ki, atletlerin çıkış çizgisine varışı son derece dakik olarak belirlenmelidir. Bugün birinciyi belirlemek için şöyle bir sistem kullanılır: çıkış tabancası patlar patlamaz çalışmaya başlayan bir saat, bir ışık kaynağı ve atlet ışık huzmesine değer değmez saati durduran bir sistem. Işık kaynağı saniyede 1000 kere yanıp söner; bu şekilde fon ışığındaki değişmelerin sonucu etkilemesi önlenir.

Sırıkla Yüksek Atlamanın Fiziği

Sırıkla yüksek atlama eski Yunan olimpiyatlarında yoktu. Bazılarına göre bu spor Hollandalıların kanalların üstünden sırıkla atlamasından doğmuştur. Almanya'da bu spor 1791'den beri biliniyordu. Sırıkla atlamada amaç, atletin ağırlık merkezini bir çıta üzerinden aşırmasıdır. Bugün atletin yüksek atlamada kullandığı teknik, 100 yıl öncesinin tekniğinden çok farklıdır. Eskiden atletler çıtanın üzerinden atladıktan sonra ayakları üstüne düşerlerdi. Bugünse atletler yüksek atlarken karmaşık jimnastik hareketleri kullanıyorlar; yüksek atlama sırasında vücutlarını başaşağı bir



Daha yüksekler: *1960'larda bambu sırıkların yerini cam ve karbon liflerinden yapılmış çok elastik sırıkların almasıyla atlama yüksekliği arttı.*



Karbon liflerinden yapılmış sırığın kesiti

Olimpiyatlar

duruma getiriyorlar. Yüksek atlamanın kuralları, Uluslararası Amatör Atletizm Federasyonunca (IAAF) saptanıyor. Sırığın uzunluğu, yapıldığı madde ve enerji depolama kapasitesi üzerinde hiçbir kısıtlama yoktur. Tek koşul sırıkların dümdüz olması ve yapıştırıcı bantla çok fazla örtülmemesi.

Sırıklar önceleri tahtadan ve özellikle ceviz ağacından yapılıyordu. 1900 başlarında bu sporda en ileride olan Amerikalılar hafifçe daha esnek olan bambu kamışından sırıklar kullanmaya başladılar. Basit mekaniğin bize öğrettiğine göre bükülen bir sırıkta gerilme, en fazla sırığın dış yüzeyinde görülür. Simetrik olarak bükülen bir sırığın tam ortasında gerginliği çok az ve genellikle sıfır olan bir bölge vardır; buna nötral eksen denilir. Bu nedenle sırığın merkezinde bir kütle bulunması gerekmemektedir. Bambu kamışı, birim başına tahta sırığa göre çok daha hafiftir; fakat aynı maksimum gerginliği sağlar. Bambu kamışı sayesinde atlet daha hızlı koşabilir ve biraz daha uzun bir sırık kullanabilir.

Bambu kamışı kullanılmasına bağlı olarak olimpiyatlarda atlama yüksekliği giderek arttı. 1950'lerin ortalarında bu artış biraz durdu ve 1960 başlarında bambu kamışının yerini cam liflerinden yapılmış sırıkların almasıyla yeniden hızla artmaya başladı. Cam liflerinden yapılma kamışlar bir polimer reçine içine 3-20 mikron çapında cam lifleri konulmasıyla oluşur.

Yüksek atlamada koşan atletin kinetik enerjisi, atlamanın potansiyel enerjisine dönüşür; bu sırada kamışta depolanan gerilme enerjisi kullanılır (enerjinin elastik deformasyon şeklinde depolanması). 80 kg gelen bir atlet 10 m/saniye hızla koştuğunda 1/2 mv^2=4000 J (joule) kinetik enerji elde eder. Bu enerji %100 verimle potansiyel enerjiye (mgh) dönüştürülürse (g=yerçekim ivmesi, m=kütle, h= yükseklik) atlet 4000/mg yüksekliğe ulaşır; bu 5 m'den biraz fazladır. Gerçekteyse yüksek atlayıcılar 6 m'ye yakın bir sıçrama yapabilirler. Bu ek enerjiyi nereden alıyorlar?

Bu ek enerji, sırığın bükülmesinden gelir. Atletin kasları sırığı eğerken sırıkta enerji depolanır ve sırık düzleşirken bu enerji atlete aktarılır.

Son olarak sırıklar karbon liflerinden yapılmaya başlandı. Karbon lifli sırıklar daha sağlam ve daha hafiftir; ayrıca sırığın kalınlığının istenen yerde değiştirilmesine izin verirler.

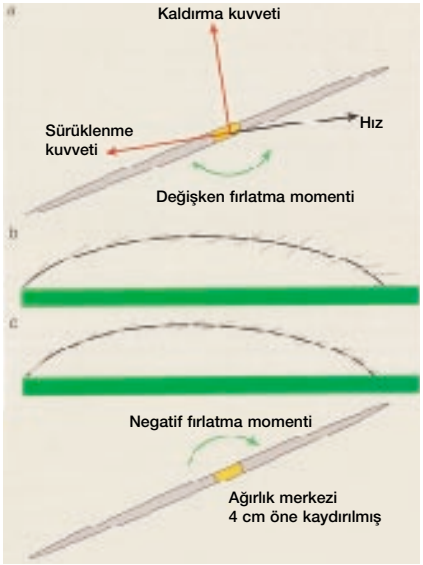


Yüksek atlamada cam elyafı ve karbondan yapılmış sırıklar sayesinde bükülme ve atlanılan yükseklik çok arttı.

Cirit Atma

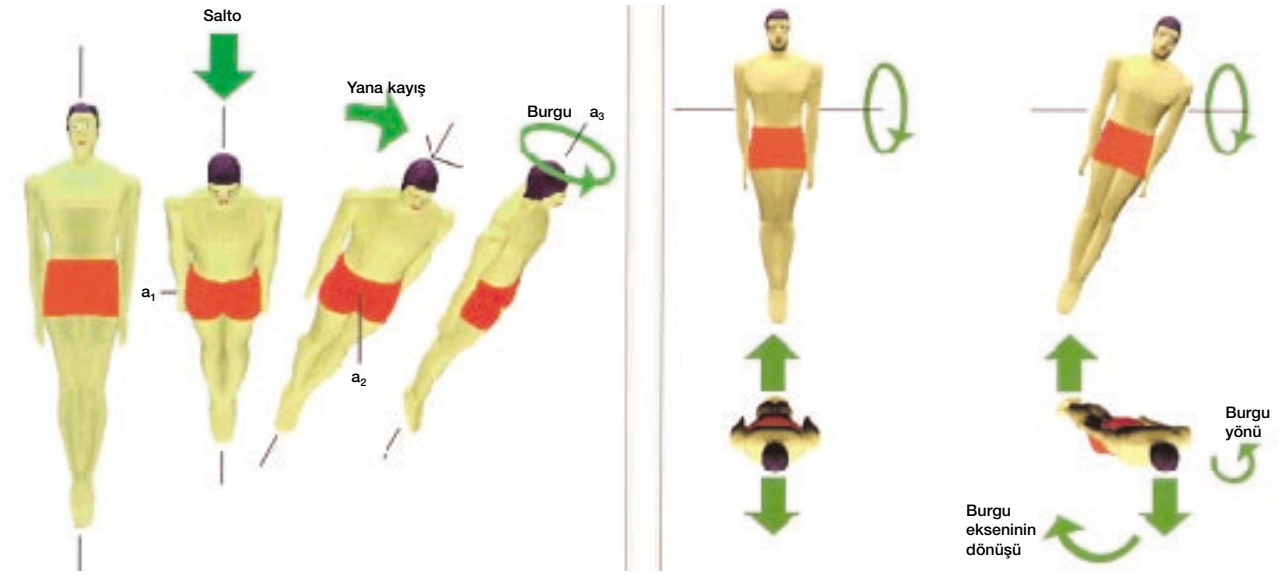
Cirit atma sporunu 3000 yıl kadar önce Mikenler başlattı. Yunanlılar, M.Ö. 500 yıllarında cirit olarak ince tahta sırıklar kullanıyorlardı; bu sırıkların ağırlık merkezine bir ip sarılmıştı. Atlet, ipin ucundan tutarak ciriti fırlatır ve böylece onun havada dönmesini sağlardı.

Yüksek atlama sırığından farklı olarak ciritin biçimi katı kurallara bağlanmıştır. (örneğin erkek cirit atışlarında ciritin uzunluğu 2,6-2,7 m arasında ve ağırlığı 800 gr olmalıdır). Ciritin üstü pürüzsüz olacak ve ağırlık merkezi geometrik kurallarca sıkıca kontrol edilecektir. 1908 Olimpiyat Oyunları'nda cirit atmada birinci gelen, ciriti 50 m'ye atmıştı. 1976'da bu uzaklık 95 m oldu ve 1984'de Doğu Almanya'dan Uwe Hohn, olimpiyat dışı bir cirit atışta 104,8 m'ye ulaştı. Bu yıllarda atletler ciriti hemen hemen stadyum boyu ileri atabiliyorlardı; bu da seyircileri tehlikeye sokuyordu. IAAF ciritin daha yakına atılmasını sağlamak için ciritin ağırlık merkezini 4 cm öne kaydırdı; bunun etkisi aşağıda açıklanacak.



Şekil 4- a- Cirite etki yapan kuvvetler: 1984 öncesi eski ciritleri etkileyen kuvvetler. Ciritin havada gidişi boyunca "fırlatma" momenti değişir. b) Cirit atılışının ilk evresinde pozitif "fırlatma" momenti oluşur; bu nedenle cirit ağırlık merkezi etrafında döner; kaldırma ve sürtünme azdır. Ciritin havadaki yolculuğunun sonlarına doğru negatif "fırlatma" momenti belirir; kaldırma ve sürtünme artar; hücum açısı azalır ve toprağa ilk önce ciritin ucu değer.
c) 1980 ortalarında IAAF kuralı değiştirerek ağırlık merkezini 4 cm öne aldı. Yeni ciritlerde yalnız negatif "fırlatma" momenti oluşur; bu nedenle ciritin ucu aşağı iner ve ciritin gittiği mesafe azalır.

1980 ortalarında Kaliforniya Üniversitesinden Mont Hubbard, bir seri test ve simülasyon yaparak ciritin havada gidişinin fiziğini inceledi. Ciritler yatayla 30° açı yaparak atılıyorlardı ve "hücum açıları" 7° idi; bir diğer deyişle cirit, ağırlık merkezinin havada aldığı yoldan daha dik yükseliyordu. Hücum açısı hem ciritin "kaldırma"sını (hareket yönüne dik), hem de "hava sürtünme"sini (hareket yönüne paralel), belirler. Bu kuvvetler ağırlık merkezine değil, "basınç merkezine" (kaldırma ve sürükleme kuvvetlerinin etki noktası) etki yaparlar. Basınç merkezi ağırlık merkezinin arkasındaysa "fırlatma momenti oluşur ve ciritin ucu aşağı yönelir; basınç merkezi ağırlık merkezinin önündeyse hücum açısı artar; ciritin ucu yuka-



Açılar: Salto, yatış ve burgu açıları. Salto açısı a1, uzayda sabit bir doğrultuya paraleldir. Burguda vücuda göre sabit bir a3 ekseni etrafında dönülür. Yana yatma, düşey salto düzlemiyle uzunlamasına eksen arasındaki açıdır (solda). Açısal moment: Düz saltonun önden ve yandan görünüşü. Solda yatış yok, sağda var. Salto ile yatışın birleşmesi açısal moment yaratır; bu moment yukarıdan bakışta açıkça bellidir. Açısal moment nedeniyle vücut baş ve ayaklardan geçen uzunlamasına eksen etrafında ters yönde burgu yapar (sağda).

rı yönelir. Eski (1984 öncesi) ciritlerde kaldırma ve direnç kuvvetleri görece sabit ise de "fırlatma momenti" ağırlık merkezinde ileri-geri gider.

Bir ciritin ileri atılabileceği uzaklık onun biçimine bağlıdır. Eski moda ciritlerin havada gidişinin ilk anlarında pozitif bir "fırlatma" momenti oluşur; bu nedenle cirit ağırlık merkezi etrafında döner ve hücum açısını arttırır. Ciritin havada gidişinin geç evrelerinde fırlatma momenti ters yönde etki yapar (negatif fırlatma momenti); bu nedenle hücum açısı azalır ve cirit aşağı yönelerek toprağa çarpar.

Kurallar değiştirilerek ağırlık merkezi 4 cm ileri alındığında erken evredeki "pozitif" fırlatma momenti tamamen kaybolur ve bu nedenle hücum açısı artmaz. Bu ise kaldırma kuvvetini azaltır; yolun sonunda yüksek kaldırma kuvvetleri oluşmaz. Yeni kurala göre yapılan ciritlerin ucu, hız vektörüne oranla aşağı iner. Bunun kesin sonucu, ciritin daha yakına düşmesidir. Bugün ciritler eski Olimpiyatlara göre 15 m daha yakına düşer.

Yeni ciritlerin iki üstünlüğü vardır: cirit çok uzağa gitmez ve toprağa önce ucu değer; bu tabii ki daha güvenlidir. Yeni kurallar atlete de kolaylık sağlar; "eski ciritler" atılış şekline çok duyarlıydı ve atarken yapılan küçük bir hata, ciritin 20 m daha yakına düşmesine neden olurdu. "Yeni ciritler" ise atıştan fazla etkilenmez; çünkü daima negatif "fırlatma" momentine sahiptirler.

Burgulu Saltoların Fiziği

1996 Atlanta Olimpiyatları'nın en unutulmaz anı, Ukraynalı jimnastikçi Lilia Podkapayeva'nın, karmaşık yer hareketlerinin bir parçası olarak öne doğru çift takladan sonra yarım burgu yapmasıydı. Podkapayeva bunun için (1O üzerinden 9.887 puan ve altın madalya aldı.

Bir jimnastikçi, her keresinde kurala uygun olarak yere basabilmek için ne yapmalıdır? Bu soruyu yanıtlamak için jimnastikçinin hareketlerini yere düşen bir kedininki ile kıyaslayalım. Ağaçtan yere düşen bir kedi daima dört ayağı üzerine düşer. Olimpiyat jimnastikçisi halkaları ve paralel barları bıraktıktan sonra burgusuz bir salto atar ve bir salto daha attıktan sonra aniden bir burgu hareketi yapar ve yere dengeli bir biçimde düşer. Kedi yere dört ayak üzerine düşmek için, düşerken ortaya çıkan umulmadık durumlara karşı manevralar yapar. Jimnastikçiyse istenen sayıda salto atabilmek ve burgu hareketi için önceden plan yapar.

Her hareket farklı olduğundan, düşme sırasındaki ayarlamalar, hareketi her an takip ederek yapılır. Kedi gibi jimnastikçi de gözleriyle algıladığı bilgiler ve iç kulağındaki denge ayar mekanizması sayesinde uzaydaki durumundan haberdar olur.

Kediler ve jimnastikçiler ayak basacakları yeri görebilecek şekilde manevra yaparlar. Kedi ayakları yukarı bakınca, yarım burgu yaparak onları aşağıya baktırır. Benzer olarak jimnastikçi de ineceği yeri görebilmek için ikinci saltoya bir burgu ekler. Jimnastikçi, manevra sayesinde düşüşünün ikinci yarısında ayak basacağı yeri daima görme alanı içinde tutar. İlk bakışta bir insanın havadayken vücudunu nasıl buracağını anlamak zordur.

Jimnastikçinin ve kedinin havada kayma hareketi, Newton'un 2. yasasına uyar. Kütleçekim kuvveti ağırlık merkezine sürekli olarak ivme verir; havadaki jimnastik hareketlerinde havanın sürtünme direnci yok sayılabilir. Ağırlık merkezinin ilk yeri ve hızı biliniyorsa, ondan sonraki hareketler tamamen belirlenebilir.

Ağırlık, ağırlık merkezine etki yaptığından, jimnastikçi havadayken moment yoktur. Bunun anlamı, açısal momentin düşüş boyunca sabit kaldığıdır. Açısal momentin değişmemesi, jimnastikçinin vücut şekli değişirken açısal hızı belirler. Açısal hızın büyüklüğü ve yönü, vücudün eylemsizlik momentine ve kol ve bacak hareketlerinin açısal momentine bağlıdır. Böylece doğrusal hız belirlendikten sonra, açısal hız, açısal momentin sabitliğini bozmayacak şekilde değişebilir.



Asimetrik kol hareketlerinin burgu ve eğilme yapışı. Üst sıra: Açısal moment yoksa asimetrik kol hareketleri vücudun aksi yönde eğilmesine neden olur. Alt sıra: Salto sırasında asimetrik kol hareketleri önce eğilme ve sonra burgu yaratır (solda). Kalça hareketlerinin burgu ve eğilme yapışı. üst sıra: Açısal momenti sıfır olan jimnastikçinin gövdeyi yana büküşü. Alt sıra: Salto sırasında asimetrik kalça hareketleri önce eğilme ve sonra burguya neden olur (sağda).

Açısal Momentin Rolü

1894'de Fransız buluşçu Etienne-Jules Marey bir dizi kamerayla, sırtı yere dönük olarak havaya fırlatılan bir kedinin peşpeşe fotoğraflarını çekti. Kedi düşerken bir yarım burgu hareketi yaparak dört ayağı üzerine düşüyordu. Kedinin düşerken açısal momenti yoktu ve yarım burgu sırasında da açısal momenti sıfır olarak kaldı. Peki, o zaman kedi nasıl oldu da burgu hareketi yapabildi? Bazıları bunu kedinin üst yarısının alt yarısına göre burulmasına bağlarlar. Bazı kediler, inecekleri yeri erkenden görmek için bunu yapabilirse de, omurgayı burmak burgu hareketine fazla katkıda bulunmaz.

Bu gibi deneylerde kedi, ayakları yukarı bakacak şekilde ve omurgası öne eğilmiş olarak durur; yere atılınca kedi bir yana bükülür, sırtını kamburlaştırır, sonra öteki yana bükülür ve nihayet öne eğilir. Bu hula-hup hareketinin açısal bir momenti vardır; açısal momenti sıfırlamak için tüm beden, karşıt yönde dönüş yapar.

Salto, Yatma, Burgu

Jimnastikçinin dönme hareketi salto, yan yatma ve burgu olarak bilinen üç dönüş açısıyla belirlenir. Basitleştirmek için jimnastikçinin yatay bir eksen etrafında salto attığını ve bu nedenle açısal moment vektörünün yatay olduğunu varsayalım. Jimnastikçi öne veya arkaya dönme yapar; bu dönüş, ağırlık merkezinden geçen ve uzayda sabit olan ekseni etrafındadır. Jimnastikçi, baş ve ayaklardan geçen uzunlamasına a3 ekseni etrafında sola veya sağa burgu yapabilir. Jimnastikçinin eylemsizlik momenti, vücutla beraber hareket eder ve bu eksen etrafında minimumdur.

Yan yatma açısı, vücudun burulma ekseniyle açısal moment vektörüne dik olan dikey salto düzlemi arasındaki açıdır.

Salto atmak için jimnastikçi, atlamadan önce açısal bir moment yaratmak zorundadır. Paralel barda jimnastikçi, çubuk etrafında büyük dairelerde sallanarak bu momenti sağlar. Bedenini dairenin en alt noktasına yakınken bükerek ve en yüksek noktasına yakınken gererek hızlanır. Sonra vücudu yatayken ve açısal momenti en büyükken çubuğu bırakır. Sıfır açısal momentin sınırları içinde kalarak hareket etmek zorunda olan düşen kedi örneğinin aksine, jimnastikçi açısal momentini sabit tutarak birçok manevra yapabilir.

Yan yatmanın salto üzerindeki etkisini anlamak için jimnastikçilerin bilgisayar modeline bakmak gerekir. Sol sayfadaki ikinci şekilde, öne salto atan jimnastikçi önden ve arkadan görünüyor. Üstten bakış başın öne, bacakların arkaya gittiğini gösteriyor. Baş ve ayaklar aynı çizgi üzerinde olduğundan "basit" saltoda saat yönünde veya bunun tersi yönde moment olmaz.

Aynı şeklin sağında, jimnastikçinin saltodan sonra uygun kol ve bacak hareketleriyle vücudunu salto düzlemine göre yana yatırdığı görülüyor. Tepeden bakıldığında, baş ve ayakların aynı çizgi üzerinde olmadığı görülür; bu nedenle jimnastikçinin saat yönünde momenti olduğu açıktır. Toplam açısal moment sıfır olmak zorunda olduğundan, jimnastikçi saat yönündeki momenti sıfırlamak için sola burgu yapmalıdır. Bir diğer deyişle jimnastikçi havadayken yana doğru yatarak saltoya burgu ekleyebilir. Dahası, jimnastikçi yan yatışa son vererek düşey salto düzlemine gelene kadar burgu yapmaya devam edebilir.

Eğilme İçin Asimetrik Kol Hareketleri

Jimnastikçi bulunduğu zeminden ayrıldıktan sonra uygun kol ve bacak hareketleriyle vücudunu yana doğru yatırır ve böylece burgu sağlar. Jimnastikçi yatık duruma gelmek için kol ve bacaklarını asimetrik olarak hareket ettirir.

Yukarıdaki şekillerin sol tarafında, üst sıra jimnastikçinin açısal momenti olmadığı bir sırada (trampolinde yukarı aşağı zıplarken) sol kolunu kaldırıp sağ kolunu indirdiğini gösteriyor. Bu saatin tersi yönündeki kol hareketi, açısal bir moment yaratır, bu nedenle vücut bunun tersi yönünde rotasyon yaparak (saat yönünde eğilerek) toplam açısal momenti sıfırlar. Alt sıradaysa jimnastikçi salto sırasında aynı kol ve bacak hareketlerini yapınca ne olduğunu gösteriyor. Yine yana yatma oluşur; fakat ayrıca jimnastikçi açısal momenti sabit tutmak için burguyu hızlandırır. Benzer olarak asimetrik kol hareketleri eğilmeyi kaldırmak ve burguyu sonlandırmak için kullanılabilir.

Tramplen atlamadaysa, sporcular trampleni terkettikten sonra asimetrik kol hareketleri yaparak burgu sağlarlar ve burgu sırasında bir ellerini başları üzerinde tutmaya devam ederler. Öne salto atan sporcular 1, 2, 3, ve 4 burgu yaparak suya dalmadan önce su yüzeyini görürler. Ters salto atanlarsa aynı nedenle yarım, bir tam bir yarım, iki tam bir yarım, ve üç tam bir yarım burgu yaparlar.

Düz salto atarak dalanlar, dalışın sonlarına doğru kol hareketlerini tersine çevirerek eğilmeyi düzeltirler ve suya dikey dalabilirler. Ters saltoyla dalışlarda kolların durumu (bir kol yukarıda, bir kol aşağıda) burgu sırasında tersine çevrilmelidir. Bu hareket sırasında sporcu kollarını vücuda yakın tutarak eğilme açısının ve burgu hızının etkilenmesini önler. Burgunun bitmesine yakın, doğru kol başın üzerindeyken aşağıdaki kolu yukarı kaldırmak ve yukarıdaki kolu aşağı indirmekle eğilme kolayca düzeltilebilir.

1970'lerde Teksas Üniversitesi'nden C. Frolich ve Moskova Pedagoji Enstitüsü'nden asimetrik kol-bacak hareketlerinin öne salto sırasında neden burgu oluşturduğunu teorik olarak açıkladılar. 1980'lerde Pennsylvania Üniversitesi'nden N. Pike, öne dalışta burgu oluşmasını bilgisayarda taklit etti. Brüksel Özgür Üniversitesi'nden B. van Gweluche, ters saltoda tam burgu oluşmasını bilgisayar simülasyonuyla gösterdi.

Asimetrik Kalça Hareketleriyle Burgu

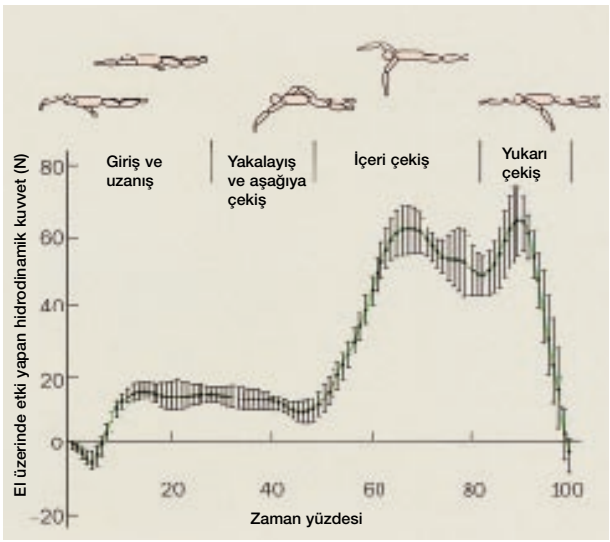
Yer jimnastikçileri, havada akrobasi yapanlar ve tramplenden atlayanlar kalça hareketleriyle yana yatış oluşturabilirler. Bunun için vücut, kalçalardan öne bükülür ve düz salto atarken asimetrik olarak düzleştirilir. Öne bükülmüş vücut düzleştirilirken, kalça yana bükülür. Sağ taraftaki şekildeyse, üst sırada jimnastikçinin açısal momenti yokken kalça hareketi yapmasını gösteriyor. Yana bükülme üst sıranın 4. ve 5. resimlerinde görülüyor. Bu noktada burgu ekseni-eylemsizlik momentinin minimum olduğu başlıca eksen-bacaklara paraleldir ve dikey doğrultudan uzaklaşacak şekilde eğilme yapmıştır. Gövde düz hale getirilince eğilme kaybolur; çünkü çok az burgu oluşmuştur ve vücut hala öne bakmaktadır.

Burgu Tekniklerinin Analizi

Burgu hareketleri için bir bilgisayar modeli geliştirildi. Model, 10 eklemle birleştirilmiş 11 vücut parçası içerir: Dirsekler, omuzlar, dizler, kalçalar ve omurgada iki eklem. Modelin parametreleri kütle, ağırlık merkezinin yeri ve vücut kısmının başlıca eylemsizlik modelleridir.

Bir jimnastik hareketinin simülasyonunu yapmak için açısal momenti, vücudun başlangıçtaki durumunu ve her eklemin hareketlerinin zamanla ilişkisini bilmemiz gerekir. Bilgisayar programı, üç yön açısının açısal momentin sabitliğine bağlı denklemlerini çözer. Sonra program bu değişme hızlarını kullanarak salto, yana yatış ve burgu açılarını zamanın fonksiyonu olarak gösterir.

30 yıl kadar önce trampolin hareketlerinin en karmaşığı, burgulu çift saltoydu. Bugünse üçlü salto olağan sayılıyor. 1986 dünya jimnastik şampiyonu Rus İgon Galimbatovski ve



Öne krol sırasında basınç ölçmeleri: Ele etki yapan hidrodinamik kuvvet beş tam krol kulacının ortalaması olarak verilmiştir. Üstteki resimler kulaç atmak sırasında kol hareketlerini gösteriyor. Maksimum kuvvet kulacın sonuna doğru kol aşağı ve yukarı giderken oluşur.



1999 dünya jimnastik şampiyonu İngiliz Daniel Neil, on hünerli trampolin yarışmalarında beşer adet üçlü saltoyla dünya rekorunu paylaştılar.

Yüzmede Hidrodinamiğin Rolü

Yüzme yarışlarında atletler iki kuvvetin etkisindedirler. Suyun yüzücüye gösterdiği direnç ve yüzücünün sağladığı ilerleme gücü. Su havadan 800-1000 kat daha yoğun olduğundan su sporlarında direnç, havadan daha büyük rol oynar. Yüzücüler direnci azaltmaya ve ilerleme gücünü arttırmaya çalışırlar.

Yüzmede direnci, yüzücünün hacmi ve vücut biçimi, örneğin hareket doğrultusuna göre gövde, kol ve bacakların durumu etkiler.

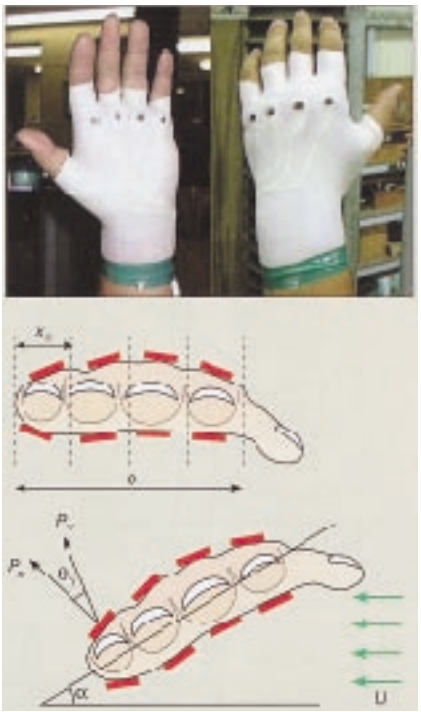
Suda üç türlü direnç vardır: Biçim direnci, dalga direnci ve yüzey direnci. Genellikle bunlardan en önemlisi biçim direncidir. Bu, yüzücünün ön ve arka yarısındaki basınç farkından doğar. Biçim direncinin büyüklüğü, yüzücünün hacim, biçim ve hızına ve yüzücü vücudunun suya göre aldığı doğrultuya bağlıdır.

Dalga direnci, yüzücünün su yüzeyine yakın yüzerken oluşturduğu dalgalara bağlıdır. Yüzücünün vücudu suya kuvvet uyguladığında dalgalar oluşur; bu dalgalar yüzücüyü

yavaşlatıcı bir etki yapar. Yüzey direnci, yüzücüyü en az etkileyen dirençtir. Bu direnç suyun yüzücünün vücut yüzeyi boyunca akmasından doğar. Yüzey direnci suyun vücuda göre hızına, vücut yüzeyine ve yüzeyin pürüzsüz oluşuna bağlıdır.

Suyun direncinin yüzmeye etkisi 1900'lerden beri inceleniyor. 1905'de İskandinavyalı fizyolog R. Du Bois Raymond bir gölde birçok yüzücüyü bir kayıkla çekerek bir dinamometreyle suyun yüzücüye gösterdiği direnci ölçtü. Yüzücüler yüzme hareketleri yapmadan hareketsiz duruyorlardı. Bu nedenle ölçülen direnç pasif dirençti; bu direnç yüzen bir yüzücüye karşı suyun gösterdiği aktif direnci yansıtmaz. Aktif direnç biçim, dalga ve yüzey dirençlerinin toplamıdır. Bu direnç ölçme, yüzücü yüzerken, onun yüzme hareketlerine engel olmadan yapılmalıdır. Bunu yapmak için iyi bir yöntem bulunamamıştır; bu nedenle bu alandaki ilerlemeler yavaştır.

Son 25 yılda aktif direnç dolaylı yöntemlerle ölçülmeye çalışıldı. Amsterdam Özgür Üniversitesinden S. Kolmogorov aktif direnç ve hızı, yüzücüye bağlı mekanik cihazlarla veya yüzücünün ittiği kısa küreklerle ölçmeye çalıştılar. Sonuçlar saniyede metre ve newton olarak ifade edildi. Her çalışma farklı hızlarda yüzen farklı yüzücülerde yapıldığından kıyıslama olanaksızdı. Bu nedenle yüzücünün hacminden etkilenmeyen direnç katsayısı bulundu.



Basınç ölçülmesi: a) Elin önüne ve arkasına konulan 8 basınçölçerin fotoğrafı. b) Her basınçölçer, n_1 yüzeyine dik P_n basıncını ölçer.

Dalga Direnci

Dalga direnci, yüzücü hava-su temas yüzeyine yakın yüzerken olur. Bu direnci azaltmak için yüzücü gövdesi suyun altında olarak yüzmelidir. Bu nedenledir ki bazı yüzücüler sırtüstü ve kelebek stili yüzmelerde ilk dalıştan sonra 30 m. su altında yüzerler. Son zamanlarda bu mesafe FINA (Uluslararası Yüzme Birliği) tarafından 15 m'ye indirildi. Yüzücü yüzeye yaklaştıkça dalga direnci artar.

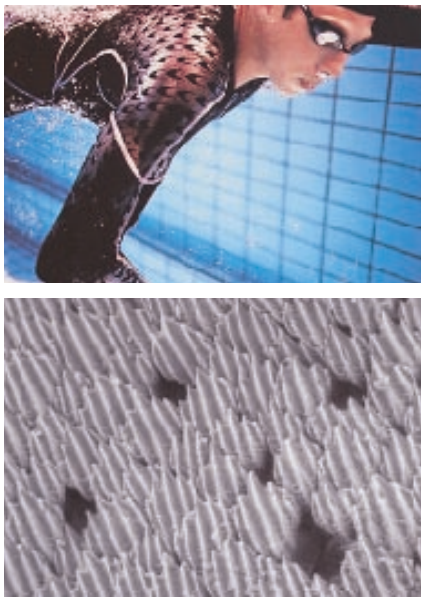
Son zamanlarda Japonya'da Mie Üniversitesinden Y. Shimizu ekibi bir yüzücü modeli kullanarak "direnç arttırma faktörü"nün derinliğe bağlı olduğunu gösterdi. Bu deneyde derinlik su yüzeyinden modelin omurgası üzerinde kürek kemiklerine yakın bir noktada incelendi. 0.5 m/saniye ile 1.6 m/saniye gibi düşük hızlarda direnç katsayısı, yüzeyde derinlikten daha azdır. Fakat 1.9-2m/saniye gibi hızlarda direnç katsayısı yüzeyde derinlerden daha fazladır.

Geçen yıl Perth'deki Batı Avustralya Üniversitesi'nden B. Blanksby erkek şampiyonların 100 m serbest yüzüşte 1.9 m/saniye hızını aştıklarında yüzeydeki direncin derine göre % 10-15 daha fazla olduğunu buldular. Daha önce 1975'de Amsterdam Beden Eğitimi Akademisinden L. Jiskoot 1.5 - 1.9 m/saniye kayma hızlarında direncin 0.6 m derinde yüzeye göre daha fazla olduğunu gösterdiler. Bu sonuca göre yüzücüler su altı hızları yüzey hızlarından büyük olduğu sürece su altında yüzmelidir.

Köpek Balığı Derisinden Mayolar ve Yüzey Direnci

Yüzey direncinin toplam dirençteki payı azdır; fakat 1/100 saniyenin altın madalyayı belirlediği bir yarışmada yüzeydeki sürtünme direnci önemlidir.

Bu yıl Sydney Olimpiyatlarında birçok yüzücü, sürtünme direncini en aza indirecek yeni mayolar giydiler.



Köpekbalığı derisi mayo a) Köpek balığı derisinin U biçimi şeritlerini taklit eden yeni tüm vücut mayosu. Bu şeritler girdaplar oluşturarak suyu vücuda yaklaştırır ve bu yolla suyun yüzücüye gösterdiği direnci azaltır. b) Köpek balığı derisinin taramalı elektron mikroskobunda görünüşü

Bu mayo yüzücüde olabildiğince geniş bir yüzeyi kaplar ve vücuda sımsıkı yapışır. Kumaş dikey reçine şeritleri üstüne köpek balığı derisinin özelliklerini taşıyan bir dokumadan ibarettir.

Köpek balıkları üzerinde taramalı elektron mikroskobunca yapılan incelemelerde, derinin şeritler içerdiği bulunmuştur. Şeritler, dikey su girdapları veya su spiralleri oluşturarak suyu yüzücünün vücuduna daha çok yapıştırır ve suyun yüzmeye karşı direncini azaltır; buna Ribblet etkisi deniyor. Ribblet deri araştırmaları, NASA'nın Langley Araştırma Merkezi'nde yapıldı ve 1987 Amerika kupasını kazanan "Yıldızlar ve Şeritler" (ABD bayrağının sembolü) yatında kullanıldı.

Son 10 yılda araştırmacılar, bu kavramın mayolara uygulanabilmesi üzerinde çalıştılar. Yeni lifler ve yeni dokuma teknikleri sayesinde bu tip mayolar yapılabildi. Butün vücuda giyilen bu tip mayolar, yüzücünün vücudunu suya en az direnç gösterecek hale getirir. Bu tip mayoları yapan Speede firması, bu mayoların diğer mayo tiplerine oranla sürtünme direncini %8 daha azalttığını gösterdi.

Çeviri: Selçuk Alsan

Kaynaklar
Haake, S., Physics, "Technology and the Olympics", *Physics World*, Eylül 2000
Yeadon, F., "The Physics of Twisting Somersaults", *Physics World*, Eylül 2000
Sanders, R., Takagi, Hidegi, "Hydrodynamics Makes a Splash", *Physics World*, Eylül 2000



Bir Zamanlar Tıp

İnsanın genetik haritasının ortaya konması günümüz tıbbının en ileri atılımlarından biridir kuşkusuz. Bugüne değin çaresi bulunamayan birçok hastalığa genetik kodlarımız yardımıyla çareler üretebileceğimiz düşüncesi bile insanı heyecanlandırmaya yetiyor. Tıbbın çok değil, birkaç yüzyıl önceki durumunu hatırlayarak ne kadar büyük bir iş başarıldığını anlayabiliriz. Bu yazı günümüzden binlerce yıl önce başlayan tıbbın öyküsü olacak. Bir anlamda insanı iyi etmeye çalışan insanların öyküsü olacak…

MİLET'in güneyinde, Kos Adası olarak bilinen yerde Apollon'un oğlu hekimlik tanrısı Asklepios'un tapınağı yükselir. Porsuk ağaçlarıyla çamlar onun çevresinde bir gölgelik ve esrar perdesi oluştururlar sanki. Ortada, sıra sıra sütunlar dizisinin ortasında tapınak vardır. İçinde, zeytin ağacından yapılma bir eski bir heykel ki, bu Asklepios'tur. Kutsal hücrenin yakınında bekleme odası bulunur. Hastalar, tanrının kendilerine iyileşme çaresini düşlerinde göstereceği umuduyla geceyi orada geçirirler. Ayrıca hastaların düşlerini yorumlayacak rahiplerin konutları da buradadır. Muayene işi çok eski ve hiç değişmeyen bir ayin yöntemine göre yapılır. Hasta o yakınlardaki bir pınarda temizlenip arındıktan sonra tapınağa girer ve Asklepios'a getirdiği sunguyu armağan sunağının üzerine koyar. Bu armağan genellikle değeri fazla olmayan küçük bir şeydir. Asklepios yoksulların tanrısıdır, bir tabak un, birkaç çörek, biraz bal yeterlidir. Geceleyin bir rahip, yanında sepetleri taşıyan birisi de bulunduğu halde tapınak görevlilerinin karınlarını doyurmasına yarayacak bu sunguları toplar. Üzerleri boşalan sunakların



Kos Adası'ndaki Asklepion Tapınağı kalıntıları

önünde uyanan hasta, Asklepios'un sungularını kabul ettiğini düşünür. Bundan sonra hastalar tonozlu, uzun ve karanlık bir salona geçerler. Ot yataklarda yatarak geceyi burada geçirirler. Böylesine bir ortama geldiklerinden beri şaşkınlık içinde olan insanlar, karanlık salonda düş güçlerinin de yardımıyla geceleyin Asklepios tarafından ziyaret edildiklerine ve hastalıklarına çare bulduklarına inanırlar. Sabah olduğunda tapınağın rahiplerine gördükleri düşleri anlatırlar, onlar da hastalara yol gösterir. İyileşen, dermansız dertlerine çare bulunan insanların öyküleri anlatılır. Sözgelimi göbekli bir adam rahibe şunları anlatır: "İyi uyku uyuyamıyorum, başım da ağrıyor hep. Bu gece Asklepios'u gördüm. Benimle alay etti galiba… Birkaç kez elense çektirdi, sonra zorla koca bir kase su içirdi bana…." Rahibin kılı bile kıpır-



M.Ö. 2. yüzyılda Yunanların kullandığı ameliyat aletleri

damaz ama gözleri parlar. "Tanrının yanıtı apaçık." der. "Bundan böyle evinde bir testi Phaleiron şarabıyla kalmak yerine gidip spor yapacaksın. Susadığın zaman da şarap yerine yalnız su içeceksin."

Bir başka hasta sedyede yatmaktadır. Birkaç ay önce göğsünün tam ortasına bir ok saplanmış. Ölmemiş ama o gün bugündür cerahat tükürür olmuş. O da Asklepios'u görmüş ama tanrı çok korkutmuş onu. Bir bıçak alıp göğsünü yarmış, okun içerde kalan ucunu çıkarmış. Rahip başını sallar. Bu çetin bir olgudur ama Asklepios'un öğüdü de apaçıktır: Bir ameliyat yapmak gerekecektir. Tapınakta hastabakıcılık yapan görevliler hastayı cerrahi aletlerin bulunduğu salona götürmüşlerdir bile; muayene bittikten sonra ameliyat yapılacaktır.



Hipokrat

Ünlü hekim Hipokrat, bu tapınağın bulunduğu Kos Adası'nda MÖ 460 yılında dünyaya geldi. Babası ve dedesi de bu tapınakta doktorluk uğraşı içindeydi. Baba tarafından Asklepios'un on yedinci kuşaktan, anne tarafından da ünlü kahraman Herakles'in yirminci kuşaktan torunu olduğu söyleniyor. Asklepios'a hizmet soydan geçme olduğundan diğer akrabaları gibi hem rahip hem hekim oldu. Çocukların okulu bıraktıkları yaş olan 13 yaşındayken yapılan bir törenle tapınağa kabul edildi. Tapınaktaki törenlere katılıyordu. Eğer hastalar evlerinden çıkıp tapınağa gelemeyecek kadar hastaysalar babasının ve büyükbabasının yanında hasta muayenelerine gidiyordu. MÖ 5. yüzyılda hekimler tüm yaşamlarını tapınakta kapalı olarak geçirmiyorlardı. Çoğu kez rahipliği bırakıp gezici hekimler olarak kentten kente dolaşıyorlardı. Genç Hipokrat da böyle yapacaktı. İnsanı inceleyip en uygun ilacı vermekte ustaydı. Makedonya kralını ve Abdera'lı filozof Demokritos'u iyi ettiği biliniyor. Ünü arttıkça gerçek yaşamına söylenceler de karışmaya başlamıştı. Bunlardan biri Atina'yla Sparta arasında çıkan bir savaşla ilgilidir. Savaş sırasında Atina'da veba salgını baş göstermişti. Birçok insan bu hastalığın pençesindeydi. Hipokrat yanında birçok öğrencisiyle birlikte, önü sıra bu afeti kovarak koşup geldi. Yolda bir şeyin farkına vardı: Demirciler ve ateşten yararlananlar hastalığa tutulmuyorlardı. Bunun üzerine dört yol ağızlarında büyük odun ateşleri yaktırarak havayı temizletti, miyazmaları yok etti. Hastalık da önlendi.

Gerçekteyse Atina'daki veba, çiçek salgınıydı. Odun ateşi de bunu durduracak güçte değildi. Bir başka gerçek de Hipokrat'ın Atina'ya hiçbir zaman gitmemiş olması. Fakat ünü o kadar büyüktü ki söylenceler ona birtakım mucizeler yüklemişti. Hipokrat'ın yaşamıysa efsaneden uzak, sade ama dönemin tıbbi yöntemlerine dayanan bir çalışmayla geçiyordu. İşlek bir pazar yerinin kurulduğu küçük bir kasabadaydı muayenehanesi. Geleneğe uygun olarak kapının üzerindeki lento denen atkı taşına hekimlerin tabelası oyulmuştu. Bir hacamat şişesiydi bu ve yoldan gelip geçenlere içeride ne yapıldığını anlatıyordu.

Kapı büyük bir odaya açılıyordu; hekim, muayenelerini burada yapıyordu. Pencerenin yanında biri hekim biri de hasta için olmak üzere iki iskemle vardı. Bunların hemen yanıbaşında yaraları yıkamak için kullanılacak suyun konacağı büyük bronz leğen bulunmaktaydı. Aletler duvara oyulmuş dolapların içine yerleştirilmişti. Cerrahi dolabında düz ve eğri bistüriler, hacamat için deriyi çizmekte kullanılan neşterler, dişçi kerpetenleri gibi aletler yer alıyordu. Buradaki en etkileyici aygıt kırıkları ve çıkıkları gidermeye yarayan makinedir. Tarlalarda kullanılan çiftçi tırmıkları kadar büyük, tahtadan bir çeşit karyoladır bu. Her iki ucunda birer çıkrık vardı. Birisi bacağı çekmeye diğeriyse kırık kemiğin parçalarını yerine koymadan önce birbirlerinden ayırırken hastayı yerinde tutmaya yarıyordu. Bu aleti kullanmak için dört kişi gerekiyordu.



Kolu çıkan bir hastanın tedavisi

Hipokrat, hastaların yalnızca fiziki tedavisiyle de değil onların ruhsal tedavisiyle de ilgileniyordu. Ona göre doktor hastaya her yönden rahatlık vermeliydi. Hipokrat koyduğu birçok ilkeyle de gelecek kuşak doktorları en çok etkileyen, söylencesel bir doktor olarak öldüğünde oldukça yaşlıydı. Birçok öğrenci yetiştirmişti. Söylenceye göre mezarının üzerinde arılar yuva yapmıştı ve ürettikleri bal da çocuklardaki pamukçuk hastalığına iyi geliyordu. Tıbbı, tanrıların elinden alıp doktorların bilimsel bir biçimde uygulamaya başlamasını sağlayan kişidir Hipokrat. Bu anlamda tıbbın babası adını hak eder.

Hippokrat'ın gerçekleştirdiği büyük bir atılım olsa da aslında bilim hep ağır aksak yürümüştü eski çağlarda. Tıp da bundan nasibini aldı elbette. Bin beş yüz yıl boyunca Avrupalı hekimlerin temel bilgi kaynağı insan vücudu olmadı. Bunun yerine eski Yunan doktorlarının çalışmalarını temel almışlardı. "Bilgi", bilimin önünde bir engel haline gelmişti. Klasik kaynak, bağnazca saygı duyulan bir engeldi.

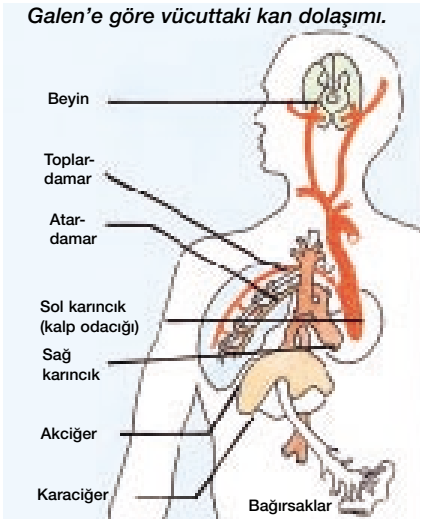
Bütün bilimsel yazılar arasında, Aristo ve Batlamyus hariç, hiçbiri Galen'inkiler kadar etkileyici olmamıştır. Yunanlı bir ailenin oğlu olan Galen (Kalinos) on beş yaşında eczacılık öğrenmeye başlamıştı. Yirmi yaşına kadar İzmir ve İskenderiye'de bilim adamlarıyla birlikte çalıştıktan sonra gladyatörlerin doktorluğunu yapmak üzere doğduğu kent olan Bergama'ya döndü. Kadavraların incelenmek amacıyla kullanılmalarının yasak olduğu bir dönemde, gladyatörlerin yaralarını inceleyerek bir şeyler öğrenme şansına sahipti.

Roma'ya taşındığında bazı yüksek düzeydeki hastaları iyileştirdi. Bu sırada tıp alanında dersler de veriyordu; bir süre sonra imparator Marcus Aerilius ve oğlu Commodus'un resmi doktoru unvanını aldı. Galen, eskiçağdaki yazarların en verimlilerinden biriydi. Anatomi, psikoloji, hitabet, gramer, drama ve felsefe alanında beş yüz kadar yapıt verdiği söylenir. Kendi çalışmalarının düzeniyle ilgili bir çalışması da dahil olmak üzere yüz kadar yapıtı halen mevcuttur.

Galen'in yazıları uzun olmalarına karşın, şanslı rastlantılarla kendinden sonraki kuşaklara kalmış ve onları etkilemiştir. Kendinden önce gelen tıp bilginlerinin çalışmalarını toplamış ve düzenlemiştir. Tıbbi işlemlere yönelik kendi felsefesini geliştirmiştir. Bilimin kümülatif olduğunu düşünüyordu, ilerlemekte olan bir doktor, Hippokrat ve daha önce gelen bütün otoriteleri öğrenmeliydi. Ona göre tıbbın kuşkucu yapısı, Roma'nın ülkelere dağılan yollarına benziyordu. Ataları vahşi doğada ilk yolları açmışlar, sonra gelen kuşaklar da yollara köprüler kurarak bunlara bir şeyler eklemişlerdi. Galen meslektaşlarını, deneyim edinirken "kendilerini hastalarını iyi edecek bilgi birikimine odaklama" konusunda uyarıyordu. Kalp atışları üzerinde özellikle durmuş ve damarlarda başkalarının düşündüğü gibi hava değil, kan dolaştığını göstermişti. Tanı konusunda çok başarılı olduğu biliniyordu. En etkileyici çalışması yedi yüz sayfalık "Bedenin Parçalarının Yararları Üzerine" adlı yapıtıdır. Bu yapıtında tüm organların yapısın ve işleyişini anlatır. İlk kitabı olan "El"de şunları yazar:



"İnsan tüm hayvanlar içinde en akıllı varlıktır ve eller akıllı bir hayvanın sahip olabileceği en uygun organdır. Anaksagoras'ın dediği gibi insan elleri olduğu için en akıllı değil, tersine Aristo'nun dediği gibi en akıllı olduğu için elleri olan varlıktır. İnsanın sanatta başarılı olmasının nedeni elleri olması değildir. Eller birer araçtır, müzisyenin enstrümanı ya da demircinin maşası gibi… Her ruhun atıl bir kapasitesi vardır; ama bunu eyleme dönüştürecek cihazlar olmadıkça, doğanın verdiği yetenek atıl kalmaya mahkumdur."



Galen'e göre vücuttaki kan dolaşımı.

Şöyle diyordu Galen: "Eğer biri doğadaki olayları gözlemlemek istiyorsa anatomi kitaplarına değil, kendi gördüklerine inanmalı…ama yalnızca okumakla yetindiği sürece tüm eski anatomistlere inanmaya daha eğilimli olur."

Tarihin bilinen akışı içinde Galen'in kitapları kabul gören yapıtlar düzeyine gelirken kendi kişiliği unutulmuştu. Galenizm yüzyıllar boyunca doktorların egemen dogması oldu. Yunanca yazdığı için ilk etkilediği yerler İskenderiye, Roma İmparatorluğu'nun doğu uçları ve komşu müslüman devletler olmuştu. Müslüman dünyası onun yapıtlarını Arapça'ya çevirdi ve kendine örnek aldı; öyle ki İbn-i Sina için İslam'ın Galen'i tanımlamasını yapacak kadar yüceltmişti.

Galen'in ünü yüzyıllar boyunca sürdü. Rönesans'ın en çağcıl tıp profesörleri bile insan bedeni imajını Galen'in yapıtlarında aramışlardı. Ancak, Galen'in anlattıklarının çoğunu hiçbir zaman görmediği şeyler oluşturuyordu. Bin beş yüz yıl boyunca onun sözleri insan anatomisi için temel alındıysa da Galen bir kadavrayla hiç çalışmamıştı. Kendi verdiği bilgilere göre yalnızca iki kez vücudun iskelet yapısını inceleyebilmişti. Bunlardan biri etleri kuşlar tarafından yenmiş, diğeri de nehirde boğulmuş iki cesetti. Romalı yetkililer o dönemde insan vücudunu incelemek amacıyla da olsa parçalamayı yasakladığından, dış anatomi için maymunlara, iç anatomi için de domuzlara başvuruluyordu. İnsana en çok benzeyen hayvanlardaki bulguların insanda da olacağı varsayılıyordu. Anatomi bilgilerinin kaynağı olarak Galen'in verilerini seçen sonraki kuşak doktorlar, bu hatadan etkilendiler. Böylesi işleri kolaylaştırıyordu.



Ortaçağ İslam dünyası da bedenin incelenmesini kesinlikle yasaklamıştı. Yedinci ve on ikinci yüzyıllar arasında müslüman doktorların bilgisi de Galen'in bilgisinden fazla değildi. En iyi müslüman doktorlar Galen'in hatalarının bir kısmını düzelttilerse de, bu kendi incelemelerinin sonucu değil bir rastlantı sonucu olmuştu. On ikinci yüzyılın başında Mısır'da gezen uzman bir Arap doktor bir toprak kayması sonucu ortaya çıkmış iskeletlere rastlamıştı. Bu iskeletleri inceledikten sonra Galen'in açıklamalarındaki hataları düzeltme gereği duydu.

İslam dünyası aslında büyük hekimlere alışıktı. Avrupa'da Avicenna adıyla bilinen İbn-i Sina yaşamış en büyük bilim adamlarından biriydi ve iki yüz yetmiş kitap yazmıştı. Kitaplarının en önemlilerinden biri olan Kanun, Avrupa'da tıp eğitiminde 17. yüzyıla değin kullanıldı. Bir başka ünlü islam hekimi olarak Ebubekir Razi'yi göstermek mümkün. Razi tıpla olduğu kadar simyayla da ilgiliydi. Simyacıların yaptığı büyü ve tılsımların gerçek olmadığını söylüyordu. Onun simyada ilgilendiği şey işin deneysel yanıydı. Razi'nin simya ve tıbbı birleştirip hastalıklara kimyasal çözümler bulma çabaları batılı başka bir hekimi Paracelsus'u çağrıştırıyor aslında. Dinsel öğretileri, dogmaları sorgulayan, dik başlı denecek kadar doğru bildiklerinin üzerine giden hekimlerdi onlar. Önce Rey kentindeki hastaneye başhekim atanan Razi, sonraları Bağdat'taki hastanede başhekimlik yaptı. Yunan, Hint, Çin bilimlerini anlattığı El-Havi adlı kitabı onun en önemli yapıtı sayılır.

16. yüzyıl Avrupası'nda insan anatomisi kimsenin hakkında temel bilgi-

ler bulamadığı bir konuydu. Avrupa'da insan anatomisinin incelenmesi, çok özel bir konu olarak görülmüş ve çok güçlü, ender ve saygı gören bir meslek olarak kabul edilmişti. Bu alandaki bilgiler, kendilerini "kentli doktorlar" diye adlandıran kişilerin elindeydi. Sahip oldukları bilgiler, bilimsel dillerde (Yunanca, Latince ve Arapça) yazılı olarak bulunuyordu. Vücuda yapılan müdahaleler ve ameliyatlarsa kasaplık mesleğine daha yakın olan ve bazen de "barbar cerrahlar" olarak anılan başka insanların işiydi.



1300 yılına dek, insan bedeni anatominin öğrenilmesi ve öğretilmesi için kullanılmamıştı. O günlerde bir kadavranın kesilmesi hiç de hoş bir iş olarak görülmüyordu. Soğutma sistemi olmadığı için kesilecek parçalara ilk önce bozulacak parçalardan, sözgelimi karın boşluğu ve göğüsten başlayarak kafa ve diğer uzuvlara geçiliyordu. "Anatomi" olarak anılan ameliyat genellikle dört gün ve dört gece sürer ve kapalı kapılar ardında gizlilikle yapılırdı. Çok eski basımlı anatomi kitaplarındaki resimlerde, pelerin ve şapka giymiş, cathedra denen ve tahtı andıran sandalyesinde oturan bir doktoru, tahta bir masaya yatırılmış bedeni kesen "barbar cerrahı" ve vücudun bölümlerini göstermek için bir değnek yardımıyla açıklamaları yapan kişiyi görebiliriz. Doktorun elinde de büyük olasılıkla Galen'e ya da İbni Sina'ya ait bir kitap vardır.

Tıp bölünmüş bir dünyaydı. Bedenlerle ilgili kitaplar, deneyimlerden gelen bilgilerle dolu bir dünyaydı. Mesleğin oldukça az sayıda üyesi vardı. 15. yüzyıla kadar akademik dilleri öğrenmek ve tıp konusunda bilgili bir uzmanın öğrencisi olmak isteyen herhangi bir doktor, geleneksel inançla ve kabullenilmiş dogmalarla bir hayli zaman yitirirdi.

1493-1541 yılları arasında yaşamış olan Paracelsus, hayatı boyunca bir şarlatan olarak tanınmıştı. Kopernik'in mutlak simetrik evren inancı onu Kopernikçi düşünceye sevketmişti. Benzer şekilde, insan bedenindeki kusursuz düzen de onu büyülemişti.

Paracelsus takma adlı bu adam, gizemli biri olarak bilinir. Bu, onun kendini mesleğinin genel çizgilerine ters düşen çalışmalar yapan romalı büyük tıp otoritesi Celsus ile bir tutulmasından kaynaklanmaktadır. Gerçek adı Theophrastus Philippus Aurelus Bombastus von Hohenheim'dır. Tıp dalında bir diploması yoktu. Bildiklerini sürekli yaptığı geziler sırasında öğrenmişti. Eğitiminde babasının doğrudan rolü de büyüktü. Bir süre Strasburg'da tıp eğitimi gördüyse de bu kısa sürdü.

Paracelsus Basel'e, buradaki matbaanın kurucusu ve Yunanca ilk İncil'i basan Johann Froben'in önemli bir hastalığını tedavi etmek için çağrıldı. Froben'i iyileştirmeyi başaran Paracelsus, burada onunla birlikte yaşayan Erasmus'u da tedavi etti. Her ikisi de bu genç adamın başarısından o kadar etkilenmişti ki onu başdoktor olarak üniversiteye profesör atadılar. Ancak buradaki hekimler, diploması olmadığından ve Hipokrat yemini etmeyi kabul etmediği için onu dışlamışlardı. Onun tıbba bakışı da diğer meslektaşlarından farklıydı. Bunu, 24 Haziran 1527'de "öğrenci günü" sırasında, Galen'in ve İbn-i Sina'nın kitaplarını şenlik ateşine atarak gösterdi. Derslerini bundan böyle hastalarıyla olan deneyimlerine dayanarak anlatacağını söylüyordu. Bu davranışı tüm tepkileri üzerine çekti. Dersleri Latince yerine "İsviçre Almanca'sı" denen yerel bir dille anlatması ve derslerine halktan kişileri de alması ona karşı duyulan öfkenin büyümesine neden oldu.

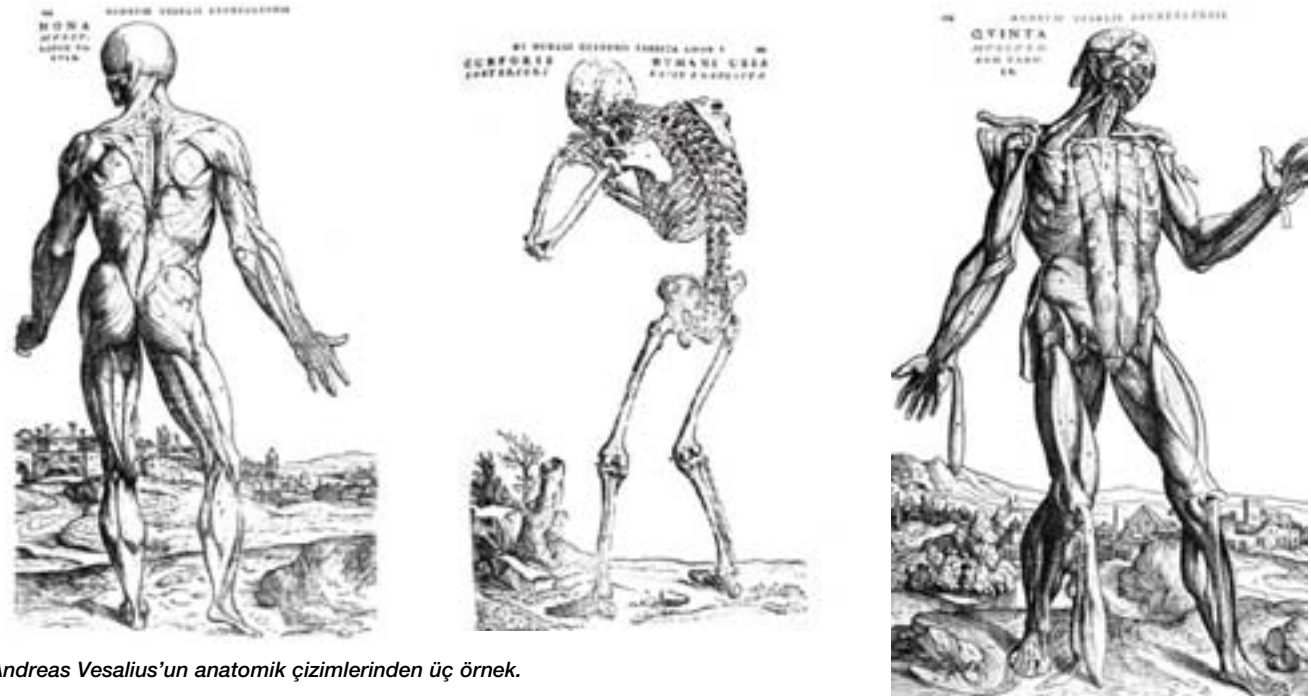


Paracelsus, ders anlatırken ve ameliyat yaparken.



Paracelsus: "Bir insanı hasta eden şey, küçük dozlarda verildiğine onu iyileştirir de" görüşünü ilk ortaya atan kişi olmuştu. Böylece "benzeriyle tedavi edilen hastalık" kavramı doğmuştu. Simya'ya ilgi duyuyordu. Simya ile yeni bilim arasındaki uçurumu kapatmaya çalışıyordu. Yapmak istediği hastalıkları kimyasal maddeler kullanarak, bugün bizim "Kemoterapi" olarak adlandırdığımız şekilde, iyi etmeye çalışmaktı. Paracelsus, madencilerin göğüs hastalıklarına kötü ruhlar yerine maden gazlarının yol açtığını öne süren ilk kişi oldu. Ondan önce hiç kimse belli yörelerde sıkça görülen Guatr hastalığıyla içilen sudaki bazı minarellerin eksikliği arasında bir bağlantı kurmayı akıl etmemişti.

Paracelsus madenci hastalıklarını ciğer rahatsızlıkları ve mide ülseri olarak tanımlamıştır. Bunlara neden olarak solunum ya da cilt aracılığıyla ciğere ve bedene giden mineralleri göstermiştir. Arsenik, antimoni ve alkalinlerin yol açtığı hastalıkların farklılıklarını not almış, akut ve kronik zehirlenmeyi birbirinden ayırmıştır. Civa zehirlenmesine ayırdığı özel bir bölümde de bu hastalığın somut semptomlarını belirtmiştir: Gastritik şikayetler, ağzın duyarlılığını yitirmesi, dişlerin kararması ve titreme gibi… Civa zehirlenmesinin tedavisinde zehirin vücudun belli bölgelerinde toplanmasını temel alarak, cerrahın ci-



Andreas Vesalius'un anatomik çizimlerinden üç örnek.

vanın bedenden çıkabileceği delikler açmasını önermiştir.

Paracelsus kendinden önce gelen hekimlere karşı kendi tavrını ortaya koyduysa da genel anlamda eski dogmalar egemendi hâlâ. Galen'ci görüş yaygın kabul görmekteydi. Galen'in anatomi alanındaki sorgulanamazlığının kırılması Leonardo da Vinci'nin çalışmaları sayesinde oldu. Leonardo, ressamlık, mimarlık ve mekaniğin yanı sıra anatomiyi de kapsayan yapıtlar bıraktı geride. Bunun sonucu olarak öncü bir anatomist olarak kabul gördü. "Göz," diyordu yazılarında "ruhun penceresi, doğadaki gelişmeleri anlamanın en doğru ve en gerçekçi olarak gerçekleşebileceği yerdir. Kulak ikinci sıradadır."

Leonardo'nun binlerce sayfalık notlarından anatomi alanında kendinden önce gelenlerin görmediklerini kaydetmiş olduğunu anlıyoruz. Eğer notları ölümünden sonra dağıtılıp satılmasa, bir arada tutulup yayınlanabilseydi Galen'den çok daha fazla üne kavuşabilirdi. Leonardo, çalışmalarında bedenin parçalarının her yönde gösterilmesinde ısrar ediyordu. Yayınlanmamış iskelet çizimleri iskeletinden, yandan, arkadan gösteriyordu. Sistematik çalışmış ve otopsileri tekrarlamıştı. "Damar ve arterlerin gerçekçi görüntülerini istiyorsanız diğer organları dikkatle temizleyerek üç ameliyat yapmalısınız. Diyafram için üç ayrı, sinirler, kaslar, lifler, kemikler, ilikler için de üç ayrı ameliyat yapılmalıdır."

Gözün anatomisini camdan bir model yaparak açıklamış, ayrı bir göz merceği yaparak görsel sinyallerin göz sinirine iletildiği kuramını ileri sürmüştür. Bedenin bir makineye benzediği inancı, kaslar ve kemikleri hareket ettirmeleriyle ilgili dikkat çekecek kadar gerçekçi resimler yapmasını sağlamıştır. Kalp boşluğunu ve damarlara kan pompalayan kanatçık ve kulakçıkların varlığını ayrıntılı olarak göstermişti. Ne var ki Leonardo aslında bir ressamdı. İnsanı bu kadar iyi incelemesinin nedeni daha iyi resimler yapabilmekti. Belki de bu nedenle çalışmaları yaygınlık kazanmamış, gözlemleri geniş kitlelere ulaşmamıştı. Bunları yalnızca kendisi, resim yapmak için kullanmıştı.

Kendinden önceki büyük tıp adamlarının tersine evrensel bir deha olarak kabul edilmeyen bir bilim adamı tıptaki en önemli gelişmelerden birine imza attı. Bu adam Andreas Vesalius'tu. Babası gibi doktor olmaya karar vermişti ve ailesi tıp alanında iyi tanınıyordu.

Vesalius'un "Altı Anatomik Tablo" (TabulaeAnatomicae Sex) Galen'in öğretilerine yeni bir bakış açısı getiren ilk çalışmasıydı. Eğer o günlerde yayın organları olmasa Vesalius, belki de öğrencileri için hazırladığı şemaları basamayabilirdi. Bu tabloların üçü ortaçağ sanat öğrencilerince bilinen Kalkar'lı John Stephen'ın üç standart açıssıyla diğer üçü de özgün yöntemlerle yapılmıştı. Vesalius'un kendi damari arter ve sinir sistemi çizimleriydi bunlar. Vesalius, o güne değin kullanılmayan bir yöntemi kullanmış oluyordu böylece: Anatomide grafik kullanma.

Vesalius, diğer birçok hekimin yaşadığı bir sorunu yaşıyordu. Elinde üzerinde çalışabileceği yeterince kadavra yoktu. Fakat kendisine yardımcı olanlar vardı. Padua'da bir yargıç idam edilen bazı suçluların bedenlerinin Vesalius'a verilmesine izin verdi. Yargıcın yardımı bu kadarla sınırlı değildi; idamların tarihini de Vesalius'un cesedi rahatlıkla inceleyebileceği zamanlara göre ayarlıyordu. Vesalius'un anatomik çalışmalarının ünü kendisinin Avrupa'da yayılan bir kitabında doruğa ulaştı. "İnsan Vücudunun Yapısı" (De Humani Corporis Fabrica) 1543 yılında Kopernik'in "Revolutionibus"uyla aynı dönemde yayınlandı. Kopernik'in eseri astronomi alanında ne yaptıysa kısaca "Fabrica" adıyla anılan bu kitap da aynı etkiyi gösterdi. Bu, tıpkı Batlamyus evreninin çökmesi gibi, Galenci anatominin tarihe karışmasıydı. Yarım yüzyıl içinde Vesalius anatomiyi ve hekimliği değiştirmişti; artık tıp tarihinde yeni bir dönem başlıyordu.

Gökhan Tok

Kaynaklar
Boorstin, D., *Keşifler ve Buluşlar*, Çev: Fatoş Dilber, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1996
Fara, P., Reid, S., *Bilim Adamları*, Çev: Levent Aysever, TÜBİTAK, 1997
Theil, P., *Dünyamızı Kuranlar*, Çev: Sâmih Tiryakioğlu, Varlık, 1979



Çerçi

Şahin Koçak

Erzurumlu İbrahim Hakkı Ya da Bir Kitabın Peşinde

Geçen ay dedelerimizi imtihan etmeye kalkan yabancılarla hesaplaşmaya çalışmıştım. Tabii bizimkilerin eleştiriyi, hatta yergiyi hak ettiği hususlar olabilir. Ama bu iş yabancılardan gelince nedense kanıma dokunuyor. Kendi kendimizi sorgulayıp, eleştirmeyi öğrenmemiz lazım. Üstelik dedelerimizin arasında Milet'li Thales'in, Perge'li Apollonios'un ve Knidos'lu (Datça'lı) Eudoxos'un (ismi az bilinmekle beraber Arşimed öncesi en büyük matematikçi, arkaik integral hesabın mucidi, Öklid'in en önemli kitaplarının kaynağı) olduğunu düşününce bu sorumluluk daha da artıyor. Ama başkalarının bize gülüşünü taklid ederek kendimize gülmeye çalışınca komik oluyoruz. Mizaha, tabii, diyeceğim ne olabilir; ama hoyrat türküleri sevmekle beraber, hoyrat mizahı sevmiyorum.

Her neyse, tam bu meseleyi unutup, söz verdiğim gibi Öklid'in saltanatı sona erdikten sonra önümüze açılan yeni âlemlerle ilgili birşeyler yazmaya başlayacaktım ki, televizyonda Demirtaş Ceyhun'la yapılan bir röportaja takıldım. Demirtaş Bey, anlayabildiğim kadarıyla, medreselerde İslami ilimler dışında hiçbir şeyin olmadığını söylüyordu. Ben şaşkınlık içinde kendisini izlerken, doçent veya profesör olduğu anlaşılan bir bey telefonla bağlandı ve bunu büyük bir nezaketle tekzibederek, elinde bir kaynak olduğunu belirtti ve Erzurumlu İbrahim Hakkı Efendi Hazretlerinin Marifetname adlı kitabında "karekök almaya kadar varan" bilgilerin olduğunu söyledi. O anda küçük dilimi yutacaktım.

Bunun birkaç sebebi vardı. Bir kere karekök'ün bu kadar önemli görüldüğünü bilmiyordum. İkincisi, ben bu kitabı yıllar önce bir rastlantıyla alıp, şöyle bir karıştırmış, sonra da isteyen bir arkadaşa vermiştim. Demek ki o kitabın "medreselerde İslami ilimler dışında bir şey yoktu" iddiasına televizyonlarda cevap teşkil edebilecek derecede ağırlık taşımakta olduğunu fark edememiştim. Üçüncüsü, kitabı hangi arkadaşın aldığını çıkartamıyordum. Dördüncüsü, karekök almanın bu kitabın ileri bir mevzuu olduğu anlaşılıyordu, ama ben hayal meyal Babillilerin de karekök alabildiğini anımsıyordum. Oysa İbrahim Hakkı nispeten yakın zamanda yaşamış olmalıydı ve bu arada matematikte epeyce birşeyler olmuştu. Karmakarışık bir kafayla ansiklopediye fırladım.

Erzurumlu İbrahim Hakkı (1703 Hasankale-Erzurum, 1780 Tillo-Siirt)

1752 de I. Mahmud'un özel konuğu olarak saray kütüphanesinden yararlanmış. Marifetname yayınlandığında büyük yankılar uyandırmış ve daha sonraki dönemlerde de değerini korumuş. Astronomi, coğrafya, tıp, matematik, jeoloji, fizyoloji, psikoloji, zooloji, mineraloji, anatomi, geometri gibi çok çeşitli bilim dallarına giren konuları tanıtan ansiklopedik bir yapıtmış.

Böyle bir ufka saygı duymamak mümkün değil.

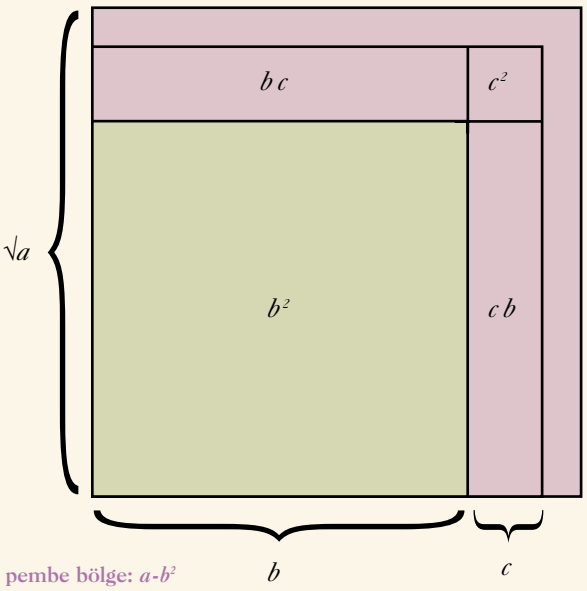
Ertesi gün kitapçılara koştum. Marifetname (Diyanet yayınları satan bir kitapçı da dahil olmak üzere) hiçbirinde yoktu. Sonra üniversite kütüphanesine bakmak aklıma geldi. Orada da yoktu. Büyük bir Anadolu kentinde Marifetname'ye ulaşamıyordum ve ısrarla bilmek istediğim bir şey zihnimi rahat bırakmıyordu. Hatırlayabildiğim kadarıyla Marifetname'de diferansiyel ve integral hesapla veya kütle çekimiyle ya da dinamikle ilgili birşey yoktu. Oysa 1752'ye gelindiğinde Sonsuz Küçükler hesabını yaratanlardan Leibniz öleli 36 sene, Newton öleli 25 sene olmuştu.

1752'de İbrahim Hakkı'nın çağdaşı Leonhard Euler 45 yaşındaydı ve 16 yıl önce, büyük matematikçi James Bernoulli'nin hayatı boyunca uğraşıp bulamadığı

$$1+\frac{1}{4}+\frac{1}{9}+\frac{1}{16}+\frac{1}{25}+\ldots$$

toplamının (ters kareler serisi) $\pi^2/6$ olduğunu onun ölümünden 31 sene sonra bularak Avrupa'da hadise yaratmıştı ve daha buna benzer neler bulmuştu ve daha ne seriler ve π ile ilgili

ne esrarengiz formüller ortalıkta kol geziyordu. Ama Marifetname'den hiç böyle şeyler hatırlamıyordum. Yani şimdi İbrahim Hakkı'yı Euler'le karşılaştırmak gibi bir haksızlığı aklının köşesinden geçirmeyecek kadar vicdan sahibi olduğumun bilinmesini isterim; çünkü Euler'le karşılaştırılacak ne o zaman, ne de ondan sonra, ne Almanı vardı, ne Fransızı vardı, ne İngilizi (Amerikalıları zaten saymaya lüzum yok); ama İbrahim Hakkı, ulaşabilse, belki Euler'i anlayabilirdi. Belki o bilgiler o zamanlar henüz kitap formunda ulaşılabilir hale gelmemiş olabilir ve İbrahim Hakkı o günlerin modası olan mektup trafiğinin dışında kalmış olabilirdi ama, 1752'de en azından Newton'un büyük eseri yayınlanalı 65 yıl olmuştu.



pembe bölge: $a-b^2$
$(b+c)^2=b^2+2bc+c^2$
$2bc+c^2 < a-b^2$

Principia Mathematica acaba saray kütüphanesinde var mıydı? Üstelik 1708'de 2. baskısı, 1726 da 3. baskısı da yapılmıştı. Yoksa neden yoktu? Yoksa İbrahim Hakkı'nın ne kabahati vardı? Yoksa olmamasında İbrahim Hakkı da kusurlu sayılabilir miydi? I. Mahmut kitap alırken İbrahim Hakkı'ya mı soruyordu? Sormuyorsa kime soruyordu? Sorsa İbrahim Hakkı bu eseri ısmarlar mıydı, varlığından haberdar mıydı? İbrahim Hakkı Latince biliyor muydu? 1752'de Principia hangi dillere çevrilmişti? Bu kitap Anadolu'ya ilk defa ne zaman girdi? Bu kitaptan şimdi nerede var? Bu kitabı Türkiye'de okuyan oldu mu? Okumak artık gerekmez mi? Gecikince okumaktan kurtuluyor muyuz? Okunmayan kitap eskir mi?

Zihnimi kurtarmak için başedebileceğim şeylere dönmenin daha akıllıca olacağını düşündüm ve şu karekök meselesine bir bakayım dedim. Bu karekök işinden oldum olası nefret ederdim. Aslında kareköklere hayranımdır da, onların ondalık, yaklaşık hesabını sevmiyorum. Yoksa $\sqrt{2}$, uğruna felsefeler kurulmuş, felsefeler yıkılmış bir destandır. Ama hatırladığım kadarıyla Marifetname'de bulunan "karekök almaya kadar varan" bilgiler, ondalık, yaklaşık hesapla ilgiliydi.

Kırk yıl kadar önce anlamını kavramadan öğrenmiş olduğumu hatırladığım bu yöntemi tamamen unutmuş olduğumun farkına vardım. Bir üniversitenin matematik bölümünde asistanından profesörüne kadar 10 kadar kişiye karekökün nasıl alındığını sordum ve hiçbirinden cevap alamadım. (Tabii bu bölümün başkanı ben olduğum için insanlara birşey diyecek halim yoktu. Yoksa herhalde birşeyler söylerdim. Ama belki de haklıydılar. Günümüzde bilmek değil, bulmak önemliydi. Bir gün ihtiyaç duyarlarsa, oturup bir yol bulurlardı.)Bana hesap makinası kullanmamı önerdiler, fakat ben bunun mertliğe sığmayacağını düşünerek kabul etmedim; bunun üzerine bir kitap önerdiler. Kitapta "sağdan başlayarak ikişer ikişer ayır, sonra şöyle yap, sonra böyle yap" diye muska gibi birşeyler yazıyordu. Hiçbirşey anlamadım ve en iyisi bunu oturup kendim çözmeye çalışayım, belki o zaman anlarım dedim.



Zaten kimsenin kimseye birşey öğretemeyeceği hep söylenir.

Şimdi diyelim ki a gibi bir sayının (örneğin 40) karekökünü ($\sqrt{40}$) alacağız, yani kendisiyle çarpıldığında a verecek bir sayı bulacağız. Ve diyelim ki, öyle bir b sayısı bulduk ki (örneğin 6), b^2 tam a'ya eşit olmadı, biraz küçük kaldı: $b^2<a$ $(36<40)$. O zaman b'ye c gibi bir sayı ekleyerek aradaki farkı kapatmaya ve durumu iyileştirmeye çalışabiliriz. (Sayı deyince burada hep pozitif sayılardan söz ediyorum.) Tam olarak $(b + c)^2 = a$ olmasını istersek, $b^2 + 2bc + c^2 = a$, yani $2bc + c^2 = a - b^2$ eşitliğini sağlayan bir c sayısı bulmamız gerekir ki, bu önceki problemden daha beter oldu. Ama şöyle bir şey deneyebiliriz:

$(b + c)^2 < a$

yani

$2bc + c^2 < a - b^2$

olacak şekilde bir c bulmaya çalışalım. Bu daha kolay olabilir. $2bc+c^2 = (2b+c).c$ olduğundan demek ki şöyle yapabiliriz: İlk adayımız olan b sayısının 2 katına öyle bir c sayısı ekleyelim ki, bu toplamı c ile çarptığımız zaman çıkan sayı $a - b^2$ farkından küçük kalsın. Bunu başarırsak $b + c$ gibi yeni bir adayımız olacak ve bunun karesi a'dan daha küçük, fakat önceki duruma göre a'ya daha yakın olacak.

(Sayısal örneğimizde
$a-b^2=40-36=4$ ve $2b=12$'dir.
Bu nedenle örneğin
$c=0.2$ veya $c=0.3$ alabiliriz,
fakat $c=0.4$ alamayız. Çünkü
$12.2x0.2=2.44<4$,
$12.3x0.3=3.69<4$'dür,
fakat $12.4x0.4=4.96<4$ değildir. Böylece $\sqrt{40}$'a 6'dan daha yaklaşık bir değer olarak 6.3 alabiliriz.)

Artık bu işlemi istediğimiz kadar yineleyebiliriz ve aradığımız gerçek kareköke gittikçe daha fazla yaklaşabiliriz. c sayısını olabildiğince büyük seçmeye çalışmak tabii çok yerinde olacaktır. Yinelemeler sırasında, onlar basamağı, yüzler basamağı gibi uygun bir sistem tutturmak da işimize yarayabilir. Şimdi bu düşünceyi bir örnek üzerinde daha ayrıntılı deneyelim.

$a=2$ alalım ve $\sqrt{2}$'ye yaklaşmaya çalışalım.

$a=2$ $- \quad b^2=1$ $a-b^2=1$ $- \quad (2b+c).c=0.96$ $a-b^2-(2b+c).c=0.04$ $a-(b+c)^2=0.04$	$b=1$ ilk adayımız $2b+c=2+0.4$ $\times \quad 0.4$ 0.96 $b+c$'ye b_1 diyelim.	(c olarak ondalıkları denedim, en fazla 0.4 alınabiliyor.)
$a-b_1^2=0.04$ $- \quad (2b_1+c_1).c_1=0.0281$ $a-(b_1+c_1)^2=0.0119$	$b_1=b+c=1+0.4=1.4$ ikinci adayımız $2b_1+c_1=2.8+0.01$ $\times \quad 0.01$ 0.0281 b_1+c_1'e b_2 diyelim.	(c_1 olarak yüzdelikleri denedim, en fazla 0.01 alınabiliyor.)
$a-b_2^2=0.0119$ $- \quad (2b_2+c_2).c_2=0.011396$ $a-(b_2+c_2)^2=0.000604$	$b_2=b_1+c_1=1.4+0.01=1.41$ üçüncü adayımız $2b_2+c_2=2.82+0.004$ $\times \quad 0.004$ 0.011396 b_2+c_2'e b_3 diyelim.	(c_2 olarak bindelikleri denedim, en fazla 0.004 alınabiliyor.)
$a - b_3^2 = 0.000604$	$b_3 = b_2 + c_2 = 1.41 + 0.004 = 1.414$ dördüncü adayımız.	

$b=1$ alarak işe başlayalım : $1^2=1 < 2$.

Biraz düzenli görünsün diye hesapların gerisini yukarıdaki çerçeveye yerleştirdik.

Bu kadar yaklaşıklığa razı olup (*2* ile dördüncü adayımızın karesi arasındaki fark binde bir'in altına düştü) bir de Babillilerin ne yaptığına bakayım dedim. "Bilimin Uyanışı" adlı her matematik ve bilim tarihi meraklısına tavsiye edeceğim muhteşem kitapta (Türk Matematik Derneği yayını) önceki sayfadaki resmi gördüm.

YBC 7289 numarasıyla Yale'de muhafaza edilen bir kil tablet üzerindeki karenin bir kenarı *30* olarak verilmiş, köşegen üzerinde de *1*, *24*, *51*, *10* ve *42*, *25*, *35* sayıları bulunuyormuş.

$\sqrt{2}$'nin *1.4* civarında olduğunu düşünürsek, *30 x 1.4 = 42* olduğundan, ikinci sayı köşegenin uzunluğunu gösteriyor olmalı. Bu durumda ilk sayının da herhalde $\sqrt{2}$ olması lazım ama, bu *1.41* den bayağı uzak. Yoksa Babilliler kaba bir hata mı yapmışlardı? Zaten rakamların ikişer ikişer ayrılması da tuhafıma gitti ve bana muska yöntemini çağrıştırdı. Sonra ben gafil, uyandım ki (yani kitapta okudum ki) bu yazım *60* tabanına göre imiş.

Yani *1*,*24*,*51*,*10* sayısı şu demek:

$$1+\frac{24}{60}+\frac{51}{60^2}+\frac{10}{60^3}=1.414212\,.$$

Bu sayının virgülden sonra kaç hane doğru olduğunu görmek için, isterseniz bu defalık bir hesap makinesine bakın.

Babillilerin bunu nasıl bulduğunu okuyunca daha da hayretler içinde kaldım. $\sqrt{2}$ için gene bir b yaklaşık değeri ile başlıyorlar ve

$$b_1=\frac{1}{2}\left(b+\frac{2}{b}\right)$$

yeni yaklaşık değerini buluyorlar. Bu da nerden çıktı demeyin (yok, aslında deyin.) Sonra bu değere aynı işlemi uygulayıp

$$b_2=\frac{1}{2}\left(b_1+\frac{2}{b_1}\right)$$

değerini buluyorlar ve böyle devam ediyorlar. Çok da fazla gitmelerine gerek kalmıyor: Gene $b=1$ alacak olursak, bu defa

$$b_1=\frac{3}{2}, b_2=\frac{17}{12} \text{ ve } b_3=\frac{577}{408}$$

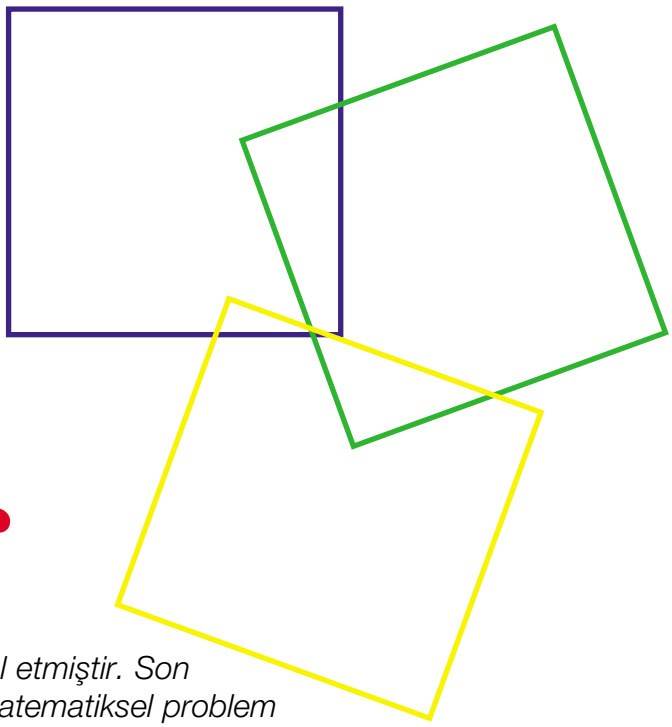
değerlerini buluyoruz. Tabletteki değerin bu b_3 olduğu anlaşılıyor. Benim b_3'e göre çok daha iyi bir değer! (Bunu *60*'lı tabana göre yazmaya çalışmanızı hararetle öneririm. Babillilerin virgülden sonraki üç *60*'lı rakamını bulacaksınız ve isterseniz ötesini).

Tabii Erzurumlu İbrahim Hakkı'nın bu tableti görmüş olması mümkün değil, çünkü 20. yüzyılın 2. çeyreğinde bulunmuş. Ama bu gerçek ne yazık ki gene de karekök almayı 18. yüzyılda da güncel yapmıyor.

Bir gün o kitaba ulaşırsam, hafızamın beni yanıltmış olduğunu gördüğüm noktalarda tabii ki gereken düzeltmeleri yapacağım.



Doğal Sihirli Kareler



Sihirli kareler 2000 yıldır insanların kafasını meşgul etmiştir. Son 250 yılda matematikçiler sihirli karenin ciddi bir matematiksel problem olduğunu ortaya koymuşlardır. Birçok matematikçi çözümler önermişlerdir. Bu çözümlerin bazıları çok ilginç olmakla birlikte (örneğin Euler'in bir satranç atının hareketlerini izleyecek şekilde sayıları dağıtmasında olduğu gibi), çoğu kez ancak özel durumlar için geçerlidir ya da çözümler çok karmaşıktır. Bu yazıda oldukça basit ve genel bir çözüm yöntemi önerip, özel bir örnek üzerinde ayrıntılı olarak açıklayacağız.

Sihirli Kare Nedir?

Herhangi bir kareyi eşit aralıklarla n - 1 sayıda yatay ve düşey doğrular yardımıyla n^2 sayıda karelere bölelim. Böyle bir kareye n. dereceden kare diyeceğiz.

n. dereceden sihirli karenin tanımı:

{ 1, 2, 3, ... , n^2-1, n^2} sayılar kümesinin elemanlarını n x n kareye öyle yazalım ki, istenen sütun, satır veya köşegenlerdeki n sayının toplamı aynı sabit S sayısına eşit olsun. Bu sayıya Sihirli Sayı diyeceğiz. Bu sayının formülünü bulalım.

Sihirli karenin tanımına göre tüm hanelerdeki sayıların toplamı nS'e, diğer yandan ise $1 + 2 + 3 + \ldots + (n^2-1)+n^2$'ye eşit olacak, yani $nS = 1+2+3+\ldots+(n^2-1)+n^2 = n^2(n^2+1)/2$'ye eşittir. Buradan

$S=n(n^2+1)/2$ bulunur.

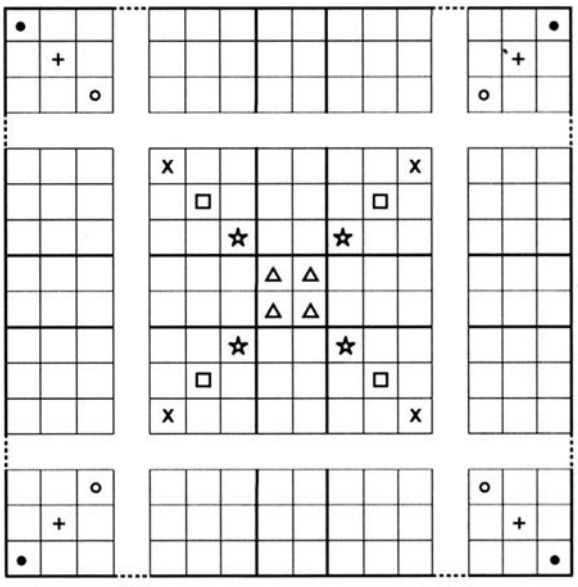
Kareler derecesine göre çiftli ve tekli kareler olarak isimlendiriliyor. Çift dereceden kareler ise 2 türlüdür: derecesi ikiye bölündüğünde çift sayı oluşturan kare, çiftli-çift kare ve derecesi ikiye bölündüğünde tek sayı oluşturan kare ise tekli-çift kare olarak isimlendireceğiz.

4, 8, 12, 16, 20, ... çiftli-çift sayılar

2, 6, 10, 14, 18, ... tekli-çift sayılar

3, 5, 7, 9, ... ise tek sayılardır.

Bugün sihirli kare problemi, sonsuza dek istenilen n. derece için sihirli kare oluşturmaktan ibarettir. Şimdiye dek yazılan sihirli karelerin kuralları farklı olduklarından basit kuralla yazılmış kare mükemmel kare olarak isimlendirilir. Benim bulduğum kural ise bilinen en basiti olduğundan, bu algoritma ile oluşturulmuş sihirli kareye doğal sihirli kare adını verdim.



• – 1. çerçeve [n. derece]

\+ – 2. çerçeve [(n-2). derece]

○ – 3. çerçeve [(n-4). derece]

× $\left(\frac{n}{2}-3\right)$. çerçeve [8. derece]

□ $\left(\frac{n}{2}-2\right)$. çerçeve [6. derece]

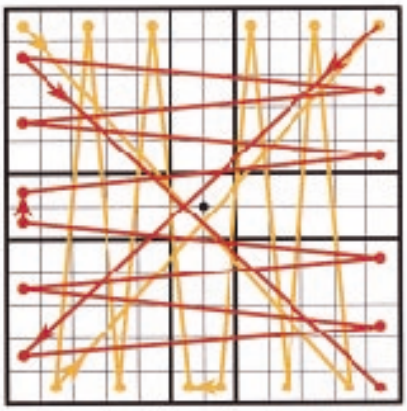
☆ $\left(\frac{n}{2}-1\right)$. çerçeve [4. derece]

Şekil 1: Karenin çerçevelerinin sıralanması veya derecelenmesi.

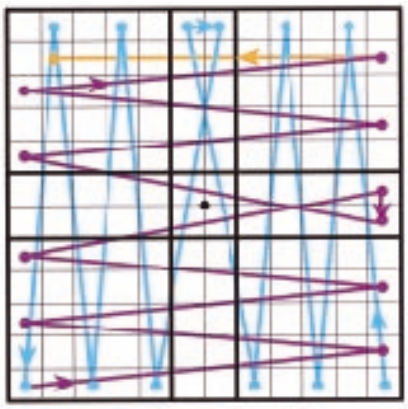
Doğal Sihirli Karelerin Algoritmaları

Bu algoritmayı açıklamak için 3 soruyu yanıtlamak gerekir: Ne, Nereye, Nasıl yazılmalıdır?

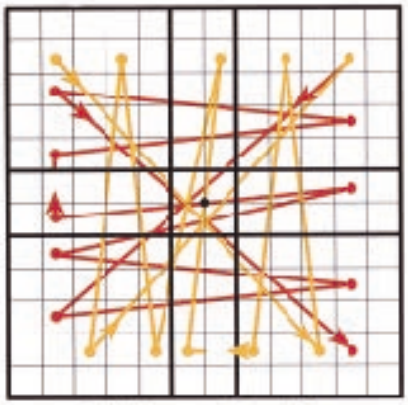
Doğal sihirli kare oluşturmak için {1, 2, 3, ..., n^2} kümesinin sayıları



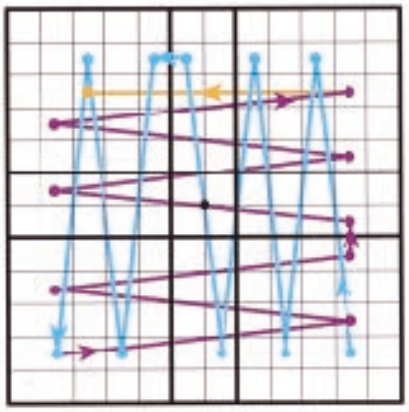
Şekil 2: α_1 ve β_1 grafları



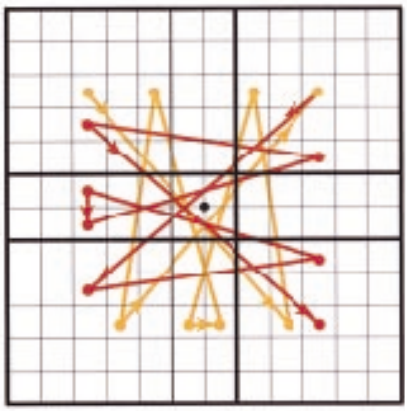
Şekil 2: γ_1 ve δ_1 grafları



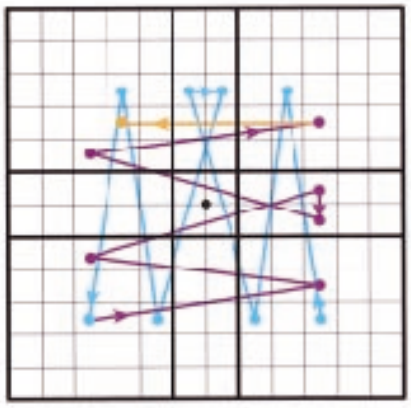
Şekil 2: α_2 ve β_2 grafları



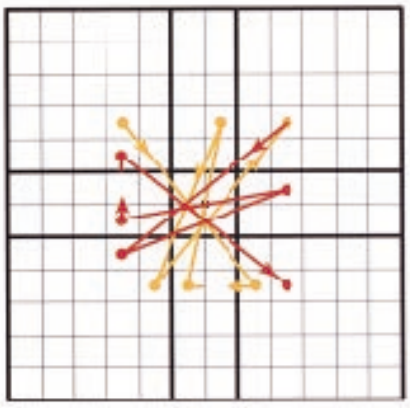
Şekil 2: γ_2 ve δ_1 grafları



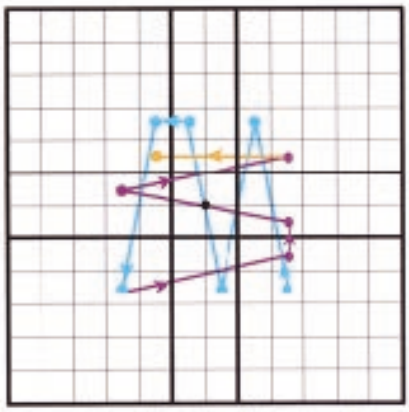
Şekil 2: α_3 ve β_3 grafları



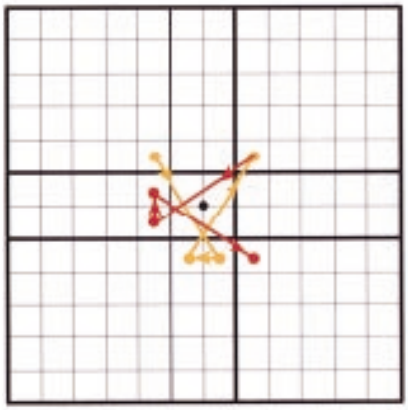
Şekil 2: γ_3 ve δ_3 grafları



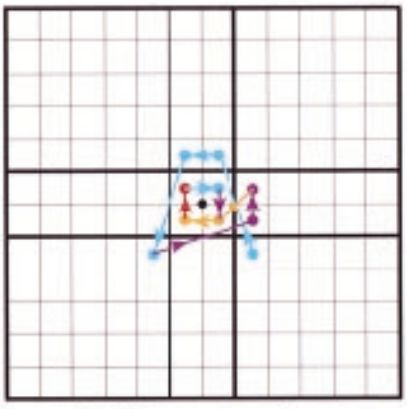
Şekil 2: α_4 ve β_4 grafları



Şekil 2: γ_4 ve δ_4 grafları



Şekil 2: α_5 ve β_5 grafları



Şekil 2: γ_5 ve δ_5 grafları;
α_6 ve β_6 grafları;
γ_6 ve δ_6 grafları.

(n/2) gruba ayrılır. Her grup ise 4 çeşit aritmetik dizi içerir. Her dizinin son terimi bir sonraki dizinin ilk terimi olur. Her 4. dizinin son terimi 1. dizinin 1. terimiyle aynıdır. Bu ifade tüm grupların dizileri için geçerlidir. İlk grubun dizi uzunluğu n, ikinci grubun dizi uzunluğu n-2, genel olarak k. grubun dizi uzunluğu n-2(k-1)'dir. Böylece son grubun, yani n/2. grubun dizi uzunluğu 2 olur. n. dereceden kare için 1. grubun 4 dizisini oluşturalım:

aı - 1, 2, 3, ..., n -1, n (1'er artar)

bı - n, 2n, 3n, ..., (n-1) n, n^2 (n'er artar)

cı - n^2, (n^2-1), (n^2-2), ..., [n^2-(n-1)] (1'er azalır)

dı - [n^2-(n-1)], [n^2-(n-1)-n], ..., [n^2-(n-1)-n(n-1)] (n'er azalır)

dı dizisinin son terimi 1'e, ondan bir öncesi ise (n + 1)'e eşittir.

Her grubun 1. dizisinin 1 terimi bir önceki grubun 4. dizisinin sondan bir önceki teriminin 1 fazlasına eşittir. Her grubun 1., 2., 3., ve 4., dizileri sırasıyla +1, +n, -1, -n olarak artar ve azalır. Örnek olarak n = 12 için grupları ve dizileri yazalım:

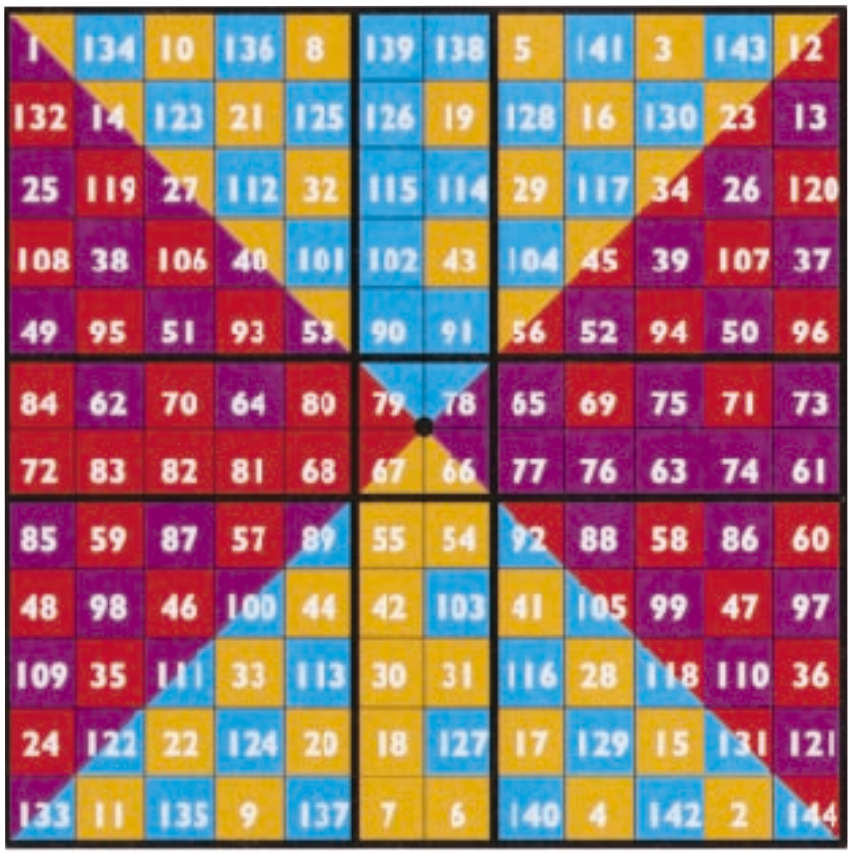
a1 - 1, 2, 3, ... , 11, 12
(1'er artar)
b1 - 12, 24, 36, ... , 132, 144
(12'şer artar)
c1 - 144, 143, 142, ... , 134, 133
(1'er azalır)
d1 - 133, 121, ... , 13, 1
(12'şer azalır)
a2 - 14, 15, ..., 22, 23
(1'er artar)
b2 - 23, 35, ..., 113, 131
(12'şer artar)
c2 - 131, 130, ..., 123, 122
(1'er azalır)
d2 - 122, 110, ..., 26, 14
(12'şer azalır)
a3 - 27, 28, ..., 23, 34
(1'er artar)
b3 - 34, 46, ..., 106, 118
(12'şer artar)
c3 - 118, 117, ..., 112, 111
(1'er azalır)
d3 - 111, 99, ..., 39, 27
(12'şer azalır)
a4 - 40, 41, 42, 43, 44, 45
(1'er artar)
b4 - 45, 57, 69, 81, 93, 105
(12'şer artar)
c4 - 105, 104, 103, 102, 101, 100
(1'er azalır)
d4 - 100, 88, 76, 64, 52, 40
(12'şer azalır)
a5 - 53, 54, 55, 56 (1'er artar)
b5 - 56, 68, 80, 92 (12'şer artar)
c5 - 92, 91, 90, 89 (1'er azalır)
d5 - 89, 77, 65, 53 (12'şer azalır)
a6 - 66, 67 (1'er artar)
b6 - 67, 79 (12'şer artar)
c6 - 79, 78 (1'er azalır)
d6 - 78, 66 (12'şer azalır)

Böylelikle, "Ne" sorumuzun yanıtı olarak grupları ve dizileri nasıl elde edeceğimizi gösterdik. Böyle gruplar ve diziler istenen çiftli-çift, tekli-çift ve tek dereceden karelerin hepsi için geçerlidir.

Şimdi ise "Nereye" sorusunu yanıtlayalım.

"Nereye" sorusunu yanıtlamak için ele aldığımız kareyi çerçevelere ayıralım: Çerçeveden kastımız dıştan içe varolan iç-içe (konsentrik) kare çerçevelerdir.

Şekil 1'de n. dereceden karenin çerçeveleri sırasına (derecesine) göre gösterilmiş ve aynı çerçevelerin köşegenlerindeki haneleri aynı sembollerle işaretlenmiştir. Kuşkusuz ki, çerçevelerin sayısı ve ele aldığımız



Şekil 3: 12. dereceden Dogal Sihirli Kare

grupların sayısı birbirlerine eşittirler, yani çerçeveler sayısı = gruplar sayısı = n/2.

Örneğin 12 x 12'lik bir karenin 6 çerçevesi ve 6 grubu vardır.

Her gruptaki dizilerin elemanları sayısı uygun çerçevedeki haneler sayısına eşittir.

Görüldüğü gibi çerçeveler ve gruplar sayılarının eşitliği bizi şu noktaya götürür:

1. çerçeve hanelerine 1. grubun 4 dizisindeki sayılar yazılacak;

2. çerçeve hanelerine 2. grubun 4 dizisindeki sayılar yazılacak, vb.

Her Grubun Dizi Elemanları Çerçevenin Hanelerine Nasıl Yazılmalıdır?

Çerçevenin hanelerine sayıları yazmak için yönlü parçalardan oluşan graflardan faydalanmamız gerekiyor. Her çerçeveye grubun sayılarını tamamen yazdığımızda graf kapanır. Böyle grafa kapalı graf veya Euler devri denir. Örnek olarak 12. dereceden kare için Euler devirlerini gösterelim (Şekil 2).

Şekillerden görüldüğü gibi her grubun aynı dizisi aynı renkle ifade olunmuştur:

1. veya a dizisi turuncu
2. veya b dizisi kırmızı
3. veya c dizisi mavi
4. veya d dizisi ise mor olarak verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi Euler devirlerindeki fark sadece "artı" işareti içerisindedir.

12. dereceden doğal sihirli kare için sunduğumuz bu graflar dizilerdeki sayıların çerçevelerdeki hanelere nasıl yazılacağını göstermektedir. Bunun için graflardaki yönlere ve renklere dikkat etmek gerekir.

Not: Tekli-çift dereceden doğal sihirli karelerin çerçevelerinin Euler devirleri çiftli-çift doğal sihirli karelerin çerçevelerine uygun Euler devirlerinden farklıdırlar. O yüzden bu konuyu bir başka yazıda açıklayacağız.

Şekil 3'de 12. dereceden doğal sihirli kare sunduğumuz algoritma ile yazılmıştır. Bu doğal sihirli karedeki hanelerin renklerini grafın renkleri ile karşılaştırdığınızda sihirli karenin nasıl yazıldığını kolaylıkla anlayabileceksiniz.

Asker Abiyev

Büyük Deprem Tahmininde Mikrodepremler

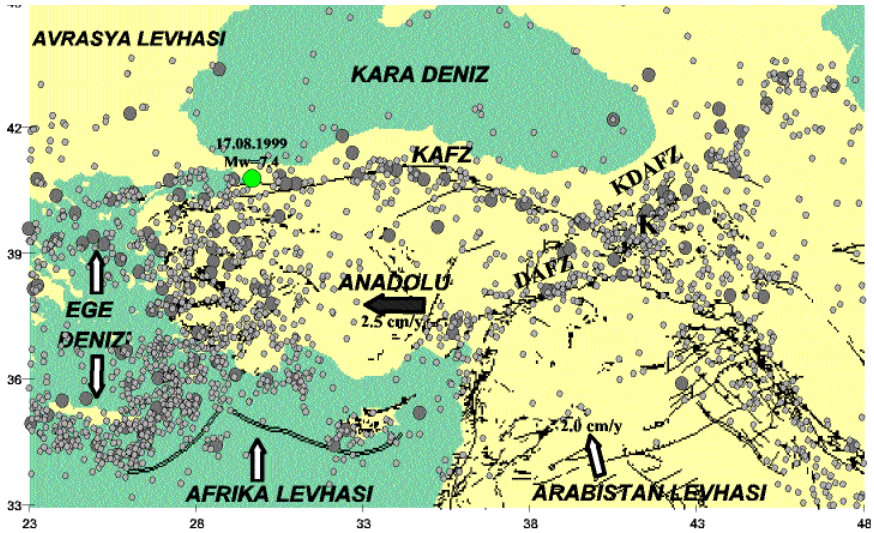
Deprem ve fay gibi jeofizik olayların farklı ölçeklerde benzer davranış (Fraktal) gösterdiği 1980'li yıllarda anlaşılmıştır (Öncel ve Alptekin, 1995). Fraktal, depremlerin zaman, uzay ve büyüklük dağılımlarının farklı ölçeklerde aynı davranmasıdır. Sismoloji'de fraktal dağılımın en temel bilinen ilişkisi deprem oluş frekansı (N) ile büyüklük (M) arasında (Log N = a - bM) bilinen bağıntıdır. Bu bağıntıda frekans-büyüklük arasındaki ilişkiyi veren b parametresi, yerin zemin, gerilme ve deformasyon özelliklerini temsil eden, deprem büyüklüğüne göre değişmeyen bir fraktal parametredir. Depremleri küçük (0<M<3), orta (3<M<5.5) ve büyük (M>5.5) olarak kabaca tasnif edersek, b parametresi farklı büyüklük aralıklarındaki deprem popülasyonlarından aynı büyüklükte bir değerle hesaplanır. Zaten, fraktal olarak yukarıda nitelediğimiz ölçekle değişmezlik (scale invariance) özelliğinin anlamı budur. Depremlerin büyüklük-frekans düzeninin fraktal olmasından hareketle, büyük depremlerin zemin-gerilme koşulları küçük depremlerden belirlenebilmektedir.

Olabilecek bir depremin büyüklüğünü, yerin mekanik yapısıyla ilişkili olan gerilme artışı belirler. Genelde gerilmenin arttığı alanlara, yerin mekanik davranışı ile ilgili olarak gevrek (brittle) fakat malzeme dayanımı açısından nisbeten sağlam olduğu alanlara asperite alanları denir. Gerilme birikiminin büyük (küçük b değeri) olduğu asperite alanlarında beklenen deprem büyüktür. Krip alanları olarak tanımlanan bölgelerde ise malzeme mekanik olarak esnek (ductile) bir davranış gösterir. Gerilme birikiminin düşük olduğu krip (büyük b değeri) alanlarında gözlenen ve beklenecek depremler çok küçüktür.

Türkiye'deki Aktif Fay Kuşakları ve Marmara Bölgesi'nin Depremselliği

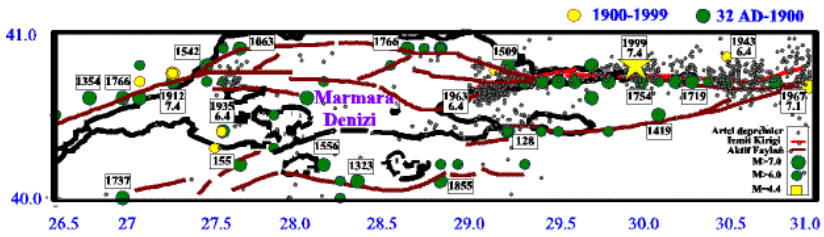
Türkiye ve yakın çevresinin sismotektoniği, Avrasya, Afrika ve Arap levhaları ve bunlar arasındaki Ege, Anadolu, Doğu Anadolu levhalarının göreceli hareketleriyle ilişkilidir. Avrasya levhasına göre Arabistan levhasının kuzeye doğru hareketi, Anadolu ve Doğu Anadolu levhalarının sırasıyla batı ve doğuya doğru kaçışlarına neden olarak, kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güneydoğuda Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve kuzeydoğuda Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu (KDAFZ) üzerinde yanal hareketlere neden olmaktadır (Şekil 1). Düşey hareketlerin gözlendiği Batı Anadolu'da yer alan Ege levhası ise Anadolu levhasından daha farklı bir tektonik davranış özelliği göstererek GB yönünde Afrika levhasına doğru hareket etmektedir (Taymaz ve diğ., 1991).

Alpin Deprem Kuşağı'nın ve Türkiye'nin en önemli kırık zonunu oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nu, doğuda Karlıova'dan (K ile gösterilmiş, Şekil 1) başlayarak Adapazarı'nın batısına kadar uzanır. KAFZ, Marmara Denizi'nin kuzeyinden ve güneyinden geçerek Kuzey Ege Denizi'ne kadar yanal ve düşey kırılma özelliği göstererek ve



Şekil 1: Türkiye'nin sismotektonik haritası. 1899-1999 yıllarında M> 4.5 ve daha yukarı olan ana şok depremler (Öncel ve Alptekin, 1999).

üç kola ayrılarak devam eder (Barka ve Kadinsky-Cade,1988; Şekil 2). Fay zonu bu bölgede, özellikle Adapazarı'nın batısından itibaren Marmara Bölgesi'nde, doğudaki belirgin morfolojisini ve tek ana fay çizgisi görünümünü kaybederek dallanma özelliği gösterir. Son 17 Ağustos İzmit depremi de bu kollardan biri üzerinde olmuştur. Tarihsel geçmişten günümüze bir çok depremin, Marmara Bölgesi'ndeki farklı kolların hareketleriyle ilişkili olduğu, Şekil 2'deki tarihsel depremlerin farklı kollar üzerine düşmesinden de açıkça görülmektedir.



Şekil 2: Marmara bölgesinin aktif fay ve büyük depremleri (Ambraseys ve Finkel, 1995).

Anaşok Deprem Kataloğu

Depremlerin oluş sayılarıyla büyüklükleri arasındaki Log-Lineer fraktal değişimden yararlanılarak, büyük depremlerin yer alabileceği potansiyel alanların belirlenmesinde anaşok deprem kataloğu kullanılır. Anaşok deprem kataloğu, ham deprem kataloğunun işlenmesi ve artçışoklardan, kataloğun bilinen değişik (pencere ya da yığılma) yöntemlerinden birisinin uygulanması ile temizlenmesinden sonra elde edilen jeofizik veridir. Ham verilerin hiç bir işleme tabi tutulmadan kullanılmasının jeofizik parametreler üzerinde hatalara neden olduğu, belirlenmiş bilinen bir olgudur (Öncel ve Alptekin, 1999). Deprem kataloglarında, istasyon sayısındaki artmaya ya da kullanılan algoritmaların değişimine bağlı olarak bozulmalar (büyüklük değerlerinde kayma gibi) meydana gelmektedir. Bu bozulmaların hem düzeltilmesi hem de deprem kataloğunun rafine (declustering) edilerek uygun bir deprem kataloğu haline getirilmesi, sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir.

Öncel ve Alptekin (1999) Marmara Bölgesi'ndeki 1981-1999 yılları arasında toplanmış mikrodepremsellik verilerinde belirlenen deprem büyüklüklerindeki kaymayı (magnitude shift) düzelterek bölge için homojen bir ana şok karakterli mikrodepremsellik kataloğu hazırlamışlardır. Bölgeyle ilgili olarak yapılabilecek diğer araştırmalarda kullanılabilmesine imkan sağlamak için, hazırlanan katalog global bir web sitesine http://www.angelfire.com/al/geophysics/index.html yüklenmiştir.

Öncel ve Wyss'in (2000) Marmara Bölgesindeki potansiyel alanların, yani asperitelerin belirlenmesine yönelik çalışmasında, yukarıda belirtilen katalog kullanılmıştır. Marmara Bölgesi'ni 5 km aralıklarla dilimleyerek, her bir dilim noktasından geçirilen 20 km çaplı dairelerden, içine en az 50 deprem düşen alanlar için gerilme (b-değeri) ve deprem etkinliği (a-değeri) değişimleriyle ilişkili parametrelerden hareketle, 17 Ağustos depremininkine (Mw=7.4) denk büyüklükte bir depremin Marmara Bölgesi'nin hangi alanlarında vuku bulabileceği konusunu incelemişlerdir. Bu incelemede yerel yinelenme (TL) parametresinden yararlanılmıştır. Bir sonraki paragrafta, kullanılan parametrelerin elde edilmesi ve yorumlanması ile ilgili bilgiler verilecektir.

Büyük Depremlerin Olabileceği Alanların Kestirimi

Asperite fiziksel olarak depremi oluşturacak gerilmeye karşı dayanımı en fazla olan alan demektir. Bu alanlar gelecekte bir depremi oluşturabilecek alanlar olduğu gibi, olabilecek bir depremi durduran alanlarda olabilir (Öncel ve Wyss, 2000). Evrendeki jeofizik fenomenlerin fraktal bir geometriye sahip olduğunun belirlenmesi, jeofizik yapıların modellenmesinde yeni bir dönem açmıştır (Turcotte, 1997). Frekans-Büyüklük (FB) arasındaki ilişkiyi veren sismolojinin meşhur istatistik bağıntısı:

LogN=a-b (1) şeklindedir.

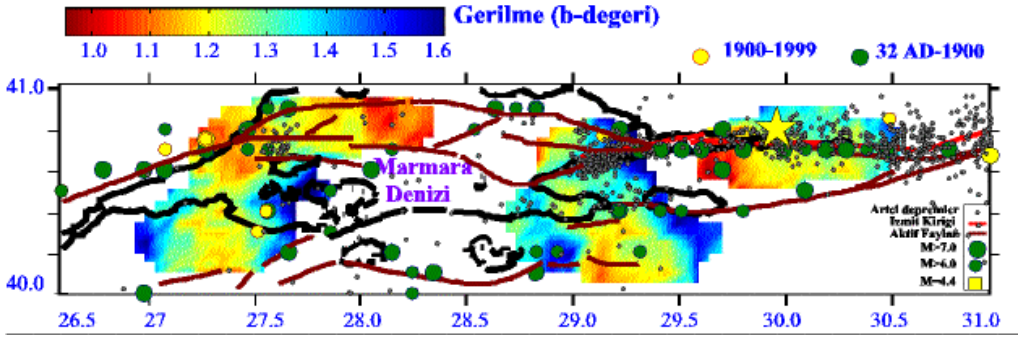
Burada N, m büyüklüğünü aşan depremlerin sayısıdır; a ve b parametreleri ise sabittirler. Gutenberg-Richter bağıntısı olarak bilinen bu bağıntının bir fraktal dağılım olduğu, Japon bilim adamı Aki (1981) tarafından gösterilmiştir.

Öncel ve Wyss'in (2000) Marmara Bölgesi'ndeki büyük depremlerin gelişebileceği potansiyel alanların, yani asperitelerin belirlenmesine yönelik çalışmasında anaşok depremleri kullanılmıştır. Marmara Bölgesi'ni 5 km aralıklarla dilimleyerek, her bir dilim noktasından geçirilen 20 km çaplı dairelerden içine en az 50 deprem düşen alanlar için gerilme (b değeri) ve deprem etkinliğindeki (a değeri) değişimle yakından ilişkili olduğu ispatlanmış bulunan jeofiziğin fraktal değişkenlerinden hareketle, son 17 Ağustos depreminin büyüklüğüne (Mw=7.4) denk bir depremin yinelenme periyodları ve muhtemel yerleri aşağıdaki bağıntı kullanılarak belirlenmiştir:

TL(M) = dT/10(a-bM) (2)

Öncel ve Wyss (2000), bölgede 7.4 büyüklügünde bir depreme neden olabilecek gerilme, etkinlik değişimleri ve bunlara bağlı yinelenme zamanlarını gösteren haritayı yukarıda verilen yöntemle ve daha sonraki paragraflarda açıklanacak rafine edilmiş deprem verisinden hareketle belirlemişlerdir. Uygulanan yöntemde kullanılan fraktal değişkenlerin fiziksel anlamları ve belirlenen alanların deprem tehlike risklerine aşağıda değinilecektir.

Marmara Denizi'nde Gerilme: İlk olarak 1960'lı yıllarda, Amerikalı bilim adamı Scholz, gerilmeyle, FB bağıntısındaki (1) b parametresinin ilişkili olduğunu belirlemiştir. Kırılmalarda artan (düşük b) ve azalan (büyük b) gerilme alanlarının FM bağıntısından belirlenebileceği, bu araştırmacının yaptığı laboratuvar deneyleriyle ortaya konmuştur. Depremde açığa çıkan enerjinin, gerilme kadar kırılan malzemeyle ile de iliş-



Şekil 3: Marmara Bölgesi'nde gerilme değişimleri (Öncel ve Wyss, 2000). İzmit depreminden önce gerilmenin nasıl arttığı ve benzer gerilme birikimlerinin Marmara bölgesinde nerelerde olduğu görülmektedir. Ayrıca depremden sonra artçı şokların nasıl dağıldığı görülmektedir.

kili oduğu, yine aynı yıllarda Japon bilim adamı Mogi tarafından laboratuvar koşullarında ortaya çıkarılmış olan diğer önemli bir gelişmedir.

Laboratuar koşullarında belirlenen açığa çıkan enerjinin biriken gerilme miktarı ve kırılan malzemeyle ilişkili olduğunu belgeleyen ve yukarıda değinilen deneysel sonuçlar, fay zonlarıyla ilgili olarak yapılan incelemelerin fiziki dayanaklarını oluşturmuşlardır. Özellikle, San Andreas fay zonunda ve Japon'ya daki aktif faylarda, kalite ve kantitesi yüksek deprem verilerinden hareketle yapılan incelemelerde gerilme değişimlerinin belirlenebilmiş olması bu yaklaşımın, kırık zonlarında büyük depremlerin oluşamıyacağı (krip:büyük b değeri) ve oluşabileceği (asperite:düşük b değeri) alanların belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir (Wiemer ve Wyss, 1997, Öncel ve diğ., 2000).

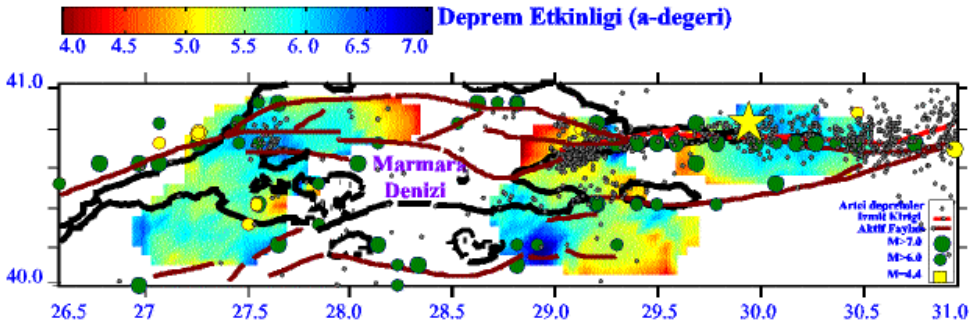
Marmara Bölgesi'ndeki gerilme değişimleri ayrıntılı olarak verilmiştir (Şekil 3). Gerilmenin büyük olduğu yerler (kırmızı), büyük depremleri oluşturacak enerjinin depolandığı alanları göstermektedir. Benzer çalışmalar dünyanın değişik yerleri içinde yapılmış ve San Andreas fay zonunda gerilmenin küçük olduğu (yüksek b değeriyle temsil edilen) ve fayın plastik özellik gösterdiği alanlar (krip) ile (Amelung ve King, 1997; Wiemer ve Wyss, 1997); San Jacinto fayındaki Anza sismik boşluğun (Wyss ve diğ., 2000) ve Morgan Hill depreminin yer aldığı asperite alanları (küçük b değerleri ile temsil edilen) belirlenmiştir.

Marmara Bölgesi'nde Deprem Etkinliği: Laboratuar koşullarında gerilme şiddeti ile b değerinin doğrusal olarak değiştikleri, yani aralarında pozitif bir korelasyona sahip oldukları belirlenmiştir (Main, 1992). Kısaca, gerilme konsantrasyonunun büyük olduğu (düşük b) yüksek dayanımlı alanlar, fayın kitlendiği asperite alanlarını, düşük dayanımlı alanlar (büyük a) ise, kırılmanın daha sık gözlendiği ya da beklenebileceği çatlak (crack) zonları simgeler. Gerilme konsantrasyonunun fazla olduğu alanların (düşük b) veya daha yumuşak bölgelerin (büyük a), jeofiziğin fraktal değişkenleri ile belirlenebileceği yukarıda değinilen çalışmalarla ortaya konmuştur.

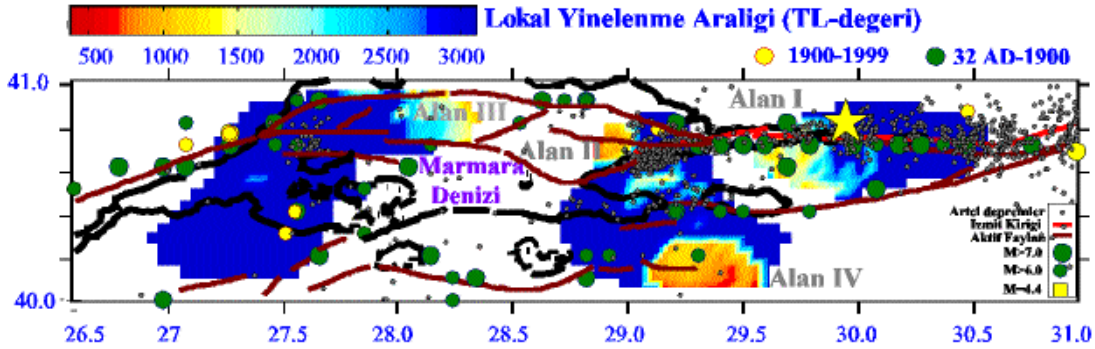
Marmara Bölgesi'nde Büyük Depremlerin Oluşabileceği Alanlar: Düşük b ve a değerlerinden, yinelenme periyodu en küçük bir TL anomali değerine karşılık gelir. Bu değer her iki parametrenin; hem daha büyük bir gerilme konsantrasyonuna, hem de daha yumuşak bir alan ya da fay parçasına karşı gelebilecek olan büyüklüklerinden hesaplandığı ve fayın mekanik özelliklerinin belirlenmesinde daha kuvvetli bir fiziksel temele dayanmakta olduğu için, yol açtığı sonuçlar da daha güvenilirdir. Aşağıda verilen ve belirlenen alanlara ait olan yorumlar, basıma hazır son bir çalışmadan derlenmiştir (Öncel ve Wyss, 2000).

Alan I: Kandilli Rasathanesi'nden derlenen M>3 artçı şok dağılımlarından görülebileceği gibi, son 17 Ağustos artçı şok zonunun uzunluğu yaklaşık 220 km'dir. Artçı şok dağılımının, 29°-31°D derece boylamları arasında kalan en batı ucunda büyük bir deprem yığılması görülmektedir. Bu yığılmanın, 17 Ağustos depreminin USGS tarafından verilen yerinin doğu ucuna, fakat kırığının tam ortasına denk düştüğü gözlenmiştir (bak Şekil 1 ve 2). Bu sonuç asperite olarak belirlenen alanlardan biri olan Alan I'in kenarına denk düşmekte ve TL anomalilerinden hareketle asperite alanlarının belirlenebileceğini göstermektedir.

Alan II: Bazı araştırmacılar tarafından bu alana yakın bir yerde 1963'de meydana gelmiş olan depremin neden olduğu lokal gerilme artımı üzerinde durulmaktadır (bak Şekil 4d, Nalbant ve diğ., 1998). Buna ilave olarak, 21 Ekim 1999 gününde yer alan ve İstanbul'da hissedilmiş bulunan M=4.4 depremi ve beş artçı şoku, bu alanda ki gerilmenin yüksek olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca gelebilecek bir kırığın, 28.8°D boylamındaki bu alandan başlayarak ba-



Şekil 4: Deprem etkinliğinin Marmara Bölgesi'ndeki değişimi. Deprem etkinliğinin arttığı alanlar a parametresinin büyük olduğu yerlere karşılık gelmektedir ve Şekil 3 de verilen haritanın lejandı ile değişiktir. Genelde daha düşük etkinliğin (küçük a değeri) daha büyük gerilme birikiminin (Şekil 3, küçük b değeri) alanlara karşılık gelir.



Şekil 5: Marmara Bölgesi'nde belirlenen asperite alanları. Son İzmit depreminin yinelenme periyoduna benzer dört alan depremden önce derlenen ve daha sonra işlenen deprem verilerinden belirlenmiştir.

tıya doğru hareket etmesi beklenebilir. Aynı zamanda asperitenin kuzey sınırının 1754 depremi ile ilişkilendirilmesi (Hubert-Ferrari ve diğ., 2000, Şekil 3), bu bölgedeki asperitenin, yaklaşık 250 yıldan beri deprem enerjisinin depolandığı bir alan olduğuna işaret etmektedir.

Alan III: Bu alan, gelecekte yer alacak kırılmalar üzerinde önemli rol oynayabilecek bir potansiyele sahiptir. Şüphesiz, M>7 olan depremlerin yerleri birer nokta ile resmedildikleri için, haritalanmasına çalışılan asperite alanlarının tarihsel geçmişte olmuş depremlerle ilişkilendirilmeleri zordur. Bu nedenle bu alanın, geçmişte olduğunu bildiğimiz deprem kırıklarının gelişimi üzerinde ne tür bir rol oynadığı konusunda bir şey söylemek mümkün değildir. Hubert ve Ferrari ve diğerlerinin, (2000), tarihsel depremlerin bilinen kırıklarla ilişkilendirmesine yönelik çalışmalarını göz önüne alırsak, mevcut asperitenin kuzey ucu 1766 depremi ile, güney ucu ise 1776 yılındaki depremle sınırlanmaktadır. Bu bilgilerin doğruluğu kabul edilecek olursa, var olan deprem potansiyelinin bu alanda da büyük olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Alan IV: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) güney kolu, deprem tekrarlanma süresinin en düşük değerle gözlendiği bir alandır. Bu alanda gözlenen en büyük deprem 1983 yılında vuku bulmuş olan M=5.5 depremidir. Bu nedenle bu alan, istatistiksel açıdan sismik suskunluğa sahiptir. Diğer taraftan, gözlenen suskunluk ve tekrarlanma süresinin (TL) küçük olması, orta büyüklükteki 1983 depreminden kaynaklanıyor olabilir. Bu kol bu depremden sonra, bir kaç yıl için deprem etkinliğini arttırmış ve sonra, normal olan düşük deprem etkinliğine geri dönmüş de olabilir. Bu nedenle Alan IV'ün civarındaki suskunluğun büyük olmasına karşın, gelecekte olabilecek bir ana şokun beklenebileceği bir alan olarak gösterilmesi tereddütle karşılanmalıdır. Çünkü deprem etkinliğinde gözlenen son değişimler, 1983 yılındaki depremin sonucu olarak yorumlanabilir (Öncel ve Wyss, 2000). Gene Hubert- Ferrari ve diğ., (2000) çalışmasına göre bu alana 1855 yılında bir deprem kırığı düşmüş olması bu bölgedeki deprem potansiyelinin yüksek olabileceğini göstermektedir.

Sonuç

Gerilme (b değeri) ve etkinlik (a değeri) değişimlerine bağlı olarak ve yerel yinelenme zamanı TL'nin anomali değerlerinden hareketle, potansiyel deprem alanları (asperite) belirlenmiştir. Alan I, 17 Ağustos deprem kırığının daha batıya doğru ilerlemesini engelleyen engel (bariyer) tipi bir davranış göstermektedir. Alan II ve Alan III arasında deprem etkinliğinin düşük olmuş ve depremlerin bir saçılma göstermiş olmasından dolayı gelecekte depremin yeri olduğu ileri sürülen bölümdeki hareket, KAFZ'nun diğer bölümlerinde gözlenen asismik, yani depreme bağlı olmayan bir davranışa karşılık geliyor da olabilir. Çünkü daha büyük depremlerin izcisi olan bir mikrodeprem aktivitesinin olmaması bu düşünceyi kuvvetlendirmektedir. Son çalışmaların ışığında, fay boyunca yer alan küçük ve büyük ölçekteki depremlerin davranışlarının benzerlik gösterdiği görüşü yerbilimlerinde ağırlık kazanmıştır (Öncel, 1995, 1996a,b, 2000). Yinelenme sürelerinin tehdit oluşturabilecek büyüklükte bir deprem için incelenmesi ve yerel değişimlerinden hareketle bir sonraki depremi oluşturabilecek asperite alanların belirlenmesi, ülkemizde ilk defa uygulanan yeni bir yaklaşımdır (Öncel ve Wyss, 2000). Yöntemin yeterince sınanmamış olduğu dikkate alındığında, gelecek depremlerin yerlerini belirlemekle ilgili yapılan çalışmanın sonuçlarına (Öncel ve Wyss, 2000) kuşku ile bakılması gerekeceğinden; depremin gelecekte Alan II, III ve IV ile verilen asperitelerde olabileceğini kesin olarak söylemek mümkün değildir.

Ali Osman Öncel
İÜ., Jeofizik Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar

Aki, K., 1981, A probabilistic synthesis of precursory phenomena: in Earthquake Prediction: An International Review, Maurice Ewing Ser., vol. 4, edited by D. W. Simpson and P. G. Richards, p. 566-574. A

Ambraseys, N.N, Finkel, C. F.,1995, The Seismicity of Turkey and adjacent areas: Eren Press, 240p.

Barka ve Kadinsky-Cade,1988

Hubert- Ferrari, A., Barka, A., Nalbant S., Meyer, B., Armijo, R., (2000), 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında Marmara'da deprem riski. Bilim ve Teknik, sayı: 389, sayfa: 54 – 58.

Main, I.G., P.G. Meredith & P.R. Sammonds (1992). Temporal variations in seismic event rate and b-values from stress corrosion constitutive laws, Tectonophysics 211, 233-246.

Main, I.G. (1992). Damage mechanics with long-range interactions: correlation between the seismic b-value and the two point correlation dimension, Geophys. J. Int. 111, 531-541.

Mogi, K., 1962, Magnitude-frequency relation for elastic shocks accompanying fractures of various materials and some related problems in earthquakes, Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ. 40, 831-853.

Öncel ve Wyss (2000): The major asperities of the 1999 Mw7.4 Izmit earthquake, defined by the microseismicity of the two decades before it, GJI, press.

Öncel, A.O., Wilson, T., Nishizawa, O.,2000. Size Scaling Relations in the Active Fault Networks of Japan and their correlation with Gutenberg-Richter b-Values, Revised for Journal of Geophysical Research, in press.

Öncel, A.O., Alptekin, Ö., 1999. Effect of aftershocks on estimation of earthquake hazard parameters: An example from the north Anatolian fault zone, , Vol 19, 1-11, Natural Hazards.

Öncel ve Alptekin (1999): Marmara Bölgesi'nin Mikrodepremselliği ve Sismik Tehlike, Proje No: 1038/250897.15.

Öncel, A. O., Main, I., Alptekin, Ö., Cowie, P., 1996a. Spatial variations of the fractal properties of seismicity in the Anatolian Fault Zones, Tectonophysics 257, 189-202.

Öncel, A.O., Main, I., Alptekin, Ö., Cowie, P., 1996b. Temporal variations of the fractal properties of seismicity in the North Anatolian fault zone between 31°E and 41°E, Vol.146, No.2, Pure and Applied Geophysics.

Öncel, A.O., Alptekin, Ö., 1995. Fractal distribution and its application in Seismology, Jeofizik ,10, 11- 316, ISSN 0259-1472.12.

Öncel, A.O., Alptekin, Ö., Main, I., 1995.Temporal variations of the fractal properties of seismicity in the western part of the North Anatolian fault zone:possible artefacts due to improvements in station coverage, Vol.2,147-157, Nonlinear processes in Geophysics.

Turcotte, D. L, 1997, Fractals and chaos in geology and geophysics: Cambridge University Press, Cambridge, 2nd edition, 398p.

Taymaz, T., J.Jackson and D. McKenzie, 1991, Active tectonics of the north and central Aegean Sea, Geophys. J. Int. 106, 537-550.

Wiemer, S., and M. Wyss, 1997, Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: An improved technique to calculate recurrence times?, J. Geophys. Res., 102, 15115-15128.



Yaşam

Sargun Tont

Uçun Kuşlar Uçun...

Hangi yaşta olursa olsun uçan bir kuşa bakıp ta "Ah, ben de onlar gibi olabilsem " diye iç çekmeyen bir insan yoktur sanırım. Bizleri yeryüzüne kelepçeleyen yerçekimine karşı onların kazandığı zafer bu hayranlığın yalnız bir boyutudur, tabi. Doğa en güzel renkleri, en lirik melodileri onlara hediye etmiş. Bizlere de hayran hayran seyretmek ve dinlemek kalmış. Tabii böyle muhteşem yaratıklara şairlerin ilgisiz kalacağı düşünelemez. Kuşlarla ilgili şiirlerde en sık rastladığımız temaların başında özgürlük gelir. İngiliz şairi Shelly, Tarla Kuşu adlı şiirinde bu kavramı ne güzel ifade eder:

Yükseklere, daha yükseklere
Bu dünyadan kopmuşsun
Sanki ateşten bir bulut gibi.

Tevfik Fikret seyretmekle yetinmeyerek birlikte havalanmak ister:

Olalım her beliyyeden salim
Uçalım âsmâna dönmeyelim
(Her felaketten sağ kurtulalım
Uçalım göklere, dönmeyelim)

Kafese hapsedilmiş bir kuş ise esareti simgeler. Romalı şair Boethius'un (M.S 480) "Kafesteki kuşa bal dahil, ihtiyacı olan her şey verildiği halde o yine ormanım, yine ormanım diye inilder" ve atalarımızın "Bülbülü altın kafese koymuşlar, yine de vatanım diye inlemiş" sözlerinde belirtildiği gibi.

Kuşlar şairlerin aklına çeşitli metafor ve benzetmeler getirir. "Eşini kaybetmiş bir kuş gibi karlar" (Cenap Şahabettin) "Yağan kar gibi kanatlarını açmış güvercinler" (Emile Zola) "Sanki bir yarış teknesinde kürek çeker gibi uçan zarif pelikanlar" (George Garrett) "Bir avuç çakıl gibi saçılan serçeler" (William H. Gass), "Leylekler ve pelikanlar havada sallanan kurdeleler gibi uçtular" (Hans Christian Andersen) "Beyaz kandiller gibi uçan kuğukuşları" (Lawrence Durrell), "Kırılan dalgalardan bir köpük gibi yükselen deniz kırlangıcı" (Robert Hass) gibi. Bir çok toplumlarda baykuş bazen akıllı bir filozof, bazen felaket habercisi olarak bilinir. Kartal kuvvetin, güvercin barışın, bülbül hüznün simgesidir.

Aristoteles'ten günümüze kadar kuşlar biliminsanlarının en çok ilgisini çeken yaratıklar arasındadır. Charles Darwin'in Galapagos adalarında ispinoz kuşları ile ilgili yaptığı çalışmalar evrim teorisinin temel taşını oluşturan doğal seçilim kavramını kanıtlamış, ekolojide "bölgesel egemenlik" dediğimiz bir canlının belirli bir araziye sahip çıkarak koruması ilk kez



kuş bilimci Eliot Howard'ın aklına kiraz kuşlarını seyrederken gelmiş, eteloji (hayvan davranışı) bilimin temelleri Konrad Lorenz'in kazlar üzerinde yaptığı deneylerle atılmıştır.

Ah, diyeceksiniz, bu satırları okurken, ben de kuşları çok severim ama ne Tevfik Fikret gibi şiir yazabilirim ne de bilimsel çalışma yapabilecek kadar eğitim gördüm. Size bir müjdem var: Hemen bir kuş gözlem topluluğuna üye olun, böylelikle hem estetik duyularınızı tatmin eder hem de ortaokul biyoloji dersinde çaktığınız halde sınırlı da olsa bilimsel çalışmalara katılabilirsiniz.

Kuş gözlemciliği çok kolay fakat o kadar da keyifli doğa sporlarından biri. Tek ihtiyacınız ufak bir dürbün, bir rehber kitabı ve kalem kağıt. Geziler genellikle hafta sonlarında gruplar halinde yapılıyor. Mekan bir dere boyu olabileceği gibi bir orman köşesi de olabilir. Dirsek dirseğe kuşları izlediğiniz ve zaman zaman bilgi alış verişinde bulunduğunuz bay veya bayan bir astrofizikçi olabildiği gibi bir tiyatro oyuncusu olabilir.

Kuş gözlemciliği Batı ülkelerinde o kadar yaygındır ki sadece İngiltere'nin Kraliyet Kuşları Koruma Derneğinin bir milyondan fazla üyesi var. ABD'de de milyonlarca insan bu tür derneklere üye. Gururla söylüyoruz ki son yıllarda ülkemizde, bir çoğu üniversitelerde olmak üzere çeşitli kuruluşlar var. Türkiye Kuş Derneği başkanı arkadaşım kuşbilimci Dr. Can Bilgin'in bana söylediğine göre özellikle kuş sayımlarında amatör üyeler çok yardımcı oluyormuş.



Belki şaşıracaksınız ama kuş gözlemciliğin geçmişi o kadar eski değildir. Her ne kadar insan kuş ilişkileri çok eski zamanlara kadar dayansa da tarih boyunca özellikle Batı toplumlarında, kuşlara sadece etinden tüyünden faydalanılan herhangi bir av hayvanı olarak bakılırdı. Kuş merak ve sevgisini halk arasında yayılmasını en çok bir adama borçluyuz: Gilbert White.

1720 yılında İngilterede doğmuş olan White, Oxford Üniversitesini bitirdikten sonra bugün bile haritada zor bulabileceğiniz Selborne kasabasında ömrünün sonuna kadar rahiplik yapmayı tercih etmiştir. Doğaya çok meraklı olan White bir yandan remi görevini yaparken diğer boş zamanlarında kuşları inceleyip onların yeyip ne içtiklerini, nasıl bir yaşam sürdükleri hakkında topladığı bilgileri bir not defterine kaydedermiş. White'ın bu çalışmaları zamanın ünlü kuş bilimcilerinden Thomas Pennant'ın kulağına gitmiş. Pennant, White'a buluşlarını kendisine mektup şeklinde yazmasını önermiş. Böylelikle iki adam arasında yıllar süren bir fikir alış verişi başlamış. Bir süre sonra bu ikiliye mesleği avukatlık olan Daines Barrington'da katılmış. Bu mektupların bir kitap halinde basılmasını da Barrington önermiş ve ortaya The Natural History and Antiquities of Selborne (Selborne'nun Doğal tarihi ve Eski Zamanları) çıkmış.

Kitap White dahil hiç kimsenin hayal edemiyeceği bir ilgiyle karşılanmış. Kitabı okul çağlarında okuyan Charles Darwin anılarında 'Bu kitabı okuduktan sonra insan ornitologtan (kuş bilimcisi) başka ne olmak isteyebilir ki' diye yazar. Zamanın ünlü şairlerinden Coleridge ne kadar "hoş, şirin bir kitap" diyerek White'a övgü yağdırmış. Gelmiş geçmiş en büyük ressamlarından John Constable bu kitabı "yaratan akla her zaman imrendim" demiş. İsterseniz gelin, lafı fazla uzatmadan, sizlere bir örnek sunalım. İşte 8 Temmuz, 1773 yılında Daines Barrington'a yazdığı mektuptan bir alıntı.

"Bildim bileli bizim kilisenin saçaklarının altında yavrulayan iki beyaz baykuş vardır. Bunların özellikle üreme mevsimlerinde davranışlarını inceledim… Güneş batmasından yarım saat önce (ki o sıralarda fareler de ortaya çıkar) hucuma geçerek dere boylarında ve çalılar arasında avlanırlar… Bu kuşları bir saat boyunca izlediğim zaman ikisinden birinin her 5 dakikada bir geriye dönerek yuvayı kontrol ettiğini gördüm ve bu becerikli kuşların kendileri kadar yavrularını da düşünmeleri benim dikkatimi çekti."

Biraz sonra yuvaya dönüş en ince ayrıntılar gözardı edilmeden anlatılır:

"Avlarını pençeleriyle tutarak yuvaya kadar uçarlar ve önce kiremitlerin üzerine konarlar, saçaklara inebilmek için pençeleri gerekli olduğundan fareyi gagalarına alıp boş kalan pençeleriyle saçaklarda yürüyebilirler. (Bundan emin değilim ama) sanırım beyaz baykuşlar ötmezler, bütün o bağırma çağırmalar sanırım koruda yaşayan baykuşlardan gelir…"

White çok önemli bir keşif yaptığı zaman bile mütevaziliği elden bırakmaz: "Bazı gençler Wolmer ormanının kenarındaki gölette keklik palazı veya yaban ördeği avlamaya gittiler ve bir çoğunu canlı olarak yakaladılar… Bunların arasında tüyleri yeni çıkmış yaban ördekleri de gördüm ve biraz inceledikten sonra bunların çamurcun kuşu olduklarını anladım: bu beni çok mutlu etti. O zamana kadar ben İngilterenin güneyinde bu kuşların yaşadığını bilmiyordum ve beni çok mutlu eden bu buluşa doğa tarihininde önemli bir olay olarak bakabiliriz."



Tabii her doğa sever gibi White da sevgili kuşların yanı sıra diğer canlıların da ekosistemdeki önemini unutmaz. Örneğin solucanlara övgüler yağdırır. Sanırım Charles Darwin'in yaşamının sonuna doğru yazdığı kitabı sırf solucanlara ayırmasında White'in büyük etkisi olmuştur. Sonuç olarak doğa tarihcileri kuş gözlemciliğini bu mektupların başlattığında hemfikir.

Peki ama diyeceksiniz kuşlar ne alemde. Durumları pek parlak değil. Aşırı avlanma, pestisitler ve onları yerlerinden yurtlarından eden çarpık kentleşme- bunların hepsi sevgili kuşların geleceğini tehlike altına sokuyor. Bu günkü durumu da yine bir mektup çok güzel açıklıyor. Mektubu kuşların ağzından Malazyalı şair Usman Awang yazmış:

"Kuş Toplumundan Valiye Mektup
Sayın Vali,

Biz kuşlar parlak bir sabah terkedilmiş meclis binasının çatısında bir toplantı yaptık.

Kelebekler de toplantıya özel misafir olarak katıldı. Her ne kadar senin için oy vermediysek de, bizlere verdiğiniz Yeşil Kent vaadini tutmanızı istiyoruz… Yazıklar olsun, doların yeşili uğruna kentin yeşilini yok ettiniz."

Sanırım bu mektubu hangi kent valisine gönderirseniz gönderin, yalnış adres diye geri gelmeyeceğinden emin olabilirsiniz.

Sargun A. Tont



Doğanın Harika Ürünü
Arı Sütü

Arı ürünleri arasında besin maddelerince en zengini olan arı sütü, 5-15 günlük yaştaki işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanan ve ana arı ile genç larvaların beslenmesinde kullandıkları bir gıda maddesidir. Beyaz-krem renkte, pelte kıvamında, kendine özgü kokusu ve ekşi-acı bir tadı bulunmaktadır.

ARI KOLONİSİNİ oluşturan bireylerden ana arı ve işçi arılar aynı genetik yapıya sahip olmalarına karşılık, larva döneminde farklı oranda ve sürede arı sütüyle beslenmeleri aralarında kast farklılaşmasına neden olmaktadır. Ana arılar, tüm larva ve ergin dönemlerinde arı sütü ile beslendiğinden yumurtalıkları ve spermatekaları (erkekten gelen spermayı depo ettikleri kese) çok iyi gelişmekte, günde 1500-3000 yumurta bırakmakta ve birkaç yıl bu üretkenliğini sürdürerek kolonin geleceğini yönlendiren en önemli bireyi olmaktadır. Ana arının döllü olarak bıraktığı yumurtalardan oluşan larvalar ilk 3 gün arı sütü, 3. günden sonra bal ve polen karışımı ile beslendiğindeyse işçi arılar oluşmaktadır. İşçi arılar 21 günlük gelişme sürelerinden sonra ana arıdan oldukça küçük yapıda, üreme organları gelişmemiş; koloni içersinde ve dışında yapacakları işlevlerine uygun olarak çeneleri, yavru gıda bezleri, mum bezleri, koku bezleri gelişen, vücutları nektar ve polen toplamaya uygun ve yaşam süreleri ancak 35-40 gün olan kolonin en kalabalık bireylerini oluşturmaktadırlar.

Arı sütü, salgılandığı gibi, depolanmadan doğrudan ana arı ve genç larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesi olması açısından geleneksel bir arı ürünü değildir. Ana arıların özel olarak arı sütü ile beslenerek aynı genetik yapıya sahip işçi arılardan farklı yapısal özellikler göstermesi, uzun ömürlü olması ve olağanüstü verimliliğe sahip olması; insanlar üzerinde de benzer etkiler gösterebileceği görüşü dünden bugüne bu ürünü çok çekici bir duruma getirmiştir.

Günümüzde arı sütünün insan sağlığına doğrudan katkısının bilimsel olarak kanıtlanamamış olmasına ve klinik etkileri konusunda ciddi eksikliklerin bulunmasına karşın; arı sütünün biyolojik, klinik özellikleri, üretim tekniği ve kalite kontrolü konusunda yapılan çalışmalarda önemli aşamaların kaydedilmiş olması sevindiricidir.

Arı sütü 30-35 yıldan bu yana insanlar tarafından çeşitli hastalıkların sağıtılmasında, vücudun sağlıklı ve dinç tutulmasında hücre yenileme özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Son yıllarda arı sütünün apiterapi alanında kullanımı da üretimini cazip duruma getirmiştir. Saf arı sütü üretiminin ve korunmasının oldukça zor, son derece teknik ve yoğun işgücü gerektirmektedir. Üretici durumundaki arı yetiştiricilerinin bu konuda bilinçli olması tüketici haklarının korunması açısından son derece önem taşımaktadır.

Dünyada arı sütünün üretim ve ticareti Çin, Japonya, Taiwan ve Yeni Zelanda gibi Uzak Doğu ülkelerinde yapılmaktadır. Çin yılda 1000 ton arı sütü üretimi ile ABD ve birçok Avrupa ülkesinin arı sütü talebini karşılamaktadır. Ülkemizde arı sütü üretimi 1990' lı yıllarda küçük çapta başlamasına karşın talebin büyük bir kısmı Çin, Fransa, İtalya ve BDT ülkelerinden ithal edilerek karşılanmaktadır.

Ülkemiz arı yetiştiricilerinin arı sütünün üretim, muhafaza tekniği ve pazarlaması konularında çok fazla bilgiye sahip olmaması, teknik sorunlarla karşılaşmaları, bazı üreticilerin arı sütüne katkı maddeleri karıştırarak pazarlamaları tüketici ve ihracatçıları zor durumda bırakmakta, saflığı konusunda şüphe oluşmasına neden olmaktadır. Bu açıdan ülkemizde arı sütünün önemi, özellikleri, üretimi, muhafaza tekniği, kullanım alanlarının bilinmesi; üretici ve tüketicilerin bu yönden aydınlatılması gibi konulara önem verilmelidir.



Balmumundan hazırlanmış yapay ana arı yüksükleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Arı sütü yüksek viskoziteli, akıcı kıvamda, karmaşık fiziksel ve kimyasal yapısına karşın oldukça homojendir. Rengi hafif bej-sarıdır. Tadı ekşi ve kokusu keskin fenolik yapıdadır. Yoğunluğu 1.1 g/cm3 olup kısmen suda çözünebilmektedir.

Arı sütünde mum ve larva kalıntılarının bulunması saflığı konusunda bir gösterge olsa da bu durum arı sütü toplama

Değerli Okurlar, görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.

Nüfusumuz ya da Toplumsal Sorunlarımız Artıyor mu, Azalıyor mu?

22 Ekim'de genel nüfus sayımı yapılacak. Bu sayım ülkemizin yeni binyıldaki tablosunu da ortaya çıkartacak. Nüfusumuzdan yola çıkarak, kadın erkek oranı, yaş durumu, ailelerin küçülüp küçülmediği, evlenme yaşı, doğurganlık durumu, ülkemizdeki bebek ölümlerinin yüzdesi, çocukların ve yetişkinlerin eğitim durumları, özürlülerin oranı ve daha pek çok konuda bilgi sahibi olacağız. Bu sayımın sonucunda yapılacak araştırmalar diğer sayımlarda olduğu gibi, yoruma dayalı ve öneri getiren araştırmalara da ışık tutacak. Örneğin 1998'de, Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması yapılmıştı. Bu araştırmanın sonucunda da, Türk aile yapısının küçüldüğü, Türkiye'de ortalama hane halkı büyüklüğünün son yirmi yılda 2 kişi azalarak 4,3 kişiye düştüğü ve hanehalkı büyüklüğünün kırsal kesimde, kentsel kesime göre 1 kişi fazla olduğu sonucuna varılmıştı. Araştırma evlenme yaşının da arttığını ortaya koydu. Son yirmi yılda özellikle kadınların, evlenmelerini iki yıl geciktirdikleri saptandı. Doğurganlıktaki azalma eğiliminin de son beş yılda yavaşlamaya geçtiği belirlendi. Türkiye'de 1978-1993 döneminde doğurganlık düzeyinde önemli bir düşüş olmuş, doğurganlık düzeyi % 60 azalarak kadın başına 4,3 doğumdan, 2,7 doğuma düşmüştü. Adı geçen araştırma, kadın başına doğum sayısını sadece % 4'lük bir azalmayla 2,6 olarak gösterdi. Bu sonuç, doğurganlık düzeyindeki hızlı düşüşün son beş yılda yavaşladığını ortaya koyuyordu. Şimdiki sayımın sonuçlarından yola çıkarak bu rakamlar yeniden saptanacak ve sonuçta doğum oranında bir düşüş mü, yavaşlama mı ya da artış mı olduğu belirlenecek.

Peki sizler bu konuda nasıl bir öngörüde bulunuyorsunuz? Acaba, Türkiye'de bir zamanların hızlı nüfus artışı ve beraberinde getirdiği sorunlar sona erdi ve ülkemiz insanlarının yaşam beklentileri değişti mi? Yoksa bu düşüşe etken olan bazı nedenler vardı da bundan dolayı mı bu aldatıcı durum ortaya çıktı? Ülkemiz hâlâ ciddi halk sağlığı, eğitim, enerji, tarım, teknoloji sorunları olan ya da nüfus artış hızı sorunları olan bir ülke mi? Aslında bu konu bir anlamda ülkemizin gelişmişlik düzeyi konusunda da bizlere görüşlerimizi açıklama fırsatı sağlayacak. Bu ay Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyoruz.

Gülgûn Akbaba

Serbest Kürsü

Hayvanlara Hayvanca Yaşam Hakkı

Tekerleğin icadıyla başlayan insanlığın modernleşmesi, uzunca bir süreçten geçerek günümüze ulaşmıştır. Mağara devrindeki ilkel yaşamdan kurtulup, alet kullanmaya başlayan insan, bir yandan kendi neslini kurtarırken, diğer yandan hayvanların özgürlüklerini kısıtlamaya başladı. O güne kadar hayvanlardan yalnız beslenmek ve örtünmek için yararlanan insanlar, tekerleğin icadından sonraki dönemlerde hayvanların gücünden ve becerilerinden de yararlanır oldular. Bu aslında hayvanlar için sonu gelmeyecek bir kölelik hayatının da başlangıcıydı.

Uçsuz bucaksız çayırlarda dilediği gibi otlayıp, koşan atlar, ağızlarına takılan demir çubuklarla evcilleştirilerek, insanların denetimleri altına alındılar. Dahası da var: Çevresi sınırlandırılmış alanlarda, insanların zevkleri uğruna yarıştırıldılar. Çok ağır yüklerin altına sokuldular. Ölümleri de insanların elinden oluyordu. İşleri bittiğinde, kafalarına sıkılan birer kurşunla yaşama veda ediyorlar atlar.

Hamamda kocakarıların bayılma figürlerini öğrenmeleri için kızgın saclar üzerinde eğitime alınan ayılara ne demeli? Burunlarına takılan demir halkalarla uysallaştırıldılar. Bir tefin tıngırtısında insanlara eğlence oldular. Ürkek tavırlarla, sahibinin (!) sopasına sarılıp iki ayağı üzerine kalkarken, umutsuz gözlerinde dağlar vardır bıçare ayıların.

Maymunlar, bir yandan neon ışıklarla kirletilmiş metropollerde, derin dondurucudan çıkardıkları muzu yerken, bir yandan da askılı pantalon ve rugan ayakkabılarla sosyetenin cilalı salonlarında dans eden maymunlar. Oysa onlar, ay ışığında, bir ormandaki ağaca tırmanıp dalından meyveleri koparıp yemeli. Daldan dala sıçradığı sık ağaçlar arasında kendi türleriyle yaşayabilmeli.

Örneklemeyi sürdürelim: Turizm ve ekmek parası uğruna (!) flüt nağmeleri eşliğinde yılanlar oynatılıyor. Dişlerini kökünden kesmek yetmezmiş gibi koskoca filler, minicik insanların emrine sokuluyor, taşımacılıkta kullanılıyorlar. Güçlerini cinselliğinde değil kaslarında toplamaları için tosuncuklar burulup öküz yapılıyor…

Yüzyıllardır kendi türüne de acımasızca davranan insanlar salt renkleri farklı diye hayvanlar gibi siyahları da köle niyetine kullandılar. Yanı sıra, teorikte olmasa bile pratikte hala köle gibi kullanılan insanlar var. Bu cepheden bakıldığında şöyle diyesim geliyor: Ey hayvanlar çektiğiniz daha ne ki? İnsan, aklıyla kimbilir sizlere daha neler neler gösterecek?

Ama yine de Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyorum: Hayvanlar hayvanca yaşamalı mı? Yoksa onlar da insanlar için mi varlar?

Ahmet Önen, *Bursa*

Sizce Miyop muyuz?

Ağustos sayınızda Genom Projesi hakkında sayfalarca yazınızı okudum. İnsan, bitki, mikroorganizma genomlarından hastalıkların teşhis ve tedavisinden gen aktarımlarına kadar birçok konuda aydınlatıcı oldunuz ve bir konu başlığı daha vardı ki adeta biz gençlerin ders alması için yazılmış.

Evet bahsettiğim başlık "Genom Projeleri ve Türkiye". Yazınızda sadece Türkiye ile ilgili olarak bu dalda eğitim veren üniversitelerimizi söyleyip yurtdışında çalışan bazı Türk bilim adamlarının olduğundan bahsetmişsiniz. Tabi haklı olarak sizin yazabileceğiniz bir araştırma boyutu Türkiye'de mevcut olmadığı için sizi yadırgamıyorum eleştirim bu konuya yeterince eğilmeyen büyüklerime.

Bildiğimiz gibi genetik araştırmalar artık bilimsel boyutu aşmış ticari, siyasi ve askeri boyut da kazanmıştır. Şimdi nasıl petrol zengini ülkeler hüküm sürüyorsa; gelecekte de gen teknolojisini büyütmüş, tedavileri başarmış, genlerin patentlerini toplamış, hatta ve hatta nükleer füzelerden daha tehlikeli biyolojik silahlar üreten ülkeler dünyanın sözünü söyleyecekler. Sizce Craig Venter bilime hizmet etmek için mi milyon dolarlarla ölçülen sermayeyi bir araştırma şirketine bağladı? Bunun böyle olmadığını siz de, biz de gayet iyi biliyoruz. Bu gelişmenin, matbaanın bulnmasından bir farkı yoktur. Nasıl Avrupalılar matbaayı bulduktan yüz yıllar sonra biz ülkemize getirmişiz, şimdi aynen tarihi tekerrür ettiriyoruz. Tek farkımız bu geçen süreye yasakların değil de yetersiz araştırmaların neden olması. Burada yetersiz araştırmalardan kastım, bilim adamlarımız değildir; onlara, ortam, araştırma alt yapısı ve teknolojik donanım verilmesi gerektiği kanısındayım. Bu olay o kadar büyüktür ki, gün gelecek insan etiğinin değerini kaybettiği ülkeler, nüfus cüzdanı olmayan, ismi olmayan insan kopyalarını asker yaparak düşmanlarına saldıracaklardır; bu bir hayal gibi gözükse de, bir gün gerçek olacak. Unutmayalım Genom Projesi de bir hayal değil miydi?

İşte bütün bunları diğer ülkeler görüyor ve gizliden gizliye çalışmalarının hızlarını arttırıyorlar. Fakat biz niye uzağı göremiyoruz? Fikriniz nedir, miyop muyuz sizce?

Kağan Abidin, *Antalya*

Öğretmenlerin Geçmesi Gereken Sınavlar…

Eğitim sistemimizin ve öğretmenlerimizin durumu öteden beri tartışılagelmektedir. Elbette sorun çok yönlüdür ve çözümü de birçok alanda yapılacak yeniliklerle olasıdır. Bunları zincirin birer halkası olarak düşünürsek, ilk halka eğitimcilerin seçimi, yani eğitim fakültelerine öğrenci alımıdır. Bu halka hem çok önemlidir, hem de önemli düzenlemelerin yapılması gereken bir halkadır. Neden mi?

Çok iyimser düşünürsek dahi, üniversite öğrenimini kendi istediği alanda yapan öğrencilerin sayısı oldukça azdır. "Hiçbir şey olamazsa öğretmen olur" anlayışının çok yaygın olduğu ülkemizde, bu durumun eğitim fakültelerine nasıl yansıdığını hemen anlayabiliriz. Yalnızca bir meslek sahibi olabilmek ya da iş garantisi gözüyle bakılıp, tercih edilir olan eğitim fakültelerinin durumu oldukça kötüdür. Eğitim fakültelerine bu yaklaşım sürdükçe, gereken düzenlemeler yapılmadıkça, eğitim kalitesi yükseltilmedikçe, hedeflenen sonuçlar da alınamayacaktır.

Eğitim ve öğretimde başarı için, öğrencinin bilgiyi almaya hazır olması gerekliliğini bütün eğitimciler bilir. Bu öğrencinin istekli olmasıyla ilintilidir. Kendi tercihi dışında, farklı nedenlerle eğitim fakültelerini tercih etmek zorunda kalan adayların verimli olmayacağı, bu okullardan bir an önce mezun olup gitmeye bakacakları açıktır. Dolayısıyla bu durum düzeltilmezse, eğitim ve öğretim kalitesinde istenen hedeflere ulaşılamaz. Sorun bununla da bitmiyor. Öğretmenliğe bir iş olarak bakılamayacağı gibi, sevilmeden de öğretmenlik yapılamaz. Meslek olarak bakan ve öğretmenliği de sevmeyen bir öğretmen, öğretmenlik ahlak ilkelerine uyamaz. Bu durumda da öğrencilerine, fiziki ceza gibi çağ dışı kalmış uygulamalardan tutun da, öğrencinin ruhsal yapısında tahribatlara varan durumların ortaya çıkmasına yol açabilir.

Bu konuda önerilerim şunlardır: Müzik, resim, beden eğitimi öğretmenliği bölümlerine öğrenci alımında uygulanan yetenek sınavlarının bir benzeri başta sınıf öğretmenliği olmak üzere tüm diğer bölümler için geliştirilmelidir.

Yalnızca bilgi sahibi olmak, öğretmenlik için yeterli değildir. İstekli olmak, öğretmenliği sevmek gerekir. Öğrenci seçiminde bu kriterler de göz önüne alınmalıdır.

Gerek fakülteye girişte, gerekse öğretmenliğe atamada adaylara gerekli psikolojik testler kesinlikle yapılmalıdır. Ruhsal bozukluğu olan bir öğretmen öğrencilerini de etkileyecektir.

Birçok eğitim mucizesinin altında, öğretmenliğin bilincinde, onu severek yapan, alanında yeterli, idealist öğretmenlerin imzası vardır.

Mehmet N. Fidan
DEÜ Buca Eğitim Fak. Sınıf Öğr., 4.Sınıf Öğrencisi

34. Dünya Satranç Olimpiyadı



İstanbul 2000

34. Dünya Satranç Olimpiyadı (28 Ekim-12 Kasım, Lütfi Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı - Rumeli Salonu) ve 71. FIDE Kongresi'ni (3-12 Kasım, İstanbul Hilton Oteli) gerçekleştireceğimiz organizasyonda, 120 dolayında ülkeye, Uluslararası Görme Engelliler Federasyonu'nun da hem erkekler hem de bayanlarda katılımıyla, 1500 kadar seçkin sporcu, antrenör, refakatçi, idareci, medya mensubu izleyici ve yöneticiye ev sahipliği yapacağız.

İstanbul 2000'de teknolojinin sınırları zorlanarak tüm oyunlar (baylarda yaklaşık 60x4=240, bayanlarda yaklaşık 45x3=135, toplamda her gün 375 kadar karşılaşma, 14 turluk olimpiyat süresince ise 14x375=5250 civarında oyun internetten canlı olarak izlenebilecek.)

Çanakkale

Troya Festivali VIII. Geleneksel Satranç Turnuvası'nda bu sene Armen Grigoriev, 25'i ELO'lu *(adını sistemi kuran Prof. Arpad Elo'dan alan ve FIDE tarafından düzenli periyodlarla ilan edilen bir kuvvet derecelendirme-puanlama sistemi)* 128 satranççı arasında 7,5 puanla tek başına birinci olurken; Yakup Erturan, Suat Soylu, Mert Erdoğdu, Mehmet Altınsoy, Hakan Erdoğan, Tolga Demirel ve Ahmed Abdulvahab 7'şer puanla ikinciliği paylaştılar. Yıllardır başarıyla sürdürülen ve ilginin hiç azalmadığı organizasyon, yine özverili çalışmaları ile bu yükü üstlenen Çanakkale Satranç İl Temsilcisi Turgut Tunca ve Çanakkale Tarımspor Satranç Takımı Kaptanı Tevfik Sayman tarafından, Çanakkale Satranç Derneği, Düşün Satranç Merkezi ve Çanakkale Belediyesi'nin de katkılarıyla, uluslararası hakemlerimizden İsmet Arvit'in başhakemliğinde, 5-13 Ağustos 2000 tarihlerinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Anafartalar Kampüsü'nde gerçekleştirildi. Turnuvanın bilgisayar danışmanlığını Tansu Küçüköncü yaptı. Bu yıl, ilk kez görme engelli satranççılarımız Kerim-Selim Altınok kardeşler ve Mahmut Günday'ın da katılması, turnuvayı daha da anlamlı hale getirdi. 3'ü de avukat, ikisi aynı zamanda iyi birer müzisyen de olan bu güçlü satranççılar, hem turnuvaya hem de ortama renk kattılar. Bu mucizevi organizasyonu, sadece satranç sevgisi ile yıllardır ayakta tutmayı başaran tüm idareci ve oyuncuların diğer illerimize de örnek olması dileğimizi yineliyoruz.

Problem

Leonid Yarosh
1983 Shakmatnıy 1. Ödül



(16-8) 4 Hamlede Mat

Olağanüstü bir kurgu… Kurgumatın sahibi, 1983'de sayısız üstadın önünde birincilik ödülü aldığında, adı sanı duyulmamış 26 yaşında bir futbol antrenörüydü. İşte çözümün ana varyantları:

1.a7! ab1A [1...ab1K 2.ab8K! *(2.ab8V? Kb2! 3.Vb3 pat)* 2...Kb2 3.Kb3 Şc4 4.Va4; 1...ab1F 2.ab8F! *(2.ab8V? Fe4! 3.Vf4 pat)* 2...Fe4 3.Ff4 Fa8 4.Fe3; 1...ab1V 2.ab8V Vb2 *(2...Ve4 3.Vf4 Vf4 4.Kf4)* 3.Vb3 Vc3 4.Vac3] **2.ab8A!** [2.ab8V? Ad2! 3.Vf4 *(3.Kf4 Ae4; 3.Vc1 Ae4)* 3...Şc3] **2...Ad2 3.Vc1 Ae4 4.Ac6**

Siyah, piyadesini hangi taşa terfi ettirirse, Beyaz'da aynı taşa terfi ettirerek matı gerçekleştiriyor. Eşine rastlanmamış bu tema, sahibine haklı bir birincilik getirmiş.

Seçme Oyunlar

De Vreugt,D - Atakişi,U [B33] 20 Yaş Altı Avrupa Gençler Birinciliği, Aviles/İspanya, 2000

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 e5 6.Adb5 d6 7.Fg5 a6 8.Aa3 b5 9.Ff6 gf6 10.Ad5 Fg7 11.Fd3 Ae7 12.Ae7 Ve7 13.c3 f5 14.Ac2 f4?! 15.a4 ba4 [15...Vg5 16.0-0 Fh3? 17.Ae1] **16.Ab4!? 0-0** [16...Vg5 17.Ff1 *(17.g3! Fd7 18.Fc2 Vg6 19.Vd3)* 17...0-0 18.Ka4 a5 19.Ad5 *(19.h4 Vd8; 19.Ac6 Fb7 20.h4 Vf6)* 19...Fd7] **17.Ka4 a5** [17...Vg5 18.Kg1!? *(18.Ff1 a5 19.Ad5 Fd7 20.Ka2 Kfb8; 18.g3 Fg4 19.Vd2 Ff3 20.Kg1 Vh5 21.h4 Şh8; 18.Şf1 a5)* 18...Fb7 19.Ka5 (19.Ad5 Fd5 20.ed5 a5) 19...Kfc8] **18.Ad5 Vg5** [18...Vb7 19.Ve2 Şh8] **19.g3 Fh3 20.Ff1** [20.Fe2 Kfb8 21.Vc2 Vh6 22.Ff3 *(22.Ae7? Şf8 23.Af5 Ff5 24.ef5 fg3 25.fg3 d5)* 22...Fe6] **20...Fg4 21.Fe2** [21.Vd2 Ff3 22.Kg1 Kfb8; 21.Vc2 **A)** 21...f5 22.gf4 (22.Ac7 Ff3 23.Kg1 Fe4 24.Vb3) 22...Vh6**; B)** 21...fg3 22.hg3 Kfb8 *(22...f5 23.f4)* 23.b3?! *(23.f4 Vd8)* 23...Kb3 24.f4 ef4 25.gf4 *(25.Vb3 fg3)* 25...Fc3 *(25...Vd5 26.ed5 Fc3 27.Şf2 Kb2 28.Vb2 Fb2 29.Fh3 Fh3 30.Kh3)* 26.Ac3 *(26.Şf2 Vd5 27.ed5 Kb2 28.Vb2 Fb2 29.Fh3 Fh3 30.Kh3)* 26...Vf4 27.Kg1 *(27.Ae2 Vf3 28.Kg1 Ke3 29.e5 h5 30.ed6 Kb8 31.Kag4 hg4 32.d7 Şg7 33.Vc5 Kb1 34.Şd2 Kd3 35.Şc2 Kd7 36.Şb1 Vb3 37.Şa1 Va4 38.Şb1 Vb3; 27.e5 Ve5 28.Ae2 Fe2 29.Fe2 Kb2 30.Vh7 Şf8 31.0-0 Vg7 32.Vg7 Şg7; 27.Vb3 Ve3 28.Fe2 Fe2 29.Kh3 Vh3 30.Şe2)* 27...Kab8 28.Fe2 *(28.Ad1 Kg3)* 28...h5 29.Fd1 *(29.Fg4 Ve3 30.Şf1 Kb2 31.Fd1 Şf8 32.Ad5 Vh3 33.Şf2 f5)* 29...Ve3 30.Ae2 Vh3 31.Vc7 Kb2 32.Vd6 *(32.Ka5 Vd3 33.Kg5 Şf8 34.K5g4 hg4 35.Vc1 Kb1 36.Vd2 Ve4 37.Vd6 Şe8 38.Şf2 K8b3 39.Kg3 Kf3 40.Şe1 Kg3 41.Vg3 f5)* 32...Vf3 33.Ka2 Ve4 34.Kg3 Ka2 35.Vb8 Şg7] **21...Fh3?** [21...Fe2 22.Şe2 *(22.Ve2 fg3 23.fg3 Vc1 24.Vd1 Vb2 25.0-0)* 22...Kab8 23.Vb1 Vh5 24.Şe1 *(24.f3 fg3 25.hg3 Kb2 26.Vb2 Vh1; 24.g4 Vg4 25.Şe1 f5 26.Va2 Vf3 27.Kf1 fe4 28.Af6 Şh8 29.Ad7 Vd3 30.Ab8 f3; 24.Şd2 fg3 25.hg3 Fh6 26.f4 Kb2 27.Vb2 Vh1)* 24...f5 25.Ae7 Şh8 26.Af5 Vf3 27.Şd2 *(27.Kf1 Vc3 28.bc3 Kb1 29.Şe2 f3 30.Şf3 Kf1)* 27...Kf5 28.ef5 Vd5] **22.Ff1** [22.Ff3] **22...Fg4 23.Vd2 Ff3 24.Kg1 Şh8 25.Fg2? Fg2 26.Kg2 f5! 27.f3** [27.Ac7 f3! 28.Kg1 Vd2 29.Şd2 Kab8 30.Kb1 fe4 31.Şe3] **27...fe4 28.Ke4 Vh5 29.g4** [29.gf4 Vf3 30.Ke3 *(30.Ve2)* 30...Vh5 31.Kg7 Şg7 32.Ac7 Şh8 33.Aa8 Ka8 34.Vd6 Vh4] **29...Vh3 30.Şf2?! Kfb8! 31.Ka4 Kb3! 32.Ka3? Ka3 33.ba3 Kb8 34.Vc2 h6** [34...a4 35.Va4 h5 *(35...e4 36.Ve4 Kb2 37.Şe1 Fc3 38.Ac3 Vg2 39.Ve8)* **A)** 36.Ab6 hg4 37.Kg4 Vh2 38.Şf1 Vh1 39.Şe2 (39.Şf2 Ff6 40.Va7 Fh4 41.Şe2 Ve1 42.Şd3) 39...Vh7 40.Va7 Vc2 41.Şf1 Vd1 42.Şf2 Vd2 43.Şg1 Ve3 44.Şh2 Vf2 45.Kg2 Vh4 46.Şg1 Kg8 47.Vf7 e4 48.fe4**; B)** 36.Ab4 e4**; C)** 36.Vc2] **35.a4 Kb7** [35...e4 36.fe4 Fe5 37.Şe1 *(37.Şg1 f3)* 37...Kg8] **36.Vc1** [36.Vf5] **36...e4! 37.fe4** [37.Af4 Vf3 38.Şg1 e3; 37.Şg1 Vf3 38.h4 e3] **37...Fe5! 38.Şg1** [38.Kg1 Vh2 39.Kg2 Vh3; 38.Af4 Kf7; 38.g5

f3 39.Kg1 Fh2; 38.Va1 f3 39.Kg1 Kb2 40.Vb2 Vh2] **38...f3 39.Kf2** [39.Kc2 Vg4 40.Şf2 Vh3] **39...Vg4 40.Şh1 Şh7 41.Vc2 Vh4 42.Kf1 Kg7 43.Kf2 Fh2 0-1**

Turgut,T - Gorlin [C15] Chicago, USMasters 2000

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Fb4 4.Age2 dxe4 5.a3 Fe7 6.Axe4 Af6 7.A2g3 b6 8.Vf3 c6 9.c3 Fb7 10.Ff4 Vd5 11.Fd3 Abd7 12.0-0-0 b5 13.Axf6 Axf6 14.Ae4 a6 15.Fe5 Vd8 16.Ac5 Vc8 17.g4 0-0 18.g5 Ad7 19.Fxh7 Şxh7 20.Vh5 Şg8 21.Fxg7 Şxg7 22.Vh6 Şg8 23.Khg1 Kd8 *[23...Ae5 24.Ae4! c5 25.Af6 Fxf6 26.gxf6 Ag6 27.Vg7; 23...Fd6 24.g6 Ff4 25.Vxf4 f5 26.Vh6 Af6 27.Kg3]* 24.g6 24...Af6 25.gxf7 Şxf7 26.Kg7 Şe8 27.Vg6 1-0

Altınel,S (Ankara Üniversitesi) - Laçiner,K (Antalya Çallıspor) [A48] Türkiye Satranç 1. Ligi 2000

1.d4 Af6 2.Af3 g6 3.Ff4 Fg7 4.Abd2 d6 5.e3 [5.h3 pozisyonda önce oynanması gereken hamle] 5...0-0 **6.Fe2** [Eski dünya şampiyonu Botvinnik, plan gözetmeden sadece taş gelişiminin yapıldığı bu tip açılışları beğenmemektedir.] **6...Abd7 7.h3 Ve8 8.Fh2 e5 9.de5 Ae5 10.Ae5 de5 11.Af3** [11.Ac4 Ad7 12.0-0 Ab6 13.Vd2 Ve7 14.Kfd1 Ff5 15.Ab6 ab6 16.Fc4 Kfd8 17.Ve2 c6] **11...Ad7 12.Vd5?** [12.c3 Ab6 13.Vc2 Ve7 14.0-0 Fd7 15.Kfd1 Gelle,I-Forgacs,A Macaristan 1995] **12...Ve7?!** [12...e4!] **13.0-0 c6 14.Va5** [14.Vd2!? Yuvaya dönme teşebbüsü daha doğru görünüyör. Fikir: Xd6] **14...b6 15.Vd2 Ac5 16.Kad1 Ae4 17.Vc1?!** [17.Vd3!? Ff5 18.Vc4 Kfc8 ve siyahların vezir kanadı manevraları biraz engellenmiş oldu] **17...Fb7** [17...f5] **18.Ad2 c5** [Bu hamlelerden sonra d6 ve d7 karelerinin zayıf olması nedeniyle d sütunu önem kazanıyor.] **19.Ae4 Fe4 20.Kd2! Vg5 21.Fg3 h5 22.h4 Ve7 23.Kfd1 Kad8 24.f3?** [Şah kanadı tamamen zayıflıyor. 24.Fb5 daha iyi...] **24...Fc6 25.Ff2 Ff6 26.g3 e4 27.f4 Kd2 28.Kd2 Kd8 29.c3 Fd5 30.c4 Fe6 31.b3 Kd7 32.Kd7 Vd7 33.Vd1 Fc3 34.Vd7 Fd7 35.Fd1 Fh3!?** [Artık beyaz şahın hareketleri çok kısıtlı.] **36.Fe2 Şf8 37.Ff1** [37.Şh2 Fe6 38.Şg2 Şe7 39.Şf1 Fh3] **37...Fg4 38.Fg2 f5 39.Şf1 Fd2! 40.Fg1 Şe7 41.Şf2 Şd6 42.Ff1 Fd1! 43.Fe2 Fc2 44.Şf1 Şc6 45.Ff2 a6 46.Fg1 Fb1 47.Fd1 Fa2 48.Şe2 Fb4 49.Ff2 b5 50.cb5 Şb5 51.Fc2 Fc3 52.Fe1 Şb4 53.Fd2 Fd2 54.Şd2 Fb3 55.Fb1 a5 0-1**

Yasin,H (Çankaya) - Tofan,İ (Van) [C05] Türkiye Satranç 1. Ligi 2000

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ad2 Af6 4.e5 Afd7 5.Fd3 c5 6.c3 Ac6 7.Ae2 Vb6 8.Af3 a5 9.0-0 a4 10.Şh1!? Fe7 11.Fc2 Va7 12.Fg5 Fg5 13.Ag5 h6 14.Ah3!? [Beyazlar f4-f5'e hız vermek istiyor.] **14...b6 15.f4 g6 16.Ahg1?!** [16.g4! h5 17.f5 hg4 18.fe6 Kh3 *(18...gh3 19.ef7 Şd8 20.dc5)* 19.ef7 Şf8 20.Af4 Fa6 21.Ag6 Şg7 22.Vg4] **16...Fa6 17.g4 Fb7 18.f5 gf5 19.gf5 0-0-0** [19...Ace5!?; 19...ef5 20.Ff5 Ace5!?] **20.Af3 a3 21.ba3** [21.Kb1] **21...Va3 22.Kb1 Khg8 23.Kb3 Va6** [23...Va2 24.Vc1!] **24.fe6 fe6 25.Af4 Kde8 26.Vc1 Kg4** [26...Va2?? 27.Ka3] **27.Fd3 c4 28.Fe2** [28.Ka3] **28...cb3** [28...Kf4 29.Ka3 *(29.Vf4? Va2 30.Kbb1 Ve2 31.Vh6 Kg8)* **A)** 29...Kf3 **A1)** 30.Kf3 Vb5 *(30...Aa5)*; **A2)** 30.Ff3 30...Aa5 *(30...Vb5)*; **B)** 29...Vb5 30.Kb3 Va5 31.Ka3 Ad4 *(31...Vb5; 31...Kf3)*] **29.Fa6** [29.Ad2 Va2 *(29...ba2 30.Fa6 Fa6 31.h3 Kh4 32.Kf2 Kf8 33.Ab3 Fc4 34.Aa1 Kh5)* 30.Fg4 Ace5 *(30...b2)*] **29...Fa6 30.Kf2!** [30.c4 b2 31.Ve3 Aa5 *(31...dc4)*] **30...b2! 31.Kb2 Kf8 32.Ae6** [32.Ad5 Kf3 33.Kg2 ed5 34.Kg4 Kf1 35.Vf1 Ff1] **32...Kf3 33.Kg2 Kg2** [33...h5 34.Kg4 hg4 35.Vg5 Kc3 36.Vg8 Şb7 37.Vg4] **34.Şg2 Kf7** [34...Ade5 35.de5 Ae5 36.Ad4 Ff1 37.Şg1 Kf6 38.Ve3 Ad7] **35.Va3?!** [35.Vh6 Ff1 36.Şg1] **35...Fd3** [35...Ff1 36.Şg3 Ae7 37.Af4 Ab8 38.e6 Kg7 39.Şf2 Fc4 40.Ah5] **36.Vd6 Fe4 37.Şg3 Adb8 38.Af4 Şb7** [38...Kg7 39.Şf2] **39.Vh6 Kh7 40.Vf8 Ae7 41.h3 Abc6 42.Şg4 Ag6?!** [42...Ff5] **43.Ag6 Fg6 44.h4 Ae7 45.Vd8 Fe4 46.h5 Kg7 47.Şf4 Kf7 48.Şg5 Ac6 49.Vg8 Kc7 50.h6 Ae7 51.h7 Fh7**



52.Vh7 Ac8 53.Vg8 Kc3 54.Vd5 Şb8 55.e6 Kc7 56.Şf6 Şa7 57.Vd7 Şb8 58.d5 Kc2 59.d6 1-0

İnce,C (Hacettepe Üniversitesi) - Arduman,C (TED Kolejliler) [A75] Türkiye Satranç 1. Ligi 2000

1.d4 Af6 2.c4 e6 3.Af3 c5 4.d5 d6 5.Ac3 ed5 6.cd5 g6 7.e4 a6 8.a4 Fg4 9.Fe2 Ff3 10.Ff3 Fg7 11.0-0 0-0 12.Ff4 Vc7 13.h3 Abd7 14.Vc2 Kfe8 [14...c4 15.Fe2 *(15.Kac1 Ac5 16.Ae2 b5 17.ab5 ab5 18.b4 cb3 19.Vb3 Vb6)* 15...Kfe8 16.Kfe1 Ke7 17.Kad1 Kb8 18.a5 Kbe8 19.Kd4 Va5 20.Fd6 Ke4 *(20...Vb6 21.Fe7 Vd4 22.Kd1 Vb6 23.Ff6 Ff6 24.Fc4)* 21.Kdd1 Vb6 22.Ae4 Ae4 23.Fg4 **A)** 23...f5 24.Fg3 *(24.Ff4 Vb2 25.Vb2 Fb2; 24.Fa3 Fd4; 24.Fh2 Fd4)* 24...Vb2 25.Vc4 Ae5 26.Ke4 *(26.Ve2 Vb6 27.Fe5 Fe5)* 26...Ac4 27.Ke8 Şf7 28.d6 *(28.Kc8 fg4 29.Kc4 gh3 30.d6 Ve2 31.Kc7 Şg8 32.Kc8 Şf7 33.Kdc1 hg2 34.d7 Vh5 35.d8A! Şf6 36.Şg2)* 28...Ad6 29.Ke2 Vb5 30.Fd6 fg4 31.Ke7 Şg8 32.Fe5 Şf8 33.Kg7 Ve5 34.Kb7 Şe8 35.hg4 h6 36.Kh7; **B)** 23...Ad6 24.Ke8 *(24.Fd7 Ke1 25.Ke1 Vb2)* 24...Ae8 25.Fd7 Ad6 26.Kd2 *(26.Kb1 h5)* 26...h5!] **15.Kac1 Ae5** [15...Kab8 16.Fe2] **16.Fe2 c4 17.Fe3 Va5 18.Fd2 Vb6 19.Fe3 Vb3 20.Vd2 Aed7 21.Fd1 Vb4 22.Fd4 Ac5 23.Fc2 Afd7 24.Fg7 Şg7 25.Vd4 f6 26.Kb1 Ae5 27.b3 Ke7? 28.bc4?** [28.f4] **28...Vc4 29.Vc4 Ac4 1/2-1/2**

Soylu,S (TED Kolejliler) - Kaygısız, Ö.C. (Hacettepe Üniversitesi) [B70], Türkiye Satranç 1. Ligi, 2000

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Af6 5.Ac3 g6 6.Fc4 Fg7 7.0-0 0-0 8.Ke1 a6 [8...Ac6 **A)** 9.Fg5 Axd4 10.Vxd4 Ag4 *(10...Fd7)* 11.Vd2 h6 **A1)** 12.Ff4 Fe6 *(12...Vc7)*; **A2)** 12.Fh4 12...Fe6 **A2a)** 13.Fd5 Kc8 *(13...g5 14.Fg3)* 14.h3 Ae5 15.Ve2; **A2b)** 13.Fxe6 fxe6 14.h3 Ae5 15.Ve2; **A2c)** 13.Ad5 **A2c1)** 13...Fxd5 14.Fxd5 *(14.exd5)*; **A2c2)** 13...g5 14.Fg3 Kc8 *(14...Fxb2 15.Kab1 Fe5 16.Kxb7 Fxd5 17.exd5! Vc8 18.Kb4 a5 19.Ka4 Vc5 20.Fxe5 Axe5 21.Fb3)* 15.Fe2 Ae5 16.c3 f5 17.f4! gxf4 18.Axf4 Fd7 19.exf5 Fxf5 *(19...Kxf5 20.Vd5 Şh7 21.Vxb7 Kb8 22.Vxa7 Kxb2 23.Kab1)* 20.Ah5 *(20.Vd5)*; **B)** 9.Axc6 9...bxc6 10.Fg5 *(10.Kb1)* 10...Kb8 *(10...Ag4 11.Fe2 Axf2 12.Şxf2 Vb6 13.Fe3 Vxb2 14.Fd4 e5 15.Kb1 Va3 16.Kb3 Va5 17.Fe3 Fe6 18.Va1 Fxb3 19.axb3; 10...Vb6 11.Fb3 Ag4; 10...Vc7 11.Vd2; 10...h6 11.Ff4 Vb6; 10...Ah5 11.Vd2 Kb8)* 11.Fb3 Ag4 12.h3 Ae5 13.Ve2 Fe6 14.Kad1] **9.Fg5 b5 10.Fb3** [10.Fd5!? Axd5 *(10...Ka7 11.Vd2)* 11.exd5 *(11.Axd5 f6 12.Fd2 e6 13.Af4 Ke8)* 11...Vb6 *(11...Ke8 12.Vd2 Fb7 13.Fh6; 11...Ka7 12.Vd2 Ke8 13.a4 b4 14.Ae4)* 12.Fe3 b4 13.Af5 Vb7 14.Axg7 bxc3 15.Fh6 cxb2 16.Kb1 Vb4 17.Vd3! Ka7 *(17...Ad7 18.Ke4 Vb5 19.Af5 Vxd3 20.Axe7 Şh8 21.cxd3; 17...Vh4 18.Ah5 Vxh5 19.Fxf8 Şxf8 20.Vc3)* **A)** 18.Ah5 Kc7 *(18...Kd8 19.Af6 Şh8 20.Ke4 Ff5 21.Kxb4 Fxd3 22.K1xb2 Ka8 23.cxd3 exf6 24.Kb6)* 19.Ke4; **B)** 18.Ke4 18...Vb6 19.Ah5 Kc7 *(19...Ff5 20.Vc3 f6 21.Kb4)* 20.Fxf8 Şxf8 21.Kc4] **10...Fb7 11.a4! b4 12.Ad5** [12.Fxf6 Fxf6 13.Ad5 Fxd5 14.Fxd5 Ka7 15.Vd2 Vb6] **12...Axd5 13.exd5 Ff6?** [13...Ke8 14.a5] **14.Fxf6 exf6 15.a5! Ad7?** [15...Vc7] **16.Ae6! Vc8** [16...fxe6 17.dxe6 Şh8 18.e7] **17.Axf8 Vxf8 18.Vd4 Kb8 19.Ke3 Ac5 20.h4 f5 21.Kae1 Ad7 22.Fa4 f4 23.Vxf4 Ae5 24.Vd4 Fc8 25.Kxe5 dxe5 26.Kxe5 Ff5 27.g4 b3 28.c3 f6 29.Ke3 Fc2 30.d6 f5 31.d7 Fe4 32.Fxb3 1-0**

İpek,A - Arı,Z [A43], Olimpiyat B Milli Seçmeleri, Mordoğan/İzmir, 2000

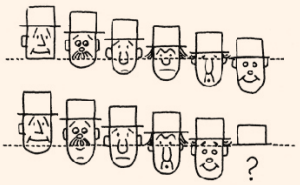
1.d4 Af6 2.Af3 c5 3.d5 b5 4.Fg5 Vb6 5.Ac3 b4 6.Aa4 Va5 7.b3 Ae4 8.Vd3 f5 9.g4 g6 10.gf5 gf5 11.Fh3 d6 12.Kg1 Kg8 13.Şf1 Fd7 14.Ab2 h6 15.Fh4 Kg1 16.Şg1 Fg7 17.Ac4 Va6 18.Kd1 Va2 19.Afd2 Ad2 20.Vd2 f4 21.Fg2 Aa6 22.Fe4 Ac7 23.Fg6 Şd8 24.Ad6 Ab5 25.Ab5 Fb5 26.d6 Fd4 27.Vf4 Va6 28.Vf8 Şd7 29.Ve7 Şc6 30.Fe4 1-0

Aybar Karaçay, Yakup Bayram

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Kaybolan Yüz



Üstteki şekilde 6 şapka ve 6 yüz var. Şekli çizgi boyunca kesip üst parçayı kaydırırsanız 6 şapka kalıyor; fakat bir yüz eksiliyor; alttaki şekilde 6 şapka ve 5 yüz var. Yüzün birine ne oldu?

Yaz Mektupları

Sınıf tatil olurken 19 öğrenci yazın birbirlerine mektup yazmaya söz verdiler. Her öğrenci eve vardıktan sonra 2 veya 4 mektup yazacaktı. Her öğrenci 3 mektup alabilir mi?

Saat

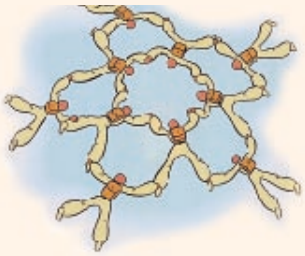


Bir saatçi akreple yelkovan arasındaki açının açıortayı olarak hareket eden bir iğne yaptı. Bu iğne 24 saatte kaç kere döner?

Uranya Postaları

Uranya ülkesindeki postacılar pek güvenilir kişiler değildir. Bu nedenle burada herkes paket yollarken onu asma kilitli bir kutu içinde yollar. Postacılar kural olarak bir asma kilidi ya da asma kilitle kapatılmış bir pakedi asla çalmamaktadır. Kutular kırılmaz ve asma kilitler kendi anahtarları olmadan asla açılmaz cinstendir. Karışıklık olmasın diye her vatandaşın parmakizi gibi kendine özgü asmakilidi ve ona uyan anahtarı vardır. Bu koşullarda arkadaşınıza yılbaşı hediyenizi çalınmayacak şekilde nasıl yollarsınız?

İltozda Akrobasi



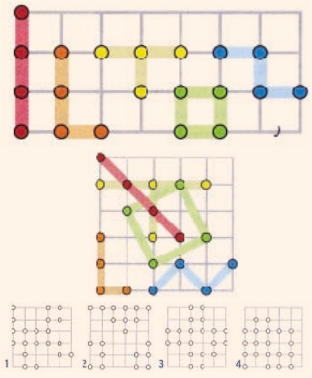
Hayalî İltoz gezegeninde en tutulan spor havada akrobasidir. Büyük resimde görüldüğü üzere her akrobat, iki diğer akrobatın elini ya da ayağını tutar. Yalnız halkadan dışarı yönelen ayaklar tutulmamıştır. Fakat kural her elin bir ayak tutması ve her ayağın bir elce tutulmasıdır. Küçük resimde bunun yapılış şekillerinden birini görüyorsunuz: her akrobat iki eliyle bir akrobatın iki bacağını yakalar.



1) İltozda kural değiştirildi. Her akrobatın diğer 4 akrobatla bağlantı yapması istendi. Bunun olabilmesi için en az kaç akrobat gerekir?

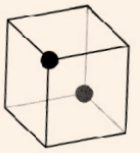
2) 1. soruya en iyi yanıt, her akrobatın vücuduna burulmalar yaptırarak kendini çaprazlamasıdır. Astronotların 2 farklı geometrik biçim oluşturmaları için en az kaç akrobat gerekir?

İltoz Takım Yıldızları



İltoz dilinin 5 harfinin herbiri, üst şekilde görüldüğü üzere 4 noktadan oluşur. Üst şekilde sırayla İ (kırmızı), L (turuncu), T (sarı), O (yeşil), Z (mavi) harfleri görülüyor. Diğer taraftan en aşağıda 1, 2, 3 ve 4'de görüldüğü üzere İltoz semasında görülen takım yıldızların herbiri 20 yıldızdan oluşmuştur. Bu 20 yıldızı her biri 4 yıldız içeren 5 gruba ayırınız ve 4 yıldızlık grupların her birine biçim ve rengini koruyarak, İ, L, T, O, Z harflerinden birini veriniz. Öyle ki gökte 4 değişik şekilde İLTOZ yazılsın. Solda bir örnek veriliyor. Harfler birbirini kesebilir, büyütülebilir ve rotasyon yapabilir. Örnekte İ, O ve Z rotasyon yapmış, T büyütülmüş.

İltoz Uyduları

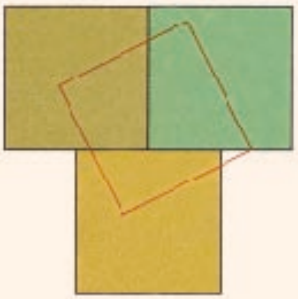


İltoz gezegeni küp biçiminde. İltozyalılar uydularını öyle fırlatmak istiyorlar ki küpün her yüzünün merkezinde duran bir insan tek bir uydu görsün. Uydular jeostasyoner tipte olacaktır; yani daima İltoz'un aynı noktasını görecektir. Küpün köşesinin üstündeki bir uydu, küpün 3 yüzü tarafından görülür. 2 karşıt köşenin üstüne atılacak 2 uydu, 6 yüz tarafından görülecektir (şekil 1) 1) Kaç tane uydu fırlatılmalı ki İltoz'un 6 yüzünün herhangi birinin merkezinden bakan bir İltozyalı yalnız 2 uydu görsün ve diğer yüzlerdekiler o 2 uyduyu göremesin. 2) İltoz'un herhangi bir yüzeyinden bakan bir kişinin 3 uydu görmesi için kaç uydu atılmalı? Diğer yüzdekiler bu 3 uyduyu görmemeli. 3) Bir İltozyalının 4 uydu görmesi için kaç uydu fırlatılmalı?

25 Arkadaş

25 arkadaş yere çizilmiş 5 x 5 m'lik bir büyük karenin içinde ayakta duruyorsunuz. Her 1 m2'lik karede bir kişi var. Sizlere yatay ya da düşey doğrultuda bir adım atarak komşu karelerden birindeki (bir kenarı sizin karenizle ortak bir kareye) kişiyle karşılıklı yer değiştirmeniz söyleniyor; çapraz geçiş yok. Bu yöntemle bu 25 kişinin herbiri, daha önce bulunduğu kareden farklı bir kareye geçip yeni bir 25'lik diziliş yapabilir mi? Bir adım yerine iki adım atmanıza izin verilse bu mümkün olur mu?

Kağıtların Değmesi

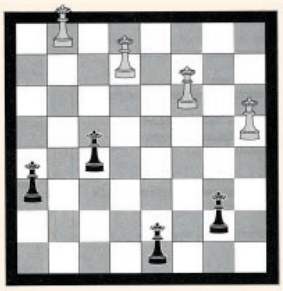


Resimde 3 kağıttan herbiri, diğerlerine değecek şekilde konulmuş. 4. bir kağıt bunların üstüne konulursa dördü de birbirine değer. 1) Aynı büyüklükte 6 kare kesin. Bunları iki tabaka şeklinde öyle yerleştirin ki her kare diğerlerine değsin. Bir köşe bir kenara değiyorsa, değdi sayılır. İki köşenin değmesi değdi sayılmaz. Aynı soru 9 kare ve sonsuz sayıda kare için.

Beş Bombardıman Uçağı

Kenarı 100 m olan eşkenar üçgen biçimi bir alan üzerinde 5 bombardıman uçağı uçuyor. Her uçak 1 bomba atıyor. Bombaların yerde açtığı çukurlardan en az ikisi arasında en fazla 50 m olduğunu açıklayın.

Vezirlerin Dansı



1) 4 siyah vezir ve 4 beyaz vezir satranç tahtasına öyle konulmuş ki karşıt renkten olan vezirler birbirini alamı-

yor. 8 siyah ve 8 beyaz vezirle aynı şeyi yapınız.

2) 8 beyaz ve 10 siyah vezirle aynı şeyi yapınız. Pozisyonlar simetrik olacak.

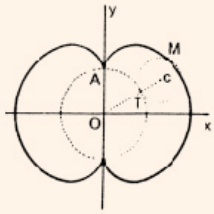
3) 9 siyah ve 9 beyaz vezirle aynı şeyi yapın. Simetri şartı yok.

4) 9 beyaz ve 10 siyah vezirle aynı şeyi yapın. Simetri şartı yok. 8 beyaz ve 11 siyah veya 10 beyaz 10 siyah vezirle aynı şey olası mı?

Tangram



İlginç Eğriler Nefroid (Böbreksi Eğri)

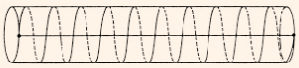


Yarıçapı OA = 2a olan bir çemberin üzerinde yarıçapı CT = a olan bir çemberi döndürelim. Bu dairenin başlangıçta A'da olan M noktası bir episikloid çizer; buna nefroid (böbrek eğrisi) denir. Bu eğrinin parametrik denklemleri: $x = a(3\sin\theta - \sin 3\theta)$ $y = a(3\cos\theta - \cos 3\theta)$ dir. Kartezyen denklemiyse $(x^2 + y^2 - 4a^2)^3 = 108\, a^4 x^2$ dir. Bu eğri 1670'de Huygens tarafından bulundu ve Huygens episikloidi adını aldı, Nefroid adını 1878'de Procior kullandı.

El Sıkışlar

Dünyada herkes bugüne kadar belli sayıda el sıkmıştır. Kanıtlayınız ki dünyada bugüne kadar sıktığı ellerin sayısı tek olan kimselerin sayısı çifttir. (Martin Gardner'den, 1961)

Sarmalın Uzunluğu



Silindirik bir tübün etrafına 10 sarmal halkası sarılmış. Silindirin çapı 10 cm ve uzunluğu 22.5 cm. Telin uçları silindirin aynı jeneratöründe son bulur. Telin uzunluğu nedir?

Sonsuza Yolculuk

Cin Ruhi'nin son gittiği yıldızda yaratıklar eşkenar üçgen biçimindeydi ve her yaratık, çevresi kendi çevresinin yarısı kadar olan bir çocuk yapıyordu. Büyük Üçgen Reis, Cin Ruhi'ye sordu: "Biz sonsuza kadar yaşayacağız. Benim çevrem 30 cm. Benden doğacak sonsuz sayıda üçgenin çevrelerinin toplamı ne yapar?"

Tek Sayılar ve Küp

Tek sayılar 1'den itibaren şöyle yazılmış: (1), (3, 5), (7, 9, 11), (13, 15, 17, 19), ... Tek sayılar ardışık yazılmış ve her parantezde terim sayısı 1 artıyor. n. parantez içindeki terimlerin toplamı S_n ise $S_n = n^3$ olduğunu kanıtlayınız.

Elips İçi Poligon

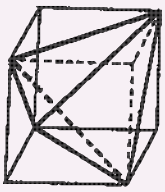
Bir elips içine kenar sayısı 4'ten fazla olan düzgün bir çokgen çizilemeyeceğini gösteriniz.

Geçen Ayın Çözümleri

Uzayda 4 Nokta

$AD^2 = (x-0)^2 + (y-1)^2 + (0+1)^2$
$BD^2 = (x+1)^2 + (y-0)^2 + (0-1)^2$
$CD^2 = (x-0)^2 + (y+1)^2 + (0-0)^2$
Bunlardan iki denklem bulunur.
1-4y=0 ve 2x-2y+1=0
Buradan y=1/4 ve x= -1/4. Aranan noktanın koordinatları D (-1/4, 1/4, 0) dır.

Küp ve Üçgen



Seçilen köşelerden ikisi komşuysa üçüncüsü daima bir diküçgen oluşturur. Daraçılı üçgen oluşturmak için bir köşegenle birleşen iki köşe seçilmelidir; oluşan üçgen daima daraçılıdır ve eşkenar üçgendir. 8 köşeden 3 köşe C_3^8=56 şekilde seçilebilir; oluşan üçgenlerden yalnız 8'i daraçılıdır. (Oluşan 2 dörtyüzlünün üçgen yüzlerini düşünün. Şekilde bu dörtyüzlülerden yalnız biri gösterilmiştir). Daraçılı üçgen olasılığı 8/56= 1/7, dik üçgen olasılığı 6/7'dir.

Sekizgen



Çokgenin İzdüşümü

S'= S cos 30°=√3/2 S. (S= damın alanı, S'= izdüşümün alanı)
S'= 100.√3/2 = 86.6 m2.

n⁴'ün özelliği

Herhangi bir sayının 4. kuvveti iki üçgen sayının toplamına eşittir:
2^4=16=1+15=T1+T5 (1. ve 5. üçgen sayı)
3^4= 81=15+66=T5+T11
4^4=256=66+190=T11+T19
5^4= 625=190+435= T19+T29
6^4=1296=435+861=T29+T41
[Üçgen sayılar: T_n= 1+2+3+...+n şeklindeki sayılardır: 1,3,6,10,15,...
T_n= n(n+1)/2]

Tanker Vagon

b şıkkı

Bisiklet Pompası

Pistonun içinde sıkışan hava ısınır ve pompayı da ısıtır.

Çabuk Soğutma

Kapağının üstüne buz konulan kap daha çabuk soğur.

Cinnoş Kaç Yaşında?

Cinnoş 12, Minnoş 2, dede 72 yaşındadır. 12/72=2/12=1/6.

Üç Kesişen Daire



Kesişen iki yarım kürenin yatay bir düzlemle kesit çizgileri kesişen iki dairedir. İki yarımküre birbirini yatay düzleme dik bir daire boyunca keser; bu nedenle bu dairenin yatay düzlemdeki izdüşümü bir doğrudur ve kesişen iki dairenin kirişidir. Üç kürenin birbirini kestiği noktanın yatay düzlem üzerindeki izdüşümü üç kirişin birbirini kestiği noktadır.

Mayın Tarlası

3 ve 5'in en büyük ortak böleni -OBEB- 1 olduğundan 3y-5x=k denkleminin her k tamsayısı için çözümü vardır. Aranan yolun eni 3y-5x=k ile 3y-5x=k+1 doğruları arasındaki uzaklıktan fazla olamaz. k=0 alalım ve 3y-5x=0 ile 3y-5x=1 doğruları arasındaki uzaklığı bulalım. 3y-5x=0 doğrusu orijinden geçtiğinden aranan uzaklık ON'dir. AOB diküçgeninde ON.AB=OA.OB (mutlak değerler olarak). ON=OA.OB /√OA^2+OB^2. OA=1/3 ve OB=1/5 olduğundan ON=1/√34=0.17 olduğundan ayakkabısının eni 17 cm den az olan bir asker, mayınlara değmeden bu yoldan gidebilir.

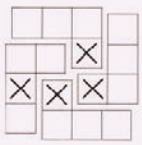
Sütü Ölçmek

1) 5 litrelik ölçeği doldur ve 3 litrelik ölçeğe boşalt. 5 litrelik kapta 2 litre kalır.

2)3 litrelik ölçeği güğüme boşalt ve 3 litrelik boş ölçeğe 5 litrelik ölçekteki 2 litre sütü boşalt.

3) 5 litrelik ölçeği doldur ve 3 litrelik kaptaki 2 litre süte 1 litre süt daha ekle. 5 litrelik kapta 5-1=4 litre süt kalmıştır.

Atı Parçalayın



100 Yumurta

100=64+36=2^6 +36. Şimdi 36 yumurtayı verilen kurala uyarak bir yana ayıralım. 100 yerine 64 yumurta olsaydı ne olacaktı, onu düşünelim. 1. turda 64/2=32, ikinci turda 32/2=16, üçüncü turda 16/2=8, dördüncü turda 8/2=4, beşinci turda4/2=2 ve altıncı turda 2/2=1 yumurta kalırdı. Demek ki 64 yumurtadan oluşan bir halkada geriye 1. yumurta kalırdı. 64 yumurtadan birinci konumunda olanın numarası (2.36)+1=73 dür. En sona 73. yumurta kalır.

Kaç Sınav

n+n+1 + n+2 + n+3 + 2n= 30
6n + 6=30 ve n=4

Numara Çekmek

Sayılar A_1, A_2, .., A_{1998} ve olası alt kümeler S_k= A_1+A_2+...+A_k olsun. S_k'lardan herhangi biri 1948'e bölünüyorsa problem çözülmüştür. S_k'lardan herhangi biri 1998 ile bölününce bir kalan veriyor olsun. 1998 toplam ve 1'den 1997'ye 1997 kalan olduğundan çekmece kuralına göre kalanlardan ikisi aynıdır (n-1 çekmecenin herbirine bir top konulmuşsa ve toplam top sayısı n ise, bir çekmecede mutlaka 2 top vardır) ve bölününce aynı kalanı veren iki S'nin farkı 1998'e bölünür. (1998 x +a=A ve 1998 y+a=B'den 1998 (x-y)=A-B ve A-B/1998=x-y).

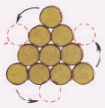
Kağıttan Tencere

Evet, kaynar. Mumun verdiği ısı önce suyun sıcaklığını yükseltmeye, su 100 °C'a eriştikten sonra da suyu kaynatıp buharlaştırmaya harcanır. Bu nedenle sıcaklık asla 100 °C'ı aşmaz. Bir kağıdı yakmak için 100 °C yetersizdir.

Garip Bir Oda

Bu oda Savaş Gazileri Derneği'nin toplantı odasıydı. Gelenlerin hepsi tek bacaklıydı. Böylece (5x3) + (10x4)+(15x1)= 70 ayak sayılıyordu.

Tersine Döndürme



Düşüncelerin Ası Satranç Tahtası

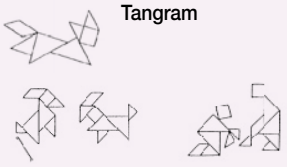


Bir köşegen üzerinden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 taş kaldırılırsa her yatay ve her dikey çizgi üzerinde en az 1 taş bulunur.

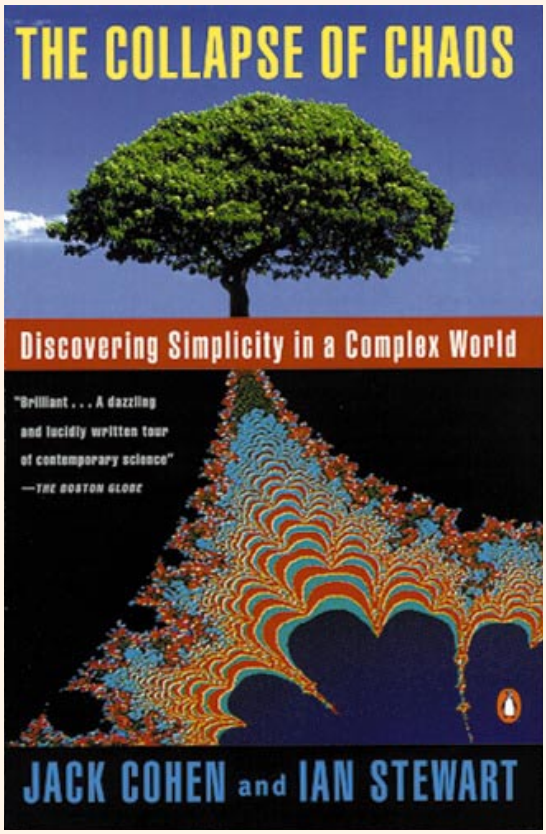
Sayırama Kuant

(1+9+6+8+3)³ = 19683

Tangram



Jack Cohen ve Ian Stewart Kaosun Çöküşü *adlı bu kitapta, bilimin geleneksel sorusu olan "dünyayı en basit bileşenlerine* nasıl *ayırırız" sorusu yerine, çok daha ilginç bir soru soruyorlar: Karmaşık bir dünyada basitlik neden var? Oluşturdukları kuram, kaosu ve karmaşıklığı bir araya getiriyor ve bu ikisinin etkileşiminden basitliği elde ediyor.*



The Collapse of Chaos, Discovering Simplicity in a Complex World
Jack Cohen-Ian Stewart
Penguin Books, 1995, 495 sayfa

Basitlik ve Karmaşıklık

Basit bir evrende mi yaşıyoruz yoksa karmaşık bir evrende mi? Sağduyu –yani gündelik hayatlarımızı sürdürürkenki düşünme biçimimiz– dünyayı, aralarında bilinen ilişkiler olan tanıdık nesnelerin bir araya gelmesiyle oluşan bir toplam olarak görür. Buzdolabını açıp, bir tabağa biraz süt koyup sonra da kediniz gelip içsin diye tabağı yere bıraktığınızda, soğutmanın termodinamiğini, sütteki kimyasal maddelerin moleküler yapısını, seramiği oluşturan maddeleri bir arada tutan atomlar arası kuvvetleri veya kedinin beynindeki hücrelerin arasındaki elektrik atımlarını düşünmeyiz. Çünkü beyinlerimiz dünyayı düzene koymanın ve karmaşık yollara sapmadan anlaşılır kılmanın çeşitli yollarını bulmuştur. Pencereden dışarı baktığınızda yaklaşık kırk çeşit şey görürsünüz –çiçekler, ağaçlar, kuşlar, çitler, otomobiller, insanlar, bulutlar– biraz daha dikkatli bakar ve fulyalarla papatyaları ayırt ederseniz bu sayı belki iki yüze çıkar. Gündelik işlerinizin çoğunu beş yüz sözcükten oluşan bir söz dağarcığı kullanarak halledersiniz.

Ne var ki, yakından bir inceleme insan zihninin anlayamayacağı kadar girift görünen karmaşıklıkları ortaya çıkarır. Örneğin gündelik hayatta "çiçek" sözcüğü ile özetlediğimiz nesnenin gerisinde yatan karmaşıklık çok şaşırtıcıdır. Öncelikle, yakından baktığınızda gördüğünüz o tuhaf ufak tefek şeyleri, erkekorganları ve çiçektozlarını düşünün. Erkekorganlar ve çiçektozları, bitki tohum yaparak üreyebilsin diye vardır. Bitkiler bunu yapabilmek için genellikle benzer türden başka bir bitkinin çiçektozlarına ihtiyaç duyar. Bu çiçektozlarını, daha önce kondukları çiçeklerden üzerlerine bulaşanları diğer çiçeklere taşıyan arılar getirir. Çabalarının karşılığı daha sonra bala dönüştürecekleri balözüdür. Çiçeklerin arılara, arıların çiçeklere ihtiyacı var. Bitkiler ve böcekler arasındaki bu olağanüstü alışveriş nasıl ortaya çıktı acaba?

Bitkilere özgü ikinci bir karmaşıklık: Bitkiler hayvanların bilmediği bir numara bilir. Çevrelerindeki havadan karbon dioksit, altlarındaki topraktan su alır ve bu iki kimyasal maddeyi parçalarına ayırıp daha karmaşık kimyasal maddelere (örneğin şekere) dönüştürmek için ışığı kullanırlar. Bu sürece fotosentez adı verilir. Bitkiler bu numarayı hayvanlarda genellikle olmayan ama kendilerinde bulunan, oldukça karmaşık bir kimyasal madde, yani klorofil sayesinde yapabiliyorlar. Klorofil nasıl iş görür?

Bir diğer karmaşıklık, hem de en şaşırtıcı olan: Bitkiler çok küçük tohumlardan gelişir. Ergin bir bitkinin tüm karmaşıklığı bir şekilde tohumun içine mi sığmıştır? Yoksa karmaşıklık tohum gelişirken kendiliğinden mi ortaya çıkar? Her iki cevap da pek yeterli görünmüyor.

Bu tür soruları cevaplandırabilmek için biraz daha derine inmemiz gerekecek. "Basitlik" ve "karmaşıklık" derken ne kastediyoruz? Basit nedenler karmaşık sonuçlara yol açabilir mi, yoksa sonuçta gözlediğimiz karmaşıklık, zaten nedenin içinde bir şekilde gizlenmiş mi? Karmaşıklık korunan bir büyüklük mü yoksa hiçbir şeyden karmaşıklık yaratılabilir mi? Doğada basitlik ve karmaşıklık arasındaki ilişki modern bilimin karşı karşıya olduğu en derin ve en geniş konulardan biridir.

Karmaşıklıkların Keskin Dişleri Var

Gündelik hayatımızdaki basitlikler, kaynayıp durmakta olan bir karmaşıklıklar okyanusunun durgun yüzeyidir. Bu karmaşıklık sadece bizim dışımızda olan bir şey değil, okyanusların derinlikleri veya Dünya'nın jeolojik katmanları gibi göremediğimiz bir şeydir de. Ama aynı zamanda, sözcüğün gerçek anlamıyla, bizim içimizdedir. Tıpkı klorofilin bitkinin içinde olması gibi. Bizim de buna benzer bir numaramız var: Alyuvarlarımızdaki hemoglobin vücudumuzun her yerine oksijen taşır. Dünya hakkında bildiğimiz her şeyi, bu oksijenin asıl tüketicisi, bugüne kadar karşılaştığımız en karmaşık yapı olan beynimiz sayesinde biliriz. Ama "beynimiz onu anlayabileceğimiz kadar basit olsaydı, biz de o kadar basit olurduk ki onu gene anlayamazdık."

Evrenin inanılmaz ve gizli karmaşıklıklarını düşünürseniz, pek çok insanın gündeliğin basitliğine sığınması ve onun altında yatanları merak etmemesi şaşırtıcı değil. "Cehalet cennettir". "Göz görmeyince gönül katlanır". Ama maalesef gerçek dünyadaki karmaşıklıkların keskin dişleri var. Bir otomobili durdurmak basit bir iş gibi görünebilir: Fren pedalına basarsınız ve otomobil durur. Ancak eğer "fren" dendiğinde aklınıza yalnızca bu süreç (yani "fren yaparsan durursun" gibi sloganvari bir ifade) geliyorsa, buzlu bir yolda otomobil kullanırken başınız belaya girebilir. Frenlerin nasıl çalıştığı hakkında biraz bilginiz varsa –tekerleklerin dönüşünü yavaşlatırlar, böylece tekerlekler ve yol arasındaki sürtünme de otomobili yavaşlatır– buzlu yolda hata yapmazsınız. Görünürdeki basitlikleri gün geçtikçe daha yanıltıcı olan araç gereçlerle dolu bir dünyada yaşıyoruz. Bir video kayıt cihazını programlamaya ya da bir dijital saati ayarlamaya çalışan herkes bunu anlayacaktır. Viktorya döneminden kalma bir buhar makinesini açıp içine bakacak olursanız nasıl çalıştığını az çok anlarsınız. Bir televizyonun arka kapağını açacak olursanız gördükleriniz size bir şey ifade etmez, zaten televizyonun içi hemen hemen boştur. Doğa da böyledir: Canlıları mikroskopla incelerseniz göreceksiniz bir televizyonun içinden de daha az şey ifade eder.

Çeviri: Sevil Kıvan



Zamanların Sonu Üstüne Söyleşiler
Carrière, Delumeau, Eco, Gould
Çevirmen: Necmettin Kâmil Sevil
YKY
İstanbul, Ağustos-2000

Zamanların Sonu Üstüne Söyleşiler, sıradışı dört aydınla zaman kavramı üzerine konuşmalardan oluşuyor. Paleontoloji, biyoloji ve jeoloji alanlarında çalışan ve bilimin geniş kitlelere ulaşmasında önemli katkıları olan Stephen Jay Gould, tarih profesörü Jean Delumeau, Gündüz Güzeli, Teneke Trampet gibi pek çok ünlü filmin senaryo yazarı Jean-Claude Carrière ve artık herkes tarafından tanınan Ortaçağ uzmanı Umberto Eco kitabın dört kahramanı. Üç gazeteci tarafından gerçekleştirilen söyleşide 2000 yılı, anlamı ve ona ilişkin takvim sorunları, "zamanların sonu" kavramı, felsefi ve bilimsel boyutları içinde zamanın kendisine ilişkin sorunlar ve son olarak da çağımızın beklentileri, tehditleri, vaatleri ele alınıyor. İyi hazırlanmış sorular, çağa tanıklık eden farklı disiplinden dört yazara sorulduğu zaman, okur doğal olarak zengin bir dünya tasarımıyla karşılaşıyor.

Sizce XXI. yy'ın eşiğinde insanlığı tehdit eden en ciddi tehlike nedir? Çağımızın hâlâ bir beklenti çağı olduğunu düşünüyor musunuz? Belleğin küreselleşmesi karşısında nasıl çözümler öneriyorsunuz? Yüzyılımız yeni ütopyalar arayışı içinde mi? Geleceğe ilişkin benzer sorularla ve açıkgörüşlü yanıtlarıyla ilgilenenler için dikkate alınması gereken bir kitap.



İstanbul Bir Kent Tarihi
Doğan Kuban, Tarih Vakfı
Yurt Yayınları,
İstanbul, Temmuz 2000

"Babil Kulesi gibi bir sarayda yaşıyorum; Pera'da Türkçe, Rumca, İbranice, Ermenice, Arapça, Farsça, Rusça, Slavca, Eflak dili, Almanca, Hollanda dili, Fransızca, İngilizce, İtalyanca, Macarca konuşuluyor; daha beteri bu dillerden on tanesi benim evimde konuşuluyor. Seyislerim Arap, uşaklarım İngiliz, Fransız, Alman; dadım Ermeni, hizmetçilerim Rus, öbür hizmetkârlardan yarım düzinesi Rum; kahyam İtalyan, yeniçerilerim Türk; İstanbul doğumlu olanlar ve burada yaşayanlar üzerinde olağanüstü etkiler bırakan bütün bu sesler karmaşasının içinde yaşıyorum."

Lady Montagu, İstanbul'dan yazdığı bir mektubunda böyle diyor. Onun biraz da keyifli bir şaşkınlıkla yaşadığı bu durum kendisine biraz tuhaf gelse de, aslında İstanbul'un kuruluşundan bugüne değin gelen yapısı böyleydi. Tarih içinde bazı değişiklikler yaşadıysa da İstanbul, bir dünya kenti olmanın bütün gerekli şartlarını barındırdı bünyesinde.

Doğan Kuban, kuruluşundan günümüze değin tarihinin her döneminde insanlığın gözbebeği olmuş bir kenti anlatıyor bu kitabında. Hem de yalnızca tek bir açıdan değil, birçok yönüyle yaklaşıyor İstanbul tarihine:

"Bu kitap ne bir arkeoloji, ne de mimari örnekleri incelemesine rağmen, bir mimarlık tarihi kitabıdır; Bizantion, Konstantinapolis, İstanbul diye bilinen bir dünya kentinin tarihini geçmişin değişik dönemleri içinde sunma çabasıdır. Kitap, tarihsel koşulların, yapım etkinliklerinin, binyıllık sürekliliklerin ya da ani çöküşlerin hatlarını çizmekte, bu eşsiz dünya kentini içinde yaşayan kentlilerin, ziyaret edenlerin betimlemeleriyle bütün dünyanın hayal ettiğibir kentsel varlık olarak sunmaktır."

Kuban'ın bu çalışması kendi içinde iki kitaba ayrılıyor: Birinci kitapta kentin Bizantion ve Konstantinapolis, ikinci kitaptaysa İstanbul dönemleri inceleniyor. İstanbul içinde ve çevresinde yapılan bütün kazılarda Paleolitik Çağ'a tarihlenen buluntuların ortaya çıkarılması bu bölgedeki yerleşimin binlerce yıl öncesinden başladığını gösteriyor. Küçükçekmece'nin kuzeyindeki Yarımburgaz Mağarası'nda bulunan Orta Paleolitik Çağ'a ait aletler bu yörede balıkçılık ve avcılıkla geçinen insan gruplarının varlığına işaret ediyor. Çok daha sonraları karşımıza, bugün Sarayburnu olarak bilinen bölgede, Boğaz girişindeki Akra'da kurulan bir Megara kolonisi çıkıyor. Kente Byzantion adını verilmesiyse ilk grup Megaralılar'ın önderi olan Bizas'tan dolayı.

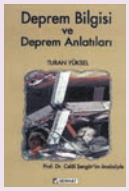
Kitapta kentin, yıllar içinde bir Roma kenti olması, Doğu Roma İmparatorluğu'nun başkenti haline gelmesi ve Türklerin eline geçtikten sonra Osmanlı kültürüyle yoğrulması, tarihi, arkeolojik ve mimari yönleriyle anlatılıyor.

Kentte yüzyıllar içinde yaşayan birçok halkın ve her dönemin etkilerini görebilmek mümkün. Kuban bu kitapta, Valens su kemerinden, Ayasofya'ya, Galata Kulesi'nden Topkapı Sarayı'na pekçok tarihi yapının kentle olan içiçe yaşantısını da her yönüyle gözler önüne seriyor. Bu kitabı okurken hem tarihin unutulmuş anlarında, hem de İstanbul'un sokaklarında dolaşıyor hissine kaptırabilirsiniz kendinizi. Kitaptan kafanızı kaldırdığınızda karşınıza sanki Bizanslı bir köylü, Venedikli bir tüccar ya da bir yeniçeri çıkacakmış gibi hissedebilirsiniz.

İstanbul âşıklarının severek okuyacağı oldukça kaliteli bir kitap.



Yapı Tasarımında Malzeme
Nihat Toydemir-Erol
Gürdal-Leyla Tanaçan
Literatür Yayınları
İstanbul, Temmuz 2000



Deprem Bilgisi ve Deprem Anlatıları
Turan Yüksel
Serhat Yayınları
İstanbul, 2000

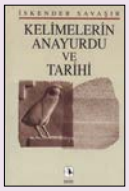


Safiye Sultan III
Ann Chamberlin
İnkılap Yayınları
Çeviri: Solmaz Kâmuran
İstanbul, Ağustos 2000

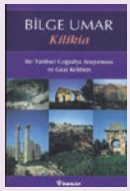


Neşeli Öyküler
Carlo M. Cipolla
Tarih Vakfı Yurt Yayınları
Çeviri: Tülin Altınova
İstanbul, Ağustos 2000

Kelimelerin Anayurdu ve Tarihi
İskender Savaşır
Metis Yayınları
İstanbul, Mayıs 2000



Kilikia
Bilge Umar
İnkılap Yayınları
İstanbul, 2000



Kadın Yazıları
Baha Bal
Kadın Eserleri Kütüphanesi ve Bilgi Merkezi Vakfı,
Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı
İstanbul, Haziran 2000



AQ Otistik Zeka ve Seviyeleri Otizm
Selvi Borazancı Persson
Sistem Yayıncılık
İstanbul, Haziran 2000





Raşit Gürdilek

Mars'a Sera Gazı, Mikrop ve Hamamböceği

Komşumuz Kızıl Gezegen'den bir Dünya yaratmak için bilim adamları Dünyamızda istemediğimiz hemen her şeyi Mars'a gönderme konusunu ciddi olarak düşünüyorlar. Bunların başında da kendi gezegenimizde küresel ısınmanın temel nedenlerinden biri olan sera gazlarıyla, mikroplar ve hamam böcekleri geliyor. NASA'nın California'daki Ames Araştırma Merkezi'nde Ekim ayında düzenlenen "Dünyalaştırma" toplantısını düzenleyen Chris McKay, "Dünya'yı öldüren sera gazları, Mars için ilaç olabilir" diyor. Bizden 250 milyon, Güneş'ten de 400 milyon kilometre uzaklıktaki komşumuzun derdi soğuk. Bir zamanlar üzerinde bulunan sıvı su okyanusları, hatta olası ilkel canlıların, gezegen soğumadan önce Mars'ın küçük kütlesinin atmosferi yeterince tutamaması ve atmosferdeki karbonun yitip gitmesi nedeniyle toprak altına, ya da gezegenin kutuplarına çekildiği düşünülüyor. Günümüzde Mars yüzeyinin ortalama sıcaklığı, -50°C olarak ölçülmüş bulunuyor.

Önümüzdeki on yıl süresince Mars'a beş önemli sefer hazırlığı içinde olan NASA, gezegenin yörüngesine yerleştireceği algılayıcılar ve yüzeyine indireceği iki robot araçla kayıp suyu ve olası mikrop fosillerini arayacak. Ancak suyun ve yaşamın izleri bulunsa bile Mars'ı yeniden yaşanabilir bir hale getirmenin anahtarı, gezegeni ısıtmak. Bunun da yolu, insanların kendi dünyalarına yaptıkları gibi Mars'ta da sera gazı üretmeleri. Bu gazlar, tıpkı bir serada olduğu gibi çeşitli dalga boylarındaki Güneş ışınlarını geçiriyor, ancak gezegenin yüzeyinden yansıyan kızılötesi ışınların geri dönmesini engelleyerek atmosferin ısınmasına yol açıyorlar. Bizim atmosferimizi tahrip eden bu gazlar, uzaklığı nedeniyle Güneş'ten yeterli enerji alamayan Mars'ı ısıtmaya bire bir. Bu gazların bizim için en zararlılarından biri, kısaca CFC diye adlandırılan klorofloro-karbon bileşimleri. Bunlar, Dünyamızı Güneş'in zararlı morötesi ışınımından koruyan ozon tabakasını yok ediyor. Bu nedenle Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Margarita Marinova ve ekip arkadaşları, atmosferi ısıtan, ama ozon tabakasını da tahrip etmeyen sera gazları aramışlar. Ekibe göre en uygun olanları CF_4 ve C_2F_6. Marinova, nükleer enerjiyle çalışan 20 fabrikanın yüz yıl içinde bu gazlardan Mars yüzeyini 5°C ısıtacak kadar üreteceğini söylüyor. Yüzeydeki bu kadarlık ısınmanın bile Mars'ın kutup başlıklarını eriteceği, serbest kalan su ve karbondioksitin de gezegendeki küresel ısınma sürecini hızlandıracağı düşünülüyor. Hatta Marinova, daha güçlü sera gazlarının süreci 10 yıla kadar düşürebileceği görüşünü de savunuyor.



Karşımaddeyle Uzay Yolculuğu



Karşıprotonlar büyük protonların parçacık hızlandırıcılarında çarpıştırılmasıyla elde ediliyorlar.

Anlaşılan, uzaydaki gezintilerimiz, yalnızca evimizin ön bahçesi ile sınırlı olmaktan çıkacak. Artık biraz daha kıyı köşe gezinebileceğiz. Ama daha mahallemizin sınırlarına ulaşabilmek için bile bir yüzyıl kadar daha beklememiz gerekecek gibi.

NASA ve Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nde görevli bilim adamları, bu yüzyılın sonuna doğru karşı madde itkisi sayesinde insanoğlu'nun Güneş Sistemi'nin sınırlarına, hatta daha ötesine yoşlculuk yapabileceklerini düşünüyorlar. Karşı madde itkisiyle yol alan uzay araçlarıyla, Jüpiter'e bir yılda gidiş-dönüş yolculuğu yapılabilir, 5 yılda Güneş Sistemi'ni yıldızlararası boşluktan ayıran heliopoza (Güneş'ten çıkan parçacıkların boşlukta varabildikleri son nokta) ve 50 yılda da Güneş Sistemi'ni bir küre gibi çevreleyen ve kuyrukluyıldızlardan oluşan Oort Bulutu'na gidilebilir. Karşı madde, tanıdığımız sıradan maddeyle aynı kütleye, ancak ters elektrik yüküne sahip maddeye verilen ad. Maddeyle karşımadde bir araya gelince birbirlerini yok ediyorlar ve büyük bir enerji açığa çıkıyor. Buna karşın parçacık hızlandırıcılarında çok yüksek enerji düzeylerine çıkartılmış protonlar birbirleriyle çarpıştırılarakr çok küçük miktarlarda da olsa karşıprotonlar yapılabiliyor. Bunlar, maddeyle temaslarını önlemek için güçlü mıknatıslar ve elektrik ve manyetik alanlara hapsediliyorlar. Bunların üretimi çok büyük enerji (ve dolayısıyla masraf) gerektirdiğinden, günümüzde üretilebilen karşıprotonların toplam miktarı 10 nanogramı (1 nanogram = gramın milyarda biri) geçmiyor. Dolayısıyla da pekçok araştırmacı karşımaddeyi, kullanımı pratik lmadığı için olası uzay yakıtları listesinden çıkarmış bulunuyor. Ancak NASA'nın Marshall Uzay Uçuş Merkezi İtki Araştırma Laboratuvarı'ndan George Schmidt ve arkadaşları farklı düşünüyorlar.

NASA araştırmacılarına göre aşılmaz gibi görünen sorunun çözümü, karşımaddeyi maddeyle tepkimeye sokarak itki sağlamak yerine, çok daha küçük miktarlarda karşıproton kullanarak karma bir nükleer fisyon-füzyon reaktörüyle itki elde etmek.

NASA araştırmacıları, Pennylvania Eyalet Üniversitesi'nde geliştirilen "karşımadde tetikli mikrofüzyon" (antimatter initiated microfusion – AIM) bir düzenekten etkilenmiş görünüyorlar. Düzenekte bir karşıproton plazması, elektrik ve manyetik alanlar aracılığıyla birçok kez sıkıştırılıyor. Daha sonra, ağır hidrojen izotopu döteryum ve helyum-3'ten oluşan bir damlacık uranyum 238'le karıştırılarak düzeneğe enjekte ediliyor.

Deneylerle ilgili açıklamalarda bulunan Schmidt, "karşıprotonlar, çok özel bir fisyon (atom çekirdeğinin parçalanması) türü meydana getiriyorlar; bu, uranyumun normal yolla parçalanmasına oranla altı kat daha fazla nötron üretiyor" diyor. Bu nötronlar da helyum-döteryum karışımını bombardıman ederek çekirdeklerinin birleşmesini sağlıyor. Sıcak füzyon da hedeflenen itkiyi sağlıyor.

Bir AIM motoru, uzay aracının tasarlanan görevi için gerekli hıza göre değişecek biçimde, 1-10 mikrogram arasında karşımadde gerektiriyor. Bu miktarlar, günümüz olanaklarının erimi dışında görünüyor. Ama ABD'nin Fermilab parçacık fiziği laboratuvarı'ndaki Karşıproton Kaynağı yöneticisi Elvin Harms, laboratuvarda her yıl bir öncesine oranla iki kat karşıproton elde edilebildiğini vurguluyor. Araştırmacı, bu durumda, gelecek yüzyıl içinde mikrogram düzeylerinde karşıproton üretimleri hayallere sığmaz olmaktan çıkabileceğini söylüyor. Schmidt'e göre özel şirketler de, yeni tıbbi görüntüleme tekniklerinde yararlanmak üzere karşıproton üretimine başlayabilir.



Karşımadde yakıtıyla 100 yıl içinde Güneş Sisteminin sınırlarına varmak olası. Ancak bilimkurgudaki türden uzay yolculukları için mikrogramlar değil tonlarca yakıt gerekiyor.

New Scientist, 14 Ekim 2000



Satürn, Uydu Rekorunu Ele Geçirdi

Uluslararası bir "uydu avcıları" ekibinin Satürn çevresinde dört yeni uydu bulmasıyla, Güneş Sistemimizin Jüpiter'den sonra ikinci en büyük gezegeni, bu alandaki rekoru 21 uydusu olan Uranüs'ten geri aldı. Halkalı gaz devinin uydu sayısını 22'ye yükselten yeni gökcisimleri, çapları 10-50 km arasında değişen, düzensiz biçimli uydular. Yörüngeleri de, gezegen'den en az 15 milyon kilometre uzaklıkta. Uydular, Şili'deki Avrupa Güney Gözlemevi (ESO) başta olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerindeki gözlemevlerinde ışık toplayıcı CCD kameraları takılmış teleskoplarla yapılan gözlemler sonunda bulundu. Görüntüleri karşılaştıran gökbilimciler, Satürn yakınlarında, geri plandaki sabit yıldızların önünde hareket eden cisimlerin, gezegenin uyduları olduğunu belirlediler.

Aynı ekip, 1997 ve 1999 yılları arasında da Uranüs çevresinde, gene düzensiz biçimde beş yeni uydu keşfetmişti.

Nature, 26 Ekim 2000



Başıboş Gezegenler

İspanyol, Amerikalı ve Alman gökbilimciler, Orion (Avcı) takımyıldızında başıboş dolaşan 18 yeni gezegen keşfettiklerini açıkladılar. Genç ve soğuk gaz kütlelerinin gerçekten birer gezegen olduğu kanıtlanırsa, keşif, gezegenlerin oluşumu konusunda geçerli modelleri zora sokabilir. Bu modellere göre gezegenler, oluşma sürecindeki bir yıldızın çevresinde dönen gaz ve toz bulutu yoğuşup topaklaştıkça, on milyonlarca yıl sürelerde ortaya çıkıyorlar. Ancak uluslararası ekibin Science'ta yayınlanan gözlem sonuçlarına göre, keşfedilen 18 gezegenin farklı bir oluşum sürecinden geçtikleri anlaşılıyor. Bu gezegenlerin yakınında bir yıldız bulunmuyor. Başıboş gezegenler ayrıca, yalnızca 5 milyon yaşında bir yıldız kümesi olan Sigma Orionis'in bir parçası görünümündeler. Bizim Güneşimizin yaşıysa 5.5 milyarın üzerinde. Ekibin başkanlığını ve sözcülüğünü yapan İspanyol gökbilimci Maria Rosa Zapatero Osorio, "Genç, serbestçe gezinen, gezegen kütlesindeki cisimlerin oluşumunu, günümüzde geçerli gezegen oluşumu modelleriyle açıklamak bir hayli güç" diyor.

Şimdiye değin Güneş yakınındaki yıldızların çevresinde dolanan 50 kadar gezegenin varlığı belirlenmiş bulunuyor. Bunlar genellikle etrafında dolandıkları yıldızın hareketinde meydana getirdikleri küçük değişimlerin ölçülmesiyle ortaya çıkarılmışlardı. 18 yeni gezegen adayının özelliğiyse, varlıklarının doğrudan belirlenebilmiş olması. Gökbilim ekibinin gezegen avı için hedef olarak sigma Orionis yıldız kümesini seçmelerinin temel nedeni, yakın, ve genç olmalarının yanısıra bölgenin fazla toz içermemesi. Araştırmacılar İspanya, Kanarya Adaları ve ABD'deki teleskoplarla bölge üzerinde yapılan gözlemleri tarayıp incelemişler. Karşılaştırmalar sonunda yerleri görece değişmiş 18 gökcismi keşfetmişler. Bunların soluk, kırmızımsı ışıkları, görece küçük kütle ve sıcaklıklarda olan gezegenleri akla getiriyor. Tıpkı gezegenler gibi kahveremgi cüceler de merkezlerinde nükleer tepkimelerin oluşmasını sağlayacak kütleden yoksun gökcisimleri Gökbilimciler genellikle 13 Jüpiter kütlesinden küçük cisimleri gezegen, 13-75 Jüpiter kütlesindekileriyse kahverengi cüce olarak sınıflandırıyorlar. Zapatero Oasorio ve ekibi, dikkatli gözlemlerden sonra sözkonusu cisimlerin birer kahverengi cüce olamayacağına karar vermişler. Nedeni bu kadar çok sayıda kahverengi cücenin böylesine küçük bir bölgede ortaya çıkamayacağı.



Science 6 Ekim 2000

ESA, İddialı Projelere Hazırlanıyor



ESA Merkür'e yöneliyor. Ama NASA gezegene daha önce varacak.

ESAÕnÝn Eylem PlanÝ

Sefer	Hedef	YÝl	Sefer	Hedef	YÝl
LISA*	Kütleçekim dalgaları	2008	NGST*	Derin uzay	2010
BEPI	Merkür	2009	GAIA	YÝldÝz haritasÝ	2012
Güneş Kâşifi	Yüzey incelemesi	2009	Eddington	Gezegen bulma	20xx

* NASA ile ißbirliÛi yapÝlacak

Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın gelecek 15 yıl için hazırladığı eylem planında 6 iddialı proje var. Bunların arasında Merkür'e sonda gönderilmesi ve gökteki en parlak bir milyar yıldızı gösterecek üç boyutlu bir haritanın hazırlanması da bulunuyor. Bu harita, örneğin asteroidler gibi Dünyamıza yaklaşan gökcisimlerini erkenden belirlememize de yardım edecek. ESA'nın eylem planı içinde, emektar Hubble'ın yerini alacak olan Yeni Kuşak Uzay Teleskopu (NGST) ile, interferometri (girişim) yöntemiyle kütleçekim dalgalarını saptamaya çalışacak LISA uydu dizgesi için NASA ile işbirliği de bulunuyor.

Ancak ESA'nın danışmanlarına göre, gerekli fonların hızla sağlanamaması halinde eylem planının uygulanmaya konmasında gecikmeler şimdiden kaçınılmaz görünüyor. Bu, NASA'nın liderliğinde yürütülecek NGST ve LISA projeleri için de geçerli.

Ancak ESA'nın en çok önem verdiği projeler de üzerlerine eleştiri okları çekiyor. Bunların başında Merkür araştırmaları geliyor. Kurumun İngiliz Guyana'sındaki Kourou Uzay Üssü'nden 2009 yılında havalanacak bir roket, Bepi Colombo adı verilen bir uzay aracını, Güneş'e en yakın gezegenimize doğru yola çıkartacak. Araç, Merkür'e ulaştığında üç tane sondayı gezegene bırakacak. Bunların görevleri, Merkür'ün neden bu kadar yoğun olduğunu, Güneş'e yakınlığına karşın kutuplarında gerçekten buz bulunup bulunmadığını ve atmosferinin yapısını aydınlığa kavuşturmak. Ancak, Cambridge Üniversitesi gökbilimcilerinden Gerry Gilmore. ESA'nın Merkür seferinin gerçekleşmesinden üç yıl önce NASA'nın gezegene Messenger adlı ikinci yakın gözlem aracını göndermiş olacağını, ve bu aracın da aşağı yukarı aynı görevleri yerine getireceğini vurguluyor. Gilmore'a göre "Kimse Atlantiği tek başına geçen üçüncü kişiyi hatırlamaz" diyor. Gilmore, ikinci iddialı projenin, birincisinden daha önemli olduğunu vurgulayarak, Bepi Colombo seferinden daha önceye alınması gerektiğini savunuyor.

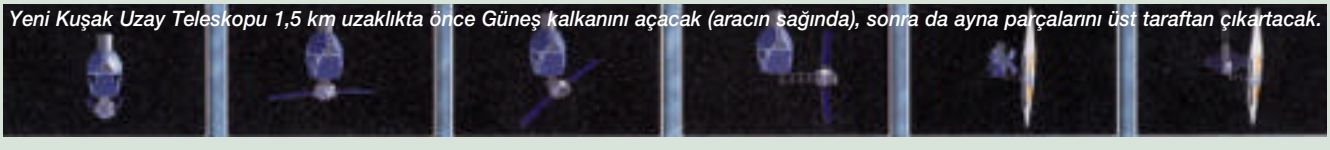
Ancak ESA, GAIA projesi için 2012 yılından önce düğmeye basabilecek gibi görünmüyor. Bu proje kapsamında uzaya gönderilecek olan uydu, yalnızca 1 milyar en parlak gökcisminin ayrıntılı ve üç boyutlu bir haritasını çıkarmakla kalmayacak, aynı zamanda bunların her birinin hızını ve tayf özelliklerini belirleyecek.

ESA'nın katkılarıyla NASA tarafından 2008 yılına kadar devreye sokulması beklenen LISA, üç uydudan oluşuyor. Bunlar, Güneş'in çevresinde mükemmel bir eşkenar üçgen oluşturacaklar ve birbirlerine sürekli olarak lazer atımlarında bulunacaklar. Bu atımların geliş süresindeki en küçük bir değişiklik, Einstein'ın öngördüğü kütleçekim dalgalarının varlığını kanıtlayacak (Bkz. Kütleçekim Dalgası Peşinde, Bilim ve Teknik, sayı 395, Ekim 2000).

Hubble'ın yerini alacak NGST'nin de 2010 yılında fırlatılması bekleniyor. Araç Dünya'ya yalnızca 600 kilometre uzaklıkta dolanan Hubble'ın tersine, 1.5 milyon kilometre uzakta bir yörüngeye oturtulacak. 2 milyar dolarlık teleskopun göndereceği görüntüler de Hubble'ın bizlere sağladığı görsel ziyafetten çok farklı olacak. Çünkü NGST'nin temel amacı, ilk gökadaları ve ilk yıldızları, Büyük Patlama'dan sonra ilk oluştukları zamanda belirlemek. Bunun için de çok eskiye, yani çok uzaklara bakabilmesi gerekiyor. Oysa evrendeki toz ışık optik dalga boylarında ışığı bir hayli soğuruyor. Bunun için NGST, evreni, tozdan geçebilen kızılötesi dalga boylarında gözleyecek. Araç, zayıf ışığı algılayabilmek için, 8 metre çaplı bir aynayla donatılacak. Bu çapta bir aynayı roketlerle uzaya taşımak olanaksız. Dolayısıyla ayna, katlanmış durumda aracın içinde uzaya gönderilecek ve NGST yörüngesine vardığında parçalar açılarak aynayı oluşturacak. NGST'nin yörüngesi böylesine uzak olduğundan, Hubble'da olduğu gibi ikide bir astronot gönderip aksaklıkları gidermek olanaklı değil. Bu durumda başlangıçtan beri işlerin yolunda gitmesi gerekiyor. Bunun için de NASA, önce 2.5 metrelik bir teleskop taşıyacak Nexus adlı bir uzay aracını NGST'nin oturacağı yörünge noktasına göndererek ayna parçalarının istendiği gibi açılıp birleşmesinin bir provasını yaptıracak.

ESA bu iki işbirliği projesinin yanı sıra, Güneş'e yakın bir yörüngede dolanarak yıldızımızın yüzeyinden görüntü ve Güneş rüzgarı konusunda bilgi gönderecek bir uydu fırlatmayı da tasarlıyor.

New Scientist, 21 Ekim 2000



Yeni Kuşak Uzay Teleskopu 1,5 km uzaklıkta önce Güneş kalkanını açacak (aracın sağında), sonra da ayna parçalarını üst taraftan çıkartacak.

Füzyon Reaktörünü Bakıma Alacak Japonya, ITER'in Peşinde

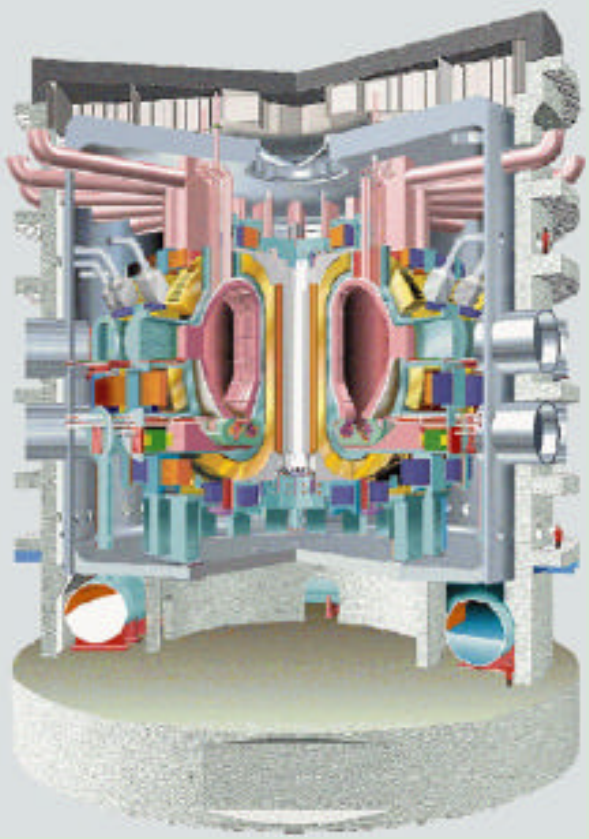
Gelecek yılın sonbaharında füzyon reaktörü JT-60'ı uzun süreli bakıma almayı planlayan Japonya, tasarruf edeceği operasyon masraflarıyla, tasarım halindeki Uluslararası Tokamak Füzyon Reaktörü ITER'e katkısını artırarak başka ülkelerin de talip olduğu dev reaktörü kendi topraklarına çekmek istiyor.

Japon Atom Enerjisi Araştırma Enstitüsü (JAERI) 5-10 yıl sürecek bakım ve yenileme çalışmaları sırasında JT-60'ın manyetik bobinlerini çıkartarak yerlerine süperiletken bobinler yerleştirmeyi planlıyor. 325 milyon dolara mal olması beklenen yenilemenin hedefi, reaktörün normal operasyon süresini 15 saniyeden 100 saniyeye çıkarmak. Ancak bakım ve yenilemenin alacağı süre, Japon füzyon araştırmacılarını pek memnun etmemişe benziyor. JAERI'nin Naka Füzyon Araştırma Merkezi yöneticisi Shinzaburo Matsudo, "bobinlerin yenilenmesi teknik olarak üç ya da dört yılı geçmeyecek bir işlem, ve biz de böyle olacağını umuyoruz" diyor. Ancak Japon hükümetinin planlarının gerisinde başka niyetler görenler de var. JAERI'nın JT-60'ı kapatmakla yılda 100 milyon dolar tasarruf sağlayacağını kaydeden eleştirmenler, Tokyo'nun bu parayı, en büyük Tokamak reaktör tasarımı olan ITER'in ülkesinde kurulmasını sağlamak için ülkenin taahhüt ettiği paraya eklemeyi, bu yolla reaktörü ülkeye çekmeyi planladığını belirtiyorlar.

Bu arada Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nca Ekim ayı başlarında İtalya'nın Sorrento kentinde düzenlenen bir füzyon konferansında fizikçiler, ITER'in yeni ekonomik tasarımını resmen tanıttılar ve yaklaşık 3 milyar dolar olan maliyetinin katılımcı ülkelerce ivedi olarak sağlanması için çağrıda bulundular. Ünlü Rus füzyon fizikçisi Evgenii Velikhov, finansmanın acele bulunmaması halinde küçültülmüş tasarımın da tehlikeye gireceği ve füzyon araştırmalarının geleceğinin belirsizleşeceği uyarısında bulundu. Çok daha büyük ve güçlü olan orijinal ITER tasarısıysa ABD'nin 7-10 milyar dolar maliyetini çok yüksek bularak desteğini çekmesi üzerine rafa kaldırılmıştı. Orijinal ITER, "yanma" denen ve bir kez ısıtıldıktan sonra plazmanın tepkime enerjisinde kalması için artık bir daha dışarıdan enerji verilmesine gerek olmayacak denge durumunu hedefliyordu. Yeni projede maliyeti 3 milyar dolara indirilen ITER, gene de dokuz katlı bir bina yüksekliğinde dev bir makine. İçi boş bir simit (torus) biçimindeki tepkime odasında yüz milyar derecenin üzerine kadar ısıtılan döteryum ve trityum yakıtından oluşan plazmanın 500 saniye yanarak 400 megawatt güç üretmesi için tasarlanmış. Oysa orijinal tasarımda aynı süre içinde 1500 megawatt enerji çıktısı hedefleniyordu. (Bkz. Füzyon Deneylerinden Umutlu Haberler, Bilim ve Teknik, Mayıs 2000 Sayı 390). Tabii ki, orijinal reaktör, bunun için çok daha fazla yakıt kullanıyordu (2000 metreküp plazma). Küçültülmüş modeldeyse bu hacim, 837 metreküpe düşmüş durumda. Tokamak reaktörlerinde ısıtılan plazmanın



içinde döteryum ve trityumun birleşmesi sonucu bir alfa parçacığı (helyum çekirdeği) ve bir de nötron ortaya çıkıyor. Alfa parçacıkları yakıtı yeniden ısıtıyor, yüksüz nötronlar da manyetik alanca tutulamadıklarından reaktör çeperlerine çarpıp ısı üretiyorlar. Tüm bu araştırmaların hedefi olan füzyon enerji santrallarında, işte bu nötronların oluşturduğu ısı, elektrik enerjisine çevrilecek. Ancak bu enerjiyi sürekli kılmak için, plazmanın ekonomik bir biçimde sıcak tutulması gerekiyor. Bunun için şimdiki küçük tokamaklarla sürdürülen deneylerde, kısa süreli tepkimelerin gerçekleşmesi için dışarıdan verilen enerji, tepkimeden sağlanan enerjinin kat kat üstünde oluyor. Yeni ITER, eski "yanma" hedefinden vazgeçilmiş olsa bile, bu sorunu önemli ölçüde gideriyor. Plazmada füzyon için gerekli sıcaklığın üçte ikisinin, üretilen alfa parçacıklarınca sağlanması, füzyon fizikçilerince önemli bir aşama olarak değerlendiriliyor.



Matsudo'ya göre Japonya, uzun dönemli füzyon araştırmalarında ITER'i temel reaktör olarak görüyor ve bunun çevresinde ileri araştırmalar için yararlanılacak ve gerektiğinde destek için kullanılabilecek başka Tokamak makineleri kurmayı tasarlıyor.

Boyutları küçülse de hala dünyanın en büyük füzyon deney reaktör tasarımı olma niteliğini koruyan ITER, Japonya'dan başka Fransa ve Kanada'nın da hayallerini süslüyor.

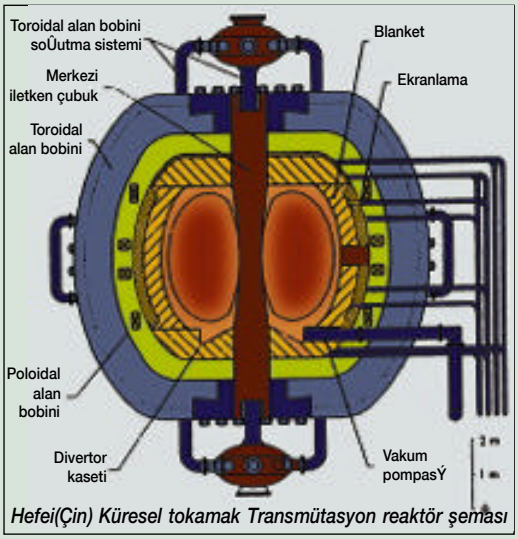
Nature, 5 Ekim 2000
New Scientist, 14 Ekim 2000



Nükleer santral alanında depolanan reaktör atıkları

Atık Yiyen Reaktör

Bir gün gerçekleştirildiklerinde füzyon reaktörleri, insanlığı bol, ucuz ve temiz bir enerji kaynağına kavuşturmanın yanı sıra, kendileri gibi atomları birleştirerek değil, parçalayarak enerji sağlayan fisyon santrallarının başbelası atıklarına da çare olacaklar. Çinli ve Amerikalı araştırmacılar, füzyon tepkimesi sonucu ortaya çıkan hızlı nötronların, radyoaktif atıkları yarılanma ömürleri çok daha kısa maddelere dönüştüreceğini söylüyorlar.



Hefei(Çin) Küresel tokamak Transmütasyon reaktör şeması

Heifei'deki Çin Bilimler Akademisi Plazma Fiziği Enstitüsü'nden Lijian Qiu, karma bir füzyon-fisyon reaktörü öneriyor. Bu, fisyon temelinde çalışan günümüz nükleer enerji santrallarının atık ürünleri olan ve yüz binlerce yıl ışınım yayabilen plütonyum ve öteki uzun ömürlü atıkların bozunma süresini yalnızca birkaçyüz yıla indirebilecek. Qiu, geçen ay İtalya'nın Sorrento kentinde Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nca düzenlenen füzyon konferansında, böyle bir santralın, 30 yıl içinde zararlı radyoaktivitenin %96'sını gidereceği görüşünü savundu.

Çinli fizikçinin planı, nükleer santral atıklarını bir küresel tokamak reaktörünün çevresine battaniye gibi sarmak. Atıklar bir yandan daha zararsız maddelere dönüşürken, bir yandan da tokamak reaktörü için fazladan ısı sağlayacak. Tokamak reaktörleri günümüzde deneysel boyutların ötesine geçebilmiş değil. Ancak Qiu, böyle bir karma (hibrid) reaktörün 100 megawatt güç sağlayıp, bir yandan da fisyon temelli nükleer santrallardan 10 tanesinin zararlı atığını yokedeceği konusunda güvenli. Qiu, ayrıca bir hibrid reaktörün, tümüyle füzyon temelli bir bir reaktöre oranla çok daha kolay ve ucuza kurulabileceğine de dikkat çekiyor.

ABD'nin California eyaletindeki San Diego kentinde bulunan General Atomics firması da elektrik üreten ve nükleer atık yakan bir küresel tokamak inşası üzerinde duruyor.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Ron Parker, "umut verici" diye tanımladığı konsepti inceleme altına almakla birlikte, "temiz" füzyon süreciyle "kirli" fisyonu birleştirmenin "siyasi" sakıncaları olabileceğini düşünüyor.

New Scientist, 21 Ekim 2000

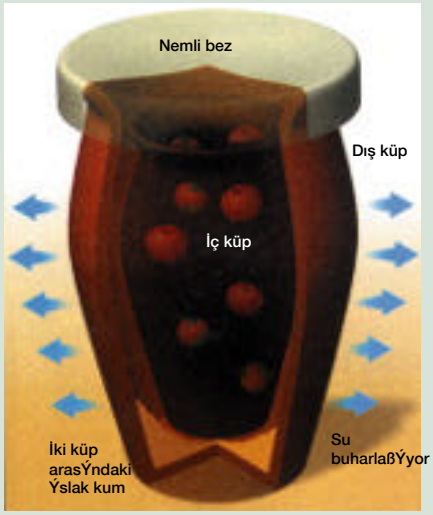


Atıkların son durağı olan yeraltı depoları

Yoksulun Buzdolabı

Pek çok Afrika ülkesinde insanların füzyon teknolojisini bekleyecek ne zamanları, ne de paraları var. Elektrik enerjisinin bile bulunmadığı kırsal kesimlerde halk enerji gereksinimini ucuz yoldan karşılamak zorunda. Nijeryalı bir öğretmen de, meyveleri ve kolayca bozulabilecek yiyecekleri uzun süre koruyabilen son derece basit ve ucuz bir soğutucu icat ederek 75.000 dolar ödül kazandı. Mohammed Bah Abba adlı öğretmenin geliştirdiği, küp içinde küp biçimli soğutucu için dışarıdan bir enerji kaynağı da gerekmiyor. İcat, daha şimdiden yoksul kuzey Nijerya'da yaygın bir kullanım kazanmaya başlamış.

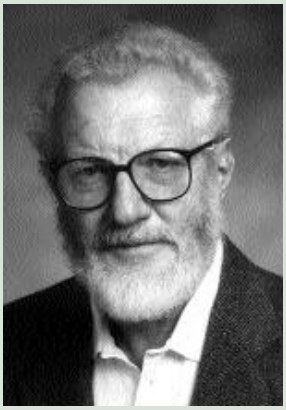
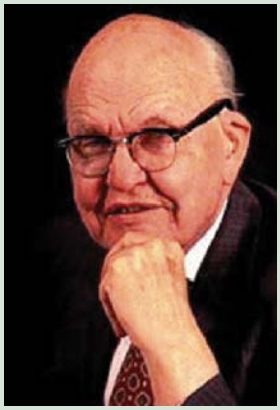
Soğutucu, topraktan bir küp, içine yerleştirilen daha küçük bir toprak küp, iki küp arasına yerleştirilen ıslak kum ve dıştaki küpün üstüne örtülen ıslak bir bez parçasından oluşuyor. Yiyecekler, içteki küpe doldurulyor ve üstü ıslak bir bezle kapatılıyor. Dışarıdaki sıcak hava, rutubeti dıştaki küpün yüzeyine çekiyor ve nem burada buharlaşıyor. Su buharı, kendisiyle birlikte sıcaklığı da götürdüğünden, kum ve bez ıslak tutulduğu sürece küpün içinden dışarıya doğru sürekli bir ısı akımı oluyor. Bu etki de küpün içindeki besinlerin, dışarıdaki havaya göre daha serin kalmalarını sağlıyor.



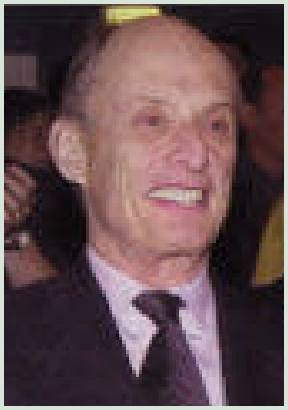
Abba'ya göre yapılan deneylerde, normalde üç günde kuruyan patlıcanlar, ikili küp içinde 27 gün taze kalmış. Domates ve biberlerse üç hafta süreyle tazeliklerini korumuşlar.

New Scientist, 30 Eylül 2000

2000 Yılı Nobel Ödülleri

1990 yılında "Uyanışlar" adlı film, ünlü aktör Robert De Niro'ya, ileri derecede Parkinson hastalığının neden olduğu hareketsiz yüzü L-DOPA adlı ilaç sayesinde yeniden hayat bulan bir hastayı canlandırdığı rolü nedeniyle bir Oscar kazandırmıştı. 10 yıl sonra çok daha prestijli bir ödül, bu tedaviye olanak sağlayan farmakologa verildi. İsveç'in Göteborg Üniversitesi'nden Arvid Carlsson, dopamin adlı maddenin sinir hücreleri arasında iletişimi sağladığını ve eksikliğinin Parkinson hastalığında görüldüğü gibi hareket yeteneğinin azalmasına yol açtığını keşfetmişti. Carlsson ayrıca dopamine yetersizliğinin ve yol açtığı klinik semptomların, L-DOPA adlı ilaç tarafından geçici sürelerle giderilebildiğini de ortaya koydu. İsveçli bilim adamıyla birlikte Nobel Tıp Ödülü'ne layık


görülen Amerikalı sinirbilimciler Paul Greengard ve Eric Kandel de Carlsson'un keşfini daha ileri götürdüler. Greengard, dopamine salgılayan sinir hücrelerini inceleyerek sinyalin sinaps yoluyla aktarılması için gereken moleküler süreçleri ortaya koydu. Kandel ise, sinaps sürecinde meydana gelen değişimlerin öğrenme ve bellekteki rollerini açıkladı.

Nobel Fizik Ödülleri de, gene bilgi iletimini kolaylaştırıcı çalışmalar yapan birisi Rus, ikisi Amerikalı üç bilim adamına verildi. Günümüz bilgi ve iletişim teknolojilerinin temellerini atan araştırmalarıyla St. Petersburg'daki Ioffe Fizik ve Teknoloji Enstitüsü araştırmacılarından Zhores Alferov ile California Üniversitesi (Santa Barbara) fizikçilerinden Herbert Kroemer, ödülün yarısını paylaşırken, öteki yarısı da Texas





Instruments firması araştırmacılarından Jack Kilby'e verildi. İsveç Bilimler Akademisi, böylelikle Alferov ile Kroemer'in, yarıiletkenlerin farklılaşmış yapıları üzerindeki çalışmalarını onurlandırmış oldu. Bu çalışmalar daha hızlı transistörler ile daha etkin lazer diyotlarının geliştirilmesine olanak sağladı.

Tel bağlantı gereğini ortadan kaldıran entegre devreleri geliştiren Kilby ise, silikon yongalara basılabilen bu devrelerle minyatürizasyon sürecini hızlandırdı.

İletişime verilen önem, bu yılın kimya ödüllerine de damgasını vurdu ve gene bir üçlü, iki Amerikalı ve bir Japon araştırmacı, elektrik akımını geçirebilen plastikler üzerindeki çalışmalarıyla Nobel aldılar. California Üniversitesi (Santa Barbara)'dan fizikçi Alan Heeger, Pennsylvania Üniversitesi'nden Alan MacDiarmid ve Japonya'nın Tsukuba Üniversitesi'nden Hideki Shirakawa, çalışmalarıyla polimer plastiklerin hangi koşullarla akım geçirebildiklerini belirlediler. Bu koşullar, polimerlerde karbon atomlarının sırayla bir ikili, bir de tekli bağlarla bağlanması ve elektronların ya oksitlenme yoluyla kaybı, ya da redüksiyon yoluyla kazanımı.

Birbirlerinin çalışmalarını öğrenen üçlü, daha sonra bir araya gelerek 1977'de transpoliasetileni iyotla uyarmanın, plastiğin akım geçirgenliğini 1 milyon kez artırdığını gösterdiler. Daha sonra yeni araştırmacılarca sürekli geliştirilen keşif sayesinde düz televizyon ekranları ya da parlayan trafik levhaları yapılabilecek.

Nature, 12 Ekim 2000

Havadaki Kurbağa ve Oturunca Çöken Tuvaletlere "Alternatif" Nobel Ödülü

Zeka –daha doğrusu eksikliği– 10. yıldönümünü bu yıl Harvard Üniversitesi'nde kutlayan Ig Nobel ödül töreninin ana teması oldu. Her yıl bu vesileyle bir araya gelen bilim adamları (Kişiliklere ve kariyerlere fazla zarar vermemeye özen göstererek) hem kendileri, hem de başka bilimcilerle "matrak geçiyorlar".

Bu yıl "onurlandırılan" bilim insanları ve araştırmaları şöyle:

Amerikalı arraştırmacılar David Dunning ve Justin Kreuger 1999 yılında yayımladıkları "Hem yeteneksiziz, hem de farkında değiliz: İnsanın kendi yetersizliğini kavramadaki güçlüğü, kendisi hakkında abartılı değerlere nasıl yol açıyor?" adlı makaleleriyle psikoloji ödülüne layık görüldüler.

Kanadalı biyolog Richard Wassersug "Kosta Rika'daki bazı kurak mevsim kurbağalarının tadı" üzerindeki çalışmasıyla bu alandaki ödülün tartışmasız sahibi oldu.

Hollanda'dan Andre Geim ve İngiltere'den Sir Michael Berry, mıknatıs kullanarak hem bir kurbağayı, hem de bir sumo güreşçisini havaya



kaldırdıkları için fizik ödülünü paylaştılar.

Bir Hollandalı üçlü, Willibrod Wijmar Schultz, Pek van Andel ve Eduard Mooyart, sevişme esnasında bir erkekle kadının manyetik rezonans görüntülerini kaydettikleri için bu yılın tıp ödülünü götürdüler.

İskoçyalı araştırmacılar Jonathan Wyatt, Gordon McNaughton ve William Tullet, ortaklaşa kaleme aldıkları "Glasgow'da oturunca çöken tuvaletler" adlı ürkütücü raporla Kamu Sağlığı ödülüne hak kazandılar. Wyatt, ödülden sonra yaptığı konuşmada, yıllardır çalışmanın hak ettiği ilgiyi görmeden ortalıkta süründüğünden yakındı.

Üç gerçek Nobel sahibi Charles Clements (barış, 1997), Dudley Herschbach (kimya, 1986) ve Richard Roberts (tıp, 1993), "Beyin Salatası Operası"nın "Dünya Prömiyerini" onurlandırdılar. Üç Nobel ödülü sahibi sahneye çıkıp "İsveç Köftelerinin Kral ve Kraliçesini selamladılar", seyircileri "bir dakikalık bilgi duruşu"na çağırdılar ve "Büyük Zeka Tartışması"na katılan yarışmacılar için hakemlik yaptılar. Yarışmada eşleşen rakipler karşı karşıya gelip 30 saniye süreyle aynı anda konuşarak birbirlerini iknaya çalıştılar.

Tören, "İlgisiz Bilim Defterleri" adlı yayının editörü Marc Abrahams'ın şu sözleriyle sona erdi. "Eğer bu gece bir Ig Nobel Ödülü kazanmadıysanız, daha da kötüsü kazanmışsanız, gelecek yıl için size iyi şanslar!"

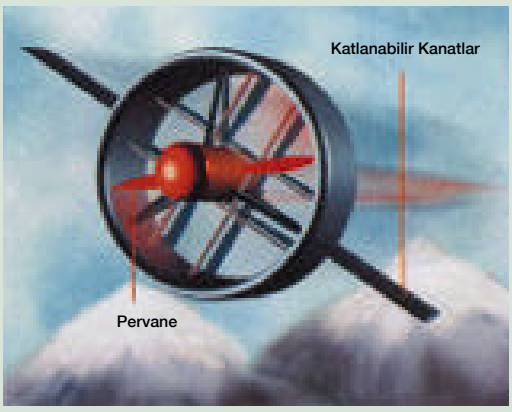
Nature, 12 Ekim 2000

Çantanızdaki Uçak

ABD'de geliştirilen 23 cm genişliğindeki bir tür uçan vantilatör sayesinde askerler düşman hatlarının gerisini gözetleyebilecek, ya da polisler sivil halkı rehin alan teröristleri binalar içinde gözetleyebilecekler. İlk denemeleri Ekim ayı içinde başarıyla gerçekleştirilen Micro Craft, California'da bulunan bir havacılık sanayi firmasınca geliştirilmiş. Tahmin edilebileceği gibi ABD İleri Savunma Projeleri Ajansı (DARPA), projeye para desteği sağlamış.

Araç, temel olarak bir silindir gövde içine monte edilmiş kanatlı bir vantilatörden ibaret. Silindirin dönmesini engellemek için pervane biraz eğik yerleştirilmiş. Proje direktörü Allen Zwan, aracın performansından memnun. Yaklaşık 1.5 kg ağırlığındaki "uçak", yüksek hızdaki rüzgarlarda bile kalkmayı, havada durmayı, ağır ve orta hızlarda dolaşmayı başarmış.

Araca itkiyi sağlayan iki devreli küçük bir motor. Araç, taşıdığı 200 gram benzinle yaklaşık bir saat süreyle uçabiliyor. Araç uzaktan kumandayla yönetiliyor. Uçan pervane, yönünü ve hızını aldığı komutlara göre ayarlıyor. Araca yerleştirilmiş olan elektronik devreler, pervanenin dönüş hızını ve kanatçıklardaki kontrol yüzeylerinin açısını ayarlayarak mini-uçağın uçmasını sağlıyor.



ABD savunma bakanlığını araca destek sağlamaya iten neden, askerlerin sırt çantalarında taşıyabilecekleri küçük ve hafif bir keşif uçağına sahip olma arzusu. Araç, bu beklentilere yanıt verebilecek nitelikte. Geçen ayki ilk deneyinde taşıdığı bir elektronik kamera, aldığı görüntüleri yere iletmiş. Aracın askeri kullanım yeteneği, keşif ve görüntü iletimiyle sınırlı değil. Dizi halinde kullanıldıklarında iletişim için röle istasyonu görevi de yapabilir, ayrıca hedefe kilitlenip füzeleri tam hedefe yönlendirecek bir lazer de taşıyabilirler.

New Scientist 21 Ekim.

250 Milyon Yıllık Bakteri


Tuz kristalinin bulunduğu salado tuz mağarası.

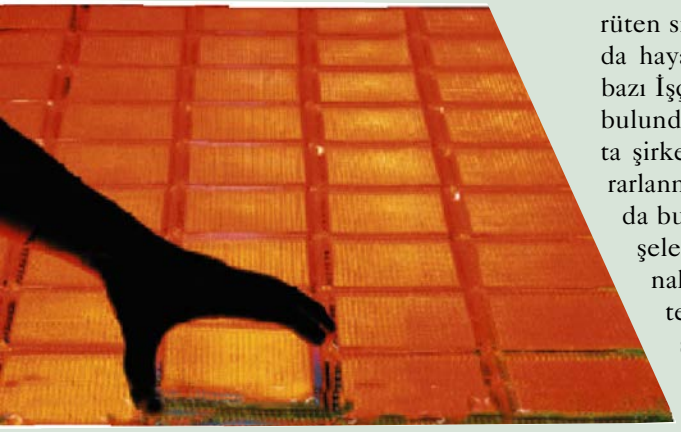

2-9-3'ün içinde hapis yaşadığı tuz kristali.

Amerikalı araştırmacılar, bir tuz kristalinin içinde yalıtılmış durumda 250 milyon yıl yaşamını sürdürmeyi başaran bir bakteri buldular. Pennsylvania eyaletinin West Chester Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nden Russell H. Vreeland başkanlığındaki ekip, bilim dergisi Nature'da yaptığı açıklamada, mikroorganizmanın New Mexico eyaletinde Permian döneminden kalma bir tuz katmanında, yeryüzünün 569 metre derinliğinden alınan bir tuz kristalinin içinden alındığını bildirdi. Basil türünden olan ve 2-9-3 diye adlandırılan Dünya'nın bilinen en yaşlı canlısı yaşamını tuz kristallerinin içinde sıkça rastlanan kabarcıkalın içine hapsolmuş bir su damlacığının içinde sürdürmüş. Araştırmacılar, kabarcık içindeki bakterinin, sonradan bulaşmış olması olasılığını ortadan kaldırmak için kristalin yüzünü çok etkin biçimde dezenfekte ettikten sonra, kabarcık içindeki tuzlu suyu çekip bir kültür ortamına atmışlar. Bakteri, besinli ortamda gelişmeye başlamış.

Basil türü bakteriler ortam olumsuzlaşınca, spor denen üreme hücreleri salıp, enerjilerini olabildiğince koruyabilmek için bir tür yarı-canlı duruma geçerler. 2-9-3, ölüdenizde bulunan ve su %30 tuz oranına yükselince canlılığını yitiren bir basille benzer özelliklere sahip. Ancak nasıl olup da çok daha tuzlu bir ortamda 250 milyon yıl yaşayabildiği anlaşılmış değil.

Nature, 19 Ekim 2000

İngiltere'de "Gen Belgesi"ne Yeşil Işık



İnsan gen haritasının dizilişinin yarattığı heyecan henüz yatışmadan İngiltere Hükümeti, kötümserlerin uyarılarını haklı kılarcasına bu hayati bilginin kötü kullanımına izin verdi. Bundan böyle sigorta şirketleri yasal olarak müşterilerinden kalıtımsal hastalık genleri taşımadıklarını kanıtlayan test sonuçları isteyebilecek.

Aslında sigorta şirketlerinin çoğu bu uygulamayı yapmaktaydılar, ancak hükümetin onayı, "sağlamcı" sigorta şirketlerine karşı kampanya yürüten sivil toplum kuruluşları arasında hayal kırıklığı yarattı. Aralarında bazı İşçi Partisi milletvekillerinin de bulunduğu gen testi karşıtları, sigorta şirketlerinin genetik bilgiden yararlanmasının yasaklanması çağrısında bulundular. Dile getirilen endişeler arasında halkın, sigorta olanaklarını yitirmemek için gen testleri yaptırmaktan kaçınması da bulunuyor. Sigorta şirketleriyse, müşterilerinden eğer yaptırmışlarsa test sonuçlarını istediklerini, test yaptırmamış olan mevcut ya da potansiyel müşterilerinden böyle bir "temiz" belgesi istemediklerini belirtiyorlar.

ABD'deyse gerek federal hükümet, gerekse bağlı kuruluşlarının, genetik bilgiyi çalışanları arasında ayrım yapmak amacıyla kullanmaları yasak. Şimdi hükümet, bu yasağı özel firmaları ve sigorta şirketlerini de kapsayacak biçimde genişletmeyi tasarlıyor.

New Scientist, 21 Ekim 2000

Ürünü Çoğaltmak İçin Karışık Ekim

Çin'de yürütülen bir deney, tarlaya karışık tohum atılmasının ürün verimini artıracağı yolundaki bilimsel varsayımı doğruladı. Deney, aynı tarlaya atılan tohumların, ürün artışının yanı sıra, ürünü hastalıklara karşı daha dirençli yaptığını da ortaya koydu.

Sonuçları Yunnan Tarım Üniversitesi'nden Zhu Youyong tarafından Nature'un 17 Ağustos sayısında yayımlanan deneyde çiftçilere iki yıl süreyle iki ayrı tür pirinç birlikte ektirilmiş. Yunnan'da geleneksel tarımla uğraşan çiftçilerin büyük bölümü, pilavlık pirinç ekerken, daha küçük bir bölüm de, daha şişman, ve daha çok tatlılarda ve bazı yerel yemeklerde kullanılan bir pirinç türü ekiyorlarmış. Deneydeyse çiftçilere her dört ya da altı sıra normal pirinçten sonra bir sıra da şişman pirinç fidesi dikmeleri söylenmiş. Deney süresince tarımsal hastalıklar, tek tür ekilen tarlalardaki ürünün %20'sine zarar verirken, karışık tarlalardaki hasar %1 düzeyinde kalmış.

Science, 18 Ağustos 2000

Buz Adamdan Sıcak Mesajlar

Avrupalı altı ayrı araştırma grubu heyecan içinde. Dokuz yıl önce İtalya Alplerinde bulunan 5000 yıllık taş devri adamının yaklaşık 45 milyon saat donmuş durumda kaldıktan sonra kısa bir süre için yeniden ısıtılan bedeninden alınan doku örneklerini bekliyorlar. İncelemelerin, o devrin Avrupa'sının iklim ve yaşam koşulları hakkında net bilgiler sağlaması bekleniyor. Avlanırken donarak öldüğü sanılan ve av aletleriyle birlikte bir buzulun altından çıkartılan taş devri adamına Ötzi adı verilmiş.

Soğutulmuş ortamda yıllarca saklanan ceset, daha önce yerel bilim adamlarınca incelenmişti. Ancak İtalya ve Avusturya arasında cesedin sahipliği konusunda ortaya çıkan gerilimin yatışması üzerine iki yıl önce İtalyan, Avusturya ve İsviçre bilim adamlarından kurulu bir komite, mumyalaşmış ceset üzerindeki araştırmaların koordinasyonunu üstlenmişti.

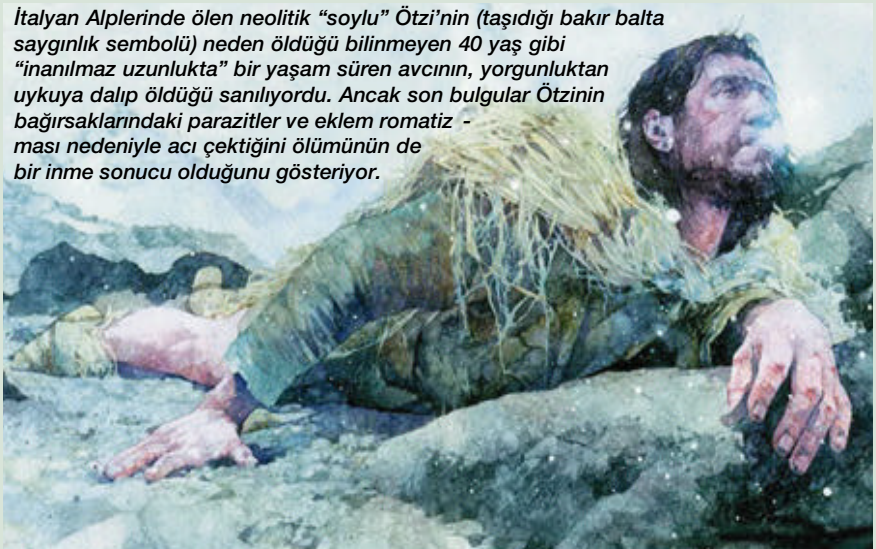
Komite, Ötzi'nin Eylül ortalarında dört saat süreyle ısıtılmış vücudundan alınan küçük kemik, diş, deri ve yağ örneklerinin kullanılacağı altı projeye onay vermiş bulunuyor. Araştırmacılar, olanak bulunması durumunda özellikle buz adamın genetik yapısını incelemek ve bu yolla tıbbi, patolojik ve antropolojik bazı sorulara yanıt bulabilmeyi umuyorlar. Bir grup, Ötzi'nin bağırsaklarındaki bakteri DNA'larını inceleyerek taş devri insanıyla günümüz insanı arasındaki genetik benzerlikleri belirlemeyi, ayrıca geç neolitik dönemdeki hastalıklar ve göç yolları konusunda bilgi toplamaya çalışacak.



Daha önce de araştırmacılar cesetten alınan doku örneklerinden mitokondriyel DNA alıp incelemiş, ama o zaman Ötzi'nin bedeninin yalnızca yüzeyi ısıtıldığından, incelenen örneklerden elde edilen veriler yetersiz ve düşük kalitede kalmıştı. Araştırmacılar, tümüyle ısıtılmış bedenden alınan yeni örneklerin daha güvenli sonuçlar vereceğini ve bunların korunmuş başka insan vücutlarıyla karşılaştırılmasına olanak sağlayacağını umuyorlar.

Bir İtalyan araştırma grubuysa, Ötzi'nin bağırsaklarındaki bakterilerin gen dizilimlerini inceleyerek Taş Devri adamının yeme alışkanlıkları ve o zamanki bakterilerin dağılımını öğrenmek istiyor. Gene başka bir grup Ötzi'nin Y kromozomlarını inceleyip ilkçağ insanının genetik yapısıyla karşılaştıracak.

Nature, 5 Ekim 2000,
Science, 29 Eylül 2000



İtalyan Alplerinde ölen neolitik "soylu" Ötzi'nin (taşıdığı bakır balta saygınlık sembolü) neden öldüğü bilinmeyen 40 yaş gibi "inanılmaz uzunlukta" bir yaşam süren avcının, yorgunluktan uykuya dalıp öldüğü sanılıyordu. Ancak son bulgular Ötzinin bağırsaklarındaki parazitler ve eklem romatizması nedeniyle acı çektiğini ölümünün de bir inme sonucu olduğunu gösteriyor.

Dünyanın En Eski Mağara Resimleri

Dünya'nın en eski sanat eserleri olabilecek duvar resimlerininin, kuzey İtalya'da bir mağarada bulunduğu açıklandı. Üzerinde hayvan ve yarı hayvan-yarı insan figürlerin bulunduğu yassı taş bloklar, Verona'nın kuzeyinde, içinde 1988 yılından beri kazıların yürütüldüğü Fumane mağarasında ele geçirilmiş. Mağaranın tabanına gömülü bulunan bitki ve hayvan artıkları üzerinde yapılan radyokarbon analizleri, resimleri yapan insanların 32,000 – 36,500 yılları arasında yaşadıklarını ortaya koymuş bulunuyor. Bu durumda kırmızı kök boyayla çizilmiş resimlerin, en az Fransa'da Chauvet mağarasında bulunan kömürle



çizilmiş küçük figürler kadar eski olduğu ortaya çıkıyor. Resimleri geçen yıl bulup keşfi bir sır gibi saklayan İtalyan kazıbilimcilere göre resimlerin daha eski olması güçlü bir olasılık. Dünyanın bilinen ilk "ressamı"nın, beş ayrı kaya parçası üzerine çizdiği şekillerden üçünün neyi temsil ettiği belirlenememiş. Ancak öteki iki resimden birinin dört ayaklı bir hayvanı temsil ettiği, öteki resminse 18 cm uzunluğunda hayvan başlı bir insan figüründen oluştuğu bildirildi. Kazıbilimciler, bu ve öteki bazı kazılarda ele geçirilen benzeri figürlerin büyücüleri temsil ettiğini düşünüyorlar.

Science, 20 Ekim 2000

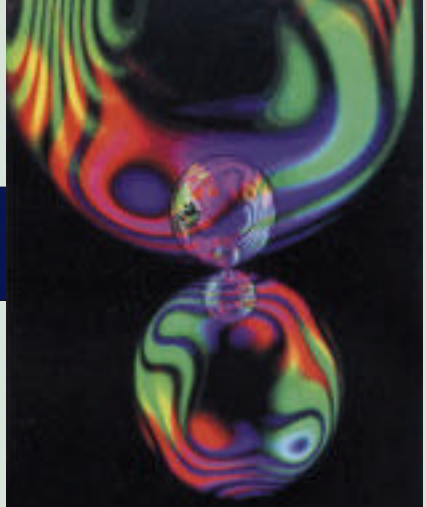
BilimNet



Çocuğunuzun uluslararası bir cebir yarışmasında ne puan alacağını ya da bir sekizinci sınıf öğrencisinin doğa bilimlerinden neyi bilmesi gerektiğini merak ettiniz mi? O halde Internet Learning Network sitesine ücretsiz girip küçük testlerden istediğinizi seçin.
http://www.getsmarter.org



Arktik Okyanusu'nun tarihini, civa zehirlenmesinin kutup ayılarına zarar verip vermediğini, kuzey kutbunun sıcaklığını merak ediyormusunuz? ABD Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları Dairesi (NOAA)'dan bir link ve makaleler koleksiyonunu ziyaret edebilirsiniz.
www.arctic.noaa.gov



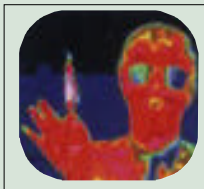
Avustralyalı bilimkurgu yazarı Greg Egan'ın Web sitesindeki bu sabun köpükleri dönüyor, büyüyor ve sonsuz değişkenlikte bir örüntüyle bölünüyor. Sitedeki 20 heyecan verici Java penceresinden yalnızca birine göz attınız...
www.netspace.net.au/~gregegan/APPLETS/Applets.html



İnternette gökbilim sayfalarının çoğalması üzerine bazı gökbilimciler çok sayıda sayfayı düzenli bir takım haline getirdiler. Bugün AstroWeb adlı konsorsiyum üçbin astronomik kaynakla ilgili bir veri tabanı işletiyor; yani bir tür Yahoo. Yaklaşık 500 gök - bilim kuruluşuna 300 gözlemevi ve uyduya, 800 araştırmacının web say - fasına linkler.
cdsweb.u-strasbg.fr/astroweb.html



Transgenik Bitkilerle İlgili Gerçekler
Gen değişimli mısır, virüse dayanıklı papaya ve öteki gen mühendisliği ürünü bitkiler konusunda, Colorado Eyalet Üniversitesi araştırmacılarından öğrencilere ve kamuya yönelik bilgiler, linkler.
www.colostate.edu/programs/lifesciences/TransgenicCrops

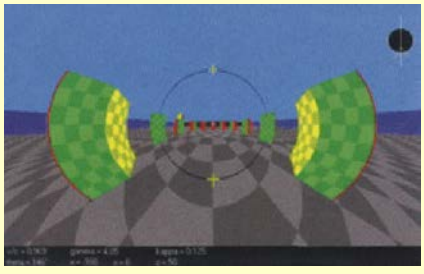


Kızıllığın Ötesi
Kızılötesi ışık soğuk astronomik cisimler tarafından bile yayımlanır ve dağılmadan toz bulutlarının arasından geçer. Dolayısıyla bu dal - gaboyu kahverengi cücelerden, Samanyolu'nun ötesindeki gökadalara kadar görünmeyen pek çok gök cismini tanımamıza yardımcı olur. Kolay ayrılamayacağınız bir gökbilim sitesi.
www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu



100 ilginç deniz canlısı
www.mbayaq.org/efc/efc_hp/hp_kelp.asp

Einstein'ın görelilik kuramına göre ışığınkine yakın bir hızla giden bir uzay yolcusu, Dünya'da kalan ikizin - den daha ağır yaşlanır. Aynı kurama göre bir gökadanın kütlesi ışığı büke - bilir ve birbiri çevresinde dönen karadelikler uzay-zaman dokusunu bir bayrak gibi dalgalandırır. Relativity on the www, bu zorlu konunun karanlık köşelerine ışık tutuyor. "Meraklı acemi" için de uzmanlardan "denklemsiz yanıtlara" linkler... "İnter - not"lar için karadelik içinde, ışıkhızıyla ring seferi, karadelik çarpışmaları için görsel gezintiler...
http://www.math.washington.edu/~hillman/relativity.html





Smithsonian Enstitüsü'nün insanlığın kök - leri konusunda bu küçük ama sürekli gelişen sitesinde 5 milyon yıllık hızlı bir tura ne dersiniz?
www.mnh.si.edu/anthro/humanorigins



Bir Gözlem Projesi: Şeytan Yıldızı

Değişen yıldızların gözlenmesi, genellikle yıldızların yapısı üzerine çalışan profesyonel gökbilimcilerin işi. Bu gözlemler genellikle bir teleskopa bağlanan ışıkölçerle yapılır. Yine de yurt dışında bir çok amatör gözlemci ışıkölçerli değişen yıldız gözlemi yapıyor. Bizim burada değineceğimiz değişen yıldız gözlemiyse çıplak gözle, kolaylıkla yapılabilecek türden. Nitekim, bu gözlem için gözleriniz dışında herhangi bir gözlem aracına da gereksinim duymayacaksınız. Ayrıca, Gökyüzü köşesi okurlarının gözlemlerine dayanan bir proje başlatmayı düşündük. Bu projeye katılıp katılmayacağınıza karar vermek için önce yazımızı okumalısınız.

Değişen yıldız, zamana bağlı olarak parlaklığı değişen yıldızları tanımlamada kullanılır. Milyarlarca yıl parlayan bir yıldız, bu süre içindeki aşamalarda parlaklığını bir miktar değiştirir. Ancak, burada sözünü ettiğimiz, yıldızın yaşam süresiyle karşılaştırdığımızda, çok daha kısa sürelerde meydana gelen değişimlerdir.

Değişen yıldızlar arasında en ünlüsü kuşkusuz **Algol**'dur. Bundan binlerce yıl önce, gözleri dışında herhangi bir gözlem aracı olmayan gözlemciler, bu yıldızın parlaklığındaki değişimi fark etmişler. Algol, hem parlaklığı, hem de ışığının belirgin biçimde değişmesi nedeniyle, binlerce yıldır merak konusu olmanın yanında, korku kaynağı da olmuş. Bu nedenle, Algol hemen hemen tüm eski uygarlıklarda kötü bir üne sahipti. Gökyüzünde aralıksız göz kırpıp duran cismin şeytan olduğu düşünüldü. Nitekim, Arapça'dan gelme bir ad olan Algol, "kötü ruh" anlamını taşır.

Gökbilimin gelişimine paralel olarak, günümüzde, Algol'un gizemi çözülmüş durumda. Algol, gerçekte ikili bir yıldız sistemidir. Birbirine kütleçekimiyle bağlı olan bu ikilinin bir bileşeni ötekine göre çok daha parlaktır. Bileşenlerin yörüngelerindeki hareketlerine ve bakış açımıza bağlı olarak, bu yıldız sisteminin bileşenleri, sırayla birbirlerinin ışığını örter. Bu, aslında tam bir tutulma değildir. Bu nedenle, parlak yıldız tümüyle ortadan kaybolmaz. Bu tür değişen yıldızların ışık eğrileri çok tipiktir ve bunlara "Algol tipi örten değişken" denir.

Tutulma sırasında Algol'un ışığı, yaklaşık % 70'lik bir azalmayla her 2 gün 20 saatte bir 2.1 kadirden 3.4 kadire düşer. Parlak yıldız örtüldüğünde Algol belirgin biçimde sönükleşirken; sönük yıldız örtüldüğünde, parlaklıkta çok küçük bir azalma olur. Bu azalma çıplak gözle kolay kolay fark edilemez. Ancak, bunu görebildiğini söyleyen amatör gökbilimciler de var.

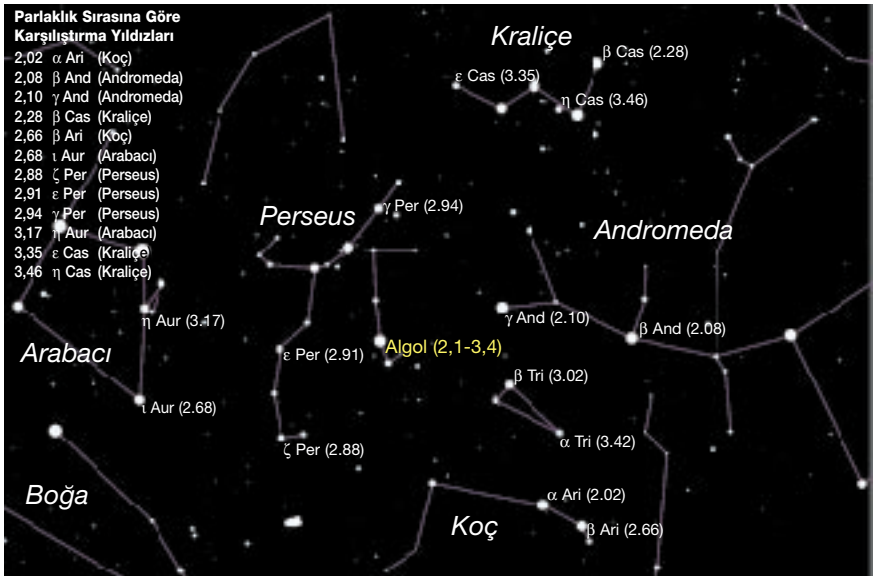
Algol sistemindeki tutulma yaklaşık 10 saat sürer. Yıldızın parlaklığındaki en belirgin değişim bu sırada gerçekleşir. Algol'un en sönük olduğu anları yapacağınız gözlemlerle kolaylıkla saptayabilirsiniz. Çünkü Algol bir saat gibi, her 2.87 günde bir sönükleşip yeniden parlaklaşır. Bu aydan başlayarak, yıldızın en sönük olduğu anları bu köşede vereceğiz.

Bir değişenin ışık eğrisi (parlaklığın zamana göre değişim grafiği) elde edilirken, belli aralıklarla yıldızın parlaklığı, parlaklığı değişmeyen bir yıldızın parlaklığıyla karşılaştırılır. Bu yıldıza *karşılaştırma yıldızı* denir. Işık eğrisi oluşturulurken, sırasıyla bir değişen yıldızın bir de karşılaştırma yıldızının parlaklık ölçümü yapılır. Her seferinde karşılaştırma yıldızından da veri alınmasının nedeni, değişimdeki farkı daha duyarlı bir biçimde saptamaktır. Çünkü, yıldızın gökyüzündeki hareketi sırasında gökyüzünün sönümlemesi değişir. Ayrıca, atmosfer olayları da yıldızdan bize ulaşan ışık miktarında değişimlere neden olur.

Ölçümlerin her biri ışık eğrisindeki bir noktayı oluşturur. Biz, yapacağımız gözlemlerde, ışık ölçer kullanmayacağımız için bir çok karşılaştırma yıldızı kullanarak Algol'un parlaklığını tahmin etmeye çalışacağız. Bunun için yapmamız gereken, Algol'un karşılaştırma yıldızlarımızın parlaklığına geldiği anları bulmak. Bu karşılaştırma yıldızları yeterince parlak olduğundan gökyüzünde kolaylıkla bulunabilirsiniz.

Algol, örtülme dışında, yaklaşık 2.1 kadir parlaklıktaki γ Andromeda; en sönük olduğu anda ise yaklaşık ε Kraliçe'nin parlaklığında olur. Elimizde ne kadar çok nokta olursa, o kadar sağlıklı bir grafik elde edebiliriz. Noktaların doğru yerlere yerleşebilmesi doğru zamanın verilmesine ve iyi parlaklık tahmini yapılmasına bağlı.

Başlangıçta, 0.5 kadirlik bir farkı anlamak bile zor gelebilir. Daha duyarlı

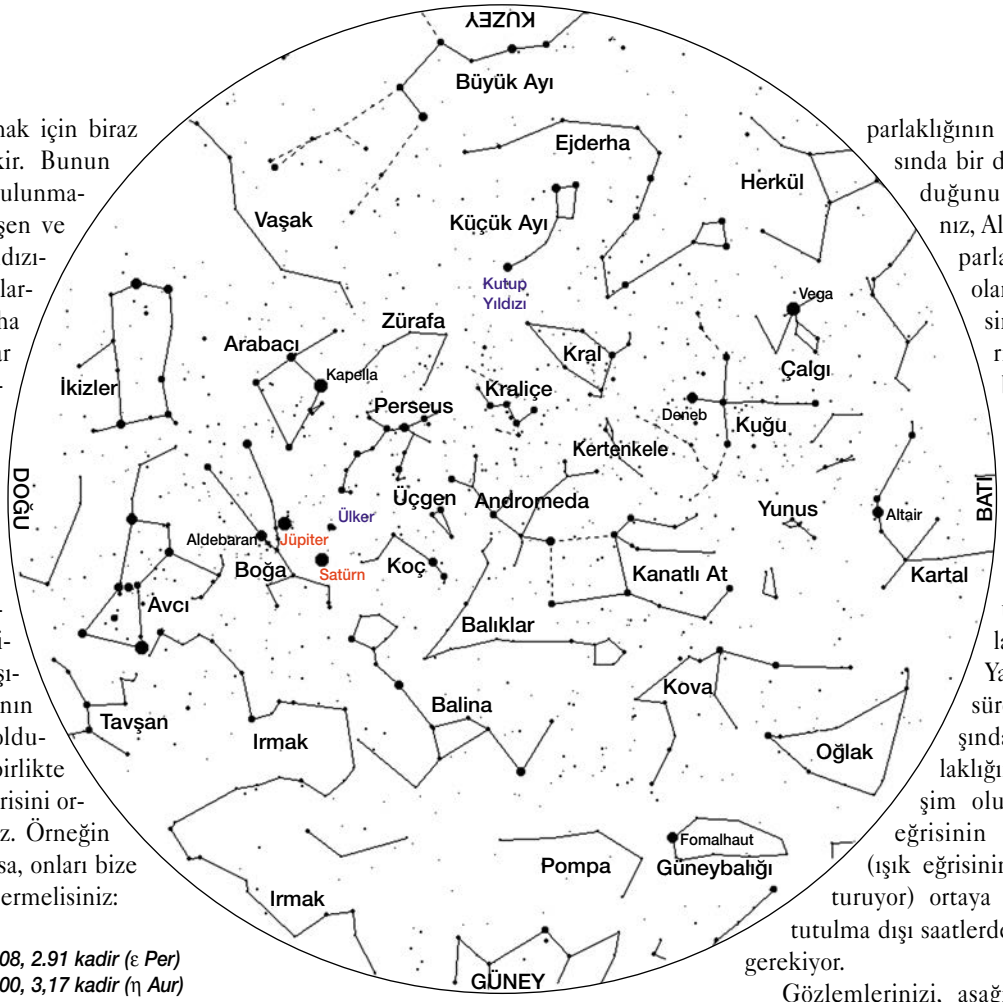


tahminler yapmak için biraz deneyim gerekir. Bunun için tahminde bulunmadan önce, değişen ve karşılaştırma yıldızına sırasıyla defalarca bakmak daha doğru bir karar vermenizi sağlayacaktır.

Projeye katkıda bulunmak isterseniz, sizden beklediğimiz, Algol'un hangi anda bizim verdiğimiz hangi karşılaştırma yıldızının parlaklığında olduğu. Böylece, birlikte Algol'un ışık eğrisini ortaya çıkarabiliriz. Örneğin üç noktanız varsa, onları bize şu şekilde göndermelisiniz:

1) 17/10/2000, 21:08, 2.91 kadir (ε Per)
2) 17/10/2000, 22:00, 3,17 kadir (η Aur)
3) 21/10/2000, 22:34, 2.10 kadir (γ And)

(Not: Burada örnek olarak verilen değerler doğru değildir.)



1 Kasım 2000 Saat 22[00]; 15 Kasım 2000 Saat 21[00]; 30 Kasım 2000 Saat 20[00]'de gökyüzünün genel görünüşü

Yeterli deneyimi kazandıktan sonra, iki karşılaştırma yıldızının parlaklığı arasındaki bir parlaklığı da tahmin edebilirsiniz. Örneğin, değişen yıldızın parlaklığı karşılaştırma yıldızlarından birinin parlaklığıyla tam olarak uyuşmuyorsa, iki karşılaştırma yıldızının parlaklığı arasındaysa doğru parlaklığı bulabilirsiniz. Örneğin, gözlem anında Algol'un parlaklığının, ι Arabacı (2,68) ve ζ Perseus'un parlaklığının (2,68) tam arasında bir değere sahip olduğunu düşünüyorsanız, Algol'un o andaki parlaklığını 2.78 olarak belirtebilirsiniz. Gözlemlerinizi bir dürbünle yaparsanız daha doğru sonuçlar elde edebilirsiniz. Çünkü dürbün gözünüze daha fazla ışık ulaşmasını sağlayacaktır.

Yaklaşık 10 saat süren tutulma dışında, Algol'un parlaklığında az bir değişim olur. Ancak, ışık eğrisinin bu bölümünü (ışık eğrisinin çoğunu oluşturuyor) ortaya çıkarmak için, tutulma dışı saatlerde de veri almak gerekiyor.

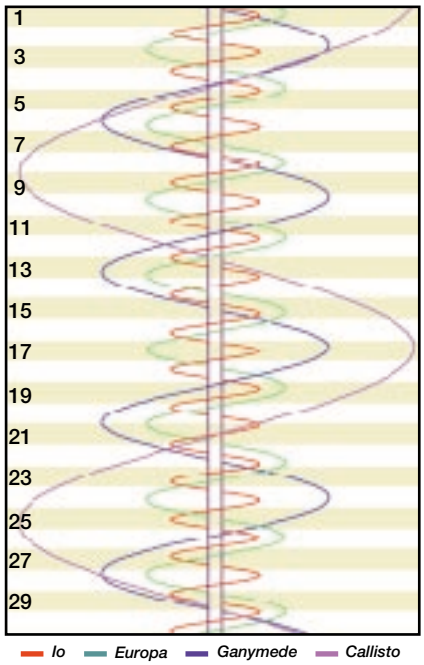
Gözlemlerinizi, aşağıda verdiğimiz mektup ya da e-posta adresine gönderebilirsiniz. Gözlemleri gönderirken, gözlemcilerin adını ve gözlem yerinizi de belirtmeyi unutmayın.

Yunan Mitolojisinde Algol

Kahraman Perseus, kötü niyetli kral Polydectes tarafından Gorgonlar'dan biri olan yılan saçlı Medusa'nın başını kesmekle görevlendirilir. Bu, hiç de kolay bir iş değildir. Medusa'nın görünüşü o kadar korkunçtur ki, ona bakanlar anında taşa dönüşür. Bunu bilen Perseus, tanrılardan yardım ister. Athena, ona görünmez olmasını sağlayan bir kask verir ve onu Medusa'nın sadece gölgesine bakması için uyarır. Haberci Merkür de ona kanatlı ayakkabılarını ve sihirli kılıcını verir. Perseus, Medusa'yı uykusunda yakalar ve kılıcıyla başını koparır.

Görevini tamamlamış olarak geri dönmekte olan Perseus, Prenses Andromeda'nın çığlıklarını duyar. Deniz canavarı, prensesi bağlamıştır ve yemeye hazırlanmaktadır. Perseus, çantasından Medusa'nın başını çıkarır. Ona bakan deniz canavarı anında taşa dönüşür. Perseus, prensesi kurtarır. Perseus ve Andromeda birbirlerine aşık olurlar.

Perseus'un yapılacak bir işi daha kalmıştır: Medusa'nın başını Kral Polydectes'e götürmek. Perseus, Medusa'nın başını "işte hediyen!" diyerek havaya kaldırır. Medusa'nın başına bakan kral ve yardımcıları anında taşa dönüşürler. Bugün, gökyüzüne baktığımızda Perseus'u, onun elinde tuttuğu Medusa'nın başını ve onun yanında Prenses Andromeda'yı görebiliriz. Kahraman Perseus tarafından başı kesilen Medusa, hâlâ gökyüzünden bize göz kırpar.



Kasım ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunun gezegene göre konumları.

Ayın Gök Olayları

Bu ay, Venüs, Jüpiter ve Satürn yılın en iyi konumunda. Güneş'ten yaklaşık iki saat sonra batan **Venüs**, günbatımından sonra güneybatı ufku üzerinde gözlenebilir. **Jüpiter** ve **Satürn**, hem Dünya'ya yakın konumda hem de tüm gece boyunca gözlenebiliyorlar. Jüpiter ve Satürn'ü görmek için doğu ufkuna bakmak yeterli. Bu ayın en önemli gök olaylarından biri olan **Leonid göktaşı yağmuru**, ne yazık ki, Ay'ın gökyüzünü aydınlatması nedeniyle geçen yıllardaki gibi gözlenemeyecek. Yine de 17-18 Kasım gecesi gökyüzüne bakmaya değer.

Ay, 4 Kasım'da ilk dördün, 11 Kasım'da dolunay, 18 Kasım'da son dördün, 25 Kasım'da yeniay evrelerinde olacak.

Algol'un minimum zamanları:
Kasım 3, 16:55; **6**, 13:44; **9**, 10:32; **12**, 7:21; **15**, 4:10; **17**, 00:59; **20**, 21:48; **23**, 18:37; **26**, 15:26; **29**, 12:15.

Alp Akoğlu

Adres: Gökyüzü Köşesi,
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi,
Atatürk Bulvarı 221 06100 Kavaklıdere Ankara
e-posta: algol@biltek.tubitak.gov.tr



Güneş'in Batmayacağı Gün

Şairler, kimi zaman şiirlerinde Güneş'in sonsuza değin doğacağından söz ederler. Oysa yıldızların belli bir ömrü vardır; hiçbir zaman sonsuza değin enerji yaymazlar. Daha hafif elementlerin birleşerek daha ağır elementler haline gelmesi sonucu yıldızlarda oluşan enerji, sonsuza değin üretilmeyecek. Yıldızların bileşimi zamanla değişime uğrayacak ve giderek daha fazla ısınacaklar. İşte aynı evrelerden Güneş de geçecek. Güneş'in ışık yayma gücü bir milyar yıl içinde yüzde on kadar artacak, hatta 6,5 milyar yıl sonra ikiye katlanacak. Bu da Dünya'daki yaşamın sona ermesi anlamına gelecek. Kurak ve verimsiz bir kaya parçası haline gelecek olan gezegenimizin atmosferi bile dağılacak ve uzaya karışacak.

DÜNYA'nın bundan sonra başına geleceklerse tam olarak bilinmiyor. Amerikalı şair Robert Frost'un 1923 yılında yazdığı "Ateş ve Buz" adlı şiirinde de söz ettiği gibi, yaygın kanı, Dünya'nın sonunun ya ateşte ya da buzda olacağı.

Yaklaşık 7 milyar yıl sonra, ölüme adım adım yaklaşan Güneş, beyaz cüceye dönüşmeden önce iki kez kırmızı dev haline geldiğinde gezegenlerin durumu ne olacak peki? Güneş'e en yakın gezegen konumunda olan Merkür'ün elbette hiç şansı yok. Bu gezegen, Güneş'in Venüs'ün bugünkü yörüngesine ulaşacak kadar genleştiği ilk dev evresinde yutulacak. Küçük gezegen bir anda buhara dönüşecek. Venüs ile Dünya'nın da yutulup yutulmayacağı ya da bu gezegenlerin Güneş'in ateşten soluğundan kıl payı kurtuyup kurtulamayacakları, yıldızımızın kütlesinin büyük bir bölümünü uzaya ne zaman, nasıl ve ne kadar hızlı püskürteceğine bağlı olacak. Bu kütle kaybıysa, ölüme yaklaşan yıldızın büyüklüğü, kütlesi, ışık yayma gücü ve bileşimine bağlı.

"Güneş boyutundaki yıldızların kırmızı dev konumunda kütlelerinin yaklaşık %40'ını kaybettiklerini biliyoruz. Ne var ki, bu kütlenin yavaş yavaş, yani milyonlarca yıl boyunca mı, yoksa ani sayılabilecek 10 000 ya da 100 000 yılda mı kaybedildiği bugüne kadar kesin olarak bilinmiyordu. Bu da önemli bir fark yaratıyor", diye yorum getiren Iowa Eyalet Üniversitesi'nden Lee Anne Willson 20 yıldan daha uzun bir zamandır George H. Bowen ile birlikte yaşlı yıldızların kütle kaybını araştırıyor.

Şurası kesin ki Güneş, kütlesini görece erken bir zamanda yitirirse, Dünya ateşten bir sondan kurtulacak. Bu durumda yıldızın kütleçekim kuvveti azalacak ve gezegenlerin yörüngeleri de buna paralel olarak genişleyecek. Örneğin, yüzde 40'lık bir kütle kaybında Dünya'nın yörüngesi, bugünkü yarıçapının üçte ikisi kadar genişler, yani yörüngenin yarıçapı 150 milyon kilometreden 250 milyon kilometreye çıkar. Bu genişlikteki bir yörünge de gezegenimizi kırmızı dev haline gelmiş Güneş'in tehlike-



Yaklaşık bir milyar yıl sonra her şey sona erecek: Dünya'nın atmosferi su oranını kaybedecek, hidrojen uzaya karışacak ve okyanuslar buharlaşmaya başlayacak.



Yaklaşık iki milyar yıl sonra, bir zamanlar denizlerin doldurduğu yerleri kurak tozdan göller kaplayacak. Artık suyun tamamı buharlaşmıştır.



Yaklaşık yedi milyar yıl sonra, Güneş kırmızı dev olarak gökyüzünde ışık saçacak. Yaydığı ölüm ateşinden dolayı Dünya bir kor gibi yanacak.

sinden korumaya yeter. 1993 yılında, Güneş'in gelecekteki gelişimini çok kesin olarak hesaplayan ve Pasadena'daki California Teknoloji Enstitüsü'nde araştırmalarını yürüten I. Juliana Sackmann ile çalışma arkadaşları, bu varsayımı geliştirmişlerdi. Bilim çevrelerinde başarılı bulunan modellerine göre Güneş, kırmızı dev durumundayken önce kütlesinin üçte birini çok yavaş bir biçimde yitirecek; bu da Venüs'le Dünya'nın yörüngelerinin bir miktar genişlemelerine yol açacak.

Araştırmacılar, elde ettikleri sonuçları şöyle dile getirmişlerdi: "Güneş, en fazla genleştiği zaman yarıçapı bugünkünün 213 katına çıkacak, bu haliyle Dünya'nın yörüngesine yaklaşacak. Ancak Güneş'in sürekli kütle kaybı nedeniyle gezegenler ondan yeterince uzaklaşmış olacaklar. Böylece Venüs bile yok olmayacak." Ancak, başka parametreler göz önüne alındığında Venüs ile Dünya'nın yanmaktan kurtulamayacaklarını kabul ettiler.

Willson ile Bowen'in yeni hesapları da sonun ateşli olacağını haber veriyor. Kırmızı devlerle ilgili gözlemler ve kütle kaybıyla ilgili bilgisayar modelleri, kütlenin büyük bir kısmının geç bir evrede ve bir anda uzaya karışacağını gösteriyor.

"Yaklaşık yedi milyar yıl sonra, Güneş, önce Merkür'ü sonra da Venüs'ü yutacak kadar parlak ve büyük olacak. Bu, yalnızca birkaç milyon yıl sürecek olan ilk kırmızı dev evresinin sonunda meydana gelecek", diyor Lee Anne Willson. Araştırmacının öngörülerine göre, "100 milyon yıl daha geçince Güneş, kısa bir süre için önemli ölçüde genleşecek ve Dünya'yı da tehdit edecek. Güneş, yeterince kütle yitirmeden önce, Dünya'nın kurtulabilmesi için onun yörüngesinin dışına taşacak şekilde genleşecek. Büyük olasılıkla Güneş, Dünya'yı yutmadan önce, onu birkaç yüzyıl boyunca saracak, daha sonra geri çekilecek ve Dünya'yı tekrar bırakacak."

Dünya'nın sonu gelmeden önce Ay yok olacak. Gelgit olaylarının bozulmasından dolayı Ay'ın yörüngesi enerji kaybetmiş olacak. Bu nedenle hem dönme hızı yavaşlayacak, hem de Dünya'dan giderek uzaklaşacak. Dünya'nın da kendi çevresindeki dönme hızı yavaşlayacak, günler giderek uzayacak. Yedi milyar yıl sonra, her iki gökcismi de senkronize bir biçimde dönmeye başlayacak ve her zaman aynı yüzlerini gösterecekler: O tarihlerdeki bir gün, şimdiki 47 güne eşit olacak. Ancak Dünya ile Ay kırmızı devin dışına düştükleri anda, Ay, seyrelmiş yeşil gazın etkisiyle Dünya'ya oranla daha güçlü bir biçimde durdurulacak (tutulacak). Bu durumdan dolayı yörüngesi tekrar küçülecek. Ay, en sonunda Dünya'ya o kadar yaklaşacak ki onun kütleçekim alanıncı parçalanacak. Bu parçalar, kozmik bombalar biçiminde Dünya üzerine düşecek ve sıcaklığı giderek artan yüzeyinde dev kraterlerin oluşmasına yol açacak.

O andan sonra artık çok fazla zaman kalmayacak. Güneş'in atmosferindeki sürtünme Dünya'nın enerjisini alacak. Böylece Dünya'nın yörüngesi, sarmal biçiminde, Güneş'e giderek daha fazla yaklaşacak. Önce yerkabuğunun kayalardan oluşmuş bölümü buharlaşacak, sonra da manto tabakası çözülmeye başlayacak. Birkaç onyıl sonra da evrendeki tek mavi gezegen yanmış olacak. Gezegenimizden geriye pek birşey kalmayacak. Güneş'te, Dünya'nın bir zamanlar varlığına ilişkin çok küçük bir değişim oluşacak. Güneş'in dış zarfındaki metal (hidrojen ve helyum dışındaki tüm elementler) yaklaşık yüzde 0,01 kadar artmış olacak.

Güneş uzun bir süreç sonunda kütlesinin %40–50'sini kaybederse ya da ani kütle kaybı %20'yi aşmayacak olursa, o zaman belki Dünya yok olmaktan kurtulabilir. Bunu da gözardı etmeyen bilim adamları bu nedenle Dünya'nın nihai kaderi konusunda kesin bir şey söyleyemiyorlar.

Willson'a göre en büyük belirsizlik, Güneş'in "helyum parlaması" sırasındaki davranışıdır. Helyum parlaması şöyle oluyor.Güneş'in merkezindeki hidrojen yakıtı, nükleer tepkimeler sonunda tümüyle helyuma dönüşünce, merkezde tepkimeler duruyor. Ancak, merkezi çevreleyen ince bir katmanda hidrojen yanmaya devam ediyor. Isınan merkezdeki helyum çekirdekleri bu kez yeniden birleşerek karbon ve oksijene dönüşmeye başlıyor. Artan sıcaklık nedeniyle yıldızın "zarf" denen dış katmanları şişiyor. İşte kütle kaybının ne kadar olacağı bu patlamaların ne şekilde gerçekleşeceğine bağlı.

Yıldızların gelişim modelleri üzerinde yıllardır yapılan oldukça başarılı araştırmalardan sonra bile, Dünya'nın kaderine ilişkin en temel soru yanıtlanamıyor. "Dünya'ya neler olacağını gerçekten bilmiyoruz" diye yanıt veriyor Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Fred Rasio. Bu nedenle, başka varsayımlarıda dikkate almak gerekiyor.

Dünya'nın, bu ateş saldırısını şekilsiz bir kalıntı olarak atlatması, bazı kuramlarca pek de olası görünmüyor. Kırmızı devin büyüyen alevleri yalnızca Dünya'nın atmosferini, yerkabuğunu ve mantoyu buharlaştırsa dahi, geriye nikel ve demirden oluşan çekirdek kalır. Çekirdek de zamanla soğur ve koyu bir metal kütle halinde beyaz cüce durumundaki Güneş'in çevresinde döner.

Bu tür bir senaryonun gerçekleşebileceğini Ejderha takımyıldızında, bize

Güneş'in Geleceği

Güneş'imiz pek de göze çarpmayan, orta büyüklükteki bir yıldız olduğu için daha henüz yarı ömrünü bile tamamlamış değil. Buna karşın, çekirdeğindeki hidrojenin yarısı helyuma dönüşmüştür – bir zamanlar oranı %70,6 olan bu yanıcı maddenin oranı %36,3'e düşmüştür. Her saniye, 15 milyon derece sıcaklığındaki Güneş merkezinde yaklaşık 600 ton hidrojen helyuma dönüşüyor. Bu işlem sırasında, yaklaşık 4,3 ton madde ışınım olarak serbest bırakılır. Merkezdeki ateşin basıncı, çevredeki kütlelerin kütleçekim gücünü iter. Sürekli meydana gelen bu mücadele, Güneş'in merkezinin – ki yalnızca burada çekirdek birleşmesi süreçleri meydana gelir – zamanla dışa doğru genleşmesine yol açar.



Kanada'daki Toronto Üniversitesi araştırmacılarından Arnold Boothroyd, Güneş'in geleceğiyle ilgili şu öngörüde bulunuyor: "Güneş'in 4,6 milyar yıl önce oluştuğunda bugünkünün yalnızca %70'i kadar olan ışık yayma gücü, önümüzdeki 6,5 milyar yıl içinde sürekli artacak." Boothroyd, Pasadena'daki California Teknoloji Enstitüsü'nden I. Juliana Sackmann ve Kathleen E. Kraemer ile birlikte Güneş'in bundan sonraki gelişimini detaylı olarak hesapladı.

Güneş'in merkezindeki çekirdek füzyonu sona erdiğinde ölüm-kalım savaşı başlar. Neredeyse hidrojenin tamamı helyuma dönüşmüştür, çekirdek büzüşür. Güneşi saran örtüdeyse henüz yeterli hidrojen vardır – bu hidrojen ısınır ve genleşmeye başlar. Sonunda, belki de yaklaşık 7,5 milyar yıl sonra Güneş, birkaç milyon yıl boyunca kırmızı dev haline gelene değin genleşir. Bu sırada, çapı kısa süre içinde 160 kat büyür. Örtüsü görece ince ve serin (3000°C) olduğu için kırmızımsı parlar.

Güneş'in merkezinde sıcaklık artar. 100 milyon dereceye ulaştığında bir başka kritik aşamadan geçer: İşte şimdi helyum karbona dönüşecek biçimde füzyona girebilir. Helyumun yanması olağanüstü bir enerji patlamasıyla başlar. Buna helyum parlaması (helium flash) denir.

Bundan sonra Güneş, geçici olarak dev evresinden çekilir. Belki de 100 milyon yıl boyunca, bugünkünün on katı büyüklüğünde ve 40-50 kat parlaklığında olacak. Enerjisini iki kaynaktan elde edecektir: çekirdekteki helyumun yanmasından ve kabuğu çevresindeki hidrojenin yanmasından.

Ne var ki helyum stoğu da azalacak. Güneş'in merkezi karbon ve oksijenle dolunca buradaki termonükleer tepkimeler söner. Güneş, helyum yanmasının gerçekleştiği kabuğun dışa doğru yer değiştirmesinden dolayı yeniden genleşerek kırmızı deve dönüşür. Enerji üretiminin oranı sıcaklığa bağlı olarak değişir; dahası, Güneş kararsız hale gelir.

Helyum kabuğunda birkaç parlama meydana gelir. Bu parlamalar, Güneş'in ışık yayma gücünün kısa sürede %50 değişebildiği parlamalardır. Bu sırada Güneş bugünkünün 5200 katı kadar parlaklığa ulaşabilir. Bunlar, Güneş'in görkemli kalabilmek için son çabalarıdır. Özü tehlike altındadır.

Bu sürede Güneş rüzgârının gücü hızla artar. Yalnızca yaklaşık 1000 yıl içinde kırmızı dev, örtüsünün büyük bir bölümünü uzaya püskürtür. Geriye sıcak çekirdek kalır. Bu çekirdek, Güneş'ten daha küçük kütleli yıldızlarda, karbonun yanmaya başladığı sıcaklık olan 800 milyon derece kadar ulaşabilecek kadar büzüşemez. Bu durumda çekirdek füzyon tepkimeleri karbon aşamasında durur.

75 000 yıl içinde Güneş, artık soğumaya başladığı için giderek daha zayıf ışık saçan beyaz cüceye dönüşür. Kütlesi artık yalnızca günümüzdeki Güneş'in kütlesinin yarısı kadardır. Çapı yaklaşık 80 000 kilometre, yoğunluğu santimetreküpte iki milyon ton kadardır. Artık yaklaşık 12,4 milyar yıl yaşına varmış olan Güneş'imizin öyküsü de böylece sona erer.

65 ışık yılı uzaklıkta olan GD356 adlı beyaz cüce gösteriyor. Bu yıldızın ışığı, şu ana kadar açıklanamayan nedenlerden dolayı kutuplanmış – yalnızca bir düzlemde salınıyor. Avustralya'daki Ulusal Üniversite'den Jianke Li, Lilia Ferrario ve Dayal Wickramasinghe, kısa bir süre önce, kutuplanmış ışınımın hidrojen atomlarınca yıldızın kutuplarından yayımlandığını öne sürdüler. Bilim adamları bu hidrojen atomlarının elektrik akımlarınca uyarıldıklarını tahmin ediyorlar. Bu atomlar, yıldızın güçlü manyetik alanınca, beyaz cücenin çevresinde dönen metalik bir gezegen kalıntısına indüklenmiş olabilirler. Elektrik akımları, iyonlaşmış gazlar yoluyla cüce yıldız çevresinde şu ya da bu metal çekirdek arasında akıyor olabilir. Manyetik alan da, ışınımın kutuplanmasına yol açıyor olabilir.

Dünya, ne kadar zarar görmüş olsa da, Güneş'in devleştiği evreleri atlatırsa, beyaz cüce'nin çevresinde uzun süre dolaşabilir – ancak sonsuza değin değil. Zaman geçtikçe yıldızın kalıntısı soğuyacak. En sonunda yalnızca hafifçe kızılötesi ışınım yayan siyah bir cüce haline gelecek. Ancak bu kara kozmik kütle bile hâlâ Dünya'ya mezar olabilir. Çünkü Albert Einstein'in genel görelilik kuramına göre, bir cismin çevresinde dönen her cisim kütleçekim dalgaları yayar. Cisim böylelikle hareket enerjisi kaybına uğrar ve yörüngesi, ölümün ağır sarmalı haline gelir. Kısaca Dünya, Güneş'in sonunu atlatsa ve yörüngesi de bir dış etkiyle bozulmasa bile, yine de en sonunda Güneş'in kalıntısına düşecek. Bu yaklaşık 100 milyar yıl sonra olabilecek.

Ne var ki böylesine olağanüstü uzunlukta zaman aralıklarında hiç beklenmedik şeyler de olabilir. Dünya'dan arta kalan kütle, belki de yakınından geçen bir yıldız tarafından ölmüş Güneş'inden uzaklaştırılacak ve uzayın derinliklerine fırlatılacak. O zaman Dünya, atomlar bozunup kara delikler yok olana kadar ve karanlık evren tümüyle soğuk ölüme terk edilene kadar boşlukta salınacak.

Bu kozmik fırlatma eylemi, Güneş kırmızı dev haline gelmeden çok önce, Dünya'yı yıldızının kavurucu kollarından kurtarmak için doğanın tezgâhladığı bir kaçış da olabilir. Gelgelelim, dev Güneş'in kızgınlığından kurtulma olasılığı pek düşük: Önümüzdeki iki milyar yıl için bu kaçışın gerçekleşmesi olasılığı 100 000'de bir. Çünkü yıldızlar, Samanyolu'nun sarmal kollarına öylesine seyrek yerleşmişler ki, bu tür karşılaşmaların meydana gelmesi çok düşük bir olasılık.

Gökbilimciler, Dünya'nın yörüngesinin doğrudan bozulma olasılığınıysa 2,2 milyonda bir olarak hesaplamışlar. Ancak dış gezegenler, daha büyük bir tehlike altındalar. Bu da Dünya'yı etkileyebilir: Bir başka yıldızla karşılaşma sonucunda, Jüpiter'in Dünya'ya yaklaşıp onu ya uzaya fırlatması ya da Güneş'e doğru itmesi olasılığı 100 000'de bir olarak düşünülüyor. Dünya'nın yörüngesindeki küçük değişimler bile büyük sıcaklık değişimleri gibi korkunç sonuçlara yol açabilir. Ayrıca, asteroidler ve kuyrukluyıldızlar Dünya'ya çarpabilir.

Dünya, doğrudan bir komşu yıldız tarafından Güneş Sistemi'nden uzaklaştırılırsa, gelgit güçleri nedeniyle önce denizlerde dev dalgalar oluşur. Yıldızların çoğu, ışık yayma güçleri az olan kırmızı cüceler oldukları için, Dünya'nın bu kozmik buluşma sonucunda alev alması düşük bir olasılık. Dünya bunun yerine, şair Robert Frost'un da konu ettiği gibi, bir buz kütlesine dönüşecek. Birkaç yıl sonra da Güneş Sistemi'nden fırlayıp yalnızlığa doğru, sonsuz bir karanlıkla kaplı buz gibi bir geleceğe yol alacak.

Vaas, R., Feurige Apokalypse, *Bild Der Wissenschaft*, Kasım 2000
Çeviri: Ayşegül Yılmaz Günenç

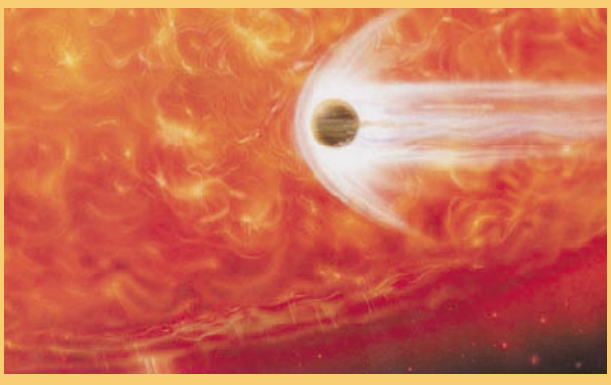
Yaşamın Sonu

Dünya'daki yaşamın ömrü çoktan yarılandı. Gelecekte Dünya cehenneme dönecek: Havasızlıktan boğulan bitkiler, buharlaşan ozon, temizlenmiş çöller ve asitli hava... O, dünyanın sonunun geldiğini haber veren bir kâhin değil, NASA'yla çalışan bir jeokimyager ve iklim araştırmacısı, Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden James Fraser Kasting. Kasting'in kötü bir haberi var. Dünya, şişen Güneş'in alevleriyle sterilize olmadan çok önce, büyük iklim değişiklikleri gezegenimizdeki canlı türlerinin çoğunun yok olmasına neden olacak. Bitkiler havasızlıktan boğulacak, atmosfer çözülmeye başlayacak ve sular buharlaşacak. Bu, kulağa bir felaket senaryosu gibi gelebilir ve öyle de. Ancak bu kötü haberin bir de iyi yanı var: Bilim adamlarına göre o günlere daha çok zaman var.

Niels Bohr'un, bir konuda tahmin yapmanın özellikle de gelecek söz konusuysa güç bir iş olduğu sözünü anımsatalım. Kasting ve arkadaşları da aynı sorunla karşı karşıyalar. Ancak onların çıkış noktaları sağlam: Gelecek milyar yıllarda, Güneş'in merkezindeki enerji üretiminin değişmesine bağlı olarak, yıldızımızdan gelen parlak ışıklar ve sıcaklık sürekli olarak artacak. "Güneş'in parlaklığındaki % 0,25 oranındaki bir artış bile yeryüzündeki sıcaklığın 0,5 derece yükselmesine neden olur" diyor New York'taki Goddard Uzay Çalışmaları Enstitüsü'nden David Ring. Ring de Güneş'teki değişimlerin iklim üzerindeki etkilerini modelleyenlerden.

1645-1715 yılları arasındaki küçük buzul devri de, Güneş'in etkinliğindeki görece küçük değişimlerin Dünya iklimi üzerindeki etkisini gösteriyor. Bu yıllarda Dünya, 10 000 yıl önceki en son buzul döneminden sonra en soğuk dönemini geçirmiş. Washington D. C.'deki Deniz Kuvvetleri Araştırma Enstitüsü'nden Judith Lean, bu dönemdeki ağaçlardaki karbon 14 izotopu ölçümlerinden, o dönemde Güneş'in parlaklığının % 0,25 oranında azalmış olduğunu hesaplamış. Asronomi hesaplamaları da, o dönemde Güneş'te hiç leke bulunmadığını gösteriyor. Bu lekelerin sıklığı, Güneş'teki etkinliklerle bağlantılı.

Öte yandan, oluştuğu zamandan, yani yaklaşık 4,6 milyar yıl öncesinden günümüze kadar Güneş'in parlaklığı yalnızca % 30 oranında arttı. Bu artış yavaş yavaş gerçekleştiği için, jeokimyasal tepkimelerle dengeleniyordu. Kasting, eğer atmosfer olmasaydı, Dünya yüzeyinin sıcaklığının -18°C olacağını hesaplamış. Gerçekteyse, bu sıcaklık ortalama 15°C. Çünkü, atmosferdeki sera gazları, özellikle de karbondioksit, su buharı ve metan, yeryüzüne gelen Güneş ışınlarının bir bölümünü tutarak uzaya geri yansımasını engelliyor. Sıcaklık arttığında, havadaki su buharının yoğunluğu geometrik olarak artıyor. Böylece, Güneş'in parlaklığındaki yüzde ikilik bir artış, ortalama sıcaklığı yaklaşık dört derece yükseltiyor. Bu durumda kutuplarda öyle çok buz eriyecek ki, denizlerin yüzeyi 40 santimetre kadar yükselecek. Binlerce kilometrekare toprak sular altında kalacak. Kutupları kaplayan buz tabakası yok olduğunda da, yeryüzünden daha az ısı yansıtılacağı için, sıcaklıklar daha hızlı yükselecek. Sonra, biyojeokimyasal karbon çevriminin dengesi geliyor. Karbon çevrimi, eşit ağırlıklı olarak bir yanda karbondioksit ve kalsiyumsilikatlar, bir yanda da kalsiyumkarbonat ve silisyumdioksitten oluşuyor; karbonların büyük bölümü karbonat olarak kireç taşına bağlanıyor. Sıcaklıklar yükselince buharlaşma, yağmur ve rüzgârlar artar. Böylece erozyon oluşumu güçlenir. Serbest kalan kalsiyum, deniz suyundaki karbonatlarla tepkimeye girer. Planktonlar ve mercanlar bu minerallerden kendilerine kabuklar oluşturur. Zaman geçtikçe bunlar ölür ve deniz tabanına çöker. Mercan kayalıkları bu yolla, milyonlarca yılda oluşmuştur. Bu kabuklara bağlanmış karbonatlar, havadaki karbondioksitin yardımıyla kendilerini yeniden oluştururlar.



Son olarak atmosferdeki karbondioksit de deniz tabanına ulaşır. Yanardağlar bu gazı tekrar havaya üfler ve silisyumdioksit yeraltında tekrar silikatlara dönüşür.

"Bu süreç, son dört milyar yılda yeryüzündeki sıcaklıkların dengelenmesini sağladı" diyor Kasting. Kasting ve Ken Calderia, eğer Güneş'in parlaklığı daha fazla artarsa, bu karmaşık düzenleme dengesinin bozulacağını hesaplamışlar. Öyle olursa, önümüzdeki 500 milyon yılda karbondioksit miktarı bugünkü % 0,035'lik oranından % 0,014'e düşecek. Ancak, endüstriyel etkinlikler ve motorlu araçlardan çıkan gazların artması bu hesaba katılmamış.

Kritik nokta, % 0,0015. Bugünkü bitki türlerinin % 95'i bu oranın altında fotosentez yapamaz. Fotosentezin ana maddesi 3 atomlu karbonlardan oluştuğu için bu adı alan C_3 bitkileri tükenecekler. C_4 bitkileri, bir süre daha yaşayacaklar, karbondioksit miktarı yaklaşık % 0,0001 olana dek. Daha sonra onlar da yok olacaklar. Bu da, 900 milyon yıl içinde gerçekleşecek. Daha sonra, dünyadaki besin zincirlerinin çoğu bozulacak. Bunlar, olumsuz öngörüler gibi görünüyor. Ancak yine de İngiliz araştırmacılar James Lovelock ve Michael Whitfield'ın öngörülerinden daha olumlular. 1982 yılında Lovelock ve Whitfield, önümüzdeki 100 milyon yılda bütün yüksek organizmaların yok olacağını hesaplamışlardı. Onlardan daha iyi bir iklim modeli bulmuş olan Kasting, bunun çok kötümser bir tahmin olduğu düşüncesinde. 80'li yıllarda düşük miktardaki karbondioksit konsantrasyonu akışı üzerine iyi bir iklim modelinin bulunmadığını belirtiyor.

Korku senaryolarının bir sonraki adımı: 1,1 milyar yıl içinde stratosfer "nemli" duruma gelecek. Atmosferin üst tabakalarındaki su buharı, % 10 oranına ulaşacak. Bugün atmosferin üst tabakalarında su buharı bulunmuyor. Çünkü su, yağmur olarak tekrar yeryüzüne düşmek üzere alçaklardaki bulutlarca toplanıyor. Sonra, Güneş'ten gelen morötesi ışınlar su moleküllerini bölüyor. Serbest kalan hafif su molekülleri her yana dağılıp yok oluyor. 100 milyon yıllık bir süre içinde, ozon da buharlaşacak. 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda üreyen termofil bakterilerin varlığı tehlikeye girecek. Yeryüzündeki felaketten çok uzakta olduğu için, yalnızca yeryüzünün kilometrelerce altındaki lav çatlaklarında yaşayan mikropların şansı olacak.

Ancak, bütün bunların tam olarak ne zaman gerçekleşeceğini kestirmek çok zor. Atmosferin, kayaların, denizlerin ve yaşam biçimlerinin arasındaki etkileşimler ve ilişkiler çok karmaşık olduğundan, şu anda hiçkimse kesin çıkarımlarda bulunamıyor. Ayrıca, Güneş ışınlarının bir bölümünü geri yansıtan bulutların bu hesaplamalara katılması da olanaksız. Kasting, kendi senaryolarının da kötümser olduğunu kabul ediyor, çünkü bulutlar sayesinde Dünya'daki yaşamın şansı kat kat artabilir. Zaten, Dünya'daki yaşam süresinin üçte ikisi de böyle akıp gitmiş.



Yaklaşık 2,5 milyar yıl sonra, değişen atmosfer koşulları ve jeokimyasal koşullar nedeniyle kireçtaşları artık çözülmeyecek. Yanardağlardan çıkan karbondioksit atmosfere karışarak güçlü bir sera etkisinin oluşmasına neden olacak. Daha önceleri yağmurlarla yıkanan havadaki kükürtdioksit, serbestçe dolaşacak ve atmosferi asitli kılacak. Dünya da, kırmızı devin etkisine girmeden önce, bugünkü Venüs'e benzeyen bir cehenneme dönecek. Kırmızı dev tarafından yakalandığında Dünya, atmosferinin geri kalan bölümünü de yitirecek, tamamen kuruyacak ve kızaracak. Güneş'in ikinci devlik aşamasından sonra yeryüzü bir kez daha katılaşacak. Ama sıcaklıklar birkaç yüz derece daha yükselecek; yaşamın ve kültürün bütün izleri Dünya'dan silinecek.

Vaas, R., "Finale für das Leben", *Bild der Wissenschaft*, Kasım 2000.

Çeviri: Aslı Zülâl

Yeni Yerler

Yıldızımızın parlaklığının artması sonucu Dünya'daki yaşamın yok olacağı gerçeği, araştırmacıların Dünya'daki yaşamın süreceği yeni yerler peşine düşmelerine neden oldu.

Örneğin, Güneş'in parlaklığının 1,5-4 kat artması, Mars'ta Dünya benzeri yaşamın gerçekleşebileceği sıcaklıklar oluşturacak. Eğer o zaman geldiğinde insanlar halâ var olurlarsa, bir süre orada yaşayabilirler. Ancak, Ames'teki Iowa Eyalet Üniversitesi'nden Lee Anne Willson, 6 milyar yıl sonra Güneş bir kırmızı deve dönüştüğünde, Mars'ın da kavrulacağını hesaplamış.

Mars'tan sonra insanlar belki de Güneş'e uzak gezegenlerde yaşamlarını sürdürecekler. Jüpiter'in uydusu Europa'nın buzdan zırhı eriyerek büyük okyanuslar oluşturacak. Bu durumda, birkaç yüz bin yıl içinde buharlaşmadan önce sıvı su, Dünya'dakine benzeyen yaşam biçimlerinin oluşması için uygun bir ortam sağlıyor. Ancak, evrimin ikinci bir şansının daha olup olmayacağı kesin değil. Trieste'deki Uluslararası Kuramsal Fizik Merkezi'nden Julian Chela-Flores gibi kimi biyologlar, Europa'nın derin denizlerinde egzotik canlılar bulunabileceğini düşünüyor.

Tucson'daki Arizona Üniversitesi'nden Ralph D. Lorenz ve Ames Araştırma Merkezi'nden Christopher P. McKay de, Satürn'ün en büyük uydusu Titan'da yaşamın sürebileceğini düşünüyorlar. Şu anda Titan'daki sıcaklık, -180ºC.

Ancak, 6 milyar yılda Güneş'ten gelen morötesi ışınlar öyle güçlenecek ki, Titan'ın azottan oluşan kalın atmosferindeki sis tabakası gitgide çözülecek. Bugün Titan'ın atmosferi, Güneş'ten gelen ışınların % 90'ının geçmesini engelliyor. Bu sis, morötesi ışınların etkisinde (Titan'da bol bol bulunan) metan gazı çıkaran farklı hidrokarbonlardan oluşmuş. Bu sis kaybolduğunda, uydunun yüzeyine bugünkünün 17 katı Güneş ışığı vuracak. Daha fazla Güneş ışığı ve atmosferdeki metanın neden olduğu sera etkisi, Titan'ın ortalama sıcaklığının -100ºC'nin üzerine çıkmasını sağlayacak. Atmosfer'deki amonyak, dondurucu soğuktan koruyucu etki yapacak, böylece sıvı amonyak bulunacak.

McKay ve arkadaşları Titan'ın, Dünya dışındaki yaşam koşullarının araştırılması için doğal bir laboratuvar olacağı görüşündeler. Yaşamın oluşması için gereken biyokimyasal yapıtaşları orada hazır ve önümüzdeki 500 milyon yıl boyunca çevre koşulları da buna uygun olabilir. Belki de Dünya öldüğünde Titan yaşamın yeni ev sahibi olur.

Güneş'in Ölümünden Kaçış

GÜNEŞİMİZ sonsuza dek parlamayacak. Yaklaşık yedi milyar yıl sonra Güneş, bir kırmızı deve dönüşecek ve Dünya'yı yutacak. Bu durumdan çok daha önce, yani günümüzden yaklaşık bir milyar sonra Güneş'in parlaklığı öylesine artacak ki Dünya'nın okyanusları buharlaşacak. Sıvı haldeki su günümüzde yaşamın ön şartı. Gezegenimizin yaklaşık üçte ikisini sular kaplıyor. Gelecekte suyun kaybedilmesi kuşkusuz gezegenimiz için ölümcül olur. Bununla birlikte bu istenmeyen duruma bir çare bulabilmek için yeterli zamana sahibiz. O zamana dek gökadamızdaki başka gezegenleri yerleşime açıp Dünya'nın korkunç sonundan kurtulacağımızı düşünenler var; ne var ki gezegenimizin güzelliğini bırakıp başka yerleşim yerleri aramak birçok kişiye fazla cazip gelmiyor. Evimiz olarak nitelendirdiğimiz Dünya'yı kurtarmak için belki de bir çözüm yolu vardır.

Güneş'in ısısının artması ve genişlemesiyle birlikte Güneş Sistemi'ndeki yaşam alanı da daha dışarı kayacak. Bu durumda yapılması gereken şey, Dünya'nın da bu sıcaklıktan etkilenmeyeceği daha uzak yörüngeye çekilmesi. İsviçreli fizikçi Miecyzlaw Taube, ilk olarak 1982'de Dünya'yı yerinden oynatabilme projesi üzerinde düşünmeye başlamış. Taube, ekvator boyunca yerleştirilmiş 20 kilometrelik kuleler üzerinde yer alacak 240 füzyon roketi kullanmayı tasarlamış. Güneş'teki büyüme arttıkça Dünya'nın çevresinde olan bu motorlar çalıştırılarak Güneş'ten bir parça daha uzaklaşılacak. Böyle bir projede roketlerin hangi yükseklikte durması gerektiğinin büyük önemi var. Yeterli yükseklikte roketten çıkan gazlar uzaya bırakılabilir ve bu da bir itki sağlar; aksi takdirde gazlar atmosferimize karışır ve bu da başlı başına bir felakete neden olur. Taube'nin ölçümlerine göre bu iş için 830 katrilyon Watt enerji gerekiyor. Gerekli olan gücü sağlamak içinse 2,4 ton döteryumun helyumla işleme girmesi gerek. Bu işlem sonunda ortaya çıkacak 15 000 ton hidrojen itici gaz görevi görecek ve Dünya'yı harekete geçirecek. Bu yolla Dünya Jüpiter'e kadar ulaşabilir ve dev gezegenin bir uydusu haline gelebilir. Ne var ki Jüpiter'e kadar yapılacak bir yolculuk bize oldukça pahalıya patlayabilir. Jüpiter'e doğru yapacağımız yolculuk uzun süreceğinden, bu yolculukta kullanılacak itici yakıt için yeryüzünün kütlesinin yüzde sekizini uzaya atacağız. Bu, bütün okyanusların tamamından daha fazla bir miktar. Bu durumda yeterince yakıtı nereden bulabiliriz? Bunun yanıtı da Jüpiter'de yatıyor. Güneş Sistemimizdeki diğer gezegenler içinde en fazla hidrojene sahip gezegen Jüpiter. Yine de Jüpiter'e kadar gitmek, bizi Güneş'in zararlı ışınlarından koruyamayabilir. Taube, bu durumda okyanusların buharlaşmasının kaçınılmaz olduğunu ama bizi koruyacak olanın da atmosfere karışmış okyanuslar olacağını söylüyor; çünkü su buharı Güneş ışınlarını geri yansıtır. Güneş'ten çok uzaklaşmak da aslında Dünya'yı kurtarmak için yeterli çözüm değil. Güneş kırmızı dev halinde yalnızca birkaç milyon yıl kalacak. Bir süre sonra bir beyaz cüceye dönüşecek. Bu durumda Güneş'ten bugünkü gibi yararlanabilmek için Merkür gezegeninkine benzer bir yörüngeye oturmamız gerek. Güneşe bu kadar yaklaştığımızdaysa Dünya, dönüş hızını kaybedecek ve tıpkı bugün Ay örneğinde olduğu gibi yalnızca bir yönünü Güneş'e dönecek. Bu tek yönlülük, sonsuz gece ve sonsuz gündüz olarak adlandırılabilir. Dünya'nın iki yüzünde büyük ısı farkları oluşacak. Beyaz cüceden yayılan mor ötesi ve X ışınları da Dünya'yı tehdit edecek. Taube'nin bütün bu felaketlere karşı önerdiği çözümse Dünya'ya yakın yapay bir güneş yaratmak. Taube, Jüpiter'i hammadde kaynağı olarak kullanıp bir nükleer füzyon yoluyla elde edilecek enerjinin bu iş için yeterli olabileceği düşüncesinde.

İngiliz bilim adamı Martyn Fogg bu konuda daha cesur. Fogg, Jüpiter'in bir güneşe dönüştürülmesini öneriyor. Bunun için gezegenin merkezindeki ısıyı artıracak bir ateşleyici güce gerek duyuluyor. Böyle bir güç sözgelimi bir kara delikten elde edilebilir. Jüpiterin bir kırmızı cüce yıldıza dönüşmesi elbette çok kolay olmayacaktır. Bunun için gezegenin en azından 100 milyon yıl kara delikle etkileşimde olması gerekir. Jüpiter böyle bir etkileşim içindeyken karadeliğin neden olduğu çekim alanının Dünya'yı yaşanmaz bir yere dönüştüreceği kesin. Ama gelecek nesillerin gezegenimizi kurtarmak için bu tür sorunlara çare bulacak zamanları var. Doğru çözümü bulmak ve bunu uygulayabilmek gelecek nesillere düşüyor.



Yıldızımızdan gelen ışınların yalnızca milyarda 0,45'i Dünya'ya kadar gelebiliyor; geri kalanıysa yararsız bir şekilde uzay boşluğunda kayboluyor. Peki bu kayıpların önüne geçilebilir mi? Bu durumu Güneş gerilemeye başladığında nasıl kendimize uygun bir duruma getirebiliriz? Texas'taki Houston Üniversitesi'ne bağlı Uzay Sistemleri Çalışmaları Enstitüsü'nün müdürü David Criswell, 1985 yılında Star-Lifting (Yıldız Yükseltme) düşüncesini ortaya attı. Buna göre Güneş, Dünya'ya yeterli miktarda ışın göndermeyi sürdürecek duruma gelmeli. Bu da Güneş'in 2000 kat daha uzağa ışıması anlamına geliyor. Güneşimizi bu duruma gelecek denli büzüştürmeliyiz. Bunun temeli bir yıldızın yaşam süresi ve parlaklığının kütlesine bağlı olduğu düşüncesi. Parlaklık kütlenin üçüncü ya da dördüncü kuvvetine çıktığında yıldızın yaşama süresi, kütlesinin ikinci ya da üçüncü kuvvetine düşer. İçinde meydana gelen nükleer füzyon süreçlerindeki artış, basınç ve sıcaklıkta da çok yüksek artışlara neden olur. Büyük bir yıldızın küçük bir yıldıza göre daha fazla kütlesi vardır ama daha çabuk yanar.

Peki bir yıldızı nasıl hafifletebiliriz? Criswell, Güneş'in yörüngesinde iyon hızlandırıcılarla bir çember oluşturmayı öneriyor. İki hızlandırıcı yüklü parçacıklarla birbiri çevresinde böyle bir çember oluşturabilir. Bunlardan iki tane kullanılması gerekiyor çünkü ışınların olağanüstü güçlü olmaları gerek. Bu hızlandırıcılar tek başlarına değil birlikte hareket edecekler; birbirlerini etkisizleştirip çevrelerinde görece zayıf bir dipol alanı oluşturacaklar. Böylece karşılıklı bir manyetik alan oluşmuş olacak. Bu sayede de Güneş'in kutuplarındaki gazlar ısıtılabilecek ve manyetik alanların yönettiği birer jet gibi Güneş'i terk edecekler. Criswell'in hesaplarına göre bu hızlandırıcılar, Güneş enerjisinin her yıl milyarda üçünü uzaya gönderecekler. Bu miktar, Dünya'nın kütlesinin % 0,1'ine denk geliyor. Yaklaşık 300 milyon yıl bu şekilde yaşayacak Güneş, bu sürenin sonunda hâlâ parlayan bir yıldızın sahip olacağı minimum seviyeye gerileyecek. Bunun ardından 23 milyar yıl boyunca bir kırmızı cüce gibi çevresine ısı ve ışık saçacak. Bu madde fışkırmalarıyla aslında başka kırmızı cüceler yaratmak da olası. Kuramsal olarak Güneş'ten çıkan ışınlarla bir düzine kadar kırmızı cüce yaratılabilir. Bu da her biri yaşanabilir birçok gezegenin sahip olabileceği güneşçikler anlamına gelir. Ne yazık ki bu durumun bazı problemleri var gibi görünüyor:

Güneş'in yalnızca üst tabakası bu yolla küçük güneşçiklere çekildiğinde, çekirdek, bileşenleriyle birlikte yanmış olarak kalır. Geriye kalan kısımsa bir kırmızı deve dönüşür ve Dünya için felakete yol açabilir. Yalnızca yeni "üretilmiş" kırmızı cüceler güvenli yıldızlar olacaktır. Bir diğer sorunsa kırmızı cücenin yalnızca üst yüzeyine yakın bölgeler yaşama izin verecektir. Bu nedenle Dünya'nın bu büzülmüş yıldıza yaklaşması gerekir. Ne var ki çok fazla yaklaşma da Dünya'yı Merkür'ün bugünkü durumuna düşürebilir.

Üçüncü olasılık kulağa daha ütopik geliyor: Bizim yaşlanıp ömrünü doldurmakta olan Güneşimizi genç bir yıldızla değiştirmek. İki yıldız birbirine çok yaklaştığında böyle durumlarla karşılaşmak hiç de az rastlanır bir durum değil. New Mexsico'da Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndan gökbilimci Jack Gills, 1984 yılından beri bilgisayar simulasyonlarıyla bu konu üzerinde çalışıyor. Hills'in araştırmalarına göre bir yıldız bir gezegeni ana güneşinin iki ya da üç katı yakınlığa geldiğinde çalabilir. Gelecekte Dünya'yı Güneş'ten daha genç bir yıldızla değiştirmenin hazırlıklarına şimdiden başlamalıyız belki de.

Walter, U., "Flucht vor dem Sonnentod", *Bild der Wissenschaft,* Kasım, 2000

Çeviri: Gökhan Tok

Güneş'in Ölümünden Kaçış

GÜNEŞİMİZ sonsuza dek parlamayacak. Yaklaşık yedi milyar yıl sonra Güneş, bir kırmızı deve dönüşecek ve Dünya'yı yutacak. Bu durumdan çok daha önce, yani günümüzden yaklaşık bir milyar sonra Güneş'in parlaklığı öylesine artacak ki Dünya'nın okyanusları buharlaşacak. Sıvı haldeki su günümüzde yaşamın ön şartı. Gezegenimizin yaklaşık üçte ikisini sular kaplıyor. Gelecekte suyun kaybedilmesi kuşkusuz gezegenimiz için ölümcül olur. Bununla birlikte bu istenmeyen duruma bir çare bulabilmek için yeterli zamana sahibiz. O zamana dek gökadamızdaki başka gezegenleri yerleşime açıp Dünya'nın korkunç sonundan kurtulacağımızı düşünenler var; ne var ki gezegenimizin güzelliğini bırakıp başka yerleşim yerleri aramak birçok kişiye fazla cazip gelmiyor. Evimiz olarak nitelendirdiğimiz Dünya'yı kurtarmak için belki de bir çözüm yolu vardır.

Güneş'in ısısının artması ve genişlemesiyle birlikte Güneş Sistemi'ndeki yaşam alanı da daha dışarı kayacak. Bu durumda yapılması gereken şey, Dünya'nın da bu sıcaklıktan etkilenmeyeceği daha uzak yörüngeye çekilmesi. İsviçreli fizikçi Miecyzlaw Taube, ilk olarak 1982'de Dünya'yı yerinden oynatabilme projesi üzerinde düşünmeye başlamış. Taube, ekvator boyunca yerleştirilmiş 20 kilometrelik kuleler üzerinde yer alacak 240 füzyon roketi kullanmayı tasarlamış. Güneş'teki büyüme arttıkça Dünya'nın çevresinde olan bu motorlar çalıştırılarak Güneş'ten bir parça daha uzaklaşılacak. Böyle bir projede roketlerin hangi yükseklikte durması gerektiğinin büyük önemi var. Yeterli yükseklikte roketten çıkan gazlar uzaya bırakılabilir ve bu da bir itki sağlar; aksi takdirde gazlar atmosferimize karışır ve bu da başlı başına bir felakete neden olur. Taube'nin ölçümlerine göre bu iş için 830 katrilyon Watt enerji gerekiyor. Gerekli olan gücü sağlamak içinse 2,4 ton döteryumun helyumla işleme girmesi gerek. Bu işlem sonunda ortaya çıkacak 15 000 ton hidrojen itici gaz görevi görecek ve Dünya'yı harekete geçirecek. Bu yolla Dünya Jüpiter'e kadar ulaşabilir ve dev gezegenin bir uydusu haline gelebilir. Ne var ki Jüpiter'e kadar yapılacak bir yolculuk bize oldukça pahalıya patlayabilir. Jüpiter'e doğru yapacağımız yolculuk uzun süreceğinden, bu yolculukta kullanılacak itici yakıt için yeryüzünün kütlesinin yüzde sekizini uzaya atacağız. Bu, bütün okyanusların tamamından daha fazla bir miktar. Bu durumda yeterince yakıtı nereden bulabiliriz? Bunun yanıtı da Jüpiter'de yatıyor. Güneş Sistemimizdeki diğer gezegenler içinde en fazla hidrojene sahip gezegen Jüpiter. Yine de Jüpiter'e kadar gitmek, bizi Güneş'in zararlı ışınlarından koruyamayabilir. Taube, bu durumda okyanusların buharlaşmasının kaçınılmaz olduğunu ama bizi koruyacak olanın da atmosfere karışmış okyanuslar olacağını söylüyor; çünkü su buharı Güneş ışınlarını geri yansıtır. Güneş'ten çok uzaklaşmak da aslında Dünya'yı kurtarmak için yeterli çözüm değil. Güneş kırmızı dev halinde yalnızca birkaç milyon yıl kalacak. Bir süre sonra bir beyaz cüceye dönüşecek. Bu durumda Güneş'ten bugünkü gibi yararlanabilmek için Merkür gezegeninkine benzer bir yörüngeye oturmamız gerek. Güneşe bu kadar yaklaştığımızdaysa Dünya, dönüş hızını kaybedecek ve tıpkı bugün Ay örneğinde olduğu gibi yalnızca bir yönünü Güneş'e dönecek. Bu tek yönlülük, sonsuz gece ve sonsuz gündüz olarak adlandırılabilir. Dünya'nın iki yüzünde büyük ısı farkları oluşacak. Beyaz cüceden yayılan mor ötesi ve X ışınları da Dünya'yı tehdit edecek. Taube'nin bütün bu felaketlere karşı önerdiği çözümse Dünya'ya yakın yapay bir güneş yaratmak. Taube, Jüpiter'i hammadde kaynağı olarak kullanıp bir nükleer füzyon yoluyla elde edilecek enerjinin bu iş için yeterli olabileceği düşüncesinde.

İngiliz bilim adamı Martyn Fogg bu konuda daha cesur. Fogg, Jüpiter'in bir güneşe dönüştürülmesini öneriyor. Bunun için gezegenin merkezindeki ısıyı artıracak bir ateşleyici güce gerek duyuluyor. Böyle bir güç sözgelimi bir kara delikten elde edilebilir. Jüpiterin bir kırmızı cüce yıldıza dönüşmesi elbette çok kolay olmayacaktır. Bunun için gezegenin en azından 100 milyon yıl kara delikle etkileşimde olması gerekir. Jüpiter böyle bir etkileşim içindeyken karadeliğin neden olduğu çekim alanının Dünya'yı yaşanmaz bir yere dönüştüreceği kesin. Ama gelecek nesillerin gezegenimizi kurtarmak için bu tür sorunlara çare bulacak zamanları var. Doğru çözümü bulmak ve bunu uygulayabilmek gelecek nesillere düşüyor.



Yıldızımızdan gelen ışınların yalnızca milyarda 0,45'i Dünya'ya kadar gelebiliyor; geri kalanıysa yararsız bir şekilde uzay boşluğunda kayboluyor. Peki bu kayıpların önüne geçilebilir mi? Bu durumu Güneş gerilemeye başladığında nasıl kendimize uygun bir duruma getirebiliriz? Texas'taki Houston Üniversitesi'ne bağlı Uzay Sistemleri Çalışmaları Enstitüsü'nün müdürü David Criswell, 1985 yılında Star-Lifting (Yıldız Yükseltme) düşüncesini ortaya attı. Buna göre Güneş, Dünya'ya yeterli miktarda ışın göndermeyi sürdürecek duruma gelmeli. Bu da Güneş'in 2000 kat daha uzağa ışıması anlamına geliyor. Güneşimizi bu duruma gelecek denli büzüştürmeliyiz. Bunun temeli bir yıldızın yaşam süresi ve parlaklığının kütlesine bağlı olduğu düşüncesi. Parlaklık kütlenin üçüncü ya da dördüncü kuvvetine çıktığında yıldızın yaşama süresi, kütlesinin ikinci ya da üçüncü kuvvetine düşer. İçinde meydana gelen nükleer füzyon süreçlerindeki artış, basınç ve sıcaklıkta da çok yüksek artışlara neden olur. Büyük bir yıldızın küçük bir yıldıza göre daha fazla kütlesi vardır ama daha çabuk yanar.

Peki bir yıldızı nasıl hafifletebiliriz? Criswell, Güneş'in yörüngesinde iyon hızlandırıcılarla bir çember oluşturmayı öneriyor. İki hızlandırıcı yüklü parçacıklarla birbiri çevresinde böyle bir çember oluşturabilir. Bunlardan iki tane kullanılması gerekiyor çünkü ışınların olağanüstü güçlü olmaları gerek. Bu hızlandırıcılar tek başlarına değil birlikte hareket edecekler; birbirlerini etkisizleştirip çevrelerinde görece zayıf bir dipol alanı oluşturacaklar. Böylece karşılıklı bir manyetik alan oluşmuş olacak. Bu sayede de Güneş'in kutuplarındaki gazlar ısıtılabilecek ve manyetik alanların yönettiği birer jet gibi Güneş'i terk edecekler. Criswell'in hesaplarına göre bu hızlandırıcılar, Güneş enerjisinin her yıl milyarda üçünü uzaya gönderecekler. Bu miktar, Dünya'nın kütlesinin % 0,1'ine denk geliyor. Yaklaşık 300 milyon yıl bu şekilde yaşayacak Güneş, bu sürenin sonunda hâlâ parlayan bir yıldızın sahip olacağı minimum seviyeye gerileyecek. Bunun ardından 23 milyar yıl boyunca bir kırmızı cüce gibi çevresine ısı ve ışık saçacak. Bu madde fışkırmalarıyla aslında başka kırmızı cüceler yaratmak da olası. Kuramsal olarak Güneş'ten çıkan ışınlarla bir düzine kadar kırmızı cüce yaratılabilir. Bu da her biri yaşanabilir birçok gezegenin sahip olabileceği güneşçikler anlamına gelir. Ne yazık ki bu durumun bazı problemleri var gibi görünüyor:

Güneş'in yalnızca üst tabakası bu yolla küçük güneşçiklere çekildiğinde, çekirdek, bileşenleriyle birlikte yanmış olarak kalır. Geriye kalan kısımsa bir kırmızı deve dönüşür ve Dünya için felakete yol açabilir. Yalnızca yeni "üretilmiş" kırmızı cüceler güvenli yıldızlar olacaktır. Bir diğer sorunsa kırmızı cücenin yalnızca üst yüzeyine yakın bölgeler yaşama izin verecektir. Bu nedenle Dünya'nın bu büzülmüş yıldıza yaklaşması gerekir. Ne var ki çok fazla yaklaşma da Dünya'yı Merkür'ün bugünkü durumuna düşürebilir.

Üçüncü olasılık kulağa daha ütopik geliyor: Bizim yaşlanıp ömrünü doldurmakta olan Güneşimizi genç bir yıldızla değiştirmek. İki yıldız birbirine çok yaklaştığında böyle durumlarla karşılaşmak hiç de az rastlanır bir durum değil. New Mexsico'da Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndan gökbilimci Jack Gills, 1984 yılından beri bilgisayar simulasyonlarıyla bu konu üzerinde çalışıyor. Hills'in araştırmalarına göre bir yıldız bir gezegeni ana güneşinin iki ya da üç katı yakınlığa geldiğinde çalabilir. Gelecekte Dünya'yı Güneş'ten daha genç bir yıldızla değiştirmenin hazırlıklarına şimdiden başlamalıyız belki de.

Walter, U., "Flucht vor dem Sonnentod", *Bild der Wissenschaft,* Kasım, 2000

Çeviri: Gökhan Tok



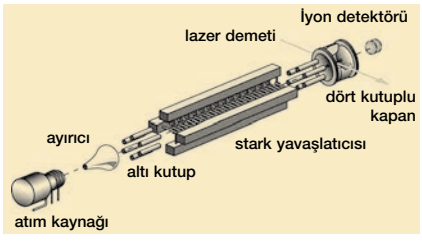
Moleküllerin Buz Dansı

UZUN araştırmalar sonucunda fizikçiler atomları çok düşük derecelere soğutmanın yollarını geliştirdiler. Bu çalışmalar ilginç ve heyecan verici, bazen de önceden tahmin edilemeyen sonuçlar doğurdu. Atom interferometrisi, hassas spektroskopi, çok sayıda atomun tek bir atommuş gibi uygun hereket etmesini sağlayan Bose-Einstein yoğuşması ve atom lazeri bunlar arasında. Deneyciler aynı şeyi şimdi moleküller için yapmak istiyorlar. Moleküller atomlara göre daha karmaşık bir yapıya sahip olduklarından, soğutulmaları da atomlara oranla daha büyük zorluklar içeriyor. Tüm zorluklarına karşın bazı deneyci gruplar, molekülleri milikelvin sıcaklıkların altına soğutarak, onları bir kapan içine kıstırıp manipüle etmenin yollarını arıyorlar. (1 Kelvin = -237°C)

Bu alandaki son gelişme Hollanda'daki Nijmegen Üniversitesi, Plazma Fiziği Enstitüsü'ndeki bir grup araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Bu grup, molekülleri 350 milikelvin sıcaklığın altına soğutmayı ve onları tek bir kuantum düzeyinde, santimetreküpte yaklaşık bir milyon molekül olacak yoğunlukta, bir kapan içine kıstırmayı başardı.

Kıstırılmış moleküllerde ulaşılmak istenen üç amaç var: moleküllerin yer değiştirme hareketlerinden kaynaklanan sıcaklıklarını milikelvinlerin altına düşürmek, çok sayıda molekülü soğutmak ve molekülleri tek bir, tercihen en düşük enerjili dönme-titreşme durumuna getirmek. En iyi yöntem tabii ki bu üç amacı birden, herhangi bir molekül için başarabilecek olanı. Geçen birkaç yıl içinde araştırmacılar değişik yöntemler kullanarak bu üç amaçtan bazılarına ulaşma yönünde önemli mesafeler kaydettiler. Bir yöntem, alkali dimerleri (basit yapılı bir moleküle monomer, birbirine eş iki molekül ya da monomerin biraraya gelerek oluşturduğu moleküle dimer, çok sayıda eş ya da benzer monomerin bir araya gelmesiyle oluşan büyük moleküllere ise polimer adı verilir) milikelvin sıcaklıkların altına soğutmayı başarıyor. Ancak, yöntem bunu çok sayıda molekül için yapamıyor ve molekülleri en düşük dönme-titreşme durumuna getiremiyor. Bir başka yöntem, paramagnetik molekülleri en düşük dönme-titreşme durumuna getirirken, sıcaklığı birkaç yüz milikelvinin altına indirmeyi başaramıyor. Hollandalı grupsa, elektrostatik bir yöntem kullanıyor. Bu yöntemle *elektrik dipol momenti* yeterince büyük, bir başka deyişle artı ve eksi yükleri yeterince uzakta olan her molekülü en düşük dönme-titreşme durumuna getirmek mümkün olacak gibi görünüyor.

Peki araştırmacılar molekülleri neden bu derece soğutmak istiyorlar? Molekülleri soğutmadaki amaçları, atomları soğutmadaki amaçlarından farklı değil. Bunlardan biri hassas spektroskopi. Yeterince soğuk olmayan moleküllerde harekete (yer değiştirme, dönme ve titreşme) bağlı etkiler, molekülün spektral çizgilerinin yeterince hassas ölçülmesini engelliyor. Bir başka amaçsa, aşırı soğuk molekülleri çarpıştırarak molekülün kuantum yapısı hakkında daha iyi bilgiler edinmek. Ayrıca aşırı soğuk moleküller kullanarak temel parçacıkların elektrik dipol momentleri ile ilgili çalışmalar yapmak da mümkün. Bir başka olası araştırma alanıysa, molekülleri elektromanyetik alan aracılığıyla kontrol etmek ve yönlendirmek. Tabii ki moleküllerin Bose-Einstein yoğuşumunu oluşturmak da amaçlar arasında. Bütün bunlardan daha çekici olansa, daha önceden bilinmeyen ve tahmin edilemeyen yepyeni olguların ortaya çıkma olasılığı.



Atomların kapana kıstırılmasındaki en önemli teknik, lazer yardımıyla soğutma oldu. Fakat moleküllerin enerji spektrumu atomlara göre çok daha karmaşık olduğu için bu teknik molekülleri soğutmada faydalı olmadı. Dolayısıyla, araştırmacılar molekülleri yavaşlatmak için başka yöntemler geliştirmek durumunda kaldılar. Hollandalı grup, kutupsal yapısı olan molekülleri zaman içinde değişen ve homojen olmayan bir elektrik alanı kullanarak soğutmaya çalışıyor.

Elektrostatik Yöntem

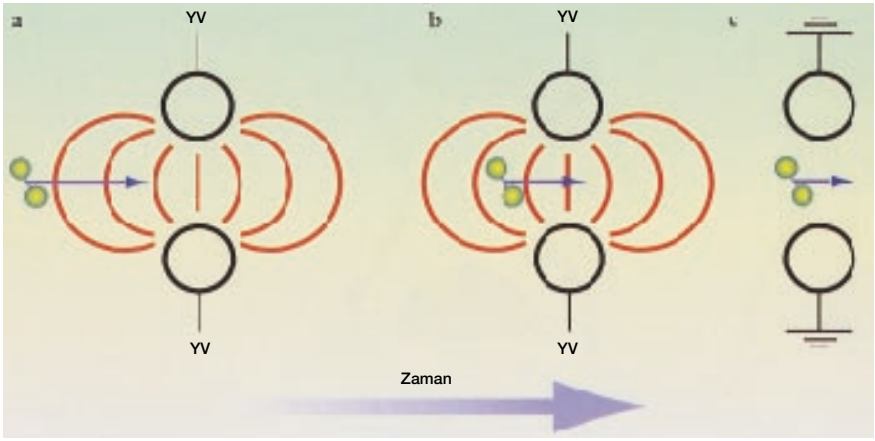
Hollandalı grubun molekülleri hem soğutmak hem de kapana kıstırmak için kullandığı yöntem, Stark etkisine dayanıyor. Stark etkisi, elektrik dipol momenti olan moleküllerin bir elektrik alanı ile etkileşmesi sonucunda enerji düzeylerinde meydana gelen kaymaya verilen ad.

Zaman içinde değişen bir elektrik alanında moleküllerin yavaşlamasının ilkeleri şekil 1'de verilmekte. Yavaşlatılacak moleküllerden oluşan bir atım, bir çift elektroda doğru yol alırken elektrodlar arasında bir elektrik alanı yaratılıyor. Elektrik dipol momentleri elektrik alanına ters yönde olan moleküller, elektrik alanının daha az yoğun olduğu yerlere gitmek isterler. Bu da iki elektrodun ortasındaki alan yoğunluğunun yüksek olduğu yere gitmekte

olan moleküllerin kinetik enerji kaybedip yavaşlamalarına neden olur. Eğer elektrik alanı olduğu gibi kalırsa, moleküller tekrar kinetik enerji kazanırlar; yani tekrar hızlanırlar. Bu yüzden deneyciler, atım içindeki moleküller iki elektrodun merkezine yakın oldukları zaman; yani hızları en düşük olduğu anda elektrik alanını kapatırlar. Moleküller böylece birinci elektrod çiftinden bir miktar yavaşlamış olarak çıkarlar. Aynı şey defalarca tekrarlanır. (Hollandalı grubun yaptığı deneyde, yukarıda anlatılan işlem 63 kere tekrarlanır.) Elektrik alanlarının zamanlaması, bu işlem için çok büyük bir önem taşır ve sadece önceden belirlenmiş bir enerji düzeyindeki moleküller elektrik alanının açılıp kapanması ile aynı fazda olacaklardır. Dolayısıyla, işlem sonunda sadece istenen enerji düzeyindeki moleküller elde edilmiş olacaklardır.

Elektrostatik basamaklar sırasıyla açılıp kapanacakları için moleküllerin sürekli değil atım olarak gönderilmesi gerekir.

Hollandalı grup geçen sene, geliştirdikleri bu Stark yavaşlatıcısını kullanarak karbon monoksit moleküllerini yavaşlatmayı başardı. Haziran ayında yayınladıkları bir makalede bu sürecin matematiksel anlatımını verdiler. Moleküllerin kapana kıstırılması çalışmalarındaysa, hidrojen atomları döteryum atomlarıyla değiştirilmiş amonyum moleküllerini (ND3) kullandılar. Normal amonyum molekülleri (NH3) yerine döteryumlu amonyum molekülleri kullanma nedeni, normal amonyum moleküllerinin en uygun elektrik alanı değerlerinde doğrusal olmayan Stark etkisi göstermeleriydi. Yavaşlatmak istedikleri moleküllerse en düşük enerjili titreşim durumuna sahip amonyum molekülleriydi. Bu durumdaki moleküller bir atımdaki bütün amonyum moleküllerinin sekizde birini oluşturuyorlardı.



Şekil 1 Elektrik alanları molekülleri yavaşlatıyor. a) Dipolar bir molekül (yeşil) elektrodlar arasındaki elektrik alanına (kırmızı çizgiler) girince Stark etkisine uğrar. b) Moleküller merkeze yaklaştıkça elektrik alanına ters yönde dipolu olan moleküller daha kısa hız vektörünün (mavi ok) sembolize ettiği gibi yavaşlarlar. c) Molekül merkeze ulaşınca elektrik alanı kapatılır dolayısıyla molekül ortamı terkederken tekrar hız kazanamaz. Yüksek voltaj kaynağı bağlantıları +YV ve -YV olarak gösterilmiştir.

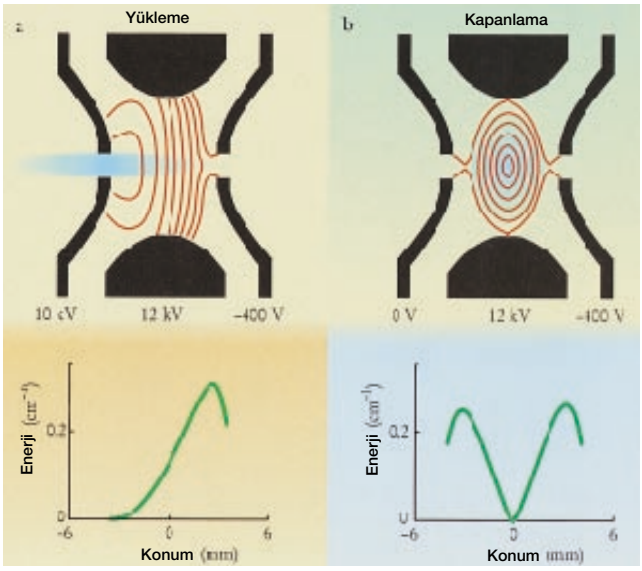
Yavaşlatılmış molekülleri kapana kıstırmak için Hollandalı araştırmacılar, molekül atımlarını elektrostatik bir kapana doğru yönlerdirdiler. Moleküller kapana yaklaşırken kapanın içinde, şekil 2 de görüldüğü gibi, moleküllerin hareket ettikleri yönde yoğunluğu artan bir elektrik alanı uygulandı. Sanki moleküller bir tepeye tırmanıyorlarmış gibi yavaşladılar, çoğu durdu ve hatta geri döndü. Tam bu anda elektrik alanı minimumu merkezde olan simetrik bir alan haline çevrildi. Böylece moleküller bu elektrik alanının içine kıstırılmış oldular. Kapandaki moleküllerin küçük bir kısmını iyonize edip, onlardan gelen ışınımı ölçerek santimetreküpte yaklaşık bir milyon molekül olduğunu belirlediler. Moleküllerin toplam hacmiyse 0.25 cm^3 olarak ölçüldü.

Kullanılan kapanı bir kuyu gibi düşünebiliriz. Bu kuyudan kurtulabilmek için bir molekülün hızının belli bir değerden fazla olması gerekir. Hollandalı grubun kullandığı kapanda bu değere karşılık gelen sıcaklık 350 mK. Moleküller bu kapandan çıkamadıklarına göre sıcaklıkları 350 mK den düşük olmak durmunda. Hollandalı grup henüz bu sıcaklığı doğrudan ölçmek için bir yöntem geliştirebilmiş değil. Ama kapan içindeki moleküllerin sıcaklıklarının 2mK kadar düşük olabileceğini tahmin ediyorlar. Moleküllerin kapan içinde kalma süreleriyse 0.24 saniye.

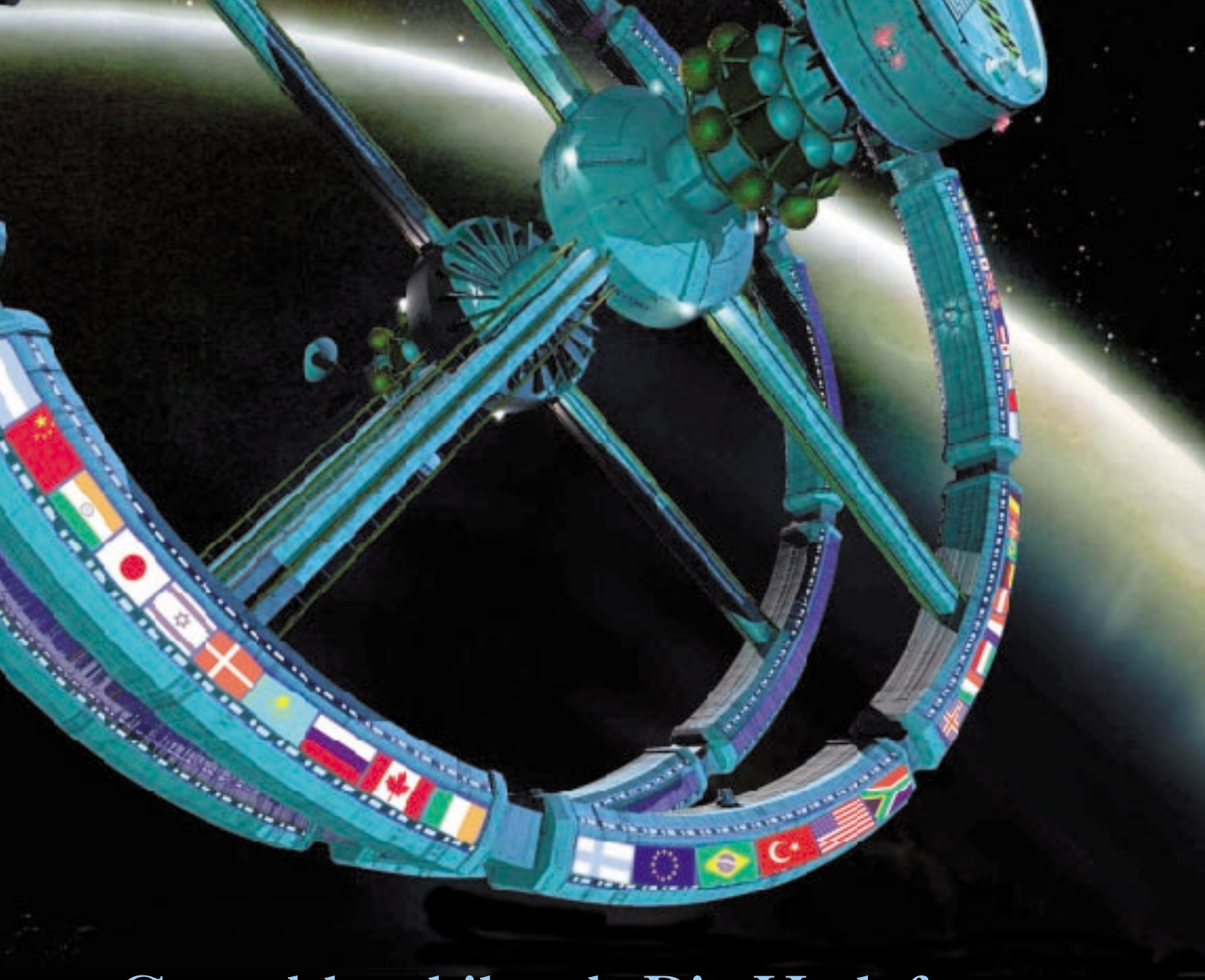
Hollandalı grup, umut veren bu tekniği daha da geliştirmek için çalışıyor. Amaç, kapan içindeki moleküllerin yoğunluğunu santimetreküpte bir milyar düzeyine çıkarmak. Araştırmacılar bunu elektrik alanı yoğunluğunu artırarak, daha fazla elektrostatik basamak koyarak, kapanı yavaşlatıcıya daha yakın koyarak başarabileceklerini düşünüyorlar. Bir başka amaçları olan moleküllerin kapan içinde kalma sürelerini uzatmayıysa daha iyi bir vakum ortamı oluşturarak sağlayabilecekleri kanısındalar.

Bakalım molekülleri daha ne kadar soğutacaklar ve bu çalışmalar yepyeni olgulara yol açacak mı?

Levi, B. G.,
"Hot Prospects For Ultracold Molecules"
Physics Today, Eylül 2000
Çeviri: Yusuf İpekoğlu



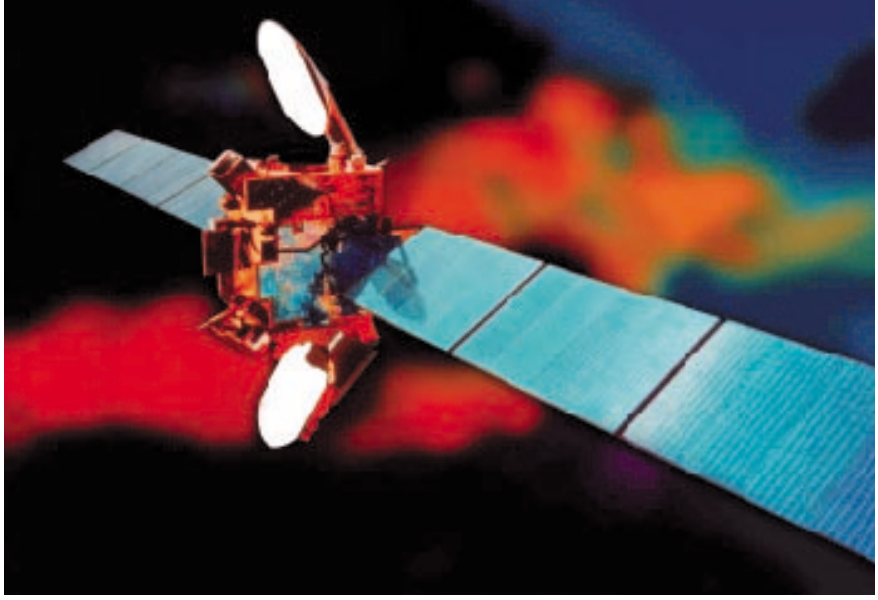
Şekil 2 Elektrik alanından kapan a) Kapana giren dipolar moleküller (mavi bulut) keskin bir şekilde değişen bir elektrik alanının (kırmızı çizgiler) etkisi altında kalırlar. Elektrik alanına ters yönde dipol momenti olan moleküller yavaşlar. Alttaki grafik potansiyel enerjiyi konumun fonksiyonu olarak vermekte. b) Moleküller kapanın içine girince alan konfigürasyonu (üstte) molekülleri kıstıran bir potansiyel kuyusu (altta) oluşturur.



Gerçekleşebilecek Bir Hedef...

Türkiye ve Uzay

Bugün toplumumuzun büyük kesimi için uzay, bilimkurgu öyküleri, bazı gerilim filmleri ya da televizyonda ve gazetelerde zaman zaman izlediğimiz, ama bize uzak göründüğü için heyecan düzeyi giderek azalan haberlerin ötesinde bir anlam taşımıyor. Gerçi satın aldığımız, ya da yapımına ortak olduğumuz haberleşme uydularımız var. Bunlar bize haklı bir gurur veriyor, ama kendimizi "uzay kulübü"nün bir üyesi saymamıza da yetmiyor. Oysa, ekonomizin eriştiği büyüklük ve çeşitlenme düzeyi, bazı stratejik sanayilerimizin eriştiği olgunluk, ülkemizi daha ileri adımlar atmaya, özgün uzay çalışmalarını başlatmaya, kendi uzay sanayiini kurmaya adeta zorluyor. Günümüz Türkiye'sinin koşulları, uzay çalışmalarına on yıllar önce başlamış ve bugün yörünge uyduları aşamasını tamamlayıp "derin uzay" araştırmalarına yönelmiş bazı ülkelerinkinden hiç de geri değil. Üstelik uluslararası durum, ülkemizin uzay programı için destek ve ortak bulması için her zamankinden daha uygun. Bugün ülkemiz Avrupa Uzay Ajansı'na üyelik için yürüttüğü girişimlerle böyle bir hazırlığın sevindirici ilk işaretlerini veriyor. Kararlı bir politikayla Türkiye, sanılandan çok daha kısa bir süre içinde, bayrağını uzayda öteki ulusların bayrakları yanına taşıyabilir.



SIRLARINA yeterince ulaşamadığımız uzay ve kaynaklarının araştırılması, yeni dünyanın da, uluslararası barışçıl rekabetin de kaçınılmaz şartı. Türkiye'nin de bu amaca yönelik olarak uzay bilimi ve teknolojileri alanında politikalar geliştirmesi, bu politikaları uygulayacak ve koordine edecek bir uzay kurumu ve altyapısı için yatırım yapması, gelecek kuşakların yaşam, eğitim ve kültür standartlarının yükseltilmesi anlamına geliyor. Günümüzün koşulları ve küreselleşen dünyanın gerekleri, ülkemizin diğer ülkelerin gerisinde kalmayacağını ve uzay bilim ve teknolojilerindeki atılımları kısa süre içinde gerçekleştireceği inancını güçlendiriyor.

Gariptir, bu konuda Avrupalılar bize, bizim kendimizin güvendiğinden daha çok güvenir görünüyorlar. Avrupa Birliği'nin uzay araştırmalarını eşgüdümleyen Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Türkiye ile işbirliğine büyük önem veriyor ve sonunda ülkemizin kuruma üyeliği ile noktalanacak bir hazırlama ve eğitim sürecine olumlu bakıyor. ESA ile önümüzdeki günlerde Ankara'da yapılacak bir toplantıda bu işbirliğinin somut çerçevesinin ortaya çıkması bekleniyor.

Bugünün Türkiye'sinde özel ya da kamu savunma kuruluşları tarafından yetenek ve birikim kazanılmış uzay çalışma alanlarından bazıları şunlar: Uydu haberleşmesi, gözetleme ve istihbarat, mikro elektronik, FNSS-GPS, ısıl görüntüleme, elektro optik, mikro dalga, sistem mühendisliği, bilgi sistemleri, yazılım, elektronik teknoloji, prototip ve seri parça ve sistem üretimleri ile ikincil ürünlerin tasarımları, uluslararası yazılım standartlarında komuta kontrol sistemleri ve Web tabanlı uygulamalar, destek faaliyetleri, robot teknolojileri, havacılık ve teknoloji alanında yapısal tasarım, telekomünikasyon, ileri teknoloji malları, ileri teknoloji ar-ge, savunma sanayi ürünleri roket-füze sistemleri, alt sistemleri, parçaları ve malzemelerin tasarımı, geliştirilmesi, üretimi, entegrasyonu ve testi, çeşitli yazılımların geliştirilmesi, prototip ürünlerin çıkartılması, görme algılama sistemleri, uçak, helikopter gövde yapısal parçaları ile motorlarına ait parçaların imalatını gerçekleştirilmesi, fırlatma-roket sistemleri için parça üretiminde katkı, teknik çizimler, kompozit malzeme, imalat sanayi, cam ve seramik teknolojileri, uydu verisi değerlendirme ve destek hizmetleri, bilişim teknolojileri, ileri seramik olarak verilebilir.

Geliştirilebilecek alanlar ise, fırlatma sistemleri, uzaydan keşif ve gözetleme, uzay robotları, yer merkezleri, uydu teknolojisi, uzay aracı motor sistemleri, tasarım, modellemeyle ilgili birimlerin imalatı, uydu izleme platformları, robot kollar, insansız taşıt sistemleri, taşıyıcı yük, yer istasyonu sayılabilir.

Bu durumda Türkiye de kısa vadede mevcut potansiyel ile özellikle uydu haberleşme alanı içinde ileri uzay teknolojilerinin parçaların tasarımları, geliştirilmesi ve üretilmesini sağlayabilir. Uzay araçları, uydular ve fırlatma araçlarının yapısal parçalarının yapımında kuruluşlarımız önemli ölçüde yer alabilir. Uzay altyapısı ve sistemi içinde yer alan lojistik, yer destek araçları, kontrol sistemleri, iletişim ağı, terminal, veri işleme, roket sistemi ve parçaları için potansiyel kuruluşlarımız tarafından kısa ve orta vadede gerçekleştirilebilecek altyapılar kurulabilir. Uzun vadedeyse fırlatıcı sistemler, sevk sistemleri ve kontrol sistemleri ile ilgili teknolojik altyapılar tamamlanabilir.

Ülkemizde uzaya füze fırlatmayla ilgili bir merkez halen bulunmamakla birlikte, böyle bir merkezin orta vadede kurulabilmesini sağlayacak altyapısı gelişen kuruluşlarımız var. Bu tür bir merkezin işletilmesinde iletişim bağlantı teknolojileri, fırlatma öncesi bağlantı ve ilgili teçhizatların entegrasyonun sağlanmasıyla, bütünleştirme, doğrulama, toplama ve birleştirme gibi iletişim işlemlerinin uzay ve yer bölümleri arasında sağlıklı ve güvenli olarak kurulması önemlidir.

Bugün alınacak politik kararlar ve gerekli kurumsal mekanizmaların kurulması sonucunda Türkiye böyle bir merkeze 2010 yılında sahip olma şansına yüksek oranda sahiptir.

Uzay sisteminin bütünleşik yapısının tam olarak kurulabilmesi için gerekli insan kaynaklarını oluşturacak ağırlıklı meslek alanları şöyle sıralanabilir: Uzay mühendisliği, elektronik mühendisliği, uçak ve havacılık mühendisliği, sistem mühendisliği, makine mühendisliği, yazılım mühendisliği, iletişim mühendisliği, kontrol mühendisliği, üretim mühendisliği, yer sistemleri operasyon uzmanlığı. Bu mesleklerde eğitim gören insan kaynağımız ise halen yetersiz durumda.



Baykonur'dan fırlatılmak üzere hazırlanan bir Batı uydusu

Avrupa'yla Ortaklığa Hazırlık,

Türkiye'nin halen büyük ölçüde var olan, ancak bir hedef çerçevesinde eşgüdümlendirilip işlev bütünlüğüne kavuşturulmamış uzay potansiyelinin hazır bir müşterisi var: Avrupa. İki taraf arasında işbirliğinin çerçevesinin oluşturulmasına yönelik ilk resmi görüşmeler, 6-10 Kasım tarihlerinde Ankara'da yapılacak. ESA, Türkiye'nin işbirliği başvurusuna oldukça sıcak bakıyor. Elbette Ajans'a üyelik akşamdan sabaha gerçekleşecek bir şey de-

ğil. Her şeyden önce bir para sorunu. Üyeler ESA'nın projelerine, katkıları oranında katılabiliyor ve nimetlerinden yararlanabiliyor. Gerçi Türkiye kuşkusuz bu konuda cimri davranmayacak, olanaklarını zorlayacaktır; ama gene de teknolojinin, kuruma katkı yapabilecek bir düzeye erişmiş olması gerekli. Nitekim, AB üyesi olmalarına karşılık Yunanistan ve Portekiz, henüz ESA üyesi değil. Gene de Ajans için Türkiye'nin bugünkü durumuyla sağlayacağı avantajlar ağır basıyor. Aslına bakılırsa, Türkiye'nin pazarlık kozları hiç de küçümsenecek gibi değil. Bir kere Türkiye ESA'nın halen var olan ya da uzaya göndermeyi planladığı uyduların denetimi ve bunların sağlayacağı verilerin elde edilmesi için gerekli yer istasyonları için ideal konumda bir ülke. Üstelik, İstanbul Teknik Üniversitesi'nce yürütülen bir proje çerçevesinde bir uydu yer istasyonu geliştiriyor ve TÜBİTAK'a bağlı bir enstitü de bir araştırma uydusu projesi üzerinde çalışıyor. Bu nedenle, haberleşme ve coğrafi konumlandırma (GPS) uydularından oluşan uydular dizgesi için bir "rim" (çerçeve) yapısı oluşturmak isteyen ESA için çekici bir potansiyel ortak durumunda. Ve tabii Avrasya ve Orta Asya'ya uzanan bir köprü olarak ülkemiz, NASA ile rekabet halinde olan ESA için ayrı bir önem taşıyor. Ajans, Türkiye'yi, ortak projeler için gerekli, hedeflere ve projelere görece çabuk uyum sağlayacak bir insan kaynakları havuzu olarak da değerlendiriyor.

Buna karşılık ESA, Türkiye'nin Ajans'a tam üyelik için gerekli teknolojik düzeye çıkartılması için üzerine düşeni yapmaya hazır. Bunun için Türkiye'den gönderilecek uzman ya da teknik personele eğitim sağlayacak. Bunun kapsamında astronot yetiştirilmesi de bulunuyor. Ayrıca işbirliğinin alacağı biçime göre Türkiye, ESA'nın veritabanına katılarak, halen uzayda bulunan 14 uydudan sağlanacak verilere doğrudan ulaşabilecek. Ayrıca ESA, Türkiye'de yayınlarının bulunacağı bir kütüphane oluşturmaya hazır.

ESA'nın Türkiye'ye sağlamaya hazır göründüğü bir hizmet de, çokuluslu projelere Türkiye'nin de katılmasını sağlamak ve bunun için gerekli teknolojik olgunluğa erişmesine yardımcı olmak.

ESA, ayrıca uzay teknolojisiyle telekom hizmetleri konusunda işbirliği ve bunun altyapısının oluşturulması konusuna da, yukarıda sayılan nedenlerle ilgi duyuyor.

Deprem hasarlarının azaltılması ve başka amaçlar için de uzaydan yer gözlemleri, düşünülen işbirliği alanları içinde.

Başka Ortaklar

Fırlatma sistemlerinin geliştirilmesinde gelişmiş ülkelerin dışında Hindistan, Ukrayna, Çin, Kazakistan ve İsrail ile ortak çalışmalar yapılabilir. Bu ülkelerden Hindistan, bilim altyapısı bakımından hayli ileride olmasına karşın, gelişmekte olan ülkelerin sorunlarını yoğun biçimde yaşayan, mali olanakları görece ülkemizin de gerisinde bulunan, bir milyara yaklaşan nüfusunu beslemekte zorlanan bir ülke konumunda. Buna karşılık on yıllardır sürdürülen kararlı bir politika sonucu bugün kendi fırlatma araçlarını geliştirmiş, kendi yaptığı uyduları kullanan ve önümüzdeki yıllarda Ay'a bir araştırma uydusu göndermeyi tasarlayan bir ülke durumuna geldi. Gerekli teknolojilerin oluşturulması, karşılaşılan darboğazlar ve bunların aşılma yöntemleri konusunda Türkiye'nin Hindistan'dan öğreneceği şeyler vardır kuşkusuz.



Kazakistan'ın Baykonur Üssü'nden havalanan bir Rus "Proton" roketi.

Kazakistan ise hem çok zengin doğal kaynaklara sahip bir ülke, hem de eski Sovyetler Birliği'nin gelişkin uzay teknolojisinin önemli bazı dayanaklarını miras almış. Örneğin, Rusya uzay çalışmaları için hala Baykonur'dan yararlanıyor. Her şeyden önce, Kazakistan Türk dünyasının bir üyesi, ülkemizle arasında ırk, dil ve kültür bağları var. Son yıllarda iki ülke arasındaki ekonomik işbirliği de hatırı sayılı boyutlara ulaşmış bulunuyor. Bu durumuyla Kazakistan, Türkiye'nin uzay programı için önemli bir destek ya da potansiyel bir ortak niteliği kazanıyor.

Ukrayna da Sovyetler Birliği'nden miras aldığı yaygın bir sanayi altyapısı olan, uzay sanayiinde ya da roket üretiminde payı bulunan, gizli ya da açık stoklara sahip bir ülke. Üstelik Türkiye ile de yakın ekonomik ilişkilere sahip. Stratejik çıkarlarıysa bu ülkeyi Türkiye ile işbirliğine zorluyor. İki ülkenin ekonomilerinin birbirlerini tamamlayıcı nitelikler taşıması ve stratejik çıkarlar gözönünde tutulduğunda, Ukrayna da Türkiye'nin bağımsız uzay programına destek olabilecek, ya da ikili ve çoklu ortaklık projeleri kapsamında değerlendirilebilecek bir ülke durumunda.

Bunların dışında, ileri sanayi ülkeleriyle de, belirlenmiş projelerin alt parçalarının yapımı, tasarımı ve üretiminde işbirliği yaratılabilir. Uydu yapımında, Brezilya, Hindistan ve G.Kore ile ülkemiz kuruluşları arasında ortak çalışmalar geliştirebilir.

Genel olarak Hindistan, Brezilya, G.Kore ve Tayvan gibi belirli bir gelişme düzeyine ulaşmış ülkelerin, uzay faaliyetlerinin başlangıcında gelişmiş ülkelerin teknolojilerini önce satın alma, daha sonra benzer teknolojileri kendi olanakları ile yapma ve son aşamada da özgün bir tasarımla yeni modeller geliştirme yöntemini seçtikleri ve bunda da dikkate değer ölçüde başarılı oldukları görülüyor. Oysa ülkemizin kendi uzay faaliyetlerini geliştirebilmesi için seçilecek model bugünkü aşamada net olarak ortaya konamasa da, mevcut potansiyelin dinamiğiyle kendi özgün modelini yaratabilme olasılığı oldukça yüksek görünüyor. Bu durumda, belirli alanlarda kısa vadede kendi özgün tasarımlarını geliştirmesi, buna karşın bazı alanlarda ikili işbirliğine giderek yetenek ve birikim kazanması

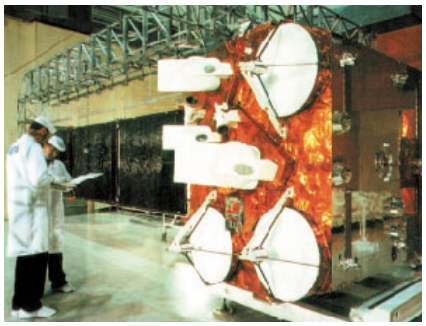
ülkemiz için ilk önce akla gelebilecek yöntemler olarak ortaya çıkıyor.

Ülkemiz kendi modeli olabilecek yapıları ancak ulusal politikaları, öncelikleri ve gereksinimleri temelinde hazırlayabilir. Uzay faaliyet alanları içinde kendine özgün odak ve kuvvet noktaları geliştirerek prestijli ve önem verilen ülke konumuna gelebilir.

Bugün ülkemizde ulusal uzay sanayiinde faaliyet gösterebilecek 4 tip firma ortaya çıkıyor. Bunlar sırasıyla ana yükleniciler, taşeron alt sistem sağlayıcıları (küçük sistem projelerinde ana yüklenici olarak görev alabilirler), donatım-teçhizat sağlayıcılar ve yazılım şirketleri ile test ve destek hizmeti sağlayıcılardan oluşuyor. Bu kuruluşlar, uluslararası projelerde kısa vadede taşeron alt sistem yüklenicisi olarak görev alabilirler. Uzay araç ve uydu parçalarının ülkemizde yapımında, malzeme tasarımı ve üretiminde rol alabilirler. Geniş destek ve hizmet servisleri sağlayabilirler.

Hizmet sektöründe faaliyet gösteren kamu kuruluşlarımız, genelde uzay teknolojilerinden elde edilen veriler üzerinde ve teknolojik kolaylık sistemleri sayesinde görevlerini daha hızlı, ekonomik ve etkin biçimde gerçekleştirmek için çaba gösteriyorlar. Bunlardan, çalışmaları Cumhuriyet'in başlangıcına kadar giden Meteoroloji Genel Müdürlüğü, MTA, DSİ ve Orman Bakanlığı, son yıllarda hızlı atılımlar yapan Çevre Bakanlığı, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı gibi ülkemizde uygulayıcı olan ve yine görev alanları içinde araştırma ve geliştirmeye destek vermeye çalışan temel kuruluşlarımız uzay verilerinden önemli ölçüde yararlanabilecek durumdalar.

Savunma sektöründe ülkemizin dünyada hak ettiği yeri alması amacıyla Genel Kurmay Başkanlığı ve Hava Kuvvetleri Komutanlığı uzay faaliyetlerini görev alanı içine almış ve bu alandaki çalışmalarına hız vermiş bulunuyorlar. MSB Harita Genel Komutanlığı da (HGK), bu alanda itici rol oynayabilecek diğer bir önemli kuruluşumuz. HGK, 1960'lardan başlayarak bir çok önemli yatırımı (örneğin, hassas nitelikli uydu konumlama sistemleri çalışmaları ve uydu verilerinin topografik uygulamalarda kullanılması) çağın gerisinde kalmadan ülkemize kazandırıyor.



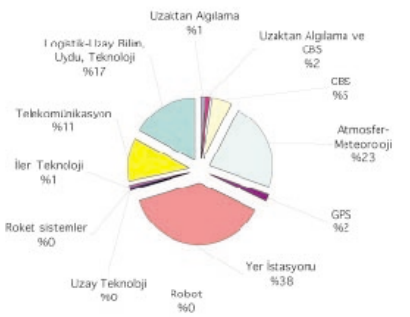
ESA'nın, Ariane roketiyle fırlattığı Avrupa Haberleşme Uydularından biri.

Bugün uzay çalışmalarına katkıda bulunabilecek 2 bine yakın nitelikli yeni kuşak bilim insanı, araştırmacı, uzman ve mühendis, farklı disiplinlerde teknoloji ağırlıklı özel-kamu savunma sanayi kuruluşlarımızda çalışıyorlar.

Ülkemizdeki uzay faaliyetlerinin koordinasyonu, TÜBİTAK tarafından yürütülüyor. Önümüzdeki kısa dönemde TÜBİTAK'ın şemsiye ve geliştirici rolü sayesinde uzay çalışmaları sağlıklı bir ortamda kurumsal yapısına dönüştürülebilecek durumda. TÜBİTAK, ülkemizin dünyada rekabet edebilecek bir konuma gelmesi ve bölgesinde etkin bir baş aktör rolüne ulaşması için 2000 yılı içinde başlattığı ulusal uzay politikası tasarısı çalışmaları ve Avrupa Uzay Ajansı ile Türkiye arasında uzayın barışçıl amaçlarla araştırılması hedefiyle yapılması planlanan ikili işbirliği antlaşması hazırlıklarını da sonuçlanma aşamasına getirmiş bulunuyor.

Türkiye ve Uzay Çalışmaları

Türkiye'de uzayla ilgili faaliyetlerin koordinasyon çalışmaları ilk olarak DPT nin 22 Haziran 1990 tarihli yazısıyla TÜBİTAK çatısı altında Uzay Bilim ve Teknolojileri Komitesinin (UBİTEK) kurulması ile başladı. Bunu izleyen süreçte koordinasyon çalışmaları ülke kurumları arasında ortak projeler üretilerek devam etti; özellikle uzaktan algılama, uzay bilimi, astronomi ve astrofizik gibi alanlarda birikim sağlanmaya çalışıldı. Daha sonra, 3 Şubat 1993 tarihinde Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK), uzay konusunu Türkiye'nin bilim ve teknoloji açısından beş öncelikli alanından biri olarak belirledi ve bu Türkiye'nin uzay alanına yönelik ilk resmi politika kararı olarak arşivlere girdi. Bu dönemde uzaya yönelik araştırmalarda bir ivme kazanıldı.



1999 yılı DPT yatırım programında (DPT,1999) uzay faaliyet alanlarına giren konulardaki projeler ve bütçeleri. En büyük payı %38 ile yer istasyonu projesinin aldığı, bunu %23'lük pay ile atmosfer-meteoroloji projelerinin izlediği görülüyor. Göze çarpan diğerleri ise telekomünikasyon, uydu ve uzay bilime (astronomi ve astrofizik) yönelik yatırımlardır.

BTYK'nın 3 Şubat 1993'teki toplantısında kabul edilen "Türk Bilim ve Teknoloji Politikası 1993-2003" dokümanında, "ortaya konan hedeflere belirlenen sürede erişebilmek için ülkemizdeki mevcut potansiyel ve dünyadaki bilim ve teknolojinin gidişi de göz önünde bulundurularak, ekonominin bütün sektörlerini ve yaşamın hemen tüm alanlarını etkileyen; bilişim (bilgisayar, mikro-elektronik, telekomünikasyon teknolojilerinin bir birleşimi), ileri teknoloji malzemeleri, biyoteknoloji, nükleer teknoloji, uzay teknolojisi konularındaki çalışmalara" öncelik verilmesi gereği ifade edildi. Aynı toplantıda, BTYK tarafından "uzay teknolojisi" konusunda izlenecek politikayı belirleme çalışmaları yapma görevi de TÜBİTAK'a verildi. 20 Aralık 1999 tarihli BTYK toplantısındaysa, uzay bilim ve teknolojileri alanında izlenecek ulusal politikanın oluşturulması için, konuyla ilgili tarafları bir araya getirmek ve gerekli çalışmaları başlatmak üzere TÜBİTAK görevlendirildi.

Ülkemiz 21. yüzyıla hızlı bir ekonomik gelişim, toplumsal değişim ve yenilenme çabalarının yükselen trendiyle girmiş bulunuyor. Doğal olarak bu süreç, mevcut sistemin işleyişi üzerinde ağır bir yük oluşturuyor ve toplumun her kesimini değişik oranlarda etkiliyor. Türkiye, bu etkileri en aza indirerek kalkınmasını sürdürebilmek için yeni ekonomik alanlara girmek zorunda. Bu alanlardan biri de hiç kuşkusuz uzay. Dünyada uzay çalışmaları, ülkelerin ekonomik refahı ve gelişmesine katkı sağlayan yeni ve zengin bir alan ve öncelikli bir kalkınma sektörü durumuna geldi.

Hedefler

Ülkemiz için ulusal bir uzay politikası oluşturulmasının hedefleri arasında şunlar sayılabilir; 1) Uzay araştırmaları, teknolojileri ve uygulamaları konularında ülkemizde ulusal bir eşgüdüm ve işbirliği ortamı oluşturmak, 2) Uluslararası rekabet koşullarına uyum sağlayacak ulusal bir uzay bilim ve teknoloji altyapısının kurulmasını sağlamak, 3) Uzaya yönelik bilgilenme, keşif, araştırma-geliştirme-tasarım-üretim, eğitim-öğretim faaliyetlerini geliştirmek, uzayla ilgili ulusal güvenlik ihtiyaçlarına yanıt vermek, uzay ortamından yararlanarak çevrenin korunması ve yeryüzü kaynaklarının değerlendirilmesi konularında ülkenin yeteneklerini ve mevcut potansiyelini güçlendirmektir.

Öneriler

Türkiye'nin ulusal uzay politikasının belirlenmesi çalışmalarında aşağıdaki önerilerin dikkate alınması sağlıklı bir yaklaşım olarak görülebilir :

1. Türkiye'nin ulusal ve uluslararası alanda kısa, orta ve uzun dönemli somut ihtiyaçlarının ve önceliklerinin belirlenmesi, gelişme eğilimlerinin, tahminler ve stratejilerin, öneri ve değerlendirmelerin, yapılması gereken kurumsal ve yasal düzenlemelerin ve ayrıca nelerin yapılacağının yanı sıra nelerin yapılmaması gerektiğinin somut verilerle ortaya konması;
2. Uzun vadeli bir eylem planı yapılarak, bu plan çerçevesinde yer alacak program ve projelere ilişkin önerilerin geliştirilmesi;
3. İlgili faaliyetler için ayrılması gereken kamu kaynaklarının büyüklüğü ve kaynak tahsisi ile ilgili somut önerilerin ortaya konması;
4. Etkin sonuçların alınabilmesi için görev ve sorumlulukların kimler tarafından nasıl paylaşılacağının, ihtiyaç ve önceliklere göre atılacak adımlarda devletin rolünün belirlenmesi; özellikle de devletin konu ile ilgili üniversiteleri, kamu kuruluşlarını ve üretici ve araştırıcı özel sektör kuruluşlarını harekete geçirebilmek, onları ulusal hedefler doğrultusunda yönlendirebilmek ve uygulamada eşgüdümü sağlayabilmek için hangi politika ve teşvik araçlarından yararlanabileceğinin belirlenmesi;

Uzay faaliyet alanları arasında verilecek önceliğe göre, Türkiye'nin ihtiyaç duyacağı insan kaynağını yetiştirmeye yönelik kurumsal yapılanma ve program önerilerine yer vermek gerekir. Bu programlar ülkenin eğitim politikalarında da etkili olacaktır. Önemli olan başlangıç noktası, Türkiye'nin uzay alanında inşa edeceği ve geliştireceği ülkemiz için referans olacak temelin iyi tanımlanmasıdır.



ESA'nın 1991'de fırlattığı "Avrupa Uzaktan Algılama Uydusu" ERS-1.

Türkiye bugünden gelecek kuşakların dünya ile rekabet edebilecekleri ortamlarını kararlı ve cesaretli atılımlarla yaratmalı. Ülkemiz ayrıca onların yükselteceği altyapıyı hazırlama sorumluluğunu taşıyor. Bu çerçevede kabullenilebilir riski göze alarak uzun vadede daha etkin ve mükemmellikte bir yapı oluşturmak için gerekli politikaları saptaması gerekiyor. Dünyadaki gelişmeler ve Türkiye'nin mevcut durumu da dikkate alınarak "ulusal uzay politikası" nın belirlenmesi ve bu politikayı uygulayacak kurumsal yapının da oluşturulması büyük önem taşıyor. Bu tür bir organizasyonun ülkemizde kurulması, Türkiye'nin insanına ve geleceğine yatırım yapması demek.

İlk Adımlar

Ülkemizdeki uzay çalışmaları genelde üç ana başlık altında toplanabilir. Birincisi, uzay bilim; astrofizik ve astronomi alanlarındaki temel araştırma faaliyetleri. Bu alanda önemli sayılacak atılımlar 1993'te yüksek astrofizik alanında yapılan uluslararası işbirliği projesi SXG (Spektrum X Gamma) projesi ve 1996'da kurulan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi. Temel araştırmalar tümüyle kamu finansmanıyla gerçekleştirilip, TÜBİTAK ve üniversite araştırma birimlerinde yürütülüyor.

İkinci alan, yeryüzü gözlemleri üzerine yapılan faaliyetler. Ülkemizin bu alanda halen gündemde olan iki projesi bulunuyor. Bunlar, İstanbul Teknik Üniversitesi'nce yürütülen uydu yer istasyonu inşa ve işletme projesiyle TÜBİTAK-BİLTEN tarafından yürütülen araştırma uydusu geliştirme projesi. Ülkemizde kamu kurumları (Harita Genel Komutanlığı, Meteoroloji Gn Md., Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, MTA, Devlet İstatistik Enst., Orman Bak., Çevre Bak. TÜBİTAK MAM ve BİLTEN) ve üniversitelerimizde (İTÜ, ODTÜ, 9 Eylül, Anadolu, Çukurova, Hacettepe,Yıldız Teknik, Karadeniz) uydu verileri kullanılarak uygulamaya dönük çalışmalar yapılıyor. Özel sektör bu alanda özellikle uydu verisinin dağıtımı, bu verilerin kullanılacağı yazılım ve donanımla, hizmetler üzerine gelişmeler gösteriyor.

Üçüncü alan olan telekomünikasyon alanında önemli ve somut atılımlar yapılmış durumda. Ülkemizin bugün haberleşme ve iletişim üzerine iki uydusu (TÜRKSAT serileri) bulunuyor. Bu projeler kamu finansmanı ve dış krediler sağlanarak yurt dışı özel firmalara ihale yoluyla üretildi. Bu uydular Türk Telekom tarafından işletiliyor. Ülkemizde henüz uydu yapımı amaçlı kamu yada özel kuruluş bulunmuyor. Uydu geliştirme üzerine araştırmalar da daha başlangıç aşamasında.

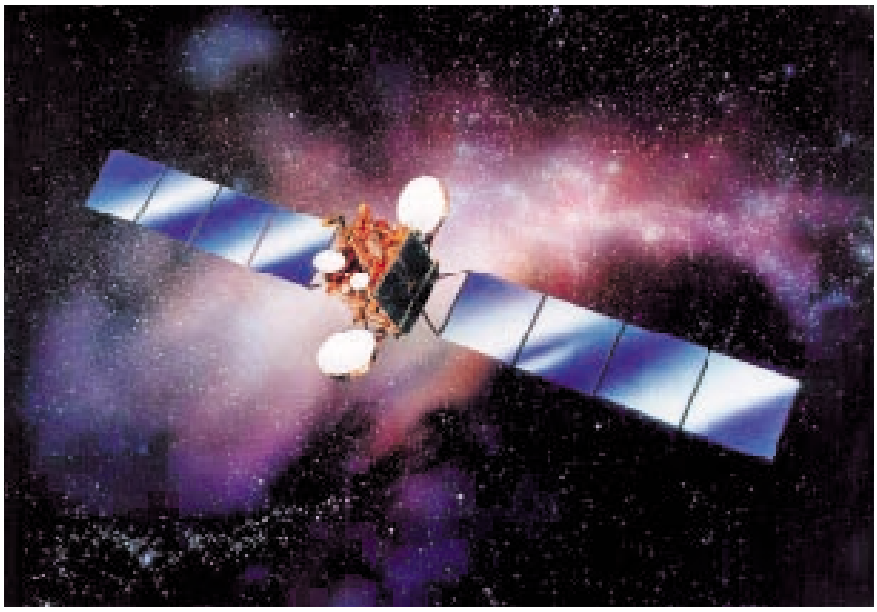
Ülkemizde uzay sanayiinde gelişmeler gösterebilecek, altyapısı ve insan gücü ile potansiyel olabilecek kuruluşlar bulunmaktadır. Bunlara bazı örnek; TAI, ASELSAN, TEI, ROKETSAN, MIKES, HAVELSAN, TÜBİTAK-SAGE, ALP Havacılık, NETAŞ, Başarı Elektronik, STFA SAVRONIK, Altınay Robotik ve Otomasyon A.Ş. gibi özellikle ulusal savunma sanayi üzerine projeler gerçekleştiren kuruluşlar gösterilebilir. Ayrıca mikro elektronik, avionik, telekomünikasyon, malzeme, robot, bilişim, ve ileri teknoloji alanlarında özel sektörde önemli gelişmeler sağlanmış durumda.

Türkiye, ilk uluslararası işbirliği antlaşmasını Ukrayna ve Rusya Federasyonu'yla ortak olarak astrofizik alanında (SPECTRUM X GAMMA Projesi) yapmış bulunuyor. Ülkemiz öte yandan Avrupa'nın politik (siyasi) ve ekonomiden sonra üçüncü önemli kanadına ve bunu büyük ölçüde temsil eden Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ile üyelik hedefine yönelik başvurusunu 2000 yılı içinde yaptı. Uluslararası alanda ülkemiz adına önemli bir adım sayılacak olan ve TÜBİTAK tarafından yürütülen bu girişimin, uzayın barışçıl amaçlarla araştırılması hedefiyle Türkiye ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) arasında olası bir ortaklık anlaşması hazırlıkları son aşamaya getirilmiş bulunuyor. Ülkemiz kurum, kuruluş, bilim adamları, uzmanlar, araştırmacıların bu uluslararası kuruluş içinde yer alarak çalışmalar yapması Türkiye'nin uzay alanında söz sahibi olabilmesinin yollarını da açmış olacaktır.

Bu yazı TÜBİTAK'ın "Türkiye'nin Ulusal Uzay Politika Tasarısı için Genel Çerçeve" adlı dokümanından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dr. Tamer Özalp

Türkiye'de Havacılık ve Uzay Çalışmaları



Ulusal uzay politikasının belirlenmesinde konunun tarihsel süreçlerini bir dizi şeklinde görerek irdelemek yapılacak hazırlıkların bir temel referans üzerinde şekillenmesini sağlayacaktır. Bu bölüm geleceğe dönük planları daha gerçekçi yapabilmek için hazırlanmıştır. Bu çerçevede, Cumhuriyet döneminde, havacılık faaliyetleri dahil, uzayla ilgili çalışmalar, kurulan kurumlar, atılımlar, uluslararası bilimsel ve teknolojik projeler ve politika kararları kronolojik olarak eldeki verilerin ışığında aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

1925, Kayseri'de "Tayyare ve Motor Türk A.Ş." (TOMTAŞ) adıyla havacılık sanayi ile ilgili bir şirket kuruldu; ancak şirket 1928 de kapatıldı ve bir devlet kuruluşu olarak "Kayseri Uçak Fabrikası" adı altında faaliyetlerine başladı.





F-16 uçakları gibi hassas teknoloji üretimi konusunda deneyim kazanan TAI, Tük uzay sanayiinin de temel taşı olmaya aday

1925, Ankara'da THK planör fabrikası kurdu.

1926, Eskişehir'de uçak bakımı için bir tesis kuruldu.

1933, İstanbul Üniversitesi'nde Astronomi Enstitüsü kuruldu. Enstitü halen Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

1936, İstanbul'da ilk özel uçak tesisi Nuri Demirağ tarafından kuruldu. Bu tesislerde THK için planör ve eğitim uçağı yapılmıştır.

1939, "Kayseri Uçak Fabrikası", "Kayseri Hava ikmal ve Bakım Merkezi" haline dönüştürüldü. Bu tesislerde İkinci Dünya Savaşı öncesi 112 adet uçak imal edildi.

1941, Zamanın hükümeti tarafından Ankara'da "Aerodinamik Araştırma Enstitüsü (AAE)" ve İTÜ Uçak Mühendisliği bölümünün açılması karara bağlandı. Ancak, AAE açılamadı.

1942, Ankara Etimesgut'ta THK tarafından bir uçak fabrikası kuruldu. 1956 ya kadar uçak üretimi devam eden fabrikada, 1962 de uçakla ilgili faaliyetler durmuş ve fabrika 1989 da MKEK tekstil fabrikasına dönüştürmüştür.

1948, Ankara'da THK tarafından uçak motor fabrikası kuruldu. Bu tesis 1952 de MKEK'na devredilmiş ve 1954 de traktör ve tarım aletleri fabrikasına dönüştürülmüştür.

1950, Ankara Hava Tüneli (AHT) açıldı. Günümüzde TÜBİTAK-SAGE tarafından işletilmektedir.

1973, "Türk Uçak Sanayi Anonim Şirketi (TUSAŞ)" kurulmuş ve 1976 da faaliyete geçmiştir.

1975, Ankara'da 'Avionik' alanında faaliyet göstermek üzere "Askeri Elektronik Sanayii (ASELSAN)" kuruldu.

1982, Ankara'da ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü ve Eskişehir Anadolu Üniversitesi'nde Sivil Havacılık Yüksek Okulu açıldı.

1983, "Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK)" kuruldu.

1983, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi kuruldu.

1984, Ankara'da "Türk Havacılık ve Uzay Sanayi (TAI)" ve Eskişehir'de uçaklara jet motoru üretmek için "Türk Motor Sanayi" TEI tesisleri.

1985-1995, Ulusal savunma sanayiinin geliştirilmesi çerçevesinde, HAVELSAN, ELROKSAN, MIKES, SAVRONIK gibi kuruluşlar faaliyete geçti.

1988, TÜBİTAK "Savunma Sanayi Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü" (SAGE) kuruldu.

1988 Ankara'da ulusal roket ve füze programlarında öncü rol almak görevi ile "ROKETSAN" (Roket Sanayi ve Ticaret A.Ş) kuruldu.

1990, DPT'nin önerisi ile TÜBİTAK bünyesinde, Ankara da " Uzay Bilim ve Teknolojileri Komitesi" (UBİTEK) kuruldu. Komite, 1995'te son bulan faaliyetini 1991 yılından itibaren Gebze'de TÜBİTAK-MAM da sürdürdü. UBİTEK, Türkiye'deki uzay bilim ve teknolojileri birikimini, bu alanda görüş oluşturup politika belirleme yönünde değerlendiren; konuya ilişkin eğitim çalışmalar ve incelemeler yapan/yaptıran bir platform görevi gördü.

1993, BTYK tarafından kararlaştırılan "Türk Bilim ve Teknoloji Politikası 1993-2003" hedefleri kapsamında "uzay teknolojileri" öncelikli bilim ve teknoloji alanlarından biri olarak belirlendi.

1993, Başbakanlık genelgesi ile "Türksat-Offset" Antlaşması kapsamında Türkiye de bir "uzay ajansı" kurulması konusu gündeme alındı.



ASELSAN, NATO ortak füze üretim projelerinde önemli görevler üstlenerek, potansiyelini kanıtlamış bir yüksek teknoloji kurumumuz



Ruslarla ortak kullanılacak 150 cm çaplı teleskopuyla TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Türkiye'ye uluslararası gökbiliminde yer sağlayabilecek bir tesis.

1993, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü faaliyete geçti.

1993, Türkiye ilk defa Uluslararası bir uzay bilim, astrofizik (Spectrum X-Gamma) projesinde taraf olarak yer aldı.

1993, İlk NOAA AVHRR alıcı istasyonu ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde çalışmaya başladı.

1994, TÜRKSAT 1B Haberleşme uydusu Fransız Aerospatiale firması tarafından yörüngesine yerleştirildi.

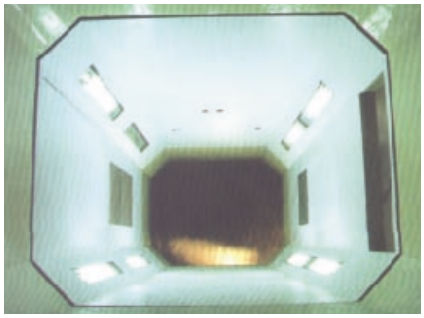
1995, TÜBİTAK "Bilgi Teknolojileri Elektronik Araştırma Enstitüsü" (BİLTEN) uzay uydu teknolojileri konusunu da ar-ge faaliyetleri kapsamına aldı.

1995, TÜBİTAK tarafından "Havacılıkta Bilim-Teknoloji-Sanayi Politikaları: Türkiye için Öneriler" başlığı altında bir çalışma yayınlandı.

1996, TÜRKSAT 1C Haberleşme uydusu Fransız Aerospatiale firması tarafından yörüngesine yerleştirildi.

1996, TÜBİTAK-MAM da Ukrayna Hükümeti işbirliği ve yardımıyla bir Radyo Teleskop kuruldu.

1996, Cumhurbaşkanın katıldığı "Türkiye'de Bilim ve Teknoloji Alanında Politikalar, Sorunlar, Çözümler" konulu toplantıda Uzay ve Havacılık sanayii, Uzay-uydu projeleri, ve Uzay Ajansı konularında çalışmalar yapılması benimsendi.



Ankara Rüzgâr Tüneli, havacılık ve uzay sanayii ile ilgili gövde parçalarının ekstrem koşullarda sınanmasını sağlayacak stratejik bir laboratuvar.



1996, Astronomi ve Uzay bilimlerimde Uluslararası çalışmalarda kullanılmak üzere Türkiye'nin ilk ulusal gözlemevi TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) Antalya'da kuruldu.

1997, TÜBİTAK-MAM Uzay Teknolojileri Grubu, 1975 yılında kurulan Uzaktan Algılama Laboratuarının devamı olarak, TÜBİTAK-MAM Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü bünyesinde faaliyete geçti.

1997, TÜBİTAK'ın sekreterliğinde, konu ile ilgili tarafların katılımıyla "Ulusal Uzay ve Havacılık Konseyi" kurulması konusunda bir kanun tasarısı hazırlandı ve Başbakanlığa sunuldu.

1997, TÜBİTAK tarafından Türkiye ile Avrupa Uzay Ajansı arasında uzay alanında muhtemel bir işbirliği antlaşması yapmak amacıyla ilk resmi temaslar başlatıldı.

1998, İTÜ Uydu Yer İstasyonu ihalesi yapıldı. 2000 yılı içinde faaliyete geçmesi planlanıyor.

1999, TÜBİTAK bünyesinde "ulusal uzay bilim ve teknolojileri politikası ve stratejilerini" belirlemek üzere çalışmalara başlandı.

1999, TÜBİTAK-BİLTEN, 2002 yılında faaliyete geçirilmesi planlanan Mini Uydu için ihaleye çıktı.

2000, Türkiye TÜBİTAK vasıtasıyla Avrupa Uzay Ajansı ile bir işbirliği antlaşması yapmak için resmi başvuruda bulundu.

Dr. Tamer Özalp

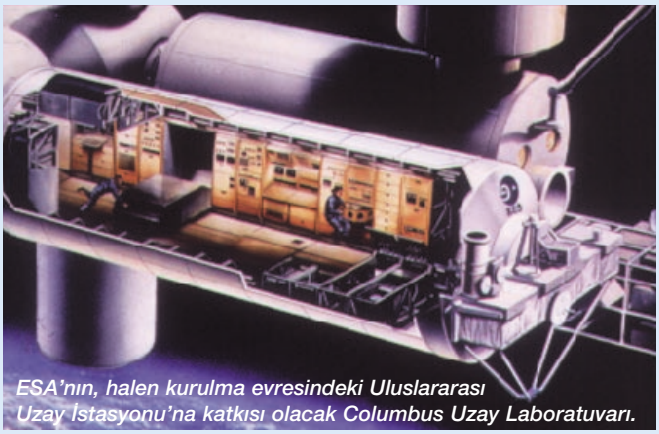
Uzay Araştırmaları

Uzay çalışmaları, genel olarak aşağıdaki konular üzerinde gerçekleştiriliyor.

1. Uzayı evrenin bir parçası ve bir bütün olarak kavramaya ve anlamaya yönelik temel araştırmalar ve keşif faaliyetleri.

2. Dünya atmosferi içinde ve dışında gerçekleştirilen bilimsel yada ekonomik amaçlı faaliyetleri etkileyen faktörlerle ilgili bilinmeyenlerin araştırılması, karşılaşılan problemlerin incelenmesi, bu problemlere çözüm aranması ve bu alanlarda yapılacak keşif, araştırma, bilgilenme çalışmaları.

3. İnsanın uzayda keşif faaliyetlerinde bulunması, uzayda yerleşimi ve yaşamın sürdürülmesini ve uzayın kaynaklarına ulaşarak değerlendirilmesini sağlayacak uzay teknolojilerinin; uzay araç ve sistemleri, fırlatıcılar ve platformları, roket/füze ve konu ile ilgili tüm makine teçhizatın, malzeme ve yapıların araştırılması, tasarımı, üretilmesi, geliştirilmesi, denenmesi ve konu ile ilgili araç ve tesislerin işletimi ve yönetimi.



ESA'nın, halen kurulma evresindeki Uluslararası Uzay İstasyonu'na katkısı olacak Columbus Uzay Laboratuvarı.

Günümüzde temel bilimsel disiplinlerden olan fizik, kimya, matematik, malzeme bilimi, havacılık, mühendislik, bilgisayar bilimleri, sosyal bilimler, uzay bilimleri (astrofizik, astronomi, kozmoloji, astrometri, gezegen bilimleri ve Dünya, uzay fiziği, Güneş'in yapısı ve Güneş fiziği, uzay radyasyonu, magnetosferik fizik, iyonosferik fizik gibi), yer bilimleri (uzay dan yer yüzünün gözlemi) ve yaşam ve sağlık bilimleri (uzayda yaşam bağlamında) gibi alanlarda uzay araştırmaları yapılıyor. Bilimsel alanlar, uzayda karşılaşılabilecek problemlerin çözülmesi, bilinmeyenlerin keşfedilmesi, evrenin anlaşılması, karmaşık uzay sisteminin tanımlanması, uzayın bir parçası olan yeryüzünün gözlenmesi ve incelenmesi, uzayda insan davranışları, yaşama ortamlarının belirlenmesi, yerleşime uygun olabilecek alanların saptanması, uzay kaynaklarının araştırılması, bu kaynaklara ulaşmak için gerekli bilimsel metotlarla araçların geliştirilmesi ve benzeri amaçlara hizmet eden temel araştırmaları kapsıyor.

Ülkelerin bilimsel alanlarda belirlenecek öncelikleriyle uyumlu teknoloji alanları seçiliyor. Gelişmiş ülkelerde uzaya yönelik teknoloji yatırımlarının yapıldığı alanlar şöyle sıralanabilir: Yeryüzü gözlem sistemleri, uydu haberleşme ve iletişim teknolojileri, bilgi sistem ve teknolojileri, yazılım, uzay taşımacılığı, havacılık ve uzay araç ve gereçleri, uzay sistemleri (uydu, yer istasyonu, roket-füze fırlatıcılar ve altyapısı), uzay teknolojileri (robot, tele-operasyon birimleri, entegre algılayıcılar, yapay zeka, akıllı sistemler, mikro-elektronik, ileri düzey minyatürleştirme, malzeme ve yapı geliştirme, roket itki teknolojileri ve güç sistemleri, savunma amaçlı uzay sistemleri ve teknolojileri

Uzay teknolojilerinde faaliyetler genelde ülke ekonomisinin ve kalkınma stratejilerinin geliştirilmesi, toplumun refah düzeyinin artırılması, doğal kaynakların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve ulusal güvenliğin sağlanmasına yönelik çalışmaları destekleyecek mühendislik ve teknoloji temelli araştırma-geliştirme-tasarım ve uygulama alanlarını kapsıyor. Bu alanlar hemen hemen tüm mühendislik disiplinlerinin ilgi alanlarıyla örtüşüyor.

Gelişmiş ülkelerde merkezi hükümet kurumlarının karar üretme süreçlerinde yer alan ve toplumun hemen her kesiminin kolaylıkla kullanabileceği bir yapıya dönüştürülen uzay teknolojilerinin kullanıldığı uygulama alanlarıysa şunlar: Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, uydu haberleşme, telekomünikasyon sistemleri, navigasyon, seyrüsefer sistemleri ve küresel konumlama sistemi, meteoroloji. Bu alanlar ekonomik faaliyet alanı olarak toplum tabanında giderek yaygınlaşan uygulamaları içermekte. En çok gelişme gösteren uzay uygulama alanlarıysa, uzay sanayi alanları ve ticari pazarlar olarak ön plana çıkıyorlar. Bunlar,



Birçok kez kullanılmak üzere geliştirilen uzay mekikleri, Dünya yörüngesine uydu yerleştirmek için ekonomik araçlar.

ülkelerin haberleşme, üretim (özellikle de tarımsal üretim), eğitim, sağlık, ulaşım, savunma (güvenlik) gibi temel kalkınma sektörlerinde etkin olarak kullanılıyor. Doğal kaynakların kullanımını daha verimli ve etkin hale getiren teknoloji temelli uygulamalar. Bu teknolojiler ile sayılan alanlara ilişkin güncel, güvenilir, kolay ulaşılabilir ve standart bilginin üretilmesi, işlenmesi ve yönetimi kolaylıkla sağlanabilmekte.

Bir başka faaliyet alanı da, uluslararası ortak girişim programları. Uluslararası çalışmalar genelde ülkelerin kendi güçlerini ve yeteneklerini aşacak büyük boyutlu bütçeler ile yapılabilecek uzay programlarını kapsamakta. Bu alanlardan seçilmiş olanlar ve gelişmiş ülkelerin temel uzay programları arasında yer alanlarsa şunlar: Uzayda üretim ve mikrogravite, uzay istasyonları, uzay yolculukları, uzayda yaşam ve yerleşim, uzay hukuku, idare sistemi ve standartları, astronot yetiştirme programları, küresel iklim değişikliği.

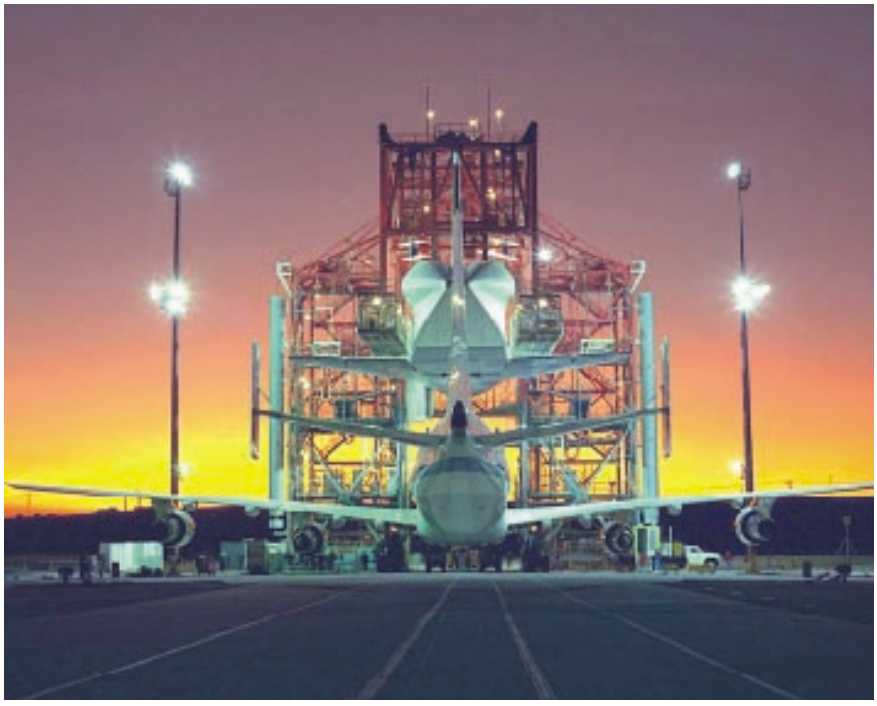
Gelişmiş ülke uzay organizasyonları ile ikili antlaşmalar yapılarak bu tür çalışmalara ülke düzeyinde katılım sağlanabilir. ESA (Avrupa Uzay Ajansı) ile Türkiye arasında yapılacak bir işbirliği anlaşması bu programların başında yer alıyor. Ülkemizde bu programlara girebilecek ulusal bir uzay kurumu şimdilik bulunmuyor.



İlk başarısız denemeden 5 yıl sonra, geçtiğimiz aylarda, Güneş - Dünya dinamik etkileşimini incelemek üzere Ariane roketiyle uzaya fırlatılan Cluster uydu dizgesinden biri

Uzay Politikaları

Gelişmiş ülkelerin uzay politikalarının genel amacı uzayın barışçıl amaçlarla araştırılması; uzay hakkında bilgi birikiminin keşifler ile artırılması ve buluşları, uygulama alanlarını geliştirerek insanlık yararına ve ülke çıkarları doğrultusunda kullanmaktır. Dünyada uzay araştırmaları ve uzayla ilgili sanayi ve ticari faaliyetler başta ABD olmak üzere, ekonomik zenginliğe sahip, sanayide kalkınmış ve teknolojide ileride olan ülkelerde yapılmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler ulusal kalkınmışlık düzeylerine paralel olarak uzay çalışmalarında yer almaktadırlar.



ABD

Otuz yıldan fazladır ABD, uzayın araştırılması ve kullanımında dünyaya liderlik ediyor. ABD, bu liderlik rolünü, ulusal güvenlik, dış politika, ekonomik büyüme, çevrenin korunması ve bilimsel ve teknik mükemmellik hedeflerini gerçekleştirmeye hizmet edecek, güçlü, kararlı ve dengeli bir uzay programı ile sürdürmek kararında.

Uzaya erişim ve uzayın kullanılması, barışın korunması ve ülkenin ulusal güvenliği ile sivil ve ticari çıkarlarının korunması için son derece önemli görülmekte.

ABD, ulusal ve uluslararası uzay faaliyetlerinde ortaklık ve işbirliklerini sürdürecek ve diğer ülkelerle birlikte uzayın araştırılması ve barışçıl amaçlarla kullanımı için çalışmalarda bulunacak.

ABD'nin uzay çalışmalarının büyük bölümünü Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) yürütüyor. NASA, sivil uzay faaliyetlerinde araştırma ve geliştirme ile ilgili lider kurum.

NASA, öteki bilim kurumları ve bakanlıklarla eşgüdümlü olarak, araştırma ve geliştirme çalışmalarını, Güneş Sistemi, evren, temel doğal ve fiziksel bilimler konusundaki bilgilerin gelişmesini sağlamak üzerinde yoğunlaştırıyor. Bunun için de uzay bilimleri; küresel iklim değişimi ve çevre üzerinde insan ve doğanın etkilerini daha iyi anlamak üzere yeryüzü gözlemleri; bilimsel, ticari ve inceleme amaçlı insanlı uzay uçuşları; ABD'nin ekonomik rekabet gücünü arttıracak uzay teknolojileri ve uygulamalarıyla ilgili araştırmalar planlıyor.

Japonya

Japonya'nın uzay kalkınması, "Japonya'nın Uzay Kalkınması Temel Politikası" ve Temel Politika doğrultusunda her yıl yeniden ele alınan "Japonya'nın Uzay Kalkınma Planı"na bağlı olarak yürütülüyor. Temel politika, Uzay Faaliyetleri Komisyonu (Space Activities Commission - SAC) tarafından uzay kalkınmasının yönünü ve çerçevesini belirleyen ana politikalar olarak ilk kez 1978 yılında formüle edilmiş, 1984, 1989 ve 1996 yıllarında Japonya ve dünyadaki gelişmeler doğrultusunda yenilenmiş bulunuyor. 1996 yılında yenilenen temel politikada belirtilen ana hedefler şunlar: Yaratıcı bilimsel araştırma ve geliştirmenin teşviki, evrenin ve Güneş Sistemi'nin kökeni, yapısı ve evriminin anlaşılmasını sağlayacak uzay bilimlerinin geliştirilmesi; uzaydan yapılan gözlemlerle küresel iklim değişimi ve yeryüzüyle ilgili diğer konuları inceleyen yer bilimlerinin desteklenmesi, uzay ortamında yararlanılacak malzeme ve yaşam bilimlerinin, uzun vadeli olarak teşviki.

Ayrıca, bilinmeyen dünyanın keşfi konusuna olumlu yaklaşılacak, yaratıcı teknolojiler ve sistemlerin geliştirilmesine yönelik çabalar arttırılarak Japon teknolojisinin uluslararası düzeyle eşit olması sağlanacak ve teknolojik uygulamalar genişletilecektir. Japonya'nın toplumsal gereksinimlerin karşılanması için uzay çalışmalarının desteklenmesi, ekonomik uzay faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, uluslararası işbirliğinin teşviki, insanlı ve insansız uzay sistemlerinin dengeli bir biçimde gelişimi, uzay sanayiinin geliştirilmesi, uzay çevresinin korunması çalışmalarını desteklemektedir.

Avrupa

Avrupa'nın uzay harcamaları 3 temel üzerine kurulmuş bulunuyor: 1) Ulusal harcamalar ve Avrupa Uzay Ajansı'na katkılar 2) Avrupa Birliği harcamaları ve 3) Savunma harcamaları.

Ulusal Uzay Harcamaları

Aşağıdaki tabloda 1994 (1,7 milyar euro)'den 1997 (1,4 milyar euro)'ye doğru düşüş gösteren Avrupa ülkelerinin toplam uzay harcamaları, 1999 (1,4 milyar euro) yılına doğru tekrar bir artış gösterdi. Fransa Avrupa ülkeleri arasında uzaya en yüksek oranda harcama yapan ülke konumunda. Avrupa uzay harcamaları toplamının % 68'i bu ülke tarafından yapılıyor.

Avrupa Uzay Ajansı (ESA)

Uzay araştırmaları için gereken insan gücü, teknik altyapı ve finansal kaynağın tek bir Avrupa ülkesi tarafından karşılanabilmesinin güçlükleri düşünülerek bütün Avrupa'nın katılacağı, plan ve programlara ortak olacağı bir politikanın uygulanması Avrupa ülkeleri tarafından 1975 antlaşmasıyla kabul edildi. Bu antlaşmayla Avrupa uzay araştırmaları, teknoloji ve uygulamaları bilimsel ve operasyonel amaçlar yönünde ve barışçıl hedefler temelinde belirlendi. Bu politikaları icra ve koordine etmek üzere Avrupa Uzay Ajansı (ESA) kuruldu. Bu kurum, 14 kıta Avrupa ülkesinin (Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Hollanda, Norveç, İspanya, İsveç, İsviçre, ve İngiltere) hükümetler düzeyinde temsil edildiği bir organizasyondur. ESA uzun dönemli uzay programları yürütür. Avrupa da her ülke uzay politikasını ESA ile eşgüdüm sağlayarak belirlemekte. Üye ülkeler, ulusal bütçelerinden katkıları oranında bir bütçeyi bu organizasyon için ayırıyorlar. Uzay bilim araştırmaları, her üye ülkenin katkıda bulunduğu temel ve zorunlu bir faaliyet alanı. Bugüne kadar uzay bilimleriyle ilgili olarak 14 uydu fırlatılmış bulunuyor. Bunlar, halen Güneş Sistemimiz içinde veri üretiyorlar. ESA'nın diğer programları, üye ülkelerin seçimine bağlı. Bunlar, telekomünikasyon, yeryüzü gözlemleri, fırlatma sistemleri, insanlı uzay uçuşları, mikroçekim programlarından oluşuyor. Kuruluş, üye ülkelerden 1800'e yakın uzman bilim adamını, mühendisleri, araştırmacıları ve uzmanları bünyesinde barındırıyor. ESA kuruluş tüzüğüne göre üye olmayan öteki Avrupa ülkeleri ile uzay araştırmaları, bilimsel ve teknik ortak çalışmalar, teknoloji ve bilgi birikimi aktarımı, eğitim, proje gibi konularda ikili işbirliği antlaşmaları yapıyor. Kısmi işbirliği (Kanada), Portekiz, Yunanistan, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Romanya, ve Polonya ile niyet anlaşmaları bunlara örnek gösterilebilir. Ayrıca Avrupa dışındaki ülkelerle programlar ve projeler üzerinde işbirliği anlaşmaları da yapıyor. Bunun en iyi örneği Uluslararası Uzay İstasyonu projesidir. Bu proje ABD, Rusya, Kanada, Japonya ve Avrupa'nın ortak çalışmasının ürünü. Son yıllarda Brezilya da etkin olarak katılımda bulundu. Avrupa uzay sanayiinin geliştirilmesi temel politikalarından biri ve kurum, bütçesinin yaklaşık %90ını Avrupa uzay sanayiinin geliştirilmesine ayırıyor. ESA'nın kuruluş amaçları şunlar:

1) Uzay program ve faaliyetlerinin uygulanmasını sağlamak

2) Avrupa ülkelerinin ulusal programlarının koordinasyonunu ve uygulamaya yönelik uyduların geliştirilmesini sağlamak,

3) Uzay programlarına uygun sanayi politikalarını teşvik etmek,



ESA'nın en yeni roketi Ariane 5

ESA, şu anda AB'nin resmi bir kuruluşu sıfatını taşımıyor. Fakat 2000'li yıllarda bir entegrasyona girmek için plan ve politikalar belirlemiş bulunuyor. İdari olarak, üye ülkelerin atadığı bakanlar düzeyinde bir konsey tarafından yönetiliyor. Ajansın merkezi Paris'te bulunuyor. Bilimsel araştırma, teknoloji geliştirme ve üretme, astronot yetiştirme, uydu izleme ve kontrol merkezleri ve yer istasyon merkezleri, kurumun alt organlarını oluşturuyor.

1999 yılı toplam ESA bütçesi 2.6 milyar euro olarak belirlendi. ESA'da çalışan sayısı 1999 yılında 1700 kişiydi. 1999 yılında %40'ı İtalya tarafından karşılanan ARTEMIS uydusu Japon H2A uzay roketi ile yörüngesine yerleştirildi.

Avrupa Birliği (EU)

Avrupa komisyonu uzay faaliyetlerine ilk de-



ESA'nın Güney Amarika'da Fransız Guyana'sında bulunan Kourou Uzay Üssü. Bu üssün seçilme nedeni, ekvatora yakınlığı. Dünya'nın ekseni etrafında dönüşünün sağladığı ve ekvatorda görece yükselen merkezkaç kuvveti nedeniyle bu kuşak uzay üsleri için tercih ediliyor.

fa Fransız SPOT uydusunun yapımında katkıda bulundu. Bu katkı, uydunun taşıyıcı yüklerinden birisi olan algılayıcı bir teknoloji için yapılmıştı. 102 Milyon euroya malolan donanım, 1998 yılında SPOT 4 uydusu ile fırlatıldı. 2001 yılındaysa SPOT 5 uydusu ile geliştirilmiş diğer algılayıcı fırlatılacak. Bunun maliyetininse 31 milyon euroya düşmesi bekleniyor. Avrupa Komisyonu, ilk kez bir uydu teknolojisine bu programla mali destek sağlamış bulunuyor. Programın adı, "Vegetation". Programda kullanılacak bilimsel teknoloji sayesinde yeryüzünün atmosferle etkileşiminin daha iyi anlaşılması amaçlanıyor.

Uzay faaliyetleri Avrupa Birliğinin 5. çerçeve programı kapsamında 4 yıllık bir plan içinde ele alınıyor. Bu dönem içinde yapılacak harcamaların toplamı 16,3 milyar euro olarak belirlenmiş. Uzay faaliyet alanları içinde yeryüzü gözlem ve telekomünikasyon sistemlere 380 milyon euro ayrılmış bulunuyor.

Günümüzde Avrupa ülkeleri ABD'nin küresel konumlandırma sistemlerinden (GPS) bağımsız bir Avrupa sistemi (GNSS2) kurabilmek için Avrupa Komisyonu'ndan yardım istiyorlar. Proje 10 yıllık bir planı içeriyor ve yaklaşık 2 milyar euroluk bir yatırımı gerektiriyor. Böyle bir sistem kurulması durumunda Avrupa'nın uzay navigasyon alanında stratejik bir atılım yapması sağlanacak.

Savunma Amaçlı Harcamalar

Avrupa Birliği ülkelerinin 1997-1999 yılları arasında askeri amaçlı uzay çalışmaları için 800 Milyon Ecu tutarında harcama yaptıkları sanılıyor.

Batı Avrupa Birliği (BAB), 1995 yılında İspanya'da bir yer gözlem istasyonu kurdu. Tesisten ABD, Avrupa'nın yanı sıra Rusya, Kanada ve Hindistan gibi ülkelerin yeryüzü gözlem uydularından alınan görüntüler ve Helios 1 programı kapsamındaki uydu verileri alınabiliyor. Avrupa'nın savunma amaçlı program kapsamında yeryüzü gözlem sistemleri ağı kurma girişimleri de sürüyor.

Askeri amaçlı uzay haberleşmesi alanında "Trimilsatkom" adlı bir program üzerinde Fransa, Almanya ve İngiltere 1997 yılında anlaşma yaptılarsa da ertesi yıl İngiltere, bu programdan çekildi.

Avrupa ülkelerinin ayrıca kendi bağımsız askeri iletişim uydu sistemleri de var. Bunlar, İngiltere'nin Skynet 4 uyduları, Fransa'nın Syracuse programı, ve İspanya'nın Secasat programı.

Ayrıca İtalya SICRAL uydusunu yine bu amaçla hazırlıyor. NATO'ya ait askeri amaçlı haberleşme uyduları da (NATO 2 ve NATO 4) Avrupa'nın savunmaya yönelik uzay harcamaları için örnek olarak gösterilebilir.

Kanada

Kanada Hükümeti'nce 1994'te kabul edilen Uzay Politikası Çerçevesi; uzayı, "ülkenin bilgi temelli ekonomiye geçişi ve hükümetin sosyal, bilimsel, egemenlik, güvenlik ve dış politika hedefleri için stratejik öneme sahip" bir alan olarak belirledi. Program, hükümetin, araştırma ve geliştirme, bilim ve teknoloji, ekonomik ve endüstriyel gelişme, ihracatın genişlemesi ve istihdam, devlet faaliyetlerinde verimliliğin arttırılması, yeni dünya ekonomik düzeninde Kanada'nın etkisinin sağlanması amaçları için önemli bir araç.

Kanada Uzay Programı'nın hedefleri: (i) uzay bilim ve teknolojisini Kanada'nın ihtiyaçları doğrultusunda geliştirmek, Kanada'lıların uzay-temelli ürün ve hizmetlerden maksimum yararı edinmesini sağlamak; ve (ii) uluslararası rekabet gücü olan bir uzay sanayiinin gelişimini teşvik ederek Kanada'nın refahını arttırmak olarak belirlendi. Bu hedeflere ulaşmak için öngörülen yollarsa şunlar:

- **Niche (Niş= kritik önemli/küçük alanlar) Stratejisi:** Stratejik olarak Kanada uzay yatırımlarını stratejik sektörlere yönlendirmek ve endüstriyel geri dönüşü yüksek, Kanada'nın liderlik yapabileceği uzay robotiği ve otomasyon, radarla uzaktan algılama, gelişmiş uydu iletişimi gibi alanlarda uzmanlaşmak.
- **Endüstriyel Ticarileştirme Stratejisi, Ortaklıklar Stratejisi,** Bilimde Mükemmelliği Teşvik, Bilim Kültürünü Yerleştirmek.

Kanada'nın 1999 yılında kabul edilen yeni uzay programıysa, beş öncelikli alan belirlemiş bulunuyor: Yeryüzü ve çevre, uzay bilimleri, uzayda insan varlığı, uydu iletişimi, yetenek geliştirici uzay teknolojileri.

Dr. Tamer Özalp



Bir Kararlılık Öyküsü: Hindistan

Hindistan'ın uzay faaliyetleri 1961 yılında Atom Enerjisi Kurumu'nun çatısı altında başladı. Hindistan Uzay Komisyonu, 1972 yılında kuruldu. Bu komisyon Hindistan'ın uzay politikasının hazırlanmasından sorumlu. Hindistan Uzay Başkanlığı da uzay politikalarının uygulanması görevini yürütüyor. Bu iki organ, Başbakanlığa bağlı.

ISRO, Hindistan Uzay Araştırmaları Örgütü 1969 yılında faaliyete geçti. Kurum, Hindistan'ın uzay politikaları ve uygulamaları ile ilgili olarak alınan kararların yerine getirilmesinden sorumlu.

Uydu Programları

İlk Hindistan uydusu ARYABHATA, 1975 yılında eski Sovyetler Birliği'nde bir fırlatıcı yardımıyla yörüngesine yerleştirildi. Bu uydunun ağırlığı 360 kg'ydi. Uydu teknoloji geliştirme amacıyla yapılmıştı. Daha sonra 1979 yılında yine bir Rus fırlatıcısıyla SEO BHASKARA–1 gözlem uydusu fırlatıldı. Bu uyduları sırasıyla 1979, 1980 ve 1981 yıllarında Hindistan'ın SLV fırlatıcılarıyla fırlatılan ROHINI-0,1,2 uyduları izledi. Bu uydular 40 kg ağırlığında ve teknolojik araştırma amacıyla yapıldılar. Diğer uydular 1981yılında fırlatıldılar. Bunlardan biri deneysel amaçlı haberleşme uydusu, ikincisiyse, gözlem amaçlı BHASKARA-2 uydusu.

INSAT (Hindistan Ulusal Uydu Sistemi)

Bu sistem 1983 yılında, Hindistan Meteoroloji, Uzay, Radyo ve Telekomünikasyon kurumları ile ortaklaşa kuruldu. İlk INSAT uydusu INSAT-1A 580 kg ağırlığında ve Ford Aerospace(ABD) ile Aerospatiale (Fransa) firmalarının ortak yapımıdır. 1982 yılında Thor-Delta Roketi ile fırlatıldı. INSAT-1B, 1C, ve 1D 1983, 1988 ve 1990 yıllarında INSAT-1 serilerinin devamı olarak fırlatıldılar. 1992'den sonra INSAT-2 A,B,C ve D uyduları fırlatıldı. 1998 de Ariane ile fırlatılan INSAT-2E bu serinin sonuncusu. Gelecek 5 yıllık dönemdeyse INSAT 3 serileri fırlatılacak. Bu seri 5 uyduyu kapsıyor ve 2.4 milyar rupiye mal olacak.

Uzaktan Algılama Uyduları

Uzaktan algılama, Hindistan'ın uzay faaliyetlerindeki öncelikler arasında yer alıyor. Bu bakımdan özgün olarak geliştirilen ve ülke amaçları doğrultusunda hazırlanan uyduları var. Bu uydular IRS serileri adı altında 1988 yılından itibaren fırlatılmaya başlandı. Halen, sürekliliği olan bir program içinde yapımına ve geliştirilmesine devam ediliyor. IRS –1A,1B, P2, 1C, P3, 1D uyduları, Rusların VOSTOK ve Hindistan'ın PSLV fırlatıcıları ile fırlatıldılar. IRS-1C ve 1D uzaktan algılama uydularından 5 metre çözümlemede yeryüzü görüntüleri alınabilmekte. Bu uydulardan çekilen görüntüleri ABD EOSAT Co. firması, global temelde pazarlıyor. Hindistan IRS-1'lerin daha gelişmiş modelleri olan IRS 2 uydularını geliştirmek üzere çalışmalar yapıyor. Bu uydular, Hindistan'ın fırlatıcıları PSLV ile yörüngelerine yerleştirilecekler.



Hindistan'ın ilk denemesini 1994 yılında yaptığı kutupsal uzay fırlatma aracı PSLV.



Hindistan'ın ikinci kuşak roketlerinden "İleri Uzay Fırlatma Aracı" ASLV.

Diğer Hindistan Uyduları

Hindistan ayrıca bilimsel amaçlı uydulara da sahip. Bu uydular ROHINI ve SROSS (Stretched Rohini Satellite Series) serileri olarak biliniyor. ROHINI–0,1,2,3 uydularının her biri 40 kg ağırlığında, teknoloji amaçlı ve Hindistan SLV fırlatıcıları tarafından 1979, 1980, 1981 ve 1983 yıllarında fırlatıldılar. SROSS-C ve C2 yine bir Hindistan fırlatıcısı olan ASLV ile 1992 ve 1994 yıllarında fırlatıldı. Hindistan kırsal bölgelerdeki halkı eğitmek için sabit yörüngeli haberleşme uydularını geliştirdi. GRAMSAT serileri olarak adlandırılmış bu uydular Hindistan'ın yeni GSLV roketleriyle fırlatılacak.

Fırlatıcılar

Hindistan, fırlatıcı sistemlerindeki yeteneği, Avrupa (Ariane fırlatıcıları viking teknolojisi) ve Rusya'dan alınan teknolojilerin geliştirilmesiyle sağladı.

İlk Fırlatıcılar

Sounding Roketleri, Hindistan'ın ilk fırlatıcıları. 100 kg ağırlığındaki yükleri 350 km yüksekliğe çıkartabiliyorlar. SLV3 olarak adlandırılan bu fırlatıcılar, 1980 den sonra 4 defa kullanıldı. Bu fırlatıcılar ile 30 ila 40 kg arasında taşınan yükler 400 km yüksekliktekı alçak irtifa yörüngelerine yerleştirildiler. Fırlatıcıların motorları katı yakıt ile çalışıyor. Bunlardan sonra daha ileri bir model olan ASLV (Advanced Space Launch Vehicle) fırlatıcıları geliştirildi. Bu modelle 100 ila 150 kg ağırlığındaki yükler alçak irtifadaki yörüngelerine katı yakıt itki sistemleri kullanılarak yerleştirildiler. Bunlarla ilk başarılı fırlatma 1992 yılında gerçekleştirildi. Bu fırlatmada SROSS-C uydusu, 1994'teki ikinci fırlatmada ise SROSS-C2 uydusu yörüngesine bırakıldı.

Kutupsal Uzay Fırlatma Araçları

IRS uzaktan algılama uyduları için geliştirilen bu araçlar, 1000 kg yükle 900 km yüksekliğe ulaşabilirler. Bu araçlar, 4 aşamalı bir sistemden oluşur. Birinci bölüm, 125 ton katı yakıt içermekte. İkinci bölümde Viking tipinde bir motor bulunuyor. Üçüncü bölümde katı yakıt tekrar depolanmış durumda. Son bölümdeyse sıvı yakıtla çalışan motor bulunuyor. İlk başarılı fırlatma 1994 yılında gerçekleşti. 804 kg ağırlığındaki bir uydu IRS-P2 kutupsal yörüngesine yerleştirildi. Bu fırlatmayı 1996 ve 1997 deki diğer iki başarılı fırlatma izledi. ESA'nın küçük uydusu Proba ve Güney Kore ye ait bir ticari uydunun bu fırlatıcılar ile fırlatılması için antlaşmalar yapılmış bulunuyor.

GSLV (Sabit Yörüngeli Uzay Roketi)

Bu fırlatıcılar halen test aşamasında ve ileri düzeyde teknoloji içeriyor. INSAT-2 uyduları için geliştirilmiştir. Bazı ileri teknolojiler ABD ve Rusya dan elde edilmiş. Transfer edilmek istenen teknolojilerden, fırlatıcı sistemin üst bölümünde yer alacak "cryogenic" (soğutucu) kısmı, ABD ile Rusya arasında bir problem çıkmasına neden olmuş. Bunun üzerine yerli teknolojilerin geliştirilmesi yönüne gidilmiştir ve ISRO'nun bu teknolojilerin yapımını finanse etmesiyle yerli olarak üretilmiş. Bu teknoloji için 1.5 milyar rupi harcama yapılmış durumda. 2003 yılına kadar Hindistan'ın Sriharikota adasından 16 fırlatmanın yapılması planlanmış bulunuyor. Bunlardan 11'i, yerli uyduları taşıyacak.

Tek Aşamada Yörünge Fırlatıcıları

Hindistan havacılık mühendisleri, minyatür, tek aşamada yörüngesine ulaşacak, tekrar kullanılabilir bir uzay taşıyıcı uçağını tasarlamış bulunuyorlar. Bu uzay uçağı, Rusların Mig-25 savaş uçağı boyutlarında ve hidrojen yakıtıyla çalışıyor. AVATAR (Advanced Trans-Atmospheric Research) olarak adlandırılan araç, 1 ila 1.5 ton kapasitesinde alçak yörüngede uçabilecek ve kilogram başına 67 ABD doları maliyetle 100 uçuş yapabilecektir. Aracın maliyeti 5 milyon ABD doları olarak belirlenmiş ve Hindistan Savunma Araştırma ve Geliştirme Organizasyonu tarafından finanse edilmiş bulunuyor.



Potansiyel Ortak İsrail

İsrail Ulusal Uzay Araştırmaları Komitesi (NCSR) İsrail Bilimler Akademisi tarafından 1960 yılında kuruldu. NCSR uzayla ilgili akademik faaliyetleri denetlemekle görevli.

İsrail Uzay Ajansı (ISA) 1983 yılında kurulmuş Bilim ve Geliştirme Bakanlığı'na bağlı bir hükümet kuruluşudur. ISA, ulusal uzay programlarının koordinasyonu ve izlenmesinden sorumludur. Tel aviv üniversitesinde uzaydan uzaktan algılama bölümü bulunuyor.

İsrail 1988 yılında dünyada kendi uydusunu başarılı biçimde fırlatan beşinci ülke durumuna geldi. Bu uydu, OFFEQ-1, teknoloji amaçlı ve küçük boyutlardaydı. 142 derecelik bir açı, 1555 x 250 km yükseklikte 98 dakikalık periyotlarda dönen bu uydu 118 gün boyunca yörüngesinde faaliyetini sürdürdü. Bu uydu İsrail'in Jericho balistik füzelerinden geliştirilerek yapılan bir fırlatıcı SHAVIT yardımıyla Telaviv'in güney bölgesindeki bir askeri üs den fırlatılarak yörüngesine yerleştirildi. İkinci uydu, daha ağır bir model olan OFFEQ-2, 1990 yılında SHAVIT fırlatıcıları ile fırlatıldı. Bu uydu üç eksenli ve sabit özellikte yapılmıştı ve, İsrail Uzay Ajansı ile İsrail Uçak Sanayi'nin ortak geliştirdiği bir program çerçevesinde fırlatıldı. Üçüncü uydu OFFEQ-3 227 kg ağırlığında. 1995 yılında SHAVIT fırlatıcıyla uzaya gönderildi. Halen yörüngesinde faaliyetini sürdürmekte. 1998 yılında OFFEQ-4 fırlatıldı. Bu uydu, roketteki arıza nedeniyle düştü. Uydular, İsrail askeri



İsrail'in askeri amaçlı OFFEQ 3b uydusu

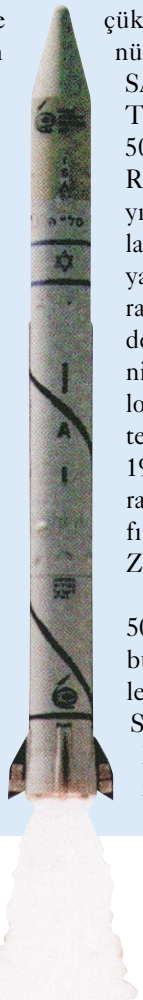
programı içinde görev yapıyorlar. Düşen uydunun maliyeti 50 milyon ABD doları.

OFFEQ uyduları ve SHAVIT fırlatıcılarının ana yüklenici firması İsrail Uçak Sanayii (IAI) adlı kuruluş. İsrail ve ABD'nin ortak savunma amaçlı projeleri bulunuyor. Ayrıca, İsrail'in askeri füze saldırılarını durdurmak için taktik temelli yüksek enerjili lazer kullanan sistemleri geliştirmek üzere planları da bulunuyor.

İsrail, ticari uzay faaliyetlerinde dünyada önemli bir edinmiş bir ülke. İsrail'in Gilat firması, uydu haberleşme üzerinde uzmanlaşmış. Bu firma, dünyanın birçok bölgesinde projeler yürütüyor. Uzaktan algılama uydularının yapımında da etkin rol alıyor.

IAI sivil haberleşme alanında kullanılmak üzere de AMOS (Aircraft Mediterranean Orbital System) programını geliştirmiş bulunuyor. AMOS-1 1996 yılında fırlatıldı. İsrail, küçük uyduların geliştirilmesi yönünde de öğrenci yapımı TECHSAT programını geliştirdi. TECHSAT serilerinin ilki olan 50 kg ağırlığındaki Gurwin-1, Rusların Start-1 roketi ile 1995 yılında fırlatıldı ancak başarı sağlanamadı. İsrail, Avrupa ve Rusya ile ortak bir proje olan üç ultraviole görüntüleme sisteminden oluşan bir küme teknolojisini de (Tel Aviv University Explorer Telescope) oluşturdu. Sistem, halen fırlatılmayı bekliyor. 1998 yılında TECHSAT-1B, İsrail Technion Üniversitesi tarafından geliştirildi ve Rusların Zenith –2 roketi il fırlatıldı.

İsrail Uzay Ajansı için her yıl 50 milyon ABD doları kadar bir bütçe ayırıyon. Ticari faaliyetlerse daha önemli yer tutuyor. Sivil uzay harcamaları, toplam harcamaların % 70'ini kapsamaktadır.



20 Yılda Ne Olacak?

2000 yılına herkes büyük beklentilerle girdi. Beklentilerin başında bilimde büyük atılımlar, yaşantımızı kolaylaştıracak yenilikler, doğaya, gezegenimize, insanlığa karşı daha duyarlı yaklaşımlar geliyordu. Aslında yeni binyıla fizikte, genetikte büyük hedeflerin gerçekleşme işaretleriyle birlikte girdik. Ancak yeni dönemeçte ilk yılın sonuna yaklaştığımız şu günlerde insanlığın coşkusu, heyecanı yatışmaya yüz tutmuş görünüyor. Uzun vadeli hedefler, global amaçlar yerine gözlerimizi, daha yakın geleceğimize çevirdik. Hepimiz, saygı duyduğumuz, başarılarını hayranlık, gurur, bazen de şaşkınlıkla izlediğimiz bilim ve teknolojinin kendi bireysel yaşamımıza nasıl yansıyacağını merak etmeye başladık. Bu yepyeni çağın meyvelerini görmeden, insanlığın en azından kendi yarattığı nedenlerle yok olmasını ya da zarar görmesini istemiyoruz. Bu felaketleri önlemek için birşeyler yapılıyor mu? Bunları merak ediyoruz. Önümüzdeki yıllarda neler gidecek, nelerle yaşamaya devam edeceğiz? Bunları bilmek istiyoruz. Bilimin hızlanan ilerleyişinde bayrağı kimler aldı, hangi kulvarlarda koşacaklar? Bunları öğrenmek istiyoruz. İşte sevinciyle acısıyla, öykündüklerimizle, korktuklarımızla yakın geleceğimiz; gelecek 20 yılın panoraması.

Gelecek 20 Yılın Bilimcileri

Kütleçekim Avcısı

Bedeninizdeki her hücre, her kuark, her elektron, başka bir boyuttaki moleküllerle gizli bir kütleçekimsel ilinti içinde olabilir! Uzun yıllar önce fizikçiler, evrenin aşina olduğumuz üç uzay boyutunun (kuzey-güney, doğu-batı ve yukarı-aşağı boyutlar, başka bir deyişle, üç boyutlu bir grafik üzerindeki x, y ve z eksenleri) dışında başka uzaysal boyutları olabileceğini öne sürmüşlerdi. Tanıdığımız ya da tanımadığımız uzay boyutlarının yanı sıra bir de zaman boyutu var. Günümüzde sicim kuramını savunan fizikçiler, yeni uzay boyutların sayısını yediye kadar yükseltmiş bulunuyorlar (Bkz. Sicimlerle Yeni Evrenler, Bilim ve Teknik, Şubat 2000). ABD'nin California Üniversitesi'nde (Berkeley) fizik asistanı olan Nima Arkani-Hamed (28), daha da ileri gidiyor. Sicim kuramcılarının, bu fazladan boyutların, kendi üzerlerine kıvrılmış çok küçük ölçeklerde (Planck Ölçeği = 10^{-33}cm = santimetrenin bir milyar kere trilyon kere trilyonda biri) olduğunu düşünmelerine karşılık, Arkani-Hamed, bunların çok daha büyük, milimetre ölçeği yakınlarında olabileceklerini öne sürüyor. Genç kuramcıya göre biz bu fazladan boyutların farkına varamıyoruz; çünkü doğanın temel kuvvetleri olan (atom çekirdeklerini ve içlerindeki temel parçacıkları bir arada tutan) şiddetli çekirdek kuvveti, (atom çekirdeklerinin bozunmasına yol açan) zayıf çekirdek kuvveti ve (atomları, yani çekirdeklerle, etraflarında dolanan elektronları bir arada tutan) elektromanyetik kuvvet, tanıdığımız üç uzay boyutunda bulunuyor. Bu üç kuvvetten çok daha zayıf, ancak çok daha uzun erimli olan kütleçekimiyse, Arkani-Hamed ve benzer görüşleri savunan fizikçilere göre, ötekilerden farklı; çünkü farkında olmadığımız öteki boyutlara dağılmış durumda. Ve kütleçekimi öteki boyutları da kapsıyorsa, bu boyutlar içindeki maddeyle de etkileşiyor olabilir. Bu da, evrende tanıdığımız maddenin eksikliğini kapatıyor olan kuramsal "karanlık madde"yi açıklayabilir. Arkani-Hamed'e göre bu boyutlardan bazıları, daha güçlü parçacık hızlandırıcıları yapıldığında (örneğin Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de 2005 yılında hizmete girmesi beklenen Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda [LHC] ortaya çıkabilir.



Çip Yarışçısı

Araştırmacılar Bilim adamları gerçi insan gen haritasını çıkarma çabalarında yolun sonuna yaklaştılar, ama bu kalıbın sağlayacağı olanaklardan tam olarak yararlanabilmek için ayrı ayrı her bireyin gen diziliminin bilinmesi gerekiyor. ABD'nin Northwestern Üniversitesi'nden kimya



mühendisi Annelise E. Barron (32), bu hedefin gerçekleştirilmesini sağlayacak araçlar üzerinde çalışıyor. Barron'un "çip üzerinde laboratuvar" diye nitelenen çalışma ürünleriyle bir hastanın streptokok enfeksiyonu, yüksek tansiyonu, hatta kansere yakalanma eğilimi olup olmadığı anlaşılabilecek. Bunun için araştırmacı, hastaların kan örneklerinden elde ettiği DNA dizilerinin, hastalıkla ya da aranan özellikle ilgili bölümlerini ayırmak üzerinde yoğunlaşıyor. Şimdilik, laboratuvarda kullanılabilecek bir teknoloji geliştirmiş. Ama artık tanı işini daha hızlı gerçekleştirebilecek, pratik yollar peşinde. "Aslında Ford'un (ilk seri üretim binek otomobili) T-Modeli'de işimizi görürdü, ama bir Maserati sahibi olmak bambaşka birşey" diyor.

Karbon Mühendisi



Babası ve ablası gibi fizikçi olmak yerine kimyayı seçen Carolyn Bertozzi (34), California Üniversitesi'nde (Berkeley), karbonhidratlar konusundaki bilgilerimizi zenginleştiriyor. Bu çok birimli şeker moleküllerinin hücreler arasındaki iletişime aracılık ettikleri sanılıyor. Bu sürecin iyi bilinmesi, bağışıklık tepkimesi ve kanserin yayılması konusunda yeterli bilgiye ulaşmamız için çok önemli. Şimdiye değin biyokimya ve ilaç araştırmalarında karbonhidratların karmaşık yapılarıyla uğraşmak yerine, daha basit yapıdaki proteinlerle çalışmak yeğleniyordu. Özel bir karbonhidratı faaliyete geçirip durduran küçük bir molekül keşfeden Bertozzi, bu karbonhidratın hücre üzerindeki etkisinin araştırılmasına kapıları açtı. Araştırmacı ayrıca ateş yükselmesi sürecinde önemli rol oynayan bir karbonhidrat da keşfederek ateş düşürücü yeni ilaçlar için zemin oluşturmuş bulunuyor.

Nano-tuğla Mimarı

Vicki L. Colvin (35) mikroskopik ölçekte sentetik yapıtaşları için esinini, kahve tiryakisi annesinin fincan diplerindeki tortulardan almış. Bunları kültürleyen araştırmacı, nano (metrenin milyarda biri) ölçekteki yapıtaşlarının, genellikle organik maddelerin kendi kendilerini çoğaltmalarına olanak veren basit kalıp biçimlerinde olduğunu gözlemiş. Colvin, "araştırmacılarımız harika moleküller yapabiliyorlar, ama bunlar yalnızca birer tuğla. Doğanın yapıp, bizim yapamadığımızsa bu tuğlalardan, duvarlar, hatta binalar inşa etmek" diyor. Colvin bunu kendisine iş edinmiş. Kendi kendini inşa yönteminin kimyasını tam olarak öğrenebilirse, malzeme bilimi için önemli ufuklar açacak. Örneğin, yapay proteinlerden yapıtaşları kullanarak yeni mercek ya da lazer türleri geliştirebilecek.



Kimya Marangozu

Christopher C. "Kit" Cummins (34) Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde Kimya profesörü. Biraz değişik malzemelerle de olsa, gençlik özlemini giderebiliyor. Liseyi bitirdiğinde, büyükbabasının çiftliğinde edindiği marangozluk hünerlerini geliştirmek için İsveç'e gitmeyi düşünmüş, ama sonra daha yüksek bir eğitim de karar kılmış. Şimdi yaptığı da pek farklı değil: Kimyasal alet edevat kullanarak olanaksızı gerçekleştirmek. Örneğin atmosferimizin %80'ine yakın bölümünü oluşturan azot moleküllerini bölmek. Gerçi kendinden önceki bilim adamları geçtiğimiz yüzyılın başlarında bunu gerçekleştirerek Nobel almışlar. Önemi, nitrojen molekülünün bölünmesinin amonyak sentezine olanak vermesi, bunun da yapay gübre ve deterjanların yapımına yol açması. Ancak eski yöntem için çok yüksek basınçlar gerekirken Cummins kimyasal bir "testere" kullanarak, molekülü rahatça ortasından bölüyor. Kullandığı araç, özel bir biçim verilmiş molibden.



Değer Biçici

Stanford Üniversitesi çevre biyologu Gretchen Daily'nin işi kolay değil: Bir bölgenin ekolojisini öylesine yakından tanıyacak ki, toprağın nasıl değerlendirileceği yolunda alınacak değişik kararların sonuçları konusunda doğru öngörülerde bulunacak. Kendi yaptığı türden çevre değerlendirmeleri yapılmaksızın başlatılan girişimlerin sonucu için şu örneği veriyor: Avustralya'nın bir bölgesinde çiftçiler binlerce dönüm genişliğindeki ağaçlık bir alanı "temizleyerek" tarım alanı açmışlar. Buna karşı çıkanlara söyledikleri, tarımsal ürünün getirisinin, ekolojik zararı kat kat karşılayacağı. Ancak kısa süre sonra toprak altındaki su tablası yükselmiş; su tuzlu çıkmış ve tüm ürünü mahvetmiş. "Aslında gezegenimiz üzerindeki yaşamı mahvediyoruz" diyor Daily. " Herşeyi koruyabilmek için artık çok geç; ya hem topluma hem de çevreye büyük hasar pahasına yaptığımızı körcesine yapmaya devam edeceğiz, ya da bazı ekosistemlerle olan ilşkilerimizin ayırdına varacağız.".



RNA Şifre Çözücüsü

Yale Üniversitesi'nde moleküler biyofizik ve biyokimya profesörü olan Jwennifer A Doudna'nın fantezisi, Hawaii'ye kaçıp papaya (tropikal bir meyve) yetiştirmekmiş. Ancak arkadaşları, kendisinin papaya yerine yetiştirdiği ribonükleik asitin (RNA), insanlık için çok daha yararlı olduğunu düşünüyorlar. Doudna'nın uğraş alanı, RNA kristalleri üreterek bunların sırlarını çözmeye çalışmak. Araştırmacılar, tüm canlıların genetik şifresini taşıyan DNA molekülünün sırlarını büyük ölçüde çözdüler. DNA'dan kopyalanan ve yaşamı oluşturan malzemeyi bir araya getiren RNA ise henüz sırlarını büyük ölçüde koruyor.



Gezegen Avcısı

Princeton Üniversitesi İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden B. Scott Gaudi (26), gökbilime gezegenlerin isimlerini ilk kez ezberlediği ilkokul ikinci sınıfta tutulmuş. Bugünse, Güneş Sistemi dışında keşfedilen ve sayıları 50'ye yaklaşan gezegenlerin kimliklerini ezberlemeye çalışıyor. Ancak Güneş'in yakın çevresinde keşfedilen bu gezegenlerin



hiç biri Dünyamıza benzemiyor. Çoğu, kendi güneşlerine çok yakın, bizim Jüpiter'den de büyük gaz devleri, ya da çok uzaklarda dolanan buzdan dünyalar. Gaudi, boyutları Dünya'ya yakın küçük gezegenleri bulmak için, küçük bir gezegenin yıldızın önünden geçmesi ya da yıldızla gezegenin daha uzaktaki bir yıldızın ışığını "merceklemesi" gibi son derece az rastlanır olayları gözlemek gerektiği görüşünde. Ancak umudunu yitirmiyor. Gökbilimci, önümüzdeki yirmi yılda keşfedilen gezegenlerin sayısının büyük ölçüde artacağını ve evrende yalnız olup olmadığımız konusuna ışık tutacağını söylüyor.

Karadelik Gözlemcisi

Andrea Ghez'in (35) amacı, betimlenmesi gereği görünemeyecek olan şeyi görmek. California Üniversitesi (Los Angeles) fizik ve gökbilim profesörü, gökadamız Samanyolu'nun merkezinde dev bir karadeliğin bulunduğunu gösteren en güvenilir kanıtları bulmuş. Ghez'in gözlemleri, gökadanın merkezindeki yıldızların son derece büyük kütleli, ancak görünemeyen bir cismin çevresinde büyük bir hızla dolandıklarını ortaya koymuş. Merkezdeki cismin kütleçekimi öylesine güçlü ki, çevresinde olay ufku denen hayali bir kürenin sınırlarından giren hiçbir şey, hatta ışık bile bir daha dışarı çıkamıyor ve merkezde "tekillik" denen bir noktaya düşüyor. Gökada merkezlerindeki dev karadelikler, Güneş'ten 8-10 kat kütleli yıldızların çökmesiyle oluşan "yıldız kütleli karadeliklerden bir milyon ile bir milyar kez daha kütleli olabiliyor. Samanyolu'nun merkezinde Sagittarius A* diye tanınan karadelik adayının da yaklaşık 3.5 milyon Güneş kütlesinde olması gerektiği hesaplanıyor.



Parçacık Çöpçatanı

Yirminci yüzyıl fiziğinin dayandığı kutsal temellerden biri, benzer yükteki parçacıkların birbirini itmesi, ters yüktekilerinse çekmesi. Ancak Chicago Üniversitesi parçacık fiziği doçenti David Grier (38) oldukça büyük, dolayısıyla oldukça büyük elektrik yükü taşıması gereken eş iki molekülün birbirlerine yaklaştıklarını gözlemiş. Araştırmacıya göre bu, ilk bakışta akla geldiği gibi bilinen fizik temellerinin çökmesi anlamına gelmiyor. Grier, "günümüzün kuramları, elektronları ve öteki parçacıkları birbirlerinden bağımsız varlıklar olarak tanımlıyor; ancak bunlar bazen işbirliği halinde davranabiliyorlar ve ortaya çıkan grup davranışı fizik yasalarını ihlal eder gibi görünüyor" diyor. Ancak bu Grier'e göre fizikçiler için bir iş sigortası anlamına geliyor. Çünkü günümüz kuramının yetersizliği, tüm fizikçiler için yepyeni kapılar açıyor.



Çarpışmalar Kraliçesi

Doğup büyüdüğü Güney Kore'de bir onur öğrencisi olup özellikle matematiğe merak salan Young-Kee Kim (37), sonunda kendini California Üniversitesi'nde (Berkeley) bulmuş. ABD'nin 1993 yılında Süperçarpıştırıcı projesini iptal etmesinden sonra Fermi Parçacık fiziği Laboratuvarı'nda deneysel çalışmalar yürüten Kim, zayıf kuvveti taşıyan parçacıklardan biri olan W^+ ve W^- bozonlarının kütleleri için daha kesin değerler bulmuş. Fizikçi, şimdi parçacıklara kütle kazandırdığı düşünülen Higgs Bozonu'nun peşinde.



Roket Yakıtçısı

Diane Linda Linne (36), çocukluğunun geçtiği ve yalnızca tek bir yakıt istasyonunun bulunduğu küçük kasabada "Uzay Yolu" dizisinin meraklısıymış. Şimdi görevli olduğu NASA'nın Glenn Roket Merkezi'nde yaptığıysa, bilimkurguyu bilime dönüştürüp uzay yolculuğuna kapıyı aralamak. Bunun için de Mars'ta bir yakıt istasyonu kurmanın yollarını araştırıyor. Uzun mesafeli uzay yolculukları için yakıt önemli bir sorun. Gidiş Dönüş bir Mars yolculuğu, önemli ölçüde yakıt demek, bu da roketin ağırlaşması ve taşıyabileceği yükün azalması demek. Oysa uzay aracı Mars'ta yakıt ikmali yapacak olursa işler kolaylaşıyor. Bunun için Linne, karbonmonoksitle çalışan bir roket yapımı üzerinde çalışıyor. Böyle bir roketse yakıt bulmakta zorlanmayacak. Çünkü bu gaz, karbondioksiti parçalayarak kolayca elde edilebiliyor ve karbondioksit de Mars atmosferinde istemediğiniz kadar var. Bu durumda roketin Mars'a inip pompacıya "doldur" demesi, dönüş için yeterli.



Kuantum Sıçrayıcısı

California Teknoloji Enstitüsü'nde fizik asistanı olan Hideo Mabuchi, herşeyin alıştığımız gibi kurallara ve "mantığa" uygun olarak gittiği makrodünyamızın, aslında bir çelişkiler ve kaynaşma dünyası olan mikroskopik dünyada geçerli olan kuantum köpüğünden kaynaklandığını düşünüyor; ama nedenini henüz bilmiyor. Bunu bilmesine yardım edecek bir araç olarak da bir kuantum bilgisayar yapmaya çalışıyor. Bu bilgisayar düşüncesinin temelinde yatan şey, bir kuantum parçacığının aynı anda farklı spinlerde olması ve bu niteliğiyle bilgi taşıyabilmesi. Araştırmacılar, çalışır bir kuantum bilgisayarın, süperbilgisayarların binlerce yılını alacak işlemleri birkaç saniye içinde yapabileceğini düşünüyorlar.



Sicimlerle Senfoni

Harvard Üniversitesi'nin fizik profesörü, Arjantin asıllı Juan Maldacena, elindeki kahve fincanının içinde de, gökyüzünde de, hatta baktığı her yerde titreşen akıl almaz küçüklükte sicimler görüyor. Bu sicimler değişik biçimlerde titreşerek elektronları, ya da evrendeki tüm öteki parçacıkları oluşturuyor. Maldacena ve kendisi gibi ne atomaltı dünyayı açıklayan kuantum kuramının, ne de kütleçekimi betimleyen genel göreliliğin tekbaşlarına evreni tümüyle açıklayabildiğine inanıp, bu işi başaracak tek bir kuram peşinde koşan araştırmacılar, bunun en iyi aracının sicim kuramı olduğu görü-



şünü savunuyorlar. Maldacena'nın kurama özgün bir katkısı, araştırmacıların kullandıkları farklı iki matematik modelin aslında birbiri yerine geçebilen özdeş bir model olduğunu kanıtlamak olmuş.

Kansere Biçim Kalkanı

Hücreler, kendilerinden istenen herşeyi yapan uysal varlıklar. Evrim sürecinde, bedenin genel çıkarları doğrultusunda ne zaman çoğalıp ne zaman ölmeleri gerektiğini öğrenmişler. Ama Sloan-Kettering Kanser merkezi araştırmacılarından Nikola Pavlevitch, bu mekanizmayı düzenleyen genlerin çevresel toksinler ya da normal hücre süreçleri sırasında zarar görebileceğini söylüyor. Normal hücrelerde, özel görevli bir takım proteinler DNA'yı kontrol ederek hücrede işlerin tasarıma uygun biçimde yürümesini sağlıyorlar. Ancak bu proteinler de değişikliğe uğrarsa işler sarpa sarıyor ve hücre, öleceği yerde çoğalıp kansere yol açıyor. Pavlevitch laboratuvarında proteinleri kristal haline getirerek üç boyutlu yapılarını inceliyor ve bozulma nedenlerini araştırıyor. Araştırmacı, bir hücrenin kanserli hale dönüşmesi için tek bir proteinin biçim değiştirmesinin yettiğini bulmuş. Bu proteinleri eski biçimlerine döndürmenin yolunu da bulabilirse kanser tedavisinde epey yol alınmış olacak.



Şempanzelerin Dostu

Louisiana Üniversitesi'nden karşılaştırmalı psikoloji uzmanı Daniel Povinelli (36) insansımaymunların da insanlar gibi sayı sayabildiklerine, alet kullanabildiklerine, hatta işaret dilini kullanmayı öğrenebildiklerine göre, bizim gibi düşünüp düşünemediklerini merak etmiş. Laboratuvarında yedi şempanzeyi dokuz yıl süreyle gözleyen Povinelli'nin vardığı sonuç, bu hayvanların yalnızca akılları biraz daha kıt, daha az konuşkan benzerlerimiz olmayıp, çok garip ve ilginç farklarla bizden ayrıldıkları merkezinde. Araştırmacıya göre soyut kavramlaştırma, insansı maymunların erimi dışında. Bu hayvanlar, insanları inceleyip nasıl düşündükleri konusunda kafa yormuyorlar, çünkü düşünmeyi düşünemiyorlar. Bu da insanlarla insansı maymunlar arasındaki en temel fark olabilir. Povinelli, aslında çalışmasının insansı maymunlar üzerinde olmadığını vurguluyor ve "ancak bize benzeyten hayvanları incelemek yoluyla kendimizi daha iyi anlayabiliriz" diyor.



Bitki Sihirbazı

Küçüklüğünde ünlü kaşiflerin yaşam öykülerine meraklı olan ve Thomas Edison'un "icat fabrikası"na özenen Chicago Üniversitesi moleküler genetik asistanı Daphne Preuss (37) icat tutkusunu gerçekleştirmek üzere. Araştırmacı, tümüyle yeni bitki kromozomları geliştirmiş. Alışılagelen genetik mühendisliği yöntemlerinde, herhangi bir organizmanın doğal kromozomlarına istenen bir özellik verebilecek tek bir gen nakledliyor. Oysa Preuss'un hedefi, yapay kromozomlara çok sayıda gen aşılamak. Böylece bir bitkinin genetik bilgisini oluşturan ansiklopediye tek bir sayfa eklemek yerine, kendi yazdığı cildi eklemek istiyor. Laboratuvarda gerçekleştirdiği deneylerin ilk ürünü bitkiler büyümelerini sürdürüyor. Araştırmacı bunları inceleyerek, kendilerinden istenen hangi özellikleri yerine getirdiklerini öğrenecek. Preuss, 20 yıl içinde araştırmacıların yapay kromozomlar yoluyla yalnızca böceklere, mantarlara ve kuraklığa dayanıklı değil, vitamin, ilaç ve doğada eriyen plastikler üretecek bitkiler yetiştirileceğini söylüyor.



Dalga Süvarisi

California Üniversitesi'nin (Los Angeles) en genç profesörü olan matematikçi Terry Tao (25), gerçekle ilgisi olmayan bir dünyada yaşadığını kendisi de kabul ediyor. En basit anlatımıyla, dalgaların bir nokta üzerinde odaklandığı sayının kontrolü, diye tanımlanacak çalışması, kendine göre de "tümüyle kuramsal" bir uğraş. Ancak çalışmasının sonuçlarının ne olacağı konusunda



da şimdiden hüküm yürütülemeyeceğini vurgulayor. Genç profesör, Descartes'ın da Calculüs'ün gün gelip bir uydunun yörüngesinin belirlenmesine yarayacağından haberi olmadığını söylüyor. Tao'ya göre bin yıl öncesinin matematiği günümüzde rutin olarak kullanılıyor ve "bugün bizim yaptığımız da geleceğin matematiğinin bir parçası olacaktır" diyor.

Titreşimlerin Adamı

Hollanda asıllı kuramsal sismolog Jereon Tromp (34), Harvard'daki öğretim kadrosundan kısa süre önce ayrılarak, "harekete daha yakın olmak için" California Teknoloji Enstitüsü'ne geçti. California, ünlü San Andreas Fayı'nın bulunduğu eyalet. Sismologların çoğu, genellikle geçmiş depremlerin yerin yüzünde meydana getirdiği değişikliklerle, nerenin ne kadar kaydığıyla ilgilenirken Tromp verilerden karmaşık matematiksel modeller türeterek, gelecek depremde yerin hangi biçimde sallanacağı yolunda öngörüler geliştirmeye çalışıyor. Modelleme, bir kent içindeki ayrı mahallelerin bile hangi farklı türlerde sallanabileceğini kesine yakın bir olasılıkla belirleyebilir. Bu da mimarlara, şehir plancılarına, mühendislere ve kurtarma ekiplerine felaketin en iyi nasıl önlenebileceği konusunda yol gösterebilir.



Klonlama Ustası



Bilim adamları 16 yıl boyunca fare klonlamaya çalışırken, New York'taki Rockefeller Üniversitesi'nin 33 yaşındaki Japon asıllı biyologu Teruhiki Wakayama, 1997 yılında döllenmiş yumurtalar yerine döllenmemiş yumurtalardan yararlanılması düşüncesini ortaya attı. Teknik şaşırtıcı biçimde başarılı oldu. Wakayama, "benim amacım yeni bir hayvan yaratmak değil" diyor; "biyolojide canlıların neden canlı olduklarını açıklayan mekanizmaları öğrenmek istiyorum, o kadar."

Weed, W. S., "Twenty Scientists to Watch in the Next Twenty Years", *Discover*, Ekim 2000

Çeviri: Raşit Gürdilek

Yirmi Yılda Değişmeyecekler

1957 yılında yayımlanan "Yaza açılan Kapı" adlı kitabında bilimkurgu yazarı Robert Heinlein, 2000 yılında robot hizmetkarlar kullanacağımızı, bütün hastalıklara çare bulacağımızı, yerçekimine karşı koyabilen araçlarla seyahat edeceğimizi söylüyordu. Yanıldı. Birileri çıkıp bundan dolayı Heinlein'ı kınayabilir. Oysa gerçek yaşamda hiçbir şey bilimkurgu yazarlarının ya da gelecekbilimcilerin öngördüğü kadar hızlı değişmez. Yine de gelişim hep var olacaktır.

Gelecekte yirmi yıl ileriye baktığımızda bugünkü ev ve iş yaşamımızla benzerlikler gösterdiğini göreceğiz, tıpkı bugünkü yaşamımızın 80'li yıllardakine benzediği gibi çok büyük değişiklikler olmayacak çevremizde. 20 yıl sonra hâlâ yaşamımızda fazla değişmeden var olacak şeylerden birkaçı:

Evler: 1957'yle 1967 yılları arasında milyonlarca ziyaretçi Disneyland'daki UFO biçimli bir evi gezdiler. Bu ev "geleceğin evi" olarak tanıtılıyordu insanlara. Bugüne dek bu evlerden bir tane bile inşa edilmedi. Amerikalılar yaklaşık 1880'lerden beri ideal konut estetiğine sahip olduğunu düşündükleri tipte evler yapıyorlar.



Kurşunkalemler: "Kurşunkalem: Tasarım ve Koşulların Tarihi" adlı kitabın yazarı ve Duke Üniversitesi'nde Mühendislik Profesörü olan Henry Petroski, bugünün kurşunkalemini gelişen mühendisliğin klasik bir örneği olarak tanımlar. Ona göre, bilgisayar devrimine ve yeni yazım tekniklerine rağmen kurşunkalem satışı sabit kalmıştır; çünkü kurşunkalemin eski avantajları hâlâ geçerlidir: "O silinebilir, kalemtraşla sivriltilebilir, pil gerektirmez, mürekkebe gereksinim duymaz ve ucuzdur." Petroski, kurşunkalemin şeklinin ve satış rakamının 2020 yılında da görece olarak sabit kalacağını düşünüyor.

Kitaplar: MIT, Medya Laboratuvarı yöneticisi Nicholas Necraponte, kitapların kısa bir dönem içinde yeniden yazılabilme olanağı olan çok ince sayfaya benzer metal levhaların birleştirilmesinden oluşan ciltlere dönüşeceğini tahmin etmişti. Bazı kitaplar bu doğrultuda değişebilir. Dünyadaki pek çok laboratuvarda kağıda benzeyen yüzeyler üzerinde çalışılıyor; fakat şu bir gerçek ki 500 yıllık bir direnişle geleneksel kitaplar hâlâ onların önünde yer alıyor. Geleneksel kitaplar güvenilir, ucuz, hafif ve dayanıklı.

Nakit Para: Mikro-çip uyumu olan "şık" kartların paranın yerini kısa zamanda devralacağı düşüncesini savunan yaygın görüşün tersine, nakit para hâlâ popüler ve popüler olmayı da sürdürecek gibi görünüyor. Ekim 1999 yılında Büyük Britanya'da yapılan Perakende Bankacılık Araştırması Raporu'nun sonuçlarına göre önümüzdeki birkaç dönem içinde nakit para günümüzde kullanıldığı gibi çeşitli alanlarda kullanılmaya devam edecek. Nakit para kullanımı ATM'lerdeki nakit para çekme komisyonları sayesinde bankaları da destekliyor. Nakit aynı zamanda çabuk el değiştirebiliyor, cüzdanlara sığabiliyor, iz bırakmadan sınırları aşabiliyor. Unutmayalım "Para konuşur" sözü nakit için söylenmişti.



Yemek gereçleri: 1611 yılında Thomas Coryat adında bir İngiliz, ülkesine ilk çatalı İtalya'dan getirdi, kendisi çatal kullanıyor ve kullanılması için de elinden geleni yapıyordu. Çevresinde-

20 yÝl içinde Demode Olacaklar



Teknoloji, amansÝzbir biçimde gelißiyor. 20 yÝlsonra tam olarak nelerin gerçekleßeceğini bilemesek de; bu gelißimin hÝzÝnÝgöz önünde bulundurunca, en azÝndan önümüzdeki yirmi yıl içinde teknolojideki gelißmelerin ne gibi bir yön izleyeceÛini tahmin etmek pek de zor deÛil.

Þimdiden yaßantÝmÝzÝn ayrÝlmaz bir parçası olan bilgisayarlarÝnönemi hiç kußkusuz daha da artacak. Bu nedenle gelißimin hÝzÝnÝtahmin ederken belki de bilgisayarÝngelißim hÝzÝnÝgöz önünde bulundurmak en doÛrusu olur. Entegre devrelerdeki gelißimler, bilgisayarlarÝnhÝzÝnÝher 18 ayda bir ikiye katlÝyor.ÜßlemcilerinyanÝnda,bilgisayarÝn bellek görevini üstlenen RAM yongalarının performansÝher 1.5 yÝldabir; sabit disklerin kapasiteleriyse her 9 ayda bir ikiye katlanÝyor.Bir baßka yönden bakacak olursak, aynÝhÝzlaçalışan bilgisayarlarÝnboyutlarÝgiderek daha da küçülüyor. Gelißimin hÝzÝnÝgünümüzdeki gibi düşünürsek, 20 yÝl sonra bir Pentium ißlemci yongasÝnÝn ßimdikinden 10 000 kez daha hÝzlÝ ya da ßimdikinin 10 000Ûde biri büyüklükte olacağını varsayabiliriz.

Bilimde son yıllardaki en önemli gelişmelerden biriyse insan genom haritasÝnÝnolußturulmasÝBüyük bir yap boz oyununa benzetebileceÛimiz bu harita, tamamlanma aßamasÝna geldi. Genlerimizin çözülmesi, önümüzdeki yirmi yıl içinde gen terapisi alanÝnda önemli adÝmlarÝnatÝlabileceÛinin habercisi. Bu, insanlÝkTarihinde en farklÝduran gelişmelerden biri olacak. Çünkü, insan, ilk kez kendi üzerinde değişiklikler yapmak için adım atacak.

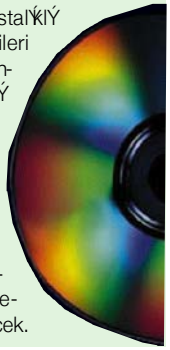
Bu arada, alÝßageldiÛimiz bazÝ ßeylerin de "modasÝ geçecek". OnlarÝnyerini yeni teknoloji ürünler alacak. Mekano-elektrik teknolojiyle çalÝßanpek çok aygÝt,yerini daha güvenilir katÝ-hal aygÝtlarÝna bÝrakacak. CD, DVD, VCD ve teyp-kasetleri gibi veri saklama araçları kullanÝmdankalkacak. OnlarÝnyerine, veri sÝkÝßtÝrmateknolojisindeki gelißmelerle birlikte, MP3 türü dosyalar, katÝ hal belleklerde depolanabilecek. Bu aygıtların günümüzdeki kapasitesi yaklaßÝk128 megabayt dolayÝnda.20 yÝlsonraysa bunun 10 000 katÝ,yani 1.28 terabayta olaßmasÝbekleniyor. Bu kapasite, 200 uzun metrajlÝ filmin saklanabilmesine olanak tanÝyacak kadar büyük. Yine, gelißmelerin bir sonucu olarak, film çekme kameralarÝve projektörlerin yerini yüksek çözünürlükte görüntü saÛlayabilen sayÝsalgörüntüleme aygÝtlarÝalacak.

Cep telefonlarÝ,radyolar gibi aygÝtlarlakullanÝlan kablolu kulaklÝklarÝn yerini telsiz kulaklÝklar alacak. Uzaktan kumandalar ve pek çok düğmeli kumanda, yerini sele kumandaya bÝrakacak.Üstediİimiz komutu sözle vermemiz yeterli olacak.

Belgelere atÝlanimzalar geçerliliğini kaybedecek. ÜmzamÝzÝn yerini, biyometrik kimlikler alacak. Bunlar, iris, parmak izi ve ses özelliğimizi tanımlayacak.

Gerçek orkestralarÝn çaldığı müzik parçaları ancak eski plak ve CDÛlerdebulunabilecek. Müzik, sayÝsalyöntemlerle bilgisayarlarla üretilecek. Kimse kaybolmayacak; çünkü GPS kullanÝmÝ GPS alÝcÝlarÝnÝnçok küçülmesi sayesinde yaygÝnlaßacak. Herkesin cep telefonunda ya da saatinde bir GPS alÝcÝsÝbulunabilecek. Petrol ürünleriyle çalışan motorlar, yerini enerjisini yakÝt hücrelerinden alan motorlara bÝrakacak.

BunlarÝnyanÝnda,tÝptaönemli gelißmeler olmasÝbekleniyor. Çeşitli gen terapileriyle, pek çok hastalÝÛaçare bulunabilecek. Gen terapisiyle, zamanla hormonlar, hücreler ve hatta organlar üretilebilecek. HastalÝklÝ dokular ve organlarÝn yenileri üretilebilecek. Organ nakli sonrasÝ vücudun yeni organÝ reddetmesi gibi bir sorun olmayacak. Çünkü, organlar hastanÝn kendi dokusundan üretilecek. YÝldayaklaßÝk600 000 kißiye uygulanan by-pass ameliyatÝtarihe karÝßacak. Genetik müdahaleyle, tÝkalÝkdamarlarÝnyerine yenisinin gelißmesi saÛlanabilecek.



kiler onunla alay ettiler ve güldüler; davranışlarını kadınsı olarak niteliyorlardı. Oysa günümüzde çatal ve onun tarihi arkadaşları kaşık ve bıçak, yemek kültürü dendiğinde kullanılması ve bulundurulması tartışmasız sofra gereçleridir. Batı'da gelecek 20 yıl içinde sofra gereçlerinin kullanılması bırakılacak gibi görünmüyor. Aynı şeyi Doğu'nun yemek çubukları için de söyleyebiliriz. Uzakdoğulular gelecek yılarda da yemek çubuklarını kullanmaya devam edeceklerdir.



Yolcu Jetleri: Stratosferde sesten hızlı uçan uçaklarla yolculuk etme düşüncesi size sarhoş edici gelebilir. Yine de bunun için biraz beklenecek gibi görünüyor. NASA 300 yolcu taşıyabilen, saatte 2400 kilometre hızla gidebilecek uçakların seri üretimine 15 yıldan içinde başlanacağını söyledi. Yine de "Technology in Society" gazetesinin editörü George Bugliarello günümüzde kullandığımız uçakların yirmi yıldan daha uzun bir süre hayatta kalacağını söylüyor. Gürültülü, sıkışık, ve daracık kabinlerde en azından 2020 yılına kadar daha uçmaya devam edeceğiz.

Sürücülük: Ağustos 1997'de ABD'de San Diego karayolunda sekiz araba bir gösteri yaptılar. Bu gösteride arabalar sürücüsüz gidiyorlardı. Kendi kendine giden otomobillerin birçok avantajı var kuşkusuz: Bu otomobiller birbirlerine çok yakın seyredebilirler, yüksek hızlara ulaşabilirler; insandan kaynaklanan hatalar en aza indirilmiş olur. Bu tür arabaların avantajları elbette çok fazla; fakat 2020 yılına kadar çok sayıda üretilmeleri ve yaygın olarak kullanılmaları beklenmiyor. Günümüzde otopilot sistemleri trenlerde ve uçaklarda sık sık yetersiz kalıyor ve hatalara neden oluyor. Bu sistemler ayrıca başlarında eğitimli birinin olmasını ve bu sistemlerin herhangi bir kazaya neden olmasını engellemesini gerektiriyor.

Trafik Sıkışıklığı: Uçan otomobillerin gelecek 20 yılda yaşantımıza girmeyeceğini düşünürsek trafik sıkışıklığına katlanmaya devam edeceğiz. Otomobiller yerde gittiği sürece de bu hayatımızın bir gerçeği olarak kalacak. Dünyanın birçok yerinde trafiğe çıkan araçların sayısı günden güne artarken kentler ve yollar bu hıza ayak uyduramıyor.

Gürültü: Ses izolasyonundaki yenilikler, gündelik yaşamın gürültüsünü azaltmakta çok etkin değil. Ne yaparsak yapalım çevremizdeki gürültüden tümüyle kurtulmak mümkün olmayacak.

Fermuar: Bilimkurgu yazarı Heinlein, giyinmemizin tersinlenebilir polariteli tokalar aracılığıyla çok kolaylaşacağını öne sürmüştü. Bu görüşü gerçekleşmedi, elektromanyetik araçlar vücudu örtmek için çok da güvenli şeyler değildi çünkü. Hâlâ biribirine geçen küçük zincirlere, yani fermuara güveniyoruz. Fermur da icat edildiği 1851'den beri bu güveni boşa çıkarmadı.



Alışveriş: İnternete alışverişin giderek yaygınlaşmasına karşın, dükkanlara gidip raflar arasında dolaşmak gelecekte kolay kolay terkedilecek gibi değil. Gelecekbilimci Coates'a göre "Bu, insanların yapmaktan hoşlandığı bir şey; bu yüzden de değişmeden kalacak"

Ölüm: "Ölümü asla fethedemeyeceğiz." Bu sözler yaşlanmayı önlemeye yönelik çalışmalara yer veren bir tıp dergisinin editörü Dr. Michael Fossel'e ait. Bir trafik kazasında ölmek gibi bazı olaylar 2020'de bile görülecek. Bununla birlikte Fossel ölümün gittikçe azalacağına inanıyor: "2100 yılında insanlar geri dönüp baktığında 2005-2015 yılları arası dönemi yaşlanma sürecinin önüne geçilmeye başlandığı dönemler olarak hatırlayacaklar." diyor. Öte yandan bazı bilim adamları tıpta yaşanan gelişmeler sayesinde şeker hastalığı ya da hemofili gibi hastalıkların tümüyle önüne geçileceğini, kronik bir hastalık olarak yalnızca yaşlanmanın kalacağını ileri sürüyorlar.

Discover, Ekim 2000
Çeviri: Alp Akoğlu, Gökhan Tok, Aslı Zülal

20 YÝl Sonra Bilmeniz Gerekenler...

Önümüzdeki 20 yılda, teknolojinin bize yeni araçlar saÛlamaktan çok, yapÝlmasÝ gereken seçimlerin çoğaldığı, isteklerin arttÝÛÝ, eski yeni ahlâki kararlarla yüz yüze geleceÛimiz bir dünyaya giriş bileti olduÛunu anlayacaÛÝz.

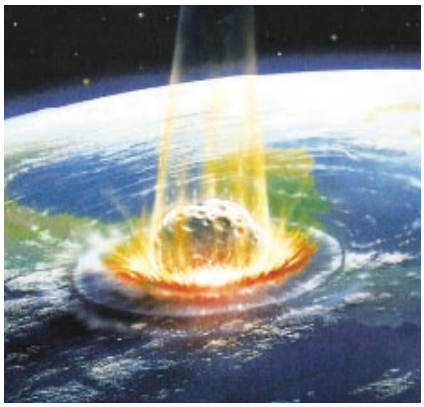
Evimizle nasÝl "konuşmamÝz" gerektiÛini bilmek zorunda olacağız örneğin. Bugün birbirlerinden baÛÝmsÝz olarak çalışan ev aletlerinin yerini, kendi aralarÝnda iletişim kurabilen, çalışmalarÝ gereksinimlerimize göre düzenlenmiş "akÝllÝ ev aletleri alacak. Otomobilerimiz, akÝllÝ otomobillerle yer deÛiştirecek. Anahtarlar, kimlik belgeleri ortadan kalkacak. Evimize, işyerimize girerken, ya da uçağa binerken, bir lazerli okuyucu gözbebeklerimizin biçimini ölçecek. Günlük bilgisayar kontrolleriyle, sözgelimi bedenimizin o gün hangi vitaminlere daha çok gereksinimi olduÛunu öğreneceğiz. Bilgisayar, sabah kahvaltÝsÝnda ne yememiz gerektiÛini belirleyecek. Ünsanömrü uzayacak. Hem kim bilir, belki de ortalÝktakendi kromozomlarÝnÝn, yaşam süremizi belirleyen "telomer" bölgeleriyle oynayarak yaşamlarını uzatan "amatör" bilim adamlarÝ dolaşacak.

2020 yÝlÝnda bilim adamlarÝ insanlarÝn kalÝtsal özelikleri konusunda bir çok şey biliyor olacaklar. Belki de gelecekteki eşimizi seçerken, onun kalÝtsal özelliklerini de göz önüne almak isteyeceÛiz. Buna benzer başka seçimler de söz konusu olabilir tabi. "Kansere ya da kalp hastalÝÛÝna yatkÝn olup olmadÝÛÝmÝ öğrenmek ister miyim?" "Böyle bir yatkınlığım varsa, gelecekteki eşim bunu bilmeli mi?" "Peki, doktorum ve ben böyle bir yatkÝnlÝÛÝn olduÛunu bilirsek, saÛlÝk sigortasÝ şirketi bunu bilmeli mi?" Peki, çocuğunuzun nasÝl biri olacaÛÝnÝ "tasarlamaya" ne dersiniz? Mavi göz geni, sarÝ şaç geni, bir de uzun boy geni? Neden olmasÝn ki?

Öte yandan, eğer bunlardan başımızı kaldÝrÝp çevremize bakacak olursak, teknolojinin kimilerini "kayÝrÝrken" kimilerini de gölgede bÝraktÝÛÝ göreceğiz. EÛer istersek, Internet aracılığıyla son çıkan kitaplara ulaşabiliyor, dünyanÝn bir ucundaki arkadaşlarÝmÝzla anÝnda iletişim kurabiliyoruz. Ancak, dünyadaki insanlarÝn yarÝsÝ hiç telefona ulaşamÝyor. Evde yiyecek bittiÛinde kendi kendine marketten yenilerini sipariş edecek buzdolaplarÝ tasarlÝyoruz ama, dünyanın bir çok yerinde bir çok çocuk geceleri aç karnına uyuyor. 2020 yılında dünya nüfusu 8 milyara ulaşÝrken bu gerçekten kaçmak daha da güç olacak. Asıl kötüsü, şu anda üçüncü dünya ülkelerinde yeterli beslenme, saÛlÝklı eÛitim koşullarÝ nadiren yoksun olarak büyüyen yeni kuşağın, gelecekteki "tekno devrim"in içinde kaybolacak olmasÝ. Birçoklarını, bir milyar insan açlıktan ölürken onları izlemek gibi bir deneyim bekliyor. Peki, bunu nasÝl yapacaÛÝz? Teknoloji devriminin bizi karşÝ karşÝya bÝraktÝÛÝ sorularÝn yanÝnda bunu da unutmamak gerekiyor.

Birçok yeni soruyla baş etmenin yanÝsÝra, bilginin her yandan akacaÛÝ 2020 yÝlÝnda da, elde ettiÛimiz bilgilerin gerçeği ne kadarÝyla yansÝttÝÛÝnÝ sorgulamamÝz gerekecek. Peki, her şey gittikçe hÝzlanÝrken bütün bunlarÝ düşünmeye zaman bulabilecek miyiz?

Doğal Felaketler



Homo sapiens, 500 000 yıllık tarihinde büyük gelişmeler kaydetti. Dünya yüzüne yayıldı, kentler kurdu, karmaşık bir dil geliştirdi, başka gezegenlere robot keşif araçları gönderdi. Bütün bunların sona ereceğini düşünmek güç. Bugüne dek yaşamış canlı türlerinin % 99'unun soyları tükendi. Buna bizim insansı atalarımız da dahil. Her ne kadar kulağa pek hoş gelmese de araştırmacılar, hatta bazı resmi kurumlar, kendi sorunumuzun ne olabileceği sorusunun üzerinde ciddi biçimde duruyorlar. İşte önümüzdeki 20 yıl içinde karşılaşabileceğimiz birkaç felaket senaryosu.

Göktaşı Çarpması: 1908 yılında Rusya'nın Sibirya'daki Tunguska bölgesine çok büyük bir göktaşı çarptı. Çarpışma'nın etkisi Hiroşima'ya atılan atom bombasının enerjisinden neredeyse 1000 kat daha fazlaydı. Gökbilimciler benzer büyüklükteki göktaşlarının her üç yüz yılda bir Dünya'ya çarpabileceğini söylüyorlar. İngiltere'de Liverpool John Moores Üniversitesi antropologlarından Benny Peiser, bu tür çarpmaların uygarlığı defalarca sona erdirdiğini öne sürüyor. Bir örnek olarak da 1490 yılında bir göktaşı çarpması sonucunda Çin'in Chi'ing Yang kentinde 10 000 insanın ölmesini gösteriyor. Birçok bilim adamı onun bu görüşlerini tartışıyorlar: Göktaşlarınn büyük çoğunluğu okyanuslara düşüyor. Daha küçük parçalarsa karalarda yerleşim olmayan bölgelere düşüyor. Fakat büyük asteroidlerin çarpması durumunda bunların nereye çarptığının çok fazla önemi kalmıyor. 800 metreden daha geniş gökcisimleri-ki yaklaşık her 250 bin yılda bir Dünya'ya çarptıkları söyleniyor- ateş fırtınalarına neden olabilir; bunu çarpmadan dolayı havalanan tozun neden olacağı soğuk bir dönem izler. Böyle bir durumda insanlar yaşamlarını sürdürebilirler ama uygarlık için aynı şeyi söylemek güç. Birkaç kilometre genişliğindeki bir gök cisminin Dünya'ya çarpmasıysa çok daha büyük felaketlere neden olabilir, tıpkı dinozorların yeryüzünden silinmelerine neden olmak gibi. Bu durumda ortaya çıkabilecek soğuğun nasıl olduğunu anlamak içinse Neptün'ün ötesindeki Kuiper kuşağına bakmak yeterli. Buzul ve kaya parçacıklarıyla dolu bir kuşak. Bu parçalar içinde çapı 80 km ve yukarısında olanların sayısının 100 000 olduğu sanılıyor. Kuiper kuşağı sürekli olarak Dünya civarına küçük göktaşları gönderir. Eğer bunlardan büyük bir tanesi yeryüzüne çarparsa bu bir çok canlı türü, hatta birçok şeye dayanıklı hamamböcekleri için bile bir felaket olabilir.

Gama Işınları Patlaması: Eğer gökyüzüne gama ışınlarını görebilecek bir gözlükle baksaydıız kozmik bir paparazzi tarafından izlendiğinizi düşünebi-

İnsan Kaynaklı Felaketler

Küresel Isınma: Dünya gittikçe ısınıyor; bilim adamlarınn çoğu da bunda insanın büyük payı olduğunda birleşiyorlar. Küresel ısınmanın neden olduğu sellerin kentleri nasıl vurduğunu, ekinlere nasıl zarar verdiğini görmek çok kolay. Harvard Tıp Fakültesi'nden Paul Epstein gibi bilimadamları iklim yumuşadıkça bulaşıcı hastalıkların yayılmalarının daha kolaylaştığı konusunda uyarılar yapıyorlar. Böylece sözgelimi bazı tropik hastalıklar daha geniş alanlara yayılabilecek. Yalnızca insanlara yönelik hastalıklarla da sınırlı olmayacak bu durum. Bitkiler, ekinler de bu durumdan etkilenecek; bu da bir kıtlığa neden olabilir. Küresel ısınmanın etkileri daha dramatik olabilir. Günümüzde atmosferdeki gazlar yeryüzündeki canlılar için rahat bir ortam yaratacak kadar ısıyı tutuyorlar. Küresel ısının biraz daha artması suyun buharlaşmasını hızlandırabilir. Buharın açığa çıkması daha fazla ısının tutulmasına bu da kayalardan karbondioksit açığa çıkmasına neden olur. Bu da Dünya'nın Venüs benzeri bir gezegene dönüşmesine yol açar.

Ekosistemin Çökmesi: Dişleri için avlanmış fillerin görüntüleri, ya da yanan yağmur ormanları insanların dikkatini çekiyor; ama daha büyük bir sorun, biyoçeşitliliğin yok olması çok da göze batmıyor. Milyarlarca yıllık bir evrim sonucunda bugünkü canlı organizmalar birbirleriyle ilişki içindedir. Artan nüfusun gereksinimlerini karşılamak için, tarım alanı ve konut yapmak amacıyla çevremizdeki doğayı yok ediyoruz. Yabani bitkiler yalnızca birkaç tarımsal bitkiyle yer değiştiriyor. Buradaki bitkileri ve hayvanları yerlerinden edip, onların bulundukları yerlere kimyasal maddeler bırakıyoruz. Her yıl en az 30 000 canlı türünün nesli tükeniyor. Bunun sonuçları çok kötü olabilir. Sözgelimi hiç bilmediğimiz hastalıklar türeyebilir; ya da çiçeklerin tozlaşmasına yardımcı olan böcekler ortadan kalktığında bitkiler soylarını sürdüremeyip yok olabilirler.

Biyoteknoloji Kazası: Doğal türlerin neslini tüketirken genetik çalışmalar sonucu yeni türler üretiyoruz. Genetik aracılığıyla üretilmiş besinler daha dayanıklı, daha lezzetli ve daha besleyici olabilir. Üzerinde oynanmış mikroplar, sağlımızı düzeltmek için yararlı olabilir. Ayrıca gen terapisi DNA'mızdaki bozuklukların düzeltilmesinde kullanılabilir. Bununla birlikte madalyonun bir de öteki yüzü var. Genetik yoluyla üretilmiş gıdaların tehlikeli olduğu yolunda hiçbir kanıt yok ama yine de üzerinde oynanmış bitkilerin genleri bir şekilde doğaya sızabilir ve diğer türlere bulaşabilir. Genleriyle oynanmış tahıllar, sözgelimi böceklerde zehirlere karşı yeni dirençler geliştirebilir. Bu yolla üreyecek olan süper bitkiler ya da süper böcekler dünyanın ekosistemini bozabilirler. Değişime uğramış mikropları kontrol etmek düşünüldüğünden çok daha zor olabilir. Bütü bu olasılıkların en korkuncuysa biyoteknolojinin kötü amaçlarla, kasıtlı olarak zarar vermek için kullanılabileceği gerçeği. Terörist grupların elinde bulunacak bu türden bir silah gerçekten büyük felaketlere neden olabilir.

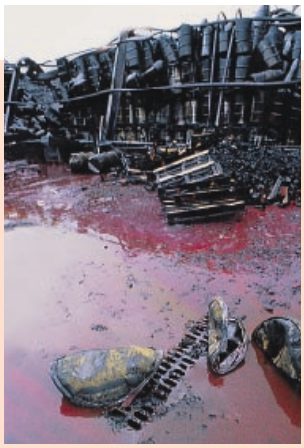
Parçacık Hızlandırıcılarındaki Kazalar: İngilizlerin sansasyonlarıyla ünlü Sunday Times gazetesi, geçen yıl ortaya attığı bir iddiayla, New York Long Island'daki Göreli Ağır İyon Çarpıştırıcısı'nın (Relativistic Heavy Ion Collider-RHIC) atomaltı kara delikler oluşturabileceğini, bunun da gezegenimizi yavaş yavaş yutabileceğini öne sürdü. Gazetenin ileri sürdüğü ikinci olasılıksa, çarpışma sonucu serbest kalan ve

lirdiniz. Günde bir ya da bir kaç kez parlak bir ışıltının her şeyi örttüğünü ve sonra yok olduğunu görebilirdiniz. Astrofizikçilerin son zamanlarda ortaya koyduğu gibi bu gama ışını patlamaları uzak gökadalardan kaynaklanıyor ve anlaşılmaz bir biçimde çok güçlüler. Bunlar güneşin enerjisinden 10 katrilyon kat daha fazla enerjiye sahipler. Bu patlamalar büyük olasılıkla iki yıldızın çarpışması sonucu meydana geliyor. Bu tür bir çarpışmadan önce böyle iki yıldızı ortaya çıkarmak mümkün değil. Bu durumda yakınınımızda böyle bir şeyin olacağını önceden bilemiyoruz. Patlama bir kez başladığındaysa şiddetinden kaçınamıyoruz. 1000 ışık yılı uzaklıktan-gece gördüğümüz yıldızların çoğundan daha uzakta- böyle bir patlamayı güneş kadar parlak görebiliriz. Dünyanın atmosferi bizi X ve gama ışınlarının ölümcül etkisinden korur. Fakat güçlü radyasyon atmosferi pişirir, ozon tabakasını yok eden nitrojen oksidin ortaya çıkmasına neden olur. Ozon tabakası olmadan Güneş'ten gelen mor ötesi ışınlar yüzeye neredeyse tüm gücüyle ulaşır, deri kanserine neden olur. Daha da önemlisi bu ışınlar okyanusta oksijen üreten fotosentez yapabilen planktonları yok eder ve besin zincirinin en alt tabakasını ortadan kaldırır.



Gezgin Kara Delikler: Gökadamız kara deliklerle, Güneşimizden çok daha büyük kütleleri bir noktacık çapına kadar çökmüş yıldızlarla dolu. Peki bunların sayısı ne kadar? Bu yanıtlaması zor bi soru. Her şeyden önce bunlara kara delik denmesinin belli bir nedeni var. Bu cisimlerin çekim kuvvetleri o kadar fazla ki her şeyi yutuyorlar; ışık bile onların varlığına karşı koyamıyor. Araştırmacılar, Samanyolu'nda yaklaşık 10 milyon karadelik olduğunu tahmin ediyor. Bu nesnelerin yörüngeleri diğer yıldızlar gibi. Bunun anlamı bizim yolumuzun üzerinde olmadıkları. Bununla birlikte herhangi bir yıldızın yörüngesi bizimkine yaklaştığında haberimiz olur; fakat karadeliklerde biraz daha dikkatli olmalıyız. Böyle bir yakınlaşmadan en fazla birkaç on yıl önce Güneş Sistemi'ndeki dış gezegenlerin yörüngelerinde farklılaşmalar görülebilir. Etki arttıkça bu etkiyi yaratan cismin kütlesi ve yeri hakkında tahminler oluşmaya başlar. Karadeliğin bir felakete neden olmak için Dünya'ya çarpacak kadar yaklaşmasına gerek yok. Gezegenlerin yörüngelerini değiştirecek kadar yakınlaşacak bir karadelik felaketlere neden olabilir. Yörüngesinden sapan Dünya'da iklim değişiklikleri olabilir; ya da Güneş'in yörüngesinden çıkan Dünya, uzay boşluğunun dondurucu soğuğunda başıboş kalabilir.

Dev Güneş Patlamaları: Güneş patlamaları, Dünya'yı yüksek hızlı atomaltı parçacık seline boğan olağanüstü büyük manyetik patlamalardır. Dünya'nın atmosferi ve manyetik alanı, sıradan Güneş patlamalarının etkisinden bizi korur. Yale Üniversitesi'nden Bradley Schaefer, eski astronomik kayıtlara baktığında güneş benzeri ve son derece normal görünen yıldızların 20 kat arttığını gördü. Schaefer, yıldız parlamalarının, benzeri yıldızlarınkinden milyonlarca kez daha güçlü çok büyük patlamalar sonucunda meydana geldiğine inanıyor. Güneş'te olabilecek bu tür bir patlama Dünya'yı birkaç saat içinde kızartabilir ve ozon tabakasını yok edebilir. Güneş'te böyle bir patlama olacağına ilişkin inandırıcı bir kanıt olmasa da, şu da bir gerçek ki bilim adamları bu denli büyük patlamaların neden kaynaklandığını henüz bilmiyorlar. Bunun yanında, çok fazla Güneş patlaması ölümcül olabileceği gibi çok azı da sorunlara neden olabilir. Harvard-Smithsonian Astrofizik Merkezi'nden Sallie Baliunas, Güneş benzeri yıldızların uzunca bir hareketsiz dönemden geçtiğini, bu dönem sırasında normalden % 1 daha sönük olduklarını söylüyor. Bu rakam kulağa çok değilmiş gibi geliyor; fakat Güneş'te böyle bir durumun meydana gelmesi Dün-



"garip" diye adlandırılan bir kuark türünden oluşan bir maddenin ortaya çıkması ve bunun da karşılaştığı sıradan maddeleri yok etmesi. RHIC'deki fizikçiler kazaların her zaman olabileceğini reddetmiyorlar, fakat hızlandırıcının bir karadelik yaratacak ya da kozmik vakum enerjisisinde bir faz geçişi sağlayacak kadar güçlü olmadığını da ekliyorlar. Ayrıca, günümüzün hatta geleceğin teknolojisiyle oluşturulabilecek çok daha güçlü çarpıştırıcılarda bile ortaya çıkan karadelikler öylesine küçük olur ki, saniyenin milyarlarca birinde buharlaşıp yok olurlar.

Nanoteknoloji Felaketi: Mühendisler çok küçük, neredeyse atom boyutunda makineler üretiyorlar; bunun adı nanoteknoloji. Birkaç on yıl içinde, hatta belki daha kısa sürede kendini kopyalayabilen, belirli parçaları birleştirerek aletler üreten mikroskopik robotlar üretilebilecek. Bunlar bir hastanın içine girip ameliyat yapabilecekler, basit hammaddelerden istenen bir ürünü üretebilecekler, hatta başka gezegenleri araştıracaklar. Eğer teknoloji tasarlandığı gibi gelişirse bu oldukça iyi bir gelişme. Fakat bu durum bir felakete de neden olabilir. Sözgelimi bir endüstri kazasında bu robotlar çevreye yayılıp hemen kendilerini kopyalamaya başlayabilirler. Bakteri büyüklüğündeki makineler bir gün gibi kısa bir sürede atmosferdeki toz gibi çoğalıp yayılabilirler. Başka bilimadamlarıysa biraz daha karamsar başka bir görüş atıyorlar ortaya: Nano-makineler yanlış ellerde askeri ve terörist amaçlarla kullanılabilir.

Çevreyi Kirleten Zehirler: Modern tarih, dünyanın hemen her yerinde endüstriyel atıkların çevreyi nasıl zehirleyebileceğinin örnekleriyle dolu. Yine de zehirleme sürüyor. Büyük kentlerin birçoğunda otomobillerden çıkan zehirli gazlar hava kirliliğine neden oluyor. Fabrika bacalarından çıkan dumandaki ağır metaller dünyaya yayılıyor, Antarktika'daki karın içine bile işliyor. Tarımda kullanılan böcek zehirleri nehirlere ve göllere karışıyor. Yüksek dozlarda dioksinler, anne karnındaki ceninlerin gelişmesine de zarar verebiliyorlar ve dioksinler her yerdeler. Evinizdeki su boruları ya da duvar kağıtları polivinil klorid içeriyor olabilir, ateş alabilir ve bu yolla içerdikleri zehirli maddeler açığa çıkabilir. Bu tür maddelerin daha başka ne gibi zararlara neden olabileceği tam olarak bilinmiyor. Bununla birlikte kansere neden olabilecekleri ya da kısırlığa yol açabilecekleri de biliniyor. Şu bir gerçek ki kimyasal çöpler bir felakate neden olabilecek kadar tehlikeliler.

Dünya Savaşı: Gelecekte uygarlığımızı ve insan soyunu yok olma aşamasına getirebilecek tehlikelerden biri de topyekun savaş. Yalnızca ABD ve Rusya'nın elinde 19 000 nükleer savaş başlığı olduğu biliniyor. Soğuk savaşın ardından günümüzde nükleer bir savaş olasılığı daha düşük. Yine de gözardı edilemeyecek bir olasılık. Bu silahları kontrol eden sistemlerde yaşanacak küçük bir aksaklık, bir kaza büyük felaketlere neden olabilir. Elbette biyolojik, kimyasal ya da başka tür silahların dayattığı tehditler de var. İnsanlık kendi kendini yok edebilecek bir konuma gelebilir.

ya'yı yeni bir buz çağına sürükleyebilir. Baliunas, geçtiğimiz 10 000 yılda meydana gelen 19 soğuk dönemin 17'sinin Güneş'teki etkinliklerin azalmasının sonucu olduğunun kanıtlarını da ortaya koyuyor.

Dünya'nın manyetik alanının tersine dönmesi: Her birkaç yüz bin yılda bir Dünya'nın manyetik alanı öylesine azalır ki, neredeyse yok olur; sonra kuzey ve güney kutuplarının yer değiştirmesiyle yavaş yavaş yeniden oluşur. Böyle bir ters dönme yaklaşık 780 000 yıl önce olmuştu; belki de yeni bir ters dönüş için geç bile kaldık. İşin daha kötü yanı geçtiğimiz yüzyıl içinde Dünya'nın manyetik alanı % 5 azaldı bile. "Pusulaları gereksiz hale getiren GPS sistemi varken manyetik alanın bize ne gibi bir yararı olabilir ki?" diye düşünenler olabilir. Fakat unutmayalım ki manyetik alan Güneş'ten gelen kozmik ışınları ve parçacıkları ve uzaydan gelen atomaltı parçacıkları engeller. Manyetik koruma olmadığında bu parçacıklar atmosfere çarpar ve ozon tabakasına zarar verir. Ayrıca birçok canlı yönünü manyetik olarak bulur ve buna göre hareket eder. Manyetik alanın tersine dönmesi birçok ekolojik felakete neden olabilir.

Yanardağ Patlaması: 1783 yılında, İzlanda'da Laki yanardağı patladı ve kilometreküplerce lav püskürttü. Lav nehirleri, küller ve duman 9000 insanı ve hayvanların % 80'ini ortadan kaldırdı. Ardından gelen kıtlık İzlanda nüfusunun dörtte birinin ölmesine neden oldu. Atmosferdeki toz, kış soğuklarına neden oldu, 9 derece düşen ısı, o sıralar özgürlüğünü yeni kazanmış ABD'de bile hissedildi. Bu patlama, Dünya'nın tamamını etkileyebilecek olanın yanında yalnızca bir bebeğin gaz çıkarması gibi kalıyor. 65 milyon yıl önce, bugünkü Hindistan'da yerin manto tabakasından yeryüzüne doğru patlamalar oldu. Yüzeye çıkan lav, milyonlarca kilometreküp, yani Laki Yanardağı'nın patlamasından açığa çıkan miktardan yaklaşık 100 000 kat fazlaydı. Bazı bilim adamları, dinozorların yeryüzünden silinmelerinin nedeninin dev bir göktaşı çarpması değil, Hindistan'da meydana gelen bu patlamalardan dolayı olduğunu iddia ediyor. Sibirya'da daha önceki zamanlarda, Permiyan-Triyas döneminde çok daha büyük bir patlamanın olduğu ve yeryüzündeki canlı türlerinin % 95'nin yok olduğu ileri sürülüyor. Bu palentolojide bilinen en büyük yok oluş.

Yanardağlardan açığa çıkan sülfirik gazlar asit yağmurlarına neden oldu. Klor içerikli bileşimler bugün ozon tabakası için bir tehdit oluşturuyor. Bu maddeler kısa vadede bir zararlara yol açabilirler. Öte yandan yanardağlardan açığa çıkan karbondioksit uzun sürede sera etkisine neden olabilir ve ısınmaya neden olabilir. Büyük çapta yanardağ patlamaları en son 17 milyon yıl önce Kolombiya Nehri platosunda olmuştu. Şimdi bir yenisini beklemeye başlayabiliriz.

Küresel Salgınlar: Eğer Dünya bizim işimizi bitirmezse buna vücudumuzdaki organizmalar neden olacak. Mikroplar ve insanlar hep birarada olageldiler; fakat bazen dengeler bozuldu. 14. yüzyıl Avrupa'sında kara veba her dört kişiden birini öldürdü. Grip 1918-1919 yılları arasında en az 20 milyon can aldı. Benzer biçimde AIDS salgını bugün aynı tehditi taşıyor. Birleşmiş Milletler Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi, bulaşıcı hastalıkların neden olduğu ölümlerde % 58'lik bir artış olduğunu bildirdi. Kolera, kızamık gibi eski hastalıklar antibiyotiklere karşı yeni dirençler geliştirdiler. Tarımda kullanılan yöntemler hayvan hastalıklarının insanlara da bulaşmasına neden oluyor. Uluslararası yapılan yolculuklar mikropların da taşınmasını sağlıyor; bu da hastalıkların tarih boyunca hiç yayılmadığı kadar hızlı yayılmasına neden olabilir.

Powell, C. S., "Twenty Ways the World Could End Suddenly", *Discover*, Ekim 2000

Çeviri: Gökhan Tok

Tükenen Türler

Kimi araştırmacılara göre dünyada her yıl 30 bin canlı türünün soyu tükeniyor. Kimilerine göreyse önümüzdeki 50 yıl içerisinde bugünkü canlıların yarısı yok olabilir. Son 20 yılda, bilgisayar ve kalıtımbilim alanlarındaki ilerlemeler sayesinde dünyadaki türlerin kalıtımsal çeşitliliği ve türler arasındaki akrabalıklar konusunda çok şey öğrenildi. Biyologların, biyoçeşitliliğin dünya tarihindeki önemini ve gezegenin "sağlığı" için vazgeçilmez olduğunu anladılar. Öte yandan, son yirmi yılda binlerce canlı türünün soyu tükendi. Daha binlerce tür de soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya. Harvard Üniversitesi'nden bir biyolog, E. O. Wilson, türlerin yedinci büyük tükenişinin sınırında olduğumuzu söylüyor. Geçmişte bu tür biyolojik felaketlerin nedeni kozmik kazalar ya da iklim değişiklikleriydi. Fakat son birkaç bin yıldaki türlerin tükenişlerinin hemen hepsinden yalnızca insanlar sorumlu. Wilson'a göre, Homo Sapiens'in ortaya çıkışından bu yana türlerin tükenişi 100-100 000 kat daha hızlı gerçekleşmeye başladı. En önemli sorun, canlıların doğal yaşam alanlarının yok olması.



Bugün dünyada en azından 10 milyon canlı türü bulunuyor. Uzmanlar, her yıl bu türlerin otuz bininin yok olduğunu belirtiyorlar. Fillerin, orangutanların, dev pandaların, suaygırlarının, yunusların, makavların ve kurbağaların olmadığı bir dünya düşünebiliyor musunuz? İşte böyle bir dünyaya doğru ilerliyor olabiliriz. Örneğin, en büyük ve en ender bulunan akrabalarımızdan dağ gorillerinin sayısı birkaç yüze düştü. Eğer dağ gorilerinin soyu tükenirse, ki bu, gelecek 20 yılda gerçekleşebilir, dünyanın her yanında onlar için üzülenler olacak; dağ gorillerinin soyunun tükenmemesi için yapılması gerekenler konuşulacak. Wilson bu durumu "hayvan kutlamaları" olarak adlandırıyor. Dağ gorilleri gibi "yakışıklı" hayvanlar insanların ilgisini çekiyor ve korunmaları için çaba harcanıyor. Bu yüzden de, daha az tanınan sayısız kardeşlerine göre daha fazla yaşama şansına sahipler. Öte yandan, ünlü olmak her zaman işe yaramıyor. Yani ün, soyu tükenmekte olan dev pandaları ve Sumatra gergedanları gibi canlıları kurtaramayabilir.

Dünyadaki kuş türlerinin % 20'sinin soyu, tükenme tehlikesiyle karşı karşıya. Önümüzdeki 20-30 yılda, bitki türlerinin de yaklaşık dörtte biri tehlikede olacak. Primat akrabalarımız da zor durumda olanlardan; çünkü doğal yaşam alanları, yağmur ormanları gibi gittikçe küçülen, tehlike altındaki ekosisemler. Primatların bir bölümü yüz yıldır tükenme tehlikesiyle yaşıyor. Önümüzdeki 20-30 yılda onların da % 20'si (yani 120 primat türü) tükenmek üzere olacak.

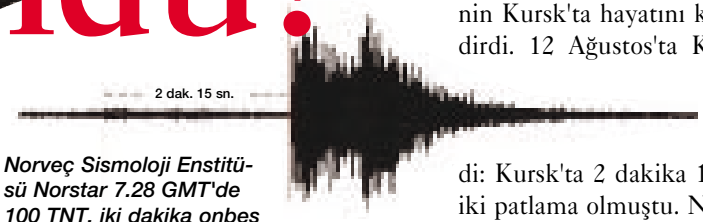
Aslında, hangi türleri yitirdiğimizi de tam olarak bilmiyoruz. Çünkü, yok olan türlerin % 90'ı, yağmur ormanlarının tropik bölgelerinde yaşayan, ad verilmemiş ya da bilinmeyen omurgasız canlılar, çoğunlukla da böcekler. Dünya üzerindeki yaşamımız, öteki türlerin yaşamını sürdürmesine bağlı. Biyologlar, ekolojik sisemlerin nasıl sağlıklı kaldığını anlamak için, anahtar tür adı verilen türler üzerinde çalışıyorlar. Anahtar türlerin davranışları, bir ekosistemin, onu başka yerlerden farklı kılan özeliklerinin şekillenmesine yardımcı oluyor. Fakat ne yazık ki, bir türün bir ekosistem için anahtar tür olduğunu, o tür yok olduktan ve başka türleri de peşinden götürmeden anlayamayabiliyoruz. Soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan hayvanlar çoğu kez, düşük bir sayıda yaşamlarını sürdürüyorlar. Ta ki, zamansız gelen bir kuraklık gibi küçük bir olay bu dengeyi bozana kadar…

Kursk'a Ne Oldu?

Bir Alman gazetesi Rus istihbarat raporuna dayanarak Kursk'un Rus nükleer kruvazörü Büyük Petro'dan atılan bir füzeyle batmış olabileceğini ileri sürdü. Rus Deniz Kuvvetleri ve Rus hükümeti Kursk'un meçhul bir denizaltıyla çarpışma sonucu batmış olması olasılığı üzerinde duruyorlar. Batılı uzmanlarsa Rusların gizli bir silâhı denemeleri sırasında bir kaza olmuş olabileceğini düşünüyorlar: süperkavitasyon torpilleri.

Kursk adlı Rus nükleer denizaltısının Barents Denizinde batması sonucu, Rus Deniz Kuvvetlerine bağlı 118 denizci hayatını kaybetti. Kursk, gemi mühendisi general İgor Baranov tarafından tasarlanan bir seri denizaltıdan biri. Rus donanmasının en modern ve en verimli gemilerinden olan Kursk, 1994'de Severodinsk tersanesinde denize indirildi. 154 m uzunlukta, 18.2 m çapında olan gemi, çifte zırhlı, dalmış hâlde 18 300 ton geliyordu. Su altında 122 gün kalabildiğinden daha çok uçak gemilerinin tahribine yönelikti. Basınçlı suyla çalışan 3. kuşaktan iki OK 650 B nükleer reaktörünün herbiri 190 MW enerji oluşturarak 50 000 beygir gücündeki iki buharlı türbini çalıştırıyordu. Manevra kabiliyeti yüksek, hızlı bir denizaltıydı. Yüzeyde 56 km/saat, dalıştan sonra 52 km/saat hız yapabiliyor, 500 m derine inebiliyordu. Son derece güçlü silâhları vardı: 24 adet P-700 Granit seyir (cruise) füzesi, herbiri 533 mm'lik 6 torpil tüpü ve düşman denizaltılara karşı 2 güçlü su bombası. 28 torpil taşıyabiliyordu.

Kaza sırasında Barents denizinde bir ABD ve bir İngiliz denizaltısı bulunuyordu. Kursk'un 400 km ötesinde Amerikan su üstü gemisi Loyal, sonarla denizi dinliyordu. Amerikan uyduları Elint'lerse, elektronik dinlemeyle meşguldü.



Norveç Sismoloji Enstitüsü Norstar 7.28 GMT'de 100 TNT, iki dakika onbeş saniye sonra 2 ton TNT'ye eşdeğer iki patlama kaydetmiştir.

12 Ağustos'ta Rus nükleer kruvazörü Büyük Petro, yeni torpil ve füzeleri denemekteydi. Kursk'ta askerî torpil fabrikasından iki sivil ve Çinli bir uzman bulunuyordu. Kursk, Granit tipi engebelere göre rota çizen seyir füzeleri ve yeni bir torpil tipini deniyordu. Greenwich saatiyle (GMT) 14'te Kursk başarılı bir füze atışı yaptı. Aynı akşam Büyük Petro, Kursk'u aramak emrini aldı.

Ertesi gün 0.35 GMT'de Rus su üstü gemileri Kursk'un yerini buldular (37° 35' boylam ve 69° 40' Kuzey enlemi); Kursk ile temas sağlanmıştı; hayatta kalanlar vardı; oksijen verilmeye başlanmıştı... Gerçek 19 Ağustos hafta sonunda Norveçli dalgıçlarca ortaya kondu.

Büyük Bir Yırtık

Denizaltı robotlarının çektikleri resimler Kursk'un ilk 2 bölmesinde balast tankları boyunca çok büyük bir yırtık oluştuğunu gösterdi. 22 Ağustos'ta Amiral Popov, Rus ulusundan özür dileyerek 118 denizcinin Kursk'ta hayatını kaybettiğini bildirdi. 12 Ağustos'ta Kola yarımadası açıklarında olan neydi? Bir şey kesindi: Kursk'ta 2 dakika 15 saniye arayla iki patlama olmuştu. Norveç sismoloji enstitüsü Norstar, 7.30 GMT'de önce 100 kg TNT gücünde ve Richter ölçeğine göre 1.5 şiddetinde bir patlama olduğunu ve bundan 1 saniye sonra 1-2 ton TNT gücünde ve Richter ölçeğine göre 3.5 şiddetinde ikinci bir patlama meydana geldiğini kaydetmişti. Rus Deniz Kuvvetleri karargahı ise 7.38 GMT'de (yerel saatle 11'i 38 geçe) şok dalgası kaydettiklerini bildirdi.

Cep denizaltıları Kursk'un nükleer reaktörlerinin durduğunu ve periskopun çıkartılmış olduğunu saptadılar. O halde, Kursk dalmaya hazırlanıyordu. Rus soruşturma heyeti, teröristlerin sabotajından bir göktaşı düşmüş olmasına kadar 10 kadar olasılık üzerinde durdu.

Rus Deniz Kuvvetleri Kuzey Filosu kurmay heyeti, 19 Ağustos'tan itibaren basına, Kursk'un denizin içinde bilinmeyen bir cisimle çarpışma sonu-

Barents Denizi mezar oldu. Kursk 108 m derinlikte 37° 35' boylam ve 69°40' kuzey enleminde, Barents Denizi'nin kuvvetli akıntılar olan bir bölgesinde yatıyor. Ruslar cesetleri çıkarmak kararı aldılar.

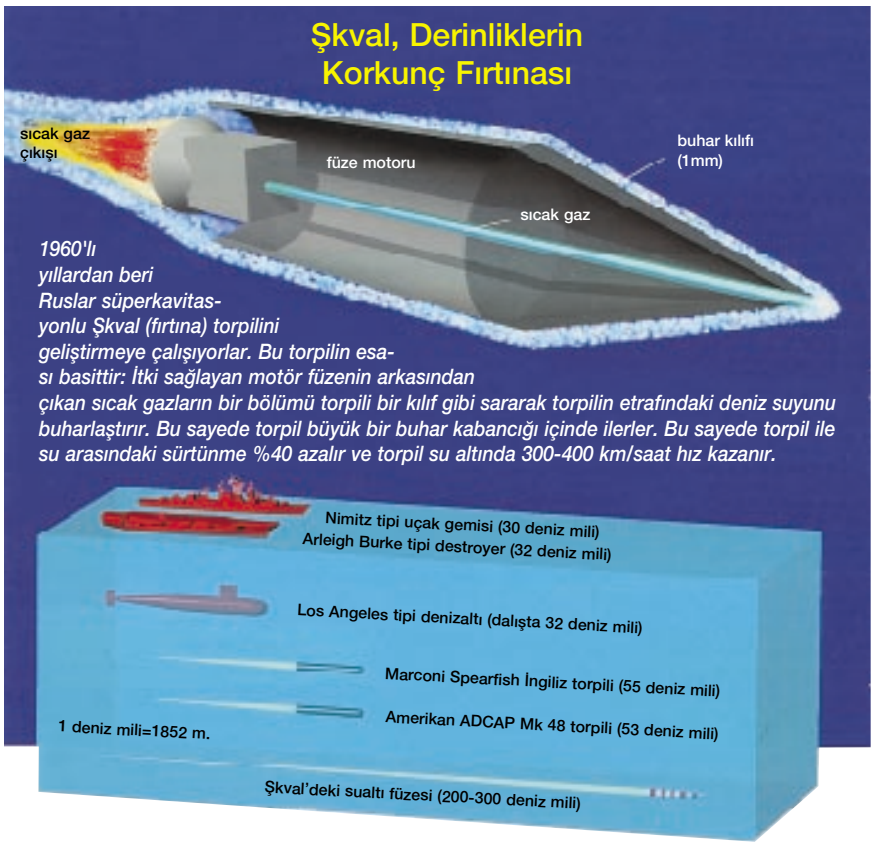




Kursk 30 Haziran 2000'de göreve giderken. Rusya bütün dünyaya deniz gücünü kanıtlamak istiyordu.

cu batmış olabileceğini açıkladı. Kursk'un önündeki torpil bölmelerinin aşırı hasar görmüş olması bunu düşündürüyordu. İlk patlama, basınç ve balast bölmelerinde bir yara oluşturmuş, denizaltı bu yaranın 80 ton su alması sonucu derhal dibe çökmüştü. Az sonra Kursk'un ön bölmelerinde meydana gelen bir olay ikinci öldürücü patlamaya neden olmuştu.

Rus Milli Savunma Bakanı İgor Sergeyev, açıklamasında çarpan cismin yerinin saptandığını, fakat ne olduğunun anlaşılamadığını söyledi. Rus hükümeti ve ordusu için bu 1 No.lu varsayımdı. Mareşal Sergeyev, son 30 yılda Rus Kuzey ve Pasifik manevra bölgelerinde 11 çarpışma olduğunu (10'u Amerikan denizaltılarıyla) belirtti. Uluslararası sularda yapılan manevraları NATO'nun 3 denizaltısı ve bir elektronik dinleme gemisi izliyordu. Bunların varlığı Pentagon'ca (ABD Savunma Bakanlığı) ve İngiltere Savunma Bakanlığı'nca yalanlanmadı. Buna karşılık aynı makamlar, Rusların çarpışmadan sonra yabancı bir gemiye ait parçalar buldukları iddialarını şiddetle reddediyorlardı. Rus askerî makamları çarpışmaya ait bir kanıt bulabilmek için o bölgedeki deniz dibini dikkatle taramışlardı. Fizik yasalarına göre çarpışma, diğer gemide de önemli tahribat yapmalıydı ama böyle bir şeye rastlanmamıştı. O tarihte Norveç'in Bergen limanında bulunan Memphis adlı bir Amerikan denizaltısı, bir süre Barents denizinde kalmıştı. Kursk'un bir İngiliz denizaltısı ile çarpışma olasılığı da vardı; çünkü felâket, denizaltıların her zaman dolaştığı sularda meydana gelmişti. Kursk, sivil veya askerî bir suüstü gemisiyle de çarpışmış olabilirdi. Bunlara ait de hiçbir kanıt bulunamadı; o sıralar kaza yerine yakın gemilerin hiçbirinde hasar yoktu. Norveç amirali E. Skorgen, Kursk'un batışını şiddetli bir gaz patlamasına bağlıyor ve başka bir gemiyle çarpışma hipotezinin ciddiye alınamayacağını söylüyordu. Amirale göre ilk patlamanın nedeni belli değilse de ikinci patlama Kursk'ta bol bulunan H2 ve O2 gazları karışımının patlamasına bağlı olabilirdi. Norveçli dalgıçlar bir yangının izlerine rastlamışlardı.



Bu resimde savaş gemileri ve torpillerin hızları görülüyor. Şkval hepsinden hızlıdır.

İki Dağıstanlı Uzman

İlk patlamanın Çeçen, yanlısı Dağıstanlı Sirajudin Ramazov tarafından tezgâhlandığı iddia edildi; fakat ölenler arasında bu isimde biri yoktu. Çeçen de bu iddia ciddiye alınıp FSB (eski KGB) direktörü N. Patruçev tarafından incelenmekte. Kursk personeli arasında 8 Müslüman vardı; bunlardan ikisi torpil uzmanıydılar. Fakat bu adamlar gemiye nasıl patlayıcı sokabilmişti; sonra kendi emeklerinin geçtiği bir şeyi tahrip edebilirler miydi? Patruçev iki Dağıstanlı uzmanı suçlamış değil, fakat konuyu araştırıyor; ayrıca basına açıklanmayan başka şüphelilerin de bulunduğunu ima etti. Bir diğer hipotez, Kursk'un o bölgede atılan bir Rus füzesine rastlamış olması. Bu ilk günden beri düşünülüyordu. 8 Eylül tarihli Alman Berliner Zeitung gazetesi, FSB'nin 31 Ağustos'ta Başkan Putin'e verdiği raporda bundan sözettiğini yazdı. Bir Rus askerî gemisi, örneğin Büyük Petro, deneme için bir anti-denizaltı füzesi fırlatmış olabilir ve füze havada 20 km gittikten sonra denize dalmış olabilirdi. Füzenin dalış noktasıyla Kursk arasında yalnızca 400 m vardı. Ancak Rus donanma ve hükümet yetkilileri bunun mümkün olmadığını, çünkü deneme füzelerine patlayıcı konulmadığını açıkladılar.



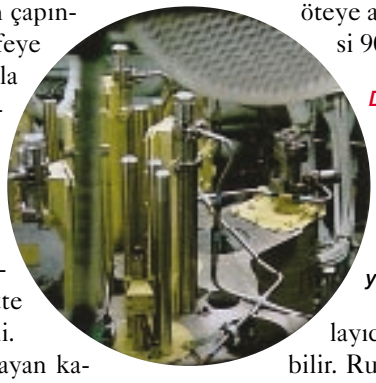
Rus askeri yetkililerinin kabul etmediği hipotez: Bir Alman gazetesine göre Büyük Petro adlı Rus kruvazöründen atılan bir füze Kursk'u batırmıştı.

Süperkavitasyon Torpilleri

Pentagon, İngiliz ve Norveç askerî uzmanları Rusların gizlice iki yeni silâhı denediklerini bildirdiler: Granit seyir füzeleri (denizaltıdan atıldıktan sonra havaya çıkar ve hedefine yakın tekrar suya dalar) ve yeni bir

anti-denizaltı torpili. Kaza bu yeni torpille ilgili olabilirdi. Ateşlemeden sonra torpil yakıtının alev alması ve patlayıcı yüklü savaş başlığını patlatmış olması mümkündü. Denizaltının gövdesindeki büyük yaranın nedeni bu olabilirdi. Su o kadar hızla denizaltıya girmişti ki denizaltı bölmelerini kapatacak zaman kalmamıştı; otomatik bölme kapatma sistemiyse bozulduğu için görev yapmamıştı.

Kursk, sıvı yakıtlı yeni bir torpil deniyordu: kavitasyon torpili. Sivillerin gemide bulunuşunun ve kurban sayısının fazla oluşunun nedeni bu olabilirdi. Kursk periskopu dışarda olduğundan torpil atma durumundaydı. 1998'de Kursk'un eski torpil atıcıları yerine 533 mm çapında yeni tüpler konulmuştu! Ruslar son zamanlarda tamamen yeni bir anti-denizaltı silâhı geliştirmişlerdi: Şkval (fırtına). Bu denizaltı füzeleri 533 mm çapında olup 12 km mesafeye saatte 300-360 km hızla gidiyorlardı. Batı donanmalarında bunların benzeri yoktu. Klâsik elektrikli torpillere göre 9-20 kat hızlı gidiyordu. Şkval 400 m ötedeki bir hedefe saatte 100 km hızla gidebilirdi.



Denizin altında nükleer santral: Bugün için Kursk'un iki nükleer reaktörünün radyoaktivitesi kontrol altında. Reaktörler gelecek yıl denizaltıyla beraber yüzeye çıkartılacak.

Bu büyük hızı sağlayan kavitasyon denilen bir fiziksel olaydı. Kavitasyon, torpilin suyla olan sürtünmesini azaltır. Suda giden bir cisim, etrafındaki suyu mikroskopik kabarcıklara çevirir; cisim su buharından bir kılıfla sarılmış gibi olur; bu olay suyun cisim üzerinde yaptığı basıncı azaltır. 1 mm kalınlıktaki bu kılıf, suyun cisimle sürtünme kuvvetlerini %40 azaltarak hızı arttırır. Patlayıcı suda son hızla ilerleyen bir çeşit gaz kılıfı içinde bulunur.



Limanların korunması: Şkval bataryaları limanların korunmasında kullanılabilir.

Bu amaçla, Moskova'daki Sergei Ordjonikidze Havacılık Enstitüsü'nde 1960'tan beri çeşitli sıvılar deneniyor. Bunların çoğu tepkili motorlara uygulanan cinsten; kullanılan yakıt, hem füzenin çevresinde bir buhar kılıfı oluşturacak sıcak gazları üretir, hem de itki yaratır. İtki, katı yakıtlarca, ya da füzelerde olduğu gibi sıvı yakıtlarca sağlanır. Ruslar bu ikinci yöntemi kullanıyorlar. VA-111 torpili 8.2 m boyunda ve 533 mm çapında. 6-12 km öteye atılabilir. Şkval E füzesi 90 saniyede 250 kg patlayıcıyı 9 km öteye taşıyabilir. Ruslar bu silahı 1995'ten beri dışa satıyorlar. Müşterilerden biri de Çin.

Bu silahların bir sakıncasıysa çok gürültü yapmaları; sonarla hemen buluyorlar ve bu nedenle yakından savaş için uygun değiller. Şkval'ların kendisi fazla manevra yapamaz; fakat Kursk gibi manevra gücü yüksek bir nükleer denizaltı için uygun bir silah. Askerler, Kursk gibi Şkval taşıyan denizaltıları hücuma hazır bir avcı olarak görürler. Komutan bir Şkval salvo ateşi açarak geri çekilebilir. Şkvallar jiroskoplar sayesinde dümdüz gidiyorlar. Ancak bu sıvı yakıtlı torpiller, onları taşıyan gemi için de bir tehlike oluşturuyor. Kursk'un batışından birkaç saat sonra, denizaltı uzmanları A. Gaurilenko ve V. Gundarov'un Rus ordusunun günlük Kızıl Yıldız gazetesinin internet sitesinde yayımlamış oldukları bir yazı geri çekildi. Yazıda bu iki uzman, bu gibi çok tehlikeli torpilleri Kursk'a yerleştirdiği için silah sanayiine içerlediklerini belirtiyorlardı. Tehlike şuydu: Süperkavitasyon torpillerinin depolanması ve kullanılması elektrikli torpillere göre çok daha karmaşıktı. Elektrikli torpillerin enerji kaynaklarının pahalı gümüş aküler olmasına karşılık, süperkavitasyon torpillerinin enerji kaynakları, daha ucuz olan sıvı yakıtlı motorlardır. Ayrıca bu yeni torpiller sıkıştırılmış havayla değil, özel bir kartuşun yanmasıyla oluşan itkiyle atılıyorlar. Böyle bir torpil, atılmadan önce yuvasında sıkışıp patlayabilir.

Norveçlilerin duyduğu ilk patlama, torpil ve balast kompartmanlarının dıştan gelen bir torpil veya füze ile parçalanmasına ya da fırlatma kapsülünün bozulması sonucu bir Şkval'ın patlamasına bağlı olabilirdi. Açılan delikten içeri hızla giren su, bölmeleri doldurarak Kursk'u dibe oluşturmuş, bundan sonra da diğer Şkval torpilleri patlamış olabilir. İki nükleer reaktörün personel tarafından mı, yoksa otomatik olarak mı kapatıldığı bilinmiyor. Kursk'un içten dışa doğru mu, dıştan içe doğru mu delindiği ancak denizaltının burnunun incelenmesiyle anlaşılacak. Bunun için de uzun süre beklemek gerekebilir.

Kursk denizaltısı. Uzunluk 154 m. Çap 18.2m. Ağırlık: 18.300 ton. Hızı dalmış durumdayken 28 deniz mili. Kursk 10 avcı denizaltısından oluşan bir serinin sonuncusuydu. Güçlü silahlarla donatılmıştı: 28 torpil ve 24 Granit tipi seyir füzesi.



G. Rene, Jean, P., Koursk Tombé sous les armes russes, *Science et Vie*, Ekim 2000
Çeviri: Selçuk Alsan

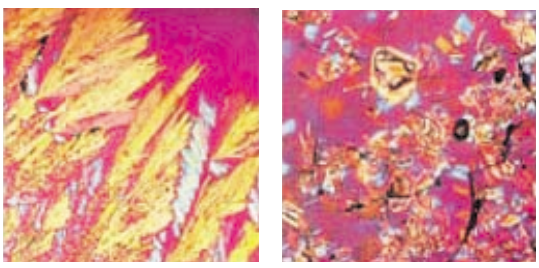
Tip 2 Diyabet İçin Tıpta Yeni Görüşler

Araştırmacılar "tip 2 diyabet" konusundaki eski dogmaları bir kenara bırakarak, bu sık görülen hastalıkla ilgili birçok yeni buluş yaptılar. Öyle ki bu hastalık hakkında 10 yıl önce doğru olduğu sanılan hemen herşeyin yanlış olduğu anlaşıldı.

Tip 2 diyabet dünyada en sık görülen metabolik hastalık. Araştırmacılar 30 yıldır bu hastalığı incelerken bir çıkmaz sokaktan ötekine dalıp duruyorlardı. Tip 2 diyabet dünyada 250 milyon kişide mevcut ve erişkinlerde körlüğün, böbrek yetmezliğinin ve bacak kesilmesinin başta gelen nedenlerinden. Diyabet üzerinde araştırma yapanlar, biyokimyasal ve genetik yöntemler kullanarak, bu hastalığın özünde yatan hücreiçi sinyalini keşfettiler.

Bu son araştırmalar sonucu son 10 yıla ait dogmaların birçoğunun yanlış olduğu anlaşıldı. Tip 2 diyabetteki temel bozukluk vücudun insüline dirençli oluşudur. İnsüline dirençten şunu anlamalıyız: kandaki insülin düzeyi normal ve hatta normalden yüksek olmasına karşın kan glükoz düzeyi normalin üstündedir. Geçmiş yıllarda araştırmacılar insüline direnci basit bir nedene bağladılar: insülin almaçlarında bozukluk. Bu bozukluk sonucu insülin kendi almaçlarına yapışamıyor ve kanda yüksek olmasına karşın etki gösteremiyordu. Ne var ki, 10 yıllık araştırmalar sonucu bu hastalıkla insülin almaçları arasında bir ilişki saptanamadı; tip 2 diyabette ancak %5 olguda nadir bir mütasyon sonucu insülin almaçlarının bozulduğu anlaşıldı. Bostan'daki Joslin Diyabet Merkezi'nden Dr. Morris White şöyle diyor: "Son 10 yılda, tip 2 diyabet hakkında doğru bildiğimiz herşeyin yanlış olduğu anlaşıldı. Biz tip 2 diyabetin insülin almaçlarındaki bozukluklara bağlı olduğunu düşünmüştük. Ama gerçek bu değil. İnsüline karşı direncin rol oynadığı kanısındaydık; bu da doğru çıkmadı. Hastalanan başlıca dokuların kas ve yağ olduğnu kabul etmiştik; bunun da yanlış olduğu anlaşıldı".

Şimdi araştırmacılar daha karmaşık bir açıklama üzerinde duruyorlar. Son aylarda birçok araştırma grubu şu gerçeği ortaya koydu: tip 2 diyabet, insülin salgılanmasıyla insüline yanıt arasındaki çok nazik dengenin bozulması sonucu oluşuyor. İlk olarak kas, yağ ve karaciğer, yemeklerden sonra pankreas tarafından salgılanan insülin hormonuna karşı tam yanıt veremez olurlar. Bu insülin direncinin özünde birbirleriyle ilgili en az iki hücreiçi olay bulunur. İnsülin normalde hücrelere glükozu kandan almaları ve kimyasal enerji depolarına dönüştürmeleri emrini verir. İnsüline direnç arttıkça pankreas daha fazla insülin yapmaya başlar. Fakat bazı insanlarda bu geçici olanak durum ikinci bir olumsuzluk başlatır: pankreasın insülin yapıcı hücreleri yorulur ve daha az insülin yapmaya başlar. Araştırmacılar bu son olayı yeni yeni keşfetmişlerdir. White şöyle diyor: "Vücut insülin etkisiyle insülin salgısı arasındaki ince ayarı yapamadığı an, tip 2 diyabet hastalığı başlar".



Solda sofra şekeri, sağda glikoz parçacığı

Eğer bu görüşler kesinleşirse, çok sayıda tip 2 diyabetin seyri değiştirilebilecek. Columbia Üniversitesi diyabet araştırma servisi başkanı Domenico Accili şöyle diyor: "Önümüzdeki 5 yılda tip 2 diyabet tedavisi tamamen değişebilir".

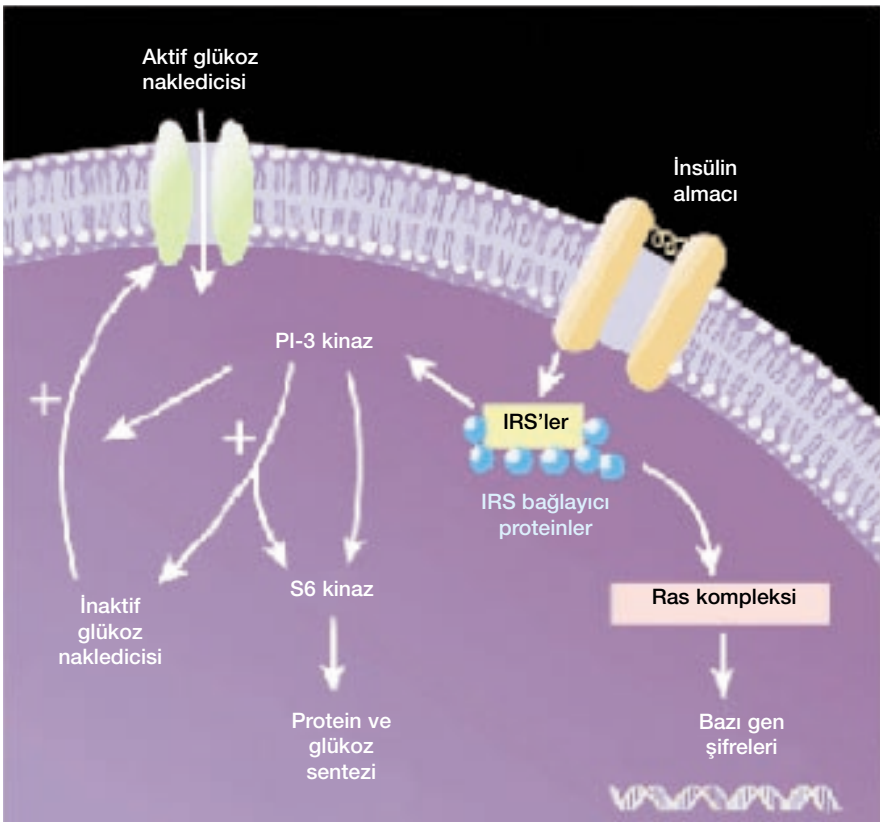
Fakat herkes böyle düşünmüyor. Bu yeni buluşların çoğu farelerde yapıldı. Ne yazık ki insanlarda tip 2 diyabetin genetiği hayvanlardaki gibi olmak zorunda değil. 10 yıldan fazladır insanlarda tip 2 diyabet üzerinde çalışmakta olan Chicago Üniversitesi genetikçilerinden Graeme Bell, bu yeni buluşları şüpheyle karşılıyor. Bell, tip 2 diyabette birkaç biyokimyasal yolun rol oynadığının kanıtlanacağı kanısında; fakat onların bugün bulunanlar olmadığını düşünüyor ve şöyle diyor: "Bu hastalığın nedenini bulmak için hâlâ çok çalışmamız gerekiyor".

Tip 2 diyabet üzerindeki görüşlerin değişmeye başlaması 1990'lı yılların ortalarında başladı. Bu tarihlerde insülin almaçlarının bir çıkmaz sokak olduğu anlaşılmıştı. Dikkatler insülinin kendi almacına bağlanmasından sonra etkinleşen hücreiçi sinyallere çevrildi. İlk buluşlardan bazıları White ve arkadaşlarının farelerde kalıtsal glükoz metabolizmasını incelemeleri sırasında yapıldı. İnsülin kendi almacına bağlanınca hücre içinde IRS-1 ve IRS-2 adlı iki protein oluşuyor ve bunlar diğer bir çok hücreiçi protein için dok görevi yapıyor. Bu proteinlerin bir araya gelmesiyle oluşan moleküler kompleks, glükoz taşıyıcısını göreve çağrıyor ve taşıyıcı, glükozu hücre içine sokuyor. IRS'e bağlı kompleks, Ras kompleksi denilen ikinci bir yolu etkinleştiriyor ve bu yol hücrede gen etkisini tetikliyor. Ras yolu üzerinde az çalışıldı.

White bu iki proteinin görevlerinin kısmen çakıştığını söylemekle beraber şunu da ekliyor: Gerek kendi deneyleri, gerekse Joslin Diyabet Merkezi başkanı C. Ronald Kahn'ın ve hücre biyologu Accilli'nin deneyleri şunu göstermiştir: IRS-1 daha çok kas ve yağ dokusunun, IRS-2 ayrıca pankreasın insülin salgılamasını artırıyor.

Tip 2 diyabetin sırlarının anlaşılmasında doku özgünlüğü önemli rol oynar. Kahn, White ve Accilli'nin doku özgünlüğü Tip 2 diyabet hakkında yeni görüşleri benimseyenler bile bir zafer ilân etmek için zamanın erken olduğu görüşündeler. Joslin Kliniği'nin kıdemli araştırmacılarından S. Shoelson şöyle diyor: "Bu hastalıkta rol oynayan birçok temel biyokimyasal yol bulduğumuza inanıyorum; fakat bu yolların neden gereği gibi çalışmadıklarının nedenlerini bilmiyoruz. Bilmecenin en önemli parçası henüz kayıp" Journal of Clinical Investigation'ın Ocak 2000 sayısında yayımlanan bir makale. Bu makaleye göre tip 2 diyabetin oluşmasında karaciğer çok önemli bir rol oynuyor. Kahn bunu şöyle açıklıyor: "Çoğumuza tip 2 diyabetin oluşması için hem kasda, hem de karaciğerde insüline direnç oluşmalıdır. Tip 2 diyabetin oluşması için insülin düzenleyici sistem bir çok noktada bozulmalıdır".

Fare deneyleri de tip 2 diyabetin oluşmasında pankreasın insülin salgısının önemini ortaya koydu. White gösterdi ki pankreas başlangıçta insülin direncini aşırı insülin salgılayarak yenmek ister; fakat bu çaba sonucu pankreasın insülin yapıcı beta hücreleri ölür ve tam bir diyabet başlar. İnsülin salgısının azalışı IRS-2 sinyal yolundaki bir bozukluktan olabilir. Nature dergisinin Eylül 1999 sayısında yayımlanan makalesinde White şu görüşü ileri sürüyor: insülinin kendisi, β hücrelerini uyararak kendi salgısını kendi artırır; bu geri kontrol ancak IRS-2 varsa olasıdır. White'a göre pankreastan insülin salgılanmasının duruşu, IRS-2 sinyalinin bilinmeyen bir nedenle aksamasına bağlı olabilir. Accilli bunun çok ilginç bir sonuç olduğunu, insülin direnciyle insülün salgısı arasında biyokimyasal bir ilişki olduğunun ortaya koyduğunu söylüyor.



İnsülin kontrol yolları

İnsülin almaç hücre zarında tirozin kinaz adlı bir enzimdir. Bu enzim hücre zarının iç yüzünde bulunan IRS-1 ve IRS-2 adlı proteinlere fosfat grupları ekler. Bu proteinler fosforlanınca, insülin uyarısını iki büyük hücreiçi metabolizma yoluna ileten diğer sinyal proteinlerine dok görevi yapar. Bu yollardan biri, Ras gen kopyalama kompleksini uyaran yoldur; bu yol, henüz ayrıntıları bilinmeyen bir geni etkinleştirir. Diğer yol fosfatidik inozitol 3-kinazı (PI 3-kinaz) etkinleştirir. Bu son enzim bir çok proteini, bu arada glükozu hücre içine taşıyan proteini fosforlayarak etkinleştirir.

Aynı sinyal yolu yağ metabolizmasını da etkiler ve bu, tip 2 diyabetin şişmanlıkla beraber görülmesini açıklayabilir. Tip 2 diyabetli hastalarda serum yağ asitleri sıklıkla yükselmiştir. Yale Üniversitesinden klinik fizyolog G. Shulman canlı insan ve fare kaslarında nükleer manyetik rezonans ile yaptığı çalışmalarda, plazma serbest yağ asitleri artışının IRS-1 sinyal yolunu keserek hücrelerin glükoz alımını azalttığını gösterdi. Shulman'a göre karaciğerde ve kaslarda hücreiçi yağ asitlerinin artışı, IRS-1 ve IRS-2'yi azaltarak dokularda insülin direncine neden olur. IRS-2'nin azalışı insülin salgısının azalışına da yolaçabilir.

Araştırmacıları şaşırtan şey şudur: genetikçiler diyabetlilerde IRS genlerinde mutasyon bulamamışlardır. "Böyle bir mutasyonu bulmak zor olacaktır" diyor Chicago'dan Bell "Bu gibi mutasyonlar bulunsa bile bunlar bir proteinin tam kaybına değil, görevinin değişmesine neden olacaklardır. Fakat insülinin şeker metabolizmasını düzenlemesi o kadar duyarlı ayarlanmıştır ki bir iki küçük mutasyon bile, uygun çevre şartlarında, örneğin aşırı yağlı Amerikan diyetinde, diyabete yol açabilecektir".

Bu yeni buluşlar tip 2 diyabette yeni ilâçların kullanılmasına yolaçacaktır. İlâç firmaları bu yeni bilgilerin ışığında tip 2 diyabet için yeni ilâçlar araştırmaya başlamışlardır. Bu ilâçlar insülin sinyal yollarını uyaracak ve insülin direncini yokedecektir. İnsülin almacını değiştirerek ve onun IRS yolunun daha etkili kılmasını sağlayacak bir enzim üzerinde çalışılmaktadır. Accilli'ye göre gelecekte tip 2 diyabetin alt tipleri ayırtedilebilecek ve her tip için ona uygun ilâçlar bulunacaktır.

Alper, J., "New Insights Into Type 2 Diabetes" *Science*, 7 Temmuz 2000

Çeviri S. Alsan



Eşekleri Tanıyalım

Gelene krallığında, Marsyas adındaki, keçi ayaklı, sivri kulaklı, yarı insan yarı hayvan yaratıklardan Satiros pınar başında dolaşırken bir flüt bulur. Uzunca bir uğraştan sonra bu müzik aletini çalmayı öğrenir; hem de mükemmel biçimde. Ama bu olağanüstülüğün nedeni çok farklıdır… Marsyas'ın bulduğu flüt tanrıça Athena'nındır. Athena flüt çalarken, sudaki yansımalardan yüzünün çirkinleştiğini görmüş ve buna dayanamayıp flütünü kaldırıp atmıştır…Marsyas'ın yeteneğinin ünü kısa sürede duyulur; herkes onu dinlemek için Gelene'ye akın etmektedir...Bu ün, müziğe düşkünlüğüyle de bilinen Tanrı Apollon'un kulağına gider… Apollon da lir çalmakta çok ustadır; öyle ki kimse onunla yarışmaya cesaret edemez… Bir tanrıçaya ait olduğu için, çok güzel sesler çıkaran bu flütü kendi yeteneğiyle çalabildiğini sanan Marsyas, Apollon'u rakip görmeye başlar. Apollon da, Marsyas'ın müzikteki bu ününü kıskanmıştır; onu herkesin önünde, yenenin yenilene istediği cezayı verebileceği bir müzik yarışması yapmaya davet eder. Yarışma Tmolos Dağı'nın eteklerinde yapılır…Musa'lar ve Frigya kralı Midas yarışmada hakem olur. Apollon liriyle çok güzel şarkılar çalarak ortalığı inletir. Marsyas da flütüyle aynı başarıyı gösterir... Hakemler kararsız kalmıştır... Bu durumu Apollon giderir: Liriyle o denli güzel bir müzik ziyafeti verir ki, dağlar taşlar heyecandan titrer ve Marsyas, Apollon gibi asla çalamayacağını itiraf eder. Apollon, anlaşma gereği Marsyas'ı ölümle cezalandırır… Yarışma sırasında Marsyas'ın daha iyi çaldığını söyleyen Midas'a da ceza verir. Apollon'a göre, Midas'ın kulakları demek ki iyi işitmemektedir; ona sesleri daha iyi duyabilmesi için eşek kulaklarını uygun görür ve Midas'ın kulaklarını uzatarak eşek kulaklarına çevirir...Midas kulaklarından çok utanır; öyle ki yalnızca bu nedenden başına özel bir bere yaptırır...Fakat Midas'ın berberi, saç traşı yaparken kulaklarının uzunluğunu fark eder. Bu berberin ölümü demektir; ama Midas hiç kimseye anlatmama koşuluyla berberin yaşamını bağışlar. Berber bu sırrı içinde saklamakta çok zorlanır. Birilerine söylemezse patlayacağını düşünür; ama söylediğinde de kral Midas onu öldürtebilecektir... Sonunda kendince bir çıkış yolu bulur: Issız bir yerde bir çukur açar; çukura eğilerek usulca "Haberiniz var mı? Kral Midas eşek kulaklıdır" diye fısıldar…Bu sırrı çukurla paylaşmak bile onu çok rahatlatmıştır; ayrıca çukur kimseye bu sırrı söyleyemez de. Ama kazdığı çukurun yanındaki kamışları hiç hesaba katmamıştır. Kamışlar rüzgârla sallandıkları zaman "Midas'ın kulakları eşek kulakları, Midas'ın kulakları eşek kulakları" diye sırrı her tarafa yayar.



EŞEKLER, insanlarca hep küçümsenmiş, utanç kaynağı olarak görülmüş, hatta birilerini aşağılamak için sözcüklere sıfat olmuş hayvanlardan. Öyle ki efsanelere bile konu olduğu üzere, bir krala verilebilecek ölümden de beter bir ceza, eşeğe benzemek. Ama bu bazı insanların ikiyüzlülüğünden olsa gerek, bir yandan aşağıladığı eşeği, diğer yandan son demine kadar kullanmış, ondan sonuna kadar yarar sağlamış ve işi bittiğinde kaldırıp bir kenara atmış, unutmuştur. Yabani eşeklerin yaşam alanları, Atlas Okyanusu'nun kıyılarından Amur'a, Ural dağlarından Afrika'ya kadar uzanırken, Avrupa'da yaşayan türleri bundan 7000 yıl önce tükenir. Sürüler halinde gezen eşekler ancak birkaç yüzyıl önce Afrika ve Asya'da tekrar ortaya çıkarlar.

Şimdi, ne yazık ki ancak uygarlıktan uzak bölgelerde soylarını devam ettirebiliyorlar. Soyları tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olduğu için, Somali'de koruma altına alınan eşekler, soylarını eşekçe sürdürebilmek için uygarlıktan uzaklaşmayı yeğlemekte. Bu yazı, doğadaki zincirin bir halkası olan eşeklere özür borcumuzu karşılamaz; ama yine de eşeklerin hiç hak etmediği kötü ünlerini biraz olsun giderebilir.

Eşekler Kimlerden?

Hayvanbilimde, eşekler atlarla birlikte *Hippomorpha* alttakımındaki *Equidae* ailesinde gösteriliyorlar. Bu alttakım da toynaklılar takımına bağlı. Toynak, sözcük anlamı olarak tek tırnaklı hayvanların tırnağına verilen ad. Halk arasında duynak olarak da söyleniyor. Böylesi özel bir ada sahip olmalarının nedeni de toynaklıların tırnak ucunda yürümelerinden kaynaklanıyor. Çünkü onların en gelişmiş parmakları ortaparmakları ve ortaparmaktaki tırnak da tipik bir yapıya sahip.

Bacaklarsa saatte 70 kilometre hızla koşabilecek biçimde tasarlanmıştır. Toynak, altındaki etli kısım tarafından sürekli yenilenir. İkinci ve üçüncü parmaklar bir kalıntı halindedir. Önkol kemiği ve baldır kemiği tam oluşmamış ya da körelmiştir de diyebiliriz. Dirsek kemiği uzamış ve kaval kemiğiyle bir noktada kaynaşmıştır. İşte bu yapı eşeklerin hızlı koşabilmelerini sağlamaktadır.

Eşekler, tepeden tırnağa dahil olduğu ailenin tüm özelliklerini taşıyan hayvanlardır. "Tepeden tırnağa" dedik; ama söze ilk tırnaktan başladık; şimdi biraz daha tepelere çıkıp eşeklerin gözlerinden söz edelim. Dünyanın en güzel gözlerine sahiptir eşekler; ama gözler, biçimin ve alımlılığın ötesinde özellikler de taşır. Örneğin ışık şiddetinin derecesini ayırmaya ve hareketleri izlemeye uyum sağlamıştır eşek gözleri. Gözlerde bulunan ve "*Tapetum Lucidum*" denen yapı, gözün arka kısmına düşen ışığı tekrar retinaya yansıtır. Yansıtmaya, *Tapetum* hücrelerine yığılmış olan guanin kristalleri neden olur. Işığın ağtabakaya yansıtılması sırasında, bir kısmının mercekten tekrar geri dönmesi, geceleri ışık azalınca gözlerin parlamasına neden olur. Eşeklerin gözlerinde diğer omurgalılardan farklı bir uyum mekanizması vardır. Bu mekanizma sayesinde eşekler, tıpkı diğer takımdaşları gibi uzağa ve yakına uyum sağlarlar. Yani uzaklarda ya da yakınlarda neler olup bitiyor, net bir şekilde görür. Bu şu anlama da gelir: Eşekler çevrelerinde olup bitenden haberdardırlar.

Eşeklerin işitme ve koku alma duyuları da mükemmel denilebilecek yapıdadır. Görme, işitme ve koklamadaki bu olağanüstülük insanlarca yanlış algılanmış ve eşeklere inatçı yakıştırması yapılmıştır. Örneğin, bir eşek, yolda kendi halinde giderken aniden durur ve ne yapsanız, o istemediği sürece onu yoluna devam ettiremezsiniz. Bizler onun bu davranışını yanlış olarak inatçılık diye yorumlarız. Oysa eşek o sırada gözlerinden, kulaklarından ve burnundan aldığı uyarıları değerlendirmek ve yorumlamakla, yani düşünmekle meşguldür. Kim bilir? O uyarılar ona, olası bir tehlikenin işaretlerini vermiştir de, eşek "ne yapmalıyım da bu tehlikeyi atlatmalıyım" sorusunun yanıtını arıyordur. Yorumlanan tehlikeye karşı eşekler iki biçimde karar verirler: Ya tehlike önemsenmeyecek denli küçüktür ve dikkate alınmaz, ya da mücadeleye karar verilir. Savunma





mekanizması olarak ısırma ve tekme atma kullanılır.

Beslenmelerinde ve kendilerini korumada kullandıkları dişleri 42 tanedir. Bu dişlerden kesiciler, keski biçimindedir; yüksek taçlı, kökleri açık, farklı mine kıvrımları vardır. Sürekli büyüme yeteneğindedir. Evrimsel anlamda bu durum şöyle yorumlanır: "Orta Miosen'e kadar azı dişlerinin taç kısımları çok kısa olan *Equidae* örneklerinde, bu devirden sonra taç kısımları yükselmeye başlamıştır. Bu değişime bağlı olarak beslenmeleri de değişmiştir. İlk *Equidae* örnekleri yapraklarla beslenmelerine karşın, daha sonra ortaya çıkanlar otlarla beslenmeyi yeğler." Köpek dişleri küçülmüş, dişilerdeyse tümüyle ortadan kalkmıştır. Azılar çoğunlukla dikdörtgen prizması biçimindedir. Aşınmalar nedeniyle gittikçe çene kemiğine doğru alçalır azı dişleri. Aşınan azı dişleri besinlerin öğütülmesinde güçlükler ortaya çıkarır. Ayrıca kırılma, örselenme ya da farklı nedenlerle azı dişlerinde boy farkı ortaya çıkmışsa bu durum da besinlerin öğütülmesinde güçlüklere ve dolayısıyla beslenme bozukluklarına yol açar.

Dağlık, tepelik yerlerde ve kuru iklimlerde yaşamayı becerebilir, hatta yaşadıkları ortamların bu koşullarda olmasını arzu eder eşekler. Örneğin Afrika'daki yabani eşek türü, dünyanın en sıcak çöllerinden kuzeydoğu Etiyopya'daki Danakil'de, *Kiang* türüyse Tibet'in dondurucu yüksek tepelerinde görülür. Asya yaban eşeğinin alt türleri olarak bilinen *Kulan*, *Khur*, *Onager* ve *Dschiggetai* türleri de, Hindistan, İran ve Orta Asya'nın steplerinde yaşamaktadırlar. Tercih edilmelerinden de anlaşılacağı gibi çok dayanıklı hayvanlardır eşekler.

Toplu yaşamayı da severler. Örneğin, evcil eşeklerin atası olan Afrika eşeğinin (*Equus africanus*) 10-15 bireyden oluşan gruplar halinde yaşadığını ve grubun önderliğini de en yaşlı eşeğin üstlendiğini bilmekteyiz.

Eşeklerin nasıl üreticilerine gelince: Elbette dişi ve erkek, eşeklerin dünyasında da üremeden sorumludurlar. Ama bir de eşekler, atlarla çiftleştirilerek kendilerinden daha dirençli ve güçlü, katır dediğimiz hayvanların üretiminde kullanılırlar. Aslına baktığımızda, erkek eşeğin dişi aygırla çiftleşmesi sonucunda doğan katır, bütünüyle insan zekâsının ürünüdür. Yani doğal ortamda hiçbir eşek, hiçbir atla çifleşmek gibi garip bir isteğe sahip değildir. Eşek ve at çiftleşmesinden elde edilen bir diğer hayvan da bardodur. Bardo, erkek atlarla dişi eşeklerin çiftleştirilmesi sonucu doğan hayvana verilen addır. Bir de, eşeklerin dünyasında da eşcinsellik sözkonusudur. Tıpkı boğa, inek, kedi, keçi, domuz, antilop, fil, maymun, tavşan, aslan, fare ve insanlarda olduğu gibi eşeklerde de eşcinsellik gözlenmiştir

Afrika eşeklerinin gebelik süreleri 12 aydır ve bu süre sonunda bir yavru doğururlar. Asya eşeğiyse 9-12 aylık bir gebelik süresi geçirir. O da tek yavru doğurur. Yeni doğan eşek yavruları, bir saat sonra kendilerini toparlar, ayağa kalkar ve annelerinin

peşi sıra yürümeye başlarlar. Afrika eşekleri yavrularını 4 ay emzirirken, Asya eşekleri 9-12 ay süreyle emzirilir. Yani eşek yavrusu annesinin sütüne bir türlü doyamaz. Ama haklı gerekçeleri de yok değildir. Tıbbın babası Hipokrat bile eşek sütünü çok sağlıklı bulmuş ve içimini teşvik etmiştir. Yunanlılar gibi Romalılar da eşek sütüne çok önem vermişlerdir. Neron'un üçüncü karısının 500 eşeğinin olduğu ve eşeklerinden sağdırdığı sütle güzellik banyosu yaptığı bilinmektedir. Üçüncü eş, bu sayede cildinin beyazlaşıp durulaşacağına inanırmış. Bu örneklerden hareketle neden sorusunu sorduğumuzda, eşek sütüyle insan sütünün bileşimlerinin birbirine çok benzediğini öğreniyoruz. İnek sütüyle kıyaslandığında da şeker ve protein oranının eşek sütünde daha fazla olduğunu görüyoruz.

Tekrar yavrulara dönelim: Afrika eşeklerinin sıpaları 6 aylık oluncaya kadar su içmez. Onların susuzluğa bebekliklerinden beri gösterdikleri bu dayanıklılıktan olsa gerek, yetişkin eşekler de susuzluğa çok dayanıklılar. 2-3 gün susuz kalabilirler. Aynı biçimde açlığa da çok dayanıklıdır eşekler. Çok az yiyecekle günlerce yaşayabilirler.

Afrika eşeklerinin yavruları iki yaşlarında erginleşirler. Asya yaban eşeklerindeyse dişiler 3, erkekler 4 yaşında eşeysel olgunluğa erişirler. Olgunlaşma sürelerinin uzunluğunu ve bir defada tek yavrunun dünyaya gelmesini göz önüne aldığımızda, eşeklerin soyları ne derece garantide sorusunu ister istemez soruyoruz. Yanıt olarak ne yazıktır ki, her iki türün de soyunun tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu görüyoruz.

Yabanlıktan Uygar Yaşama Geçiş!

Eşeklerin, daha doğru bir deyişle Afrika eşeklerinin, 4. yüzyılın başlarında, Mısır'da ev hayvanı olarak yetiştirildikleri biliniyor. Bu konuda şu açıklama oldukça akla yakın ve kabul de görüyor: Yetişkin yabani eşeklerin saatte 70 kilometre hızla koştuğu göz önüne alındığında, bu eşekleri yakalayıp, sonra da evcilleştirmek o zamanın koşullarında çok zor olsa gerek.



Bu nedenle, annesi avda öldürülmüş sıpalar evcilleştirilmiş olmalı. Böyle ya da bir başka biçimde; ama sonuçta Afrika eşeği evcilleştiriliyor ve evcil eşek dediğimiz *Equus africanus asinus* elde ediliyor.



Peki Avrupa'ya eşek nasıl geldi? Nil Vadisi'nde evcilleştirilen eşeğin, Arabistan, Kuzey ve Güney Afrika'ya yayılıp, Avrupa'ya MÖ 2000 yılında, olasılıkla Anadolu'dan götürüldüğü söyleniyor. Bazı kaynaklara göre de İÖ 800 yıllarından beri eşek, Avrupa'da tanınıp biliniyor; ama pek rağbet görmüyor. Aristo zamanında, İÖ 300'lerde ev ve tarla işlerinde kullanılıyor.

Eşekle tanışan insan, ondan nasıl yararlanabileceğini kısa zamanda keşfetmiş. En eski göçebelerden başlayarak günümüz için de şunu söyleyebiliyoruz: Evcil eşek, insanlarca birincil olarak taşıma, özellikle de yük taşımada aracı olarak kullanılıyor. Hatta eşekten önce bu işi sığırlar üstlenirken, yani sığırlar etinden yararlanmanın yanı sıra taşımacılıkta da kullanılırken, eşeğin keşfiyle (!) sığırlar bir anlamda yüklerinden kurtuluyorlar. Görevlerinin yük taşıma kısmını eşeklere devrediyorlar. Eşek, develerin de yaşamına büyük kolaylıklar getirmiş bir hayvan. Grup halinde yaşadıkları gibi tek başlarına da

rahatlıkla idare edilebilir olduklarından ve eşekleri idare ederken birbirine bağlamaya gerek olmadığından İÖ 1500 yıllarında develerle yapılan yük taşımacılığı, eşeklere de yaptırılıyor. Ama eşekten yararlanma, taşımacılıkla sınırlı kalmıyor. Başlangıçta taşıma amaçlı kullanılan eşeğin bir süre sonra pek çok işte kullanıldığını görüyoruz. Küçük tarlaların başta gelen iş hayvanı olmasının yanı sıra su çekmişler, değirmen döndürmüşler ki bunun için saatlerce dönüp durmuşlar, toprak sürmüşler, postacılık yapmışlar, orduda bile kullanılmışlar.



Eşek, bazı kültürlerde simge olarak da yer almış. Örneğin, Eski Yunan'da cinsellik açısından günahkâr sayılan eşek, cinselliğin simgesi olarak Pan'ın yanında yerini alıyor.

Almanya'da İS 200 yılından kalma bir mağarada, eşek kemikleri ve Heidelberg'deki kazılarda eşek iskeletleri bulundu. Bulunan bu eşeklerin ağızlarında madeni paralar ve madalyalar vardı. Bu durum şöyle yorumlanmakta: Ölüler öteki dünyaya gittiklerinde ırmaktan geçerken, yol paralarını bu eşeklerin ağızlarındaki paralarla karşılıyorlarmış. *O Keller*'in, 1909'da yazdığı, *Eski Dünya'da Hayvanlar* adlı kitabındaysa eşek şöyle betimleniyor: Nesnellik, hızlılık, bereket = eşek.

Gerçekten de eşeklerin ve katırların insanların yaşamında anlamlı yerleri oldu. İtalya'nın iç bölgelerinde, tüm ticari etkinliklerde, eşekten yararlanıldı. Tıpkı Yunanistan'da olduğu gibi iyi eşekler iyi para kaynağı sayıldı. Hatta, eşeklerin bakıldığı özel yerler yapılıp, eşek eğiticileri de, eşekler sayesinde iyi para kazandılar.

Iyi bir eşeğe sahip olmak için, öncelikle beslenmelerine yeterince özen göstermek gerekir. Dişi eşek, ağır işlerde çalıştırılmaz; çünkü o dünyaya değerli yavrular getirecektir. Bu konuda bazı ülkelerde, oldukça özenli davranıldı. Örneğin, özen gösterdikleri eşeklerine, kızılca buğday ve arpa yedirdiler. Dişi eşeklerini, tıpkı atları gibi özel otlaklarda tuttular. Kış geldiğinde de hem erkek hem de dişi eşeklerini ahırlarda tuttular, iyi besleyip özen gösterdiler. Böylece eşeklerinden iyi gelirler elde ettiler.

Değirmende kullanılan eşeklerin de farklı özellikleri vardı. Örneğin değirmeni döndüren bir eşek, en fazla 80-110 cm yüksekliğinde olmalı. Bedenin büyüklüğü önemlidir; çünkü değirmen küçük olduğundan eşek de değirmenle orantılı bir büyüklükte olmalı. Birçok kaynaktan öğrendiğimize göre, geçmişte, değirmen sahibiyle eşekleri aynı evde kalmanın ötesinde, aynı odada, birlikte kalırlardı. Bu eşeğe verilen önemden çok ekonomik kaygılardan olsa gerek.

İlk başlarda, Ortaçağ Avrupasının bazı bölgelerinde, İspanya, İtalya, Fransa'da daha büyük, daha nitelikli eşek ırkları üretildi. Bu eşekler en çok katır üreticilerinin işine yaradı. Çünkü, bunlardan çok daha nitelikli katırlar elde edebiliyorlardı.

Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra, Orta Avrupa'da eşek bakımı gerilemeye başladı. Ta ki Milat'a kadar. Sonra eşekler tekrar gündeme geldi. Sayıları hızla artmaya başladı. Bu konuda en çok pay sahibi de keşişler oldu. Keşişler İtalya'dan Orta Avrupa'ya eşekleriyle geldiler.

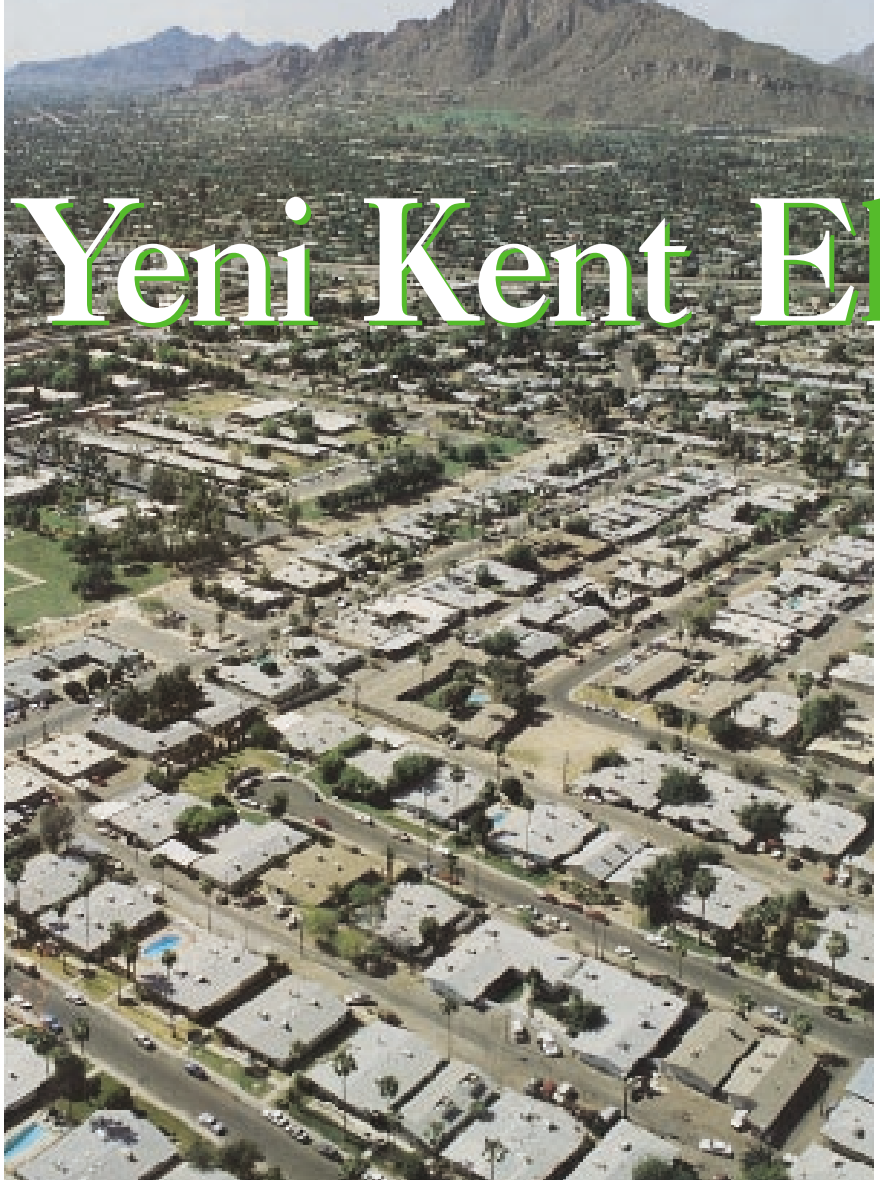


Zaman geçtikçe eşeklere, katırlara olan gereksinme azalmaya başladı. 19. yüzyıldan itibaren artık caddeler, caddelerde yol alan arabalar vardı. Yüklerin ve yolcuların taşınması artık farklı bir biçimde, hem hızlı hem de kolay yoldan yapılıyordu. Bu nedenle Orta ve Kuzey Avrupa'da yük eşeklerinin değeri kalmadı. Güney Avrupa'daysa eşek yerini bir süre daha koruyabildi. Ama Güney Avrupa'da hiçbir zaman eşeklere özen göstermediler. Onlara çok kötü bakıyor, küçük yaşlardan başlayarak ağır işlerde çalıştırıyor ve yanlış eğitim veriyorlardı. Böylece eşeğin pek çok özelliği geri planda kalmaya başladı: Ortada küçük, gösterişsiz, isteksiz eşekler dolaşır olmuştu. Belki de bu nedenle bu bölgedeki insanlar, eşekten daha büyük ve daha ağır olan katırları yeğlemeye başladılar. Ordular bile katırları kullandılar.

16. yüzyılda Fransız bir yazar "Eşek nasıl olmalı?" sorusuna yanıt verdi. Yazara göre, nitelikli bir eşekte olması gereken özellikler şunlardı: "Eşek büyük olmalı; ama bacaklarının üstünde sağlam durmalı. Sırtı sert olmalı, kalçası da yuvarlak. Yumuşak ve parlak tüyleri siyah ve grinin tonlarını veren buklelere sahip olmalı." Yazarın bu tarifi eşeklerin de rüyasıydı; ama onlar ne kadar çaba gösterdilerse de hak ettikleri düzeye bir türlü erişemediler. İnsanları ve yüklerini taşıdılar, dişi eşekler basit bir eğitimle koyunlara bekçilik ettiler, çift sürdüler, değirmen döndürdüler, araba çektiler, postacılık yaptılar, orduya bile hizmet ettiler; ama tüm bunlara karşın birçok ülkede hâlâ iyi anılmıyorlar. Bunun nedeni şu olsa gerek: Gerçekte eşekler akıllı ve duygulu hayvanlar; ama bu özellikleri insanlar hep yanlış kullanmışlar, onu anlayamamışlar. Geç de olsa onları anlayıp, saygıyla yaklaşırsak, bu çok çalışkan ve dost canlısı hayvanlar yaşantımıza yeniden ve daha az onur kırıcı işlevlerle girebilirler. Tıpkı Nasrettin Hoca'nın eşeğiyle bütünleşmesi gibi.

Gülgûn Akbaba

Yeni Kent Ekolojisi



Şekil 1. Hızlı-büyüyen Phoenix, Arizona çölünün ortasına yayılan bir ada gibidir. Ve çevresel rahatsızlıkların yapısından, türler arasındaki rekabet ölçeğine varıncaya kadar tüm ekolojik paramtrelerin, insan etkinliklerinden etkilendiğinin görsel bir göstergesidir. Ekologlar eskiden beri teorilerini "el değmemiş" ortamlarda denediler, ancak sonunda dikkatler, varolan ekolojik teoriyle kolay uyum sağlamayan kentsel ekosistemlere yöneliyor. Yazarlar, kentsel ve geleneksel ekolojinin birleştirilmesini savunuyorlar. Ayrıca insan etkinliklerinin diğer canlıları nasıl etkilediği, ekosistemin işlev ve yapısını nasıl değiştirdiği konusundaki bilimsel görüşlerde sosyal-bilim modellerinin kullanılmasını öneriyorlar.

EKOLOJİ BİLİMİ, yeryüzünde yaşayan canlıların dağılımlarını, yoğunluklarını ve birbirleriyle ilişkilerini anlamak isteyen 19. yüzyıl biyologlarının sınırsız merakları sonucunda ortaya çıktı. Bu bilim adamları kendilerine sorular sordular: Neden bu kadar çok tür var, niçin daha fazla değil, ve neden dağılımları böyle? Biyolojik toplulukların, olumsuz bir gelişmeden sonra yeniden kendilerini toparlamalarını sağlayan özellikleri nelerdir?

Bu tür sorular, Charles Darwin'i ve öteki doğabilimcileri insan uygarlığından çok uzaklara götürdüler. Ve bir yüzyılı aşkın bir süre geçmesine karşın, ekologlar hala bu soruların yanıtlarını "eldeğmemiş" ortamlarda - tropik yağmur ormanlarında ya da mercan adalarında- arama eğilimindeler. Doğal ekosistemi inceleyen bir arazi ekoloğunun gözünde insanlar, sistemi rahatsız eden dışsal güçlerdir ve insanlar - özellikle de son derece "yapay" izlenimi veren kentleri- ekolojik kuramla uyum göstermez.

Oysa insanlar, besinleri ve kirleticileri harekete geçirir, türlerin soyunun tükenmesine yol açar, başka türlerin varlıklarını sürdürmelerine yardımcı olur, atmosferin yapısını etkiler ve arazinin görünümünü değiştirir. İnsan nüfusundaki hızlı artış, tüketim çılgınlığı ve gelişen teknoloji nedeniyle, artık dünya üzerindeki tüm türleri ve tüm ekosistemleri etkileyebilecek küresel bir ekolojik güç haline gelmiş durumdayız. Ayrıca artan bir hızla kentlere akın etmekteyiz. Kentlerdeyse insanlar bazı besinleri harekete geçirir, diğerlerini azaltır, suların yolunu değiştirir, ısıyı değiştirir ve isteyerek ya da istemeyerek kent içinde ve çevresinde bulunan diğer canlı topluluklarını etkiler. Kısacası kentler, yeryüzünün en çok değişime uğramış ekosistemleridir ve çok çeşitli ekolojik koşullar barındırırlar. Ekolojik değişimlerin yakından gözlenebileceği büyük laboratuvarlardır kentler.

Ancak insan egemenliğindeki ekosistemler, ekologlar için bir sorun oluşturur. Geleneksel ekolojik kuramlar, kentlerdeki olgu ve dinamiklerin anlaşılmasında yetersiz kalır. Ayrıca, insan etkinliklerini ve davranışlarını etkili bir biçimde içleyen ekosistem modelleri oluşturabilecek yöntemler eksiktir.

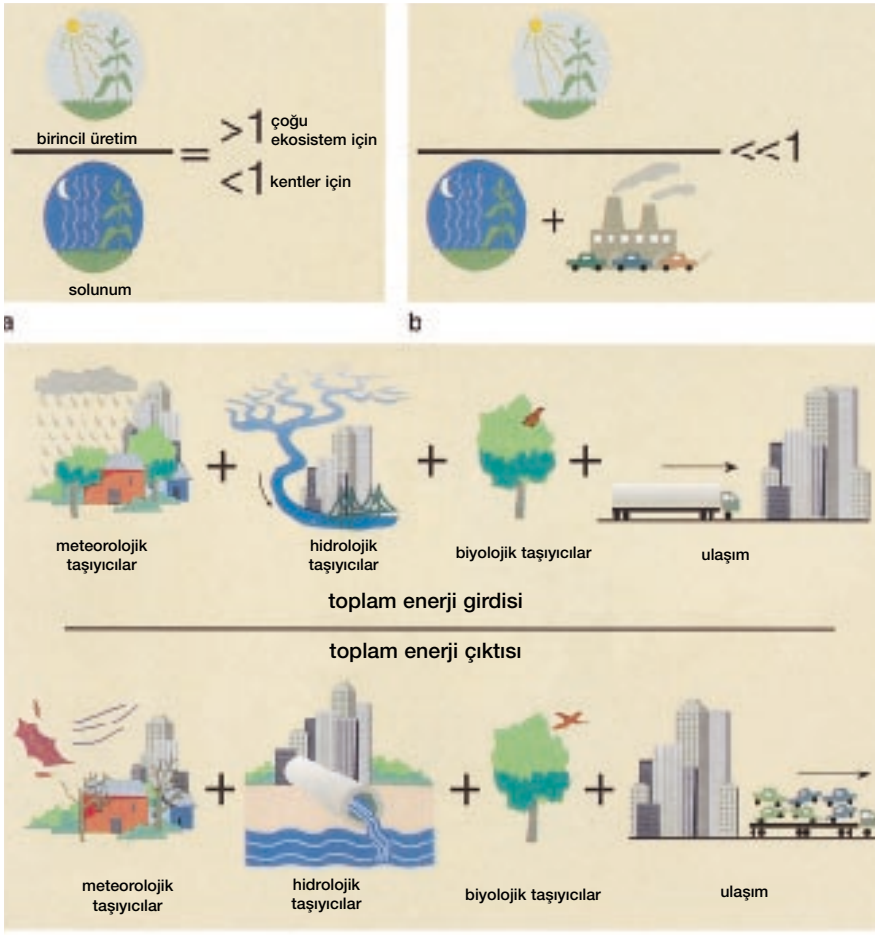
Bağımlı bir Ekosistem

Ekosistemlerin incelenmesinde geleneksel yöntemlerden bir tanesi, birincil üretim, diğer bir deyişle fotosentez ile (enerjinin kullanılamaz biçime dönüştürüldüğü) solunum arasındaki orandır. Çoğu ekosistem için bu oranı oluşturan girdi ve çıktılar az çok dengededir. Oysa yoğun bir insan topluluğu ve insan etkinliği içeren kent ekosistemleri, geleneksel anlamda dengede değildir. İşte bu enerji yoğunluğu kentsel ekosistemleri diğerlerinden ayırır. Tipik bir kentin bir günde metrekere başına ısıya dönüştürdüğü kullanılabilir enerji miktarı, bir istridye resifinin 70 katı kadardır. Doğal bir ekosistem, fotosentez (Güneş ışının hücrelerce besine dönüştürülmesi) veya kemosentezle (kimyasal yolla enerji üretme) kendi enerjisini üretir. Oysa kent enerji açısından öncelikli olarak dış kaynaklara bağımlıdır. Örneğin bir pizzanın içerdiklerinin tümü, pişirildiğinden farklı kentlerden gelmiş olabilir. Hatta pişirildiği fırında kullanılan metal ve yakıt farklı ülkelerden geliyor olabilir. Bu durumda pizza yapımı, başka ekosistemlerdeki fotosentez etkin-

likleri sonucunda oluşan enerjiyi kullanır. Bu tür "heterotrofik" ekosistemlere ender olarak sazlıklarda, okyanusun derinliklerinde ya da ırmaklarda rastlanabilirse de, hiç bir zaman kentlerdeki kadar aşırı değildirler.

Kentsel bölgeler ile diğer ekosistemler arasındaki akış, farklı biçimlerde tanımlanabilir (Şekil 2). Bunlardan bir tanesi girdi-çıktı modelidir. İnsanlar kentlere dışarıdan, ekolojideki enerji birimiyle tanımlanabilecek olan maddeler getirirler. Arazideki değişim ve bozulmalar, tarımsal üretim ve diğer bitkisel ürünler, kentsel ekosistemin diğer ekosistemlerde oluşan birincil üretimi kullanma biçimleri olarak tanımlanabilir. İkinci olarak, enerjinin nasıl aktığı incelenebilir: Dışalım ve dışaverimler, meteorolojik, hidrolojik ve biyolojik taşıyıcılar aracılığıyla gerçekleşir. Örneğin, ırmak kenarında bulunan bir şehir, hidrolojik taşıyıcılar aracılığıyla tüm havzadan enerji dışalımı yapar ve ırmağın aşağılarındaki bölgelere su aracılığıyla ısı ve besin yollar.

Enerji dışalımının ve fosil yakıt kullanımı ya da "endüstriyel soluma" yoluyla oluşan kayıpların şekillendirdiği kentsel enerji bütçesi, yeryüzündeki hiç bir ekosistemin bütçesine benzemez (Şekil 3). Bu bütçelerin hesaplanması karmaşık olsa bile, enerji kullanımı tüm ekosistemlerin ortak özelliğidir ve insanların egemen olduğu sistemlerin diğerleriyle karşılaştırılmasında kullanılabilir. Ekoloji, geçmişte "doğanın ekonomisi" adıyla anılmıştır ve bu tür hesaplar, ekonomideki kavramlar kullanılarak ekolojik teorilerin sosyal bilim kuramlarıyla ilişkilendirilmesini sağlayabilir.



Şekil 2. Kentsel ekosistemler enerji-yoğun sistemlerdir ve enerji girdisi için başka ekosistemlere normalden daha fazla bağımlıdırlar. Bir ekosistemin enerji bütçesi geleneksel olarak birincil üretimin (fotosentezin) ekosistem solunumuna (enerji tüketimine) oranıyla (a) özetlenir. Kentin bütçesi, "endüstriyel solunum" yani fosil yakıt kullanımı ve diğer abiotik oksidasyonları da içerecek şekilde düzeltildiğinde, bağımlılık daha da belirginleşir (b). Başka bir yaklaşım, bu değerleri meteorolojik, hidrolojik ve biyolojik taşıyıcılar ile ve ulaşım yoluyla sisteme giren/çıkan enerjiyle birleştirir (c). Kentsel enerji bütçesinin yorumlanmasının bir başka yolu ise, toplam dışalımın doğal ve endüstriyel solunumla karşılaştırılmasıdır (d).



Kentsel Ayakizi

Kentsel ekosistemlerin farklı olması, diğer ekosistemlere olan bağımlılıklarının tanımlanması için yeni yöntemler gerektirebilir.

Şekil 4 incelendiğinde, dere için gerekli olan materyalin, kendisinden daha dar bir orman şeridi tarafından karşılanabileceği görülür. Oysa Vancouver kenti, kendi alanının 180 katı kadar orman alanında üretilene eşdeğer miktarda materyale gereksinim duyar.

"Ekosistemin ayakizi" kavramı, ekosistemin bağımlılığını değerlendirmek için kullanılan yeni (ve biraz da tartışmalı) bir yöntem. Bir kentin ayakizi, etkinliklerini sürdürebilmesi için gerekli olan üretken karasal alan miktarıdır. Diğer bir deyişle, o kadar alanda, kentte tüketilen kaynakların tümünün toplamına eşdeğer miktarda kaynak üretilebilmeli - ve kentin ürettiğine eşdeğer miktarda atık özümsenebilmelidir. Bir kentin ayak izi, kendi alanından onlarca hatta yüzlerce kat daha büyük olabilir. Üstelik de, barındırdığı endüstrilerin kullandığı kaynaklar arasında yeniden oluşmayanların (fosil yakıtların) oranı yüksektir.

Kentsel ekosistemin çevresine olan bağımlılığını etkileyebilecek olan bir çok değişken vardır. Kentin içinde bulunduğu jeolojik ve iklimsel koşullar bunlardan bir tanesidir. Örneğin, kurak yerlerde konumlanan kentlerin ayak izleri diğerlerine göre daha büyüktür. Kenti çevreleyen alanın verimliliği, kent sakinlerinin ortalama geliri, kültürel değişkenler, kentin büyüklüğü, yaşı ve politik yapısı, ayak izinin büyüklüğünü belirleyen diğer değişkenlerden bir kaç tanesidir.



Şekil 3. Georgia Üniversitesinden Eugene P. Odum, ekosistemleri enerji yoğunluğu açısından sınıflandırmıştır. Yerüzündeki yaşamın büyük çoğunluğu gerekli enerjiyi güneş enerjisinden sağlar. Gereğinden fazla üretim yoktur ve barındırdığı canlılar için gerekli olandan daha fazla besin üretmez. Bu tür desteklenmemiş sistemlerde (solda) kullanılan enerji, metrekare başına 10,000 kilokalorinin altındadadır. "Desteklenmiş" sistemlerde, örneğin dip sularının yüzeye çıktığı deniz kıyılarında, daha yüksek enerji yoğunluğu görülür. İnsan-egemen ekosistemler ek yakıtlarla desteklenir. Birçok çiftlik, ekilmiş orman ve meskun alan, enerji yoğunluğu açısından etkin doğal ekoistemlerle karşılaştırılabilir. Kentsel endüstriyel sistemlerin özelliği ise çok yoğun fosil yakıt kullanımıdır ve bu sistemlerde enerji yoğunluğu metrekare başına 3 milyon kilokaloriye ulaşabilir.

Gözlemlere dayanarak, bağımsız değişkenler ile kentsel ayakizi arasındaki ilişkiler konusunda bazı öngörülerde bulunabiliriz (Şekil 6). Bu ilişkilerin her zaman doğrusal olması beklenmez: Büyük kentler ile küçük kentler arasında çok belirgin farklılıklar vardır ve zaman içinde bu kentler bağımlılık açısından benzerleşebilirler.

Zaman ve Mekan İçinde Kent

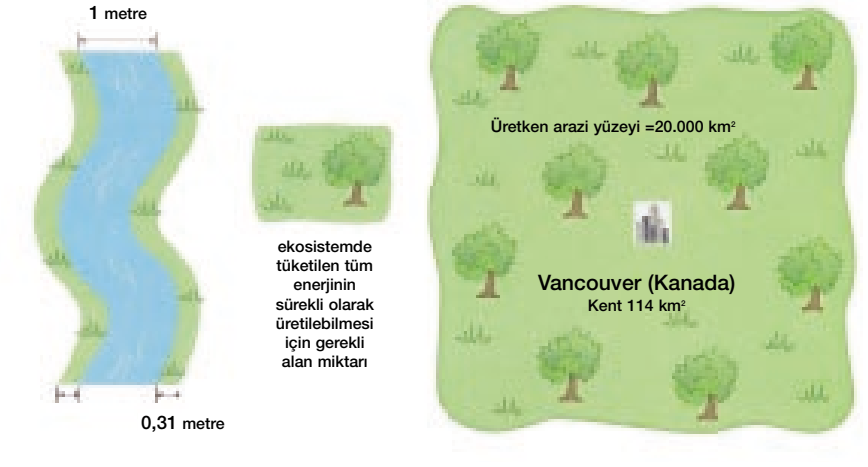
Her ekosistemin kendi içinde de farklılıklar göstermesi nedeniyle ekologlar, ekosistemleri habitat parçalarının birleşimi olarak algılarlar. Cam ve betondan oluşan kent merkeziyle, parklarıyla, ağaçlık sokaklarıyla, endüstriyel bölgeleriyle kentsel alan oldukça "yamalı" bir yapı gösterir ve bütün bu yamalı yapı, daha büyük ve yine yamalarla dolu olan doğal görünümün parçasıdır. Kentsel ekosistemlerle uğraşan bir ekolog, kentin parçalarından herbirinde arazi kullanımının nasıl olduğunu belirler ve bu yapının biyokimyasal süreçleri, canlıların ve kaynakların dağılımını, türler arası ilişkileri nasıl etkilediğini araştırır.

20. yüzyılda öncü ekologlardan C.C. Adams'ın da gözlemlediği gibi, insanlar sözkonusu olduğunda ekologlar, yukarıdaki soruları yanıtlamak için sosyal bilimlerden yararlanmalıdırlar. İnsanın bir tür olarak habitat parçalarını nasıl etkilediğini gösteren bir model, rekabet, yırtıcılık, besin zenginliği gibi geleneksel değişkenlerin yanısıra, tarihsel, politik, kültürel ve ekonomik etkenleri de gözönüne almalıdır.

Mekansal desenlerin belirlenmesi bir başlangıç noktası olabilir. Geleneksel anlamda bu, her bir parçanın tür kompozisyonunu ve bu parçaların mekan içindeki yerleşimini içerir. Bu değişkenler, türler arasındaki rekabeti ve ekosistem içindeki enerji akışını düzenlemek yoluyla ekolojik süreçleri etkilerler. Desenin ölçeği de bu süreçlerin ölçeğini etkiler. Ayrıca bu desenler ekolojik izleme için göstergeler oluştururlar.

Şekil 7'de, peyzaj-ekolojisi (landscape-ecology) kavramları kullanılarak yapılan bazı öngörüler gösterilmiştir. Doğal biyolojik üretkenliğin su miktarıyla kısıtlı olduğu kurak ya da yarı kurak bölgelerdeki bir kenti düşünelim. Böyle bir kentte, banliyödeki meskenlere ve tarım arazilerine düzenli olarak su ve besin sağlanması nedeniyle, kentin eteklerindeki toprak solunumunun, bozulmamış doğal ekosistemlere göre daha az değişken olmasını bekleriz. Şehrin merkezindeyse, arazi kullanımındaki ölçekler daha küçük olduğu için, noktalar arasındaki değişkenlik doğal ekosistemlerdekinden daha fazla olacaktır. Hidrolojik koşulların zaman içindeki değişkenliği de benzer bir yapı gösterecektir.

Daha önce de sözünü ettiğimiz gibi, sorunlarımızdan bir tanesi kentsel ekosistemin nasıl tanımlanacağıdır. Kent merkezi, kentin etekleri, şehrin enerji yoğunluğu ve heterotrofik yapısı gibi kavramları tanımladıktan sonra, kentsel ekosistemin görünümü ortaya çıkmaya başlar. Öncelikle, nüfus yoğunluğu belli bir değeri aşan yerleşimlere kent adını veriyoruz. Kişi başına



Şekil 4. Ekolojik "ayakizi", bir ekosistemin çevresine olan bağımlılığını tanımlamak ve kentsel ekosistemleri diğerleriyle karşılaştırmak için kullanılan yeni bir yöntemdir. Bear Brook adlı dere (solda) heterotrofik bir sistemdir, dışarıdan enerjiyle desteklenir. Derenin enerji kullanımı yılda 2,935 kkal/m2 dir. Çevresindeki ormanın yıllık net birincil üretimi 4,680 kkal/m2 dir. Derenin enerji gereksiniminin tümü ormandan karşılansaydı, 1 metre genişliğinde bir dere için, iki kıyısında 0.35 metrelik şeritler yeterli olurdu. Öte yandan Vancouver kenti, 20,000 m2 lik bir alanda üretilene eşdeğer miktarda enerji kullanır. Bu ise kent ekosistemi alanının 180 katıdır. Yukarıda "ayakizi" hesaplamak için iki yöntem tanımlanmıştır. (Veriler: Fisher ve Likens 1973, Rees ve Wackernagel 1996).

enerji tüketiminin çok yüksek olduğunu ve habitat yapısını büyük-ölçekli çevresel değişimlerin belirlediğini biliyoruz. Bu özelliklerin değişken olması nedeniyle, kullanışlı olabilecek paradigmalardan bir tanesi çevresel eksendir. Bu özelliklerin kırsal-kentsel ekseni üzerindeki değişimlerinin ölçülmesi, kentsel ekosistemin sınırlarını tanımlamak amacıyla kullanılabilir.

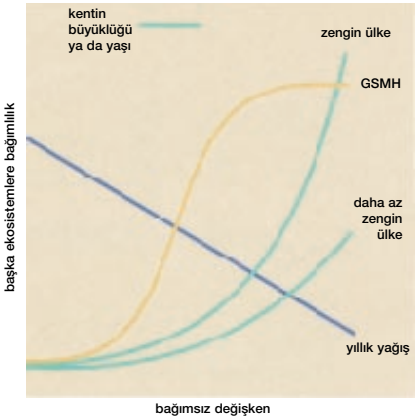


Şekil 5. Alan başına üretimin düşük olması kurak ortamda bulunan bir kentin ayak izinin göreceli daha büyük olmasına neden olur. Nevada'daki Las Vegas kentinin 1993'de uydudan çekilmiş görüntüsü. Çöldeki bu kentin doğal bitki örtüsü (koyu kırmızı) seyrek. Biyolojik üretimin çoğunluğu mücavir alan içindeki sulu tarım alanlarında ve çayırlarda (açık yeşil) gerçekleşiyor. Ancak bu üretim, kentin enerji tüketimine göre çok küçüktür. *(Görüntü: U.S. Geological Survey EROS Data Center).*

Garip Değişimler

Diğer ekosistemler gibi, kentsel ekosistemler de dinamik ve değişkendir. Ama bu değişkenliği etkileyen güçler, kentsel olmayan sistemlerdekilere benziyor mu? Yangın, sel ve deprem gibi yıkıcı olguların kentlerde de görüleceği açıktır. Ancak -depremleri kontrol altına alamasak bile- insan etkinlikleri sıklıkla bozulma rejimlerini etkiler. Benzer şekilde, insan müdahalesi kentsel ekosistemin felaket sonrası iyileşme biçimini dramatik olarak değiştirir. Kentsel olmayan ekosistemlerde bir sel ya da yangını, ekolojik geçiş adı verilen ve öngörülebilen bir dizi yavaş değişim izler. İnsan müdahalesi bu yapıyı tümüyle bastırabilir. Terkedilmiş bir alan, bitki ve hayvanlarla dolmaya başlayacaktır. Oysa yapılaşma bu süreci hemen durdurur. Kurumsal kararlar, nüfus artışı ve ekonomik güçlerin etkisiyle arazi kullanımında oluşan farklılaşma, kentsel alanlarda değişime yol açan en önemli güçtür.

Genellikle iklimsel değişimleri ve biyolojik evrimi, sel ya da yangın gibi değişimlere göre, ve özellikle de kentsel ekoloji çerçevesine göre çok daha uzun dönemli değişimler olarak düşünürüz. Oysa kentsel ekosistemler evrimsel ve iklimsel değişimlere yardımcı olur ve hızlandırırlar. Şekil 8'de evrimleri, -bazen 1 ila 30 yıl gibi çok kısa dönemli- insan etkinliklerinin oluşturduğu seçilim baskısından etkilenmiş olan bazı türler görülüyor. Son çalışmalar, meyve sineklerinin ve bazı kelebeklerin, insanlar tarafından başka yerlerden getirilen bitkilerden yararlanmaya çok hızlı uyum sağladıklarını gösteriyor. Ayrıca son yıllarda bazı canlılar, güçlü seçilim baskısı sonucunda direnç mekanizmaları geliştirdiler. Örneğin, bakteriler antibiyotiklere, sıçanlar zehirlere, yabani otlar herbisitlere karşı direnç kazandılar. İnsanların çevreyi değiştirmeleri sonucu oluşan aşırı seçilim baskısı, kent ekosistemlerindeki evrimin, hızlı değişen ve dengeye ulaşmamış sistemlerdeki gibi olacağını düşündürmektedir. Bu durumda kent ekosisteminde varlığını sürdürebilen türler, hamamböcekleri, sıçanlar ve kediler gibi, hızlı evrimleşebilen ya da fenotipik esneklik gösterebilenler olacaktır.

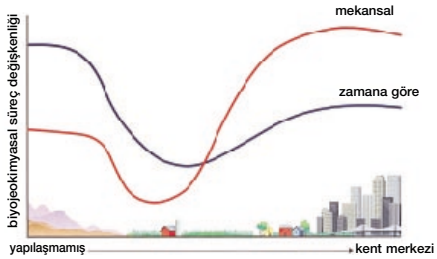


Şekil 6. Kentsel ekosistemin bağımlılığı birçok bağımsız değişkenden etkilenir. Yukarıdaki grafik bazı varsayımsal ilişkileri özetler. Bir ülkenin ekonomik durumu (gayri safi milli hasılası) kentleri için öngörülen ayakizini, ya da enerji dengesini etkileyebilir. Benzer şekilde, bir kentin dışarıdan alınan enerjiye olan bağımlılığı kentin yaşı ve büyüklüğüyle beraber artar ve zengin ülkelerde bu artış daha hızlı olur. Kurak bölgelerde bulunan kentlerin ayakizinin daha büyük olması beklenir.

Kentsel ekosistemlerin iklim rejimi üzerindeki olası etkileri fazla araştırılmamıştır, ancak bazı gözlemler bu araştırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir. İyi bilinen "kentsel ısı adası" etkisi - şehirdeki ısının çevre alanlardan ortalama olarak birkaç derece daha yüksek olması olgusu- bunun bir örneğidir. Phoenix'de yürütülmekte olan çalışmalar, şehir içindeki karbondioksit oranlarının küresel ortalamanın birkaç kat üstünde olduğunu ortaya koymaktadır. Ve bu değişim büyük bir olasılıkla onyıl ölçeğinde gerçekleşiyor. Kentsel mikroiklimdeki bu hızlı değişimin, hayvan, bitki ve mikrop türlerini nasıl etkilediği çok az araştırılmıştır.

İnsan etkinliklerinin yöresel iklim yapısını belirgin bir biçimde değiştirebileceğini gösteren başka bulgular da var. 1998'de Arizona Eyalet Üniversitesi'nden Randall S. Cerveny ve Robert C. Balling, beş günlük iş-haftasının etkisi sonucunda A.B.D.nin doğu kıyısında hafta sonu yağmur yağma olasılığının hafta içi günlere göre daha fazla olduğunu göstermişlerdi. Bu durumda insan etkinlikleri, diğer hayvanlardan farklı olarak, doğal ritmleri izlemek yerine onları değiştirmektedir. Hava durumu ve iklimdeki doğal değişkenlik toplum yapısını etkileyebilir elbette, ancak modern kentsel ekosistemlerde yaşayan insanların, doğal döngülere uyan sosyal ritmler geliştirmesi olasılığının, avcı-toplayıcı toplumlar ya da tarımsal köyler gibi yerel kaynaklara bağımlı topluluklardaki kadar yüksek olup olmadığı açık değildir.

Acaba ekolojik kuram, bu yeni değişim ve bozulma biçimlerini araştırmak için kullanılabilir mi? Bunun bir yolu, insan kaynaklı bozulma rejimlerinin bilinen ekolojik rejimlere benzetilmesidir. Bina yapımı ekolojik bir bozulma olarak görülebilir ve bu durumda yeni bir soru ortaya çıkar: Kentsel ekosistem bu tür bir bozulmadan sonra nasıl düzelir? Bir coğrafyacı olan Patricia Gober ve arkadaşları, Phoenix kentinin eteklerinde bulunan ve arazi kulanımının hızla değiştiği bölgeleri, kentin çeşitli noktalarından çöl alüviyal ovasına doğru yayılan bir bozulma dalgası olarak tanımladı-



Şekil 7. Doğal ekosistemlerde biyojeokimyasal süreçlerdeki, örneğin toprak solunumundaki değişkenlik yüksek olabilir. İnsan etkinlikleri sıklıkla değişkenliği azaltır ama bazen de arttırabilir. Kurak ya da yarı-kurak bir bölgede bulunan kırsal alanlarda bu süreçlerin hem zaman hem de mekan içinde çok değişkenlik göstermesi beklenir, çünkü suyun az olması biyolojik üretkenliği kısıtlar. Kentin dışına doğru, sulu tarım yapılan alanlar ve bahçeli evlerin bulunduğu kısımlarda su miktarı daha az değişkendir. Şehir merkezine yaklaşıldıkça ölçek küçülür; sulanan bir parkın hemen yanında beton ve camdan oluşan bir alan olabilir. Bu ise mekansal değişkenliği ve (daha küçük ölçüde) zaman içindeki değişkenliği arttırır.

ekosistemi değiştiren etkenler	kentsel ekosistemler	zaman ölçeği
bozucu olaylar	baskılanmış	<1 yıl
ekolojik sıralı değişim	değiştirilmiş, bastırılmış ya da yarıda kesilmiş	1-100 yıl
bozucu rejimler	değiştirilmiş	10-1000 yıl
arazi açma	baskın	1-100 yıl
evrimsel değişim	hızlanmış	10-1000 yıl
iklimsel değişim	arttırılmış	100-100.000 yıl



organizma	evrimsel değişim
soapberry böcekleri	dışarıdan gelen bitkilerden yararlanabilme yeteneğinde
meyve sinekleri	elma ağaçlarından yararlanabilme yeteneğinde
damalı kelebekler	besin ve yumurtlama yeri olarak dışarıdan gelen bitkilerin yeğlenmesinde
yassıkurt	egzotik balıklardan, yerli balıklara sıçramış
bakteriler (insanlarda)	antibiyotiklere karşı direnç kazanma
Amerikan ev serçeleri	büyüklükte, kanat ve gaga uzunluğunda
sinekler	DDT ve diğer pestisidlere karşı direnç kazanma
sıçanlar, diğer kemirgenler	zehirlere karşı direnç kazanma

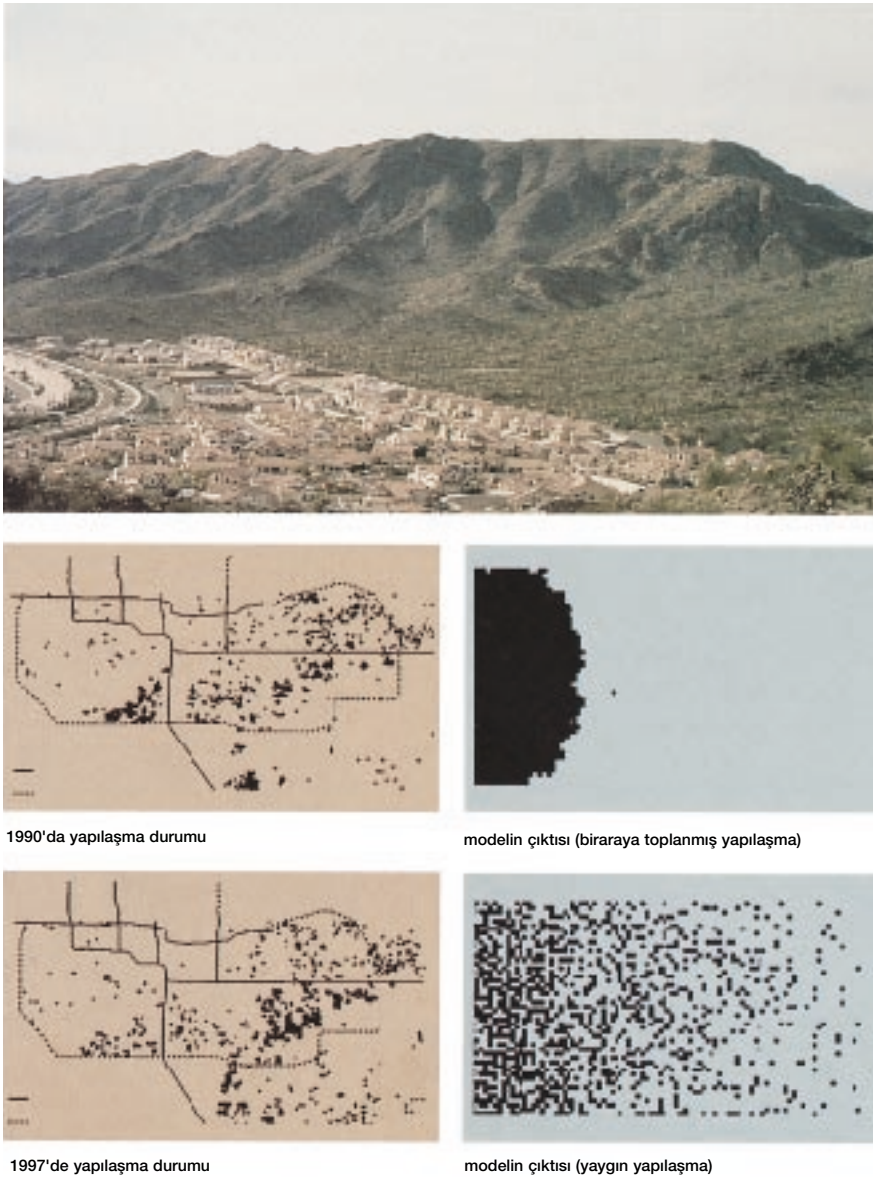
Şekil 8. Ekosistemler, bozulmalar (örneğin yangın ya da sel gibi) ve bunların peşinden gelen tür kompozisyonundaki birbirini izleyen geçişler sonucunda değişime uğrarlar. İklimdeki değişimler ve evrimsel etkenler de farklılaşmaya yol açarlar. Kentsel ekosistemlerde farklılaşmaya neden olan güçlerden bazılarının etkileri daha hafif olsa bile (üstte), insan etkinlikleri bazı güçlerin etkisini arttırır ve yenilerini getirir. İnsanlarla olan etkileşimleri sonucunda, Yaslı kumru gibi başka birçok canlı da kentsel ekosisteme uyum göstermiş ya da yeni evrimsel değişimlere uğramışlardır.
(Fotoğraf, Nancy McIntyre, Arizona State University; tablolar, Thompson 1998, Hendry ve Kinnison 1999).

lar ve arazi tüketim hızlarını hesapladılar. Şimdi de, kentin kenarlarında her an oluşabilecek genişlemenin belirtilerini araştırıyorlar.

Cerveny ve Balling'in sonuçları da düşündürücüdür. İnsanların baskın olmadığı ekosistemlerde, süreçlerin etkilendiği ve desenlerin oluştuğu zaman ölçeğini, tek tek bitkiler, yayılım uzaklıkları ve bozulma ölçeği belirler. İnsan egemen ekosistemlerdeki desenlerin zaman ve mekan ölçeğiyse, büyük olasılıkla, besin toplayıcılığı ve yayılım stratejileriyle hiç ilgisi olmayan sosyal etkiler tarafından belirlenir. Geçmişte insan etkinliğinin mekansal ölçek üzerinde yaptığı etkiyi gösteren birçok örnek vardır. Batı Amerika tarıma açıldığı zaman arazi yaklaşık 700 dönümlük parçalara ayrılmıştı. Kentsel ekosistemlerde ise arazi, 100-200 metre uzunluğunda bloklar halinde kullanılır ve bu da, kentsel sistem içindeki ekolojik süreçlerin mekan ölçeğinde farklılık yaratır. Her ne kadar ekologların alışmadığı bir yöntemse de, büyük bir olasılıkla süreçleri, insan kaynaklı üstyapının belirlediği ölçeklerde (belki tek tek adalarda ya da parsellerde) incelememiz gerekecek.

Senteze doğru

Acaba varolan ekolojik teoriyi, kentsel ekosistemleri içerecek şekilde esnetebilir miyiz? Toplumlardaki ve topraklardaki dinamikler ve süreçlerle ilgili bilgilerimizi, evsahipleri-dernekleri ya da kaldırımlar için kullanabileceğimizi öne sürebiliriz. Belki de, farklı stratejilerin ortaya çıkışını anlamak için geliştirdiğimiz araçları, kavramsal değişiklikler yapmadan, insanlar için de kullanabiliriz. İnsanların da diğer canlılara benzediğini öne sürebiliriz. Seçilimsel baskılar ve evrimsel stratejiler, belli popülasyon yapılarında ve dinamiklerinde, çevre bölgeler ve türler üzerinde belli etkilerde ve



Şekil 9. Phoenix (fotoğraf) gibi şehirlerin eteklerindeki büyüme, kentsel ekolojinin, ekoloji ve sosyal bilimlerden beraber yararlanılarak araştırılabilecek yönlerinden biridir. Örneğin, basit bir ekolojik model, yapılaşma verilerini kullanarak kentselleşmeyi tanımlayabilir. Panel a ve b, Phoenix ve güneydoğu banliyölerinde 1990 ve 1997 yıllarında yeni başlayan yapılaşmaların konumlarını gösteriyor. Burada, yapılaşma halkaları ve kenselleşmenin bazı eksenler üzerinde hızla dışarıya doğru yayılımı görülebilir. Ekolojideki yoğunluğa-bağlılık kavramını temel alan basit olasılıksal yerleşim modelleri kullanılarak benzer yapılar oluşturulabilir (mavi paneller). Bu tür bir modelde, bir türün "eldeğmemiş" alanları parça parça kolonize edişinin simülasyonuna benzer bir şekilde, evlerin iki boyut üzerindeki yoğunluğu yeni bir evin yapılma olasılığını belirler.

son olarak da besin ve kaynakların kullanım ve akışında bazı değişimlere neden olurlar. Dolayısıyla, evrimleşme ve çevreyle etkileşim açısından insanlar ile diğer canlılar arasındaki farklılıklar, nitel değil nicel olabilir.

Ya da, ekolojik teorinin bu insan-egemen kentsel ekosistemlerdeki temel yapı ve süreçleri anlamak için yetersiz olduğu öne sürülebilir. Diğer bir deyişle, insanlar diğer canlılardan niteliksel olarak farklıdırlar. Kültürlerin ortaya çıkışları ve etkileri, kurumların getirdiği sınırlamalar ve olanaklar, (gerçekleşen yerine) öngörülen seçilim baskılarına yanıt olarak stratejiler geliştirebilme özelliğimiz olması, standart ekolojik ve evrimsel kuram, ilkelerin insan toplumları ile uyumlu olmadığı anlamına gelir. Bu görüş açısı kent ekologlarını, ekolojiyi insan-egemen sistemlerdeki yapı ve süreçleri açıklayabilecek ölçüde genelleştirmek için, sosyalbilimler ile ilişkiye girmeye zorlayacaktır.

Her iki yaklaşım da katı felsefi gerçekler ima eder. Eğer bir insan herhangi başka bir canlı gibi ele alınabilirse, "doğal" ve "doğal olmayan" sistemler arasındaki farklılık ve bununla birlikte "bozulmamış" ekosistem düşüncesi ortadan kalkar. "Çevrenin yönlendiricisi/kaptanı" kavramları da anlamsızlaşır. Eğer insanları da diğer canlılar gibi bireysel çıkarlar yönlendiriyorsa, kaptanlık için ahlaki ve estetik bir temel oluşmaz. Diğer durumdaysa, insanların neden diğer canlılardan farklı olduğu sorusuyla yüzleşmek zorunda kalırız: Örneğin, evrimin ve doğal seçilimin sunduğu açıklamaları geçersiz kılan dinsel ya da ahlaki bir boyut mu var?

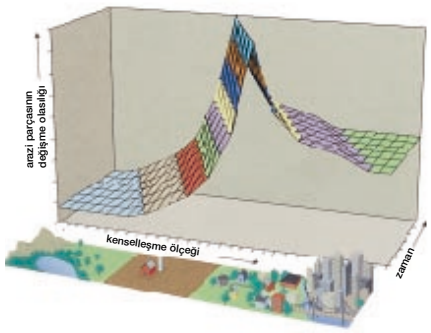
Felsefe bir yana, herhangi bir ekoloğun bu seçimi yapmak zorunda olduğu da açık değildir. Standart ekolojik teoriler insan sistemlerine uygulanabilir ve uygulanmıştır; örneğin, kentsel sistemlerdeki "yer değiştirmelerin" ve "sıralı değişim dinamiklerinin" anlaşılması için kullanılabilirler. Bu yapıldıktan sonra, eğer varsa, hangi yapı ve ayrıntıların standart teorilerden çıkarsanan açıklamalara uymadıklarını belirleyebiliriz. Aynı zamanda, biyolojik ve sosyal bilimler arasında interdisipliner ya da multidisipliner yaklaşımların, açıklayıcı gücü daha fazla olan teoriler sağlayıp sağlamayacağını araştırabiliriz.

Yukarıda sözü edilen önemli kavramsal sorulardan bir kısmını ele alalım. "Kent eteklerinin" konum ve biçimindeki değişimleri - şehrin kenarlarındaki dinamikleri- nasıl incelemeliyiz? Yalnız ekolojiden alınan araçlar kullanarak bitki dağılım ve rekabet modellerini uygulamakla işe başlayabiliriz. Bu durumda kent kenarlarındaki genişleme, komşu alanlardaki yoğunluk açısından değerlendirilebilir. Sakinler ise, "dolu" alanlarda "oluşup", yakınlardaki boş alanlara dağılırlar (Şekil 9). Birbirlerine yakın alanlardaki değişimleri kontrol eden ve yoğunluğa bağlı olan süreçler düşünebiliriz. Kullanılabilecek başka bir modeldeyse, bir parselin boş olmaktan dolu olmaya geçiş olasılığı, komşu parsellerin durumuna, yani mesken, ticari, tarımsal, ya da dinlenme amaçlarından hangisine ayrılmış olduğuna bağlıdır. Boş alanların, drenaj, manzara ya da su miktarı gibi özelliklerine bakılarak her biri için bir kolonizasyon olasılığı hesaplanabilir.

Kent-eteklerinin genişleme süreci, Patricia Gober'in yaptığı gibi, ekologların kullandığı dille, "bozucu olgular" olarak da tanımlanabilir. Büyüyen bir metropolün dış kenarlarındaki kentleşme süreci, hem insan kaynaklı bozulmanın mekansal genişlemesini, hem de ekolojik süreçlerdeki farklılaşmayı içerir. Herhangi bir arazi parçası için geçiş (ya da yeni bir bozulma) olasılığının kırsal kesimlerde düşük olacağını, kentin eteklerine yaklaştıkça hızla artacağını ve şehir merkezinde tekrar orta düzeye düşeceğini varsayabiliriz (Şekil 10). Çevre alanlarda kentselleşme ilerledikçe, daha önce kırsal olup kentin eteklerinde kalan alanlar için geçiş olasılığı artarken, daha önce kentin eteklerinde olup şimdi metropol ile bütünleşmiş olan alanlar için bu olasılık azalır. Geçiş olasılıklarının bu davranışına bakarak basit bir hipotez oluşturulabilir: Bir yüksek bozulma dalgası zamanla kent merkezinden dışarıya doğru yayılır.

Bu yaklaşımlar, kent eteklerindeki yapı ve dinamiklerin bir kısmını anlamamıza yardımcı olabilir. Ancak bu arada neler gözden kaçabilir? Öncelikle, inşaat sektöründe bir yıldan diğerine oluşan farklılaşmayı açıklamak için bir miktar ekonomi gerekir: Faizlerdeki, işsizlikteki, enflasyondaki dalgalanmalar nelerdir? Ekonomik modeller kullanılarak her yıl yapılacak ve satılacak ev sayısını öngörebilir ve sonra da ekolojik teoriyi kullanalarak bunların nerelerde olabileceğini araştırabiliriz. Ancak, gözönüne alınması gereken başka faktörler de vardır. Yolların konumu, kanalizasyon hatlarının kurulması ya da acil servislerin genişletilmesi gibi kararlar nasıl verilmektedir? Ülke ya da kentteki kurumların yaklaşımı ve gücü, kentin büyümesinden nasıl etkileniyor? Başka yerleşimlere olan uzaklık, kentin sınırlarıyla ilgili kararları etkiliyor mu? İşte bu ve benzeri etkileri yakalayabilmek için, politik teori ve devlet kurumlarının evrimi konusunda bilgiye gereksinmemiz var.

Bu noktada, neden insanların bazı yerleri diğerlerine yeğledikleri, değerlendirmelerinin sosyoekonomik sınıf, aile durumu ve yaş gibi koşullardan nasıl etkilendiği gibi konularda bilgimiz hala yetersiz olacaktır. Bunlar için sosyolojiye başvurmamız gerekir. Sonra da, arazinin görünümünün yapılaşmanın başlamasından nasıl etkileneceğini, dolayısıyla insanların bu alanları yeğleme olasılığının nasıl değişebileceğini anlamak için tekrar ekolojik kurama dönmek gerekir.



Şekil 10. Kentsel alan, biraraya gelmiş parçalar şeklinde haritalandıktan sonra, belli bir parçanın zamanla geçiş yapma olasılığına bakılarak kentselleşmenin modeli yapılabilir. Genellikle kırsal çevrede değişim olasılığı oldukça düşüktür; kent eteklerinde değişim olasılığı en yüksektir;ve şehir merkezi eteklerden daha durağandır, ancak değişime uğrama olasılığı kırsal kesimlerden daha yüksektir. Yazarların hipotezine göre, tipik bir şehirde yüksek bir rahatsızlık dalgası zamanla şehrin dışına doğru yayılır.

Son olarak da, bireysel ve toplumsal tercihlerin zaman içinde nasıl değiştiğini anlamalıyız. Değişen tercihler konusunda bir örnek vermek gerekirse, kent merkezinin ortaçağdaki ve şimdiki rollerini düşünebiliriz: Ortaçağda insanlar korunmak amacıyla geceleri kente dönüyorlardı. Şimdi ise birçok sakinin, yine korunma amacıyla, geceleri şehir merkezinden uzaklaştığını görüyoruz. Benzer bir şekilde, bu yüzyıl boyunca değişen toplumsal değerlerle birlikte, özel yaşam, büyük bahçe, kırsal çevre gibi isteklerimiz de değişime uğradılar. Hem sosyal bilimlerden hem de evrimsel biyolojiden alınacak yöntemler, bu kültürel "evrimi" anlamamıza yardımcı olabilir.

Ekologlar olarak, kent eteklerindeki genişlemeyi ekolojideki araçları kullanarak incelemeye başladık. Ancak bu yaklaşımla yakalayamadığımız yapı ve dinamikleri belirlediğimiz zaman, sosyal bilimlerin nerelerde önemli katkıları olabileceğini de anlamayı umuyoruz. Benzer şekilde, sosyal bilimlerin katkısından sonra bile yakalayamadığımız desenlerin belirlenmesi, ne zaman kültürlerin evrim ve gelişiminin biyolojik temellerini anlamak üzere biyolojiye dönmemiz gerektiğini bilmemize yardımcı olacaktır.

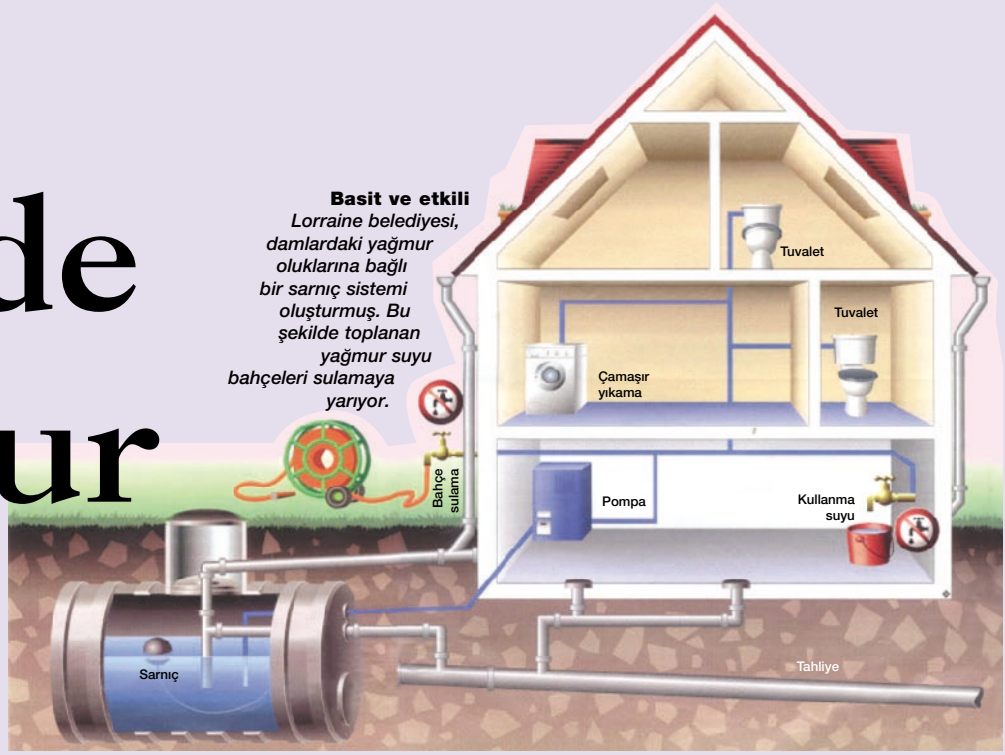
Multidisipliner yaklaşımın gerekli olduğu sorunlara başka örnekler de verebiliriz: Kentsel çevrenin canlıların yayılımı ve yoğunluğu üzerindeki etkisini araştırmak isteyebiliriz. Habitat parçalanmalarının etkisini araştırmak için ada-biyocoğrafyasını kullanabiliriz. Kentselden kırsala gittikçe seçilim baskısının nasıl değiştiğini araştırmak için evrimsel biyolojiden yararlanabiliriz. Ancak, bazı türlerin kentin insan sakinleri tarafından neden yokedildiğini ya da kullanıldığını açıklamak için ve bu tercihlerin sosyoekonomik sınıf, yaş ve doğum yeri gibi değişkenlerden nasıl etkilendiğini anlamak için sosyal bilimlerin yardımı gereklidir.

Ekolojik kuram, kentsel insan ekolojisi sistemlerine uygulanabilecek yeni kavramların geliştirilmesini hızlandırmak için benzetmelerden yararlanabilir. Gregg Mitman, bu yaklaşımın 1920'lerde ve 1930'larda ilk kentsel ekologlar tarafından "insanın sosyalliği" konusunda düşünceler geliştirmek amacıyla nasıl kullanıldığını anlatır. Sıralı değişimler ve kentselleşme arasında yapılacak bir karşılaştırma, bu tür analojilerin eğitsel değerini ortaya çıkartır. Büyüyen bir kentte kenarlar ya da "kent etekleri" aktif bozulma alanları, içeriler ise değişimin daha önceki evreleri olarak görülebilir (burada zamanın yerine mekan geçer).

Bir çevresel tarihçi olan William Cronon, ekoloji, tarih, coğrafya, antropoloji ve diğer disiplinlerin, "bizi ayıran duvarları yıkıp hepimizin ilgisini çeken sorunlar üzerinde beraber çalışmaya başlayabilsek, birbirlerinden çok şey öğrenebileceklerini" söyler. Kentsel ekosistemin anlaşılabilmesi belli disiplinlerden uzmanlar gerektirecektir. Ancak, disiplinler arası ve multidisipliner yaklaşımlarla düşünmeye istekli bir kaç kişinin de bulunması zorunludur. Bu araştırmacıların farklı disiplinleri, ekolojik teoriyi ilerletecek sentetik bir araştırma alanı ve yeni bir perspektif içinde birleştirebilmeleri için duvarları yıkmaları gerekecektir. Kensel ekosistemler, bu tür bir birleşik perspektifin geliştirilmesi ve denenmesi için iyi bir model oluştururlar.

Collins, J. P., et al. "A New Urban Ecology"
American Scientist, Eylül-Ekim 2000
Çeviri: Ayşe Turak

Evlerde Yağmur Suyu



Basit ve etkili
Lorraine belediyesi, damlardaki yağmur oluklarına bağlı bir sarnıç sistemi oluşturmuş. Bu şekilde toplanan yağmur suyu bahçeleri sulamaya yarıyor.

Fransa da Almanya gibi evlerde yağmur suyu kullanılmasını tasarlıyor; fakat sağlık sorunları kafasını kurcalıyor. Fransa'da Lorraine'de suyun m^3'ü 17 franktır; 1000 kadar Lorraine'li suya daha az para ödemek için evlerde yağmur suyu kullanmayı planlıyor. Bunlar geçtiğimiz ilkbahardan beri bahçelerini sulamada ve otomobillerini yıkamada yağmur suyu kullanıyorlar. Belediyenin yardımıyla damlarındaki yağmur oluklarına bir ek yaptırarak yağmur sularını bir sarnıçta topluyorlar. 500 litre su alan bu sarnıç yüksek yoğunluklu polietilenden yapılmış; bu sarnıç bakteri çoğalmasını ve sivrisineklerin yumurta bırakmasını önlüyor.

Fransa'da yağmur suyunun evlerde kullanılmasına ilk defa Bretonlar başladılar, daha sonra yavaş yavaş her yere yayıldı; 1955'ten beri Ain'deki Meillonnas'da 12 sosyal lojman yağmur suyu kullanıyor. Damlara düşen yağmur suyu toplanarak, biri çatının altında, biri de bodrumda bulunan iki sarnıçta biriktiriliyor. Yağmurun azaldığı zamanlar, damların altındaki sarnıçlar, elektrikli bir pompa aracılığıyla tuvaletlere su gönderir. Bu sistem, burada yaşayanların su gereksiniminin %80'ini karşılar.


Alman GEP firması evlere yağmur suyu tesisatı kuruyor.

Bulanık Su mu, Berrak Su mu?

Bu gibi yenilikler, İskân Bakanlığının üstün nitelikli deneysel çevre çalışmaları (REX-HQE) fonundan %50'ye varan oranlarda destek alırlar; buna karşın az sayıdalar. Bilimsel ve Teknik Yapı Araştırma (CSTB) merkezinden Bruno Hillaire, Fransa Yüksek Hijyen Konseyi'nin ve diğer sağlık yetkililerinin yağmur suyu sarnıçlarına karşı olduğunu bildiriyor ve yağmur suyu kullanmaya tek engelin bu olduğunu söylüyor. Sağlık yetklileri, yağmur sularının mikropsuzlaştırma yapılmadan kullanıldığını ileri sürüyor ve görüş belirtmeden önce yağmur sularında bakteri aramak istiyorlar. Yağmur suyu kullanılmasına karşı çıkan özel sektör ve kamu yöneticileri para kaybetme endişesi de taşıyorlar. Çünkü yağmur suları hiçbir sayaçtan geçmiyor; yani bedava. Ayrıca, arıtma vergisi de ödenmeden kanalizasyon sistemine akarlar.

Yağmur suları, hava kirliliği yaratan maddelerle, örneğin fabrikalardan ve otomobil egzoslarından çıkan hidrokarbonlarla ve tarım alanlarında bol bulunan böcek öldürücü (pestisid) ve zararlı otları öldürücü (herbisid) zehirlerle karışabilir. Rennes'deki Ulusal Yüksek Sağlık Okulu, mısırların ilaçlandığı mayıs-haziran aylarında yağmur suyunda pestisid düzeyinin arttığını ve bazen içmek için tehlike sınırı olan 0,1 mikrogramı aştığını gösterdi.

Sınırlı Bir Kullanım

Sonuç olarak görülüyor ki, yağmur suyu evlerde kullanılmaya elverişli değil. Avrupa Sağlık ölçütlerine göre yağmur suyu yiyecek ve içeceklerde, yemek kaplarını temizlemede, çamaşırda, banyoda vb kullanılamaz; buna karşı tuvaletlerde, otomobil yıkamada, döşemeleri temizlemede vb. kullanılabilir. Almanlar çevre kirliliğine karşı çok duyarlı olmalarına karşın, yağmur suyu kullanımında daha da ileri gidiyorlar. Avrupa pazarında yağmur suyu tesisleri kurmakta en başta gelen Gep Umvelttechnik firması temsilcisi Lutz Johnsen şöyle diyor: "günümüzde su kaynakları giderek azaldığından yağmur suyunun kullanılması büyük önem taşımakta". Belçika, Hollanda, Almanya, İsveç ve Norveç'te her yıl 100 000'e yakın eve yağmur suyu tesisleri yapılıyor. Alman sağlık yetkilileri yağmur suyundaki havadan alınmış zehirleri ve pestisidleri ölçmeyip mikrop bulaşması üzerinde duruyorlar. Lutz Johnsen şöyle diyor: "1996'da 102 sarnıçtan alınan örneklerde bakteri sayısı Avrupa Birliği'nin tehlike saydığı sınırların altında çıktı". Johnsen'e göre yağmur suyu neredeyse içilebilecek kadar arı. Yine de temkinli olmak gerekir.

GEP 20 000 frank karşılığı, müşterilerine içme suyu şebekesine paralel bir yağmur suyu şebekesi sağlıyor ve ikisinin karıştırılmaması için gerekli bütün önlemleri alıyor.

Büyük Kamu Binaları

Yağmur suyunun en yararlı olduğu yer büyük kamu binaları. Frankfurt havaalanı, Hamburg'da bir alışveriş merkezi, Hannover'de uluslararası serginin tuvaletlerinde yağmur suyu kullanılıyor. Belçika'da Flanders'de ise ancak su baskını olan bölgelerde yağmur suyu sarnıçları yapılıyor; yöneticiler aşırı yağmurların seller yaratmasını böyle önleyebileceklerini düşünüyorlar.

"De l'eau de pluie dans la maison", *Science et Vie*, Eylül 2000
Çeviri: Selçuk Alsan



Yaşam

Sargun A. Tont

Siyah Güneşin Altında...

Edebiyat tarihçilerimiz bizde ilk pastoral (doğa) şiirinin Aldülhak Hamit tarafından 1879 yılında yazıldığına işaret ederler. Doğa şiirlerinin Çin veya Japon edebiyatında binlerce yıl bir geçmişi varken biz neden bu kadar geçiktik sorusunu şimdilik bir yana bırakarak bu şiirin başlangıcına bir göz atalım:

Bir zamanlar Karâr-gâhım idi,
Bedeviler gibi beyâbanlar.

Buna mûcip de iştibahım idi:
Nasıl imrâr-ı vakt eder anlar

(Bir zamanlar çölde yaşayanlar gibi çöllerde kaldım.
Buna sebeb de onlar nasıl vakit geçirir diye merakımdı)

Özellikle bizim kuşaktan olmayan genç okuyucularımız, sanırım oldukca şaşırmışlardır; evet, ilk doğa şiirimizin konusu deniz, orman, kuşlar gibi alışılagelmiş yerler değil. "Sahra", adından da anlaşılabileceği gibi, bir çöl şiiri. Dili ağır olduğu için ancak özetini verebileceğimiz şiirde şairimiz, çöl insanlarından gördüğü yakınlığı kent halkında hiç görmediğini, çöl insanı huzur içinde hayvanlarla birlikte sefa ederken kent insanının hastalık karanlığında acıların esiri olduğunu, kent insanı endişeden 'aman bulmazken' çölde endişeye zaman bile bulunmadığını yazar. "Sahra", Hamid'in en beğenilen şiirlerinden biridir, hayranlar arasında beğenisini bir mektupla ileten Namık Kemal de var.

"Ama," diyeceksiniz, "madem çöl bu kadar mükemmel bir yer, o zaman TEMA gibi bize çok daha sağlıklı bir doğa kazandırmaya çalışan kuruluşlar neden 'Türkiye Çöl Olmasın' diye uğraşı verip slogan atıyorlar"? Hemen açıklayalım: Şairin bahsettiği çöl, ormanların yakılması, kesilmesi ve diğer insan akılsızlığı sonrası ortaya çıkan iltihaplanmış devasa bir yara gibi sırıtan yer değil. Bu çöl binlerce, milyonlarca yıl süren doğal bir evrim sonu ortaya çıkan doğal bir çöl.

Bizde olduğu gibi diğer toplumlarda da çölün horlanması ekolojik cahillikten kaynaklanır. Hayvanlara karşı beslediğimiz önyargıların faturasının pahalı olması gibi (hiç kimseye zarar vermeyen kara yılanlardan 'temizlenmiş'(!) bir tarlanın farelerin istilasına uğraması) çöl, bataklık gibi yerlere karşı beslenen aslı astarı olmayan önyargılar da olumsuz davranışlara yol açar.

Çöl denince çok kişinin aklına uçsuz bucaksız kum tepelerinden oluşan ve deve, akrep gibi sadece bir kaç türün bulunduğu bir yer akla gelir. Bir yağmur ormanı kadar olmasa bile, çöl ekosistemleri çok sayıda hayvan, bitki ve böceğe ev sahipliği yapar. (Kabaca tanımlarsak, ekosistem denince akla birbirleriyle çeşitli ilişkiler kurmuş canlılar ve yaşadıkları mekan gelir. Bu anlamda canlılar kadar, cansız toprak, su gibi faktörler de önemlidir). Bilimsel çöl tanımlaması, görünüşten daha çok yağış miktarına bağlıdır. Yılda 25 cm^3'ten az yağmur alan yerlere çöl denir. Çöller çeşitli boyutlarda gelir. Şairimiz Hamit'in bahsettiği Sahra 3,5 milyon mil kare büyüklüğünde iken Türkistan çölleri 750 000 mil karedir. Çöllerin çoğunun kuzey ve güney yarı kürelerde genellikle 15 ile 35 derece enlemlerinin oluşturduğu kuşaklarda bulunması, hava akımları ile ilgilidir. Bu kuşaktaki çöllerin üzerinde oluşan yüksek basınç sistemleri fırtınaların büyük bir kısmının bu alanlara girmesini engeller. Çöllerin bir kısmı, deniz kenarındaki dağların arkasındaki düzlüklerde oluşur. Denizden gelen nemli hava dağa çarpıp yükseldiği ve soğuduğu için, nemin büyük bir kısmı dağda kalır ve arkadaki düzlüğü geçerken, nemini daha önce yitirmiş olduğundan yağmur yağmaz. Kuzey Amerika çölleri genellikle bu nedenlerden oluşur. Bazı Okyanus kıyılarında rastladığımız ve kıyı çölleri diye bilinen yerler, bu kıyıları etkileyen soğuk su akıntılarının diğer akıntılara göre daha az buharlaşmaya yol açması sonucu oluşur.

Çöl dendiğinde akla gelen ilk hayvan, aynı zamanda çöl gemisi olarak da bilinen devedir. Bu muhteşem yaratık, kızgın topraklarda su içmeden günlerce yol gidebilir. Aslında devenin bel kemiği bir atınki kadar düzgündür ve bazılarının kambur diye nitelendirdiği tek veya çift hörgücü de yağ deposundan başka bir şey değildir. Evcil hayvanların arasında deve belki en gururlusudur; ne kadar pohpohlanırsa pohpohlansın, yüzünden hiç eksik olmayan "zaten bana bindiğin yeter, bundan daha fazlasını bekleme" ifadesiyle araya mesafeyi koyar. Eski zamanlarda 4 veya 6 deveden oluşan kervanlara katar denirdi, bugün trenler için kullandığımız terimin de kaynağı budur. Devenin dilimize kazandırdığı başka bir ifade de 'deve kini'dir. Çok yaygın bir inanca göre deve, kendisine fenalık yapanlara uzun zaman kin tutar ve eline fırsat geçtiği zaman intikamını alırmış. Bu yüzden akşam molası verildiği zaman develerin yularları bir kazığa bağlanır, sürücüler "belki yularını koparıp

üzerimize çökerek bizi öldürür" kuşkusuyla uyudukları yerin çevresinde devenin taşıdığı yükten bir barikat yaparlarmış. (Şu av hayvanlarının deveden öğreneceği çok şeyler var!)

Çıngıraklı yılan, bir çok kişinin korkulu rüyasıdır; fakat sanılanın aksine rahatsız edilmediği takdirde hiç kimseye zarar vermez. Çıngırak sesi bir saldırı işareti değil "Bak ben buradayım, kafamı kızdırırsan seni fena yaparım" niteliğinde bir uyarı mesajıdır. Eğer siz de benim gibi çölde kamp yapmaya giderseniz, ihtiyatı elden bırakmıyarak yatmadan önce tulumunuzu, sabah kalktığınız zaman da bot veya çizmenizi giymeden önce kontrol etmenizi öneririm.

Çölde karıncadan tutun aslana, kangurudan tutun keseli fareye kadar çeşit çeşit hayvana rastlayabilirsiniz. Fakat beni en çok etkileyen ve bir zamanlar kol gezdiği California çöllerinde şimdi sayıları iki elinizin parmakları ile sayılabilecek kadar azalan, akbabanın yakın akrabası kandor (condor) kuşu oldu. Yerdeyken yemek adabından bu kadar yoksun, kel kafalı bu hantal yaratığı bir de havada süzülürken görün, o zaman zerafetin ne olduğunu çok daha iyi anlarsınız. Sırası gelmişken önemli bir noktanın altını çizmek isterim: Eğer kandorun yaşadığı bölgeyi ağaçlandırırsanız, o zaman onun ana menüsünü oluşturan leşleri bulmasını engellersiniz. Biyolojik çeşit kadar, toprak ve su gibi ekosistemin diğer bölümünü oluşturan yer çeşitliliği de önemlidir. İkisinin de bir arada korunması gerekir.

Çöldeki bitkilerin, ormandakilerin aksine aralarına daha fazla mesafe koymaları her nekadar kişisel özgürlüğe sahip çıkmak arzusundan kaynaklanıyor gibi görünse de, asıl neden suyun azlığındandır. Ama suyu bulmak için ormandaki akrabalarına göre çok daha derinlere kök salan bu bitkilerin kökleri birbirlerine çok yakındır.

Deve nasıl hayvanlar arasında çölü simgelerse, bitkilerde bu görev kaktüse verilmiştir. Nasıl deve yağ depolarsa, kaktüs de su depolar ve aynı deve gibi uzun süre susuz yaşayabilir. Çöl çiçekleri ancak yağmur yağdığında açarlar. Aynı şekilde, bazı bitki tohumları kök salmak için bazen yıllarca yağmur yağmasını bekleyebilir. Bazı bitkiler, su kaybını önlemek için yapraklarındaki ufak kanalları günün sıcak saatlerinde kısmen kapayıp, hava biraz dağa soğuduğunda tekrar açarlar. Kısacası, diğer ekosistemlerde olduğu gibi çöldeki canlılar da, çevreleriyle akıllara durgunluk veren bir uyum içinde yaşar. Ama maalesef bazı çöl insanları (tabii Bedevileri bu gruba dahil etmiyoruz), çöle yeterli duyarlılığı ve saygıyı göstermiyorlar. Örneğin, uygarlığa en önemli katkısı (!) kumarhaneler olan Las Vegas kentinin en güzel çöllerden birinde kurulması. 1850 yılında 30 kişi nüfusu olan bu kent 1900 yılında 100, 1950 yılında 48 bin ve 90'lı yıllarda 1 milyon insana ev sahipliği yapmış. Tabii bu büyümenin oradaki canlıları nasıl etkilediğini takdirlerinize bırakıyoruz. Fakat gerek ekologların, gerek çevrecilerin çabaları sonunda, geç de olsa hükümetler çölün değerini anlamaya başladılar. Örneğin, ABD'deki Mojave çölünün son yıllarda korunmaya alınması.



Ön yargıdan arınmış insanlar için çöl, hayal gücünü genişleten, ulu gerçeklere ulaşılan muhteşem bir yerdir. Hz. Muhammed dahil bir çok büyük peygamber çölden çıkmıştır. Büyük doğa filozofu Henry David Thoreau çöl sevgisini 'Yürümek' adlı makalesinde şöyle dile getirir: "Okyanus, çöl veya vahşi doğa benim olsun! Çölün temiz havası ve yalnızlığı suyun ve yaşamın az olmasını telafi eder."

Çöl büyüsüne kapılanlardan birisi de Charles Darwin'dir: "Hiç bir kimse bu tenha yerleri gördüğü zaman etkilenmemiş olamaz…Eski günleri düşündüğüm zaman Patagonya düzlükleri gözümün önünden geçer. Oraları hiç bir işe yaramayan yerler olarak bilinir. Onları ancak olumsuz niteliklerle tanımlayabiliriz; susuz, ağaçsız, dağsız sadece bir iki bodur bitkiyi barındıran yerler. Neden, o zaman -- ki onlardan etkilenen sadece ben değilim-- bu çorak yerler belleğime yerleşmiş?" Darwin bu duygularını tahlil etmenin çok zor olduğunu vurguladıktan sonra, çölün bir insanın hayalgücünü alabildiğine kamçılamasına bağlar.

Batı'da çöl denince akla gelen ilk isimlerden birisi Sir Richard Burton'dur (1821- 1890). Burton'un biyografisini yazan Fawn M. Brodie, bu çöl gezginini "profesyonel asker, şair, etnolog, botanikci, jeolog, dilbilimci ve çevirmen" diye tanıtıyor. Burton epey yer dolaşmış; ama en çok sevdiği yer çölmüş. Mükemmel Arapça bilen (*Binbir Gece Masalları*'nı İngilizceye ilk çeviren Burton'dur), Arap kıyafetine bürünerek Mekke'ye kaçak giren, yıllarca bir çöl insanı gibi yaşayan bu ünlü gezgin, çöl sevgisini şöyle açıklıyor: "Çölde moraliniz düzelir; daha açık sözlü, yürekten, daha samimi bir insan olursunuz."

Deniz edebiyatı dendiği zaman nasıl bizde Cevat Şakir ve Batı'da Joseph Conrad akla gelirse, çöl edebiyatı denince de akla ilk gelen isim Edward Abbey'dir. Edinburgh ve Stanford gibi ünlü üniversitelerde okumasına rağmen Abbey, 28 yıl boyunca Utah eyaletindeki çöllerde rehberlik-bekçilik yapmayı tercih etmiştir. Abbey kendisi ile turistler arasındaki uçurumu alaylı bir şekilde şöyle anlatır. "Turistlerden birisi bana 'Bu yol çok fena' dediği zaman ben, 'Bana kalsaydı burada hiç yol olmazdı' diye yanıt verirdim; gülerlerdi. Bir başka turist 'Burada televizyon var mı?' diye sorduğu zaman ben 'eğer burada bir televizyon seti görsem, kuduz bir köpeği vurur gibi vururum' diye yanıt veririm. Bir başkası ' yanlızlık seni rahatsız etmiyor mu?' diye sorduğu zaman ben: ' kendi kendimle arkadaşlık etmeyi severim, kendimle çok iyi geçinirim.' diye yanıtlarım. Bir başka turist: 'Burada hiç yağmur yağar mı?' Ben: 'Bilmem, burada ancak 28 yıldır çalışmaktayım.'"

Desert Solitaire adlı kitabı ve çok sayıda makaleleriyle Abbey'in 1960'lı yıllarda filizlenip yeşeren çevre hareketlerine katkısı büyük oldu. Abbey'i bir kaç yıl önce kaybettik. Ama kendisinin şu satırları sanırım hiç kaybolmaz: "İlk görüşte aşık oldum… Bu çöl, bütün çöller, hangi çöl olursa olsun hiç farketmez. Benim kafam ve ayaklarım nereye giderse gitsin, kalbim ve benliğim burada, bu temiz, rahat kayanın üzerinde, Tanrı'nın bile terkettiği siyah güneşin altındaki bu yerlerde kalacaktır."



Ortaçağ'da Bilim

409 yılının sonlarında Vizigot kralı Alaric, ordusuyla Roma üzerine yürüyordu. Romalılar, barbar diye adlandırdıkları kavimlerin önünde uzun zamandır sıkıntılı günler geçiriyorlardı. Bütün barbar saldırılarından kurtulmayı başarmıştı Roma; ne var ki Alaric ve ordusu bu kez kararlıydı. Kısa süren bir kuşatmadan sonra, biraz da hainlerin yardımıyla, gücü tükenen Roma kenti 24 Ağustos 410'da düştü. Vizigotlar üç gün süresince kenti yağmaladılar, yaktılar, yıktılar, kentin bitmez tükenmez gibi görünen hazinelerine el kondu. İmparatorluğun simgesel merkezi, sekiz yüz yıldır düşman ayağı basmamış Roma'nın düşüşü, Doğu'nun en uzak sınırlarında bile yankılar uyandırdı.

Uygar dünyanın merkezi olarak görülen Roma'nın Vizigonlar tarafından alınması, yalnızca siyasal değil, sanatsal ve bilimsel anlamda da sarsıntılara yol açmıştı. Roma batı dünyasının bilim ve sanat merkeziydi aynı zamanda. Alaric'in Roma'yı almasıyla dünyanın merkezi batıdan doğuya kayıyordu. Batı dünyası, Roma'nın düşmesiyle karanlık bir çağa yuvarlanmıştı. Doğu'ysa yeni başlayan bu çağda bilim ve sanat alanında ilerleyecek, her bakımdan bir güç odağı olacaktır.

Batı Roma'nın yıkılmasından sonra başlayan döneme tarihçiler "Ortaçağ" adını veriyor. Bunun nedeni, bilim ve teknolojinin Rönesans'a kadar olan dönemde kesintiye uğraması ve karanlık çağların, Greko-Romen bilimiyle Rönesans hümanizminin "ortasında" yer alıyor olması. Ne kadar ilginç bir rastlantı ki, Alaric'in Batı Roma'yı fethinden yaklaşık bin yıl sonra, bir başka fatihin Doğu Roma'yı alması ortaçağa son verdi. İstanbul'un Türklerin eline geçmesinden sonra başlayan dönem, Batının yavaş yavaş yeniden dünyanın merkezine gelmesine neden olacaktı. Avrupalı bilim adamları bu dönemi karanlık çağlar olarak adlandırdılar ve bu dönemden sonra bilimdeki ilerlemeleri "aydınlanma" olarak değerlendirdiler. Peki Ortaçağ'ın "karanlık" dünyası gerçekten de "karanlık" mıydı?

Doğu'ya Kayan Merkez

Roma İmparatorluğu'nun yıkılmasının ardından doğuda İslam dünyası yükselmeye başlamıştı. Büyük İskender'in ardından başlayan Helenistik dönem Orta Doğu'ya Yunan felsefesini getirmişti zaten. Roma'nın düşüşünün ardından Bizans'a gelen Batı'lı din ve bilim adamları, Doğu'nun kültürel bir canlanma yaşamasına yol açmışlardı. Bu anlamda İslam dünyası büyük bir kültür mirasına kondu. Açımlamalarla zenginleştirilmiş Süryanice çeviriler sayesinde İslam düşünürleri Yunan kültürü ve bilimini tanıma olanağı buldular. İslamiyet'in doğuşundan önce kurulmuş olan çeviri merkezleri, dönemin halifelerinin yardımıyla gelişiyordu. Bir söylenceye göre, Aristoteles bir gece halife Memun'un rüyasına girmiş, kendisinden mutluluğun kaynağı olan felsefeyi geliştirmesini istemişti. 832 yılında Bağdat'ta Beytülhikme'nin (Bilgelik Evi) kurulmasıyla bu rüya gerçekleşmiş oldu. Bu kurumun temel amacı bütün Yunanca eserlerin sistemli bir biçimde Arapça'ya çevrilmesiydi. Aslında çeviri çalışmaları çok daha önce, henüz antikçağın sona ermediği ve İslam'ın doğmadığı 4. yüzyılda başlamıştı. Eski Yunan bilginlerinin eserleri, bu kültürle ilgisi olan bilginler tarafından Süryanice'ye çevrilmişti. Böylece doğu dünyası Hipokrat'ın, Galen'in eserlerindeki tıp bilgileriyle, Batlam-



yus'un astronomi, Euclid'in geometri, Aristoteles'in ve Platon'un kuramsal bilgileriyle tanışmış oldu. Süryaniler, Aristotelesçilikle Hıristiyan dinini uzlaştırmanın yollarını arıyorlardı. Bu nedenle ilahiyat alanında kanıtlamalara çok elverişli olan Aristoteles mantığına büyük ilgi duydular. Araplarsa eski Yunanlıların yazılarını ilk olarak Süryanice çevirilerinden tanıdılar. Kısa bir süre sonraysa el yazmalarını toplamakla görevli bir heyetin Bizans'tan getirdiği metinler aracılığıyla Yunan kültürüyle doğrudan ilişki kurmuş oldular. Kindî gibi bazı filozoflar, Arapça felsefe terimleri yaratarak, Yunanca terimlere karşılık bulmakta zorlanan çevirmenlere yardımcı oldu. 9. yüzyıl yazarlarından Cahiz de çevirinin yalnızca bir dildeki sözcükleri başka bir dile dönüştürmek olmadığını, kaynak dildeki bütün deyiş özelliklerini o toplumun kültür ve geleneklerini bilmek gerektiğini söylemişti.

İslam halifeleri kendilerinden önce hazırlanmış olan kültür mirasına karşı son derece saygılı oldular. Batıda Ortaçağ'ın koyu taassubu sürerken Arap dünyasında aydınlanma yaşanıyordu. Halifeler güçlü bir Hıristiyan (Nesturi ve Yakubi) ya da Zerdüştçülük geleneğinin etkisinde olan eski çeviri merkezlerini ne kapattılar ne de ihmal ettiler. Böylece Harran ve Nizip gibi kültür merkezlerinde büyük çevirmenler ve bilginler yetişti. Aristo'nun hemen hemen bütün eserleri, Öklid'in (Eukleides) *Elementler*'i, Batlamyus'un *Almagest*'i, Galen ve Hipokrat'ın önemli eserleri burada çevrilen eserler arasındaydı.

İslam dünyasındaki bilimsel kurumlardan biri de gözlemevleriydi. Bunların bir kısmı Halife Memun zamanında Bağdat'ta kurulmuştu. Bazı gözlemevleriyse Ebu'l Vefa'nınki gibi gökbilimcilerin bizzat kendilerinin kurduğu, kendi özel çalışmalarına ayrılmış gözlemevleriydi. Bunlardan başka İslam dünyasında seyyar gözlemevleri de bulunuyordu. Bunlar değişik mekanlarda ölçüm ve gözlem yapabilmek için kurulmuşlardı. Kullandıkları gözlem araçlarıysa diğer gözlemevlerinde kullanılanlardan daha küçük boydaydı.

Eski Yunanlılardan alınan felsefi kavramlar bazen yalnızca bir yöntembilim aracı, bazen de bilginin gerçek



Artukoğulları Sarayı'nda yaşayan Ebû'l-İz el Cezerî'nin Olağanüstü Mekanik Araçların Bilgisi Hakkında Kitap adlı eserinde yer alan çizimler.

temelleri olarak görüldü. Genellikle mütekellimin (kelam) olarak adlandırılan İslam ilahiyatçıları söylemlerinin tutarlılığını sağlayan retorik ya da mantıksal araçlar olarak benimsedikleri Aristoteles'in felsefi ayrımlarını kullanarak akılcı bir ilahiyat kurmaya çalıştılar. Bilimsel düşüncenin gelişmesi de felsefi düşünceyle eşdeğerde oldu. Başlangıçta İslam biliminin temel esin kaynağı Eski Yunan dünyasıydı. İbni Sina, bilimleri birbirinden ayıran Aristoteles'in yöntemlerini benimsedi. Tıpkı onun gibi durağan ve hareket halindeki cisimleri konu alan fizikle maddeden soyutlanmış nicelikleri inceleyen matematik arasında kesin bir ayrım yaptı. Yine de Arap bilginleri Aristoteles'i, Batlamyus'u ve Öklid'i aynen izlemek yerine, özgün araştırmalar yaptılar. Sözgelimi İbnülheysem, görmeyi sağlayan ışınların gözden nesneye değil nesneden göze doğru yayıldığını göstererek, Batlamyus ve Öklid'e karşı çıktı. Hatta optik kuramını Aristotelesçi terimlerle ifade ettiği halde onu eleştirmekten de geri kalmadı. Optik konusundaki kitabında matematikle fiziği birbirinden ayıran Aristotelesçi geleneği reddederek bu iki bilimi birleştirdi. Şöyle diyordu İbnülheysem: "1) Karanlıkta göremiyoruz. Işınlar gözden çıksaydı, karanlıkta görmemiz gerekirdi. 2) Kuvvetli bir ışığa baktığımızda gözlerimiz kamaşıyor. Eğer ışınlar gözden çıksaydı, kamaşmaması gerekirdi. 3) Karanlık bir odanın tavanında bir delik açarsak biz sadece o noktayı ve gelen ışığı görürüz. Halbuki ışınlar gözümüzden çıksaydı bizim her tarafı görmemiz gerekirdi. 4) Ne zaman yıldızlara baksak,



Arap doğabilimcisi Kazvinî'nin Acaib-ül Mahlûkat ve Garaib-ül Mevcûdat adlı eserinde yer alan çizimler

onları anında görmekteyiz. Eğer ışınlar gözden çıkmış olsaydı, yıldızları görmemiz içim belirli bir zamanın geçmesi gerekirdi. Böyle olmadığına göre demek ki ışınlar gözden çıkamaz."

İbnülheysem, ışınların gözden değil, nesneden çıktığını kanıtladıktan sonra yansıma konusunu ele almıştır. Işığın ayna gibi parlak nesnelerde uğradığı değişimleri inceleyen yansıma, çok eskiden beri bilinen bir konuydu. Öklid ve Batlamyus da ilk çağda bu konuyu araştırmış ve geometrik olarak incelemişlerdi. Öklid herhangi bir deneye gerek duymaksızın ayna yüzeyine gelen ışığın yüzeyle yaptığı açının, yüzeyden yansırken yaptığı açıya eşit olduğunu söylemişti. Bugün yansıma kanunu adını verdiğimiz bu ifadeyi, daha sonra Batlamyus benimseyip, doğru olduğunu deneysel olarak göstermiştir. İbnülheysem'in bu konuya katkısıysa, gelen ışınla, yansıyan ışının neden eşit açılar oluşturduğunu geometrik yoldan ve nedensel olarak göstermesidir.

Bu dönemde yaşamış bir başka bilim adamı da Sabit bin Kurra'ydı. Sabit bin Kurra'nın kaldıraç kuramını matematiksel temellere oturttuğu mekanik alanında da ölçmeye ve mekanik alanına duyulan ilgi ağır basıyordu. Harran'da yaşayan Sabit bin Kurra, döneminin en tanınmış matematikçilerinden ve gökbilimcilerinden biriydi. Yunanca ve Süryanice biliyordu. Apollonius, Arşimet, Euclid, ve Batlamyus gibi Yunan bilginlerinin yapıtlarının bazılarını Arapça'ya çevirmişti. Batlamyus'un Almagest'i için yaptığı yorumda, sinüs teoreminin tanımını vermiş ve bu teoremi gökbilime uygulamıştır. Dost sayılar, yani biri, diğerinin çarpanlarının toplamına eşit olan sayılar üzerine yapmış olduğu incelemeler, Pisagorcuların sayılar teorisiyle ilgili çalışmalarından haberli olduğunu gösteriyordu. $x^2+bx=c$, $x^2=bx+c$ ve $x^2+c=bx$ denklemleri için Harezmi'nin vermiş olduğu çözümlerin kanıtlamalarını Öklid'in *Elementler*'ine dayandırıyor, Harezmi'nin geometrik çözümleriyle Euclid teoremleri arasında bağlar kuruyordu.

İslam dünyasının büyük bilginlerinden olan Harezmi, cebirin temellerini atarak ikinci üçüncü dereceden denklemleri, sayıların karekökünü ve küp kökünü alma yöntemlerini geliştirdi. Trigonometrinin gelişmesiyse ikindi namazının zamanını hesaplamak için gerekli olan tanjant ve kotanjant hesabının yapılabilmesini sağladı. Ölçme ve hesap yöntemlerini astronomiye de uygulayan Bettani gibi Arap astronomi bilginleri görünür gezegenlerden her birinin ayrı bir gök küre üzerinde döndüğünü açıkladılar. Tıbbın İslam dünyasındaki en önemli temsilcileri olan Ebubekir Razi ve İbni Sina ise, insan vücudundaki düzenin de bir anlamda evrenin yapısını yansıttığını söylediler. İbni Sina'nın ünü Batı dünyasına kadar yayılmıştı. Batılılar onu Avicenna adıyla tanıyorlardı. Tıp üzerine yazdığı Kanun adlı kitabı *Canon* olarak Latinceye çevrildi. Bu kitapla birlikte İbni Sina Batı'da Galen kadar tanınan ve yazdıkları tartışmasız kabul edilen bir bilim adamı oldu.

Doğu'da bilimin birçok alanında çok sayıda bilim adamı yetişti. Matematik alanında Nasirüddin Tûsî, Ömer Hayyam, Abdülhamid İbn Türk, gökbilimde Battani, Bîrûnî, Uluğ Bey, tarih alanında İbn Haldun, kimyada Kindî, Râzi gibi isimler içlerinde adı en çok bilinenlerdir.

Doğu'nun yetiştirdiği bilim adamlarından biri var ki en ilginç çalışmalardan biriyle çıkıyor karşımıza. Mekanik araçlar üzerine çalışan Ebu'l İz İsmail El- Cezeri, Artukoğulları sarayında yaptığı çeşitli mekanik araçlarla tanınıyordu. Artukoğlu beylerinden Nasirüddin'in isteğiyle çalışmaların anlatan "Olağanüstü Mekanik Araçların Bilgisi Hakkında Kitap"ı yazdı. Kitapta su saatleri, dekoratif biçimde su fışkırtan fıskiyeler, insanları eğlendirmeyi ve şaşırtmayı amaçlayan otomatlar anlatılıyordu. Bunların tasviri ve nasıl yapılacağı da ayrıntılı olarak anlatılmıştı kitapta. Cezeri, hava, boşluk ve denge prensiplerini ustalıkla kullanıyordu. Artukoğlu sarayında yemekten önce ve sonra ellerine su tutan, sonra kurulanmaları için havlu uzatan otomatları gören ziyaretçiler şaşırıyor, onları seyrederek keyifli dakikalar geçiriyordu.

Doğu dünyası, Antik Çağ'ın bilim adamlarını tanıdıkça bilime daha çok ısınıyor, yeni buluşlar, yeni düşünceler geliştiriyordu. Bu durum Batı'da tam tersi biçimde gelişiyordu. Antik Çağ'ın bilimi dogmalaşmıştı; artık tartışılmıyor, üzerine yeni bir şey söylenmiyordu.

Batı'da Skolastiğin Gelişimi

Doğu'da Antik Çağ'ın bilgisi bir aydınlanmaya neden olmuştu. Batı'daysa bu bilgi tümüyle farklı bir yol izliyordu. Batı'da Eski Yunan, (ilkin mantık, sonra fizik ve metafizik olmak üzere Aristoteles'in eserleri daha sonra da Proklos'un eserleri) Yahudi, (İbni Gabirol, İbn Meymun) ve özellikle Arap, (Gazali, İbni Sina, İbni Rüşd) metinlerinin tercümeleriyle 13. yüzyılda yeni bir felsefe anlayışı başladı. Yeniden keşfedilen Aristotelesçiliği benimseyen Thomas Aquinas, Platonculuğu yadsıyarak bilgiyi önce maddesel tözlere, duyulur deneye dayandırdı. Maddesel tözler, tür ve cinslerinden yani bir formdan ve kendilerini bireyselleştiren bir maddeden var olmuşlardır. Ancak varlık (esse), onu belirleyen (actus) olan bu "öz"den (essentia) ayrıdır. Sadece her şeyin kaynağı olan Tanrı için böyle bir durum söz konusu değildir. Bu düşüncelerin ışığında üniversitelerde geleneksel felsefe sorunlarıyla yerleşik inançlar arasında bir ilişki kurulmaya çalışılıyordu. Bu çabaya Latince *schola* (okul) sözcüğünden türetilmiş skolastik adı verildi.

Ortaçağ'ın başlarında kilise babalarının görüşleri önemini korurken 11. yüzyıldan başlayarak Petrus Abelardus'un görüşleri skolastik felsefede mantığın öne çıkmasını sağlamıştı. Bu arada İbni Rüşt ve İbni Sina'nın yapıtlarıyla Avrupa'ya ulaşan Aristotelesçi görüşler Batı felsefesini büyük ölçüde etkiledi. Böylece Hıristiyan ilahiyatı dinsel vaaz ve Kitab-ı Mukaddes yorumlarından çok, kesinlik savları taşıyan bir bilimsel etkinlik olarak görüldü. İman ve Vahiy yerine mantıksal kanıtlama yöntemleri kullanıldı. Bütün bilginin bir sentezine varılarak ilahiyatın bilgi sıralamasının en üst düzeyinde olması amaçlandı.



Batıdaki ilk üniversitelerden birinde ders anlatılırken...

Skolastikler eğitimde de bazı temel araçlar geliştirdi. Bunlardan lectio (ders), öğretmenin düşüncelerinin öğrencilerine aktarılması, disputatio, karşılıklı tartışma, summa (özet) ise gerçeğe ilişkin kapsamlı bir bakış açısı verilmesiydi. Eğitimin amacı ve yöntemi konusunda ortak bir yaklaşım belirlenmekle birlikte öğretiye ilişkin belli noktalardaki görüş ayrılıkları çeşitli skolastik akımların doğmasına yol açtı. Üzerinde tartışılan şey din olunca, bilim ve onun sorgulayan tavrı zamanla yitip gitti. Ortaçağ Avrupa'sı bilimsel konularda tartışmak yerine değiştirilmesi mümkün olmayan dinsel dogmalar üzerine çene yoran bir görünüşe bürünmüştü. Bu durum kutsal kitaplar bir yana Batlamyus, Galen gibi eski dünyanın bilim adamlarınca yazılmış kitapların bile sorgusuzca kabul edilişini beraberinde getirdi. İşin acıklı yanı, Galen kitabını yazarken genç doktorlara kitaplardaki bilgilere saplanıp kalmamalarını, kendi deneyimlerine güvenmelerini öğütlüyordu. Öğüdünün tam tersi oldu. Yüzlerce yıl insan anatomisi ve hekimlik konusunda Galen'in yazdıkları okutuldu. Oysa Galen ömründe bir kere bile bir kadavra üzerinde çalışmamıştı. Aynı şekilde Dünya'yı evrenin merkezine koyan Batlamyusçu gökbilim, tartışılması bile yasak bir dogmaydı.



Ortaçağ'da Yaşanan Değişimler

Antikçağ bilgisinin sorgulanamaz bir Hıristiyan dogmasına dönüşmesine karşın, Ortaçağ'da bazı değişimler de olmadı değil. Bu değişimlerin başında okuma-yazma ve kitap üzerine olanlar gelmekteydi. Tüm Antikçağ boyunca çocuklar, ucu yarılmış bir kamışla papirüs tomarlarına yazarak okuma-yazma öğrendiler. Kamışın adı "calamus", yani kalemdi ve mürekkebe batırılarak kullanılıyordu. Ancak, Mısır'dan getirilen ve devlet tekelinde olan papirüs çok pahalıydı. Bu nedenle öğrenciler harfleri ve sayıları balmumuyla kaplı ahşap levhalar üzerine, bir ucu sivriltilmiş diğer ucu da yanlışları silmek için yuvarlatılmış bir metal çubukla yazarak öğrenmek zorundaydılar. Saymak için ya "calculus" denen çakıltaşları kullanılır, ya da "comput digital" (computus: hesaplama, digitus: parmak)denen parmakla sayma yöntemi uygulanırdı. Okumak için papirüs tomarını sağ elle açarken, sol elle tekrar sarmak gerekiyordu. Not tutmak gerektiğinde bir kölenin okuyarak yardımcı olması gerekiyordu. Sonuç olarak kültür varlıklı kişilere özgü bir ayrıcalıktı.

Özet kitapların ve ders kitapların çoğalmasıyla birlikte, 4. yüzyılda, ciltlenmiş sayfalardan oluşan "codex" adlı kitaplar ortaya çıktı. Bunların sayfalarını kolayca çevirerek okurken bir elle de yazı yazılabiliyordu. Aynı dönemde kamış kalemlere göre daha dayanıklı olan ve kaz teleklerinin ucu yarılarak



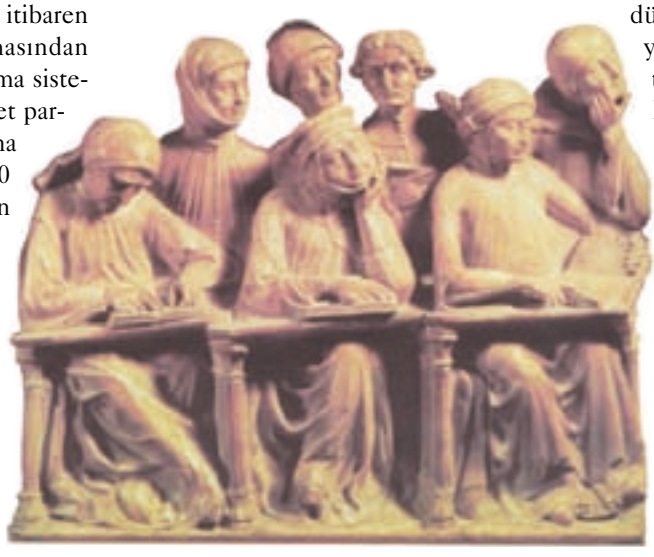
yapılan kalemler icat edildi. Altıncı yüzyılda papirüs terk edildi ve yerini koyun derisinden yapılan parşömen aldı. Her ne kadar bir kitap için 60 koyun gerekiyorduysa da, parşömen papirüsten hem daha ucuzdu, hem de daha uzun süre dayanıyordu. Nihayet keşişlerin de etkisiyle ezbere okumak ortaya çıktı. Tüm bu değişimler yavaş yavaş gerçekleşti. Codex'in kesin olarak "volumen" tomarının yerini alması için yüzyıllar geçmesi gerekecekti.

Bu gelişmeler öğretimi iyileştirme olanağı verirken, okuma yazma bilen insanların sayısının da artmasını sağladı. Çin'den gelen kağıdın 14. Yüzyılın başında yaygınlaşması sonucunda kütüphane ve manastırlarda el yazması kitapların hazırlandığı scriptorium denen bölümler çoğaldı. Yazıcılar Antik kültürün Avrupa'ya geçişinde gerçek etken oldular ve matbaanın icadına kadar Ortaçağ kültürünü geliştirdiler.

Sayı saymayı öğrenmede bir Antikçağ yöntemi olan parmakla saymadan (comput digital) 13. yüzyıldan itibaren sıfırın kullanılmaya başlamasından sonra bile yararlanıldı. Bu sayma sisteminde 100 sayısı, sağ elin işaret parmağı, başparmağın iç kıvrımına değdirilerek belirtiliyordu. 200 sayısı baş parmak orta parmağın üzerine konarak gösteriliyor, böylece açıkta kalan iki parmak 200'ü ifade ediyordu. 300'deyse işaret parmağı başparmağın ucuna dokundurulyor ve sayı böylece boşta kalan üç parmakla gösteriliyordu. 1000 sayısı serçe parmağı, 2000 sayısı hem serçe parmağı hem de yüzük parmağını kıvırarak gösteriliyordu.

Ortaçağ'ın getirdiği bir yenilik de Yunan tarzı akademiler yerine günümüzdeki üniversitelerin ilk örneklerinin kurulmasıdır. Paris Üniversitesi'nin 1200-1246 yılları arasında geliştirilen statüsü, bu üniversitenin özgün karakterini de kesinleştiriyordu. Üniversite kuruluşunun dört konuda özerkliği vardı: Birincisi diploma verme, yani bakalorya, lisans ve lisanüstü derecelerini belirleme tekelini elinde bulundurma; ikincisi öğretim üyelerine yemin ettirme ve kurallara uymayanları uzaklaştırma yetkisi veren idari özerklik; üçüncüsü kendi temsilcilerini seçme ve üyelerini kendi iç yargı organlarının önüne çıkarma olanağı veren adli özerklik; dördüncüsüyse giderlerini düzenleme yetkisini de kapsayan mali özerkliktir. Üniversitelerin parasal kaynağını Kilise'ye ait toprakların gelirlerinden ayrılan ödenekler oluşturuyordu. Dini ya da sivil yerel otoriteden tümüyle bağımsız olan profesörlerle onların öğrencileri, tüm üniversitelerin en üst karar ve yönetim organı olan Papa'ya başvurabilmekteydi. Üniversite özgürlüğüne herhangi bir müdahale durumunda meslekten olanların oluşturduğu topluluğun tümü greve gidebiliyor, hatta öğretime son verilerek üniversite başka bir yere taşınabiliyordu. 13. yüzyılın ilk yıllarında İngiltere'deki Oxford Üniversitesi, Fransa'daki Paris Üniversitesi'nde öğretimin kesilmesi ve öğretim üyelerinin Paris'ten ayrılarak Oxford'a taşınması sonucunda doğdu. 13. yüzyıl sonunda Avrupa'nın çeşitli köşelerinde toplam yirmi dört üniversite vardı. O dönemde üniversitelerdeki öğretim süresi de bugünkünden çok daha uzundu. Öğretim 14 yaşında başlıyor, 25 ila 35 yaşları arasında bitiyordu. Bütün öğrenciler nationе adında birçok gruba ayrılan sanatlar fakültesinden geçmekteydi. Sözgelimi Bologna Üniversitesi 12. Yüzyılın sonunda dört nationе içermekteydi. Öğrenciler bu dört fakülte arasında seçim yapma hakkına sahipti. Bunlar Teoloji, tıp, medeni hukuk (Roma Hukuku) ve kilise hukuku fakülteleriydi. Bu dönemde yoksul öğrenciler için de kolejler kurulmuştu. 1257'de Paris'teki Sorbonne Üniversitesi böyle doğmuştu.

Ortaçağ'ın nasıl ve ne zaman sona erdiği konusunda çeşitli yorumlar yapılır. Kimilerine göre Fatih Sultan Mehmet; İstanbul'u aldığında bir çağı da kapamıştır. Kimilerine göreyse Kristof Kolomb'un yeni bir kıta keşfetmesidir Ortaçağ'ın sonu. Aslında Haçlı Seferleri sırasında Doğu'nun bilgisini batıya taşıyan tüccarlar, İslam dünyasını kasıp kavuran Moğollar, yeni bulunan ticaret yolları ve İstanbul'dan kaçıp Batı'ya gelen Bizanslı bilim adamları hep birlikte son vermişlerdir Ortaçağ'a. Ortaçağ'ı izleyen döneme insanların yeniden doğuş anlamına gelen Rönesans adını vermeleri de anlamlıdır doğrusu.



Gökhan Tok

Kaynaklar

Çotuksöken, B., *Ortaçağ Yazıları*, Kabalcı, 1993

Koyre, A., *Bilim Tarihi Yazıları* 1, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Çev: Kurtuluş Dinçer, 2000

Loyn, H. R., *the Middle Ages*, Thames and Hudson, 1991

Scarre, C., Atlas of the Medieval Civilizations, *The Times*, 1990



Çerçi

Şahin Koçak

Öklid'in Saltanatı ve Sefaleti (I)

İnsanların kendilerini denize attıkları bir Temmuz günüydü. Veranda bana kalmıştı. "Papağan Teoremi" adlı kitabı bana tavsiye eden arkadaşımı bir süredir karışık duygularla hatırlamakta olduğumu fark ettim. Çünkü beş saattir kitabı elimden bırakamıyordum ve açlıktan gözlerim kararmaya başlamıştı. Artık kitabı bir kenara bırakmaya ciddi ciddi niyetlenirken, birden kitap mı elimden fırladı, yoksa ben yerimden fırladım da kitap öyle mi düştü, yoksa ben kitabı fırlattım mı anlayamadım. Eğer sonuncusu gerçekleşti ise bunu kendime yakıştıramıyorum ama, doğrusu böyle bir şey de ne görmüştüm, ne duymuştum: Harun Reşid'in oğlu Halife Memun, Bizans İmparatoruna karşı kazandığı bir zaferden sonra herkesi şaşırtan bir teklifte bulunmuş: Kitaplara karşı esirler! Pazarlıklar yapılmış ve sonunda 1000 kadar Bizanslı esir serbest bırakılarak buna karşı Konstantinopolis'ten çok değerli ve az bulunan 10 kadar kitap Bağdat'a getirilmiş!

Vaktiyle Sabit bin Kurra'nın IX. yüzyılda Öklid'in (Eukleides, M.Ö. 300 dolayları) Elemanları'nı Arapçaya çevirdiğini ve Ortaçağ Avrupa'sının da XII. yüzyıl başlarında Öklid'i ilk defa bu kitaptan tanıdığını (çok daha sonra onu aslından çevirdiklerini) okumuştum, ama o zaman bunu yerli-yerine koyamamıştım. Şimdi mesele aydınlanıyordu. Halife Memun'un ikliminde yaşasanız siz de çevirirdiniz.

Bizde böyle bir padişah var mıydı? Olsaydı ne kadar güzel olurdu. IV. Murad'la Bağdat'a giderdim, oradan aldığımız esirleri geri verirdik ve karşılığında Sabit bin Kurra'nın kendi el yazması Öklid çevirisini alırdım. Bu tek bir kitap bana yeterdi. İstanbul'a döndükten sonra, oturur onu çevirirdim.

Böylece 1797 yılına kadar beklemek zorunda kalmazdık. Kaldı ki Hüseyin Rıfkı'nın böyle bir çevirisinin olduğunu ben daha yeni öğrendim. Bunu bana hiçbir öğretmenim söylememişti, hiçbir matematikçiden de duymadım, İstanbul'un en tecrübeli sahafları da bilmiyor, ben tesadüfen bir sosyal bilimcinin tavsiyesiyle varlığını öğrendiğim Adnan Adıvar'ın kitabında okudum (Osmanlı Türklerinde İlim). Herhalde Hüseyin Rıfkı'nın kitabını görme imkânım da bulunmuyor. Böyle bir kadersizlik olabilir mi?

Düzlem geometriye hayrandım, ama Öklid'i anadilimde görme imkânım olmadı. Aslında belki Bağdat'a gitmeme ve esir takasına gerek de yokmuş, çünkü bu kitap, gene Adnan Adıvar'dan öğrendiğime göre, Fatih'in Bizans'tan devraldığı kütüphanede varmış. Anlaşılan bu kitaptan Konstantinopolis'te bir kaç tane varmış. Çünkü ben tabii hemen bir araştırmaya giriştim ve şu durumla karşılaştım: 1908 de Öklid'i (herhalde son defa) İngilizceye çeviren Sir Thomas Heath'in Hacı Kalfa'dan (yani bizim Kâtip Çelebi'den) naklen anlattığına göre, Halife Memun'dan (Halifelik dönemi 813-833) önce meğer Halife Mansur (754-775) da Öklid'i Konstantinopolis'ten Bağdat'a getirtmiş. (Ancak Mansur başka bir yöntemle, bir heyet gönderip rica ederek getirtmiş.) Araplar için o dönemlerde İstanbul'un çok önemli olduğu, hatta hakkında hadisler olduğu bilinir. Ama adamlar İstanbul'u alamamış bile olsalar, kitapları almayı başarmışlar. Gene Heath'in söylediğine göre, Öklid'i muhtemelen ilk olarak Haccac, önce Halife Harun Reşid (786-809), sonra da daha dikkatli olarak Halife Memun için çevirmiş. (Bu Haccac, ansiklopedilerde bulabileceğiniz o zalim vali değil) Sabit bin Kurra'nın çevirisi ise, Halife Mütevekkil (847-861) için Hunayn bin İshak tarafından yapılmış bir çevirinin esaslı bir revizyonu imiş. Yani gördüğünüz gibi neredeyse her Halife için Öklid yeniden çevrilmiş. İslam matematiğinin o dönemdeki atılımları demek ki boşuna değil.

Ama Fatih zamanında Öklid'in çevrilmediği anlaşılıyor. Aslında Fatih'in iklimi de fena değildi doğrusu. Ancak bu işe yetmedi anlaşılan. Belki de ömrü yetmedi. Çünkü Fatih, Batlamyus'un (Ptolemaios, ama kral olan değil) gene Bizans'tan devraldığı ve dünya merkezli evren modelini anlatan büyük eseri ile bir yaz boyu uğraşmış ve çevrilmesini buyurmuş. Tabii burada çevirmekten kastedilen Arapça'ya çevirmek. Onun faturası sonuçta gene bana çıkacaktı ya. Ama olsun, sonuçta bir şekilde gene bana faydası olurdu. Çünkü bu arada yaşım ilerlediği için artık ben de bu işten sorumlu olmaya başlıyorum. 100 sene sonranın gençleri mutlaka bizim kuşağı da suçlu bulacaklar. Ama ben de bir iklim bulamadım işte. Kendi kendine de çevrilmiyor bu kitap. Gerçi Hüseyin Rıfkı çevirdi de ne oldu. Çok merak edersek, gene ancak İngilizcesinden okuyoruz. Bu nasıl bir kültür? Bu nasıl bir miras?

Kitap Datça'da yaratılıyor (Öklid'in ana kaynağı Knidos'lu Eudoxos), İskenderiye'de yazılıyor, Konstantinopolis'te saklanıyor, Bağdat'ta çevriliyor, Avrupa'ya geçip yüzlerce yıl evriliyor, sonra bütün temelleri sarsılıyor ve yıkılan temeller üzerinde yepyeni alemler kuruluyor ve ben onu daha yeni anlamaya çalışıyorum. Anlayayım mı?

Yoksa bu kitabın modası geçti diyenler mi haklı? Ama ben onu gene de çok değerli bir fosil olarak görüyorum. Böyle büyük kitapların hepsi yanlıştır zaten. Daha doğrusu, o kitapların doğrularının tersleri de doğrudur. Niels Bohr'un derin doğruları türünden yani. Böyle tersi de doğru olan doğruların, yani derin doğruların (tersi yanlış olan doğrular basit doğrular) akıl sarsalayan örneklerini derginizin son sayısında işlenen kuantum dünyasında görmüştünüz. Onun için bu kitabın eskidiği görüşüne katılmıyorum. O daima bir ibret belgesi olarak kalacak. İnsanların kendilerini nasıl aptal yerine koyduklarının bir belgesi olarak kalacak. 2000 seneden fazla bir süre boyunca en parlak zihinlere cehennem azâbı veren bir problemin, meseleye bakış açımız değiştiğinde nasıl kendiliğinden çözülüverdiğinin bir belgesi olarak kalacak. Bütün modern matematik bu ayıkma üzerine kuruldu. Bu herkesin kulağına küpe olsun: Bir meseleyi halledemiyorsak, belki o meseleye yanlış bakıyoruzdur.

Onun için ben gene de anlayayım diyorum. Neydi bu Öklid meselesi?

Zihnim gençlik günlerime uzandı. Ben Öklid'le İstanbul'da tanışmıştım. 60'lı yıllarda bir sonbahar akşamüstü Vezneciler'deki Fen Fakültesinin en üst katındaki Matematik Bölümü'nde birkaç arkadaş Orhan Ş. İçen'in odasında oturuyorduk. Orada otururken hep bir manastırda olduğum duygusuna kapılırdım. O insanı anlatmaya kalkarsam Öklid'e geri dönemeyeceğim için burada kesiyorum. Bize o gün Öklid'le ilgili hikâyeler anlattı. Bir öğrencisi Öklid'e, bu anlattıkların ne işe yarar demiş; O da, "şu adama birkaç kuruş verin, bu herşeyi paraya çevirmeye çalışıyor" demiş. Sonra bir gün Mısır Kralı Ptolemaios, Öklid'e, bu geometrinin kısa bir yolu yok mu diye sormuş. Bunun üzerine Öklid, "Geometride krallara mahsus yol yoktur" demiş. (Orhan Bey nezaketinden

Malûmdur ki fısk ile olmaz cihan harap
Eyler anı müdahane-i âliman harap

demedi. Bunu yıllar sonra aynı hikâyenin ardından, nerede kaldı şimdi öyle hocalar diyerek, başka bir Hoca söyledi.)

Böyle akşamlardan sonra Orhan Bey'le birlikte otobüs durağına kadar yürür, onu uğurlardık. Durakta beklerken son soruları sorardık. O gün, Russell'in yeni okuduğum bir sözünün ne anlama geldiğini sordum: "Matematik öyle bir bilimdir ki, orada neyle uğraştığımızı bilmeyiz ve söylediğimizin doğru olup olmadığını da bilmeyiz."

Bana, "Çekirge" dedi, (pardon galiba öyle demedi, başka birşey dedi) "Matematikte kalıplar vardır; Matematik kalıplarla uğraşır; Bir şey bir kalıba uyabilir veya uymayabilir; Kalıplarla uğraşırken, şeyleri bir kenara bırakırsınız; Şeyler değil, ilişkiler önemlidir."

Orhan Bey'den ayrılınca onun sözleri kafamda dolanır durur, anlamını tam kavrayamazdım. Kalıp deyince aklıma ayakkabı kalıbı geliyordu. Ama doğrusu ayakkabı kalıbı diye birşey de görmemiştim. Onun için ayakkabının kendisini kalıp olarak düşünmeğe eğilimliydim. Bir ayakkabıya farklı ayaklar girebilir. Dolayısıyla bir ayakkabıdan söz ederken hangi ayaktan söz ettiğimizi bilmeyiz. Ama bir ayak farklı ayakkabılara girebilir. Ya da bazısına giremez. Bir ayak bir ayakkabıya giremezse o ayak yanlış olur. Yoksa ayakkabı mı yanlış olur? Hayır ayakkabı yanlış olmaz. Ayakkabı kalıptır. Kalıp yanlış olmaz. Kalıp kalıptır. Ona uyup uymamak ayağın sorunu. Ayak uymadı diye ayakkabı değiştirilmez. Siz öyle sanabilirsiniz, ama değiştirilen ayaktır. Ayakkabı yerinde durur ve ona uyan ayak gelir. Her ayak uyacağı ayakkabıyı arar. Bu nedenle ayakkabılar mağazada yerinde durur, ayaklar gelir gider. Ayakkabı alınıp da gezdirilmez. Bir tek Külkedisi vak'asında ayakkabı gezdirilmiştir. O da masallarda olmuştur. O sırada Laleli'deki yurda gelmiş olurdum.

Ertesi akşamüstü Orhan Bey'in bizim için gene zamanı olurdu. (Ben onun için hep akşamüstülerini severim.)

- Hocam, Öklid'in kalıbı neydi ve hangi ayaklar o ayakkabıya uymadı?

Bana

- "Bak Çekirge", dedi. (Pardon, galiba gene Çekirge demedi.)

...





Osmanlılarda Gümüş Madenleri ve Darphaneler

Osmanlılar İçin Paranın Önemi

Osmanlılar altı yüzyıllık tarihleri boyunca sikke basmaya ve istikrarlı bir para düzeni kurmaya büyük önem verdiler. İslâm geleneğinde sikke, hutbe ile birlikte egemenliğin en önemli iki simgesinden biriydi. Örneğin, 16. yüzyılda yaşayan tarihçi Âli, hutbe ve sikkeyi iki ilâhi armağan olarak görüyor ve hutbenin soyutluğu ile sikkenin somutluğu arasındaki karşıtlığa dikkati çekiyor. Âli için hutbe, hükümdarın prestijinin büyüklüğü düşüncesinin bir ifadesiydi. Buna karşılık sikke, hükümdarın gücünü açık seçik ve yazıyla yansıtıyordu. Altın ve gümüş sikkeler elden ele, bölgeden bölgeye taşındıkça, hükümdarın gücünü ülkenin en uzak köşelerine ulaştırıyorlardı.

İkinci olarak, Osmanlıların bir yandan vergi toplamak, öte yandan da askerlere, bürokratlara, tüccarlara ve diğer kesimlere ödeme yapmak için paraya gereksinimleri vardı. Ayrıca, para kullanımı, özellikle 16. yüzyılda, hem değerli madenlerin bollaşması, hem de kırlarla kentler arasındaki iktisadi bağlantıların güçlenmesi nedeniyle çok yaygınlaşmıştı. Böylece, sadece kentliler değil, kırlardaki nüfusun önemli bir bölümü de piyasalarda gümüş akçe ve bakır mangırı kullanmaya başlamıştı. Bu gelişmeler, Osmanlı maliyesinin yanısıra Osmanlı ekonomisinin sağlığının da para ve parasal istikrara yakından bağlı olduğunu gösteriyor. Osmanlı yöneticileri de sikkelerin bolluğuyla, ticaret ve ekonominin sağlığı, canlılığı arasında güçlü bir ilişki olduğunun bilincindeydiler.

Bu yazıda sikke üretimi açısından büyük önem taşıyan gümüş madenlerini Osmanlıların nasıl işlettiklerini, bu madenlerden ve diğer kaynaklardan elde ettikleri cevheri nasıl sikkeye dönüştürdüklerini tartışacağız.



Osmanlıların Balkanlar'daki gümüs madenleri

Kaynak : Halil İnalcık ve Donald Quataert (der.), An Economic and Social History of the Ottoman Empire, Cilt 1, 1994.

Gümüş Madenleri

Osmanlı devleti en erken dönemlerden başlayarak topraklarında kullanılan külçe altın ve gümüş ile yerli-yabancı sikkelerin miktarını arttırmaya büyük önem verdi. Altın ve gümüşün önemli bir kaynağı madenlerdi. Anadolu'da Bizans döneminden, hatta daha öncelerinden beri işletilen gümüş madenleri yarımadanın doğusundaydı. Öteki Türk beyliklerinin varlığı nedeniyle, Osmanlılar bu madenlere 15. yüzyılın sonlarına kadar ulaşamadılar. Buna karşılık, Balkanlar'da daha kolay ilerlediler. Gümüş madenlerinin varlığı da Osmanlıların o yöndeki hareketlerini hızlandırdı.

Makedonya, Sırbistan ve Bosna'da gümüş madenciliği, Osmanlıların bu bölgeye gelmesinden önce, 13. yüzyılın sonlarından ve 14. yüzyılın başlarından itibaren canlanmıştı. Bu gelişmenin en önemli nedeni, Saksonların ve diğer toplulukların Bohemya ve Macaristan'dan bölgeye göç etmeleri ve gelirken beraberlerinde Orta Avrupa'nın daha gelişmiş madencilik tekniklerini getirmeleriydi. Bu sayede, 14. yüzyılın sonlarında Balkanlar'daki madenlerin üretiminde önemli artışlar ortaya çıktı. Bölgedeki krallık ve prenslikler önemli gelirler sağladılar. Örneğin, 1433 yılında, Osmanlıların yöreyi ele geçirmelerinden hemen önce, Sırbistan'dan geçen Burgundy şövalyelerinden Bertrand de la Broquiere, Novo Brdo gümüş maden-

lerinin yılda 200.000 altın düka kadar gelir sağladığını belirtiyor. Günümüzün uzman tarihçilerinden Sima Cirkovic de 15. yüzyılın ilk yarısında Sırbistan ve Bosna'daki gümüş madenlerinin toplam üretimlerinin yılda 10 tondan az olmadığını vurguluyor. Bu gümüşün karayoluyla Konstantinople'a yollanan küçük bir miktarı dışında tümü, Dubrovnik yoluyla Venedik'e, oradan da İtalya'nın diğer bölgelerine ve Sicilya'ya ihraç ediliyordu.

Osmanlılar 1390'lardan 1460'lara kadarki dönemde Makedonya, Sırbistan ve Bosna'nın önde gelen gümüş madenlerini ellerine geçirdiler, kaybettiler ve daha sonra geri aldılar. Bu maden merkezlerinde darbedilen ilk akçeleri, sikkelerin üzerindeki tarihlerden izlemek mümkündür : Serez'de Hicri 816/Miladi 1413, Üsküp'de H.825/1422 ve Novo Brdo'da H.834/1430. Osmanlılar bunlara ek olarak 1460'larda Kratova, Sidrekapsı ve Srebrinica'yı da aldıkları halde, Kratova'da 15. yüzyılın sonlarına, Sidrekapsı ve Srebrinica'da ise 16. yüzyılın başlarına kadar altın veya gümüş sikke basılmadı. Balkanlar'da ayrıca Zaplanina, Plana, Rudnik gibi küçük gümüş madenleri de ele geçirildi, ancak buralarda akçe üretilmedi. (bkz. Harita)



Yaklaşık 1400 yıllarında bir Osmanlı darphanesinde sikke üretimini gösteren bu resim "Stiftung Preussicher Kulturbesitz-Berlin"de bulunan minyatür aslına bakarak A. Süheyl Ünver tarafından çizilmiştir.

Devlet bu madenlerin üretim düzeyini arttırmaya büyük önem veriyordu. Fethedilen madenler, devlet mülkiyetine geçirildikten sonra, iltizam düzeniyle işletiliyordu. Bu işletme yöntemi çerçevesinde, Müslüman girişimcilerin yanısıra Makedonya, Serez ve İstanbul'dan Rum girişimciler madenlerin işletme hakkını belirli bir süre için devletten satın alıyorlardı. Çoğunluğu 15. yüzyılın ikinci yarısında hazırlanan Osmanlı kanunnameleri, madenlerdeki üretim teknikleri ve çalışma koşulları hakkında bize ayrıntılı bilgi sunar. Osmanlılar bu madenlerde daha önce kullanılan teknolojiyi ve üretim yöntemlerini değiştirmediler. Fethettikleri başka topraklarda yaptıkları gibi, burada da varolan yapıyı ve kuralları kullanmaya devam ettiler. Nitekim, Balkanlar'daki madenlere ilişkin olarak hazırlanan kanunnamelerde Saksonlardan beri kullanılan deyimlerin ve yöntemlerin korunduğu görülüyor. (Bkz. Kutu Yazı 1)

Balkanlar'daki küçük madenlerin bir bölümü bir süre sonra tükendi. Ancak, bunların yerine yenilerinin açıldığı anlaşılıyor. 16. yüzyılın ilk yarısına gelindiğinde, Makedonya'daki Sidrekapsı, Balkan yarımadasının en verimli gümüş ve altın madeni konumuna yükselmişti. O dönemin bir Avrupalı gözlemcisine göre, burada 6 bin madenci çalışmaktaydı. Yıllık üretim miktarı ise 6 ton gümüş olarak tahmin ediliyor. İkinci sırada, Sidrekapsı'nın yarısından az bir üretim hacmi ile Novo Brdo geliyordu. Yine 16. yüzyılın ilk yarısında, Balkanlar'daki gümüş madenlerinin yıllık toplam üretim düzeyi 26-27 ton olarak tahmin ediliyor. Öte yandan, iltizam ve Osmanlı arşivlerindeki diğer kayıtlara dayanarak yaptığı bir araştırmada, Rhodes Murphey 1600 yılında Balkanlar'daki gümüş madenlerinin toplam üretimlerini 50 ton olarak hesap etmekte. Oysa Sırbistan ve Bosna'daki madenlerin Osmanlı öncesinde, 15. yüzyılın başlarındaki yıllık üretimleri 10 ton civarındaydı. Bu hesaplamalar bize 15. ve 16. yüzyıllarda, Osmanlı yönetimindeki gümüş madenlerinin üretim düzeylerinde büyük artışlar olduğunu gösteriyor.

Bu veriler aynı zamanda Osmanlı gümüş madenleri ile Avrupa'dakilerin üretim eğrisi arasında önemli bir farklılığa da işaret ediyor. Avrupa'daki madenler, Yeni Dünya'dan büyük miktarlarda altın ve gümüşün akmaya başlaması ve değerli maden fiyatlarının düşmesiyle birlikte, 16. yüzyılın ilk yarısında gerilemeye başlamıştı. Oysa Osmanlı gümüş madenleri, devlet mülkiyetinin de etkisiyle, uzun bir süre daha direnebildiler. Ancak, 17. yüzyılın başlarından itibaren Osmanlı gümüş madenlerinin üretimi de azalmaya başladı. 1640'lara gelindiğinde, Balkanlar'daki en büyük maden olan Üsküp'de ve diğer madenlerde üretim büyük ölçüde durmuştu. Bu gelişmeler sonrasında işleyecek altın ve gümüş bulamayan Osmanlı darphaneleri de kapanmaya başladı. 17. yüzyılın ikinci yarısında Osmanlı piyasalarına yabancı sikkeler egemen oldu.

16. yüzyılda Anadolu'da önemli sayılabilecek tek gümüş madeni Gümüşhane'deydi. Bu madenin en azından Bizans döneminden beri faaliyet gösterdiğini biliyoruz. Osmanlılar Gümüşhane'yi II. Mehmed döneminde ele geçirdiler. Burada basılan akçelerin

1455 Tarihli (II.Mehmed) "Novoberdo Maden Yasaknamesi"nden Seçmeler

Şimdiki halde darende-i misal-i şerif Hasan kulum Novoberdo madenlerine ve tevabiine (ona bağlı olan yerlere) maden yasağı etmeğe gönderdüm ve buyurdum ki:

1. Varub madenlerimi ve mecmu mahsulatın (tüm üretimi) görüb gözede ve çarhları ve kuyuları işlede. Emrüm mucebince amel etmeyüb (çalışmayıp) avare yüriyüb işlemeyen kuyucuları ve çarhcı kafirleri işlede, işlemeyenleri seküdüb haklarından gele.

2. Ve madenlere ve yamaklarına amillerimden ve adamlarımdan gayrı kimesne karışmaya. Her kim karışacak olursa, kulum sekidüb hakkından gele, kimesne mani olmaya.

3. Ve buyurdum ki, ilercan verüb kuyucılara ve çarhcılara ve madenlere münasib olan kimesneleri getürdüb madenleri şen edeler.

Kaynak : Ahmed Akgündüz, Osmanlı Kanunnameleri ve Hukuki Tahlilleri, c. I, Fey Vakfı, İstanbul, 1990, s. 553-56.

üzerinde darphanenin yeri Canca olarak belirtilmektedir. Ancak, Gümüşhane madeninin 15. ve 16. yüzyıldaki faaliyetlerine ilişkin olarak elde fazla bilgi yoktur.

Aradan yüz yıla yakın bir süre geçtikten sonra, Osmanlı gümüş madenlerinde önemli bir hareketlenme görüldü. 18. yüzyılın başlarından itibaren Anadolu'da Gümüşhane, Keban, Erganı ve Espiye'deki gümüş madenleri devreye girerek üretimde büyük artışlar sağladılar. Ayrıca, Balkanlar'da Kratova ve Sidrekapsı'ndaki eski madenler de katkıda bulundular. Osmanlı gümüş madenlerinin toplam üretimi hızla yükselerek, 1730'larda yılda 25 ile 40 ton arasında dalgalanmaya başladı. Bu sayede İstanbul darphanesi 1740'larda yılda 1,5 ile 2 milyon kuruşluk bir üretim düzeyine ulaştı. Darphane kayıtları, sikke üretiminin 1760'lı yıllarda daha da arttığını gösteriyor. Böylece 18. yüzyılda gümüş, Osmanlı para düzenindeki birincil konumunu yeniden kazandı. Ancak, gümüş madenlerinin üretimi 18. yüzyılın sonlarına doğru tekrar gerilemeye başladı.

Osmanlı gümüş madenlerinin tekrar canlanması, aslında 18. yüzyılda Avrupa'nın pek çok bölgesinde görülen bir eğilimin bir parçasıydı. Son yıllarda yapılan araştırmalar, Yeni Dünya'daki gümüş madenlerinin 1670'lerden sonra gerilemeye başlamasının Avrupalı gümüş üreticileri için önemli bir fırsat yarattığını gösteriyor. 16. yüzyıldan başlayarak Amerika'dan gelen büyük miktarlarda gümüş, Avrupa ve Osmanlı gümüş madenlerinin gerilemesine yol açmıştı. 1670'lerden sonra Amerikan gümüş üretiminin azalması da Avrupa'daki gümüş madenlerinin canlanmasını sağladı. Bu dönemdeki teknolojik gelişmeler de Avrupa madenlerinin canlanmasına destek oldu.



Ön yüzü



Arka yüzü

Balkanlar'da Novo Brdo gümüş madeni yakınlarında kurulan darphanede cekiçle vurularak üretilen, 10 akçelik gümüş sikke. II. Mehmed (Fatih) donemi, 1470 (Hicri 875); 23 mm., 9.36 gr.

Darphaneler

Osmanlıların erken dönemlerinde değerli madenleri az sayıda merkezde toplayarak sikke üretmek ve sonra bunları taşraya geri göndermek teknolojik ve idari açıdan büyük güçlükler yaratıyordu. Bu güçlüklerin bilincinde olan Osmanlılar, Selçukluların ve İlhanlıların uygulamalarını izleyerek, önde gelen ticaret ve kent merkezleri ile önde gelen madenlerde veya onların yakınında çok sayıda darphane kurdular.

15. yüzyılın son çeyreğinde sultani olarak adlandırılan ilk altın sikkenin piyasaya sürülüşüne kadar, Osmanlı sikkeleri küçük gümüş akçe ile bakır mangırdan oluşuyordu. Akçe ya da akça, temel hesap birimi konumundaydı. İlk Osmanlı akçeleri Bursa, Edirne ve Marmara havzasında sikkeler üzerinde belirtilmeyen diğer yerlerde darp edildiler. Daha sonraları Osmanlı topraklarıyla birlikte, akçenin üretim ve tedavül alanı da genişledi. 15. yüzyılın üçüncü çeyreğinde, II. Mehmed'in 30 yıllık saltanatı sırasında, Osmanlılar en azından 15 ayrı darphanede akçe ürettiler.

Darphane sayısının çokluğu, Osmanlıların yerel piyasaların sikke talebini karşılamak konusunda çok duyarlı olduklarını gösteriyor. Darphane sayılarının çokluğu, aynı zamanda, bunların hepsinin tam gün çalışmadığına da işaret ediyor. Gerçekten de varolan darphanelerin faaliyet düzeyleri büyük farklılıklar göstermekteydi ve darphanelerde bir hayli atıl kapasite vardı.

Olağan koşullarda, her darphanenin üretim düzeyi bireylerin darphaneye getirdikleri veya devletin sağladığı değerli madenlerin miktarına bağlıydı. Bu nedenle üretim düzeyleri mevsimlik olarak büyük dalgalanmalar gösteriyordu. Ayrıca, bir padişahın tahta çıkışıyla birlikte, devlet tedavüldeki eski sikkelerin darphanelere getirilerek yeni padişahın ismini taşıyan yenileriyle değiştirilmesini talep etmekteydi. Bu işleme tecdid-i sikke (sikkelerin yenilenmesi) adı veriliyordu. Bu dönemlerde darphanelerin faaliyet hacmi önemli artışlar gösteriyordu.

Sayılarının çokluğuna karşın, devlet darphaneleri yakından denetliyordu. Büyük kent merkezlerindeki darphaneler, genellikle emanet düzeni çerçevesinde devlet tarafından işletilmekte ve birer devlet memuru olan eminler tarafından yönetilmekteydi. Daha

1460-61 veya 1470-71 Tarihli (II.Mehmed)"Serez Darbhanesinin Eminine Verilür Kanunname"den Seçmeler

Nişan-ı hümayun ve misal-i meymun hükmi olur ki: Şimdiki halde Serez Darbhanesine rafi-i tevki-i hümayun Hasan'ı emin tayin edüb gönderdüm ve buyurdum ki:

1. Anda varub kemal-i emanet ve hüsn-i istikamet ile emin olub hiç vechile dakika fevt etmeyüb (kaçırmayıp) görüb gözedüb defter ede. Amil ve sahib-i ayar ve gayrı cüzi (parça) ve külli (bütün) her ne olursa, bunun marifetiyle ola, bunun marifetinsiz nesne etmeye.

2. Emine ber-muceb-i hüküm (hüküm gereğince) vacibdür ki, halkın gümişi darbhaneye geldüği vakit, gümüş katında sahib-i ayar ile terazu yanında otura. Terazuyı onat gözedüb veznini rast etdüre. Ve amil kendü veyahud emini bile ola. Gümüş tamam tartılub alındıktan sonra gümüş sızıldığı (eritildiği) yere varub kepçeyi gözleye. Zira uğurlayacak ve kalb nesne katılacak yer oldur. Gereği gibi ihtiyât ede ki, nesne uğurlanmayub ve yaramaz nesne katılmaya.

3. Ve sikkeyi üstadlar evlerine alub gitmeyeler. Darbhane içinde sikke emri tamam olıcak, emin mührı ile mühürleyüb hazinede koya... Geldüği vakit mührin açа, yüz dirhem çaşni dutalar (tartsınlar). Akçe dört yüz gelirse hükmime muvafıkdır. Eğer dört yüz buçuk gelürse, ol dahi muvafıkdır. Ve eğer dört yüz bir gelürse, yine mecmu akçeyi kepçeden sızduralar.

4. Ve dahi emin darbhaneye gümüş getüricek gümüş akçesini amile vermeye, sahibine vere. Hem sahib-i ayar dahi gümüşi tartub alurken onat gözleye. Ağır tartub sahibine zulm olmaya, vezneyi rast etdüre.

Kaynak : Ahmed Akgündüz, Osmanlı Kanunnameleri ve Hukuki Tahlilleri, c. I, s. 532-35.

küçük darphaneler ise iltizam sistemi çerçevesinde açık arttırma yoluyla özel işletmecilere devrediliyordu. Amil adı verilen özel girişimciler ya da ortaklıklar, devlete düzenli ödemeler yapmayı taahhüt ederek darphanelerin işletmesini üç veya altı yıl süreyle, kimi durumlarda daha uzun süreler için üstleniyordu. Ara sıra aynı girişimcinin birden fazla darphanenin işletmesini üstlendiği de görülüyordu. 1470'lerde ortaya çıkan bir özel durumda, Anadolu ve Balkanlar'daki tüm yerel darphaneler aynı ortaklık tarafından işletilmekteydi. Kimi darphaneler ise "emanet ber-vech-i iltizam" adı verilen melez düzenle işletiliyordu. Bu düzende, özel girişimciler aynı zamanda devletin memuru konumundaydılar.

İltizam düzeninde mültezim ya da amil, günlük işlerin yürümesi için bir emin çalıştırıyordu. Sahib-i ayar adı verilen bir diğer görevliyse, teknik işlerden ve sikkelerin ayar ve ağırlıklarının devletin koyduğu standardlara uyup uymadığından sorumluydu. Devlet, darphanelerin faaliyetlerini ve hesap defterlerini yerel kadılar aracılığıyla da denetlemekteydi.

Devlet tarafından saptanan ve darphanelere gönderilen sikke standardlarında, 100 dirhem "halis ayar" gümüşten kaç tane akçe darp edileceği belirtiliyordu. Akçenin üretimi sırasında gümüşün içine bakır veya bir başka metal katmak, kanunlarla yasaklanmıştı. Darphanelere gönderilen talimatlar, piyasadan satın alınan külçe gümüş için dirhem başına ne kadar ödeme yapılacağını ve darphaneye külçe gümüş getirerek karşılığında akçe bastırmak isteyen bireylerden darphane bedeli olarak ne kadar ödeme talep edileceğini de belirliyordu. Sikke üretiminde kullanılan ağırlık ölçüsü dirhem 3,07 grama eşitti. (bkz. Kutu Yazı 2)

Bu standardlara ne ölçüde ve hangi koşullarda uyulduğu, devlet denetiminin etkinliğine ve piyasalarda dolaşan gümüşün miktarına bağlıydı. 16. yüzyılın ikinci yarısında görüldüğü gibi, gümüşün kıtlaştığı dönemlerde, devletin denetimleri etkisini kaybedebiliyordu. Osmanlı arşivlerinde sikke standardlarına uymayan darphane işletmecilerinin cezalandırılması konusunda yerel kadılara gönderilen pek çok talimat bulmak mümkündür. Ancak, 16. yüzyılın ortalarına kadar kadılara gönderilen talimatların sayılarının sınırlı kalışı ve elimizdeki sikkelerin ağırlıklarının büyük dalgalanmalar göstermemesi, bize darphanelerin devlet tarafından belirlenen standardları oldukça yakından izlediklerini düşündürüyor. Buna karşılık 16. yüzyılın ikinci yarısından itibaren Eski Dünya'da yaşanan mali ve parasal sıkıntılar nedeniyle, devlet sikkelerin standarlarını korumakta ve yerel darphaneleri denetlemekte büyük güçlük çekmeye başladı.



Ön yüzü

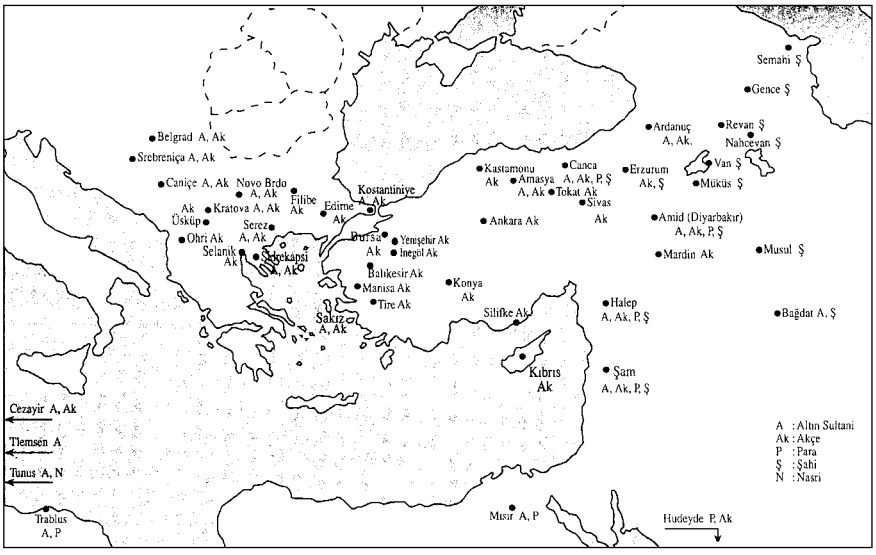


Arka yüzü

İstanbul Darphanesinin yeni mekânında, yeni mekanik teknolojiyle üretilen büyük boy gümüş sikke (3/4 guruş); II. Süleyman donemi, 1687-1691, (Hicri 1099-1102) 40 mm. , 19.4 gr.

Osmanlı darphanelerinde altın, gümüş ve bakır sikkelerinin üretiminde kullanılan teknoloji oldukça basitti. Madenlerden getirilen cevher, arıtıldıktan ve devletin her tür sikke için ayrı ayrı belirlediği oranlara uygun bir alaşım haline getirildikten sonra, ısıtılmış bir parça metal, iki kalıbın arasına yerleştiriliyor ve yukarıdaki kalıba bir çekiçle vuruluyordu. Böylece alt ve üst kalıplar üzerindeki desenler, sikkenin iki tarafında da işleniyordu. Kalıpların üretimi, alaşımlarının hazırlanması, çekiçle yapılan vuruşlar ve ortaya çıkan nihai ürünün kalitesinin denetlenmesi bir hayli beceri gerektiriyordu. Daha büyük darphanelerde bu işler üst düzeyde uzmanlık gerektiriyor, sahib-i ayarın denetimi altında çok sayıda usta, zanaatkar ve işçi daha önceden belirlenmiş görevleri yerine getiriyorlardı. İstanbul'da gümüş ve bakır sikke üretiminde çalışanların sayıları birkaç yüzü, diğer büyük darphanelerde çalışanların sayıları ise yüzü aşmaktaydı. Orta büyüklükteki darphanelerde çalışanların sayıları ise 50'yi buluyor veya aşabiliyordu. Taşradaki küçük darphaneler, uzmanlık gerektiren kimi işler için sık sık büyük darphanelerden yararlanıyorlardı. (Bkz. Büyük Resim)

Osmanlı darphanelerindeki üretim teknolojisi 17. yüzyılın sonlarına



II. Selim ve III. Murat dönemlerinde sikke üreten Osmanlı Darphaneleri, 1566-1595

Kaynak : Şevket Pamuk, Osmanlı İmparatorluğunda Paranın Tarihi, 1999.

Osmanlı Piyasalarında Kalp Avrupa Sikkeleri

17. yüzyılda Avrupa'da sikke üretim tekniklerinde önemli gelişmeler olmuştu. 17. yüzyılın ortalarında, önce Fransız daha sonra da İtalyan ve Hollandalı tüccarlar güney Fransa, kuzey İtalya ve Avrupa'nın diğer yerlerindeki darphanelerde dışı çok ince bir kat gümüşle kaplanmış ama içi tümüyle bakıra indirgenmiş küçük Avrupa sikkeleri bastırdılar. Yeni teknolojiyle üretilmiş, kenarları tırtıklı hale getirilmiş ve oldukça cazip görünümlü bu sikkeler gemilere yüklenerek Osmanlı piyasalarına getirildi. Önce Avrupalı tüccarların satın aldıkları malların karşılığında ödeme olarak verildi. Kısa zamanda Osmanlı piyasalarında günlük alışverişlerde kullanılmaya başlandı. Ayrıca, iktisadi güçleri altın ve gümüş sikkelere yetmeyen köylü kadınlarca takı olarak da benimsendi. Daha sonraları ise, yine gemilerle getirilen büyük miktarlarda sikke, toptan olarak ve gümüş içeriklerinin bir hayli üzerinde fiyatlarla Osmanlı tüccarlarına ve sarraflara satılmaya başlandı.

Kalp sikke trafiğinde doruğa 1656 ile 1659 yılları arasında ulaşıldı. Fransız gezgin J.B. Tavernier, bu dönemde Osmanlı gümrüklerinden geçen sikkelerin toplam miktarını 180 milyon adet olarak tahmin ediyor. Ayrıca, belirlenemeyen miktarda sikke de gümrük memurlarına rüşvet verilerek, Osmanlı topraklarına kaçak olarak sokulmuştu. Bir diğer tahmine göre, bu dönemde her yıl ortalama olarak, kalp sikkelerle dolu 22 gemi İzmir limanına ulaşmaktaydı. Sikke ticaretinden Avrupalı tüccarların sağladığı brüt gelir, yaklaşık 10 milyon adet İspanyol sekiz reali ya da altı ile sekiz milyon Venedik altın dükası olarak tahmin edilmekte.

Dönemin Avrupalı gözlemcileri, gümüş içerikleri iyice azaltılmış sikkelerin Osmanlı piyasalarında bu kadar rağbet görmesine inanamıyorlardı. Oysa, düşük ayarlı Avrupa sikkelerinin Osmanlı piyasalarında bu kadar rağbet görmesinin basit bir nedeni vardı. İşleyecek gümüş bulamayan Osmanlı darphaneleri 1640'lardan itibaren kapatılmıştı. Osmanlı piyasalarının özellikle küçük ölçekli günlük işlemlerde kullanılabilecek bir mübadele aracına, bugünkü deyimiyle bozuk paraya gereksinimleri vardı. Piyasalar bu sikkeler için primli bir fiyat ödemeye hazırdı. Osmanlı devleti bu işlevi yerine getiremeyince, piyasaların para talebini Avrupalı girişimciler karşılamaya başlamıştı.

Kaynak : Ş.Pamuk, Osmanlı İmparatorluğu'nda Paranın Tarihi, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, 2000, İstanbul, Bölüm 9.

kadar pek değişmedi. Darphanelerin çoğunluğu, küçük veya orta ölçekli zanaat geleneklerini sürdürdüler. Ancak, 17. yüzyılda Avrupa'da daha ileri teknolojilerin gelişmesi ve bunların sikke üretiminde kullanılmaya başlanması, Osmanlı darphanelerini hem sikkelerin kalitesi hem de üretim hacmi açısından bir hayli geride bıraktı. Bu açığı kapatmak üzere, Osmanlı devleti Fransa'dan yeni mekanik teknolojiyi kullanan ve kenarları tırtıllı sikkeler üretebilecek makine ve aletler getirdi. Bu araç ve gereçler, büyük olasılıkla 1686 yılında, Topkapı Sarayı'nın dış avlusunda hazırlanan yeni darphanede (bugün Tarih Vakfı tarafından kullanılan mekan), Cerrah Mustafa adında Avrupa kökenli bir teknisyen tarafından monte edildi, işler duruma getirildi.

Osmanlı yönetiminin niyeti artık çok küçülen ve piyasalardan kaybolan akçenin yerine, Avrupa'nın büyük boy gümüş sikkelerini örnek alarak, yeni bir sikke ve onun çevresinde yeni bir para birimi oluşturmaktı. Yeni makinelerle ilk olarak 1688 yılının Aralık ayından itibaren mangır adı verilen bakır sikkeler üretilmeye başlandı. 1690 yılından itibaren de mangırların piyasaya sürülmesi sayesinde sağlanan gelirlerden yararlanılarak guruş (kuruş) adı verilen büyük boy gümüş sikkeler üretilmeye başlandı. (Avrupalılar 15. yüzyıldan itibaren ürettikleri büyük boy gümüş sikkelere "groschen"[büyük] adını vermişlerdi.) Osmanlı guruşları 18. yüzyılda hem Balkanlarda hem de Anadolu ve Suriye piyasalarında önde gelen mübadele aracı konumuna geldi.

18. yüzyıldaki bir diğer önemli eğilim de, Balkanlar'dan Doğu Anadolu'ya kadar uzanan eski akçe bölgesindeki darphane faaliyetlerinin merkezileşmesidir. Bu geniş bölgede faaliyet gösteren darphanelerin sayıları 17. yüzyılın ikinci çeyreğinde hızla azalmıştı. Faal darphane sayıları 18. yüzyılda da sınırlı kaldı. Yüzyılın ikinci yarısında kuruş ve kesirleri neredeyse sadece İstanbul'da üretilirken, taşra darphaneleri sınırlı miktarlarda bakır sikke basmakla yetindiler.

Osmanlı darphanelerindeki son teknolojik sıçrama, 19. yüzyılın ilk yarısında gerçekleşti. II. Mahmud döneminde Osmanlı maliyesi büyük sorunlarla karşı karşıya kalmıştı. 1820'lerde ve 1830'larda en yüksek noktaya ulaşan bütçe açıkları karşısında devlet, tağşişlere başvurmuş, ek gelir sağlamak amacıyla sikkelerin gümüş içeriğini sık sık azaltmak zorunda kalmıştı. Bu uygulama Osmanlı tarihinin en büyük enflasyon dalgasını da beraberinde getirdi. 1830'lara gelindiğinde, artık bir sikke reformu kaçınılmaz olmuştu. Avrupalıların da desteğiyle, Osmanlılar o dönemde dünyada en yaygın olarak kullanılan çift metalli para düzenini benimsemeye ve yeni standardlarda altın ve gümüş sikkeler bastırmaya karar verdiler. Sultan II. Mahmud'un 1839 yılında ölümünden sonra, sultan Abdülmecid'in yeni hükümeti İngiltere'den buhar enerjisiyle çalışan gerekli makine ve teçhizatı ithal etti. Bu makineleri kurmak ve Osmanlı hükümetine basılacak olan yeni sikkelerin standardları hakkında tavsiyelerde bulunmak üzere, İngiltere ve Fransa'dan teknisyenler ve uzmanlar davet edildi.

Kimi gecikmelerden sonra, (bir altın lira eşittir 100 gümüş kuruş) sabit değeri üzerinden çift metalli düzene geçildi. Yeni altın sikkeler 1843 yılında, mecidiye olarak adlandırılan gümüş sikkeler de ertesi yıl, Darphane-i Amire tarafından reformun gerekçelerini anlatan bir açıklamayla birlikte üretilmeye başlandı. Tashih-i Ayar olarak adlandırılan bu operasyonda belirlenen altın ve gümüş sikke standardları, Osmanlı Devleti'nin son günlerine kadar değişmeden korunmuştur.

Sonuç

Madencilik ve sikke üretimi alanındaki teknolojik gelişmelere uzun dönemli olarak baktığımızda, 16. yüzyılın sonlarına kadar Osmanlılar ile Batı Avrupa arasında önemli farklılıklar olmadığını söyleyebiliriz. Ancak 17. yüzyıldan itibaren Avrupalıların teknoloji alanında gösterdiği ilerlemelere Osmanlılar ayak uyduramadılar, yeni üretim tekniklerini giderek artan bir gecikmeyle izlemek durumunda kaldılar. Avrupa ile Osmanlılar arasındaki mesafe, Sanayi Devrimi'nden sonra, 19. yüzyılda daha da hızlı büyüdü, Osmanlılar hem madencilik hem de sikke üretimi için büyük miktarlarda makine ve teknoloji ithal eder duruma geldiler.

Şevket Pamuk
Boğaziçi Üniversitesi öğretim üyesi

Kaynaklar
Sima Cirkovic, "The Production of Gold, Silver and Copper in the Central Parts of the Balkans from the 13th to the 16th Century", H. Kellenbenz (ed.), Precious Metals in the Age of Expansion içinde, Klett-Cotta, Stuttgart, 1981, s. 41-69.
Rhoades Murphey, "Silver Production in Rumelia According to an Official Ottoman Report circa 1600", Südost-Forschungen , Cilt 33, 1980, s. 75-104.
Şevket Pamuk, Osmanlı İmparatorluğu'nda Paranın Tarihi, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, 1999, İstanbul.
Halil Sahillioğlu, "The Introduction of Machinery in the Ottoman Mint", Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), Transfer of Modern Science and Technology to the Muslim World içinde, IRCICA, Research Centre for Islamic History, Art and Culture, İstanbul, 1992, s. 261-281.
Balkanlar'daki madenlerin haritası için kaynak : N. Beldiceanu, Reglement Miniers, 1390-1512, Paris ve H. İnalcık and D. Quataert (der.), An Economic and Social History of the Ottoman Empire, 1300-1914, Cambridge University Press, 1994.

Çankırı Depremi ve KAF

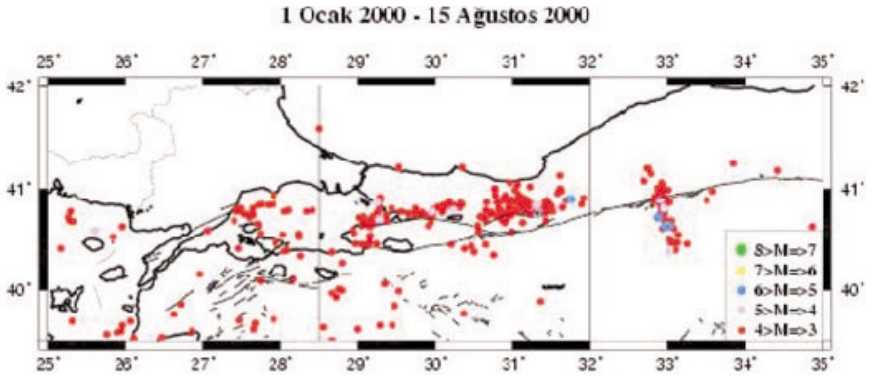
Orta Anadolu ve Karadeniz bölgesinde geniş bir alanda hissedilen 6 Haziran 2000 (Mw=6.0, Orta-Çankırı) depremi, Çankırı ilinin Orta, Çerkeş, Şabanözü, Atkaracalar, Kurşunlu ile Ankara ilinin Çubuk ve Kızılcahamam ilçelerinde hasara yol açmıştır (bkz. şekil 1-2). En fazla hasar ise Orta ilçesi ve köylerinde yoğunlaşmıştır. Kırsal alandaki en fazla hasar Orta ilçesinin batısında yaklaşık olarak K-G yönünde sıralanan köylerde meydana gelmiştir. Bölgede 1999 ve 2000 yıllarında oluşan küçük ölçekli depremlerin dağılımları (bkz. şekil 1-2) arazi gözlemlerinde tesbit edilen Kuzey-Güney yönelimi doğrulamaktadır (bkz. şekil 1). Uluslararası sismoloji kuruluşlarından edinilen verilere (USGS-NEIC, HARVARD-CMT, ERI-Japonya) göre depremin aletsel mevkii (episantır) Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) yaklaşık 30-35 km güneyine rastlamaktadır (Şekil 2). Aletsel mevkii ve en fazla hasarın gözlendiği bölgelerin uyumu (makrosismik gözlemler) göz önüne alınarak 6 Haziran depremi, Orta – Çankırı Depremi olarak adlandırılmıştır.

Depremsellik

Bu çalışmada depremin kaynak (oluşum; fay düzlemi) parametrelerinin araştırılması, bölgenin sismotektonik özellikleri ve KAF'ın bölgedeki deprem potansiyelinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan veri grubu Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü'nün (KRDAE) 1971-2000 yıllarını kapsayan veri kataloğundan alınmıştır.

Fay Düzlemi Çözümleri

KAF'ın bölgedeki etkinliği son yüzyılda dört yıkıcı deprem oluşturmuştur. 1943 (Ms=7.2), 1944 (Ms=7.2) ve 1951 (Ms=6.9) depremlerinde yüzey kırıkları gözlenmiştir. 1953 depreminde (Ms=6.1) ise yüzey kırılması gelişmemiştir Emre vd.'nin çalışmalarına ve hasar dağılımına göre Orta-



Şekil 1: BÜ-KRDAE verilerine göre 1 Ocak 2000 -- 15 Ağustos 2000 döneminde Kuzey Anadolu Fayı'nın etkilediği bölgedeki sismik aktivite (depremlerin dağılımları) ve 6 Haziran 2000 Orta (Çankırı) deprem etkinliği. Depremlerin büyüklükleri (M) farklı renklerle gösterilmiştir. (Güney ve Taymaz, 2000).

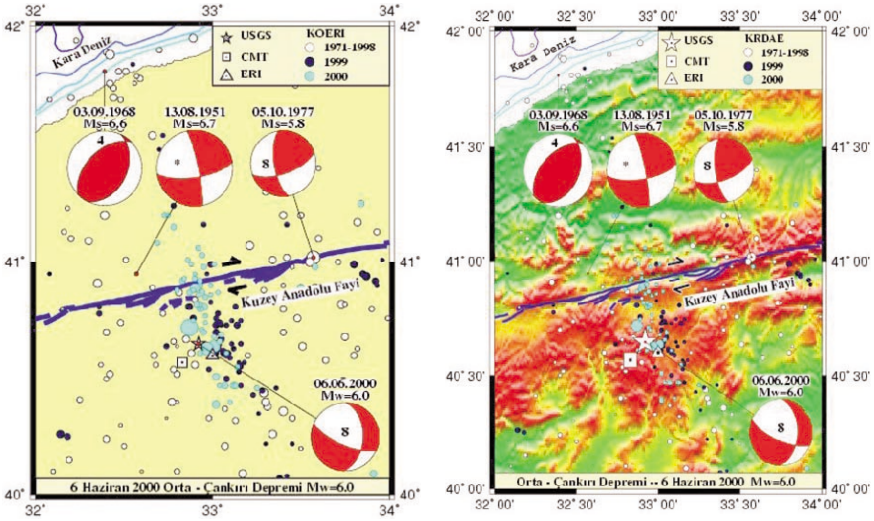
Çankırı depreminin KAF'dan yaklaşık 30-35 km uzaklıktaki bir alanda oluşmuştur. Son yıllarda bölgede yapılan tekrarlı gözlemlerde KAF yakın çevresinde ana fayın doğrultusuna dik olarak uzanan bazı açılma çatlaklarının varlığını ortaya koymuştur. Ancak, deprem sonrasında Emre vd., hava fotograflarını inceleyerek, saha gözlemlerinin ışığında Orta batısında Kuzey-Güney doğrultusunda uzanan ve jeomorfolojik özellikleri açısından aktif olarak tanımlanabilecek bir fayın varlığını ortaya koymuşlar ve bu kırık sistemini Dodurga Fayı olarak adlandırmışlardır. Depremde meydana gelen hasarın dağılımı Çerkeş-Orta-Çubuk arasında K-G yönünde uzanmaktadır. En fazla hasar ise Dodurga fayı yakın çevresinde oluşmuştur. Dodurga fayının yakın çevresi dışında, deprem daha çok heyelan kütleleri üzerine kurulu kırsal yerleşmelerde hasara yol açmıştır.

Bölgedeki deprem etkinliklerine (özellikle 1999 ve 2000 yılları; bkz. şekil 1-2) baktığımızda KB–GD doğrultusunda yeniden yoğunlaşmalar gözlenmektedir. Bir başka deyişle, 17 Ağustos 1999 Gölcük depremi öncesinde Dodurga – Çankırı bölgesindeki KB-GD uzanımlı deprem aktivitesi Şekil 1-2'de Orta-Çankırı depremini tetiklemiş olup, artçılarının dağılımı açıkça izlenmektedir (bkz. şekil 1). Sonuç olarak deprem sayılarında, yıllık ortalamaların çok üstünde olan ani değişimlerin ve deprem kümelenmelerindeki anomalilerin incelenmesi bölgenin deprem etkinliğinin izlenmesi açısından önem kazanmaktadır. Benzer çalışmaların küçük depremler için de sağlıklı olarak yapılabilmesi için karadaki mevcut deprem kayıtçılarına ek olarak yerel deprem ağlarının da kurulması deprem öncesi ve sonrası ana ve ikincil fay zonlarındaki deprem kümelenmelerinin izlenmesi açısından önem kazanmaktadır.

Tablo 1: 6 Haziran 2000 Orta-Çankırı Depreminin Sismolojik Parametreleri

Oluş zamanı (to)	02:41:53.2 (GMT)
Depremin Büyüklüğü	Mw=6.0
Mevkii (Episantır)	40.65 Kuzey –32.92 Doğu
Odak (Kaynak) Derinliği	8 km
Oluş süresi	~ 6 saniye
Sismik Moment	1.25×10^{18} Newton-metre
Faylanma Mekanizması	Doğrultu/Dalım/Kayma
Vektörü (Derece Olarak)	
I. Düzlem (Fay Düzlemi)	2/46/ - 29
II. Düzlem	113/70/ -132

Orta-Çankırı depreminin uzakalan cisim-dalgalarının (P- ve SH-) modellenmesi sonucunda elde edilen en güvenilir sismolojik parametreleri tablo 1'deki gibidir. Bu ana şoku izleyen ilk 10 saniye'de (~8.5 sn) benzer kırılma mekanizmasında ve açığa çıkan sismik enerjisi (sismik momenti) $Mo = 6.168 \times 10^{17}$ Newton-metre olan yaklaşık 7 km derinlikte ikinci bir deprem oluşmuştur. Her iki deprem, yaklaşık Kuzey-Güney yönelimli düzlem üzerinde sol-yönlü doğrultu-atımlı mekanizma sonucunda gelişmişlerdir ve önemli ölçüde normal fay (açılma) bileşenleri mevcuttur (bkz. şekil 2). KAF'ın çok yakınında gelişen bu depremin fay (kırılma) düzlemi çözü-



Şekil 2: Orta (Çankırı) bölgesi ve yakın çevresini etkileyen önemli depremlere ait Fay Düzlemi Çözümleri, Cisim Dalgaları Modellemesi sonuçları (McKenzie, 1972; Özay, 1996; Tan, 1996 ve Taymaz, 2000) ve ön bilgilere göre USGS-NEIC; Harvard-CMT ve ERI-Japonya lokasyonları. İçleri renklendirilmiş büyük daireler [dairelerin boyutları ilgili depremin büyüklüğü ile orantılı olarak çizilmiştir], günümüze kadar (aletsel dönemde) bölgede oluşmuş ve yıkımlara neden olmuş depremlerin yerlerini, kırık zonları ile ilişkisini ve Fay Düzlemi Çözümlerini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonu Aktif kalın mavi çizgilerle gösterilmiştir. Kırmızı renkli çözümler Doğrultu-Atımlı Faylanmaları (yanal yönlü hareketler; Gölcük-İzmit 17 Ağustos 1999 depreminde gözlendiği gibi) ve Bordo renkli çözüm Bindirme (sıkışma türü) Faylanmaları (Spitak-Ermenistan 1988, Racha-Gürcistan 1991 depremlerinde gözlendiği gibi) göstermektedir. Odak küreleri içindeki rakamlar kırılmanın gözlendiği yerküre içindeki odak derinliğini kilometre ölçeğinde göstermektedir. Asterisk (*) ile işaretli 13 Ağustos 1951 (Ms=6.7) depreminin odak derinliği net olarak bilinmemektedir ve fay düzlemi çözümü McKenzie (1972)'den alınmıştır. Depremlerin tarihleri ve büyüklükleri küreler üzerinde verilmiştir. Küçük renkli daireler bölgede oluşan depremlerin BÜ-KRDAE verilerine göre aktivitesini (depremlerin dağılımları) göstermektedir.

mü parametreleri ve arazi gözlemleri, bölgede diğer önemli deprem üreten aktif fayların varlığını göstermektedir. Tablo 1'de verilen sismolojik parametreler Emre vd.'nin arazi gözlemleriyle uyumludur. Tablo 2'de verilen bölgede oluşan ve aletsel dönemde sismolojik olarak kaydedilen diğer önemli depremlerin kaynak mekanizması çözümleri de (bkz. şekil 2) benzer yöntemlerle araştırılmıştır. 3 Eylül 1968 Bartın (Ms=6.6) depremi bölgedeki bir diğer önemli depremdir. Yüzey kırığı gözlenmeyen 5 Ekim 1977 Kurşunlu (Ms=5.8) depremi ise, bu bölgede KAF zonu üzerinde oluşan en son depremdir (Özay 1996). Özetle, bölgede her 10-25 yıllık dönemlerde M > 6.0 ölçeğinde depremler oluşmaktadır. KAF'ın deprem potansiyeli ve bölgedeki davranışının detaylı olarak anlaşılması için öncelikli olarak sismoloji araştırmaları desteklenmelidir.

Deprem olayına farklı bir açıdan bakacak olursak, depremin büyüklüğü ve yeri, deprem hasarları açısından en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Beklenen depremin büyüklüğünün en az bugüne kadar oluşmuş en büyük deprem kadar olacağı kabul edilirse, deprem felaketinin boyutları çok daha büyük bir önem kazanacaktır.

Beklentiler

Türkiye, dünyanın en aktif ve bilim adına ilginç bölgelerinden biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır ve ülkemizde dünya ölçeğinde deprem üreten önemli aktif faylar vardır. Fakat, depremler ile bu kadar iç içe yaşıyor olmamıza rağmen ülkemizde maalesef görünen odur ki, hiçbir hükümet döneminde jeofizik mühendisliğine ve sismoloji araştırmalarına gereken özen gösterilmemiştir. Bir başka deyişle, Türkiye'nin gerekli aletsel donanım ve teorik bilgi açısından hala dışa bağımlı olması akıllara sığmayacak bir ihmalkârlık örneğidir. Bu bağlamda vurgulamak istediğim, ülkemizde halen modern anlamda ulusal standard deprem istasyonları ağının olmayışıdır. Çok acilen ihtiyaç vardır. Önce, sağlıklı bir veri bankası oluşturarak, deprem olayına hazırlanmalıyız. Daha sağlıklı, hızlı ve doğru bilgi üretmek için sismoloji araştırmalarına öncelik verilmeli ve dünya standartlarına uygun "ulusal deprem gözlem (sismograf) ağları" acilen kurulmalıdır.

DPT, TÜBİTAK, TTGV, üniversite araştırma fonları, yerel yönetimler (belediyeler, valilikler, il özel idaresi vb.), sivil örgütler ve gönüllü kuruluşlardan araştırma-geliştirme ve eğitim-öğretim çabalarımıza destek bekliyoruz.

Tablo 2: Orta-Çankırı ve Çevresinin Depremselliği ve Fay Düzlemi Çözümleri (KAF'ın Deprem Potansiyeli)

Tarih gün.ay.yıl	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Fay Düzlemi Parametreleri			Richter Büyüklük	Kaynak
			Doğrultu	Eğim (o)	Kayma Vektörü (o)		
13.08.1951	40.95	32.57	81	70	-172	Ms = 6.7	M72
03.09.1968	41.81	32.39	26	40	75	Ms = 6.6	T96
05.10.1977	41.02	33.57	70	65	155	Ms = 5.8	O96
06.06.2000	40.65	32.92	2	46	-29	Mw = 6.0	TT

Şekillerin hazırlanmasında yardımcı olan Onur Tan ve Aysun Boztepe-Güney'e ve arazi bulgularını benimle paylaşan Ömer Emre'ye teşekkür ederim.

Tuncay Taymaz
Prof.Dr., İTÜ Sismoloji Anabilim Dalı
http://www.geop.itu.edu.tr/~taymaz e-mail: taymaz@itu.edu.tr

Kaynakça

Emre, Ö., Taymaz, T., v.d. (2000a). Gölcük ve Düzce Depremleri: Yüzey Kırıkları ve Sismolojik Özellikleri. TÜBİTAK Bilim ve Teknik, No: 386 (Ocak 2000)

Emre, Ö., v.d. (2000b). 6 Haziran 2000 Orta (Çankırı) Depremi Değerlendirme Raporu. MTA-Jeoloji Etüdleri Dairesi (Haziran 2000),

Güney, A. ve Taymaz, T., (2000). Marmara Bölgesi ve Çevresinin 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi (Mw=7.4) Öncesi ve Sonrası Deprem Etkinliklerine Bir Bakış. Cumhuriyet-Bilim Teknik, 703, (9 Eylül 2000)

Le Pichon, X., Taymaz, T & Şengör, A.M.C (1999). The Marmara Fault And The Future Istanbul Earthquake. Proceedings of ITU-IAHS, International Conference On The Kocaeli Earthquake 17 August 1999, Istanbul-Turkey, 2-5 December 1999, 41-54.

McKenzie, D., (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. Geophys. J. R. Astr.Soc., 30, 109--185.

Nabelek, J.L., (1984). Determination of earthquake source parameters from inversion of body waves, PhD Thesis, Mass. Inst. Technol., Cambridge, Massachusetts.

Özay, İ., (1996). 5 Ekim 1977 (Ms-5.8) Kurşunlu Depremi Fay Düzlemi Çözümü. İTÜ-Jeofizik Bölümü Lisans Tezi, 60 pp. (Mayıs 1996) İstanbul.

Tan, O., (1996). 3 Eylül 1968 (Ms=6.6) Bartın Depremi Fay Düzlemi Çözümü. İTÜ-Jeofizik Bölümü Lisans Tezi, 74 pp. (Mayıs 1996) İstanbul.

Taymaz, T. (1999a). Türkiye'nin gerçeği: Deprem –Marmara Bölgesi'nin aktif tektoniği ve Ulusal Deprem Ağı'nın kurulmasının zorunluluğu üzerine. Cumhuriyet-Bilim Teknik, 650 (4 Eylül 1999), 6-7 ve 23.

Taymaz, T. (1999b). İstanbul Depremleri: Bugünkü Durum ve Geçmişteki İki Büyük Deprem. Cumhuriyet-Bilim Teknik, 651 (11 Eylül 1999), 8-11.

Taymaz, T. (1999c). Marmara Bölgesinin Aktif Tektoniği: 1999 Gölcük -- Düzce Depremleri. Cumhuriyet-Bilim Teknik, 662 (27 Kasım 1999), 12-13.

Taymaz, T. (1999d). Marmara Bölgesi'nin Aktif Tektoniği: Gölcük-Düzce Depremleri Ulusal Standart Deprem İstasyonları Ağı, Erken Uyarı Sistemi ve Deprem Bilgi Bankası TÜBİTAK Bilim ve Teknik, No: 385 (Aralık 1999), p 44-47.

Taymaz, T. (1999e). Seismotectonics of the Marmara Region: Source Characteristics of 1999 Gölcük-Sapanca-Düzce Earthquakes. Proceedings of ITU-IAHS, International Conference On The Kocaeli Earthquake 17 August 1999, Istanbul-Turkey, 2-5 December 1999, 55-78.

Taymaz, T. (1999f). On the Seismotectonics of the Marmara Region and 17 August 1999 Gölcük Earthquake. American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, December 13-17, 1999, San Francisco, California, U.S.A S12D-10, EOS. Vol. 80, No. 46, P. F664.

Taymaz, T. (2000). Seismotectonics of the Marmara Region: Source Parameters of 1999 Gölcük-Sapanca-Düzce Earthquakes. NATO Advanced Research Seminar: Integration of Earth Sciences Research on the 1999 Turkish and Greek Earthquakes and Needs for Future Cooperative Research, May 14-17, 2000, Istanbul-Turkey. Abstracts Book

Taymaz, T., Jackson, J.A. & McKenzie, D., 1991. Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea, Geophys. J. Int., 106, 433-490.

Wessel, P., and Smith, W. H. F., (1995). New version of the Generic Mapping Tools. EOS, Trans., AGU, 76(33), 329.

Okul Öncesi Eğitim ve Önemi

Milli Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim Genel Müdürlüğü, Okul Öncesi Eğitim adlı kitabında, okul öncesi eğitimi şöyle tanımlıyor: "0-6 yaş grubu çocuklarının bireysel özelliklerine ve gelişim düzeylerine uygun, zengin-uyarıcı çevre imkanları sağlayan; onların beden, zihin, duygu ve sosyal yönden gelişmelerini, toplumun sosyal değerleri ve özellikleri doğrultusunda en iyi biçimde yönlendiren bilinçli ve sistemli bir eğitim süreci."

Gerçekten de okul öncesi eğitim dönemi çocuğun kişiliğinin oluşumunda çok önemlidir. Çocuk insanlara güvenmeyi, işbirliğini, dil becerilerini bu dönemde öğrenir.

Çocuğun sosyalleşmesi, kendini ifade etmesi, duygularını, yaratıcı gücünü ortaya koyması, kurallara uymayı, başkalarının hakkına saygı göstermeyi, beklemeyi, zihinsel etkinliği, okul öncesi eğitimde oyun yoluyla kazanır. Eğer varsa üzüntüleri, kaygıları, sorunları oyun yoluyla ortaya çıkar. Çocuğun temel dil yeteneği, okulda konuşabileceği insanların çok olmasından dolayı gelişir. Çocuğun grup içinde kurallara uyarak yemek yeme alışkanlığı, haklarını korumayı öğrenmesi yine okul öncesi eğitim kurumlarında gerçekleştirilir.

Bununla birlikte, birçok psikoloji kitaplarında, çocuğun kişiliğinin büyük bölümünün 0-6 yaş döneminde tamamlandığı söylenir. İnsanın 17 yaşına kadar olan zihinsel gelişiminin %80'ini de 8 yaşına kadar elde ettiği belirtilmektedir. Bu bilgilerden de okul öncesi eğitimin önemi ortaya çıkmaktadır.

Peki ülkemizdeki okul öncesi eğitimi nasıl değerlendirebiliriz? Ülkemizdeki okul öncesi eğitim fırsat ve olanak eşitliği açısından değerlendirilmelidir. Zengin-uyarıcı çevre olanaklarından yoksun olan avantajsız çocuklar, okul öncesi eğitimle akranları düzeyine gelerek ilköğretime belirli beceriler açısından eşit olarak başlayabilir. Bu nedenle ülkemizdeki okullaşma oranı %10 düzeyinde olan okul öncesi eğitimin çok hızlı bir biçimde yükseltilmesi gerekmektedir. Bu konuda diğer bazı ülkelerle bir karşılaştırma yapacak olursak demek istediğim daha iyi anlaşılacaktır. Örneğin, Avrupa ülkeleri arasında okul öncesi eğitiminin okulaşma oranının en düşük olduğu ülke %53'le İngiltere'dir. Bu ülkede ilköğrenime başlama yaşıysa 5'tir. Ülkemizdeki okullaşma oranıysa İngiltere'dekinin de altındadır. Yani ülkemizde okul öncesi eğitimin en önemli sorunu okullaşma oranının düşük olması ve bu düşük okullaşmanın içinde de avantajsız çocukların yok denecek kadar az olmasıdır. Okullaşma oranını artırmak için Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı 269 bağımsız anaokul açılmıştır. Bu okullar kentlerin kenar mahallelerinde açılmış olmasına karşın yüksek ücretlerden dolayı alt sosyo ekonomik düzeydeki ailelerin çocukları bu okullara gidememektedir. Oysa ki okul öncesi eğitiminin gerekliliği konusundaki bilimsel bilgilere baktığımızda, bu eğitime en çok gereksinimi olanlar alt sosyo ekonomik düzeydeki ailelerin çocuklarıdır.

Çağdaş eğitimde önemli yeri olan okul öncesi eğitiminin okullaşma oranının artırılması için ilköğretim kurumları bünyesinde açılan anasınıflarının teşvik edilmesi gerekmektedir. Bunun için açılacak olan anasınıflarının donanımı Okul Öncesi Eğitimi Genel Müdürlüğü'nce karşılanmalı ve personel sorunu çözümlenmelidir. Yine resmi bağımsız anaokullarının daha çok kentlerin kenar mahallelerine açılarak ücretlerinin de mahalle çocuklarının devam edebileceği düzeyde tutulması gerekmektedir. Doğaldır ki, okul sayısını artırırken okulun ve okuldaki eğitimin kalitesinden de ödün verilmemesi gerekmektedir.

Bayram Birgi
Vestel İlköğretim Okulu Müdürü
Manisa

Eğitimde Demokrasi

Eğitim ordusuna yeni katılan ve henüz bu orduda birinci yılı dolan bir öğretmenim. Bu bir yılda belleğimde yer eden bazı düşünceleri sizlerle paylaşmak istedim.

İlk atamam Trabzona yapıldığında, içimde yaşadığım kentten ayrılmanın hüznü, yerini kutsal bir mesleğe atılmanın sevincine terk etmişti. Bu ve benzeri hislerle ilk öğrencilerime ve yeni bir ortamın büyüsüne girmiştim de denilebilir. Ama bu büyü fazla uzun sürmedi. Kısa bir süre sonra öğretmenliğin eğitim fakültesi kökenli idealistliğiyle, yaşamın gerçekliğinden kaynaklanan sorunlar çatışmaya başladı. Sonunda gerçekliğin azgın sularında, idealistliğin sandalıyla yol alınamayacağını anladım. En azından sandalımı onarmadan bu gerçek denizde yol alamayacağımı anladım.

Öğretmen olduğum okulun bir sınıfında idealist felsefemi nasıl oluşturabilirdim? Ya da öğrencilerimin ve Türk eğitim sisteminin istediği birey modelini nasıl hazırlayıp, hem vicdanen hem de beynimde nasıl rahat bir seviyeye ulaştırabilirdim?

Çocuklarımı ve beni daha iyilere ulaştırabilecek her türlü söze, oluşuma, görüşe açıktım. Sonunda bir yıllık deneyimi olan bir öğretmen olarak panzehiri ya da cankurtaran botunu buldum. Bu burnumun dibinde duran ve 9 harften oluşan bir sözcükte can buluyordu: Demokrasi.

Eğitim fakülteleri ve günümüz eğitim kurumları arasındaki farkı kapatacak ve öğretmenin her koşulda öğrencinin açlığını giderebileceği bir kavramdı bu.

Demokratik bir ortamda verilen sevgiyi, bilgiyi, görgüyü ve anlayışı, öğrenciniz, hangi yaşta ve bilgi seviyesinde olursa olsun, alabiliyordu. Sorunların çözümü, hem sınıf içinde hem sınıf dışında demokratik bir ortamda gerçekleşebiliyordu. Ben ve benim gibi idealistlik ve gerçekler çatışmasını yaşayan her öğretmene demokrasi kavramını okullarında ve sınıflarında yaşama geçirmelerini öneriyorum.

İsmail Hakkı Erginbaş
Trabzon Araklı Kayacık Merkez İlköğretim Okulu, Müdür Yetkili Öğretmeni

Okullarımız ve Kütüphaneleri

Karaman ilinin Eğilmez köyünde sınıf öğretmenliği yapıyorum. Okulumda 4 öğretmen ve 80 de öğrencimiz var. Köyümüzün Merkez'e uzaklığı 46 km. Okulumuz eğitim öğretime 1964 yılında açılmış.

Okulumun kütüphanesine gelince. Çok yetersiz ve ben bu kütüphaneyi zenginleştirmek istiyorum. Hikaye, masal, şiir, resim, bilim, teknoloji konulu kitaplar, ansiklopediler kısaca öğrencilerimin yaşama bakışlarını değiştirecek, onları zenginleştirecek bilgilere kavuşturmak istiyorum.

Sizlerden bu konuda yardım bekliyorum. Mektubumu Forum köşenizde yayınlarsanız, aracılığınızla, Atatürkçü, çağdaş, tutucu olmayan, bilimin ışığında yürüyen çocukları yetiştirebilmemizde aracı olacaksınız.

Mustafa Keskin
Eğilmez Köyü İlköğretim Okulu
70100 Karaman

Doğayla Barışık Olmak

İnsanın insanla yaptığı ve sonunda yetimler, sakatlar ve hırsızlar ordusu olarak geriye üç gereksiz ordu bırakan, kaybedenlerinse hiç terddütsüz insanlık olduğu savaşalar yaşıyoruz. Bir savaş daha yaşıyoruz. Bu da, insanın doğayla yaptığı anlamsız savaşlardır. Hiç kuşkusuz bu savaşta da, her zaman kaybeden ve kaybedecek olan insanlıktır.

Nasıl mı? Örnekleyelim. Doğanın insanlığa karşı savaşımı, aslında insanın doğaya savaş ilan etmesiyle başlar. Bu başkaldırı kah dünyanın en değerli varlıklarından olan bitkilerin, ormanların yok edilmesiyle, kah denizlerin, okyanusların kirletilip, canlı barındırmaz hale getirilmesiyle oluşur. Uzun yıllar savunma durumunda bekleyen doğa, hiç beklenmedik bir anda, birkaç saniye süren saldırısına geçer. Sonuçta, inat ve cehaletin odaklaştığı beyinlerin kurduğu bazı kent ve kasabalar onarımı çok güç biçimde yıkılır, yaralanır. Depremden söz ediyorum.

Çok kısa sürdüğü, ama ne zaman ve nerede olacağı tam kestirilemeyen bu silkinişleri ciddiye alan ülke ve insanları, yapılarını, bu saldırıya dayanacak zemin üzerinde ve aynı sağlamlıkta binalar yaparak, tehlikeleri kayıpsız ya da maddi küçük hasarlarla atlatırken, inatçı ve cahil insanların ülkelerinde her deprem, ülkeyi yerle bir etmeye yetmektedir. Her felaketten kısa bir süre sonra yaşananları unutmak gibi bir de hastalık vardır bu ülkelerde. Oysa günlük yaşamda, farkına dahi varmadan onlarcasını ezerek öldürdüğümüz karıncalar bile bir sorun karşısında insanlardan daha mantıklı düşünüyorlar(!) "Bu sorun neden sanki karşıma çıktı ya da sorumlusu kim?" biçiminde düşünen bazı insanlara karşın, karıncalar "bu sorunu nasıl aşarım?" sorusuna yanıt arıyorlar.

Önce binlerce hektar ormanı ve yeşili yok edeceksiniz; toprağı bilinçsizce betonlaştıracaksınız, sonra da doğanın isyanı karşısında günlerce beton yığınlarına girmeyip, gecelemek için yeşil alanlar, ağaç altları ve ormanlık alanlar arayacaksınız. Beğenmeyip göç ettiğiniz köylere akın akın geri döneceksiniz. Kurtuluşu, iki katlı, ahşap, bahçeli köy evlerinde arayacaksınız.

Bu nereye kadar sürer? Bir avuç kalmış, hizmetten yoksun köyler bunca insanı nasıl alır? Ya da deprem sonrası kurulan çadır kentlerde bir tek ağacın olmayışı, bir karış çamur içindeki insan manzaraları karşısında ne düşünüyoruz?

"Bir avuç meşe palamudunun peşine düşmüş, boş işlerle uğraşan yaşlı bir hayalperest" diye söz edilen Hayrettin Karaca ve başkanı olduğu TEMA Vakfı'nın değerini, bir gün kendi ayağımızın altındaki toprağın kayıp gitmesiyle mi anlayacağız? Ama o zaman çok geç olacak.

Başka gideceğimiz bir dünya olmadığına göre, hiçbir güce gerek duymadan kendini yenilemesini bilen dünya için insanla barışık olmak birşey ifade etmeyebilir ama soyunun devamı için insanlara mutlaka doğayla barış gerekli.

Ahmet Önen
Gemlik-Bursa

Kimyamı Geri İstiyorum

Önce müfredatını kuşa çevirdiler. Yıllardır Türkiye'de lise kimyasının 1. bölümünün 1. alt başlığı "Çözünürlük"tür. Madde bilgisi işlenmeden illâ da öyle yazmanız çizmeniz istenir. Kitap yazmak güya özelleşti. Ama her konunun alt başlıkları, hangi kavramların nasıl tanımlanacağı konusunda eliniz kolunuz bağlıdır. Örneğin elementi mi tanımlayacaksınız? "Daha basit maddelere ayrılamayan basit madde" diye tanımlamak zorundasınız (bu tanımı, 1661'de R. Boyle yapmıştı). Başka bir tanımlama yapmanıza izin verilmez.

Bununla yanarken, şimdi de kimya ÖSS'ye daraltıldı. Öğretim kalitesi 1970'lerin gerisine çekildi. Okulda kimya anlatmak bizim için de, öğrenci için de azaba dönüştü. ÖSS'de çıkmayan konuları ya da ayrıntıları anlatmaya kalktığınızda "işgüzarlık" duygusuna kapılmanız bir yana, öğrencinin "öğretmenim, bu detaya ne gerek var? Nasıl olsa üniversite sınavında çıkmayacak." serzenişiyle karşılaşıyorsunuz. Kimyanız bozuluyor. Kimyamızı bozdular. Kimya öğretmenlerinin ve öğrencilerin kimyası bozuldu. Entalpi kavramını, kimyasal tepkimelerin hızını, kimyasal dengeyi, asitler ve bazları, çözünürlük dengelerini, elektrokimyayı, organik kimyayı anlatamıyorum. Anlattırmıyorlar. Bu konularda soru soramaz oldum. Bu konularda öğrencilerin ilginç sorularını alamaz oldum. Kimya pınarımı kuruttular. Ben kimyamı geri istiyorum. Üniversitelere temel kimya öğretimi almış öğrenciler gönderemediğim için üzülüyorum. Organik kimya gösteremeden tıp fakültelerine öğrenci göndermekten huzursuzum.

Eğer bana şöyle derseniz "Efendim, siz lise öğretimiyle üniversite giriş sınavını niçin birbirine endeksliyorsunuz? O ayrı o ayrı." Daha çok üzülürüm. Çünkü o zaman siz ya hiç öğretmenlik yapmamışsınız ya hiç üniversite sınavına hazırlanmamışsınız ya da bu işe hiç kafa yormamışsınız. Ben kimyamı kaybettim. Yeterince üzgünüm, bir de bunu savunarak üzüntümü artırmayın.

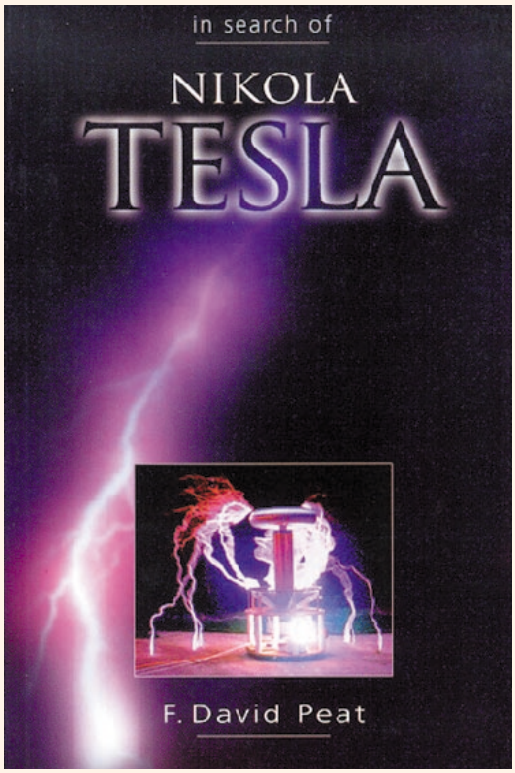
Kimyamı geri istiyorum. ÖYS içerikli kimyamı geri istiyorum. Ey üniversiteler, size daha iyi yetişmiş öğrenciler göndermek için kimyamı geri istiyorum. Ey YÖK ve ey ÖSYM yetkilileri, kimya öğretiminin dibe vurmasına engel olmak için kimyamı geri istiyorum.

Biz öğretmenlerin bir bakıma "meslek içi eğitimini" yapan, kendimizi yenilememizi sağlayan, ÖYS içerikli kimyamı geri istiyorum. Evet ilk kez kendim için de istiyorum. Bir yaprak gibi kuruduğumu hissediyorum. Beni besleyen bilgileri, kavramları, soruların kurumakta olduğunu hissediyorum. Öğretmenlik aşkımın pare pare dökülmekte olduğunu hissediyorum. Kimya aşkımın sönmekte olduğunu hissediyorum. Bu nedenle kendim için de istiyorum. Kimyamı geri istiyorum.

Ramazan Karakale
Kimya Öğretmeni/İzmir

Değerli Okurlar,
Görüşlerinizi en çok ***400 kelimeyi geçmeyecek biçimde ve fotoğrafınızla birlikte*** *"TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.*
Forum köşesine aşağıdaki telefon ve faks numaralarıyla da erişebilirsiniz:
Tel: (312) 467 32 46 - 468 53 00/ 1067 (Gülgûn Akbaba)
Faks: (312) 427 66 77

F. David Peat, Nikola Tesla'nın İzinde *adlı kitabında, elektriğin unutulmuş babası, eksantrik dâhi Tesla'nın izini sürüyor. Henüz Türkçeye çevrilmemiş bu ilginç kitaptan kısa bir alıntı…*



In Search of Nikola Tesla
F. David Peat
Ashgrove Publications, 1999, 144 sayfa

Kanada Ulusal Araştırma Kurumu Başkanı Dr. Schneider öne doğru uzanıp masasının üzerindeki dosyayı eline aldı. Kapağını açıp en üstte duran mektubu içinden okumaya başladı. Bir süre sonra, kafasını kaldırmadan sordu, "Nikola Tesla hakkında ne biliyorsun?"

Böyle bir soru beklemediğimden bir an bocaladım. O sabah Dr. Schneider'ın beni odasına çağırdığını öğrendiğimde de çok şaşırmıştım. Londra'da geçirdiğim bir yıllık izinden sonra teorik fizikçi olarak çalıştığım kuruma yeni dönmüştüm. O an aklıma gelen tek şeyin doğru olmasını ümit ederek bir tahminde bulundum: "Tesla Bobini. Nikola Tesla'nın icadı olsa gerek."

Benim durumumdaki herhangi bir bilim adamı da benzer bir cevap verirdi bence. Muhtelif parçalardan oluşan bir vakum sistemi bulunan bir araştırma laboratuvarında az da olsa çalışmış herkes bir Tesla bobini kullanmıştır. Görünüşü, sapı fazlaca yalıtılmış bir tornavidayı andırır, metal olan ucu küttür. Sapından çıkan kabloyu en yakın prize sokuverirsiniz. Fişini takınca alet titremeye ve vızıldamaya başlar. Aslında yüksek gerilim ve yüksek frekans elde etmeye yarayan küçücük bir alettir.

Tesla bobini vakum sisteminde bir sızıntı olup olmadığını saptamak için kullanılır. Bir cam tüpün içindeki vakum "iyi" ise, bobinin metal ucu tüpe değdirildiğinde o noktada mavi bir parıltı görülür. Öğrenciler bobini başka amaçlarla da kullanırlar, örneğin sırasının altına düşen bir şeyi almak için yere eğilen arkadaşlarının sandalyesinin üstüne koyarlar. Tabii bu hareketin sonuçları hayli çarpıcı olur.

Schneider'ın sorusu aklıma, Tesla bobininin faydalı ve komik kullanımları ve bu bobini adı Tesla olan birinin icat etmiş olması gerektiği dışında bir şey getirmemişti. Ne düşündüğümü anlamış olmalı ki gülümsedi.

"Tesla düşündüğünden çok daha fazlasını yaptı. Dünyanın ilk elektrik santralı projesi onun eseri. Niagara Şelaleleri'nin enerjisini alıp Buffalo şehrine taşıdı."

Bunu duyunca şaşırdım. O zaman adını daha çok duymuş olmam gerekmez miydi?

"Bana sorsanız Edison veya Westinghouse yapmıştır derdim."

"Daha da fazlasını yaptığı iddiaları var; alternatif akım kullanan sistemler, uzaktan kumandalı bir tekne, hatta telsizle iletişim." diye devam etti Schneider.

"Yok canım!" diyerek sözünü kestim, "O kadar da değil. Telsizi Marconi'nin icat ettiğini herkes bilir."

Schneider bir an durup önündeki dosyaya baktı. "Tesla'nın çok mühim şeyler yaptığını düşünen bir grup insan var. Bunların hepsi burada belgelenmiş ama doğru dürüst inceleyecek zamanım yok." Bana bakıp gülümsedi. "Belki sen zaman ayırabilirsin diye düşünmüştüm."

Çok şaşırdım. Tesla Niagara Şelaleleri projesinde çalıştıysa, geçen yüzyıl doğmuş olmalıydı. Demek ki öleli de epey olmuştu. O zaman Araştırma Kurumu niçin elli, belki de yüz yıl öncesine ait birtakım icatlarla ilgileniyordu?

Schneider "Burada iddia ettiklerine göre," diye konuşmasını sürdürdü, "bilim dünyası Tesla'nın en büyük icadını görmezden geldi."

"Unutulmuş bir dâhi mi diyorsunuz yani? Neymiş bu büyük icat?" diye sordum.

"Çok ilginç bir şey: Radyo dalgalarıyla enerji iletimi! Elektrik enerjisini dünyanın her yerine hiç kablo kullanmadan gönderebileceğini iddia etmiş, üstelik hiç kayıp olmadan, yüzde yüzlük bir verimle."

"Ama bu çok çılgınca. Öyle olmaz ki bu işler. Ne demek istiyordu acaba?"

Schneider sayfaları çevirdi. "Daha önce bizden bazıları icadını incelemiş ama pek önemsememişler. Ama bizim daha ayrıntılı bir inceleme yapmamız ve bu insanlara ciddi bir cevap vermemiz gerekiyor. Bunun çok kolay olmayacağının farkındayım ama."

Dosyayı bana uzattı. Sayfaları gelişigüzel çevirdim. Gazeteden kesilmiş bir yazı gözüme çarptı. Kupürü hızla okudum. Kısa dalga banttaki parazitler, Rusların yaptığı deneyler ve yüksek gerilimden bahsediyordu. Tesla'nın adının birkaç yerde geçtiğini gördüm. Tesla bobininin de parazite yol açtığını hatırlayıp gülümsedim.

"Dev bir Tesla bobini yapmaya filan kalkışmıyordu herhalde?" diyerek espri yaptım.

Schneider gülümsemedi. Yüzüme bakmayı sürdürdü. "Olabilir. Muhtemelen öyle bir şey."

Tam ben itiraz yollu bir şeyler söylemeye başlamıştım ki Schneider ayağa kalktı. Görüşmemiz sona ermişti.

"Dosyayı al da bir bak bakalım ne çıkarabileceksin. Kimlerle istiyorsan görüş, sonra da bir rapor yazıp getir."

Arkamı dönüp kapıya doğru yürürken de "Rapor bir ya da iki ay içinde elimde olsun." dedi.

Odama gidip dosyayı açtım, içinden kâğıtları çıkarıp masamın üzerine yaydım. Kâğıtları tasnif ederken içimi heyecanla karışık bir önceden yaşanmışlık duygusu sardı. Geçmişte olmuş bir şeyi hatırlamış olmalıydım. Beni geçmişe bu kâğıtların kendine has kokusu ve onlara dokunmak götürmüş olmalıydı. Gençtim, üniversite kütüphanesinde kucağımda daktiloyla yazılmış bir tomar kâğıtla oturuyordum. Birkaç saat önce hocamla görüşmüştüm; bilimsel bir araştırmaya başladığım ilk gündü. Hocam kâğıtları bana uzatmış ve şöyle demişti, "Bu öğrencilerimden birinin tezi, götürüp oku. Hayli ilginç bir problem, bir bak bakalım sen ne diyeceksin."

Elimde kâğıtlarla odasından çıktığımda ne yapmam gerektiğiyle ilgili en ufak bir fikrim yoktu. Hiçbir açıklama veya öneri yapılmamıştı, yol gösteren de yoktu. Kendi fikirlerimle baş başa kalmıştım. O öğleden sonra önümde tez, kütüphanede otururken içimi korku ve şüphe kaplamıştı, ama aynı zamanda da tuhaf bir coşku. Ya tezi anlayamazsam ne olacaktı? Ya yeni bir yaklaşım geliştiremezsem? Bilim hayatım daha başlamadan bitecek miydi? O andan sonra tek başıma olduğumu fark ettim; bir anlamda artık bilimsel topluluğun bir parçasıydım ve geçmişteki büyük bilim adamları gibi ben de gizlerini yalnız çözmem gereken bir problemle karşı karşıyaydım.

Çeviri: Özlem Özbal



Petros Amca ve Goldbach SanÝsÝ
Apostolos Doxiadis, Çeviren: Devrim Denizci, Everest YayÝnlarÝ, 2000

Matematikten ve matematikle ilgili romanlardan hoşlanıyorsanız beğenerek okuyacağınız bir kitap. Kitabın, 1792 yılından beri matematikle ilgilenen neredeyse herkesin çözmeye çalıştığı Goldbach Sanısı'nı konu alması edebiyat tadının yanına matematiksel bir zenginlik de ekliyor. Her şey Goldbach'ın Euler'e yazdığı bir mektupla başlamıştı. "2'den büyük her çift sayı, iki asal sayının toplamına eşittir." Böyle ifade edilen Goldbach Sanısı, şu anda matematikte çözümü bulunamamış en büyük (ya da en kazık) problemlerden birisi olarak kabul ediliyor.

Kitabın kahramanı olan Petros Amca, kendini bu "kazık" problemi çözmeye adamış biridir. Bu amaç, onda yıllar geçtikçe bir tutkuya dönüşür; öyle ki çevresinden uzaklaşmaya başlar. Yıllar içinde kendini tüm yakınlarından, kardeşlerinden, hatta matematik aleminden uzaklaştırır. Hayatında tek bir amaç vardır: Goldbach Sanısı'nı çözmek. Petros Amca bütün bunların sonucu olarak Atina yakınlarında küçük bir köye yerleşir ve burada neredeyse münzevi yaşamı sürmeye başlar. Bir süre sonra sayılar onun gözünde cansız varlıklar olmaktan çıkar. Her biri farklı kişiliklere sahip, yaşayan varlıklardır sayılar. En zor zamanlarda bile problemi çözeceğine dair inancını yitirmez. Petros Amca, çözümün mutlaka bir yerlerde olduğuna emindir. Tam sayılarla çalışırken kendini vefalı dostlarının yanında hissetmektedir.

Köyde bu problem üzerine çalışan Petros Amca'nın kafasında yavaş yavaş başka düşünceler de belirmeye başlar: Matematikçi olunur mu, matematikçi doğulur mu? Matematikte mükemmelliğe ulaşmak neden asıl olarak gençlik dinamizmini gerektirir? Dâhi olmayan matematikçi unutulmaya mahkum mudur? Matematikle tutkulu uğraşmak hayatı tutkulu bir biçimde yaşamaya engel midir?

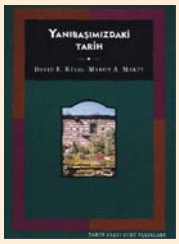
Bu kitabı okumanız için birçok neden var aslında. Matematikçinin ve matematiğin sıkıcı olduğunu düşünüyorsanız ne kadar yanıldığınızı görmek için okumalısınız; yüzyıllardır çözülememiş bir problemi tanımak ve onu çözmeye adım atmak için okumalısınız. Bu nedenlerden ayrı olarak İngiliz yayınevi Faber and Faber, Goldbach Sanısı'nı çözecek kişiye 1 milyon dolar ödül veriyor. Yalnız, Türk okuyucularını uyaralım; bu ödül yalnızca ABD ve İngiliz vatandaşları için geçerli.



KahramanÝn Sonsuz YolculuÛu
Joseph Campbell Çeviri: Sabri Gürses KabalcÝ YayÝnevi, 2000

Argonotları altın postun peşinde uzaklara götüren neydi? Odysseus uzun yolculuğuna neden çıktı? Gılgamış ölümsüzlüğün peşinden giderken neler yaşadı? Buda'yı zengin bir prensken yakalayıp, aydınlanmaya götüren çağrı neydi? Adları değişse de mitlerde var olan kahraman figürü yaklaşık aynı yolculuğa çıkar. Yola çıktıktan sonra da bir daha hiçbir şey aynı kalmaz, hiçbir şey bir daha eskisi gibi olmaz. Kahraman uzun yolculuğundan döndüğünde kendisi değişmiş, çevresini de değiştirmiş ya da değiştirecek düzeye gelmiştir. Söylencelerdeki bu ortak anlatım, mitler üzerine yazan en tanınmış yazarlardan biri olan Joseph Campbell'ın bu kitabının konusunu oluşturuyor. Ortadoğu'dan Hindistan'a, Güney Afrika'dan Sibirya'ya yayılmış insan coğrafyası üzerinde anlatılan söylencelerde kahramanlar hep aynı işlevi yerine getirir: İnsanı benzerleri arasında kendisi olacağı bir yolculuğa hazırlamak. Çağdaş psikanaliz, arketipik dönüşüm ilkesinin insan bilincinde hâlâ canlı durduğunu ve çağdaş yaşamın her anında özünde mitsel olan dönüşümlerden geçtiğimizi söylemektedir. Bu kitapta gündelik yaşantınızla mitsel öyküler arasındaki çakışmaları göreceksiniz. Kendi yolculuğunuza çıkmaya hazır mısınız?

YanÝbaßÝmÝzdaki Tarih

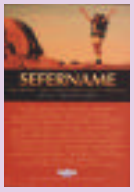


David E. Kyvig, Myron A. Marty Çeviren: Nalan Özsoy Tarih VakfÝ YurtYayÝnlarÝ, 2000

Tarih hakkında bugüne dek neler öğrendiniz? Savaşlar, barış antlaşmaları, keşifler, buluşlar; hatta büyük aşklar, unutulmaz nefretler. Peki ya evlerin, işyerlerinin, mahallelerin, okulların, yanıbaşımızda gözümüze çarpmayan şeylerin tarihleri hakkında ne biliyorsunuz? İşte bu kitap, yerel tarihle ilgilenenlerin çevrelerindeki dokuda yer alan tarihi araştırabilmelerine yardımcı olmayı amaçlıyor. İnsanın böyle bir uğraş içinde bir yandan eğlenirken, bir yandan da nasıl kendinin farkına varabileceğine ve akılcı kararlar üretebileceğine de işaret ediyor. Deneyimli tarihçilerden çok, yerel tarihle amatörce uğraşan kişilerin yakın geçmişi öğrenebilmek için ele alması gereken konu ve yöntemler hakkında ipuçları da bulunuyor bu kitapta.



Bu Kitap Baßka
Orhan Kural
Beril YayÝnlarÝ
Üstanbul 2000



Sefername
Editör Orhan Kural
Gezginler Kulübü YayÝnlarÝ
Üstanbul 2000



Microsoft Front Page 2000 ile Çalışmak
Jim Buyens
Çeviri: A. Pamukçu, S.Özkaya, H. Doğan
Arkadaß Yay.,
Ankara 2000



Bilimsel Devrim
Steven Shapin
Çeviri: Ayşegül Yurdaçalış
İzdüşüm Yayınları,
Üstanbul 2000

Mozart, Bir Dahinin Sosyolojisi Üzerine
Norbert Elias
Çeviri: Yeşim Tükel
KabalcÝ YayÝnlarÝ
Üstanbul 2000



OrtadoÛu Mutfak Kültürleri
Sami Zubaida, Richard Tapper,
Çeviri: Ülkün Tansel
Tarih VakfÝ YurtYayÝnlarÝ,
Üstanbul 2000



Bilgisayar Terimleri Ansiklopedik Sözlüğü
Naci Altan
Sistem YayÝncÝlÝk
Üstanbul 2000



Turizm Sektörünün Ara Kademe Ünsan Gücü İhtiyacı ve Turizm EÛitimi AraßtÝrmasÝ
MEB-METARGEM,
Ankara 2000



Dünya 20 Yaş Altı Gençler Satranç Şampiyonası

Erivan'da sıcak bir dostlukla karşılaş tık. (havaalanında kuyruğa ilk girip, son çıktığımız pasaport kontrolünü saymazsak.) Hatta Satranç Federasyonu Başkanları Bay Zakaryan "şoförüm ve arabam istediğiniz an emrinizdedir." deme nezaketini gösterdi. Geçtiğimiz yılların aksine bu kez peşimizde koruma amaçlı polisler yoktu. Zaten buna hiç gerek de yoktu. Önceki yıllarda gidenlerin anlattığı, "Sivas'a kadar genişlemiş Ermenistan haritası!"da artık yok.

20 Yaş Altı Genç Kızlar (32 Oyuncu)

Derece	İsim	Ülke	Puan	Rating	Performans
1.	Xu Y.	(Çin)	11/13	2396	2562
2.	Zimina Olga	(Rusya)	9/13	2263	2407
3.	Wang Y.	(Çin)	8/13	2401	2328
29-30.	Çavuşoğlu Yıldız	(Türkiye)	4/13	...	1973

20 Yaş Altı Genç Erkekler (60 Oyuncu)

Derece	İsim	Ülke	Puan	Rating	Performans
1.	Bruzon Lazaro	(Küba)	10/13	2534	2709
2.	Miton Kamil	(Polonya)	8,5/13	2443	2597
3.	Asrian Karen	(Ermenistan)	8,5/13	2566	2601
36-45.	Haznedaroğlu K.	(Türkiye)	6/13	2249	2404
58-59.	Köse Serkan	(Türkiye)	3,5/13	2200	2151



(bilgi için: www.armchess.am)

Otelin garsonlarından, pazardaki satıcı lara kadar bir çok insan Türkçe biliyor. Kimseden de kötü bir davranış görmedik. Hatta Sydney Olimpiyatı'nda Türk sporcuların aldığı sonuçlardan, Beşiktaş ve Galatasaray'ın Şampiyonlar Ligi maçlarına kadar bir çok detayı, şampiyonanın düzenlendiği "Petrosian Satranç Merkez"ine gelen Ermeni satrançseverlerden öğrendik. Son gün de 2 Türk, 2 Rus ve 1 Zambiyalı 'dan oluşan karma takım, Ermenilerle hentbol sahasında bir futbol maçı yaptık ve maç berabere sonuçlandı. Gerek Moskova Şeremetyevo Havalimanı'na gelerek, gerek daha sonra Erebuni Otel'i faks ve telefonla arayarak bizimle ilgilenen Moskova Büyükelçiliğimiz görevlilerine tekrar teşekkür ediyoruz.

Petrosian Satranç Merkezi... Girişin altı da dahil toplam 4 katlı bu yapı sadece satranç faaliyetleri için kullanılıyor. Hemen yanında küçüklere ders verilmekte kullanılan ve istenildiğinde turnuvaların da gerçekleştirilebileceği bir başka bina daha var. Üstelik şehir merkezine çok yakın. Yıllardan beri en büyük şehirlerimizde dahi kahve köşelerinden kurtulup, bir binanın ufak bir dairesi, hadi bilemediniz bir katındaki satranç derneğine kendilerini attıklarında mutlu olan satrançseverlerimize acımamak elde değil.

Sonuçların değerlendirmesine gelince: Haznedaroğlu, çok yaklaştığı IM (uluslurarası usta) normunu kıl payı kaçırdı. 11. turda İspanyol rakibi Lopez'e kazanç konumu değerlendirse hem IM normu alacak hem de üst sıraları zorlayabilecekti. Çavuşoğlu ve Köse alabilecekleri puanların çok altında kaldılar. Ama bunda hastalanmalarının da rolü olduğunu söylemeliyiz. Konumsal anlayış olarak çoğu rakiplerinden geride değiller. Tecrübe eksikliğinin tek çaresi bolca turnuvaya katılmak. Diğer sporların çoğunun aksine satranç çok acımasız ve en ufak bir hatada saatler süren emeğiniz ve o ana kadar ki güzel oyununuzu mahvedebiliyorsunuz. Arada bir güzel hamle yapmak değil, tüm parti ve tüm turnuva boyunca olabildiğince az hata yapmak önemli.

Turnuvanın eleştirilebilecek yanı yemekler ve yemekler yüzünden bir çok ülke oyuncusunun sağlığının ciddi şekilde bozulmasıydı. Hatta durumu ağırlaşınca turun ortasında maçı zorunlu olarak bırakıp doktora yetiştirilenler dahi oldu. Bizden ise Köse ve Çavuşoğlu rahatsızlandılar. Ama TSF Asbaşkanı Dr. Ateş Ülker'in tavsiyeleri ve önerdiği ilaçlar sayesinde daha büyük problemler yaşamadık. (Hastalık yüzünden kaybedilen puanları saymazsak...) Haznedaroğlu ve ben de bir ara rahatsızlanır gibi olduk ama otelde yemeyi kesince düzeldik. Başhakem Gijjssen, hastalık nedeniyle 10 kg. kaybettiğini söyledi. Aynı sağlık problemleriyle geçtiğimiz yı llarda da karşılaşıldığı düşünüldüğünde neden organizasyon için Erivan'da ısrar edildiğini anlamak pek mümkün olmuyor. Ev sahibi federasyon, her ülkeden bir kız ve bir erkek yarışmacının otel ve günde 3 öğün yemek masrafını karşılıyor. Bunun dı şında refakatçi, antrenör, kafile başkanı veya ekstra yarışmacıların tüm masrafları kendilerine ait. Bu şartlarla ülkemizde çok daha başarılı organizasyonlar düzenleyebiliriz.

Organizasyon, yemek ve sağlık problemleri (ki bunlar hiç de önemsiz sayılamaz) dışında başarılıydı. Her tur öncesi bültenler eksiksiz olarak oyuncuların masalarına bırakılmış oluyordu. Eşlendirme ve detaylı sıralandırma da her akşam 23.00 civarında otelin lobisine ve bulunduğumuz katın girişine asılıyordu. Başhakem Gijjssen, yerel bazı hakemler konusunda tereddütlü olduğunu söylemesine rağmen gördüğümüz kadarıyla bir problem çıkmadı. Gijjssen olimpiyata katılacak Türk hakemlerinin başarılarından şimdiden emin olduğunu da belirtti.

Izoria,Z - Köse,S [D58]

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Af3 Af6 4.Ac3 Fe7 5.Fg5 0-0 6.e3 h6 7.Fh4 b6 8.Fd3 Fb7 9.0-0 Abd7 10.Fg3 dxc4 11.Fxc4 a6 12.a4 c5 13.Kc1 Vc8!?N [Enteresan bir yenilik. Daha önce siyahlar hep 13...cxd4 ile devam etmiş: 14.Axd4 Ac5 15.f3 Ad5 16.Fxd5 exd5 17.Af5 Ke8 18.Axe7 Vxe7 19.Ke1 *(19.b4)*; 13...Ah5 14.d5 Axg3 15.hxg3 exd5 16.Fxd5 Vc7] **14.Fa2 Kd8 15.Ve2 Ae4!** [Siyahlar a8-h1 çaprazını kullanmak istiyorsa en etkili devam.] **16.Kfd1 Adf6 17.Fe5** [17.Axe4 Axe4=] **17...Axc3! 18.bxc3** [18.Kxc3 Ad7 **A)** 19.Ff4 Fc6= *(19...Fe4=)*; **B)** 19.Fg3 19...Fe4= *(19...Fc6=)*] **18...Vc6=** [Eşit ama siyahların girişim gücü daha fazla. Vezire b7 karesini boşaltan hamleler belki daha iyi olabilir. Ama kesin karar vermek zor. 18...Fc6 19.Fb3 Vb7; 18...Fe4] **19.Fb3 Ae4** [Elbette başka seçenekler de var. Ama dikkat edilirse baştan beri siyahlar belli bir plan uyarınca oynuyor. Merkezi terketmemek ve uzun çaprazın kontrolü. Bu da plana en uygun hamle.] **20.c4** [Uzun çaprazdaki baskıdan bunalan Beyazlar d5 sürüşü icin hazırlanıyor.] **20...cxd4!** [Yine bir çok seçenek var ama siyahın bu ve 21. hamlesi tam birer usta hamlesi.] **21.exd4 Kac8! 22.Ve3 Fa3?!** [Siyahların mükemmel oyunundaki ilk kusur. 22...Ag5 ile siyah insiyatifi elde tutardı.] **23.Ka1** [23.Kb1] **23...Fe7!=** [g5 karesini besliyor. 23...Ff8 **A)** 24.d5 exd5 25.cxd5 Vg6 26.Ah4 Vg4 27.Kd4 Vxh4 28.Kxe4 Vg5; **B)** 24.a5 b5 *(24...bxa5 25.Kxa5 Ag5)* 25.d5 exd5 26.cxd5 Vg6 27.Ah4 Vh7 *(27...Vg4 28.Kd4 Vxh4 29.Kxe4 Vh5 30.Kd1)* 28.Kac1!; **C)** 24.Kab1!? 24...Ag5 25.Ae1! *(25.d5 exd5 26.cxd5 Axf3 27.Vxf3 Vg6)* 25...Fd6 26.d5

(26.h4 Ah7 27.d5 exd5 28.cxd5; 26.Fxd6 Kxd6 27.h4; 26.f3 Fxe5 27.Vxe5) 26...exd5 27.cxd5 Ve8 28.Ad3 Fxe5 29.Axe5 Kd6 30.h4 Ah7 31.Ac4 Kxd5 32.Vxe8 Kxe8 33.Ad6 Kxd1 34.Kxd1 Kb8 35.Axf7] **24.Kac1 Ag5! 25.Ae1! Fb4?!** [ikinci gereksiz fil hamlesi...] **26.d5!** [Şimdi top beyazlarda.] **26...exd5 27.cxd5 Vg6 28.Kxc8** [28.h4 **A)** 28...Ae4 29.Kxc8 Kxc8 30.Fc2 **A1)** 30...Kc4 31.d6 Fc6 32.d7 Fxd7 33.Kxd7 Fxe1 34.Kc7 Vf5 35.Vxe1 Kxc2 36.Kxc2 Vxe5 37.Kc4 f5 38.f3+-; **A2)** 30...f5 31.Fxe4 fxe4 *(31...Fxe1 32.Ff3 Fa5 33.d6 Fxf3 34.Vxf3+-)*; **A3)** 30...Fxe1 31.Fxe4 f5 32.Ff3 Fa5 33.d6 Fxf3 34.Vxf3+-; **A4)** 30...Kxc2 31.Axc2 Fc5 32.Fd4; **B)** 28...Kxc1 29.Kxc1 Ae4 *(29...Ah7)* 30.h5 *(30.Kc4 Fxe1 31.Vxe4 Fxd5 32.Vxg6 fxg6 33.Şf1 Ke8)* 30...Vf5 31.Vxb6 Fa5=] **28...Kxc8 29.Ad3!** [Zaman sıkışmasında mükemmel bir seçim. 29.h4 Fc5 *(29...Ah7 30.Ad3 Fa5 31.Fb2!)* 30.Fd4 Ae4 31.Fc2 f5; 29.Vg3!?] **29...Ff8 30.Fd4?** [30.h4 Ah7 31.a5!+-] **30...Vf5!** [30...Fd6 31.f4 Ae4 32.Ae5] **31.Fe5** [31.Ae5 Fd6 32.f4 Ae4 33.g4 Vh7 34.Ke1 Af6 35.g5!! Fxe5 *(35...hxg5 36.fxg5 Axd5 37.g6!)* 36.fxe5 Axd5 37.Vf3 Kd8 38.Fxb6 Kd7 39.e6! fxe6 40.Kxe6 Vb1 41.Şf2+-; 31.Fe5 b5 32.axb5 axb5 33.d6 *(33.h4!?)*] Beyazın bayrağı düştü (düşünme zamanı doldu). 0-1

Çavuşoğlu,Y - Khaziyeva,D [A45]

1.d4 Af6 2.f3 g6 3.e4 d6 4.Fe3 c6 5.Ac3 Abd7 6.Vd2 b5 7.Ah3 Fg7 8.Fe2!?N



[Esnek bir hamle. Beyaz hem 0-0 hem de 0-0-0, hem Af2 hem de Af4 olanağını saklı tutarken; d hattındaki baskısı da sürüyor. Daha önce görülen hamleler: 8.Af2; 8.Fd3; 8.Af4] **8...0-0 9.Af2 e5 10.0-0** [10.dxe5 dxe5 11.Vd6 Fb7 12.a4 a6 13.0-0 Vb8] **10...b4** [10...exd4 11.Fxd4 b4 12.Aa4 c5 13.Fxf6!? *(13.Fe3 Va5 14.b3 Ae8 15.Kab1 Ab6 16.a3 Axa4 17.bxa4 Fc3 18.Vd5 Kb8 19.axb4 Kxb4 20.Kxb4 Vxb4 21.Fb5 Fe6 22.Vb7)* **A)** 13...Axf6 14.a3 a5 15.Kfd1; **B)** 13...Fxf6 14.a3 bxa3 15.Kxa3 Ab6 16.Ac3 *(16.c3 Kb8 17.Kfa1 Fe6 18.Axb6 axb6 19.Kd1 b5 20.Ka6)* 16...Fe6 17.Kfa1 Vb8; **C)** 13...Vxf6 14.a3 bxa3 15.Kxa3 Vd4 16.Vc1 *(16.Vg5 Ve5 17.Ve3; 16.Vf4 Ve5 17.Ve3)* 16...Fb7 17.Kd1 Ve5 *(17...Vf6 18.Vd2 Ab6 19.Axb6 axb6 20.Kb3)* 18.Kad3 *(18.Vd2 Ab6 19.c3 Kfd8)* 18...d5 19.exd5 Kfe8 20.Ac3 c4 21.Kd4] **11.Aa4 Va5 12.b3** [12.a3!!+-; 12.dxe5!? Vxa4 *(12...Axe5 13.a3!!)* 13.exf6 Fxf6 14.Kfb1] **12...exd4 13.Fxd4 c5 14.Fb2! Vc7 15.Kfd1 Ae8 16.Fxg7 Şxg7 17.Ab2 Ae5 18.Afd3** [18.a3!] **18...Ac6 19.Af4 a5 20.Ad5 Va7 21.Şh1?! Fe6 22.Fc4 Ad4 23.a3 Ac6 24.axb4 cxb4 25.Af4 Fxc4 26.Axc4 Kd8 27.Vd5 Vc7 28.Axa5 Axa5 29.Vxa5 Vxc2 30.Vxd8 1-0**

De Vreugt,D - Haznedaroğlu,K [C67]

1.e4 e5 2.Af3 Ac6 3.Fb5 Af6 4.0-0 Axe4 5.d4 Ad6 6.Fxc6 dxc6 7.dxe5 Af5 8.Vxd8 Şxd8 9.Ac3 Şe8 10.h3 Ae7 11.b3 Ag6 12.Fb2 Fb4 13.Ae2 Fe7 14.Ag3 h5 15.Kae1 c5 16.e6 Fxe6 17.Fxg7 Kh7 18.Fc3 h4 19.Ae4 Kh5 20.Ah2 Şd7 21.Ag4 Şc6 22.Şh2 a5 23.Agf6 Kf5 24.g4 Kf3 25.Ke3 Kxe3 26.fxe3 a4 27.Ag5 axb3 28.Axe6 Kxa2 0-1

Haznedaroğlu,K - Halkias,S [B33]

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Af6 5.Ac3 e5 6.Adb5 d6 7.Fg5 a6 8.Aa3 b5 9.Fxf6 gxf6 10.Ad5 Fg7 11.Fd3 Ae7 12.Axe7 Vxe7 13.0-0 0-0 14.c4 f5 15.Ke1 fxe4 16.Fxe4 Kb8 17.cxb5 axb5 18.Ve2!? b4 19.Ac4 f5 20.Fd5 Şh8 21.Kad1 Fa6 22.b3 Kf6 [22...e4 23.Vh5 *(23.f3 Fc3 24.Kf1 e3)* 23...Fb5 **A)** 24.a4 bxa3 25.Axa3 Fe8 26.Vh3 Fg6 27.Ac4 f4 28.Fe6 Kbd8 (28...f3 29.Ad2 Kbe8); **B)** 24.Ke3 24...Fe8 25.Ve2 *(25.Vh3 Fg6)* 25...Fg6] **23.f4 Kg6 24.Vf2 Vf8 25.Şh1 Fxc4 26.Fxc4 exf4 27.Vxf4 Fe5 28.Vf3 Vh6 29.h3 Kf8 30.Kd3 Kg3 31.Vf2 Kxd3** [31...Vh4 32.Kxe5 Kxh3 33.Kxh3 Vxf2 34.Ke7+-] **32.Fxd3 f4 33.Vf3 Kg8 34.Fc4 Kf8 35.Kf1 Kd8 36.Vd5 Vg5 37.Kf3 Vh4 38.Şh2 Kf8 39.Ve4 Ve7 40.Ve2 Va7 41.Fd5 Vd4 42.Vc4 Vd2 43.Şh1 Ke8 44.Vb5 Ke7 45.Vc4** [45.Vb8 Şg7 46.Vd8 Ve1 47.Şh2 Fd4 48.Kf1 *(48.Vg8 Şh6 49.Vf8 Şg6 50.Vg8 Kg7 51.Ve6 Vxe6 52.Fxe6 Ka7)* **A)** 48...Ve5 49.Vg8 *(49.Kf3 Fe3 50.Vg8 Şh6 51.Vd8)* 49...Şh6 50.Vf8 Şg6 51.Fc4 f3 52.g3 f2 53.Fd3 Şh5 54.Kc1! Ve3 55.Vf5 Şh6 56.Kc6 f1V 57.Vxf1 Vd2 58.Şh1 Ke1 59.Kxd6 Şg5 60.Kd5 Fe5 61.Kxe5 Kxe5 62.Vf7 Ke1 63.Ff1; **B)** 48...Vg3 49.Şh1 Ke1 50.Vd7] **45...Şg7 46.Vd3 Ve1 47.Şh2 Kc7 48.Fc4 Vh4 49.Vd5 Vf6 50.Şh1?!** [50.Va5 d5 *(50...Kb7 51.Fd5)* 51.Vxd5 Ka7 52.Vd2 *(52.Fd3; 52.Ve4)*; 50.Vg8?! Şh6=] **50...Şh6 51.Vd2 Vf5 52.Vxb4** [52.Fd3] **52...Vb1 53.Kf1** [53.Ff1 Kc1] **53...Vxa2 54.Ve1 Şg7 55.Vh4 Vc2 56.Vd8** [56.Vd8 Ka7] **1/2**

Perelshteyn-Haznedaroğlu,K [C16]

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Fb4 4.e5 Ae7 5.Fd2 b6 6.Vg4 0-0 7.Af3 Fa6 8.Fxa6 Axa6 9.a3 Fxc3 10.bxc3 Vd7 11.h4 Şh8 [11...Va4?! 12.h5 Vxc2 13.h6 g6 14.Vg5 Ve4 15.Şf1 Af5 16.Kh3 c5 17.g4 f6 18.exf6 Ad6 19.Ae5] **12.h5 h6 13.Ah4 c5 14.Kh3 Af5!?** [14...Va4 15.Kg3 *(15.Fg5!?)* 15...Kg8 16.Vf3 Kaf8 *(16...Vxc2 17.Fxh6 Ve4 18.Vxe4 dxe4 19.Fg5 Ad5 20.Fd2)* 17.Fxh6 gxh6 18.Vf6 Şh7 19.Vxe7 Kxg3 20.fxg3 *(20.Vxf8 Kg7 21.Kd1 Vxc2)* 20...Şg8 21.Ag6 Ke8 22.Vf6 fxg6 23.Vxg6; 14...Şh7 15.Kg3 Kg8 16.Vf3 Kaf8 17.Vd3 Af5 18.Axf5 c4 19.Ve3 exf5 20.Vf4; 14...Ve8 15.Kg3 Kg8 16.Vf4 Kc8 17.Kf3 Kf8 18.Kg3 cxd4 19.cxd4 Kxc2 20.Kxg7 Şxg7 21.Vxh6 Şg8 22.Vg5=; 14...Kg8 15.Ve2 c4 16.g4!?] **15.Kf3** [15.Axf5 exf5 16.Vf4 f6] **15...Axh4 16.Vxh4 Vd8** [16...Vb5 17.Fxh6!; 16...Va4 17.Fxh6 Vxc2 18.Fxg7 Şxg7 19.Vf6 Şh7 20.Kg3 Kg8 21.Vxf7 Şh8 22.Vf6 Şh7 23.Vf7 Şh8 24.Vf6 Şh7 25.Vf7; 16...Şh7 17.g4 **A)** 17...Va4 18.Kc1 *(18.g5 hxg5 19.Fxg5 Vxc2 20.h6 Ve4 21.Vxe4 dxe4 22.Kh3)* **A1)** 18...Vxa3 19.g5 hxg5 *(19...cxd4 20.gxh6)* 20.Vxg5; **A2)** 18...Ab8 19.g5 Ad7 20.gxh6 Axe5 21.Kg3; **A3)** 18...Vd7 19.g5 Vd8 20.Vg4 hxg5 21.Fxg5; **A4)** 18...Ve8 19.g5 Vd8 20.Vg4 hxg5 21.Fxg5; **A5)** 18...cxd4 19.g5 hxg5 20.Fxg5 Vxa3 21.h6 g6 22.Vf4 f6 23.exf6 dxc3 24.f7 Kfc8 25.f8V!! Vxf8 26.Vf7 Vxf7 27.Kxf7 Şg8 28.Kg7 Şh8 29.Ff6; **B)** 17...Kae8 18.g5 Ve7 *(18...Vd8 19.Vg3)* 19.Vg3] **17.Vxd8 Kaxd8 18.g4 Kc8 19.0-0-0 Şh7 20.g5 hxg5 21.Fxg5 Kc7 22.Kg1 Ab8 23.Kfg3 cxd4 24.cxd4 Ac6 25.Kg4 Kfc8 26.Fh4 Kg8 27.Şd2** [27.Ff6? Axd4] **27...Kcc8 28.Şd3 Aa5 29.Fe7 Kce8 30.Fg5 Ac4 31.Fc1 b5 32.f4 Kc8 33.f5 exf5 34.Kf4 g6 35.hxg6 Kxg6** [35...fxg6? 36.Kh4 Şg7 37.Fg5 Axa3 38.Ff6 Şf8 39.Kh7 Axc2 40.Fe7 Şe8 41.Fc5 Kxc5 42.dxc5 Ab4 43.Şd4 g5 44.Kb7 Ac6 45.Şxd5 Ae7 46.Şd6+-] **36.Kh4 Şg8** [36...Şg7 37.Fh6 Şg8 38.Fg5 Kcc6 39.Kgh1 Kxg5 40.Kh8 Şg7 41.K1h7 Şg6 42.Kh6 Şg7=] **37.Kgh1 Kg3 38.Şe2 Ab6 39.Kh8 Şg7 40.K1h7 Şg6 41.Kh6 Şg7 42.K8h7** [... Şf8 de bir işe yaramıyor çünkü beyazın e6 tehditi var.] **42...Şg8 43.Ff4 Kg4 44.Kh8 Şg7 45.K6h7 Şg6 1/2**

Aybar Karaçay
Yakup Bayram

Düzelti: 395. (Ekim 2000) sayımızda yayımlanan Satranç yazısında, Troya Festivali Geleneksel Satranç Turnuvası'yla ilgili haber, Çanakkale Satranç Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Mustafa Önder'in dergimize gönderdiği bilgiler doğrultusunda aşağıdaki gibi düzeltilmiştir.

"VIII. Satranç Turnuvası, Çanakkale Satranç Derneği'nin organizasyonuyla ve Çanakkale Belediye Başkanı İsmail Özay'ın katkılarıyla gerçekleştirilmiştir. Turnuvanın tertip komitesiyse, Çanakkale Satranç Derneği adına, yönetim kurulu üyeleri başkan Mustafa Önder, başkan yardımcısı Faik Bozkurt, üye Turgut Tunca, sayman İbrahim Uygun ve üye İlkutay Gökgiray'dır. Turnuvanın eşlendirmeleriyse Ulaş Önder tarafından yapılmıştır."

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Çin Demiryolları



Eski Çin'de düzgün beşgen biçiminde surlarla korunmuş bir kente 5 batı ülkesi demiryolu yapacak. Her harf bir ülkeyi ve o ülkenin yapacağı demiryolunun istasyonunu gösteriyor. Hiçbir demiryolu diğerlerini kesmeyecek. Sağdaki A, B, C, D ve E girişlerini, her ülkenin demiryolu kendi istasyonuna bağlanacak şekilde uzatınız.

Pastanın Paylaşılması

Kare biçimi bir pastayı alanları eşit 5 parçaya bölün

a) Bölen çizgiler birbirine ve köşegene paralel olsun.

b) Bölen çizgiler asla paralel olmasın.

4 Adet 1

Dört adet 1 ile yazılabilen en büyük sayı nedir?

Askerler

24 askeri herbiri 5 kişilik 6 sıra halinde diziniz.

Otobüs Durağı

Otobüs durağından 1 saat içinde 6 adet P ve 6 adet R otobüsü geçiyor. Her sabah saat 10 ile 11 arasında durağa gelen bir yolcu ilk gelen otobüse binip işine gidiyor. İşine gitmek için P veya R otobüslerinin birinden yararlanabiliyor. Birgün birşey dikkatini çekiyor: 10 kere otobüse bindiğinde 9 kere R ve 1 kere P otobüsüne biniyor. Acaba P ve R otobüsleri bu durağa kaç dakika aralarla geliyorlar?

1, 9, 8, 8 = Asal Sayılar

Artı, eksi, çarpı, bölü, kök ve faktoriyal ve 1, 9, 8 ve 8 sayılarını yalnız bir kere kullanarak denklemler kurunuz. Örnek: 1 + 9 + 8/8 = 11. (Benzer işlemleri 1, 3, 5, 7, 13, 17, 19 ve 23 için yapınız).

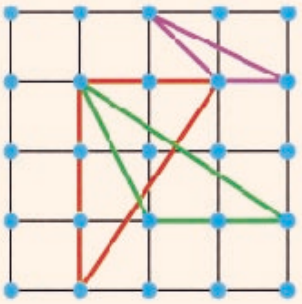
1988 = ?

Yalnız artı, eksi, bölü, çarpı ve parantez kullanarak yalnız 1'lerle, yalnız 2'lerle, ... yalnız 9'larla 1988 oluşturunuz. Örnek: 1988 = 999 + 999 - 9 - 9/9. (JRM 20(4): 271, 1988).

Pisagor ve Aritmetik Seri

Öyle bir yöntem bulunuz ki 3 kenarı bir aritmetik dizi oluşturan diküçgenler oluşturursun. (Örneğin kenarları 12, 16, 20 olan bir diküçgende kenarlar aritmetik dizi yapmaktadır: 12 + 4 = 16 ve 16 + 4 = 20 ve $12^2 + 16^2 = 20^2$).

Kare içi Üçgenler



5 x 5 karelik bir ağ görüyorsunuz. Köşeleri düğüm noktaları üzerinde bulunan kaç geniş açılı veya dik üçgen çizilebilir? n x n karelik bir ağ için çözüm nedir?

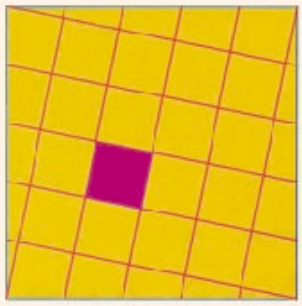
Garip Bir Seri

Serinin 1. terimi 7. 7'nin karesini alıp basamaklarını topluyor ve 1 ekliyorum: 7^2 = 49 ve 4 + 9 + 1 = 14. İkinci terim 14 ve 14^2 = 196, 1 + 9 + 6 + 1 = 17 vb. 1000. terim nedir?

Kurbağalı Halka

Keşişler şöyle bir bilmece soruyorlar: Bir halkayı 13 parçaya ayıralım; sonra saatin tersi yönde sırasıyla siyah 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve beyaz 7, 8, 9, 10, 11, 12 yazalım; 6 ile 7 arasını boş bırakalım. Her hanede (boş olan hariç) bir kurbağa oturmaktadır; siyah kurbağalarla beyaz kurbağalar birbirlerinin yerine geçsinler. Aranan tek şart şudur: 12, 1'in yerine ve 1, 12'nin yerine gelecek. Her kurbağa önündeki boş haneye gelebilir ve önündeki karşıt renkte bir kurbağanın arkasındaki haneye sıçrayabilir (damadaki gibi). Siyah ve beyaz kurbağalar birbirlerinin karşıtı yönde hareket edeceklerdir. İlk 3 hamleyi verelim: 6, 7, 8.

Eğik Tarama



Bir karenin kenarları 5 eşit parçaya bölünmüş ve şekildeki gibi eğik çizgilerle parçalara ayrılmıştır. Mor karenin alanının büyük karenin alanına oranı nedir?

Danseden Çiftler

Bir dans partisinde 7 evli çift (= 7 evli kadın ve 7 evli erkek), 3 dul kadın, 12 evli olmayan erkek ve erkek çocuk, 10 evli olmayan kadın ve kız çocuk olmak üzere toplam 39 kişi vardı. Herkes herkesle dansetti, şu istisnalarla: 1) Erkek erkeğe dans yoktu. 2) Evli erkekler yalnız eşleriyle dansettiler. 3) Evli olmayan bütün erkekler ve erkek çocuklar, evli olmayan bütün kadınlar ve kızlarla ikişer kere dansettiler. 4) Dullar birbirleriyle dansetmediler. Toplam kaç dans yapıldı?

Asal Sayı Dizisi

Öyle bir yöntem bulunuz ki her ardışık iki terimi aralarında asal bir aritmetik seri oluşsun.

Notlar

30 kişilik bir sınıfta, bir sınavda 1. olan 20, sonuncu olan 7 puan alıyor. Notlar tam sayı olarak veriliyor. En az 3 öğrencinin aynı notu aldığını ispat ediniz.

Kare Çizmek

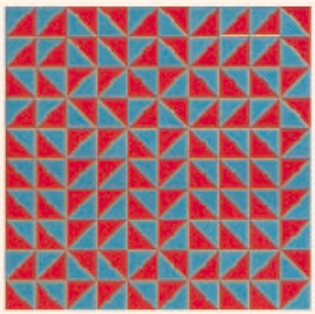
Bir karenin komşu iki köşesi verilmiş, yalnız pergel yardımıyla diğer iki köşeyi bulun.

Sempatik Sayılar

Belki biliyorsunuzdur: bütün tam sayılar 4 kare sayının toplamıdır (Lagrange teoremi). İki karenin toplamı olan sayılara sempatik sayılar denilir. Şunları kanıtlamaya çalışın.

- İki sempatik sayının çarpımı sempatik bir sayıdır.
- Bir sayıya 1 eklendiğinde 4'ün bir katı elde ediliyorsa, bu sayı sempatik olamaz.
- Bir asal sayıya 1 eklenince 4'ün katı elde ediliyorsa o asal sayı sempatik olamaz. Bunun dışında bütün asal sayılar sempatik sayılardır.

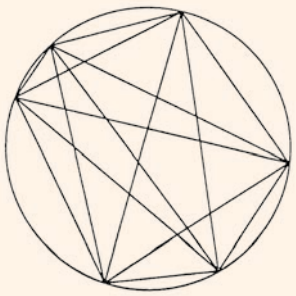
Habis Döşemeler



10x10 karelik bir alan, küçük karenin yarısı kadar diküçgenlerle kaplanmak isteniyor (her küçük kareye 2 diküçgen). 100 mavi ve 100 kırmızı diküçgen var. Bu diküçgenlerden ikisi aynı kenarı paylaşıp farklı renkteyseler, bu döşemeye "habis" denir.

Şekilde kaç habis döşeme var.

Daire İçi Üçgenler



Bir daire üzerindeki n noktanın hepsi düz çizgilerle birliştirilmiş. Üç çizgi dairenin içinde tek bir noktada kesişmiyor. Köşeleri daire içinde olan üçgenlerin sayısını bulun.

Ardışık Sayı

Ardışık 4 pozitif sayının çarpımı bir sayının karesi olabilir mi?

Kes-Birleştir Bilmecesi

Kes-birleştir (jigsaw) tipi bir bilmecede iki parçanın birleştirilmesine, parçalar ister tek parça, ister çok parça olsun 1 "hamle" diyelim. n parçalı bir bilmeceyi birleştirmek için minimum hamle yapmak istiyoruz. Yöntem ne olmalı?

Düşündürücü Ortalamalar

Elimizde a, b, c, d, ... gibi N tane sayı bulunsun, bunların aritmetik ortalaması P olsun. Yine elimizde z, y, x, w, ... gibi m tane sayı bulunsun, bunların aritmetik ortalaması Q olsun. M + N sayının ortalaması nedir? M, N, P ve Q arasında nasıl bir ilişki vardır?

Küpün İspatı

P = 1997 + (1996 x 1997 x 1998). P'nin küp bir sayı olduğunu kanıtlayın.

Özel Bir Küp

Kenarı 30 cm olan bir kareden kenarı 10 cm olan bir küpün açılmış şeklini kesip çıkarabilir misiniz?

Geçen Ayın Çözümleri

Tek Sayılar ve Küp

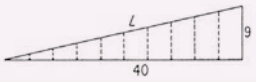
n. kümenin 1. elemanı=F=n(n-1)+1 (örnek n=4 için F= 4 (4-1)+1=13.

n=3 için F=3(3-1) +1=7).

n. kümenin son elemanı: L= n(n+1)-1. Örneğin n=4 için L=4 (4+1) -1 =19.

Aritmetik seri toplam formülü = S_n= [1. terim + sonuncu terim] n/2 = (F + L) n/2 = [n(n-1) +1+n (n+1) - 1] n/2 =n^3.

Sarmalın Uzunluğu



Silindiri ve teli bir düzlem üzerinde açalım. Jeneratör (9cm). 4 kez tekrarlayan çevre 4 x 10 = 40 cm. ve tel (L) bir dikküçgen yapar.

L= √(81+1600).

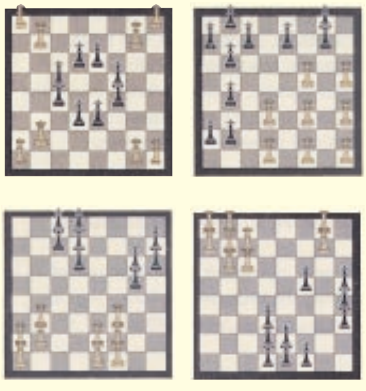
Teli silindire sararken jeneratör ile hep aynı açıyı yapmak gerekir. Yoksa tel çözülür.

Sonsuza Yolculuk

Çevrelerin toplamı= 30+15 +15/2 + 15/8 + 15/16 + 15/32 + 15/64 + ... = 45 + 15 (1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + ...). Parantezin içi 1'e eşit olduğundan aranan toplam çevre 30 + 15 + 15 = 60'dır.

[1+1/2 + 1/4 + 1/8 + ... bir geometrik seridir ve toplamı S= $\frac{1-r^n}{1-r}$ 'den (r < 1) $\frac{1}{1-1/2}=2$ ve parantezin içi 1'den değil 1/2'den başladığından kesirlerin toplamı 2-1 = 1'dir].

Vezirlerin Dansı



Elips İçi Poligon

Bir çokgenin çevrel çemberi elipsi en çok 4 noktada kesebileceğinden elips içine ancak üçgen ve dörtgen çizilebilir; beşgen, altıgen vb. çizilemez.

El Sıkışlar

Hiç el sıkılmadan önce tek sayıda el sıkmışların sayısı sıfırdır. İlk el sıkış her biri tek el sıkmış iki kişi yaratır. Tek el sıkmışların sayısına T, çift el sıkmışların sayısına Ç diyelim. Bundan sonraki el sıkışlar üç türlü olabilir:

1) T ile T arasında ; 2) Ç ile Ç arasında ve 3) T ile Ç arasında. Her T - T el sıkışı, tek el sıkış sayısını 2 artırır. Her Ç-Ç el sıkışı çift el sıkış sayısını 2 artırır. Her T-Ç el sıkışı T'yi Ç ve Ç'yi T yapar. Her üç halde de tek sayıda el sıkmışların sayısı değişmez, çift olarak kalır.

Tangram



Saat

24 saatte akrep 2, yelkovan 24 dönüş yapar. Bu ikisinin arasındaki açının açı ortayı (24+2) /2 =13 dönüş yapar.

25 Arkadaş

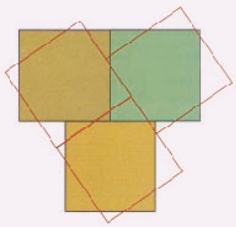
Yeni bir diziliş yapmanın en kolay yolu komşu karedeki arkadaşınızla karşılıklı yer değiştirmenizdir. Açıkça bellidir ki bunun için çift sayıda insana gerek vardır; oysa 25 tek sayıdır. Karşılıklı yer değiştirmeler sonucunda 1 kişi bulunduğu karede kalır, dolayısıyla bu değişme yeni bir diziliş sayılamaz. İki adım için de sonuç aynıdır, çözüm yoktur.

Beş Bombardıman Uçağı

Eşkenar üçgeni 4 eşit parçaya bölelim. Çekmece kuralını hatırlayalım: 4 çekmeceye 5 top koyarsak çekmecelerden en az biri içinde 2 top bulunmak zorundadır. Bu 4 alandan en az birine 2 bomba düşmüştür; görüldüğü gibi bu bombaların düştüğü yerler arasında en fazla 50 m (küçük eşkenar üçgenin kenarı) olabilir.

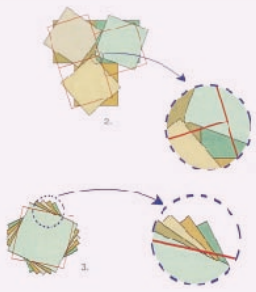


Kağıtların Değmesi



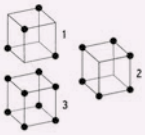
1. Herbiri 3 kare içeren 2 tabaka.

2. Dokuz. Herbiri 3 kare içeren 3 tabaka. Merkez bölümü genişletilerek gösterilmiş. Bu çözüm, 1'in çözümüne benzer. Yalnız üst ve alt tabakalar arasına yeni bir tabaka sokulmuş ve üst ve alt tabakaların birbirine değmesi için karelerin arası biraz



açılmıştır.

3. Sonsuz. Kareler iskambil kağıtlarının yelpaze biçimi açılışı gibi konulmuştur. 5 kare yerde iken 6. karenin nasıl konulacağı gösteriliyor. (kırmızı çizgi). 6. karenin diğer 5 kareye değdiğine dikkat ediniz.



İltoz uyduları

1. Dört. Küpün alterne eden köşelerinin üstünde. Bunlar dev bir dörtyüzlünün köşelerini oluşturur.

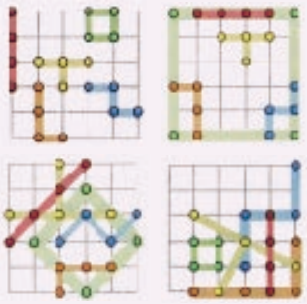
2. Altı. İki karşıt köşe hariç, 8 köşeden herbiri üzerinde 1 uydu. 6 köşe üç boyutlu bir altıgenin köşeleridir.

3. Sekiz. Her köşe üzerinde 1 uydu. Sekiz uydu daha büyük bir küpün köşelerine karşılıktır.

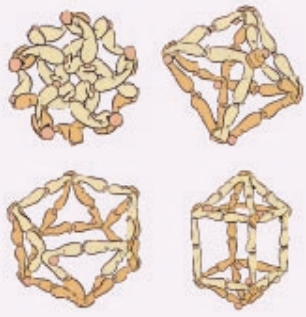
Uranya Postaları

Hediyeyi kutuya koyar, kutuyu kendi asma kilidinizle kapar ve arkadaşınıza yollarsınız. Bu kilide uyan anahtarı olmadığından o kutuyu açamaz. Yolladığınız pakede kendi asma kilidini açık olarak ekler ve pakedi size geri yollar. Şimdi elinizde iki asma kilit vardır: Kendinizin olan ve arkadaşınıza ait olan. Kendi kutunuzu açar ve bu defa arkadaşınızın asma kilidiyle kapatıp yollarsınız. O da pakedinizi kendi anahtarıyla açar.

İltoz Takım Yıldızları



İltozda Akrobasi



1. Beş. Her akrobat diğer 4 astronottan herbirinin kolunu veya bacağını tutar.

2. Altı. Böylece bir sekiz yüzlü (oktahedron) oluşur. On. Böylece bir beşgen antiprizma (aralarında üçgenlerden oluşan bir kuşak bulunan iki beşgen) veya iki karşıt yüzünde birer piramid bulunan bir küp oluşur.

Kaybolan Yüz

Burada ünlü Amerikan bilmece yaratıcısı Martin Gardner'in çizim ustalığından başka birşey yok. Üst resimde çizginin altında kalan bölümler bir sola kaymış.

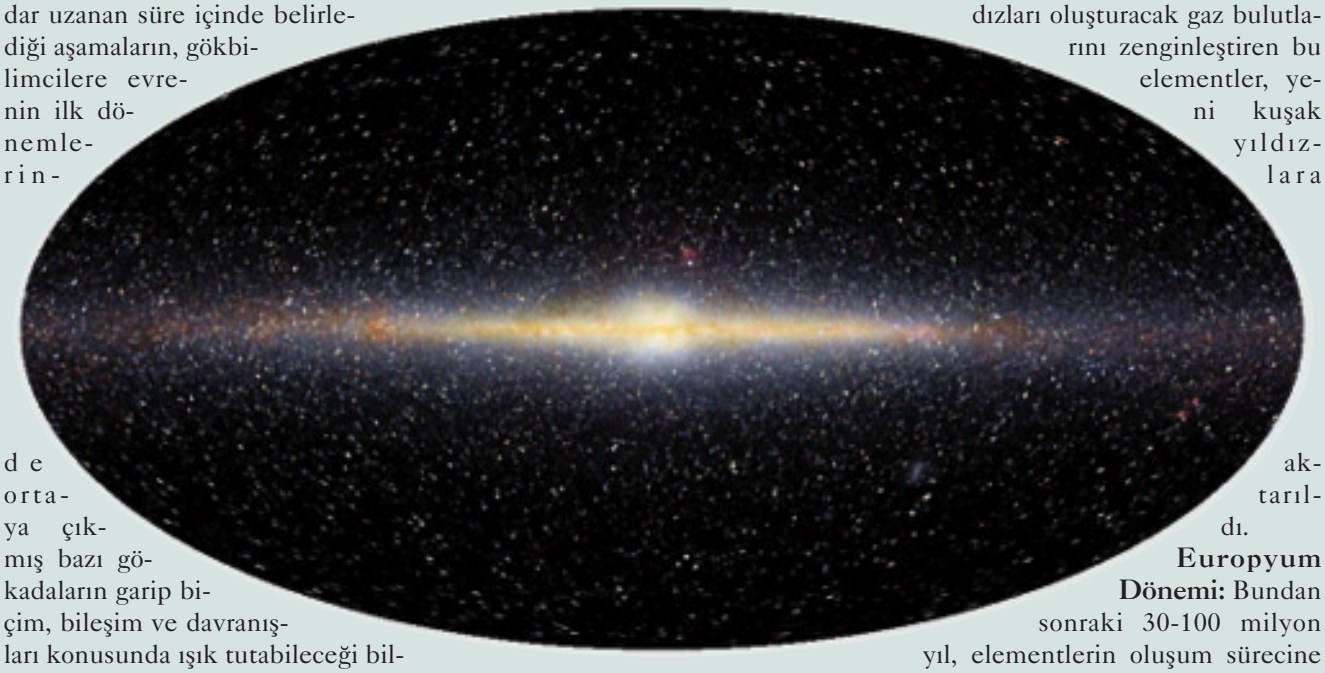


Raşit Gürdilek

Samanyolu Takvimi

Gökadamız Samanyolu'nun gençlik dönemlerinde demirden ağır metallerin nasıl oluştuğunu araştıran bir grup Amerikalı gökbilimci, kimyasal elementlerin gökada çapında oluşumunun çeşitli aşamalarını belirlediler.

Oklahoma City Community Üniversitesi'nden Debra Burris'in yönetimindeki ekibin, Büyük Patlama'dan, birkaç milyar sonrasına kadar uzanan süre içinde belirlediği aşamaların, gökbilimcilere evrenin ilk dönemlerinde ortaya çıkmış bazı gökadaların garip biçim, bileşim ve davranışları konusunda ışık tutabileceği bildiriliyor.



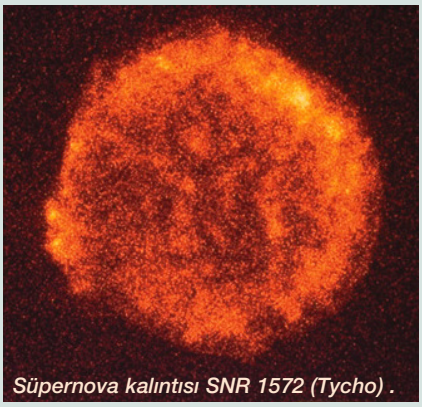
Ekibin bu bulgulara ulaşmak için, Samanyolu halesinde 100 kadar yıldızı incelemiş. Yıldızlar seçilirken bunlaqrın Güneş'e görece yakın, yaşlı ve metal bakımından Güneş'ten en az 10-100 kat fakir olmalarına dikkat edilmiş. Gökbilim dilinde Büyük Patlama'da oluşmuş hidrojen ve helyum dışındaki tüm elementlere metal deniyor. Bazı metaller, kendilerini üreten yıldızlar belli bir olgunluk noktasına gelmeden oluşmadıkları için, gözlenen yıldızlardaki bu metallerin oranı, gökadanın ilk dönemlerindeki koşullar ve yıldız popülasyonları konusunda yeni araştırmalara ışık tutabilecek.

Debra Burris ve arkadaşlarının gözlemleri sonucu oluşturdukları gökada takvimi şöyle:

Yıldız Öncesi Dönem: Büyük Patlama, hidrojen, döteryum (ağır hidrojen), helyum ve lityum elementlerini üretiyor.

Dev Kütleli Yıldızlar Dönemi: Gökadamızda ağır elementler oluşumunun ilk aşamasına damgasını vuran, Güneş'ten en az 10 kat daha kütleli, ve en fazla birkaç milyon yıllık ömürleri olan dev yıldızlar. Bu süperdevler, bilinen elementlerin hepsinden az miktarda üretmiş olmakla birlikte, bunların imzaları, strontium, ytrium ve zirkonyum gibi elementlerin bolluğu. Süpernova patlamalarıyla uzaya saçılan ve yeni yıldızları oluşturacak gaz bulutlarını zenginleştiren bu elementler, yeni kuşak yıldızlara aktarıldı.

Europyum Dönemi: Bundan sonraki 30-100 milyon yıl, elementlerin oluşum sürecine Güneş'ten 8-10 kat daha kütleli yıldızlar egemen oldu. Bir öncekilere göre biraz daha uzun ömürlü olan bu yıldızlar, Samanyolu'nun baryum, europyum gibi daha ağır elementlerle, periyodik tablonun lantalidler grubunun seryum gibi öteki elementlerle zenginleşmesini sağladılar.



Süpernova kalıntısı SNR 1572 (Tycho) .

Çifte Kabuk Dönemi: Önceki aşamalardan oldukça farklı olan ve Samanyolu'un oluşmasından sonraki ilk 100 milyon yıldan, 1 milyar yıla kadar olan dönemi kapsayan bu dönemde egemenlik, Güneş'ten 3-7 kat daha kütleli yıldızlara geçti. Bu yıldızlar daha çok strontiyum ve baryumun yanı sıra lantanidler grubunun öteki bazı özel elementlerini ürettiler. Yalnız bu üretime, süpernova patlamaları yerine yıldızların ömürlerinin son aşamalarında merkezlerindeki nükleer tepkimeler kaynaklık etti. Bunların üretimine damgasını vuran, Güneş'tekini daha çok andıran element çeşitliliği.

Demir Dönemi: Gökadamızın oluşmasından sonra 1. ve 3. milyar yıllar arasında Güneşimizden biraz daha kütleli beyaz cüce yıldızların meydana getirdiği süpernova patlamaları, büyük miktarlarda demir oluşturdu. Samanyolunun kimyasal çorbasına bu dönemde büyük miktarda demirin katıldığının bir kanıtı, toplam metal oranları Güneş'ten 100 kat daha az olan yıldızlarda daha ağır elementlerin görece azalması.

Yaklaşık 10 milyar yıl önce sona eren bu dönemin ardından, gökadamızın ağır element envanterine en çok lityum katılmış. Ama bu lityum bolluğunun kaynağı tam olarak bilinmiyor.

Günümüzün ayna çapı ve teknoloji açısından en gelişkin teleskopları bile, yüksek kırmızıya kayma özellikleri gösteren çok uzak gökadalardaki yıldızları teker teker gözleyemiyorlar. Bu nedenlerle Samanyolu ve Yerel Grup'taki öteki gökadalardaki en yaşlı yıldızların incelenmesi, evrenin ilk dönemlerindeki element oluşumuna ışık tutabilecek temel araç olmaya devam ediyor.

NASA Basın bülteni, 14 Kasım 2000

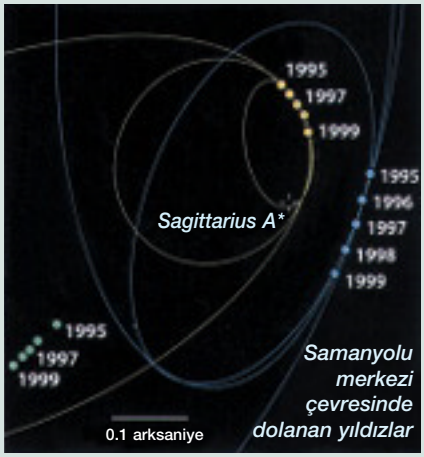
Samanyolu Merkezindeki Sürat Pisti

Gökbilimciler, çevresindeki yıldızların yörünge ve hızlarını hesaplayarak gökadamız Samanyolu'nun merkezinde dev kütleli bir karadeliğin bulunduğu yolundaki kanıtları güçlendirdiler. Karadelik adayı olan Sagittarius A* adlı radyo dalgaları kaynağının yakınlarında bulunan 100 kadar parlak dev yıldızın hızlı devinimleri, geçtiğimiz yıllarda gökbilimcilerin dikkatini çekmişti. Büyük teleskoplar, kızılötesi detektörler ve yüksek çözünürlükteki görüntüleme teknikleriyle yapılan gözlemler sonucu bu yıldızların saniyede 1400 km gibi yüksek hızlarla yol aldıkları ortaya çıktı. Ancak merkezdeki karadeliğin varlığını kanıtlayabilmek için çevresindeki yıldızların yalnızca hızlarının değil, aynı zamanda ivmelerinin de ölçülmesi gerekiyor. Çünkü ivmelenmenin hızı ve yönü, yay içinde kalan kütlenin büyüklüğünü ortaya çıkarıyor.

Los Angeles'teki California Üniversitesi (UCLA) gökbilimcilerinden Andrea Ghez ve ekip arkadaşları, 10 metre ayna çaplı Keck I teleskopuyla yakın kızılötesi dalgaboyunda dört yıl boyunca alınan görüntüleri karşılaştırdıklarında, Sagittarius A*'nın 0.4 arksaniye yakınında bulunan üç yıldızın hareketinin bir yay çizmeye başladığını farkettiler. Bu, ivmelenme vektörünü ortaya koyuyor. Yıldızların hareketlerinden, bunların Sgr A*'nın 0.05 arksaniye (0.006 ışık yılı ya da 60 milyar km) yakınında 2.6 milyon Güneş kütlesindeki bir cisim tarafından çekildiği anlaşılıyor. Ancak Ghez ve ekip arkadaşları bu ivmelenme ve hızın tek bir değil, birkaç olası yörünge için de geçerli olabileceğini hesaplamışlar. Bunlardan, karadelik adayına en yakın olanları, SO-1 ve SO-2 olarak adlandırılıyor. Araştırmacılar, bilim dergisi Nature'da yayımladıkları gözlem sonuçlarında, olası yörüngelerine göre SO-1'in karadelik çevresinde bir dönüşünü 35-1200 yılda, SO-2'ninse, 15-550 yıl arasında tamamlayabileceğini açıkladılar. Bu durumda bir olasılıkla bir yıldızın gökadamız merkezi çevresindeki tam turunu en az bir kere gözleyebileceğiz.

Gözlemler, ayrıca gökada merkezindeki karanlık kütlenin, şimdiye kadar sanıldığından en az 10 kat daha yoğun olduğunu ortaya koymuş bulunuyor. Bu da kütlenin, Güneş'ten Mars'a olan uzaklık kadar bir alanı kapladığını gösteriyor. Araştırmacıların hesaplarına göreyse öylesine küçük bir alan kaplayıp da böylesine güçlü bir kütleçekim etkisi yaratan bir cisim, ancak karadelik olabilir.

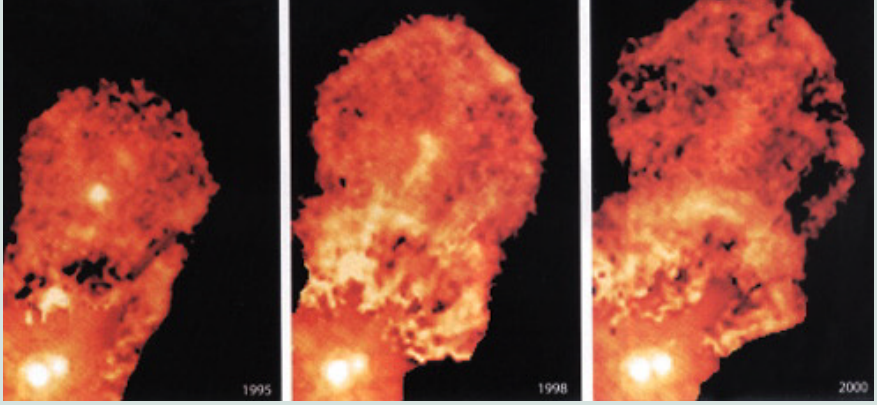
Gökbilimcilerin, Samanyolu'nun merkezindeki karadelik adayı konusunda tam bir görüş birliğine varmalarını önleyense, karadelik adayının olağanüstü sessizliği (ya da karanlığı). Normalde bu tür karadelikler, çekimlerine yakalanan gazın olay ufkuna düşmeden önce delik çevresinde büyük bir hızla dönen bir kütle aktarım diski oluşturmaları ve disk içinde ışığa yakın hızda dönen maddenin sürtünme nedeniyle olağanüstü sıcaklıklara kadar ısınıp X-ışını yayımlamasıyla kendilerini belli ediyorlar. Oysa çevresindeki yıl-



dızların güçlü rüzgarlarıyla beslenmesi gereken Sgr A* karadelik adayı çevresinde böyle bir ışıma görülmüyor. Gökbilimciler, bunu Sgr A*'ya düşen maddenin "adveksiyon" denen bir süreçle, yani diskteki maddenin enerjisinin, ışınım yoluyla yayımlanmaya fırsat kalmadan yutulmasına bağlıyorlar. Anlaşılan gökadamızın karadeliği, uykuya yatıp şimdiye kadar yediklerini sindirmeye çalışan bir dev değil, aksine yemeğini neredeyse nefes almadan yutan doymak bilmez bir canavar.

Nature, 21 Eylül 2000
Sky & Telescope, Aralık 2000

Bebek Yıldızın Gazı



Boğa-Arabacı Takımyıldızları yönündeki dev moleküler bulut, bize en yakın yıldız oluşum bölgesi. 450 ışıkyılı uzaklıktaki bulut, çok sayıda yeni doğmuş ve hayli değişken yıldız içeriyor. Orta ve küçük boyutlardaki bu yıldızlar, Güneşimizin doğduktan birkaç milyon yıl sonraki görünümünü andırıyorlar: Gaz ve tozdan oluşmuş disklerle çevrililer. Bunlardan biri, Hyades açık yıldız kümesinin arkasında bulunan XZ Tauri (Boğa) adlı 1 milyon yaşında olan ve parlaklığı 10 ve 12 kadir arasında değişen bir yıldız. Hubble Uzay Teleskopu'nun keskin gözleri, bu yıldızın, aslında birbirlerinden 40 Astronomik Birim (1 AB = Dünya'nın Güneş'ten uzaklığı = 150 milyon km) uzaklıkta iki yıldızdan oluşmuş bir sistem olduğunu belirledi. Bu durumda yıldızlar, birbirlerine Dünya'nın Plüton'a olan uzaklığı kadar bir mesafeden. Gökbilimcilerin asıl ilgisini çekense, ikili sistemdeki yıldızlardan birinin (hangisinin olduğu bilinmiyor) çevresindeki diskin iç bölgelerinden kaynaklanan muazzam bir gaz fışkırması. Hızı, saniyede 150 kilometre olan gazın oluşturduğu sorguç, yalnızca otuz yaşında ve resimlerden de izlenebileceği gibi son beş yıl süresince büyük ölçüde genişlemiş bulunuyor. Gaz bulutunun kenarları, 1995'ten 1998'e kadar dikkat çekecek ölçüde parlaklaşmış. Bunun anlamı, bu bölgenin soğumaya başlaması ve iyonlaşma düzeyinin azalması. Azalan iyonlaşma oranıysa, daha çok ışığın yayımını sağlıyor. Görüntülerde, dış balonun soğuyup genişlemeye başlamasının ardından, kaynağa daha yakın bir yerde ikinci bir baloncuğun daha gelişmeye başladığı izlenebiliyor. Bu da yeni oluşan yıldızlarda birbiri peşisıra kütle atımı sürecinin yaşandığını gösteriyor.

Disklerle çevrili genç yıldızlarda genellikle bu tür balon ya da sütun (jet) biçimli fışkırmalar görülüyor. Gökbilimciler, bunu, diskten içeri doğru düşen maddenin genç yıldızların güçlü manyetik alanınca yakalanıp kutuplardan püskürtülmesiyle açıklıyorlar. Resimlerdeki yapay renkler, hidrojen ve kükürt atomlarının yaydığı ışığı gösteriyor.

Sky & Telescope, Aralık 2000

Trapezyum'un Sıcak Devleri ve Cüceleri

Chandra X-Işını Teleskopu, Dünya'ya en yakın yıldız oluşum bölgelerinden biri olan Orion (Avcı) Bulutsusu'nun merkezindeki genç yıldızların hemen tümünün, sanılandan çok daha sıcak olduğunu ortaya koydu. Orion Bulutsusu, aynı adı taşıyan takımyıldızdaki "Avcı"nın belindeki kılıç üzerinde, çıplak gözle de izlenebilen bir yıldız oluşum bölgesi. Bölgede Orion Bulutsu Kümesi (Orion Nebula Cluster – ONC) adlı kümede çok geniş bir yelpazede kütlelerle ortaya çıkan yaklaşık 2000 kadar genç yıldız, 10 ışık yılı yarıçaplı bir alanda toplanmış durumda. Bir karşılaştırma yapılırsa, bizim Güneşimizin bulunduğu aynı büyüklükte bölgede yalnızca birkaç yıldız bulunuyor. ONC'nin merkezinde dev kütleli 5 yıldızın belirlediği Orion Trapezyum Kümesi diye adlandırılan ve daha genç yıldızlardan oluşmuş bir küme bulunuyor. 1.5 ışıkyılı yarıçaplı bir alana kümelenmiş yıldızların ortalama yaşı 300 000 yıl. Kümenin merkezinde bulunan ve kütleleri Güneş'in 15 ile 30 katı arasında değişen dev yıldızların ışığı, tüm Orion Bulutsusu'nu aydınlatıyor.

Chandra'nın yüksek çözünürlükteki görüntüleri, bazı sürprizleri de birlikte getirdi. Bunların başında, yıldızların sıcaklığı geliyor. Verilere göre Trapezyum'un dev yıldızları, bilinen en sıcak yıldızlar. Sıcaklıkları 60 milyon derece. Oysa şimdiye kadar belirlenen en parlak dev yıldızların sıcaklığı, 25 milyon dereceyi aşmıyordu. Trapezyumun dev beşlisi, yakıtlarını öylesine hızlı yakıyorlar ki, çevrelerinde oluşan ve dıştan aydınlanan gaz ve toz diskleriyle çevrili Güneş benzeri ya da daha küçük yıldızlar, daha oluşumlarını tamamlamadan ömürlerini tamamla-

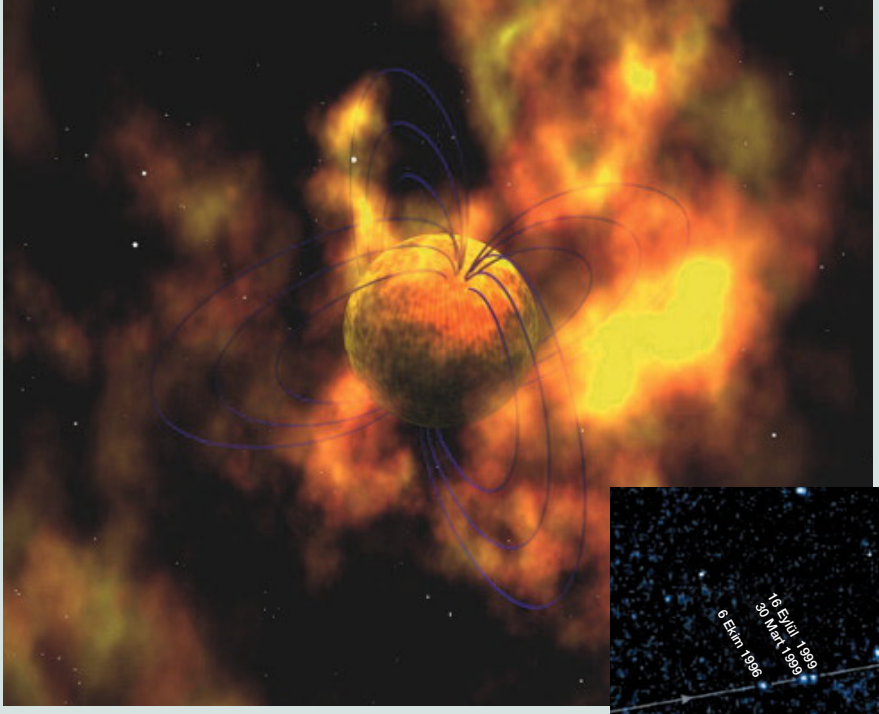


yıp birer nötron yıldızı ya da karadelik olacaklar. Aşırı sıcaklık, yalnızca Trapezyum'un devlerine özgü değil. Chandra'nın X-ışını algılayıcıları, büyüklüklerine olursa olsun, bölgede var olan ya da oluşma evresindeki tüm yıldızların bu aşırılıktan nasiplerini almış olduğunu belirldi. X-Işını dalga boylarında bu yıldızlar, son derece hareketli. Parlaklıkları sürekli olarak, bazen yarım gün içinde, bazen haftalar süren periyodlarla değişiyor.

Güneş gibisinden düşük kütleli yıldızlar, genellikle gençlik dönemlerinde, olgunluk evrelerine göre 1000 kat daha fazla X-ışını yayıyorlar. Gökbilimciler bu X-Işını fazlalığını, yıldızın ekseni etrafında dönmesiyle ilgili manyetik alan hareketleriyle ilintilendiriyorlar. Bu nedenle, Güneş ve benzeri yıldızların yüzeylerindeki manyetik fırtınaların oluşturduğu parlamaların sıcaklığı çok yüksek oluyor. Ancak Trapezyum bölgesindeki küçük kütleli yıldızlarda böyle parlamaların görülmemesi ve Chandra'nın belirlediği yıldız tayflarındaki sıcaklığın parlama sıcaklıklarının çok üstünde olması, bu X-Işını kaynaklarının ya henüz oluşmalarını tamamlamamış genç "önyıldızlar" olduklarını, ya da şimdiye kadar bilinmeyen yeni bir yıldız grubu oluşturduklarını gösteriyor.

Gökbilimciler, beş dev yıldızdaki aşırı sıcaklık dereceleriniyse, yıldızların hızlı ve güçlü rüzgarlarıyla sürüklenen maddenin, daha ağır ve yoğun maddeye çarpmasının oluşturduğu şoklara bağlıyorlar.

NASA basın bülteni, 9 Kasım 2000





Ziyaretçi Nötron Yıldızı

Hubble Uzay Teleskopu'nun keskin gözleri, sesten hızlı bir jet uçağının 100 katı hızla üzerimize doğru gelen bir nötron yıldızı belirledi. RX J185635-3754 olarak tanımlanan gökcismi, atalarımızın bir milyon yıl kadar önce görmüş olmaları gereken bir süpernova patlamasının kalıntısı. Büyük kütleli ve kısa ömürlü yıldızların ömrünü noktalayan bu patlamadan arta kalan sıkışmış çekirdek, yalnızca New York'un ünlü Manhattan Adası büyüklüğünde ve çelikten 10 trilyon kat daha yoğun. Güney gökküredeki Güney Tacı takımyıldızı bölgesinde saptanan bu gezgin nötron yıldızı, gökbilimcileri oldukça heyecanlandırmış durumda. Nedeni, üzerimize doğru geliyor olması değil. Çünkü hesaplamalara göre Dünyamıza en yakın noktaya 300 000 yıl sonra gelecek. Bize en yakın olduğu mesafe de 170 ışık yılı olacak. Güneş'in en yakın komşusu olan Alfa Centauri'nin uzaklığıysa yaklaşık 4 ışık yılı. Yani 40 trilyon km. kadar. Heyecanın nedeni, yalnız gezginin yakınlarında, onun görüntüsünü etkileyebilecek bir yıldız bulunmaması. Bu da gelecek kuşaklardaki gökbilimcilere, bu tür yıldızların yaşları, parlaklıkları, büyüklükleri konusunda dedelerinden edindikleri bilgileri doğrulama olanağı sunacak olması.

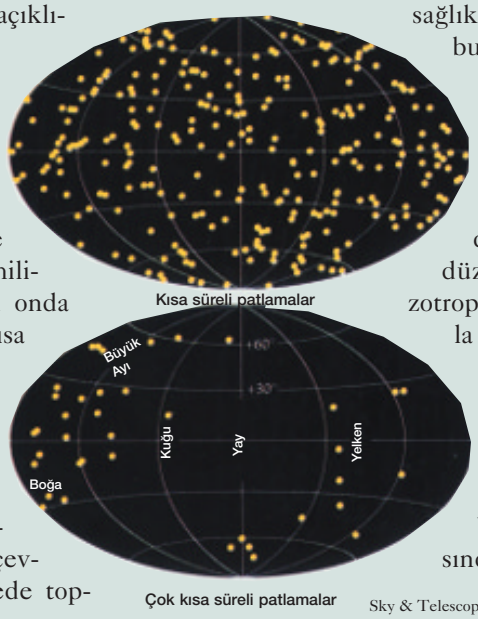
NASA basın bülteni, 9 Kasım 2000

Gökte Gama Bölgesi

Amerikalı üç gökbilimci, çok kısa süreli bazı gama ışını patlamalarının, gökyüzünün belli bir bölgesinde, uzun süreli "klasik" patlamalarından daha yakında ve daha farklı bir renkte meydana geldiğini öne sürüyorlar.

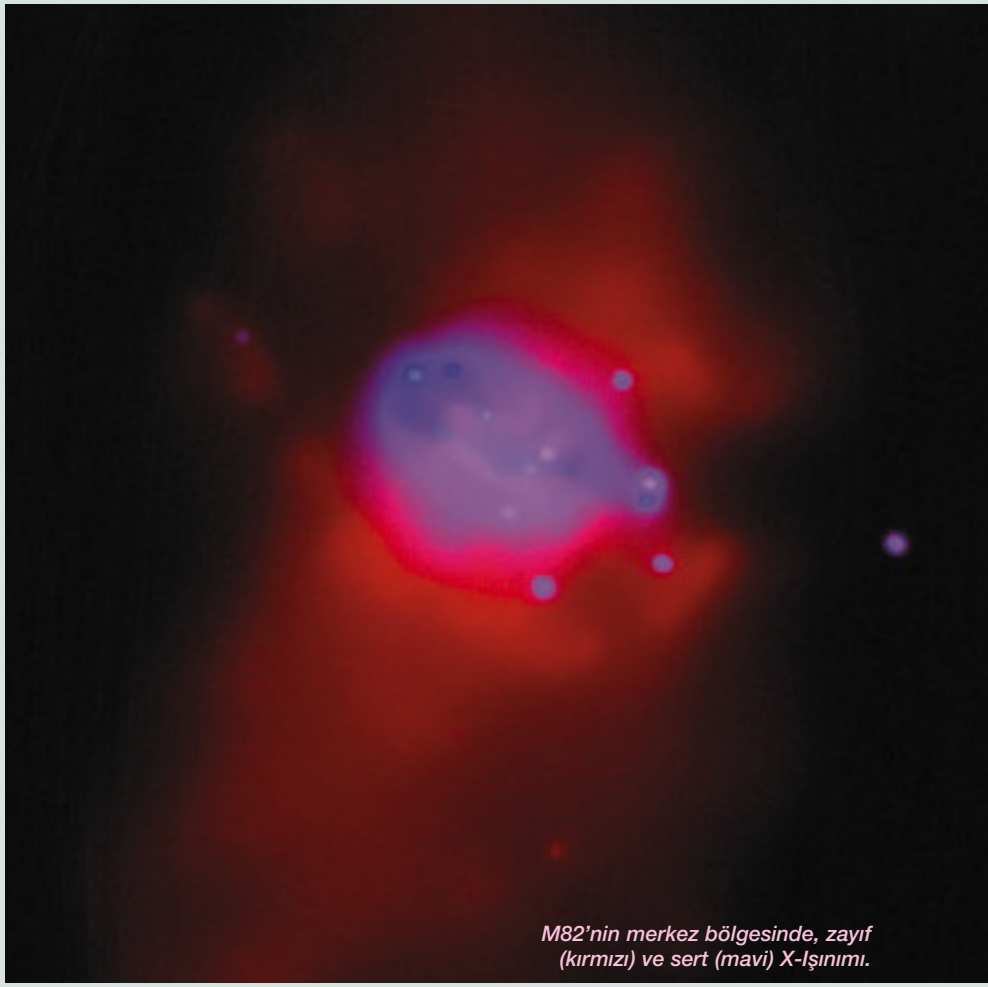
Gama patlamalarının büyük çoğunluğu gökyüzünün hemen her yerine rasgele dağılmış bir biçimde görülüyorlar ve kozmolojik ölçekteki uzaklıklarda evrenin çok uzak bölgelerinde meydana geliyorlar. Bunun anlamı, çok eskiden, 15 milyar yaşında olduğu sanılan evrenimiz henüz çok gençken meydana gelmiş olmaları. Gama patlamalarının kaynağı tam olarak bilinmiyorsa da son yıllarda yaygınlık kazanan bir açıklamaya göre çok büyük kütleli yıldızların aniden çökerek karadelik haline gelmeleri sonucunda ortaya çıkıyorlar. Bu modele göre yıldızın çöken merkezi hemen bie karadelik oluşturuyor ve dış katmanları karadelikçe yutulmadan önce çok kısa bir süreyle, yoğun bir disk halinde deliğin çevresinde dönüyorlar ve diskten kaynaklanan manyetik çizgiler, zıt yönlerde ışığa yakın hızlarda yol alan madde fışkırmalarına neden oluyorlar. Bu fışkırmalardan biri eğer bizim yönümüze doğru geliyorsa biz bu fışkırmayı (jeti) gama ışını olarak algılıyoruz. Bazı gökbilimciler, "klasik" gama patlamalarının uzaklık nedenini, evrenin ilk aşamalarında, henüz gökadalar oluşmadan önce ortaya çıkan ve yüzlerce Güneş kütlesindeki süperyıldızların, kısa ömürleri sonucu çökmeleriyle açıklıyorlar.

Los Angeles'teki California Üniversitesi (UCLA) gökbilimcilerinden David B. Cline ve arkadaşları 100 milisaniye (saniyenin onda biri) ya da daha kısa süreli az sayıda patlamanın, gökyüzünün bir tarafında, Kuğu, Büyük Ayı ve Boğa takımyıldızlarının çevrelediği bir bölgede toplandığını gözlemişler. Ekip, bu kategorideki patlamaların, klasik patlamalar gibi uzaklığa işaret eden ve evrenin genişlemesi sonucu ortaya çıkan "zaman sarkışı" olgusu göstermediklerini, ayrıca çok daha enerjik olduklarını gösteren mavi renkte bulunduklarını belirlemiş. Cline ve arkadaşları, bu patlamaların kaynaklarının ne olabileceği konusunda sağlıklı bir öngörüde bulunabilecek durumda olmadıklarını söylüyorlar. Başka gökbilimcilerse patlamaların dağılımındaki düzensizliği (anizotropi) ilginç bulmakla birlikte, bunun yeni gözlemlerle ortadan kalkabilecek rastlantısal bir toplanma olabileceği uyarısında bulunuyorlar.



Sky & Telescope, Aralık 2000

M82'de İkiz Karadelikler



M82'nin merkez bölgesinde, zayıf (kırmızı) ve sert (mavi) X-Işınımı.

Yerel gökada kümemizin kapı komşusu olan M82 gökadası, küçüklüğüne karşın ateşli bir gökada. Nedeni, komşusu M81 ile kısa bir süre (yaklaşık 100 milyon yıl) önce bir yakın geçiş etkileşimine uğramış olması. Bu tür gökadalarda alışılageldiği üzere, pıtrak gibi yıldız oluşturuyor. Chandra X-ışın Teleskopu'nun, gelişkin CCD algılayıcılarla donatılmış görüntüleme spektrometreleri, gökadanın merkez bölgesinin özellikle hareketli ve olağanüstü sıcak olduğunu belirledi. Yaklaşık 40 milyon K sıcaklıktaki plazma, gökadanın 1 kiloparsek (3260 ışıkyılı) çapındaki merkez bölgesini dolduruyor. Kendi gökadamız Samanyolu'nda yıldızlararası ortamda rastlanabilen maksimum sıcaklıklarsa 1-2 milyon K civarında ölçülmüş. Bu bölgede süpernova zincirleriyle beslenen muazzam basınç, M82'nin güçlü galaktik rüzgarını (elektrik yüklü enerjik parçacık akımı) gökadalar arasındaki boşluğun derinliklerine kadar uzatıyor. Chandra'nın yüksek çözünürlükteki görüntülerinin incelenmesi, bu merkez bölgede ayrıca orta büyüklükte bir karadelikle, birbiri çevresinde dönen daha küçük karadelik çiftlerinin varlığını ortaya koymuş bulunuyor.

Yaklaşık 12 milyon ışıkyılı uzaklıkta, Yerel Grup gökada kümesinin hemen dışında bulunan M82, yaydığı uzak kızılötesi ışınım şiddeti, optik parlaklığı aşan gökadalardan bize en yakın olanı. En içteki yaklaşık 1600 ışıkyılı çaplı bölgede olağanüstü bir yıldız oluşum süreci yaşanıyor. Görünür diskinin çapı 38 000 ışık yılı (Samanyolu'nun yaklaşık üçte biri), dinamik kütlesi de yaklaşık 15 milyar Güneş kütlesi olan ve küçük bir gökada sayılabilecek M82, son 5-50 milyon süresince her yıl yaklaşık 10 Güneş kütlesindeki gaz ve tozu yıldızlara dönüştürüyor. Büyük kütleli yıldızların yaşamını noktalayan süpernova patlamaları da olağanüstü bir sıklıkta gerçekleşiyor. Gökadada yaklaşık her 10 yılda bir süpernova patlaması meydana geliyor.

Gözlemciler, Chandra'nın 1999'da gönderdiği verileri daha önce İleri Kozmolojik Astrofizik Uydusu (ASCA)nın göndermiş olduğu verilerle karşılaştırmışlar. Gökadadan gelen zayıf (0.5-2.0 keV) X-ışınları akısı her iki uydunun verileriyle örtüşürken, güçlü (sert) X-ışınları bandında (2-10keV) Chandra'nın ölçtüğü miktar, ASCA'nınkine göre belirgin ölçüde az çıkmış. Gözlemciler bu azalmayı, bir ya da daha çok X-Işını kaynağından gelen ışınımın değişken nitelikte olmasıyla açıklıyorlar. Chandra'nın duyarlı algılayıcıları, M82'den gelen sert X-ışın akısının yüzde 60-75'inin nokta kaynaklardan geldiğini belirlemiş.

Gökadada eskiden beri izlenen en parlak nokta kaynak olan CXOM82'den gelen sert ışınımın, Chandra'nın son gözlemlerinde azaldığı belirlenmiş. Gökbilimciler bu kaynaktan gelen ışınımdaki değişimleri, merkezde güçlü bir karadeliğin varlığına kanıt olarak değerlendiriyorlar. Karadelik yakınına sokulan bir gaz kütlesi ya da yıldız yakaladığında delik çevresinde oluşan diskte ışığınkine yakın hızlarla dönen ve sürtünmeyle ısınan parçacıklar güçlü X-ışınları yayıyorlar. Karadeliğin gıdası tükendiğinde ya da azaldığındaysa, delik çevresinden gelen ışınım da azalıyor. Chandra'nın gözlemlerini eski gözlemlerle karşılaştıran gökbilimciler, CXOM82'nin, 400-500 Güneş kütlesinde, gençlik ve büyüme evresinde bir karadelik olduğu görüşündeler. Son yıllarda başka örnekleri de belirlenen bu "orta sıklet" karadelikler, X-Işınları kaynağı ikili yıldız sistemlerinde belirlenen ve dev kütleli tek bir yıldızın yakıtını tüketip çökmesiyle oluşan "yıldız kütleli" karadeliklerle, genellikle büyük gökadaların merkezinde bulunan, bazıları milyarlarca Güneş kütlesinde olan "dev kütleli karadelikler" arasında bir ara durak.

Chandra'nın belirlediği bir başka ilginç oluşum da, birbiri etrafında



M82'nin merkezinde, sert X-Işını yayan nokta kaynaklar.

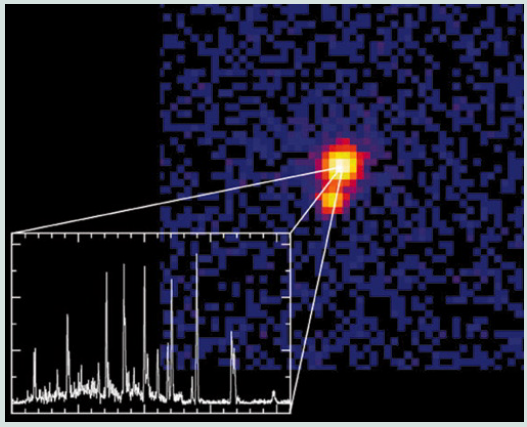
dolanan karadeliklerin oluşturduğu ikili sistemler. Chandra'nın verileri, sert X-ışını yayan nokta kaynaklardan en az altısının böyle ikili karadelik sistemi olduğunu ortaya koymuş bulunuyor. Bunların yaydığı ışınım, süpernovalardan geriye kalan çok yoğun nötron yıldızları için belirlenen Eddington limitini aşıyor. Ayrıca sert banttaki parlaklıkları da ikili karadelik sistemlerinin imzasını taşıyor.

Bu ikili karadelik sistemleri, önümüzdeki yıllarda M82'yi gökbilimin odağı haline getirebilir. Çünkü Einstein'ın genel görelilik kuramının sonuçlarından biri de, çok büyük kütleli cisimlerin kütleçekim dalgaları yaymaları. (Bkz. Kütle Çekim Dalgası Peşinde, Bilim ve Teknik, Sayı 395, Temmuz 2000) Bu dalgalar, kuramsal öngörülere karşın henüz belirlenebilmiş değil. Ancak gökbilimciler, bunların dolaylı işaretlerini saptayabiliyorlar. Bu dalgaları oluşturabilecek şiddetteki olaylar için başlıca adaylarsa, nötron yıldızlarının, ya da kara deliklerin birbirleriyle çarpışması. Kütleçekim dalgalarını saptamak için LIGO adını taşıyan ilginç tasarımlı bir yer gözlem istasyonu kurulmuş bulunuyor. Ayrıca NASA, LISA adı verilen bir projeyle, kütleçekim dalgalarını interferometre (girişim ölçümü) yoluyla belirleyecek bir uydu dizgesini de uzaya göndermeye hazırlanıyor. M82'deki karadelik ikizlerinin ne zaman birleşecekleri belli değil. Ama şöyle yakınlarda tüm gezegenimizle birlikte bir uzayıp bir kısaldığımızı hissedersek, bunun sorumlusunu kim olduğunu bulmak için en azından nereye bakmamız gerektiğini biliyoruz.

Science, 17 Kasım 2000

Dev Yıldızlar da Güneş Gibi

NASA'nın Chandra X-Işını Teleskopu, dev kütleli yıldızların Güneşimize sanıldığından daha çok benzediklerini ortaya koydu. Chandra'nın gönderdiği verileri inceleyen gökbilimciler, "O sınıfı" diye adlandırılan ve bizim yıldızımızdan en az 10 kat daha kütleli yıldızların da, Güneş gibi manyetik halka yapılarına sahip oldukları sonucunu çıkardılar. Chandra'nın gözlediği yıldız, Orion (Avcı) takımyıldızının "kemerini" oluşturan üç yıldızdan doğu-batı yönünde ilki olan Zeta Orionis. Bu, Güneş'ten 30 kat daha büyük, 30 kat daha kütleli ve 100 000 kat daha fazla enerji yayan bir "süperdev". Bizim tek bir yıldız olarak gördüğümüz Zeta Orionis'in bir özelliği de, aslında bir ikili yıldız sistemi olması; yani daha küçük bir ortakla birbirlerinin çevrelerinde dönmeleri. Teleskop, yıldızın çevresinde iyonlaşmış sıcak gazın yaydığı X-ışınlarını gözledi. Çok yüksek derecelere kadar ısınan gaz içinde bulunan atomların (+) elektrik yüklü çekirdekleri çevresinde dolanan (-) yüklü elektronların bazıları, enerjileri arttığından yörüngelerinden koparak serbest kalıyorlar ve dolayısıyla, yüksüz durumdayken (+) yüklü hale gelen (iyonize olan) atomlar, özel dalgaboylarında ışın yaymaya başlıyorlar. Yıllar boyunca Güneş'i inceleyen gökbilimciler, X-ışını yayan plazma (iyonlaşmış atomlarla serbest elektronların oluşturduğu sıcak gaz çorbası) yoğunluklarını belirlemek için iyonize olmuş bazı atomların, özellikle de elektronlarından ikisini yitirmiş helyumun yaydığı tayf çizgilerinden yararlanıyorlardı. Gözlerini daha uzaklara çevirmiş bulunan Chandra ise, yüksek çözünürlüklü kameralarıyla, ileri derecede iyonize olmuş demir, oksijen ve öteki bazı elementlerin yaydığı güçlü X-ışınları belirledi. Bunlardan, 14 elektronundan 12'sini yitirecek derecede ısınmış olan silisyum atomlarının yaydığı ışınım, sıcak "O" sınıfı yıldızların çevresindeki yoğun morötesi ışınım bölgesindeki plazma yoğunlukları için özellikle iyi bir gösterge. Gözlemler, yıldızın çevresinde gazın olması gerekenden 1000 kat daha yoğun olduğu bölgeler belirledi. Bu yoğunluk, yıldızın yüzeyinin hemen üstündeki bölgedeki atmosfer katmanlarının olması gerektiği yoğunluğa eşit. Böylesi yoğunluklar, yıldız yüzeyinin uzağında ancak manyetik halkalar içinde bulunabilir. Bu da O sınıfı yıldızların da (G sınıfından olan) Güneşimiz gibi manyetik halkaları olduğunu gösteriyor. Ancak bu, Gökbilimciler için yanıtlanması güç bazı sorunlar yaratıyor: Önceleri, bu tür dev yıldızlarda gözlenen güçlü X-ışınlarının, Güneşimizde olduğu gibi yıldızın üst atmosferindeki bir sıcak "taç" (corona) tabakasınca oluşturulduğu düşünülüyordu. Daha sonra bu görüş terk edildi ve X-ışınlarının, dev yıldızların güçlü rüzgarlarının oluşturduğu şok dalgalarınca yaratıldığı düşüncesi egemen oldu. Ancak Chandra'nın bulguları, bu görüşü de geçersiz kılıyor; çünkü sözkonusu yoğunluklar şok dalgalarının gerekli hıza ulaşabilecekleri yoğunluktan çok daha fazla.



Bir başka soru da bu manyetik halkaların nasıl ortaya çıkıp varlıklarını sürdürebildikleri. Çünkü O sınıfı yıldızların merkezlerinde konveksiyon (akışkanların hareketi sonucu ısı aktarımı) bölgeleri bulunmasına karşılık, dış katmanlarında konveksiyon bölgeleri olmadığı düşüncesi yaygın. Oysa manyetik halkaların ortaya çıkıp ayakta kalabilmeleri için, konveksiyon bir zorunluluk.

NASA basın bülteni 18 Ekim 2000

Sel Baskınlarına Karşı Yüzen Barajlar

Aniden bastıran sağanağın yol açtığı sel suları, siz daha kapıya ulaşamadan evinizi basmak üzere ve siz dışarıya şöyle bir göz atıp gazetenizi okumaya devam ediyorsunuz,öyle mi? Demek ki önleminizi almışsınız. Sular bahçenize ulaştığında yerden yükselen duvarlar selin yolunu değiştirip yuvanızı koruyacak. Hollandalı bir inşaat mühendisi, sizin güvenliğiniz için yaratıcı tasarımlar geliştiriyor. Johann van den Noort adlı mühendis, önce strafordan (plastik köpükten) bir "duvar" yapıyor, bunu daha geniş bir alüminyum ya da saç çerçeve içine yerleştiriyor ve bunları binanın çevresinde yere gömüyor. Bir sel baskını halinde sular, bir boru aracılığıyla metal kabın içine doluyor ve hafif strafor duvar, suyla birlikte yükselerek bir baraj oluşturuyor. Sel geçtiğinde yuvadaki su bir pompayla boşaltılıyor ve duvar yeniden toprağa giriyor. Mühendis, "Yaptığım iş, toprağı suya karşı korumak için gene suyu kullanmak" diyor. Van den Noort'un geliştirdiği bir yüzer baraj, Hollanda'da bir fabrika tarafından başarıyla denenmiş. Aynı sistemin evlerin, işyerlerinin, hatta kasabaların korunmasında da kullanılabileceği belirtiliyor.

Bir İsveçli inşaat mühendisiyse, çok daha basit bir yöntemle, öyle yüzer baraj falan inşa edecek zaman bırakmayan acil durumlarla başedebilmek için pratik bir yöntem geliştirmiş. Yaptığı, sellerin tehdit ettiği kent için bir koruyucu set inşa etmek. Ancak bu iş, kum torbası yerleştirmek için geçecek zamanın 50'de biri süre içinde ve çok daha az insan gücüyle gerçekleştirilecek. Geodesign firmasının mühendislerinden Sten-Magnus Kullberg'in geliştirdiği çözüm, kargo nakliyeciliğinde kullanılan ahşap kasa duvarlarını yanyana dizmek, üzerlerini naylon örtülerle kaplamak ve arkalarına "L-demirden" destekler koymak. Demir destekler sel sularının basıncını karşılıyor ve suların yön değiştirmesini sağlıyor. Kullberg'in barajı, hem ülkesi İsveç'te, hem de Almanya'da kentleri sel sularından kurtarmış.



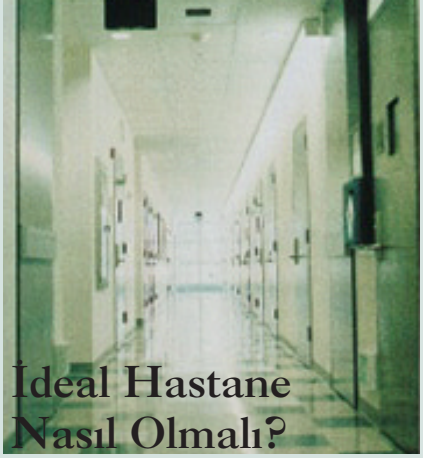
Discover, Kasım 2000

Klimalı İtfaiyeciler

Bir Kanada firmasının geliştirdiği özel itfaiyeci giysileri yangın söndürmeyi yalnızca kutsal bir görev değil, aynı zamanda ferahlatıcı bir egzersiz haline getirmeye aday. Mustang Survival firmasının geliştirdiği, dalgıçların giydiği türden bedene yapışan giysi, poliüretan kaplı esnek naylondan iki tabakadan oluşuyor. Tabakalar birbirine o şekilde yapıştırılıyor ki, iç tabaka düz, üstteki tabakaysa pütürlü. Böylece giysinin üstünde, birbirleriyle irtibatlı çok sayıda kesecik kalıyor ve bunlar suyla dolduruluyor. Giysi sıvı suyu geçirmiyor ancak su buharı rahatlıkla geçebiliyor. Böylece itfaiyeci alevlere yaklaştıkça kesecikterdeki su buharlaşarak giysinin dış katmanından geçip dışarıya çıkıyor. Ve buharlaşma sıcaklığı da birlikte götürdüğünden alevlerle boğuşan itfaiyeci, bunu rahatlık verici bir serinlik duygusu içinde yapıyor.



New Scientist, 4 Kasım 2000



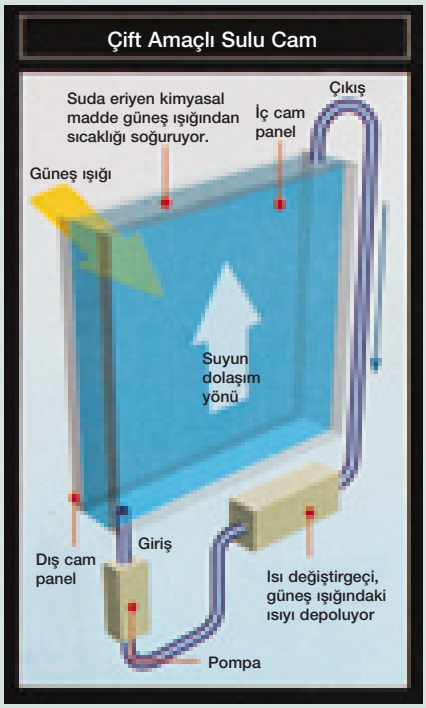
İdeal Hastane Nasıl Olmalı?

Büyük ve modern bir hastane yaptıracaksınız. İçinde hastaların tedavi göreceği 30 bölüm olacak; doktorlar, hemşireler, hastabakıcılar bunlar arasında sürekli dolaşacak. Bu odaları en mantıklı biçimde nasıl yerleştirirsiniz? Çok düşünmeyin. Nasıl olsa birazdan pes edeceksiniz. Bir çözüm önerseniz bile büyük olasılıkla yanlış çıkacak. Çünkü aslında Nug30 adlı bu uygulamalı matematik probleminin çözümü göründüğü kadar kolay değil. Saniyede 100 trilyon farklı çözümü zihninizde tartabilseniz bile, ideal çözüme ancak evrenin yaşından yüz kat daha uzun bir sürede (1.5 trilyon yılda) ulaşabileceksiniz!.. Ancak Iowa Üniversitesi'nde matematik ve yönetim uzmanı olan Kurt Anstreicher, işin içinden çok daha kısa sürede çıkmış. Tabii, bunun için Argonne Ulusal Laboratuvarı'ndaki bazı arkadaşlarının yardımını almış. Ve de başkalarının. Dünyadaki çeşitli üniversitelerle temasa geçerek buradaki gönüllülerin bilgisayarlarını bu işe koşmalarını sağlamış. Çok sayıda bilgisayarın tek bir makineymiş gibi çalışmasına olanak veren Condor yazılımı kullanan ekip, araştırmaya katılan bilgisayarlarla İnternet üzerinde bir ağ oluşturmuş. Bir genel koordinatör, çeşitli bilgisayarlardan gelen verileri, serbest olanlara kontrol ettirip bunların sonuçlarının geri iletilmesi işlemini koordine etmiş. Optimal olmayan çözümlerin hızla ayıklanması sonucu olası çözümlerin sayısı "yalnızca" 12 milyara inmiş. Daha sonra ekip, 2500 bilgisayardan oluşan ağla doğru çözümü bir hafta içinde elde etmiş.

Nug30 ekibinin asıl amacı, kente ideal bir hastane kazandırmaktan çok bilgisayar ağlarının gücünü göstermek. Anstreicher, yeni müşterilerin isteklerini de yerine getirmeye hazır. "Umarım biri telefon edip bir bilgisayar yongasının ya da bir pilot kabininin en etkin kullanım için nasıl tasarlanabileceğini sorar," diyor.

Discover, Kasım 2000

Sıcağa ve Soğuğa Çare: Sulu Pencereler



Bir İngiliz mühendis, geliştirdiği sulu pencerelerin özellikle büyük şirketleri yüklü ısıtma ve soğutma masraflarından kurtaracağı görüşünde. Yeni pencerenin mucidi Frederick McKee, yapıları yaz-kış çalışanların rahat edeceği bir sıcaklıkta tutmanın hayli pahalı bir iş olduğuna dikkat çekerek, klimatizasyon maliyetinin büyük bölümünü, yazın işyerlerini serinletme işleminin oluşturduğunu vurguluyor. McKee'ye göre geliştirdiği pencereyse, binaların kışın ısıtılması, yazınsa soğutulması görevini büyük ölçüde yerine getirecek. Sistem, günümüz binalarının pek çoğunda ısı yalıtımı için kullanılan "ısıcam" temeline dayanıyor. Ancak iki cam plaka arasındaki hava boşluğuna, bu kez su pompalanıyor. Suda eriyen bir kimyasal madde Güneş ışığındaki kızılötesi enerjiyi soğuruyor ancak görünür yelpazedeki ışık hiçbir engelle karşılaşmaksızın binanın içine geçiyor. Cam boşluklarındaki su, pompa sayesinde bir ısı değiştirgecinden geçiyor ve elde edilen ısı daha sonra kullanılmak üzere depolanıyor. Ya da suyun tuttuğu enerji, depolanmaksızın binanın gölgede kalan görece soğuk bölümlerine pompalanabiliyor.

Kışın da sulu pencereler, ofis binası içindeki sıcaklığı soğurup sonra tekrar içeriye veriyor. Yani sistem, kışın ısıtılmasına, yazın da serinletilmesine gerek olmayacak binalar yapılmasına olanak sağlıyor.

Mucit, 10 katlı bir binayı ısıtıp soğutmanın yıllık maliyetinin yaklaşık 150 000 pound (yaklaşık 150 milyar TL) olduğunu, oysa sulu pencerelerle bu maliyetin 3 milyar TL'ye kadar düşeceğini öne sürüyor.

Bazı inşaat ve mühendislik firmalarının yetkilileriyse tasarımı "son derece akıllıca" diye nitelendirmelerine karşılık, asıl sorunun bunu insanlara benimsetme olduğu görüşünde birleşiyorlar. Bir mimarlık firmasının sahiplerinden Tim McFarlane, "insanlar pencerelerinden sürekli su pompalanmasını kolay benimseyemezler; sistemin su sızdırması, ya da toptan bozulması halinde ne olacağını düşünürler" diyor.

New Scientist, 28 Ekim 2000

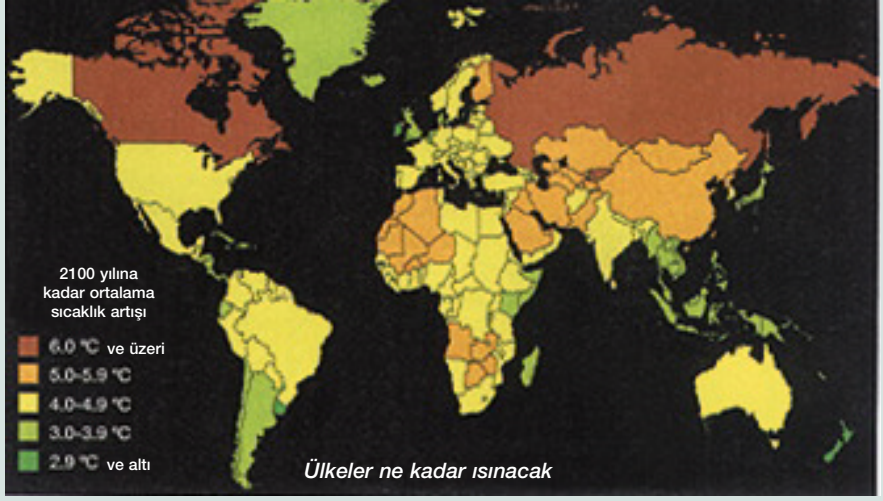
Saat 12'yi 70 Geçiyor!..



Japonlar, size yalnız zamanı değil, aynı zamanda ne kadar şişman olduğunuzu da bildiren bir saat geliştirdiler. Saat üzerindeki bir çift elektrot üzerine parmağınızı bastırdığınızda, saatin pilleri parmağınızdan küçük bir elektrik akımı geçirerek içindeki elektrik direncini ölçüyor. Bu direnç, bedeninizdeki yağ miktarıyla orantılı. Daha önce cinsiyetiniz, boyunuz, ağırlığınız ve yaşınızla ilgili verileri yüklemiş olduğunuz saat, bu yolla size bedeninizdeki yağın ağırlığınıza oranını gösteriyor.

New Scientist, 4 Kasım 2000

Yoksulların Kaderi



Ülkeler ne kadar ısınacak

Sanayileşmiş ülkelerde üretilen sera gazlarının küresel ısınma üzerindeki etkisi konusunda artık kimsenin kuşkusu kalmadı. Bu etkinin önümüzdeki yüzyıl içinde kendini iyice belli etmesi bekleniyor. İngiltere'nin Norwich kentindeki East Anglia Üniversitesi'nde bulunan Tyndall İklim Değişimi Araştırmaları Merkezi'nin hesaplarına göre, yüz yıl içinde gezegenimizin yüzey sıcaklıkları 3-6°C kadar yükselecek. Büyük ölçüde zenginlerin neden olduğu bu durumdan en çok zarar göreceklerse yoksullar olacak. Neredeyse en yüksek sıcaklık artışlarının, sera gazlarının üretimine hemen hemen hiç katkısı olmayan, üstelik bugün bile çok güç koşullarla baş etmek zorunda kalan ülkelerde ortaya çıkması bekleniyor. Tyndall Merkezi'nce yürütülen çalışmanın sonuçlarına göre Doğu ve Orta Asya ile Orta Doğu, Kuzeybatı ve Güney Afrika'da ortalama sıcaklık, yüz yıl içinde beş derece yükselecek. İçlerinde büyük çöllerin ve bozkırların yer aldığı bu bölgeler, günümüzde de Dünya'nın en sıcak ve kurak bölgeleri. Bu bölgelerdeki ülkeler, küresel ısınmanın olumsuz etkilerini daha şimdiden duymaya başladılar bile. Özbekistan, Tacikistan, Afganistan ve İran bu yıl açlık tehlikesiyle karşı karşıya kaldılar.

En yüksek sıcaklık artışlarıysa Rusya ve Kanada'da görülecek. Bu ülkelerin kuzey kutbuna yakın bölgelerinde sıcaklığın, yüz yılın sonuna kadar 6 derece artması bekleniyor. Buna karşılık küresel ısınmadan en az etkilenecek altı ülkeyse, kuzey yarıkürede İrlanda ve İngiltere, güneydeyse Arjantin, Şili, Uruguay ve Yeni Zelanda. Bu ülkelerde sıcaklık artışının ortalama üç dereceyi geçmesi beklenmiyor.

Araştırmacılar sıcaklık artışlarının her ülkenin halkını nasıl etkileyeceğini bulmak için, bunların nüfuslarını beklenen sıcaklık artışlarına bölmüşler. Bu hesaba göre en çok zarar görmeye aday ülkeler Afganistan, Etyopya, Sierra Leone ve Tanzanya. Bu ülkeler, sıcaklık artışlarının her bir derecesinin etkileriyle baş edebilmek için gayrısafi milli hasılalarından kişi başına ancak 1000 dolar ayırabiliyorlar. Buna karşılık, etkiye en aza açık ülkeyse Lüksemburg. Burada aynı şey için kişi başına düşen miktar 8800 dolar.

Başka araştırmacılarsa, açıklanan bu sonuçları kuşkuyla karşılamak eğilimindeler. Aynı üniversiteden Mick Kelly, gelişme yolundaki ülkelerin çoğunun, kuraklık ya da sel baskınları gibi iklimsel felaketlerle baş edebilmekte tecrübe kazandıklarını söylüyor. Araştırmacıya göre sanayileşmiş ülkelerse büyük ölçüde, felaketlerle baş etme tecrübesini yeterince kazanmamış teknolojiye dayanıyor. Bu nedenle bunlar, iklim değişikliklerinden yoksul ülkelere kıyasla daha çok etkilenebilir.

New Scientist, 11 Kasım

Krater Enerjisi

İsveçli bir araştırma grubu, bir milyar yıl önce meydana gelmiş bir felaketten yararlanarak hem insanların rahatını artırmayı, hem de ülkeden atmosfere atılan karbondioksit miktarını azaltmayı planlıyor. Başkent Stockholm'deki Kraliyet Teknoloji Enstitüsü araştırmacılarından kurulu ekibin yapmak istediği, kentin hemen yanında bulunan, kısmen Mälaren gölünce örtülmüş durumda 10 km genişliğindeki bir meteor kraterinden jeotermal enerji elde etmek. Amaç, yerel ısıtma sistemlerinde yararlanılan fosil yakıt kullanımını azaltmak.

Proje yöneticisi Herbert Henkel, elde edilecek enerjinin kış aylarında evlerin ısıtılmasında kullanılacağını belirtiyor. Yaşlı krateri araştırmacılar için çekici kılan özellik, meteor çarpmasının parçaladığı delikli kayaların bolluğu. Bu durum, jeotermal enerji için gerekli olan suyun kayaçlar içinde serbestçe akabilme koşulu için olumlu bir özellik. Ancak yine de projenin ilk aşaması, bu geçirgenliğin kanıtlanmasına yönelik test kuyularının açılmasıyla sınırlı olacak. Proje yetkilileri, kraterin altındaki geçirgen kayaların, büyük bir alan içinde 2 kilometre kadar derine indiğini belirlemişler. Bu derinliklerdeki suyun sıcaklığının, yerel ısıtma sistemleri için yeterli derecede olacağı sanılıyor.



Jeotermal enerjiyle elektrik üretimi için jeotermal kuyunun tepesiyle dibi arasında oldukça büyük bir sıcaklık farkı gerekli. Ancak İsveç'in sorunu elektrik üretimi değil. Ülkedeki nükleer ve hidroelektrik santrallarınca üretilen enerji, zaten talebin üzerinde. Aslında yeni jeotermal sistemlerin kurulması pahalı bir iş; ama Stockholm bölgesinde ısıtma için kullanılan ve petrolle çalışan üç termik santralca beslenen geniş bir boru şebekesi zaten kurulu durumda. Böyle olunca da yapılacak şey, sisteme yalnızca sıcak su boşaltmak. Henkel, krater altındaki sıcak kayaların toplam olarak 400 terawatt-saat enerji sağlayabileceğini, bunun da yöredeki evlerin yüzde 70'inin ısıtılmasına uzun yıllar yeteceğini hesaplıyor.

New Scientist, 28 Ekim 2000

Cep Telefonlarında Kulaklık Tehlikeli mi?

İngiliz Tüketiciler Derneği'nce (CA) Kasım ayında yayımlanan test sonuçlarına göre, yaygın inanışın tersine cep telefonlarında kulaklık kullanmak, başınızı telefonu doğrudan kulağa yaslamaya göre çok daha fazla mikrodalga ışınımına maruz bırakıyor. Ancak dernek, testlerin bu zararlı radyasyonu önlemenin basit ve ucuz bir yöntemini de ortaya çıkardığını açıkladı.

Daha önce yapılan pek çok deney, bir kabloyla telefona bağlı olan kulaklıkların, kullanıcının başına giren ışınım miktarını azalttığı sonucunu vermişti. İngiliz Tüketiciler Derneği'nin 5 ayrı tür telefon ve 10 ayrı marka kulaklıkla yaptığı testler, kulaklıkların, başa telefondan 3.5 kat daha fazla ışınım gönderdiğini belirlemiş. Testlerde ayrıca ışınım miktarının, kulaklıkla telefon anteninin ucu arasındaki mesafeye göre değiştiği de ortaya çıkmış. Sonuçlara göre anten ucuyla kulaklık arasındaki uzaklık 60 cm ve üzerindeyse, kulaktaki elektrik alanı



minimum düzeyine iniyor. Bu da telefonu kulaklıksız kullanmanın neden olduğu ışınımdan daha düşük bir düzey.

Tüketiciler Derneği araştırmacılarından Roy Brooker, telefon anteninin, kulaklık kablosunda mikrodalga frekanslı bir dalga indüklenmesine yol açtığını belirtiyor. Antenin, kulaklığa olan mesafesinin, dalga boylarının bir tamsayı toplamına eşit olması halinde kabloda bir akım oluşuyor. Kulaklıkta akım büyüklüğü sıfır olduğundan kulağa ışınım yüklenmesi riski en alt düzeye indirmiş oluyor. Ancak dış etkiler, örneğin radyo dalgaları, akımı etkileyebiliyor ve ışınım tehlikesinin hangi noktada asgariye indiğini belirsizleştiriyor.

Bununla birlikte dernek, kabloya "ferrit boğazı" denen demir alaşımlı bir halka takıldığında , aşırı radyasyonun giderildiğini açıkladı. Halka, dalgaya karşı yüksek bir empedans (direnç) oluşturup, akımı geri yansıtıyor.

Ancak İngiltere Ticaret ve Sanayi Bakanlığı, kendi testlerinin kulaklık kullanımının, çıplak telefon kullanımına göre radyasyon riskini önemli ölçüde azalttığına işaret ettiğinde ısrarlı. Bakanlık sözcüsü, kulaklığın, derneğin deneylerinde kullanılan manken kafası içindeki sıvı ve jeller üzerindeki etkisinin bilinmediğini vurgulayarak, derneği "daha bilimsel" deneyler yürütmeye çağırdı.

New Scientist, 11 Kasım 2000

Ameliyat Yarası İçin Yapıştırıcı

Bir ABD tıp gereçleri firmasınca geliştirilen "yara zamkı", kateterle yapılan "anahtar deliği" ameliyatlarında bile rahatlıkla kullanılabilen, iç kanama ya da doku hasarına yolaçan yaraların örtülmesi için yaygın kullanımlı pratik bir araç olma yolunda. Yaraların üstüne sürüldüğünde kanamayı ve acı veren tahrişatı durduran jel, ABD'nin yanısıra Fransa ve Almanya'da da hastanelerde deneniyor.

Massachusetts eyaletindeki Waltham kentindeki Confluent Surgical firmasının kurucusu Amarpreet Sawhney, ürün için "buna iç organlar için bir yara bandı diyebilirsiniz" ifadesini kullanıyor. Gerçi dikiş yerine yapışkan maddelerle örtülmesi çok yeni bir uygulama değil. Ama Sawhney'e göre, kullanılanlar genellikle zar biçimli yara bantlarıydı ve yapıştırıldıkları yerlerden kayabiliyorlardı. Ayrıca bunlar, ancak bedenin açıldığı klasik ameliyatlar sonrtasında elle yara üzerine yerleştirilebiliyordu.

Yeni ürünün özelliğiyse, aynı anda püskürtülen iki ayrı kimyasal maddenin birleşmesiyle oluşan bir jel olması. Böylelikle, biyopsi gibi, beden içine sokulan hortumların ucundaki kesicilerle gerçekleştirilen ameliyatlarda bile yaranın üzerine sürülebiliyor. Jel, parlak mavi renkte olduğu için ameliyatı gerçekleştiren doktorca ekranda rahatlıkla izlenebiliyor ve böylece istenen yere istenen miktarda sürülebiliyor. Jel, altındaki yara iyileştikten sonra bir hafta içinde kendi kendine eriyip kayboluyor. En büyük yararı, ameliyat edilen organ ya da dokunun, ameliyat sonunda yaradan sızan kan nedeniyle beden içinde başka organ ya da dokulara yapışmasını önlemesi. Ameliyat sonrasında sıkça rastlanan bu komplikasyon, hastalara büyük acı veriyor ve genellikle ikinci bir ameliyatla giderilebiliyor.



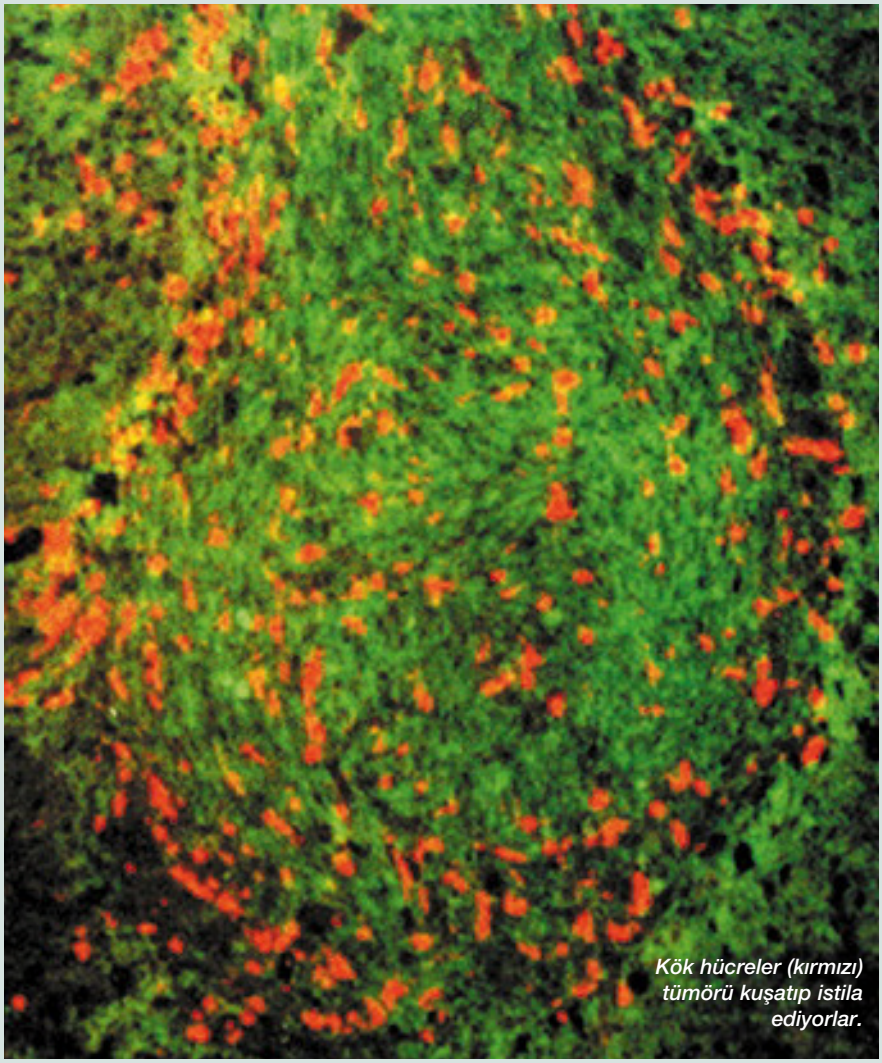
Sawhney, ürününün geleceği konusunda güvenli. Şimdiye kadar 60 kadar hastada denendiğini ve hiçbirinde sorun çıkmadığını söylüyor.

Firmanın yeni hedefi, yara jeliyle tümörlerin yok edilip edilemeyeceğini belirlemek. Sawhney ve ekibi, jelin bir tıkaç işlevi görmek için damar içine enjekte edilebileceği özel aletler geliştirmişler. Tümörler, büyüyüp genişleyebilmek için kanla beslendiklerinden, oluşturdukları damarlar tıkanınca küçülüp yok oluyorlar.

Aynı araç, patlayan araba lastiklerinin onarımına benzeyen bir süreçle, patlayan kalp çeperlerine "kaynak yapmak" için de deneniyor.

New Scientist, 28 Ekim 2000

Kök Hücrelerden Acil Müdahale Gücü



Kök hücreler (kırmızı) tümörü kuşatıp istila ediyorlar.

Bedenimizde sınırlı sayıda bulunan henüz uzmanlaşmamış kök hücreler, aralarında beyin ve omurilik hasarları ve felçler de olmak üzere çok sayıda acil duruma yetişmek için hazır bekleyen bir gönüllü yardımcılar ordusu olarak tanımlanabilir. ABD Sinirbilim Derneği'nin New Orleans'da yapılan yıllık toplantısında kök hücreler gene başroldeydi. Kongreye katılan birçok ekip, bu hücrelerin, özellikle başka yerlere göç edebilme yeteneklerinin, ölü dokuların yenilenmesinde ya da gereken tedavinin yalnızca gereken yerde uygulanabilmesinde büyük umutlar vaat ettiklerini dile getirdiler.

Araştırmacılar kök hücrelerin genç beyinlere nakledilmesi halinde hızla yayılabildiklerini eskiden beri biliyorlardı. Ancak yeni deneyler, yetişkin beyinlerde meydana gelen zedelenmelerin de kök hücreleri harekete geçirdiğini ortaya koymuş bulunuyor. Boston'daki Harvard Tıp Fakültesi'nden Evan Snyder'a göre "Beyin normalliğini yitirdiğinde alışılmış kurallar da değişiyor". Snyder, artık birçok araştırmacının, sinir sisteminden kök hücreler alıp bunları kültür ortamında çoğalttıktan sonra sisteme yeniden enjekte edebildiklerini belirtiyor. Araştırmacı, bu hücrelerin daha sonra kendiliklerinden hasarlı bölgeye göçettiklerini ve bazen dokuyu tamir ettiklerini de vurguluyor.

Yale Üniversitesi'nden Jeffrey Kocsis ise, nöronlar yerine glia denen yardımcı beyin hücrelerini yenilemenin daha iyi bir strateji olabileceğini düşünüyor. Omurilik yaralanmalarının çoğunda omurilik boyunca uzanan aksonlar (sinir hücrelerinin mesajlarının iletildiği uzantılar) kesilmiyor. Ancak darbe ya da ezikler, aksonları saran myelin adlı yalıtkan kılıf dokusunu öldürüyor, böylece çıplak kalan aksonlar sinyal iletemez hale geliyorlar. Kocsis ve arkadaşları, maymunların omuriliklerinde akson kılıflarını yokeden hasarlar oluşturmuşlar. Sonra yaralı maymunların beyinlerinden henüz uzmanlaşmamış sinir hücreleri alarak çoğaltmışlar ve bunları yara yakınına enjekte etmişler. Hücrelerin hasarlı aksonları bularak bunları yeniden myelinle sarmaya başladıklarını gösteren belirtiler ortaya çıkmış. Teknik insanlar da da başarılı sonuç verirse, multiple sclerosis gibi, hareket yeteneğini aşırı ölçüde sınırlayan hastalıkların tedavisi için umut ışığı yanacak.

Bir başka ekip, omurilik ucundaki nöronları öldüren bir virüs aşılayarak denek sıçanların felç olmasına yol açmış, daha sonra da bunların yarısına farelerden aldıkları sinir kök hücreleri aşılamış. Hücreler felçli bölgeye koşmuş ve 8 hafta sonra, kontrol grubundaki genel felç sürerken hücre aşılanan farelerin yarısının bacaklarını kısmen oynatabildikleri belirlenmiş. İnsanlardan alınmış kök hücrelerse, sıçanlar üzerinde etkili olmamış.

Kök hücreler, beyinde de yollarını bulup hasarlı dokuya erişebiliyorlar. Boston Çocuk Hastanesi'nden Barbara Tate, sıçan beyinlerinin bir tarafına Alzheimer hastalarında görülen plakaları oluşturan Amyloid proteini aşılamış. Kontrol grubundaki sıçanlardaysa aynı bölgeye zararsız proteinler aşılanmış. Tate ve ekibi daha sonra beynin öteki tarafına kök hücreler aşılamışlar. Hücreler beynin iki lobunu ayıran yarığı geçerek Amyloid tepeciklerine ulaşmışlar, ama kontrol grubundeki zararsız proteinlerle hiç ilgilenmemişler.

Kök hücreler, özel tedavi araçlarının istenen noktaya iletilmesinde de taşıyıcı görevi yapabilir. Beyin tümörleri, beyin dokusunun birçok yerine ipliksi uzantılar gönderip bağlanıyor ve bu nedenle tümörlerin tümüyle ortadan kaldırılması güçleşiyor. Boston Çocuk Hastanesi'nden Karen Aboody, Snyder ve arkadaşlarıyla ortaklaşa yürüttüğü bir deneyde kök hücrelere, tümörleri küçülten bir protein kodlayan gen aşılamış. Daha sonra bu hücreleri sıçan beyinlerindeki çok sayıda noktaya aşılayan ekip, kök hücrelerin yalnızca tümörleri kuşatmakla kalmayıp, uzantılarını da kovaladıklarını belirlemiş.

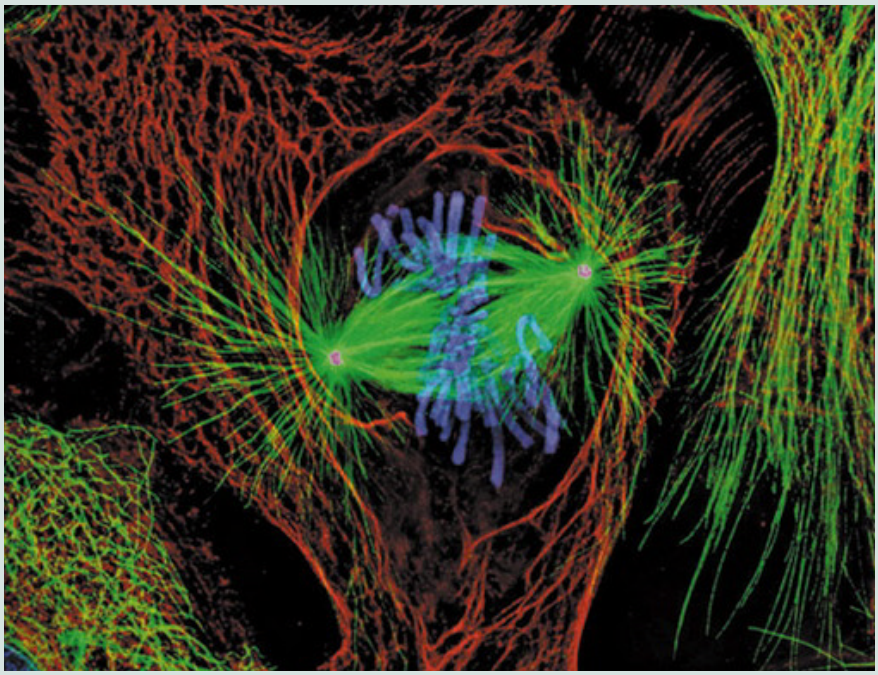
Science, 24 Kasım 2000

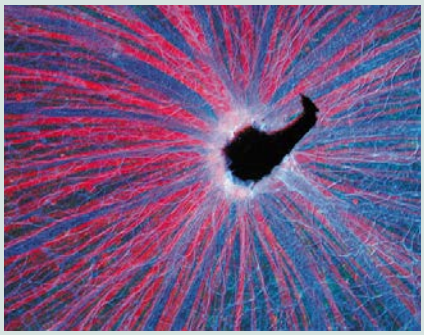
Olympus/Nature Fotograf Yarışması Sonuçları

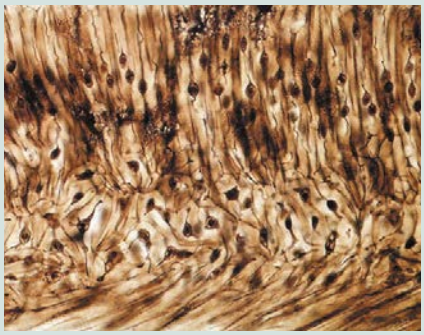
İngiliz Bilim Dergisi Nature ile fotoğraf makineleri yapımcısı Olympus firmasının ortaklaşa düzenledikleri Işık Mikroskopisi Fotoğraf Yarışması'nı, bir semender ciğer hücresinin bölünme anının görüntüleyen Alexey Khodjakov adlı bir araştırmacı kazandı.

New York, Albany'deki Wadsworth Center'da görevli bilim adamının gönderdiği görüntü, hücrelerin bölünme sürecinde temel rol oynayan "mitotik mekik"i tüm ayrıntılarıyla sergiliyor. Yapay olarak renklendirilmiş resimde Bordo renkli sentrozomlar yeni çekirdekler oluşturmaya hazırlanıyor. Bunlardan çıkan mikrotübül adlı uzantılar (yeşil) kromozomlar (mavi) üzerindeki kinetokorlarla etkileşiyor. Sistem, hücredeki öteki organlardan keratin liflerinden oluşan bir kafesle (kırmızı) yalıtılmış durumda. Görüntülemedeki ustalığı, Khodjakov'a kompakt dijital kamera teknolojisinin en yeni ürünü olan bir Olympus Camedia C-2500L kazandırdı.

İkinci ödül (Camedia C-2000 Zoom kamera) bir hamster gözünün retina tabakasında, ışık sinyallerini beyne taşıyan ganglya hücrelerinin aksonlarını (kırmızı) ve astrositleri (mavi gösteriyor) görüntüleyen Hong Kong'daki Çin Üniversitesi araştırmacılarından Eric Cho'ya verildi.







Üç.üncülük ödülüyse, (Olympus Camedia C-920 Zoom) fosilleşmiş bir bitki tohumunun mikrografıyla yarışmaya katılan Cardiff Üniversitesi araştırmacılarından Jason Hilton'a verildi.

Nature, 23 Kasım 2000

Besleyici Bir Gıda

Damak tadları gelişmiş Batılı "gurmeler" bir çanak dolusu midyeyi ıştahla atıştırır, bir istakoz için büyük paralar ödeyebilirler. Ama kendilerine bir tabak solucan ya da karınca ikram edildiğinde, herhalde kibarca reddedeceklerdir. Ancak Güney Amerika'da Amazon ormanlarının yerlilerine soracak olursanız bu müşkülpesent Avrupalılar, bu tutuculuklarıyla besleyici ve çevre dostu bir gıda kaynağından olduklarının farkında değiller.

Maurizio Paoletti adlı araştırmacı ve ekip arkadaşları, omurgasız canlıların Amazon bölgesindeki 32 etnik grup için önemli bir besi kaynağı olduğunu belirlemişler. En makbul yiyeceklerse, ağaçlardaki, ya da yere düşüp çürüyen yapraklarla beslenen türler. Bunlar arasında yer alan başlıca "yiyecekler" yaprak kesen "terzi" karıncalar, termitler, tırtıllar ve kalın toprak solucanları. Solucanlar, hele füme de edilmişlerse, Venezuella'daki Ye'Kuana halkı için tadına doyulmaz bir meze. Ye'Kuanalar, solucansız kalmamak için bunları daha kuru topraklara gömüp çoğalmalarını sağlıyorlarmış.



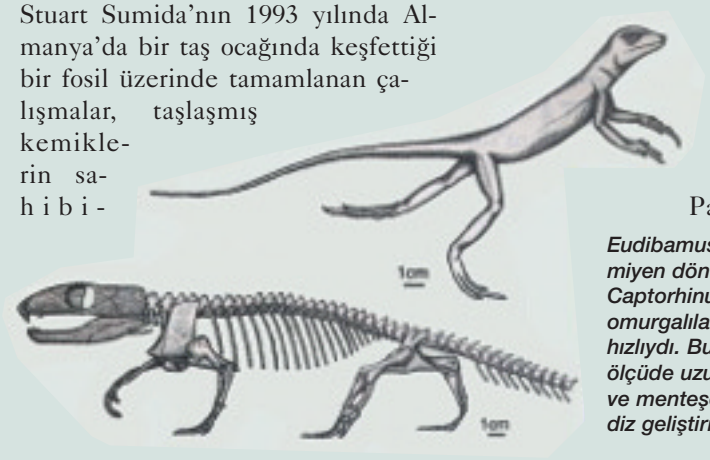
Yapraklar, amazon bölgesinde en büyük hacimdeki bitkisel maddeyi oluşturuyor. Dolayısıyla bunları yiyen hayvanlar da oldukça etkin ve besleyici bir gıda depolamış oluyorlar. Paoletti ve arkadaşları, solucan ve böcek yeme kültürünün, yerli halkların çevresel bir hasar yaratmadan doğal kaynaklardan yararlanmasının güzel bir örneği olduğunu söylüyorlar.

Nature, 23 Kasım 2000

Dik Yürüyen İlk Omurgalı

Amfibik hayvanlar 360 milyon yıl önce denizden karaya ilk çıktıklarında hareket etmenin eski ortamlarındaki kadar kolay olmadığını gördüler. İlk kara omurgalıları çok uzun bir süre, tel örgü altında sürünen askerler gibi dört bacak üstünde, gövdeleri sağa sola savrularak ilerleyebiliyorlardı. Paleontologlar, 210 milyon yıl önce çevik, iki ayak üzerinde yürüyen dinozorlar ortaya çıkana kadar evrimin ağır bir tempoda ilerlediğini düşünüyorlardı. Ancak, California Eyalet Üniversitesi araştırmacılarından Stuart Sumida'nın 1993 yılında Almanya'da bir taş ocağında keşfettiği bir fosil üzerinde tamamlanan çalışmalar, taşlaşmış kemiklerin sahibinin, iki bacağı üzerinde hızla hareket edebilen bir tür kertenkeleye ait olduğunu ortaya koydu.

Eudibamus cursoris adı verilen omurgalı, araştırmacılarca 25 santim boyunda ve otobur bir hayvan olarak tanımlanıyor. Toronto Üniversitesi'nden Robert Reisz'a göre hayvanın en dikkat çekici özelliği "sürat için yapılmış bir forma sahip olması". Hayvanın arka ayakları, öndekilerden %64 ve gövde kısmından da %34 daha uzun. Uzun parmaklı ayaklarının, *Eudibamus*'a oldukça hızlı hareket etme olanağı sağladığı düşünülüyor. Parmak uçlarında koşmanın sağladığı sürat yanında, toplam uzunluğunun yarısından fazlasını oluşturan kuyruğun da hayvanın çevikliğine katkıda bulunduğu anlaşılıyor. Böylesine büyük bir uzvu hareket ettirebilmek için gereken kas yapısının, *Eudibamus*'un arka bacaklarını da oldukça güçlü kılmış olması gerektiği araştırmacılarca vurgulanıyor. Uzun kuyruk ve güçlü kaslar, hayvanın ağırlık merkezini de kalçalarına yaklaştırmış. Bu da dik yürümek için büyük bir avantaj.





Eudibamus (yukarıda), permiyen döneminin, Captorhinus gibi omurgalılarından çok daha hızlıydı. Bunu, büyük ölçüde uzun arka bacaklar ve menteşeye benzeyen bir diz geliştirmesine borçlu.

Ama *Eudibamus* dik yürüyebilmek için yeni tür bir diz eklemi oluşturmuş. Bu da tüm öteki sürüngenlerden farklı olarak bacaklarını tümüyle gövdesi altına alma olanağı sağlamış. Sürüngenlerin ortak özelliği, bacaklarının vücutlarının yanından çıkması ve hareketlerini hantallaştırması.

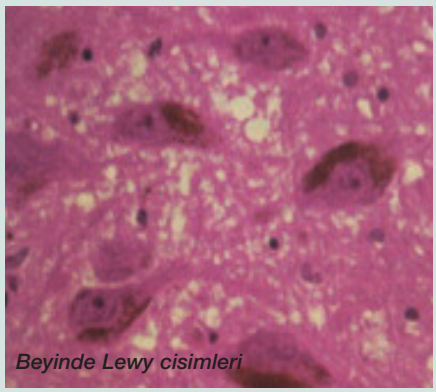
Science, 3 kasım 2000

Böcek İlacı Parkinson'a Yol Açıyor

Çiçekçilik ve su arıtmada kullanılan bir tür böcek ilacının, insanlarda Parkinson hastalığına yol açabileceği öne sürüldü. ABD'nin Georgia eyaletinde bulunan Emory Üniversitesi araştırmacıları, bazı bitki özlerinden elde edilen rotenone adlı böcek öldürücüsüne düşük düzeylerde de olsa uzun süre maruz kalmanın tehlikeleri konusunda uyarıda bulundular.

Araştırmacılar, kendilerine sürekli olarak düşük dozda rotenon aşılanan laboratuvar sıçanlarının yürümekte zorlandıklarını, ayaklarının titrediğini ve beyinlerinde Parkinson hastalarındakini andıran plakalar oluştuğunu açıkladılar. Emory ekibinden nörolog Tim Greenamyre, rotenonun aynı etkiyi insanlarda da göstermemesi için bir neden bulunmadığını vurguluyor.

Parkinson hastalığı, her 1000 insandan bir ya da ikisinde görülen dejeneratif bir sinir hastalığı. 50 yaşın üzerindeyse risk 10 kat artıyor. Hastalar, hareketleri üzerindeki kontrollerini kısmen yitiriyorlar, yürüyüşleri ağırlaşıyor ve kasları genellikle titreme yapıyor. Bu ve başka bazı hastalık belirtilerinin ortaya çıkış nedeni, vücudu hareketlendiren dopamin adlı bir tür kimyasal haberciyi üreten beyin hücrelerinin (nöronlar) tahribata uğraması. Bu bozulmaya paralel olarak Lewy cisimleri denen lifli protein tabakaları oluşup beyin dokusunda birikiyor.



Beyinde Lewy cisimleri

Rotenone, Güney ve Orta Amerika halklarının yüzyıllar boyunca balık avlamak için kullandıkları bazı bitkilerden elde ediliyor. Sentetik böcek öldürücü ilaçların tersine, çevrede kolaylıkla parçalandıkları için tehlikeli olmadığı sonucuna varılıp yaygın kullanım kazanmıştı.

Ancak Emory Üniversitesi araştırmacıları bu ilacı farelerin kan dolaşımına aşıladıklarında ilacın hayvanların beyinlerinde dopamin nöronlarını öldürdüğü ve Lewy cisimleri gibi plakalar oluşturduğu görülmüş.

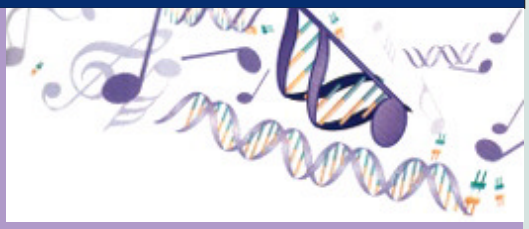
Pennsylvania Üniversitesi'nden Parkinson uzmanı Benoit Giasson'a göre insanların rotenone adlı böcek öldürücüsünün etkilerine maruz kalmasıyla ilacın farelere doğrudan aşılanması çok farklı şeyler. Ancak uzman, gene de rotenone kullanımı konusunda daha dikkatli olmamız gerektiğini vurguluyor.

Nature, 9 Kasım 2000

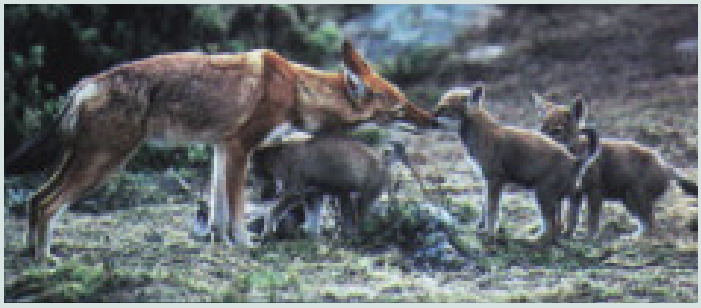
BilimNet



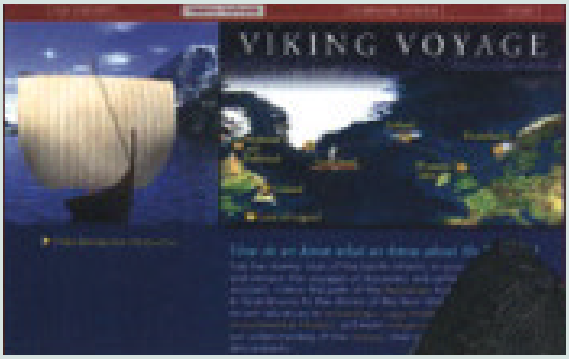
CERN'den Canlı Yayın: Karşımadde
Evrendeki maddenin %90'dan fazlasını oluşturduğu halde karanlık maddeyle ilgili bilgiler hala karanlıkta. Ama meraklı öğrenciler ve fizikçiler, meraklarını gidermek için artık doğrudan en yetkili kaynaklardan birine başvurabilecekler: Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı (CERN). Ünlü araştırma kurumu 18 Kasım'dan bu yana tesislerinde karşımadde üretimini "canlı" olarak sunuyor. Meraklılar antiproton üretim merkezinin kontrol odasına girerek üretimi canlı olarak izleyebilirler. Site ayrıca deneyler için ayrıntılı bilgiler de veriyor, ve karşımaddenin gelecekteki olası kullanım alanları konusunda öngörülerde bulunuyor
www.livefromcern.web.cern.ch/livefromcern/antimatter/index.html



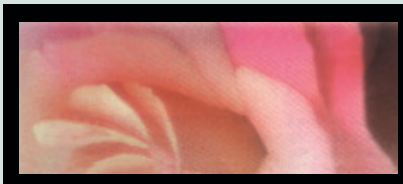
Gen Senfonisi
Bilimden çok eğlence gibi görünse de bazıları genetik şifremizi müziğe çevirmekten hoşlanıyor anlaşılan. 1983'te biyolog David Deamer DNA suiti adlı bir çalışmasında DNA sarmalındaki dört bazdan her birine 1 nota vermiş. O zamandan bu yana Webdeki müzikli DNA sitelerinde bir patlama görülüyor. aşağıdaki adreste bu siteleri bulabilir ve anlamının genektik şifremizi eğlenceli bir yolla öğrenebilirsiniz.
education.rutgers.edu/NDB/archives/MusicAtlas/index.html



Gidiyor, Gidiyor, Gitti
Primatlar, albatroslar, tatlı su kaplumbağaları dört yıl öncesinden bile daha kötü durumdalar. Soyları tükenme tehlikesindeki bu hayvanların sayıları, avlanma ve tıbbi nedenlerle yakalanmaları sonucu hızla azalıyor. Bunlar gibi, tehdit altındaki hayvan ve bitki türünü Kırmızı Liste 2000 katologunda bulabirisiniz. Siteye girip ayrıca sayıları yalnızca 400'e inmiş resimdeki Etyopya kurdu gibi hayvanlar hakkında bilgi edinebilirsiniz.
www.redlist.org



Sanal Vikingler
Smithsonian Enstitüsü'nün Viking Voyage sitesi, bu savaşçı kuzeyliler hakkında arkeolojik bulgular, destanlar, çevresel ve genetik araştırmaları, viking fgemisinin yapılışını gösteren animasyonları, Avrupa'ya seferleri ve Amerika'ya varışlarını bir mültimedya şöleni halinde sunuyor.
www.mnh.si.edu/vikings/voyage



Burnunuzu Sokun!
Güller için birkaç bozulmuş karetonoid, şarap ve bira için ester, pastırma için yanmış odundan fenolik. Bunlar, bilimsel adı olfaksiyon olan koku biliminin temelini oluşturan kimyasal maddelerden yalnızca birkaçı. Gıda ve parfüm endüstrisiyle ilgili haberleri pas geçip özel makaleler bölümüne girerek , tütünden safrona kadar pek çok madde hakında bilgi edinebilirsiniz. Olfaksiyon hakkında temel bilgiler, olfaktör organların anatomisi…Beyin kokuları nasıl algılar? Adresi tuşlayın ve derin bir nefes çekin.
www.leffingwell.com



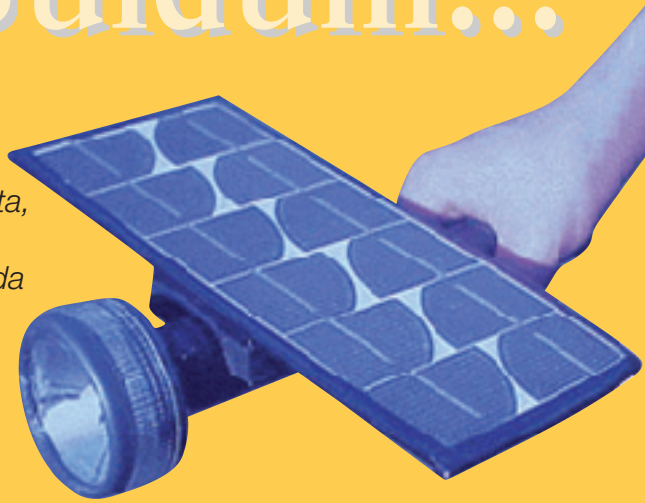
Neandertal Köşesi
Neandertallerin, modern insanlarla akrabalık ilşkilerine girdiği yolunda artan kanıtlar, "bağımsız antropoloji araştırmacısı ve yazarı" Scott J. Brown'u özel bir site kurmaya yöneltmiş. Brown'a göre soyları 30 000 yıl önce tükenmiş olan bu insanlar, sanıldığından çok daha zeki ve yetenekliymişler. Yazarın kendi görüşlerinin yanı sıra bu konuda derlenmiş haber ve dökümanlar, zengin bir link koleksiyonu.
www.nenderthal-modern.com



TÜBİTAK-TRT işbirliğiyle İnternet Gezgini isimli canlı yayın programı yapılıyor. Her cuma, 16:05'te TRT Radyo 1'de canlı olarak yayınlanan programda İnternet'te güncel konular işleniyor.
http://internetgezgini.tubitak.gov.tr

Buldum... Buldum...

Teknolojinin gelişimini buluşlara bağlayabiliriz. Buluşlar, genellikle yaşam koşullarımızı daha iyiye götürmek için yapılır. Buluş yapanlar sadece bilim adamları değildir. Hatta, bilim adamı olmayan mucitlerin sayısı çok daha fazladır. Mucitler, daha önce hiç yapılmamış bir şeyi bulmaya; ya da varolanı geliştirmek için uğraşırlar. Mucitler, sadece düşünmekle kalmayıp, düşüncelerini gerçeğe dönüştürürler. Üstelik bu fikirlerin bazıları bize komik görünse de.





Motorlu Ayakkabı

Patenle yol almak için ayaklarınızı ileri geri sallamak zorunda değilsiniz. 1912 yılında bulunan bu motorlu paten, sizi istediğiniz yere çabucak ulaştırabilir. Bu patenin 1926'da yapılan gelişmiş modeli saatte 35 km yapabiliyordu.



Ayakkabı Şemsiyesi

Yağmurlu havalarda şemsiyeler genellikle ayakkabılarımızı korumaz. Üstelik sıçrayan çamurlar yüzünden durmadan ayakkabılarınızı temizlemek zorunda kalırız. Bu küçük şemsiyeler sayesinde, artık böyle bir sorun kalmayacak gibi görünüyor.





Yatarken Okumak

Yatakta kitap okurken, özellikle sayfanın sonunu okurken boyun krampı riski altındasınız. Bunu önlemenin en iyi yolu, başınızı yastığa rahatça koyup okumak. Ancak bu sefer de kitabı havaya kaldırmak zorunda kalırsınız. Bu da çok yorucudur. Bu gözlükteki prizmalar sayesinde, yatağınızda rahatça yatarken kitabınızı okuyabilirsiniz.





İki Ağızlı Şişe

Ketçap gibi, yoğun maddelerin bulunduğu şişeler, özellikle de şişenin içindeki madde azaldığında, bir türlü akmaz. Çünkü şişenin dibine biriken maddenin şişenin ağzına ulaşması zaman alır. Bunun için, şişeyi ters saklamak bir çözüm olabilir. Ancak, bu da bazen sorun yaratabilir. Bazı maddeler uzun süre beklediğinde katı bileşeni çöker ve ters saklanan şişeden akmaz. Bu durumda, üstte kalan ağız yardımınıza yetişir.



Sumo

Sumo güreşi yapabilmek için sporcular, özel diyetler uygulayarak kilo almaya çalışırlar. Ama siz bu sporu sadece bir denemek istiyorsanız, bu kadar kilo almanıza gerek yok. Bu buluş sayesinde birkaç dakikada sumo güreşçisi olabilirsiniz.



Takım Koşusu

Bu ayakkabılar yalnız koşmaktan hoşlanmayanlar için düşünülmüş. Bu ayakkabılar sayesinde takım halinde, uyum içinde koşmak olanaklı. Üstelik, belden aşağı felç sorunu olanların da bu ayakkabılar sayesinde koşabileceği öne sürülüyor.

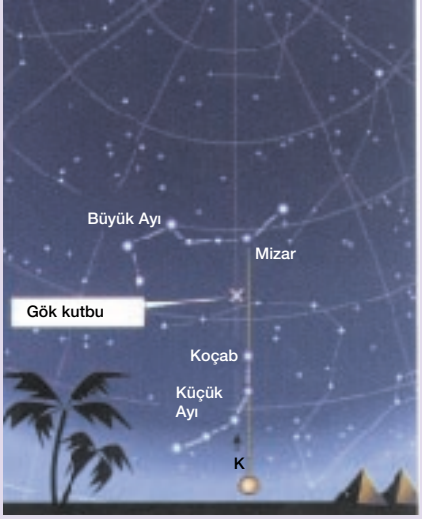


Portatif Kar Süpürücü

Tüm otomobillere takılabilen bu kar süpürücü, çok hafif. Çelik ve plastik parçalardan oluşan bu kar temizleme makinesi, bir bisiklet taşıyıcısı gibi, araca birkaç dakikada takılabiliyor. Kar süpürücü, sadece prototip olarak kalmamış, bulunduğu günden bu yana çok sayıda satılmış.



Piramitlerin Sırrı



Başlığı okuyunca hemen "firavunların gazabı" ya da "piramit biçimli taşlar altına konan bıçakların keskinleştiği" türünden iddialar aklınıza gelmesin. Ayrıca eski belgelerde de Mısırlıların piramitleri inşa ederken gökbilimden yararlandıkları konusunda herhangi bir kayıt yok. Ancak bir İngiliz araştırmacı, Mısırlı gökbilimcilerin yıldızların hareketinden "gerçek kuzey" dediğimiz, Dünya'nın dönüş ekseni doğrultusu üzerindeki kuzeyi bildiklerini kanıtladı. Aslında yaklaşık 4500 yıllık Piramitlerle gökyüzü arasındaki bir ilişki 19. yüzyıldan beri biliniyor. Kanıtı, ünlü piramitlerden Keops'un doğu ve batı kenarlarının, gerçek kuzey yönünden yalnızca üç arkdakika sapma göstermesi. Bu sapma bir dolunayın onda biri kadar bir mesafeye karşılık geliyor ve böylesine hassas bir konumlandırma, gelişkin bir gökbiliminin varlığına işaret ediyor. Bununla birlikte, Mısırlı mimarların nasıl olup da piramitleri kuzeye döndürebildikleri, uzun yıllar boyunca yanıtlanamamış bir soruydu. Cambridge Üniversitesi'nden Kate Spence, Nature'da yayımladığı makalesiyle hem bu soruyu yanıtlıyor, hem de piramitlerin yaşını son derece hassas bir biçimde belirliyor.

Gökyüzünün Kutup Yıldızı çevresinde döndüğünü belirlemenin çok zor olmayacağını düşünebiliriz. Ama günümüzden 4500 yıl önce bir "kutup yıldızı" olmadığını da hatırlamak gerek. Peki, bir adı da "Polaris" olan bu yıldız yeni mi doğdu, ya da 4500 yılda olağanüstü bir hızla yol alıp göğün başka bir yerinden mi gelip bugünkü yerine oturdu? Hayır, göğün gerçek kuzey'e karşılık gelen bölgesinin o tarihlerde boş olmasının nedeni, Dünya'nın ekseninin sabit olmayışı ve gökyüzünde bir koni çizmesi. Bu durumda, Dünya kutuplarının uzantısı olan gökküre kutupları da 26 000 yıllık bir döngü içinde gökyüzündeki yıldızlar arasında dolaşıyorlar.

Spence'in buluşu da burada devreye giriyor. Eski Mısır'da kuzey yönünü kolaylıkla bulmaya yarayacak bir kutup yıldızı yoktu; ama gerçek kuzey'in iki yanında oldukça parlak iki yıldız bulunuyordu ve bunlar M.Ö. 2467 yılında kutup noktasını da içine alan düz bir çizgi oluşturmuşlardı. Bu yıldızlardan biri Küçük Ayı takımyıldızının cezvesindeki Koçab adlı yıldız, ötekiyse Büyük Ayı'nın sapı ortasındaki Mizar. M.Ö. 2467 yılında Mısırlı bir gökbilimcinin kuzeyi bulmak için yapacağı iş, gökyüzü, hayali bir kuzey noktasının çevresinde dönerken, bu yıldızlardan birinden sarkan hayali bir sarkacın ötekiyle aynı hizaya gelmesini beklemekti. Bu hattın ufukla kesiştiği nokta, kuzeyi gösterecekti.

İngiliz araştırmacının bu buluşu, ne kadar akıllıca olursa olsun, bazılarına spekülatif gelebilir. Ama Spence'in bunu izleyen açıklamaları, Piramitlerin şimdiye değin kimsenin farkına varmadığı bir esrarını da açıklarken, aynı zamanda Mısırlı gökbilimcilerin kuzeyi bulma yetenekleri konusundaki kuşkuları da gideriyor:

Bugün bakıyoruz, Keops'un piramidinden önce ve sonra yapılanlar, Keops'unki kadar hassas biçimde kuzeye dönük değil. Keops'un piramidinin gerçek kuzey'den sapmasının yalnızca 3 arkdakika olduğunu görmüştük. Yani gerçek kuzey, piramidin kuzeye bakan yüzüne göre çok az batıda kalıyor. Oysa Keops'tan sonraki firavunlardan Mikerinos'un piramidi, gerçek kuzeyden ters yönde 13 arkdakika kadar sapıyor. Ancak Keops'tan öncekilerin anıt mezarlarının sapma yönleri, eskilikleriyle doğru orantılı olarak batıya doğru kayıyor. M.Ö. 2600 ve 2300 yılları arasında inşa edilmiş piramitlerin yönelimleri de bu trendi doğruluyor ve zaman eksenine göre yerleştirildiklerinde yönelimleri düz bir çizgi oluşturuyor. .

O halde bu sapmalar nasıl açıklanabilir? Şöyle: Dünyanın ekseni çevresinde dönüşü sırasında yaptığı yalpa nedeniyle Koçab ve Mizar, yalnızca M.Ö. 2467 yılında kuzey noktasıyla aynı hizaya gelebilmişti. Keops'tan önceki ve sonraki piramitlerin konumlandırılışlarındaki sapma, bu tarihten sonra Koçab ve Mizar arasındaki çizginin gerçek kuzeyle çakıştığı noktadan ağır ağır uzaklaşırken izlediği yolla örtüşüyor. Demek ki, bütün piramitlerin bir yüzü kuzeye dönükmüş, ama kuzey devamlı yer değiştiriyormuş. Ve bu iki yıldızı birleştiren çizginin kuzeyle yaptığı açı her yıl için kolaylıkla hesaplanabileceğinden, söz konusu piramitlerin her birinin ne zaman yapılmış olduğu, tama yakın bir kesinlikle belirlenebiliyor. Şimdiye kadar piramitlerin yaşı yüz yıllık bir hata payıyla belirlenebiliyorken, Spence'in yöntemi, hata payını yalnızca beş yıla kadar indiriyor.

Peki ama Koçab-Mizar ekseninin yalnızca M.Ö. 2467 yılında gökkürenin kuzey kutbuyla çakıştığını, bu tarihten sonra kaymaya başladığını söyledik. Bu durumda, daha önce ve sonra yapılan piramitler nasıl oldu da kuzeye yönlendirildi. Eski Mısır gökbilimcileri bu iki yıldıza bakarak kuzeyi nasıl belirleyebildiler? Şunu yapmış olmalılar: M.Ö. 2467 yılı geçtikten sonra Koçab, Mizar'ın üstüne geldiğinde kutup noktası iki yıldız arasındaki hattın hafifçe solunda kalıyordu. Aradan 12 saat geçtiğinde bu kez Mizar, Kochab'ın üstüne geliyor ve kutup, hafifçe sağda kalıyordu. Mısırlı gökbilimcilere de bu iki noktayı birleştirip ortay noktayı ufka kadar indirip kuzey yönünü belirlemek kalıyordu. İlk gözlemden sonra geçmesi gereken 12 saat, iki yıldızın konumlarının tam tersine döndüğü anı gündüz saatlerine taşısa bile, aylar sonra yıldızların ters konumları gece gerçekleşir hale geliyordu.

Gingerich, O., "Plotting the Pyramids" *Nature*, 16 Kasım 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek

TeknoPazar

Aslı Zülâl

VideoFocus





Boston'daki Salient Stills adlı bir şirket, özellikle gazetelerin fotoğraf editörlerinin ilgisini çekecek yeni bir ürün geliştirmiş. Bu sistem, video ya da televizyon görüntülerini kaydederek bunlardan yüksek çözünürlükte, fotoğraf kalitesiyle yarışacak nitelikte görüntüler elde etmeye yarıyor. VideoFocus, önce kaydedilen görüntü karelerini dijital hale getiriyor. Baskıda kullanılacak karenin çevresindeki karelerden pixel bilgilerini topluyor. Sonra bu bilgileri seçilen görüntüye ekleyerek görüntünün kalitesini arttırıyor; görüntü, sayfaya gönül rahatlığıyla konabilecek niteliğe geliyor. New York Times gibi kimi haber organizasyonları şimdiden bu sistemi kullanmaya başlamış bile.
http://www.salientstills.com/

Sonbahar Egzersizleri İçin



Nike'ın Shox serisinden geçtiğimiz ay piyasaya çıkan yeni ayakkabı modelinin öyküsü 1980'li yıllarda başlamış. Nike'ın Spor Araştırmaları Laboratuvarı'ndaki onaltı yıllık araştırma-geliştirme çalışmalarının ürünü olan bu ayakkabı modelinin 27 patenti bulunuyor. Ayakkabının özelliği, tabanında şoku azaltmaya yarayan bir süspansiyon sisteminin bulunması. Süspansiyon sistemi, termoplastik tabakaların arasında sıkıştırılmış yoğun poliüretan köpüklerden oluşuyor. (Bu köpükler Formula-1 arabalarının motorlarında da kullanılıyor). Bir çift Shox ayakkabısının fiyatı ABD'de 150 dolar olarak belirlenmiş.
Kaynak: *Wired,* Kasım 2000.

Görsel Gerçeklik

Yeni çıkan VisionStation, bilgisayar görüntülerinin üç boyutlu olarak içbükey bir ekrana yansıtıldığı yeni bir sistem. Özellikle tasarımcılar için düşünülmüş olan bu sistemde iki boyutlu bilgisayar grafikleri üç boyutlu hale getiriliyor. Böylece kullanıcılar, tasarımlarının gerçek yaşamda neye benzeyeceğini görebilecekler. Elumens şirketinin ürünü olan VisionStation'ın fiyatı 19 995 dolar. Ayrıntılı bilgi Elumens'ın İnternet sitesinden edinilebilir:
http://www.elumens.com



Amatör Plakçılara Gün Doğdu



Yeni çıkan composer optik disk çoğaltıcısı, CD çoğaltan amatörler için büyük kolaylık sağlıyor. Siz televizyon seyrederken o bir CD'nin 50 kopyasını birden yapabiliyor. Üstelik elli CD'yi yazması sadece altı saat sürüyor. Kopyaların üzerine yazı ya da görüntü koymak isterseniz yeni çıkan başka bir ürün olan Inscripta termal CD yazıcıdan yararlanabilirsiniz. Inscripta, CD üzerine tek ya da iki renkle iyi kalitede baskı yapıyor. Composer optik disk çoğaltıcısının ABD'deki fiyatı 2495 dolar. Inscripta termal CD yazıcısınınsa 2995 dolar. Ayrıntılı bilgiyi Primera Technology'nin İnternet'teki adresinden edinebilirsiniz:
http://www.primeratechnology.com
Kaynak: *Wired,* Kasım 2000.

Portatif Kareoke

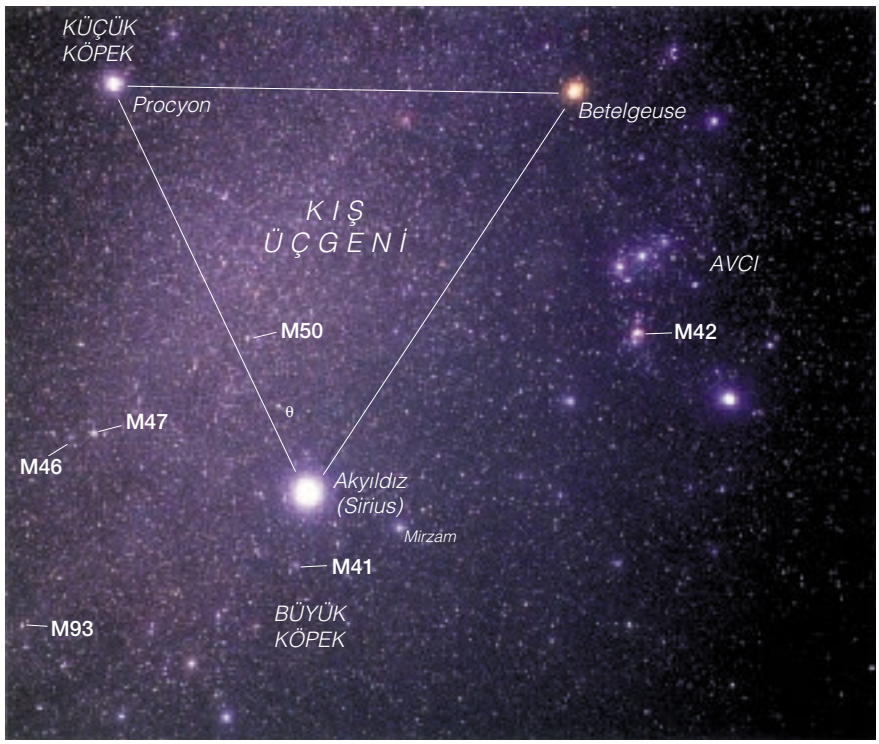


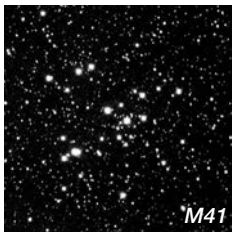
"irock!" MP3 çalıcı, FM radyo, ses kayıt cihazı ve aynı zamanda da kareoke çalıcı. Kareoke işlevinde İnternet'teki www.mp3.karaoke.com adresinden, özel olarak formatlanmış şarkı sözlerini indiriyorsunuz. Şarkılar çalarken aynı anda ekranda şarkının sözleri görünüyor. İsterseniz irock!'u kemerinize de takabiliyorsunuz. Ürünün ABD'deki fiyatı 249 dolar. Ayrıntılı bilgi edinmek için "www.myirock.com" adresine göz atılabilir. Kaynak: *Wired,* Kasım 2000.



Kış Üçgeni ve Açık Yıldız Kümeleri

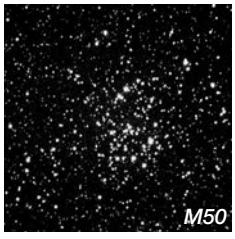
Kış ayının habercisi olan takımyıldızlar nihayet gökyüzünde yükselmeye başladı. Bunlar, pek çoğumuzun heyecanla beklediği kış takımyıldızları. Bunlar arasında en ünlüleri Boğa, Avcı, Büyük Köpek ve Küçük Köpek takımyıldızları. Bu takımyıldızlar dışında, kış gökyüzünün en belirgin şekillerinden biri, Akyıldız (Sirius), Procyon ve Betelgeuse'un oluşturduğu Kış Üçgeni hiç kuşkusuz. Bu ay, gökyüzü köşesinde, Kış Üçgeni'nin güneydoğusunda yer alan ve Messier'in kataloğuna aldığı birkaç güzel açık yıldız kümesini inceleyeceğiz.





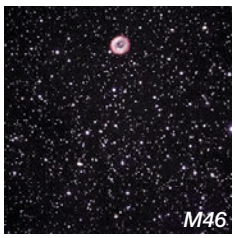
M41: Küme, gökyüzünün en parlak yıldızı olan Akyıldız'ın 4° güneyinde yer alıyor. Bir dürbünle bakarsanız, Akyıldız'ı ve M41'i aynı anda görebilirsiniz. Yaklaşık 100 yıldız içeren küme, pek çok kırmızı ya da turuncu dev yıldıza ev sahipliği yapıyor. Bu yıldızlardan en parlak olanı, yaklaşık 6.9 kadir parlaklıkta ve Güneş'ten 700 kez daha parlak. M41, dürbünlü gözlemler için kolay ve güzel bir hedef.

M50: Tekboynuz Takımyıldızı sınırları içinde yer alan ve pek iyi tanınmayan; ancak, bulunması kolay olan bir açık yıldız kümesidir. Akyıldız'la Procyon'un arasına bir çizgi çizerseniz, küme yaklaşık olarak bunun üzerinde yer alır. Kümeyi daha kolay bulabilmek için, Akyıldız'dan Büyük Köpek'in burnunu oluşturan yıldıza (θ Büyük Köpek) kadar olan uzaklığın iki katı kadar ilerlediğinizde ona ulaşabilirsiniz. Bir dürbünle, kümenin yaklaşık 20 yıldızını görebilirsiniz. 3000 ışık yılı ötede yer alan kümenin yaklaşık 200 yıldızdan oluştuğu sanılıyor.



M47: Bir dürbün ya da küçük bir teleskopla 20-25 yıldızı görülebilen bu küme, Pupa Takımyıldızı'nda yer alır. Düzensiz bir yapıya sahip olan küme, gökyüzünde küçük bir alanı kaplar. Bu nedenle teleskoplu gözlemler için uygun. Orta büyüklükteki teleskoplarla, yaklaşık 50 yıldızı görmek olası. M47'yi gökyüzünde kolayca bulmak için, yine Büyük Köpek'in yıldızlarından yararlanabilirsiniz. Mirzam'dan Akyıldız'a doğru çizeceğiniz doğruyu, bu uzaklığın iki katından biraz fazla uzatırsanız, M47'nin hemen kuzeyine ulaşırsınız.



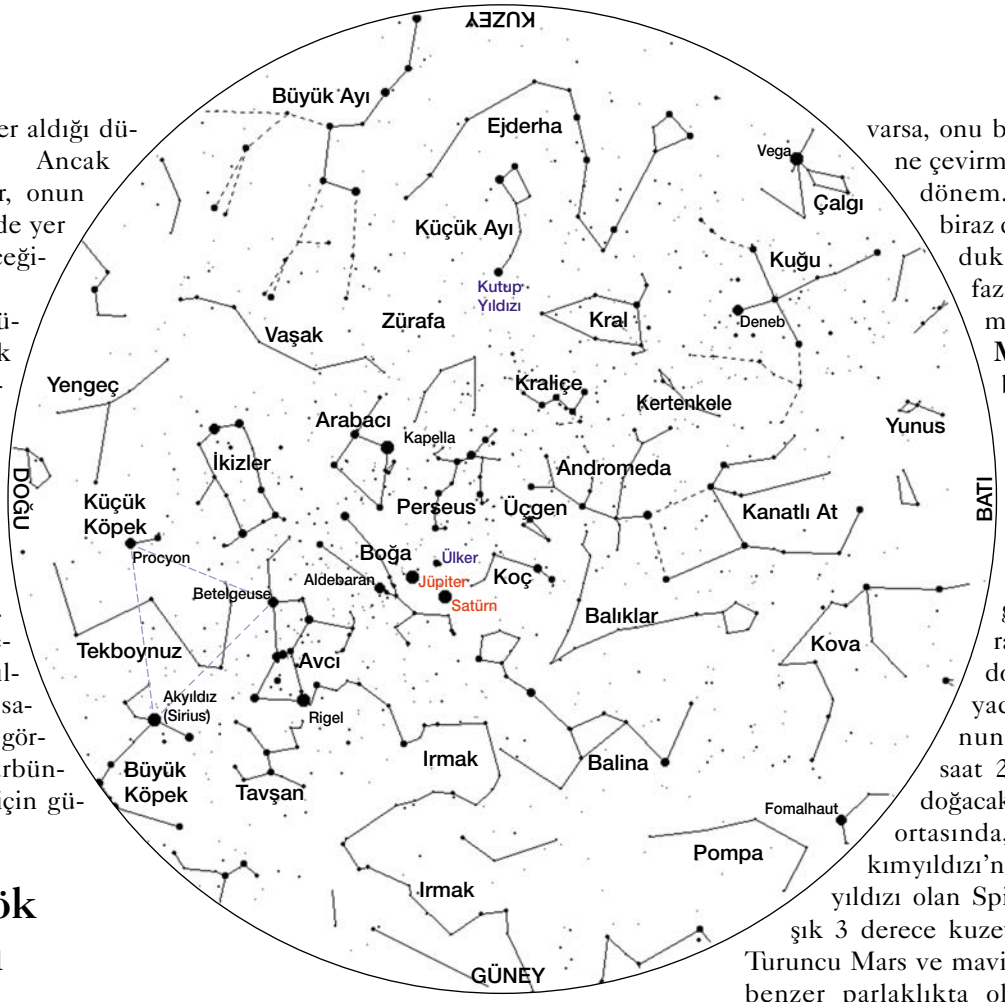


M46: Küme, M47'nin sadece 1.3° doğu-güneydoğu yönünde yer alıyor. Yaklaşık 500 yıldız içeren küme, M47'ye göre daha uzakta yer alıyor. Küçük bir teleskopla bakıldığında, yüzden fazla yıldızı görülebiliyor. Kümenin teleskoplu gözlemcilere bir de sürprizi var. Kümenin kuzeydoğusunda NGC 2438 adlı bir gezegenimsi bulutsu yer alıyor. Bu bulutsunun kümenin içinde yer alıp almadığı tartışma konusu. Önceden, bulutsunun kümenin



nin önünde yer aldığı düşünülüyordu. Ancak son gözlemler, onun kümenin içinde yer alıyor olabileceğini gösteriyor.

M93: Küçük; ancak parlak sayılabilecek bir küme. Bir dürbünle bakıldığında kümenin şekli bir üçgeni andırır. Küçük bir teleskopla bakıldığında, çok sayıda yıldızını görmek olası. Dürbünlü gözlemler için güzel bir hedef.



1 Aralık 2000 Saat 22^{00}; 15 Aralık 2000 Saat 21^{00}; 30 Aralık 2000 Saat 20^{00}de gökyüzünün genel görünüşü

Ayın Gök Olayları

Gökyüzünün en parlak gezegeni **Venüs**, Aralık ayı boyunca da yükselmeyi sürdürecek. Gezegen, ay başında Güneş'ten yaklaşık 3 saat sonra batıyor. Ay sonunda bu süre artarak 4 saate yaklaşacak. Venüs, 29 Aralık akşamı Ay'la 3 derece kadar yakınlaşacak.

İki dev gezegen **Satürn** ve **Jüpiter,** Güneş battığında doğmuş oluyor. İki gezegen de neredeyse tüm gece boyunca gözlenebilir durumda. Satürn ve Jüpiter aynı zamanda bize yakın ve bu nedenle de biraz daha parlak olacaklar. Eğer teleskopunuz varsa, onu bu iki gezegene çevirmek için iyi bir dönem. Dünya'ya biraz daha yakın oldukları içindaha fazla ayrıntı görmek olası.

Mars, ayın başlarında gece yarısından sonra saat 2:30 sularında doğuyor. Gezegen, ilerleyen günlerde biraz daha erken doğmaya başlayacak. Ay sonunda gezegen, saat 2:00 sularında doğacak. Mars, ayın ortasında, Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı olan Spica'nın yaklaşık 3 derece kuzeyinde olacak. Turuncu Mars ve mavi-beyaz Spica, benzer parlaklıkta olduklarından, güzel bir ikili oluşturacaklar.

Ayın başında sabah gökyüzünde bulunan **Merkür**'ü görmek zor. Gezegen, oldukça alçakta bulunuyor. Merkür, ilerleyen günlerde iyice alçalacağı için tamamen gözden kaybolacak.

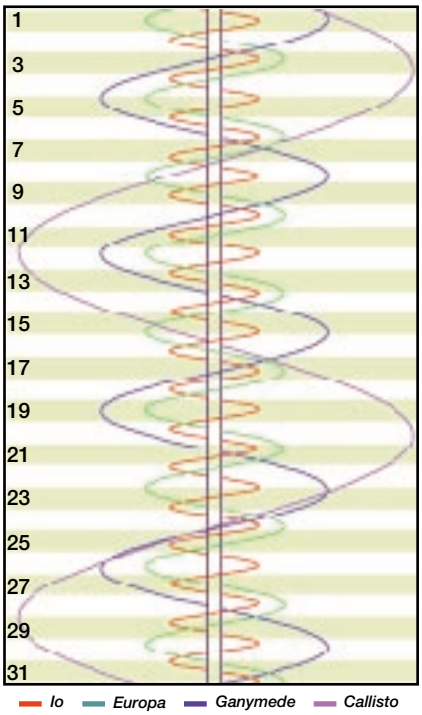
Ay, 4 Aralık'ta yeniay, 11 Aralık'ta ilkdördün, 11 Aralık'ta dolunay, 18 Aralık'ta son dördün, 25 Aralık'ta bir kere daha yeniay evresinde olacak.

Aralık ayının önemli gök olaylarından biri de **İkizler (Geminid) Göktaşı Yağmuru**. Ancak, Aslan (Leonid) Göktaşı yağmurunda olduğu gibi yine Ay'lı bir göktaşı yağmuru olacak. İkizler göktaşı yağmuru sırasında, karanlık bir gecede saatte yaklaşık 120 göktaşı görülebiliyor.

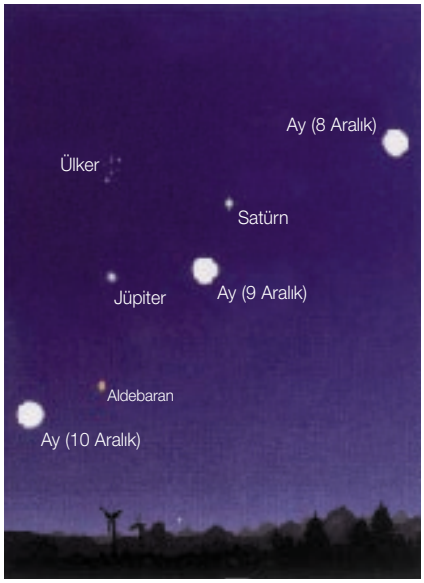
21 Aralık saat 13:37'de gökbilimsel olarak kış mevsimi başlıyor. 21 Aralık, en kısa gündüzün, en uzun gecenin yaşandığı gün.

31 Aralık, resmi olarak 2. binyılın son günü.

Alp Akoğlu

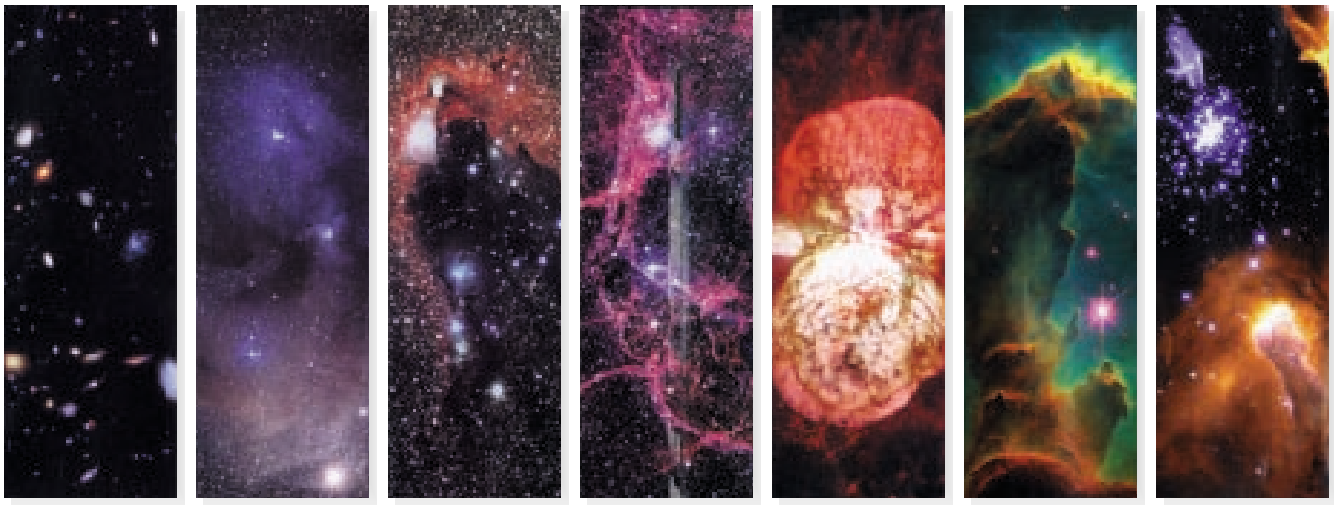


Aralık ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunun gezegene göre konumları.



8-10 Aralık tarihleri arası Ay ve gezegenler

Geçen sayımızda yayımladığımız Algol projesi için adreslerimiz:
Adres: Gökyüzü Köşesi,
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi,
Atatürk Bulvarı 221 06100 Kavaklıdere Ankara
e-posta: algol@biltek.tubitak.gov.tr



Evrende Geri Kazanım

Doğal kaynakları kullanma konusunda duyarlı olanlarımız, tükettiğimiz ürünlerin geri kazanılabilir olmasına özen gösteririz. Ancak, bu ürünlerin geri kazanılabilir olması yeterli değil. Bunun için izlenmesi gereken bir süreç var. Öncelikle, bu ürünlerin atıklarının ayrılarak geri kazanım kumbarasına atılması gerekir. Buradan alınan atıklar, fabrikalarda yeni ürünler yapmak için işlenir.

Olaya "evrensel" açıdan baktığımızda, gökadalar da bir bakıma maddenin işlendiği fabrikalardır. Belki burada, üzerlerinde "Geri Kazanım Kumbarası" yazılı büyük kutular yok; ancak, buradaki geri kazanım sürecinin çok verimli biçimde işlediği bir gerçek. Nasıl atık içecek kutularından yenileri üretilebiliyorsa, gökadalarda da patlayıp ölen yıldızların atıklarından yeni yıldızlar meydana geliyor.

Evrensel geri kazanımın başlaması için, evrendeki ilkel maddeden oluşan ilk yıldızların ömrünü tamamlaması gerekiyordu. İlk yıldızların nasıl ortaya çıktığı konusu, ayrıntılarda tartışmalı olmakla birlikte, ana hatlarıyla üzerinde uzlaşılmış durumda. Buna göre, Büyük Patlamanın hemen ardından, Evren, atomların oluşabilmesi için fazla sıcaktı. İlk atomlar, Evrenin ortaya çıkışından yaklaşık 300 bin yıl sonra meydana gelmeye başladı. Artık, sıcaklık elektronların ve çıplak atom çekirdeklerinin bir araya gelerek hidrojen ve başka hafif atomları oluşturması için uygundu. Atom yoğunluğunda, yani birim hacme düşen atom sayısında oluşan küçük (yaklaşık 100 000'de bir) iniş çıkışları, bugün, mikrodalga fon ışıması olarak gözleyebiliyoruz.

İlk gökadalar ve onların içerdiği yıldızlar, evrendeki bu ilkel maddenin kütleçekiminin etkisiyle belli merkezlerde çökmesiyle oluştular. Her ne kadar, Hubble Uzay Teleskopu sayesinde artık Evrenin neredeyse "kenarını" görebiliyor olsak da, ilk gökadaların Büyük Patlama'dan ne kadar sonra oluştuğunu tam olarak bilmiyoruz. Hubble'ın görüntülediği garip görünüşlü bir çok ilkel gökadanın, Evrenin yaşının 10'da birinden daha genç olduğu sanılıyor. Gördüğümüz kadarıyla, Evren yaklaşık bir milyar yaşındayken de gökadalar en azından biçim olarak şimdikilere benziyordu. Her biri, yakınımızda gözlediğimiz yaşlı gökadalardaki gibi milyarlarca yıldız içeriyordu.

Eğer bir yıldızın kütlesini biliyorsak, onun ne kadar süreyle parlayacağını yaklaşık olarak hesaplayabiliriz. Bunun yanında, büyük bir gaz bulutundan değişik kütlelerde ne kadar yıldız oluşabileceğini de bulabiliriz. Bu kütle-sayı dağılımını bir grafiğe dönüştürdüğümüzde, şaşırtıcı düzgünlükte bir eğri ortaya çıkıyor. Ayrıca bu eğri, küçük kütleli yıldızların sayısının, büyük kütlelilere oranla çok daha fazla olduğunu söylüyor. Grafiğe bakarak, bir bulutsudan hangi kütleden kaç yıldız oluşacağını görebiliyoruz.



Akrep Takımyıldızındaki Karanlık Bulutsu

Gökadanın geri kazanım kumbarası yıldızların artıklarıyla doludur. Geri kazanım kumbarasının nasıl dolduğunu anlamak için, hangi kütledeki yıldızın ne kadar süreyle parlayacağını bilmemiz gerekir. Bir yıldızın, insan ömrünün en azından 10 bin katı kadar yaşar. Bu nedenle, bir yıldızın yaşını doğrudan ölçemeyiz. Bunun yerine, yıldızın ömrünü bulabilmek için, onun nükleer yakıtını ne kadar hızlı tükettiğini hesaplamamız gerekir. Daha 1930'lu yıllarda, hakkında neredeyse hiçbir bilgimizin olmadığı yıldız evrimi, günümüzde iyi anlaşılmış durumda. Kütle-yıldız ömrü ilişkisine gelince, büyük kütleli yıldızlar, küçük kütlelilere göre çok daha az yaşarlar. Bu bir çelişki gibi görünse de, nedenini anlamak zor değil. Yıldızın kütlesi ne kadar fazlaysa, nükleer tepkimelerin meydana geldiği yıldızın merkezi o kadar yüksek basınç altında ve sıcak olur. Bu sayede, tepkimeler çok büyük hızlarda gerçekleşir.

Kütle-sayı grafiğini, yıldız evrimi kuramıyla birleştirdiğimizde, hangi kütledeki yıldızın ne kadar süre parlayacağını bulabiliriz. Bu aslında şu anlama da geliyor: "Marketimizde" kaç çeşit geri kazanılabilir ürün bulunduğunu istatistiksel olarak bulabiliyoruz. Yani, onları kullanmaya başladıktan ne kadar sonra geri kazanım kumbarasına gireceklerini biliyoruz.

Gezegenimizde, atıklarımızın yaklaşık % 10 gibi küçük bir oranını geri kazanıyoruz. Üstelik bu % 10, hem üretimin tüm aşamalarındaki geri kazanımı, hem de tüketimden sonraki geri kazanımı içeriyor. Bir düşünürsek, evlerimizdeki çöplerin ne kadarı yeniden değerlendiriliyor? Çok azı. Geri kazanım daha çok fabrikalarda üretim sırasında yapılıyor.

Evrenin genelini ele aldığımızda, geri kazanım işleminin çok iyi çalıştığını söyleyebiliriz. Buradaki maddenin yaklaşık %90'ının yeniden kullanıldığı düşünülüyor. Bir kere, kullanılan maddenin depolanması gibi bir sorun yok. Gökadalardaki yıldızlararası ortamda yeterince boş yer var. Gökadalar, evrensel çöplerin hem üretildiği, hem de yeniden değerlendirildiği yerler. Ölen yıldızlardan uzaya saçılan madde, eninde sonunda bir başka yıldızı oluşturmak üzere, buradaki molekül bulutlarında değerlendiriliyor. Tüm geri kazanım süreci içinde, en az anlaşılan bölümün bu olmasına karşılık, gözlemler, bu aşamanın çok verimli bir biçimde gerçekleştiğini gösteriyor.

Yoğun gaz ve toz bulutlarının, kendi kütleçekimlerinin etkisiyle çökerek yıldızları oluşturduğunu biliyoruz. Bir yıldız, nükleer yakıtını tükettiğinde, geride onun kütlesinin bir bölümü de geri kazanılamayan madde olarak kalır. Bu madde yıldızın başlangıçtaki kütlesine bağlı olarak bir beyaz cüce, bir nötron yıldızı ya da bir kara delik olabilir.

Üretim Aşaması

Yıldızlararası ortamda bulunan madde, gaz ve tozun bir karışımıdır. Buradaki gazın büyük bölümünü hidrojen oluşturur. Hidrojen, sıcak bulutsularda genellikle atom (H); soğuk (100 Kelvin'in altında) bulutsulardaysa gaz (H_2) halinde bulunur. Yıldızlararası ortamda bulunan tozsa, bildiğimiz tozdan çok daha küçük parçacıklardan meydana gelir. Bu toz taneleri daha çok bir dumanı oluşturan parçacıkların büyüklüğündedir. Ancak, bu küçük parçacıklar yine de molekül olarak adlandırılamayacak kadar çok atom içerirler.

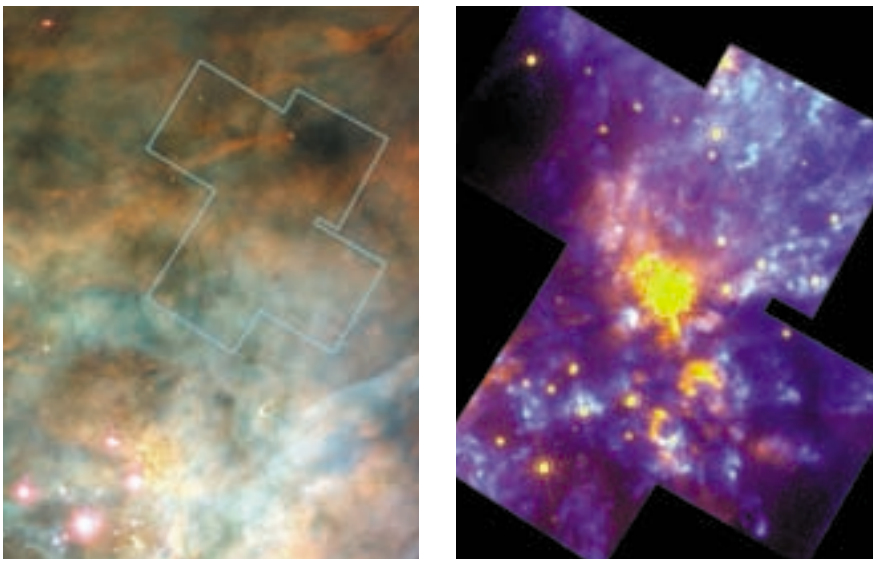
Yıldızlararası ortamda bulunan madde, yıldızlardan kaynaklanan görünür ve morötesi ışımayı soğurur. Bu nedenle, maddenin yoğun olduğu bölgeler, gökyüzünde daha karanlık görünür. Samanyolu kuşağı üzerinde karanlık görünen bölgeler, yıldızlararası maddenin yoğun olarak bulunduğu yerlerdir. Samanyolu'na karanlık bir yerden bakarsanız, onun parçalı göründüğünü fark edersiniz. Aslında, Samanyolu'nun kollarıyla aramızda yer alan karanlık bulutsulardan dolayı bu bölgeler karanlık görünmektedir.

Yoğun karanlık bulutsular, yakınlarında parlayan bir yıldız onları ısıtılmadıkları sürece çok soğukturlar. Buradaki soğuk gazlar, yıldız oluşumu için ideal yerlerdir. Soğuk olmaları önemli; çünkü, gazların önemli bir özelliği de ısıtıldıkça basınçlarının artmasıdır. Bu nedenle soğuk bir gazı sıkıştırmak daha kolaydır. Bir bulutsudan yıldızların oluşabilmesi için de bulutsuyu oluşturan maddenin parçacıkları arasındaki kütleçekiminin gazın basıncına galip gelmesi gerekir. Bu nedenle, yıldızların oluşması için en uygun ortamlar, soğuk ve yoğun bulutsulardır.

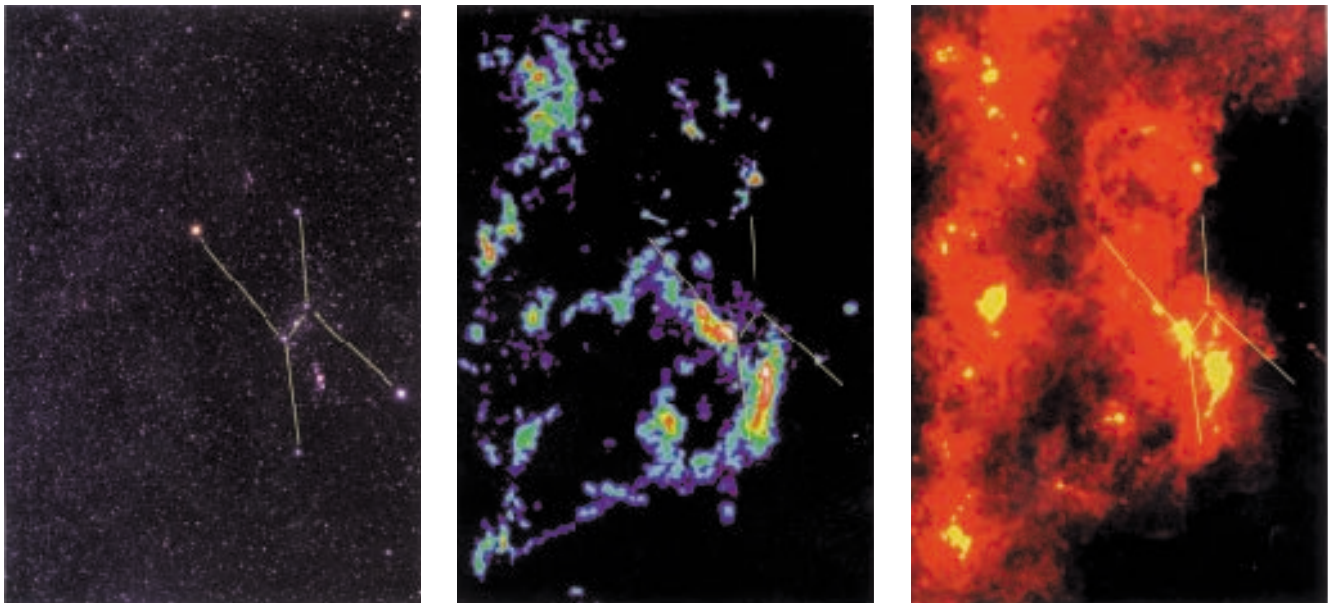
Gökadamızda, yıldızlararası ortamda bulunan soğuk gazın büyük bölümü *dev molekül bulutları* denen bulutsularda bulunur. Bu oluşumların nasıl ortaya çıktıklarının ayrıntısı çok iyi bilinmese de, basit bir anlatımla, süpernovalar gibi büyük patlamalar, kütleçekimi ve basınç birlikte bu bulutların oluşumunda rol oynuyorlar.

Bulutun içindeki gazın yoğunluğu, çevresindeki yıldızlardan gelen morötesi ışınımı engellemeye başladığında, H atomları birleşerek, H_2'yi, yani hidrojen molekülünü, oluşturur. Bu molekül bulutlarında meydana gelen çalkantılar, belli bölgelerdeki homojenliğin bozulmasına; bu da bulutsuda topaklaşmaya yol açar. Topaklaşmanın olduğu yerler kütleçekiminin etkisiyle yeterince sıkıştığında, merkezlerindeki basınç ve sıcaklık - ki bu sıcaklık bir milyon dereceyi aşar - nükleer tepkimeleri başlatabilir. İşte, bu kendi kendine oluşmuş devasa nükleer reaktörlere *yıldız* diyoruz.

Bir dev molekül bulutu, yüz bin güneş kütlesiyle bir milyon güneş kütlesi arasında değişen kütlede maddeye sahip olabilir. Eğer, bu bulutlardaki gazın tamamı yıldıza dönüşebilseydi, her bir bulut bir milyon yıldız üretebilirdi. Samanyolu'ndaki dev molekül bulutlarının kesin sayısı bilinmemekle birlikte, sayılarının en azından 50 olduğu sanılıyor. Bu bulutların pek azı bizim üzerinde çalışabileceğimiz kadar yakınımızda yer



Hubble Uzay Teleskopu'yla çekilen bu fotoğraflar, bulutsunun bir bölümünün görünür dalga boyundaki (solda) ve buradan alınan bir ayrıntının kızılötesi dalga boyundaki görüntüleridir. Bulutsu, içindeki genç yıldızların gazı iyonlaştırması sayesinde parlar.



Avcı Takımyıldızı. Avcı'nın kemerini oluşturan (çapraz dizili üç yıldız) yıldızların sağ altında yer alan Orion Bulutsusu, çıplak gözle bile görülebilir. Burası, yakınımızda yer alan önemli yıldız fabrikalarından biridir. Radyo ve kızılötesi görüntülemenin gökbilimde kullanımından önce, bölgedeki molekül bulutlarının bu kadar yaygın olduğu bilinmiyordu. Ortadaki ve sağdaki görüntüler, molekül bulutundaki karbon monoksitin radyo ve kızılötesi dalga boylarında çekilmiş fotoğraflarıdır.

alıyor. Bunlardan bize en yakın olanı, 1300 ışık yılı uzaktaki Orion Bulutsusu'dur. Orion gibi bulutsuların yapılarını inceleyerek, dev molekül bulutlarının özelliklerini anlayabiliyoruz.

Çöpleri Toplayanlar

Gökadalarda, yıldız oluşumuna yardımcı olan bazı etkiler vardır. Bunlardan en önemlileri süpernova patlamalarıdır. Süpernovalar, çok büyük patlamalarla oluşurlar. Öyle ki, patlamanın yarattığı şok, çevrelerindeki yıldızlararası maddeyi bir kar makinesi gibi süpürür. Bu süpürme işlemi, ortamdaki maddeyi bir basınç altına sokar ve maddenin belli yerlerde yoğunlaşarak çökmeye başlamasını tetiklemiş olur.

Bir süpernova, patlamadan önce sahip olduğundan çok daha fazla miktardaki maddeyi sürükleyebilir. Örneğin, 10 güneş kütlesindeki bir yıldız, santimetre küpe ortalama 10 hidrojen atomunun düştüğü bir ortamda patladığında, yarattığı şok dalgası 60 ışık yılı uzaklığa kadar ulaşır. Bu şok dalgası yaklaşık 8 000 güneş kütlesindeki maddeyi sürükleyebilir. Olaya geri kazanım yönünden baktığınızda, Süpernova patlamaları, işin "çöp toplama" bölümünü üstlenmiş oluyor.

Bir süpernova patlaması görüntüsüne baktığımızda onun yarattığı etkiyi hemen görebiliriz. Vela Bulutsusu bunun güzel bir örneğidir. Bu bulutsudaki gazların bir süpernova patlamasıyla itildiği açıkça ortada. Bulutsudaki kavisli yapıya baktığımızda, en azından bir süpernova patlamasının ürünü olduğu anlaşılıyor. Bulutsudaki sürüklenmiş gaz ve toz, yıldız oluşumu için kusursuz hammadde durumunda. Bu bulutsudan oluşacak yeni yıldızların büyük kütleli olanları da bir gün süpernova olarak patlayacak. Böylece, onlar da kendilerini doğuran bulutsuyu sürükleyerek yeni yıldızların oluşumuna zemin hazırlayacaklar. Bu döngü, bulutsudaki madde, kahverengi ve beyaz cüceler, nötron yıldızları ve kara delikler gibi geri kazanılamayan maddeye dönüştüğünde sona erecek.

Süpernova örneği, yıldız oluşumunu, özellikle de yarattığı yüksek basınçla büyük kütleli yıldızların oluşumunu tetikleyen mekanizmalardan en önemlisi. Bu büyük kütleli yıldızlar, hidrojen gazını iyonize eden yüksek enerjili ışıma yaparlar. Bu ısınmış ve iyonlaşmış gaz, gökyüzünde, parlak bulutsular olarak görünür. Genellikle, iyonlaşmış gazın bulunduğu bölgelerin sınırlarındaki basınç, çevresindeki yıldızlararası ortama göre daha yüksektir. Basınçtaki bu fark, iyonlaşmış bölgenin yakınındaki gazın sıkışmasına yol açar. Bu nedenledir ki, yıldız oluşumu büyük oranda iyonlaşmış bölgelerin kenarlarında gerçekleşir.

Yıldız oluşumunu tetikleyen mekanizmalar arasında, süpernova patlamalarından çok daha etkili ancak daha ender görülen bir mekanizma daha var: Gökada çarpışmaları. Gökadamız Samanyolu büyük olasılıkla Andromeda Gökadası'yla çarpışacak. Andromeda, Samanyolu gibi, Yerel Gökada Kümesi'nin üyesi ve bize de en yakın gökada. Çarpışma gerçekleştiğinde, yıldız oluşum hızında büyük bir "patlama" gerçekleşecek. Bu çarpışmanın gerçekleşmesine daha milyarlarca yıl var. Ancak, bir çarpışmanın nasıl bir etki yaratacağını, canlı olarak izleme şansımız var. Şu an gökyüzünde çarpışmakta olan iki gökada var. Bu gökadalar, NGC 4038 ve NGC 4039 katalog numaralarına sahipler. İkiliye Anten Gökadaları da deniyor. Çünkü, çarpışma sonucu antene benzer bir şekil almışlar.

Aslında, bir gökada çarpışması, tam olarak düşündüğümüz anlamda bir çarpışma değildir. Yıldızlar arasındaki uzaklıklar o kadar fazladır ki, milyarlarca yıldız içeren gökadalarda, yıldızlar neredeyse hiç çarpışmaz. Ancak, her iki gökada da yıldızlararası ortamda bulunan maddenin karşılaşması, yıldız oluşumu için muazzam tetikleyici bir mekanizma oluşturur.

Süpernova patlamaları ve güçlü yıldız rüzgarları, çevredeki maddeyi

iterken, yeni doğmuş yıldızlar kendilerini yıkımdan kurtarmak için çabalarlar. Genç yıldızlar, yaydıkları yüksek enerjili fotonlarla, bu baskıya dayanırlar. Hubble Uzay Teleskopu sayesinde, yıldızlararası ortamdaki güçlü rüzgarlara dayanmaya çalışan yıldızları görebiliyoruz.



Çarpışan gökadalar: Anten Gökadaları. Hubble Uzay Teleskopu'nun kızılötesi dalga boyunda çektiği bu görüntüdeki parlak, mavi görünen yıldızlar, çarpışmanın etkisiyle tetiklenen süreçte meydana gelmiş.

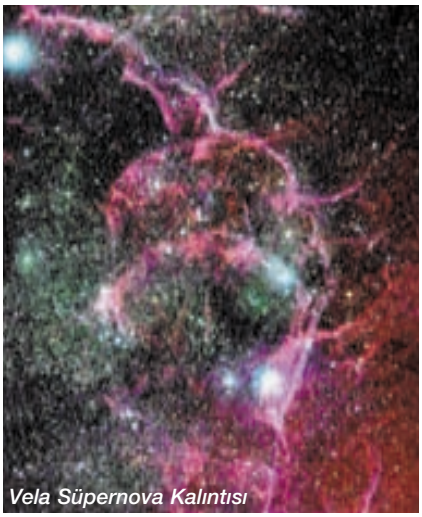
Tozlu Fabrikalar

Yıldızlar ve yıldız rüzgarları, atıkların yeniden yıldız hammaddesi yapmak için "mikroskobik" olarak işlenmesinden sorumlu. Yıldız evrimi sırasında, nükleer tepkimler sonucu oluşan başka atık maddeler de var. Daha önce de değindiğimiz gibi, yıldız evrimi, yıldız fiziğinin öteki branşları arasında en iyi anlaşılmış olanı. Bu sayede, yıldız evriminin her aşamasında ne zaman ve ne kadar maddenin üretildiğini; ne kadarının yeniden kullanıldığını biliyoruz. Ne var ki, gerek bir insanın atığı gerekse bir yıldızınki olsun; sorun geri kazanılacak maddenin nereye atılacağı.

Yıldızlar, ilginç biçimli rüzgarlarla gaz ve toz fırlatmayı çok severler. Bu yıldız parlamaları çok güzel görüntüler sunsa da onların özelliklerini hesaplamak çok zordur. Bu çok küçük ölçekli parlamaların örneklerini Güneş'e bakarak görebiliyoruz. Geri kazanım kumbarasına katkıda bulunan bir başka madde akışı da gezegenimsi bulutsular yoluyla olur. Güneş benzeri bir yıldız, nükleer yakıtını tükettikten sonra kırmızı dev olur. Kırmızı dev aşamasında çok genişleyen yıldız, daha sonra dış katmanlarını uzaya savurur ve geriye bir beyaz cüce kalır. Bu beyaz cüce, herhangi bir enerji kaynağına sahip olmadığından, sadece önceki sıcaklığıyla parlar. Yıldızın savurduğu madde, gezegenimsi bulutsu halini alır.

Gezegenimsi bulutsular, süpernova patlamaları kadar şiddetli patlamalar olmasalar da, yıldızlararası ortamın zenginleştirilmesindeki payları hiç de az değil. Bu zenginleşmenin önemi büyük. Çünkü, başlangıçta hidrojen ve daha az miktarda helyumdan başka element içermeyen Evren bu sayede daha ağır elementlere sahip oldu. Böylece, gezegenlerin ve yaşamın oluşumu için de zemin hazırlandı.

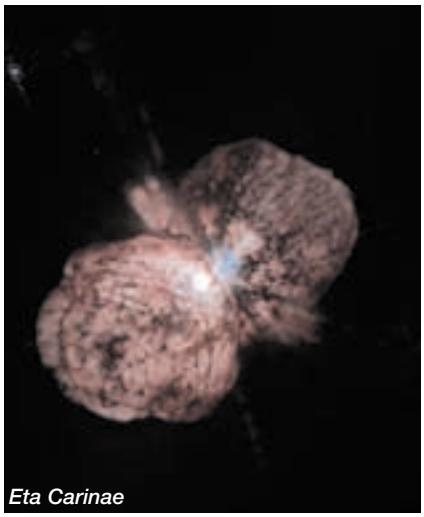
Daha önce de değindiğimiz gibi, toz, geri dönüşüm işleminde kritik bir role sahip. Toz, yıldızların oluştuğu bölgeleri, yüksek enerjili fotonlara karşı korur. Bunun yanında, tozun hidrojen gazının (H_2) oluşumunda da payı var. Normalde, yıldızlararası ortamdaki gibi düşük yoğunluktaki bir ortamda, iki hidrojen atomunun birleşecek kadar yakınlaşabilip bir hidrojen gazı molekülünü oluşturması çok zordur. Toz, burada devreye girer. Hidrojen atomları, toz parçacıklarının yüzeylerine tutunabilir. Yüzeyde buluşan iki hidrojen atomu, birleşerek hidrojen gazını oluşturur. Gaz



Vela Süpernova Kalıntısı

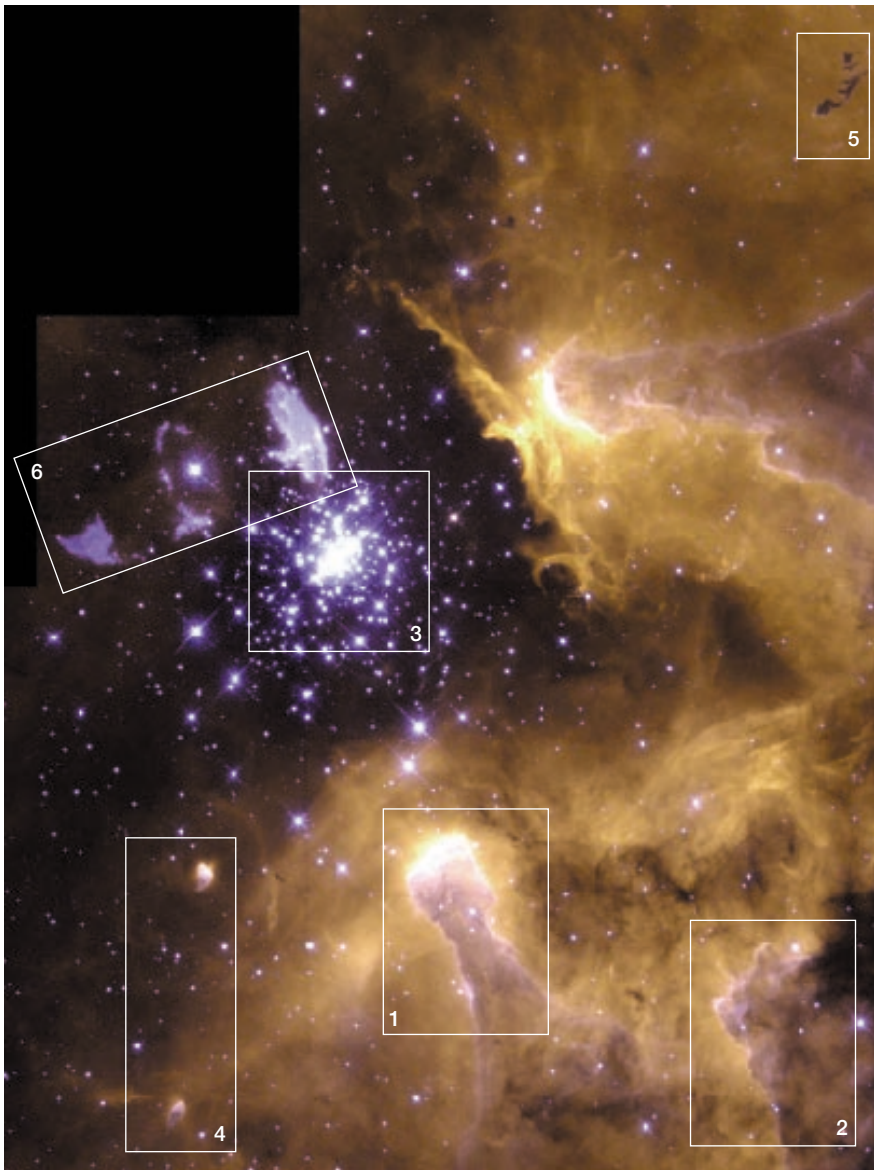


Kumsaati Gezegenimsi Bulutsusu



Eta Carinae

Gezegenimsi bulutsular, Güneş benzeri bir yıldızın kırmızı dev aşamasından sonra dış katmanlarını uzaya savurmasıyla oluşur. Gezegenimsi bulutsular ve Eta Carina gibi patlayarak yıldızlararası ortama madde fırlatan yıldızlar, yıldız fabrikaları için önemli miktarda gaz ve toz içeren hammaddeyi sağlamış olurlar. Süpernova patlamalarıysa çok güçlü patlamalardır ve yeni yıldızlara hammadde sağlamanın yanında, molekül bulutları üzerinde yarattıkları basınçla yıldız oluşumunda önemli rol oynarlar.



20 000 ışık yılı ötede yer alan NGC 3603'ün Hubble'dan alınan görüntüsü, evrensel geri kazanım sürecini tüm aşamalarıyla gösteriyor. 1 ve 2: Gaz ve tozdan oluşan yoğun, karanlık molekül bulutları, yeni yıldızlar oluşturmak için ateşli bir biçimde yıldızlararası maddeyi işliyorlar. 3: Tüketim aşaması. Burada genç yıldızlar güçlü bir biçimde parlıyorlar. Küme, yaydığı güçlü ışınımla çevresindeki maddeyi itiyor. 4: Orion Bulutsusu'ndakine benzer iki yeni oluşmuş yıldızı çevreleyen küresel salım bulutsuları. Bu bulutsular, belki gezegenleri oluşturacaklar. Ancak, yukarıdaki kümeden kaynaklanan ışınım bu yıldızların çevresindeki gazı süpürebilir. 5: Adını gökbilimci Bart Bok'tan alan Bok kümeleri. Bu karanlık bulutlar, gelecekte yıldız üreten fabrikalarda hammadde olarak kullanılacak. 6: Ölmekte olan bir yıldız, yıldızlararası ortama madde fırlatıyor. Bu madde ve başkaları, daha sonra yeni yıldızlar oluşturmak üzere biriktirilecek. Sher 25 olarak adlandırılan ve 120 güneş kütleli yıldız yaklaşık 500 000 yıl sonra süpernova olarak patlayacak. Bu durumda bulutsuda yıldız oluşumunda yeni bir dönem başlayacak.

haline dönüşen hidrojen, anında tozun yüzeyinden kopar. Toz molekülleri, molekül hidrojenin oluşumunda; dolayısıyla da yıldız oluşumunda bir katalizör görevi görür.

Çevresel Etkiler

Geri kazanımın çevresel etkisi, toplumumuzda tartışılır durumda. Çünkü, bunların uzun dönemli etkileri pek değerlendirilmiş değil. Örneğin, günümüzde, meyve suyu satın alırken en çevreci yaklaşımın, içmeye hazır olanını tercih etmek olduğunu düşünebiliriz. Gerçekte, en iyisi, meyve suyunu konsantre olarak almaktır. Çünkü, meyve suyunu konsantre etmek için harcanan yakıt miktarı, içmeye hazır olanının hazırlaması için gereken suyu ve hazır meyve suyunu marketlere taşımak için harcanan yakıt miktarından çok daha azdır.

Yıldızlararası, geri kazanım işlemleri de benzer biçimde çalışır. Örneğin, çok genç yıldızlardan kaynaklanan madde fışkırmalarının geri kazanım karışımındaki rolüne bakalım. Bu fışkırmalar, yıldızlararası ortamda onlarca ışık yılı uzaklıklara kadar ilerleyebiliyor. Bu fışkırmalar, uzun ve dar bir hatta ilerler. Bu nedenle, onların yıldızlararası ortamda çok küçük bir hacim kapladığını düşünebiliriz. Gerçekte, bu fışkırmalar, sandığımızdan çok daha büyük bir hacmi etkiler. Peki nasıl?

Molekül bulutlarının kendi ağırlıklarıyla çökebilmeleri için, dışarıdaki kinetik basıncı yenmeleri gerektiğini biliyoruz. Ölçümler gösteriyor ki, bu kinetik basınç, gaz basıncı olarak ele alındığında, tahminlerin çok üzerinde çıkıyor. Bu fazladan basınç için en iyi açıklama, molekül bulutlarındaki manyetik türbülans.

Bu, doğruluğu ölçümlerle de kanıtlanan ilginç bir öykü. Tek sorun, öykünün gerçek olabilmesi için, bilgisayar canlandırmaları gösteriyor ki, bir şeylerin manyetik alanı çok şık bir biçimde ve çok büyük ölçekte karıştırması gerekiyor. İşte, bu, genç yıldızlardan kaynaklanan dev fışkırmalar olmalı. Bu sayede, yıldız oluşumunun günümüzdeki hızı da açıklanmış oluyor.

Konuyu geniş açıda ele alırsak, insanların yaptıkları devasa yapılar bile zamanla doğa tarafından parçalanır. Doğanın sadece bizim yaptıklarımızı değil; kendi kendini parçaladığı gerçeği bizim için belki bir teselli olabilir. Dev geri kazanım fabrikaları olan molekül bulutları için de durum farklı değil. Kendi yaptıklarını kendilerinin meydana getirdiği etkiler bozarlar. Ama, bunun gerçek anlamda bir bozulma olduğunu öne sürmek yanlış olur. Çünkü, her yıkım, döngünün bir aşaması. Yeryüzünde de olduğu gibi, geniş ölçekte de bu işlemler, kullanılabilir kaynaklar tükenene değin sürecek.

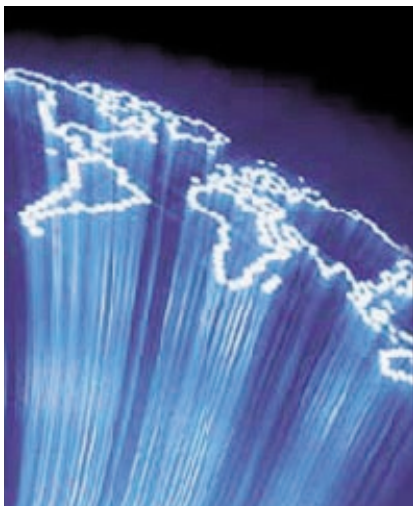
Alp Akoğlu

Kaynaklar:
Goodman, A.A., Recycling in the Universe, Sky & Telescope, Kasım 2000
Petersen, C.C., The Lives of Stars, Sky & Telescope, Eylül 1999
Space Telescope Science Institute İnternet sayfaları (http://www.stsci.edu)

Çağımızın İletişim Devriminde Fiber Optik

İletişim teknolojilerinin giderek hayatımıza daha fazla girdiği çağımızda en önemli devrim kuşkuz fiber teknolojilerindeki gelişimdir. Günümüzde fiber optik kablonun kullanım alanları sayılamayacak kadar çoktur. Fiber kabloların en yoğun kullanıldığı alanlar arasında iletişimi, sağlık bilimlerini, savunma ve otomotiv sanayilerini sayabiliriz.

BİLGİ İLETİŞİMİNİN TARİHİ oldukça eskiye dayanır. İlk çağlarda insanlar ateş yakarak iletmek istedikleri bilgiyi bir tepeden bir başka tepeye aktardılar. Işık kullanılarak yapılan bu ilk haberleşmede insanoğlu belki de hâlâ en gelişmiş ışık dedektörünü yani gözü kullandı. Işık üreten kaynak olarak ateş kullanılıyor ve bu ışık insan gözünce algılanarak bilgi bir noktadan başka bir noktaya aktarılıyordu. Bu ilkel haberleşme tekniğinde en büyük zorluk, haberleşme uzaklıklarının çok sınırlı olması ve aktarılan bilginin büyüklüğünün az olmasıydı. Daha sonra gelişen iletişim teknolojileri, çeşitli ortamlardan yararlanarak bilginin iletilmesini sağladılar. Genelde kullanılan, elektrik sinyalinin iletken kablolar aracılığı ile bir noktadan diğerine aktarılmasına dayalı teknolojilerdi. Ancak son elli yıl içinde, ilk çağlarda kullanılan yönteme geri dönüldü ve iletişimde ışık tekrar kullanılmaya başlandı. Son yıllardaki iletişim teknolojilerindeki sıçramanın tabanında fiber optik teknolojilerindeki gelişmeler olduğunu söylemek doğru olur.

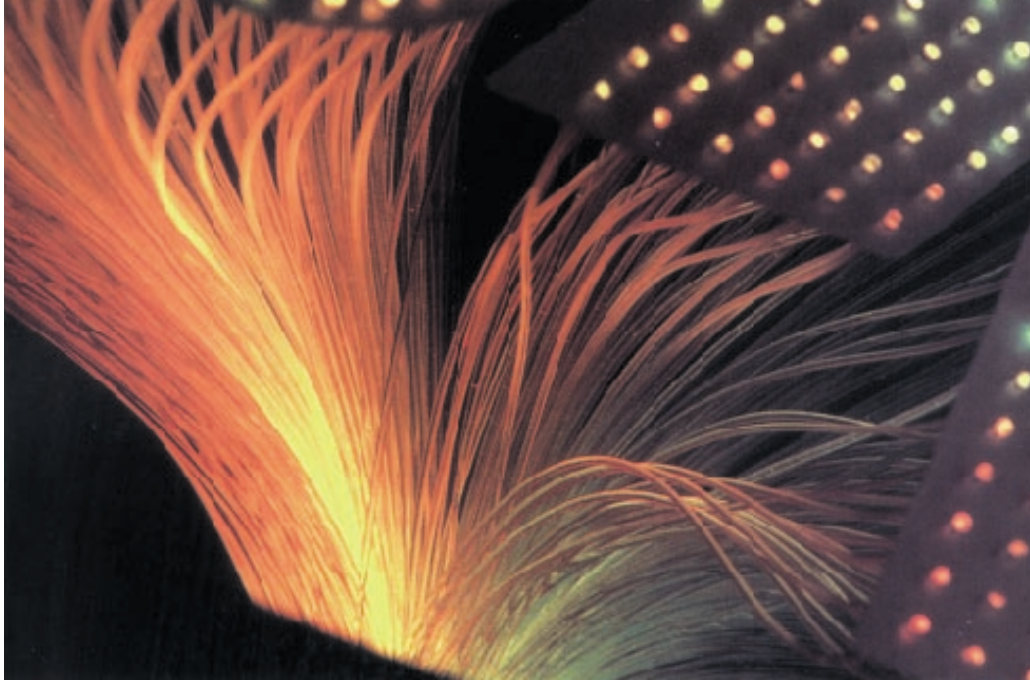


Işık Kuramının Tarihçesi

Fiber optiğin insanları neden bu kadar çok etkilediğini daha iyi anlamak için belki de önce ışık kuramının tarihçesine bakmak gerekir. Son 3000 yıl içinde ışık ile ile ilgili geliştirilen onlarca kuramdan önemli olan altısı şunlar:

1) Dokunma
2) Işıma
3) Parçacık
4) Dalga
5) Elektromanyetik
6) Kuantum

Dokunma kuramı, temelinde hissetmeye dayalı bir teori. Eski çağlarda, gözün görünmez bir cisim göndererek maddeye dokunduğu ve onu algıladığı sanılırdı. Işıma kuramıysa dokunma kuramının tersine parlak ci-



simlerin gönderdiği ışın veya parçacıkların cisimler üzerinden sekerek göze gelmesine ve algılanmasına dayanır. Işıma kuramı 11. yüzyılda dokunma kuramına göre daha fazla kabul gördü.

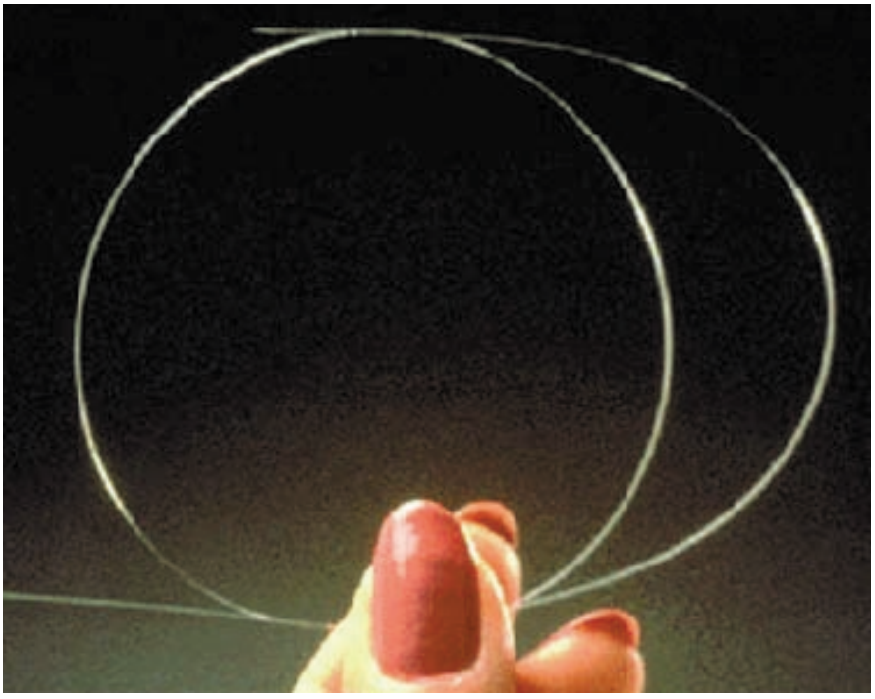
Bundan sonra gelen iki kuram Sir Isaac Newton'un parçacık ve Christian Huygens'in dalga kuramları. Bunlar, birbirlerine tam ters olan kuramlar. Newton'a göre ışık, parçacık olarak düz bir doğru üzerinde yol alır. Diğer bir deyişle, ışık bir parçacıklar sistemidir ve kaynağından her yöne düz doğrular boyunca yol alırlar. Newton'un fizik yasası parçacıkların cisimlerden yansımasını açıklayabiliyor.

Huygens'in dalga kuramıysa Newton'un kuramını kabul etmiyor. Ona göre, eğer ışık parçacıklardan oluşsaydı birbiriyle karşılaşan ışık demetleri kendilerini yok etmeliydi. Huygens, bunu açıklamak için karşılaşan iki su akıntısını örnek gösterdi. Gerçekten de ışık bu tür bir özellik göstermez ve ışık demetleri karşılaştıklarında, su örneğinde olduğu gibi bir olay ortaya çıkar. Huygens, ışığın bir dalga olduğunu öne sürdü. Ona göre ışık ve onunla ilgili olaylar tümüyle dalga kuramına oturtulmalıydı. Buna karşılık Newton da eğer ışık bir dalgaysa, hareketi boyunca rastladığı köşeleri de dönmesi gerektiğini ancak bunun olmadığını ileri sürerek dalga kuramını reddetti. Bu günün bilimiyse ışığın gerçekten köşeleri döndüğünü gösterebiliyor. Ancak dalga boyunun çok küçük olmasından dolayı bu olayın gözle görünmesi olası değil. Dalga kuramı, 1800'lü yıllarda kabul gördü. Parçacık kuramıysa 1800'lü yılların sonlarında tamamen terk edildi.

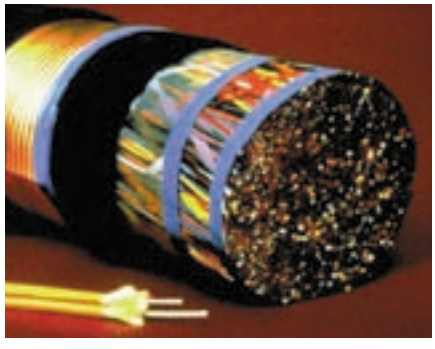
Ondokuzuncu yüzyılın sonlarında, James Clerk Maxwell, elektrik, manyetizma ve ışığı bir kuramda birleştirdi. Bu kurama elektromanyetik teori dendi. Maxwell'e göre ışık bir elektromanyetik dalgadır ve diğer elektromanyetik dalgaların özelliklerini gösterir. Maxwell, elektrik ve manyetik sabitlerden yararlanarak ışık hızını hesapladı. Gerçi bulduğu hız kabul edilebilir değer içinde; ancak Maxwell'in teorisi fotoelektrik etkisini açıklayamıyor.

1887 de Heinrich Hertz, metal üzerine gönderilen belli özellikteki ışığın, elektronları metal yüzeyinden kopardığını buldu. 1900'de Max Planck, ışık ile ilgili başka bir kuram geliştirdi. Buna göre ışık, içinde enerji olan küçük bir paket içinde iletilir ve madde tarafından emilir. Bu küçük pakete ''quanta" adını verdi. Quanta içindeki enerji, ışığın frekansıyla doğru orantılı. Albert Einstein, Planck'ın kuramını tamamen kabul ederek ışığın quanta olarak iletilmesinin ve madde tarafından emilmesinin yanında, ışığın quanta olarak yol aldığını ileri sürdü. Einstein, quanta birimi olarak foton'u kabul etti.

1905'te Einstein kuantum kuramını kullanarak fotoelektrik olayını açıkladı. Kuantum kuramı, iki temel kura-







TİPİ	Tipik Kapasite Limitleri
Bakır Kablo 19 yüzyıl (orta) ses veya yavaş veri iletişim hızı	1.5 Mb/s veya 24 simultane veri/ses
Mikrodalga Noktadan noktaya iletişim Görüşün cizgisinin açık olması gerekiyor	135 Mb/s or 2,160 simultane veri/ses
Uydu Geniş alana yayın için iyi	45 Mb/s or 720 simultaneous veri/ses araması
Fiber Optik Yüksek Kapasite düşük yayılım gecikmesi	n x 2.5 Gb/s veya n x 32,256 simultane veri/ses

Tabloda iletişim ortamları ve tipik kapasite limitleri verilmiştir.

mın, parçacık ve dalga kuramlarının birleştirilmesiydi. Bu birleştirme zorunluydu; ışık bazen parçacık bazen de dalga özelliği gösterir. Işık, enerjinin bir biçimidir. Fotonlar, ancak bir fotonun hareket halinde olması durumunda var olurlar. Işığın boşluktaki hızı saniyede $3x10^8$ metredir.

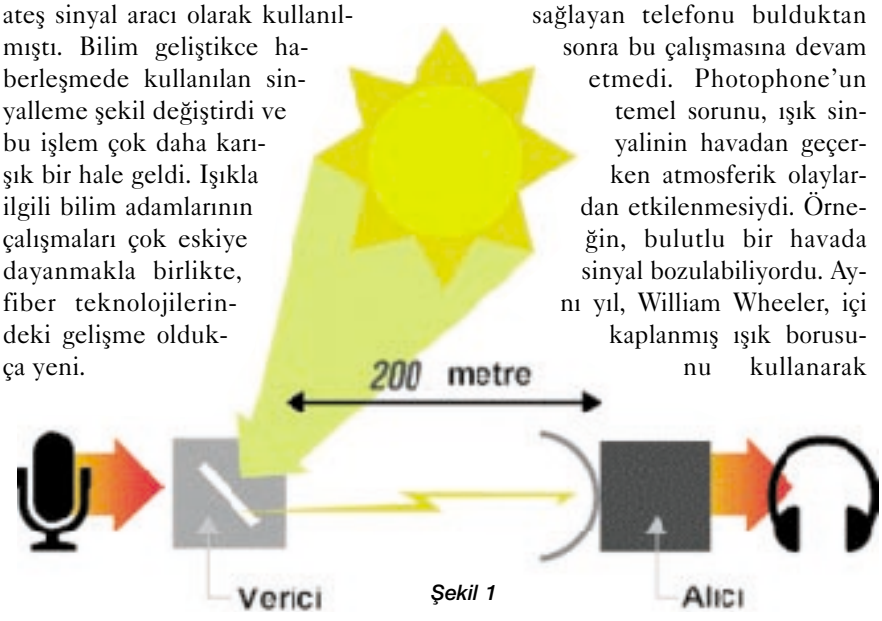
Fiber optikle ışığın en yakın ilişkisi yansımadır. Newton yasaları ışığın nasıl yansıdığını açıklayabiliyorlar. Newton kuramına göre, ışığın bir yüzeye gelme açısıyla yansıma açısı değişmez. Işığın çok önemli bir özelliğiyse kırılma. Kırılma, ışığın değişik ortamlarda yol almasında ortaya çıkıyor. Belli özellikteki bir ortamdan, başka özellikteki ortama geçerken ışık kırılır. Işığın hızı, hareket ettiği ortama bağlı olarak bazen artar bazen de azalır. Örneğin, ışık havada camdan daha hızlı gider. Bir ortamdan diğerine geçerken ışık hızının değişmesi, onun kırılmasına neden olur.

Fiber optik teknolojisi, son bir kaç yüzyıldır geliştirilen ışık kuramının bir sonucu. Gördük ki eski zamanda ateş sinyal aracı olarak kullanılmıştı. Bilim geliştikce haberleşmede kullanılan sinyalleme şekil değiştirdi ve bu işlem çok daha karışık bir hale geldi. Işıkla ilgili bilim adamlarının çalışmaları çok eskiye dayanmakla birlikte, fiber teknolojilerindeki gelişme oldukça yeni.

Tekrar geriye gittiğimizde, 1621 yılında Willebrord Snell'in kendi adıyla bilinen kanununu formüle ettiğini görüyoruz. 1860'ta Graham Bell, ses iletişimini ses dalgaları tarafından titreştirilen aynalar kullanarak gösterdi (Şekil 1). Ses tarafından modüle edilen aynalar, ışığı bu modülasyona göre yansıtırlar. Modüle edilen bu ışığın selenyum plakası yüzeyine yansıtılması, yüzeydeki direnci değiştirir. Değişiklikler, ışığın yoğunluğu artırılıp azaltılarak ayarlanabiliyor ve hoparlör benzeri bir aleti çalıştırabiliyor.

Fiberin Kısa Özgeçmişi

1854'te , John Tyndall, ışığın bükülmüş bir boru içindeki sudan geçilebileceğini ve dolayısıyla ışığın eğilebileceğini gösterdi. 1880'de, Alexander Graham Bell, ışık demeti üzerinden bir ses sinyalini ileten "Photophone" isimli aleti buldu. Ancak elektrik sinyalini kullanarak ses iletişimini sağlayan telefonu bulduktan sonra bu çalışmasına devam etmedi. Photophone'un temel sorunu, ışık sinyalinin havadan geçerken atmosferik olaylardan etkilenmesiydi. Örneğin, bulutlu bir havada sinyal bozulabiliyordu. Aynı yıl, William Wheeler, içi kaplanmış ışık borusunu kullanarak ışığı yönlendiren deneyler yaptı.



Şekil 1

1888'de, Viyana'da Roth ve Reuss sağlık bilimleri grubu, bükülmüş ışık borularını insan vucudunun tanınmasında kullandılar.

1895'te , Fransız mühendis Henry Saint-Rene, bükülmüş cam borulardan yararlanarak görüntüleri aktarmaya yarayan bir sistem tasarımını gerçekleştirdi (ilk televizyon denemesi).

1898 yılında Amerikalı David Smith, ameliyat lambası olarak kullanılabilen bir bükülmüş cam borunun patenti için başvurdu.

1920'lerde, İngiliz John Logie Baird ve Amerikalı Clarence W. Hansell, televizyon ve faksın ilk örnekleri sayılan saydam cam borulardan oluşan ve görüntünün iletilmesine yarayan cihazları için patent aldılar.

1930'da Alman tıp öğrencisi Heinrich Lamm, ilk kez vücudun görünmeyen yerlerini izlemek amacıyla fiber optik kablolardan oluşan bir sistem kurdu. Ancak görüntüler oldukça yetersizdi ve patent alma girişimleri Hansell'in İngiliz patenti yüzünden geri çevrildi.

1954'te Hollandalı bilim adamı Abraham Van Heel ve İngiliz bilim adamı Harold H. Hopkins birbirlerinden bağımsız olarak görüntü paketleri konusunda makaleler yazdılar. Hopkins, üzeri başka bir camla kaplanmamış fiber kablo içinde ışığın iletimini anlatırken, Van Heel, fiber kablonun üzerine kırılma indeksi daha düşük olan bir cam kaplamanın dış etkenlerden ve diğer fiber kablolardan etkilenmesini azaltacağını buldu. O günlerde en büyük sorun, ışığın fiber boru içinde yol alırken sinyalin azalmasıydı.

1961'de American Optical'dan Elias Snitzer, tek modlu fiberlerin teorik tanımlamasını yayımladı. Snitzer'in düşüncesi, insan vücudunun içine bakmayı amaçlayan sağlık bilimlerindeki uygulamalar için uygundu ve kayıp, bir metrede yaklaşık bir desibel civarındaydı. Ancak iletişim aletlerinde kabul edilebilir ışık şiddeti kaybının kilometrede 10 veya 20 desibelin üzerinde olmaması gerekir.

1964'te Dr. C.K. Kao, uzun mesafeli iletişimde kullanılan kritik özellikleri fiber kablolar için tanımladı. Buna göre ışık şiddeti kaybı kilometrede 10 veya 20 desibel olarak belirlendi. Kao, aynı zamanda kayıpları azaltmak için

daha saf cam kullanılması gerektiğini gösterdi.

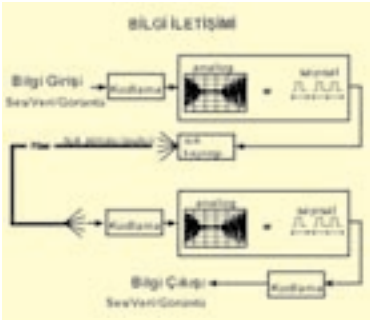
1970'te araştırmacılar, eritilerek birleştirilmiş, çok saf, erime sıcaklığı ve kırılma indeksi düşük olan silis üzerinde deneyler yapmaya başladılar. Araştırma grupları cama ekledikleri değişik malzemelerle fiber damarındaki kırılma indeksini fiber kabuğuna göre çok az miktarda arttırarak günümüzde kullanılan fiber kabloları elde etmeye başladılar. Cam konusunda uzman Robert Maurer, Donald Keck, ve Peter Schultz, ilk fiber optik kabloyu veya Fiber Optik Dalgakılavuzunu buldular. Bu kablo bakır kabloya göre 65 000 kat daha fazla bilgiyi binlerce kilometre uzaklığa iletebilmekteydi

1975'te, Amerika Birleşik Devletleri hükümeti Cheyenne Mountain'da bulunan NORAD karargâhındaki bilgisayarları elektronik gürültüyü azaltmak amacıyla fiber kablo kullanarak birbirlerine bağlamaya karar verdi.

1977'de 2 km uzunluğundaki ilk fiber telefon iletişim hattı Chicago'da 672 ses kanalıyla kullanılmaya başlandı.

Günümüzde uzun mesafe iletişim trafiğinin %80'i fiber kablolar üzerinden yapılıyor. Değişik firmalar tarafından üretilen yaklaşık 25 milyon kilometrelik fiber kablo kullanılıyor.

Fiber Kablolarla İletişim

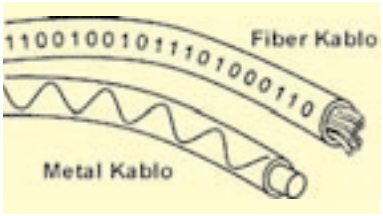


Şekil 2

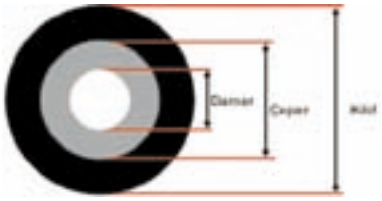
Yukarıdaki şekilde göründüğü gibi (Şekil 2) herhangi bir bilgi (ses, veri ya da görüntü) önce elektrik sinyaline dönüştürülür. Işık kaynağında bu sinyaller ışık sinyaline çevrilir. Burada önemli bir nokta fiberler hem sayısal hem de analog sinyali taşıyabilir. Birçok kimse fiberlerin sadece sayısal sinyalleri taşıdığını düşünebilir (ışık kaynağının açılıp kapanmasıyla). Sinyal



bir kere ışık sinyaline çevrildikten sonra, fiber içinde dedektöre gelinceye kadar yol alır. Burada ışık sinyali tekrar elektrik sinyaline dönüştürülür. Son olarak da elektrik sinyalinin şifresi çözülerek bilgiye (ses, veri veya görüntü) dönüştürülür.



İletişimde kullanılan fiber kabloların temel üç bölümü vardır. İç kısımda fiberin damarı, daha sonra çeperi ve en dış bölümde ise kablonun kaplama bölümü bulunur (Şekil 3). Aşağıdaki şekil, tipik bir fiber kablonun ara kesitini gösteriyor. Damar, ışık sinyalinin yol aldığı, daha başka bir deyişle bilginin iletildiği bölüm. Telekomünikasyon endüstrisinde genel olarak 8.3 (µm) mikrometreden 62.5 (µm) mikrometreye kadar olan büyüklüklerde fiber kablolar kullanılıyor. Standart telekomünikasyon fiberinin damar çapı 8.3 (µm) mikrometre (tek mod), 50 (µm) mikrometre (çoklu mod), 62.5 (µm) mikrometre (çoklu mod) civarında bulunuyor. Damar bölgesini saran çeperin yarı çapı 125(µm) mikrometre, fiber kablonun tamamının yarıçapıysa 250 (µm) mikrometre ile 900 (µm) mikrometre arasında değişir. Bu büyüklükleri insan saçının çapı olan 70 (µm) mikrometre ile karşılaştırabiliriz.

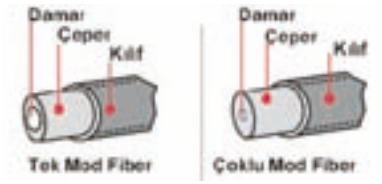


Şekil 3

Işık, fiber optik kabloya girdikten sonra dengeli bir şekilde yol alır ve buna mod denir. Fiber kablonun tipine bağlı olarak yüzlerce çeşit mod oluşturulabilir. Her mod, giriş ışık sinyalinin bir bölümünü taşır. Daha genel bir deyişle fiber içindeki mod sayısı, fiber damarının çapına, ışığın dalga boyuna ve sayısal açıklık denilen büyüklüğe bağlıdır. Günümüzde kullanılan temel iki tip fiber optik kablo vardır: tek mod ve çoklu mod fiberler. Bunları dış görünümleriyle ayırmak olası değildir. Her iki tip de iletişim ortamı olarak kullanılmakta. Ancak değişik uygulamalarda değişik şekillerde kullanılırlar.

Tek Mod Fiberler: Işığın tek bir modda ya da tek bir yolda ilerlemesine olanak tanırlar (Şekil 4). Damar çapları 8.3 µm dir. Tek modlu fiberler, düşük sinyal kayplarının olduğu ve yüksek veri iletişim hızının gerektirdiği durumlarda kullanılırlar.

Çoklu Mod Fiberler: Işığın birden fazla modunu ileten fiberlerdir. Tipik damar çapları 50 µm ile 62.5 µm arasında değişir. Çoklu mod fiberler, kısa mesafeli uygulamalarda kullanılırlar.



Şekil 4

Fiber Optiğin Temel Prensipleri

Fiber kablonun çalışması, ışığın tam yansıma prensibine dayanıyor. Işık, fiber kablo içinde (damarında) çeperlerden yansıyarak ilerler. Tam yansımanın olabilmesi ışık demetinin fiber kabloya giriş açısına bağlıdır.

Kırılma indeksi, ışığın bulunduğu ortamdaki yayılım hızını gösteren bir



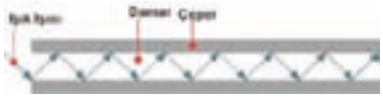
kavram. Işık boşlukta saate 300 000 km'lik bir hızla ilerler. Kırılma indeksi, ışığın boşluktaki hızının herhangi bir ortamda hızına bölünmesinden elde edilir:

Kırılma İndeksi=(Işığın Boşluktaki Hızı)/(Işığın Ortamdaki Hızı)

Boşluktaki kırılma indeksi bu durumda 1dir. Aşağıdaki tablo, bazı tipik ortamlar için kırılma indeksini gösteriyor.

Ortam	Tipik Kırılma İndeksi (Kızılötesi)	Işık Hızı
Boşluk	1	Hızlı
Hava	1.0003	
Su	1.33	
Fiber Kablo Çeperi	1.46	
Fiber Kablo Damarı	1.48	Yavaş

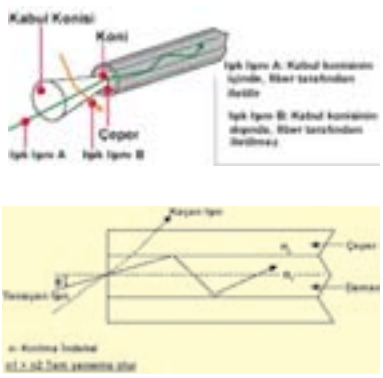
Bir ortamda ilerleyen ışık, başka bir ortama girdiğinde herhangi bir kayıp olmadan geldiği ortama geri yansırsa buna tam yansıma denir (Şekil 5)



Şekil 5

Fiber kabloların çeperi (dış kaplama bölümü) ve damarı (iç bölümü) değişik malzemelerden yapıldığı için fiber içinde ilerleyen ışık, damar bölgesinden çepere çarptığında tam yansımaya uğrayarak damara geri döner. Tam yansımanın olabilmesi için çeperin kırılma indeksinin damarınkinden daha az olması gerekir.

Işığın fiber kablo içinde tam yansımaya uğrayarak ilerleyebilmesi için fiberin damar bölgesine giren ışığın belli bir açının altında olması gerekir. Bu kritik açının oluşturduğu hayali koniye kabul konisi denebilir. Kabul konisinin büyüklüğü, çeper ve damar kırılma indeksine bağlıdır. Aşağıdaki şekil bu tür bir yapıyı gösteriyor (Şekil 6).

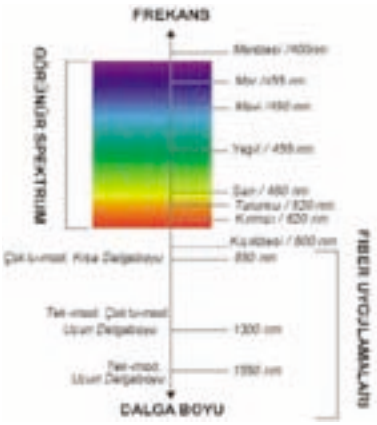


Şekil 6

Uygulama Prensipleri

Elektromanyetik spektrumda insan gözünün algılayabildiği bölgeye görünür bölge diyoruz. Görünür bölgede ışığın dalga boyu, ışık renkleriyle ifade edilebilir. Gökkuşağı renkleri –kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor- aşagıdaki şekilde gösterildiği gibi görünür bölgede bulunurlar. Fiber optik iletişiminde kullanılan elektromanyetik dalgaların dalga boyu görünür bölgenin üzerinde bulunur. Tipik optik iletişim dalga boyları, 850 nanometre (nm), 1310 nm, ve 1550 nm'dir. Hem lazerler hem de LED'ler (light-emmiting diode – ışık saçan diyot) fiber optik kablolar üzerinden ışık sinyali üretiminde kullanılabilir. Lazer kaynakları 1310 veya 1550 nanometre ve tek mod uygulamalarında uygundur. LED'lerse 850 veya 1300 nanometre dalga boyundaki çoklu mod uygulamalarında kullanılır.





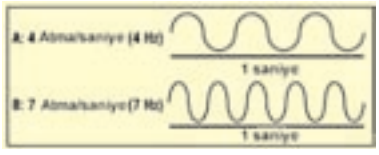
Şekil 7

Fiberin en iyi çalıştığı bazı dalga boyu aralık pencereleri bulunuyor. Bunlara çalışma penceresi denebilir. Her pencere, tipik dalga boyunun etrafında oluşur (Şekil 7). Aşağıdaki tablo bu pencereleri veriyor.

Pencere	Dalgaboyu
800 - 900 nm	850 nm
1250 - 1350 nm	1310 nm
1500 – 1600 nm	1550 nm

Bu pencerelerin seçilmesinin nedeni, fiber optiğin en iyi çalıştığı bölgeler olması, diğer bir deyişle eldeki ışık kaynağıyla iletişim özelliklerinin en iyi şekilde çakışması.

Sistemin frekansındansa şu anlaşılıyor: Sayısal veya analog sinyalin modülasyon frekansı veya diğer bir anlatımla ışık kaynağı tarafından bir saniyede gönderilen sinyal sayısı. Frekans, hertz birimi ile ölçülür. 1 hertz saniyede bir pulsa (atmaya) karşılık gelir. İletişimde kullanılan pratik birimse megahertz'dir (MHz) ve saniyede bir milyon atmaya karşılık gelir.



Şekil 8

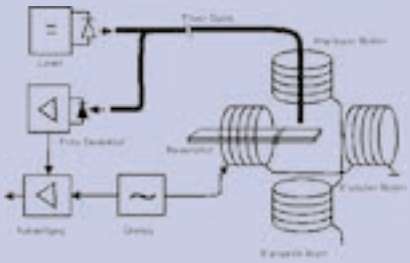
Fiber Optik Kablolarda Kayıplar

Fiber kablo içinde yol alan ışık sinyalinin enerjisi ve dolayısıyla şekli, de-



Fiber Optik Sensörler

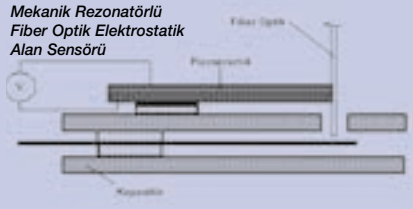
Fiber optik sensörler kuvvet, sıcaklık, basınç, ivme gibi bir çok fiziksel büyüklüğü ölçmede kullanılır. Bunu mikromekanik rezonatörünün içinde bulunan duyarlı elementini kullanarak yapar. Sensörlerin temel çalışma prensibi ölçütüğü büyüklüklerin mikrorezonatörün doğal frekansını değiştirmeye dayanmasıdır. Mikrorezonatörün titreşimleri üzerine düşen ışık tarafından uyarılır. Fiber optik yaklaşımıyla kullanılan bu araçlar elektriksel olarak pasif ve iletişim hattı frekansından bağımsızdır. Ayrıca metalik camların kullanımıyla manyetik alan ölçümlerinde yeni bir ufuk açılmıştır.



Manyetik Alan Fiber Optik Sensörü
Fiber optik magnetometrenin temel yapısı. 10-6 Oe·Hz-1/2 derecesinde hassas ölçümler yapılabilir.

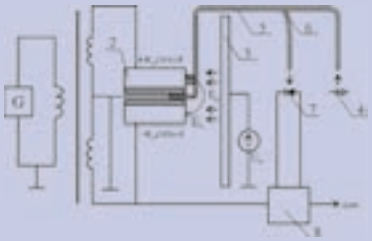
Fiber optik sensörler, elektriksel pasifliğinin dışında, hafif olması, yüksek şoklara dayanabilmesi, üretiği elektromanyetik dalga frekansının bilgi taşıyabilmesi, mekanik olarak kolay bozulmaması gibi diğer bir çok sensor tipinde bulunmayan özelliklere sahiptir.

Mekanik Rezonatörlü Fiber Optik Elektrostatik Alan Sensörü



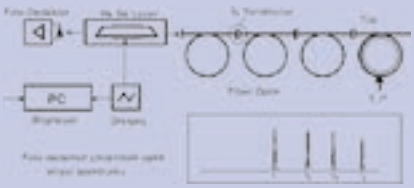
Genel olarak optik duyargaların çalışma prensibi, ışığın yoğunluk değişimine veya birden fazla koldan geçen işığın faz değişimlerine danamaktadır. Dolayısıyla ya ışık yoğunluk sensörleri yada interferometrik sensörler olarak ikiye ayrılırlar. Işık yoğunluğu kullanılan sensörlerde ışığın saçılımı (Rayleigh ve Raman saçılımı), spektral değişim (ışığın yol buyunca emilmesi), mikro bükülüm veya radyasyon kayıpları, kırınım değişiklikleri, veya fiberin modsal özelliklerinin değişimi kullanılmaktadır. İnterferometrik sensörlerde magneto-optik, lazer-Doppler ve Sagnac etkisi gibi fiziksel olayalar kullanılmaktadır.





İnterferometrik ölçüm tekniği kullanılarak 0.2 (V/m)Hz-1/2 mertebesinde çözünürlülük elde etmek olasıdır. Elektrik Alan Fiber Optik Sensörünün şeması: 1-rezanatör, 2-Kapasitör, 3-test plakası, 4-CW lazer diyot, 5- fiber optik, 6- Yönsel Çiftleyici, 7-Fotodiyot , 8- Yükseltici

Optik araştırma çalışmaları oniki temel katagoride yapılmaktadır. Bunlar özel olarak kimyasal, sıcsklık, gerilim, biyomedikal, elektrik ve manyetik, dönme, titreşim, yerdeğiştirme, basınç ve akış sensörleri ve genel katagoride ise bilimsel çalışmalarda kullanılanlar ve biligisayar ağ donanımında kullanılanlardır. En önemli gelişmeler, daha çok çevre kirliliğinde kullanılan kimyasal sensörlerde, biyomedikal sensörlerde olmaktadır. Gerilim ölçümlerinde kullanılan sensörler ise hızlı bir gelişim içindedir.



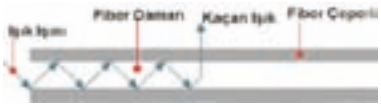
Sıcaklık ve Basınç Multipleks Sensör: Hidrofon ve ısı fiber optik sensörünün temel prensip şeması

Değişik Optik Sensörlerin En İyi Performans Seviyeleri

Sensor Tipi	Kullanım Aralığı
Kimyasal	0->100%
O_2	0-> 25 ppm
H_2S	
Triklorinetilen	
Sıcaklık	-96 ->3000o C
Gerilim	0-8000 me
Biyomedikal	0->300 mmHg 2.8 ->mM
Elektrik ve Manyetik	0.0001 - 100 Tesla 0->25 kA 0-> 100KV
Dönme	0-> 1400 #/s
Titreşim	
Akustik	45 -> 160 dB 1 mP
Ultrasonik	200 kHz -> 5 MHz
Yerdeğiştirme	0 – 50 cm
Basınç	0-> 700,000 torr
Diğer	
Akış	0->2000 mm/s
Kırılma İndeksi	1.3->1.7

ğişik nedenlerle kayba uğrar (Şekil 8). Bu kayıp desibel cinsinden ölçülür (dB/km). Belli bir mesafede kullanılan fiberin düşük kayıplı olması gerekir. Dolayısıyla düşük kayıplı fiber optik sistemleri tercih edilir. Örneğin ilk çıkış gücünün %50'sinin kaybı, 3.0 dB'lik bir kayba karşılık gelir. Fiber kablolar birleştirildiğinde ya da sistem içine monte edildiğinde, bazı kayıplarla karşılaşılır (Şekil 9). İki fiber kablo uç uca birleştirilirse, tipik kayıp 0.2 dB dir. Kayıp nedenleri pek çok olmakla birlikte iç ve dış kayıplar olarak iki sınıfa ayrılabilir.

Işık sinyali, fiber kablo içinde herhangi bir düzensiz bölgeye gelirse saçılıma uğrar ve saçılıma uğramış sinyal o bölge tarafından emilerek ilerlemesi engellenebilir. Rayleigh saçılımı, bilinen en önemli saçılım tipidir (genelin %96'sı). Fiber içindeki ışık, fiberi oluşturan cam atomları ile etkileşir. Işık dalgaları atomlarla esnek çarpışma yapar ve ışık dalgası saçılıma uğrar. Eğer ışık saçılımdan sonra tam kırılmayı sağlayan açıdan daha büyük bir açıyla çepere çarparsa, fiber kabloyu terk eder ve kaçar.



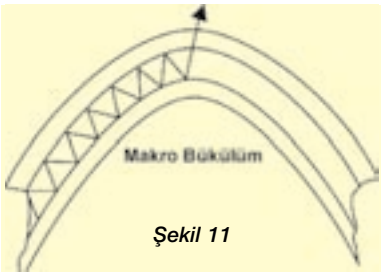
Şekil 9

İkinci tip iç kayıp, ışık sinyalinin fiber tarafından emilmesidir. Bu tür kayıplar genel kayıpların %3-5'ini oluşturur. Işık sinyalinin fiber tarafından emilmesinin nedeni, fiberi oluşturan camın içinde bulunan kirliliklerdir. Bunlar titreşim veya başka çeşit enerji kayıplarına neden olurlar (Şekil 10).



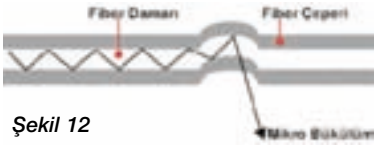
Şekil 10

Diğer kayıp tipiyse dış kayıplardır. Örneğin, eğer fiber optik kablo bükülürse bu bölgedeki gerilim artar ve gerilimin artması da kırılma indeksini değiştirir. Bu durumda ışık sinyalinin tam yansıması gerçekleşmeyerek damar bölgesinin terk edilmesine neden olur. Bu tür eğilmelere makro bükülüm adı verilir.



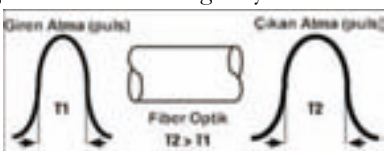
Şekil 11

Bu bükülümler mikro düzeyde kablonun içinde olursa yine sinyal fiberin damar bölgesini terk ederek kayba neden olur (Şekil 12).



Şekil 12

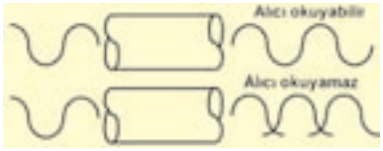
Işık atması, fiber kablo içinde yolculuğu sırasında yayılır. Bu durumda atma genişleyerek bir önceki veya bir sonraki atma ile çakışır; yani gönderilen ışık sinyali artık ayrılamaz hale gelir. Sonuç olarak iletilen bilginin karakterisitik özelliği yitirilmiş olur. Diğer bir anlatımla bilgi kaybolur.



Şekil 13

Kromatik dağılım, ışık kaynağında kullanılan dalga boyu aralığına bağlıdır. Lazer veya LED'ler tarafından üretilen ışığın dalga boyu belli bir aralıkta olur. Fiber içinde yol alan değişik dalga boyundaki dalgalar, değişik hızlara sahiptir. Dolayısıyla eşit mesafeleri farklı sürelerde alırlar; bu da sinyalin yayılmasına neden olur (Şekil 13). Sinyalin gereğinden fazla yayılması onun karakterini bozar ve bilginin kaybolmasına neden olur. Bu tür kayıplar, tek mod fiber optik uygulamalarında oldukça önemlidir.

Bant Aralığı: Bant aralığını, ışık sinyali gönderildikten sonra diğer uçta bulunan dedektörün ayırabileceği özellikleri taşıyan bilgi miktarı olarak tanımlayabiliriz.



Şekil 14

Daha önce anlatıldığı gibi yayılma, ışık sinyalinin dağılmasına neden olur. Bu dağılma, ışık atmalarının birbirleriyle birleşmelerine neden olur. Belli bir mesafede ve belli bir frekansta gönderilen atma, alıcı tarafından okunamaz hale gelir. Bunun dışında, genellikle çoklu mod fiberlerde görünen sinyallerin üstüste gelip karışması da bilginin kaybına neden olur.

Sistemlerin bant aralığı bir kilometrede megahertz (MHz) ile ölçülür. Örneğin eğer bir sistemin bant aralığı 200 MHz-km ise, bir saniyede 200 milyon atma (puls) bir kilometrelik fiber içinde birbirlerine karışmadan algılayıcıya ulaşır.

Sonuç ve Eğilimler

Endüstrinin gelişimine bakıldığında, bilgi çağının 1985'te başladığını ve 1995 yılından itibaren hızının yavaşladığını söylemek yanlış olmaz. Artık yeni bir çağa, iletişim çağına hızla ilerliyoruz. Bu çağın en önemli karakteri, bilgiye ulaşmanın ve bilginin dağıtımının yeni iletişim araçlarıyla yapılması. İnsanların İnternet'i kullanmaya başlaması ve bu konudaki talebin çok hızlı artması, ulusal iletişim altyapısının tekrar gözden geçirilmesine ve yenilenmesine neden olmuş bulunuyor. Bu çağa ulusal bazda ayak uydurmanın en önemli kriteriyse, ülkedeki iletişim trafiğinin büyüklüğü. İletişimi arttırmanın ve çağa ayak uydurmanın yoluysa doğal olarak alt yapının yeterince iyi olmasına bağlıdır. Dolayısıyla fiber teknolojilerinin ülkemizde yoğun olarak kullanılması yaşamsal öneme sahip bir gereklilik.

Bilgi çağında insanlar daha çok tek yönlü, etkileşimsiz olarak bilgiye ulaşmanın yolunu arıyorlardı. Yeni durumda, yani iletişim çağında koşullar hızla değişiyor. Yeni durumda insanlar bilgiye ulaşmada ve diğerleri ile iletişimde çift yönlü ve etkileşimli araçlar kullanıyorlar.

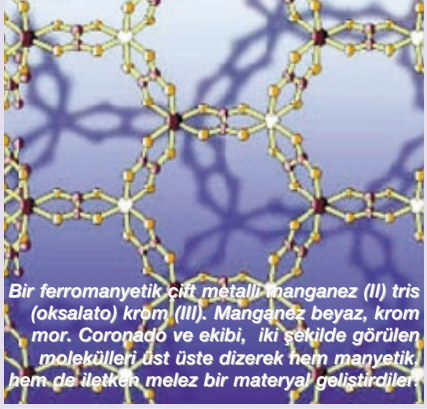
Fiber optik kablolar artık tüm ülkelerde hızla bakır kabloların ve diğer iletişim araçlarının yerini alıyor. Fiber optik kabloların diğer iletişim ortamlarından en önemli farkı, ses, veri ve görüntü iletişimindeki yüksek hız. Fiber kablo uçları yakında oturma odamıza kadar uzanacak. Diğer uçtaysa, milyonlarca bilgi kaynağının ve etkileşimli iletişim sağlayabildiğimiz kişilerin olduğunu düşünürsek globalleşmenin ne olduğunu ve önemini anlamak şüphesiz daha kolay olacak.

Serhat Çakır
Doç. Dr., ODTÜ Fizik Bölümü

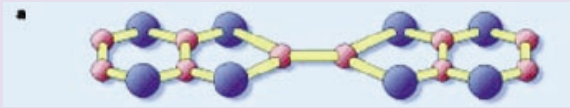
Kaynak
http://newton.physics.metu.edu.tr



Molektronik



Bir ferromanyetik çift metalli manganez (II) tris (oksalato) krom (III). Manganez beyaz, krom mor. Coronado ve ekibi, iki şekilde görülen molekülleri üst üste dizerek hem manyetik hem de iletken melez bir materyal geliştirdiler.



Organik metaller ve süperiletkenler yapımında kullanılan BEDT-TTF molekülü. Karbon atomları pembe, kükürt mavi.

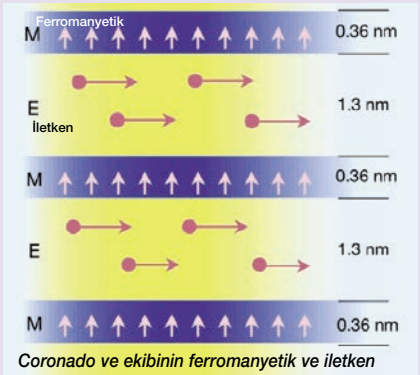
Silikon temelli elektroniğin fiziksel sınırlarına yaklaştığımız şu günlerde, giderek daha küçük aygıtların yapımına elverecek yepyeni araçlara gereksinim olduğu kesin. Bu alanda boşluğu doldurmaya aday yeniliklerin başındaysa, ayrı moleküllerin montajıyla anahtar ve yarıiletken gibi alışılageldik büyük yapıların işlevlerini görebilen yeni yapılar oluşturulması geliyor. Bu alana verilen ad, moleküler elektronik.

Geçtiğimiz 40 yılda araştırmacılar, moleküler elektronik için gerekli yapıtaşlarından bazılarını, örneğin özel metalleri, yarıiletkenleri süperiletken ve mıknatısları, hatta "tek molekül mıknatıslarını" yaratmayı başardılar. Şimdiyse, İspanya'nın Valencia Üniversitesi'nden dört araştırmacı, moleküler elektronikte yeni ufuklar açacak melez bir malzeme geliştirmiş bulunuyorlar. Eugenio Coronado ve arkadaşlarının oluşturdukları moleküler malzeme, aynı anda hem bir mıknatıs, hem de bir iletken gibi davranabiliyor. Tek tek moleküllerin elektronik özellikleri, metal kütlelerinkinden farklı olduğundan, iletken bir moleküler mıknatısın alışılmadık özelliklere sahip olabileceği düşünülüyor.

Özelliklerini, kendilerini oluşturan moleküllerden alan materyaller, atomlarından alanlara göre farklı yapılarla daha kolay uyum sağlayabiliyorlar. Dolayısıyla ister optik olsun, ister manyetik ya da elektriksel, moleküllerin bir kütle olarak taşıdıkları özellikler, örneğin ilaç sanayiinde kullanılanlar gibi alışılmış sentez yöntemleriyle kontrol edilebiliyor. Bunun da anlamı, bu malzemenin ayarlanabilir, ve dolayısıyla da teknolojinin değişen gereksinimlerini karşılayacak farklı biçimlere sokulabilir olması. Organik bir iletkeni bir manyetik yapıyla birleştiren Coronado ve arkadaşları, böylece çok işlevli materyellerin yolunu açmış bulunuyorlar.

Küçük organik moleküllerin metal benzeri elektriksel iletkenlik özelliği taşıdıkları, ilk kez 1965 yılında TCNQ diye bilinen bir elektron-transfer tuzunda gözlenmişti. Bu ve benzeri çalışmalar, metal benzeri iletkenlik ve metal benzeri optik özelliklerin, suda eriyen organik materyallerde de bulunabileceğini gösterdi. Bu da kabaca "plastik iletkenler" diye tanımlanabilecek elektrik iletebilen polimerlerin geliştirilmesini sağladı ve bu çalışmalarından ötürü Alan MacDiarmid, Alan Heeger ve Hideki Shirakawa bu yılın Nobel Kimya Ödülü'nü kazandılar. İletken polimerlerin dışında başka elektron transfer tuzları da keşfedildi. En çok bilineni, ilk organik süperiletkenlerin geliştirilmesini sağlayan [TTF][TCNQ] molekülü. Daha sonraysa, yine bu aileden olan BEDT-TTF molekülüyle başka pekçok organik süperiletken ve organik metal geliştirildi. Coronado, yeni materyali geliştirirken bu molekülün iletken özelliğinden yararlandı.

Ferromanyetizm, atom yada moleküler yapıda olsun, bir materyal içindeki tüm manyetik momentlerin aynı doğrultuda sıralanmasına denir. Bu durum, dıştan zayıf bir manyetik alan uygulanmasıyla kolayca yaratılabilir. Bunun sonucu olan kendiliğinden mıknatıslanma, kapı mıknatıslarında olduğu gibi harici alan ortadan kalksa bile varlığını sürdürebilir; ya da modern akım transformatörlerinde olduğu gibi dış alanla birlikte ortadan kalkabilir. Molekül-temelli ferromanyetizm, ilk kez 1972 yılında bir demir klorid koordinasyon bileşiminde gözlendi. Daha sonra, 1986 yılında bir organik temelli materyalde de ferromanyetizm keşfedildi. Bu materyaller uç soğukluklarda (-268 °C'nin altında) ferromıknatıs özelliği kazanıyor ve ve sıradan organik çözücüler içinde eriyorlardı. 1992 yılında Okawa ve ekip arkadaşları, iki boyutlu bir ferromıknatıs gibi davranan, üst üste oturmuş iki farklı metalden yapılı bir bileşim oluşturdular. Suda çözülmemelerine karşın bu mıknatıslar kristal yapıda oluyorlar ve ve sulu çözeltilerde moleküler parçacıkları kendi kendilerine katmanlı bir yapı oluşturuyorlar.



Coronado ve ekibinin ferromanyetik ve iletken katmanlarla oluşturduğu çok katlı yapı.

Coronado ve arkadaşları da geliştirdikleri materyali, çiftmetalli ferromıknatıs (şekil 1 b) ve BEDT-TTF moleküllerinin, araştırmacıların kontrolünde tekli sıralar halinde ardarda dizilmesiyle oluşturdular. Bu montajı denetlemek mümkün; çünkü BEDT-TTF katmanları artı elektrik yükü taşırken, manyetik katmanlar eksi yüklü oluyorlar. Üstüste dizilen BEDT-TTF katmanlarıyla, ferromıknatıs sıralarının kalınlıkları 1.3 ve 0.36 nanometre olduğundan, manyetik sıralar kütleyi de manyetik yapıyor ama bunda organik tabakalarda dolaşan akımın bir rolü olmuyor.

Teknolojik açıdan önemli fiziksel ya da kimyasal özellikler, ya da bunların karmasını taşıyan moleküler materyallerin sentezlenmesi, günümüz kimyacılarının başlıca hedefleri arasında.

Sıradan metalik ferromıknatıslarda serbest elektronlar hem manyetik etkileşimlerde, hem de iletkenlikte çok önemli bir rol oynuyorlar. Coronado ve arkadaşlarının geliştirdikleri sistemdeyse, organik katmanda bulunan iletken elektronlar, ferromıknatıs katmandaki manyetik momentlerle etkileşmiyorlar. Sistemin moleküler yapısından kaynaklanan ve şimdiye kadar rastlanmamış bu özellik, sisteme henüz bilinmeyen fiziksel özellikler kazandırabilir. Öte yandan, iletken ve manyetik alt sistemlerin birbirleriyle etkileştikleri melez moleküler materyallerin geliştirilmesi de, elektronikçilerin heyecanla bekledikleri bir gelişme, bu materyalle nanoölçeklerde çalışan elektronik aygıtlar yapmak kolaylaşacak.

Palacio F, Miller J. S., A dual-action material, *Nature*, 23 Kasım 2000

Çeviri:Raşıt Gürdilek

Üç Boyutlu ve Renkli Röntgen Görüntüleri:

Bulunuşundan 100 yıl sonra X ışınları günlük yaşamımız ve mikrodünya hakkında yeni ve şaşırtıcı bilgiler edinmemizi sağlıyor…

1895 yılında Wilhelm Conrad Röntgen, X ışınlarıyla ilk kez bir eli görüntülemişti. Bu buluş, tıp ve fizyoloji alanlarındaki araştırmalara çok büyük hız kazandırmıştı. Bugün Röntgen teknolojisinden yalnızca kemiklerin yapılarının görüntülenmesinde değil, atom boyutundaki hareketleri gözlemek ve bunların üç boyutlu yapılandırmalarını oluşturmak için bile yararlanılıyor. İster moleküllerin anlık görüntüleri olsun, ister günlük yaşamdan nesnelerin görüntüleri, Röntgen ışınlarıyla görüntülenemeyecek hiçbir şey yok.



Fareyle Çalışmak: ***Röntgen görüntülerini en iyi anlatan örneklerden biri. Bilgisayar faresiyle parmakların üst üste görüntülendiği bölgelerde, farenin iç yapısı daha iyi anlaşılıyor. Farenin tam ortasındaki daire, aracı rahatlıkla kaydırmamızı sağlayan plastik top.***

İşte Gelecek...



Çifte Pozlama: İki farklı pozlama süresiyle çekilmiş bir fotoğraf bu. Kulaklık, yüksek yoğunlukta ışıma kullanılarak, kafatasıysa düşük yoğunlukta ışımayla görüntülenmiş.

FİZİKÇİLER, röntgen ışınımının doğasını, bulunduktan onlarca yıl sonra açıklayabildiler: Röntgen ışınları, güçlü enerji düzeylerinde elektromanyetik dalgalar. Bu ışınların dalga boyu (0,5 nanometre), insan gözünün görebildiği ışığın (500 nanometre) binde biri kadar.

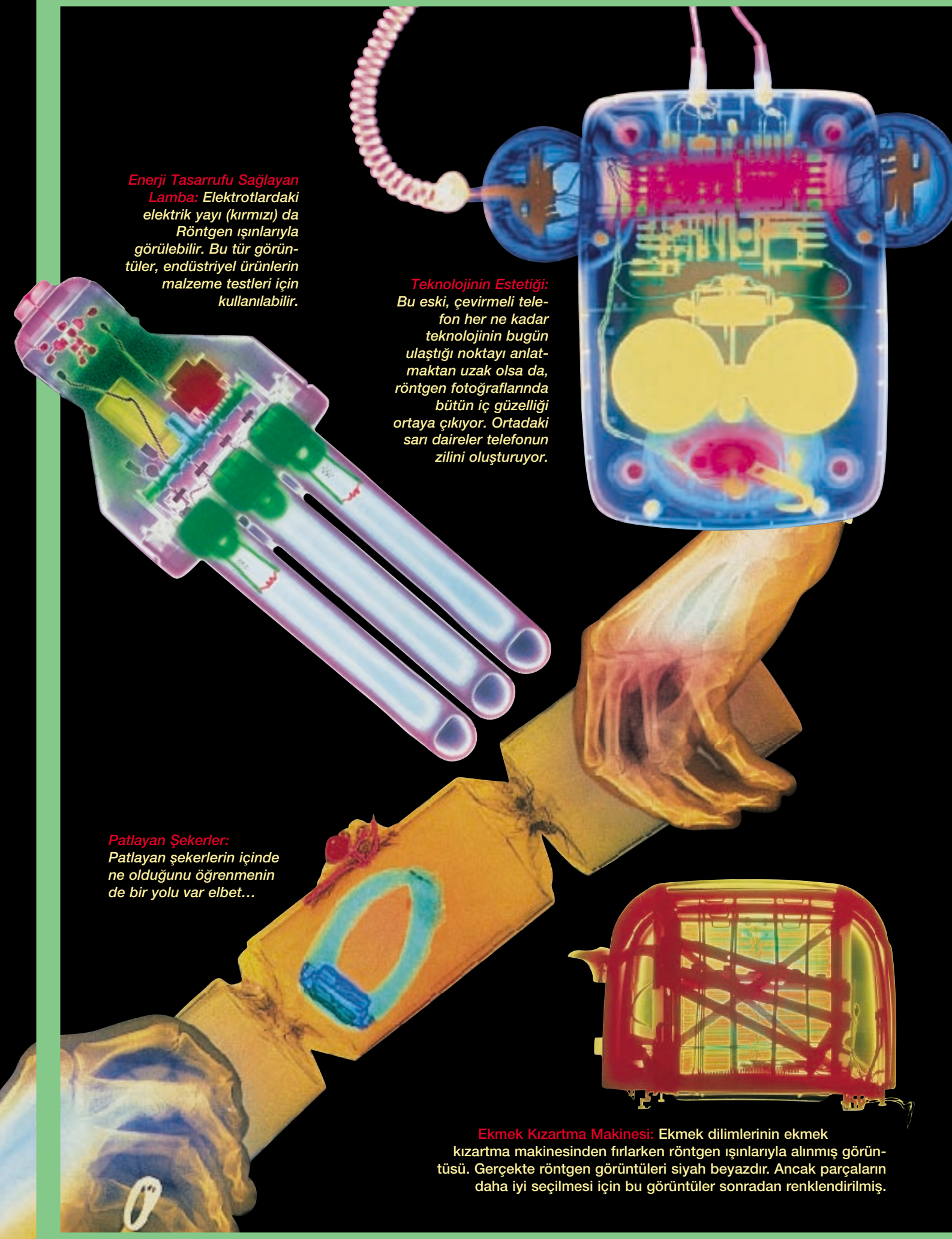
Bir nesnenin röntgen ışınları için ne kadar geçirgen olduğu, yapılmış olduğu malzemeye bağlı. Katı maddelerin geçirgenliği azdır, çünkü röntgen ışınlarını emerler. Bu özellik, hekimlerin kemiklerdeki kırıkları ya da bedendeki yabancı maddeleri kolayca belirlemelerine yarar.



Araştırmacılar şimdi de, çok ince bir hafif metalden yapılmış röntgen merceği geliştirdiler. Bu mercek, ışınları hemen hemen hiç emmiyor. Röntgen ışınlarını demet haline getiriyor. Bu lensle, tıpkı ışın mikroskobunda olduğu gibi çok küçük (bir milimetrenin on binde biri büyüklükte) nesneleri görüntüleyebilen bir röntgen mikroskobu yapılması olasılığı ortaya çıkmış. Böylece, en küçük bakterilerin bile üçboyutlu Röntgen görüntüleri oluşturulabiliyor.

Bu teknolojiyle, üzerinde çalışılan bir nesnenin içindeki minik çatlaklar, bilgisayar çiplerinin içyapısı ya da kan hücrelerinin doğal ortamlarındaki görüntüleri de oluşturulabilir. Röntgen mikroskopları petrol şirketlerince borulardaki çatlakların araştırılmasında, otomobil endüstrisinde jantların ya da motor parçalarının kontrolünde, müzelerce de değerli eserlerin gerçek olup olmadığının belirlenmesinde kullanılıyor.

Araştırmacılar, röntgen ışınlarını incelterek son derece kısa atmalar oluşturmayı başarmışlar. Böylece, atom parçacıklarının hareketleri gözlemlenebiliyor. Bu yeni röntgen "yıldırımları", tıpkı yavaş çekimde olduğu gibi, olan bitenleri bir dizi fotoğraf biçiminde görüntüleyebiliyor. Kimyagerler bu yolla kimyasal tepkimelerin akışı hakkında yeni bilgiler edinmeyi umuyorlar. Biyologlar, karmaşık makromoleküllerin hareketlerinin araştırılması olasılığı üzerinde duruyorlar. Bilim adamları şu sıralar, bir atom Röntgen kamerası kullanarak maddenin yapıtaşlarının görüntülenmesi üzerinde çalışıyorlar. Eğer bu başarılırsa, Wilhelm Röntgen'in ışınları, bulunuşundan 100 yıl sonra, şimdiye kadar gözlerimizin kapalı olduğu bir dünya hakkında fantastik bilgiler edinmemize yardım etmiş olacak.



Enerji Tasarrufu Sağlayan Lamba: *Elektrotlardaki elektrik yayı (kırmızı) da Röntgen ışınlarıyla görülebilir. Bu tür görüntüler, endüstriyel ürünlerin malzeme testleri için kullanılabilir.*

Teknolojinin Estetiği: *Bu eski, çevirmeli telefon her ne kadar teknolojinin bugün ulaştığı noktayı anlatmaktan uzak olsa da, röntgen fotoğraflarında bütün iç güzelliği ortaya çıkıyor. Ortadaki sarı daireler telefonun zilini oluşturuyor.*

Patlayan Şekerler: *Patlayan şekerlerin içinde ne olduğunu öğrenmenin de bir yolu var elbet…*

Ekmek Kızartma Makinesi: Ekmek dilimlerinin ekmek kızartma makinesinden fırlarken röntgen ışınlarıyla alınmış görüntüsü. Gerçekte röntgen görüntüleri siyah beyazdır. Ancak parçaların daha iyi seçilmesi için bu görüntüler sonradan renklendirilmiş.



Paten: Özellikle kayarken ayağı rahatsız etmemesi için patenlerin ayağa çok iyi uyması gerekiyor. Bugün kullanılan röntgen araçları çok düşük dozda radyasyon yaydığından, paten mağazalarında patenlerin müşterilerin ayağına iyi uyup uymadığını kontrol etmek için kullanılabilir.

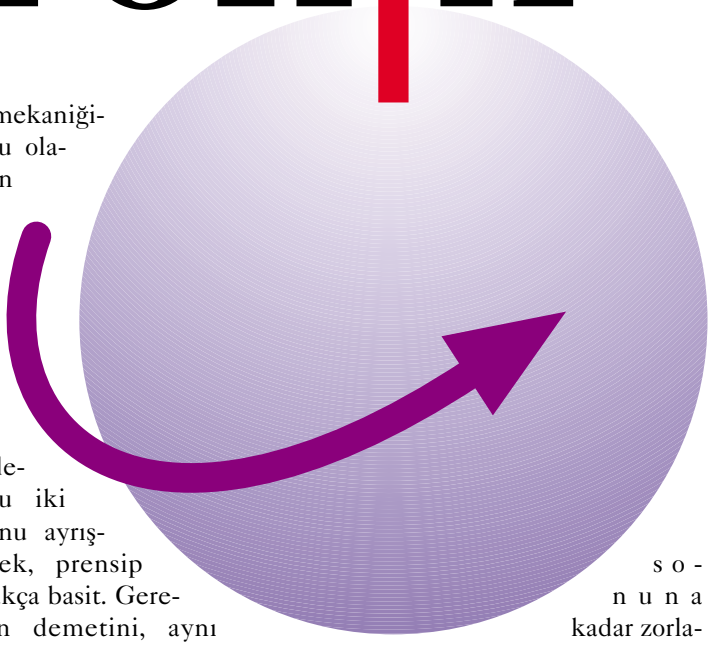
Çeviri: Aslı Zülal
P. M., Aralık 2000.



Daha Güvenli..: Röntgen ışınları en ince ayrıntıları bile görüntüleyebiliyor. Hatta malzemelerin içini bile…
Bir çok erkek için bayanların çantalarında ne olduğu konusu çok gizemlidir. Röntgen görüntüleri bu durumu kolaylıkla çözebilir.

Mikroelektronikte Fırıl Fırıl Bir Esinti

Spintronik



Elektronun elektrik yükü taşıdığını herkes bilir, daha az bilinen ise bir de spinleri olduğudur. Spin yabancı bir sözcük ve sevimli bir Türkçe karşılığı var, fırıl. Yine de yerli bilimsel kaynaklarımızda spin sözcüğü çok daha yaygın. Elektronun bir spine sahip olabileceği savı ilk olarak 1921 yılında Compton tarafından, belli bir dayanağı olmadan ileri sürülüyor. Esas öneri ise 1925 yılında iki genç lisansüstü öğrenci, Goudsmit ve Uhlenbeck tarafından yapılıyor. Bunda çok önemli bir pay da, bu önerilerini, biraz da oldu bittiye getirip, yayımlanması için dergiye gönderen hocaları Ehrenfest'e ait. Aslında Goudsmit ve Uhlenbeck'in tereddütleri altında hiç te yabana atılmayacak sorunlar yatıyor: Örneğin, yapılan kaba hesaplar elektronun "yüzeyindeki" dönme hızının, ışık hızının çok üzerinde olmasını gerektiren ve dolayısıyla görecelik kuramıyla çelişen bir sonuca yol açıyor. Elektronun spini konusundaki esas destek, 1929 yılında Dirac'ın meşhur göreceli kuantum mekanik denklemiyle geliyor. Bu denklem, elektronun aynen Goudsmit ve Uhlenbeck'in önerdiği gibi 1/2 spine sahip olmasını şart koşuyor. Yani, spin nihai olarak görecelikle ilintili ve ister istemez akla gelen, fırıl fırıl dönen minnacık yüklü fırıldak modeli bizi yanılgılara itiyor. Bu nedenle, yoğun madde fizikçileri elektronu, spinli, noktasal bir yük olarak düşünüp, spin ve elektrik yükünün nereden geldiği sorusuna girmiyorlar. Yalnız şunu belirtmekte yarar var ki, elektronun yükü ne derece yerleşmiş bir fiziksel nicelikse, spinin de varlığı o derece kuşku götürmez durumda.

Kuantum mekaniğinin bir sonucu olarak elektron spini, seçilen bir eksene göre, aşağı ve yukarı olmak üzere ancak iki konuma sahip olabiliyor. Bir elektron demetindeki bu iki spin konumunu ayrıştırmak istersek, prensip olarak bu oldukça basit. Gereken, elektron demetini, aynı Stern-Gerlach deneyinde olduğu gibi uzayda değişen bir manyetik alandan geçirmek (Şekil 1). Elektronun spininden dolayı olan içsel manyetik momentinin, dış manyetik alanla etkileşmesi sonucunda yol açtığı iki farklı sapma açısı, demeti aşağı ve yukarı spin kutuplarına ayrıştırmış oluyor.

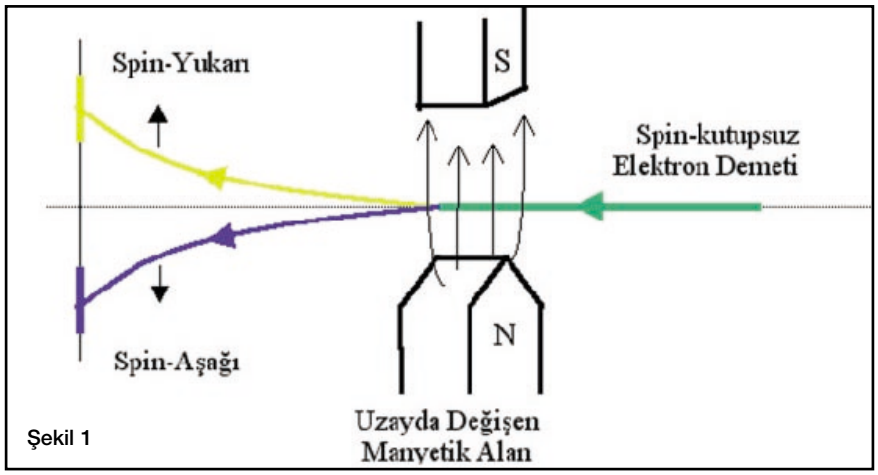
Spine İade-i İtibar

Spin açısından 20. yüzyılın oldukça sönük geçtiği söylenebilir. Dev elektronik endüstrisine göre, elektronun spini sadece gereksiz bir ayrıntıydı. Yani devre elemanlarının çalışma prensibi açısından, akımın nasıl bir spin dağılımı içerdiği önemsizdi ve esas nicelik, geçen akım miktarıydı. Dolayısıyla herhangi bir transistör ya da yongada dolaşan elektronlar rasgele bir spine sahip durumdaydı. Fakat yarıiletken teknolojisinde 0.1 mikronluk boyutlara inilmesiyle bütün alışılagelmiş yöntemler kapasitelerinin sonuna kadar zorlanıyor. Bunun doğrudan bir sonucu olarak da artık kullandığımız bilgisayarların hızlarını ona katlamak eskisi gibi kolay değil. Tıkanıklığı aşmak için yeni bir yaklaşıma gerek var. Uzun yıllardır gündemde olan bir öneri, elektronların yerine fotonları koyma şeklindeki, tüm-optik (all-optical) yaklaşımı. Gerçekten fotonlar bilginin iletilmesine son derece uygun özelliklere sahipler. Çevreleriyle az etkileştikleri için gürültüye daha az maruz kalmaları nedeniyle haberleşme ağlarımız tamamen fotonlara dayalı: Fiber-optik ağlar, radyolinkler vs. Ama bilginin işlenmesi gerektiğinde, yani bilgisayarın içinde, fotonlara dayalı tüm-optik yaklaşımı hala emekleme evresinde.

Yeni umudumuz ise spintronik! Bu adlandırma altında yaşı, beşten bile küçük. Mantığı gayet basit: Elektronun yüküyle bilgiyi taşımak veya işlemek yerine, bu işi spiniyle yapmak. En önemli dayanağı da spinin dış etkilere çok daha bağışıklı olması ve daha küçük boyutlu ve dolayısıyla daha hızlı devre elemanlarına olanak tanıması.

Yeni Gözde, Metaller

Şu haliyle spintronik, yapıtaşı olarak yarıiletkenlere değil de, metallere sırtını yaslamış durumda. Bilindiği gibi yarıiletken elektroniği, değerlik (valance) ve iletim kuşaklarındaki deşik ve elektron olarak adlandırılan iki taşıyıcı türüne dayalı. Öte yandan spintronik, iki değişik spin kutubuyla (yukarı ve aşağı), bu iki çeşit taşıyıcı rolünü gerçekleştiriyor. Bu yönde ilk önemli deneysel gelişmeler 1980'lerin ortalarında, metallerde istenilen spin kutubunda taşıyıcı oluşturulabilmesiyle sağlanmış durumda. Bu noktada metallerin yarıiletkenlere göre önemli üstünlükleri olduğunu vurgulamakta yarar var. Bu, özellikle devre eleman uzunlukları küçüldükçe daha da ağır basıyor. Metaller ve yarıiletkenlerdeki serbest taşıyıcı yoğunlukları arasında büyük bir uçurum var: Metaller için bu, Avogadro sayısı (10^{23}) mertebesindeyken, en yüksek düzeyde katkılanmış yarıiletkenlerde bile bunun ancak onbinde birine ulaşılabiliniyor. Bu durumda 0.01 mikron kenar uzunluğundaki bir yarıiletken hacimde en fazla 10 elektron bulunabiliyor, bu da akım yoğunluğu açısından yeterli değil. Küçük ebatlarda çıkan bir diğer sorun da yarıiletkenlerde oluşan yüzey elektronik seviyelerinin, cihaz işleyişinde git gide daha baskın olmaları. Oysa böyle bir durum metallerde söz konusu değil. Özetle, daha küçük ebatlarda, metaller yarıiletkenlere göre daha iyi performans sağlıyorlar ve daha da önemlisi, aşağıda görüleceği gibi, geçiş grubu metallerinde oldukça yaygın olan ferromanyetik özellik, spintronik uygulamalarında kilit rolü oynuyor.



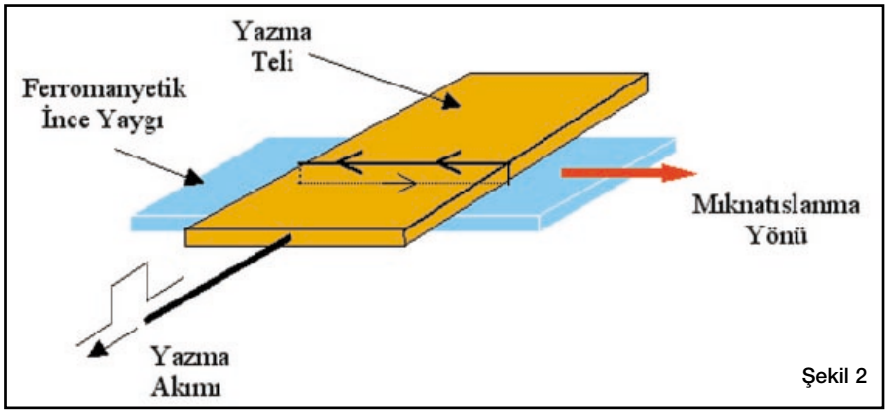
Şekil 1

Belleklerden Asla Silinmeyecek

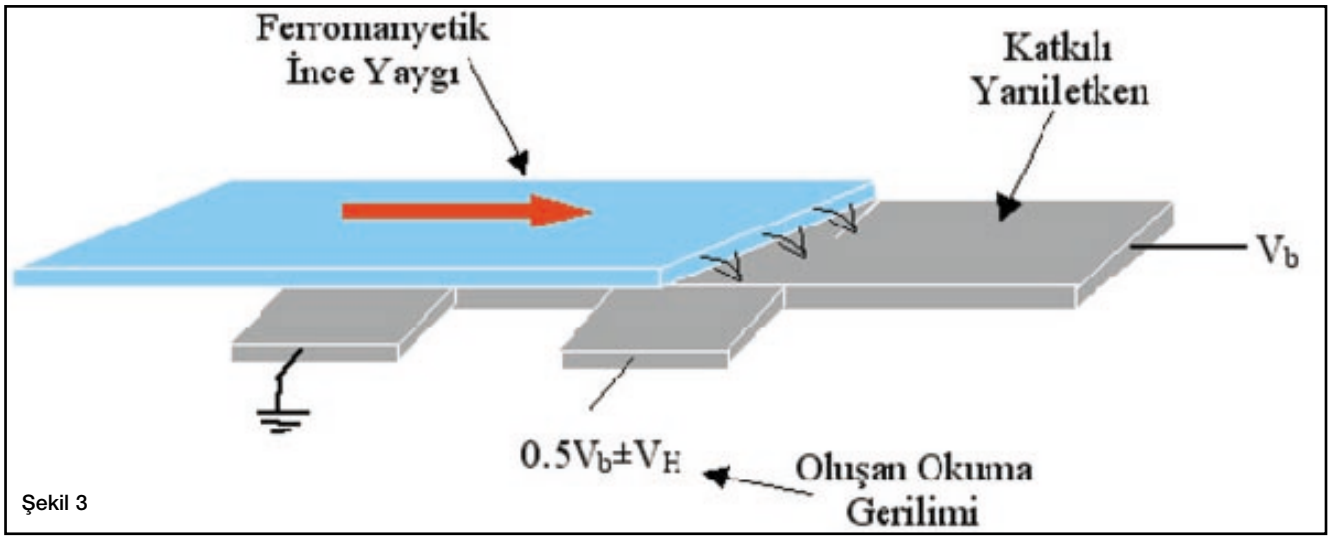
Spintroniğin şu aşamada en umut vaat eden uygulaması bellek yongalarında. İnce yaygı (thin film) ferromanyetik malzemeler kullanılarak, elektron spinleriyle 0 ve 1'ler saklamak mümkün ve normal RAM belleklerin aksine bu saklanan bilgi hiç sürekli enerji olmaksızın saklı kalıyor. Bu belleklerin yazma ve okuma hızları, normal yarıiletken RAM belleklerle yarışır hale gelmek üzere. Dolayısıyla, spintronik, yakın gelecekte, bilgisayarlarımızda mevcut sabit disk ve RAM belleklerin yerini tutabilecek tek bir bellek yerleştirmek amacında. Çok yavaş erişim hızlı sabit diskten kurtulmanın güzel bir yanı da artık bilgisayarımızı açar açmaz çalışır hale gelecek olması. Bu yönde ilk gaye, maliyeti 200 doların altında 1 GB'lık spintronik RAM bellekler üretebilmek; bu hedef, hem hızlı erişimli statik RAM cephesinde, hem de yüksek yoğunluklu dinamik RAM cephesinde söz sahibi olmaya imkan tanıyor. Spintronik bellekleri çekici hale getiren diğer bir nitelik de, yoğun radyasyon altında faaliyetlerine devam edebilmeleri. Bu, yüklü parçacık bombardımanı altında çalışmak zorunda olan uydularda çok aranan bir özellik.

Peki, Nasıl Çalışıyor?

Bu belleklere bir bilgi yazmak için yapılan, ferromanyetik ince yaygının üzerinden istenilen yönde yeterli miktarda bir akım geçirip, indüksiyon sayesinde mıknatıslanmayı sağlamak (Şekil 2). Saklanmış bilgiyi okuma konusunda ise değişik yaklaşımlar mevcut. En üstün görünen yöntem, melez ferromanyetik-yarıiletken yapısına dayanıyor (Şekil 3). Görüldüğü gibi, ferromanyetik ince yaygının ucundaki saçak manyetik alanı, hemen altındaki yarıiletkene dik olarak geliyor. Katkılanmış yarıiletkendeki serbest taşıyıcılar, bu manyetik alan ve dış besleme gerilimi (V_b) altında, Hall olayı olarak bilinen Lorentz kuvvetine maruz kalarak, yan yüzeyde bir Hall gerilimine neden oluyorlar. Bu gerilimin değeri, üstte bulunan manyetik alanın yönüne, yani saklanan 1 ya da 0'a göre değişiyor. Bu yapının en güzel yanı, performansının ebatlar küçüldükçe daha da artması. Yapılan ölçmeler, yazma/okuma çevriminin 10 nanosaniyenin altında tamamlan-



Şekil 2



Şekil 3

dığını göstermiş durumda. Yazma akımı, 1 miliamper ve yazmada harcanan güç ise onlarca mikrowatt düzeyinde.

Yarıiletkenlere Yan Bakmak Kimin Haddine

Metallerin spintronik için son derece uygun bir malzeme olmalarına karşın, yarıiletkenlere dayalı milyarlarca dolarlık elektronik endüstrisine ters düşüyorlar. Elektronik cihazlarımızda yarıiletkenlerin tercih sebeplerinin başında, değişik katkılama oranlarındaki taşıyıcılara (hem elektron, hem deşik) olanak tanıyarak, isteğe göre şekillenebilir olmaları geliyor. Bu nedenle, spintroniğin geleceği açısından, yarıiletkenlerin oyuna bir şekilde dahil etmesi kaçınılmaz. Bu noktada ise sorunlar çıkmaya başlıyor. Başlıca sorun, yarıiletkenlere spin-kutuplu taşıyıcı aşılamada gözlemlenmiş. Ferromanyetik metaller ile yarıiletkenler arasındaki eklemin Schottky diyodu olarak davranması, bu aşılama (injection) yüzdesini %1'in de altlarında sınırlamakta. Fakat son bir yıl içinde iki ayrı grup, ferromanyetik metal yerine manganez katkılı GaAs gibi yarıiletken ferromanyetikler kullanarak %90 spin-kutuplu taşıyıcı aşılamasını başardıklarını açıkladılar. Görünen, yeni yöntemler bulunarak yarıiletken teknolojisinin spintronikle uyumlu hale getirilebileceği yönünde.

Daha Kişilik Sahibi Bir Spin

Şimdiye kadar sözünü ettiğimiz uygulamalar, aslında manyetoelektronik olarak adlandırılmaya daha uygun. Gerçek spintroniğin iddiası ise hiçbir manyetik alan ve/veya manyetik malzemeye dahi gerek duymadan elektron spinine dayalı bir düzen oluşturmak. Spini, manyetik alan altındaki edilgen konumundan çıkaran uygulamalara geçmekle, kuantum mekaniğin zengin ve şaşırtıcı dünyasına girmeye başlıyoruz. En ilgi çekici araştırma konusu kuantum bilişim dalında. Burada amaç, doğrudan 1 ya da 0'lık bitlerle işlem yapmak yerine, kuantum-bitlerle (qubit) yani, 1 ve 0'ı temsil eden kuantum hallerinin (örneğin, spin yukarı ve aşağı) doğrusal bir bileşiminde çalışmak şeklinde. (Bu noktada, modern fizik folklorunun vazgeçilmez kahramanlarından Schrödinger'in kedisi yine karşımıza çıkıyor; herzamanki gibi sağduyumuzla çelişen, yarı ölü, yarı diri haliyle.) Kuantum bilgisayarı esas gücüne, bir çeşit paralel işlemci gibi, birçok qubiti, çevre etkilerinden yalıtıp, kendi içinde dolaşık (entangled) bir halde saklayıp işlem yapabilmesiyle ulaşıyor. Bu tür bir yaklaşımın, klasik bilgisayarların çözmekte çok zorlandıkları veya yavaş oldukları problemlerde (büyük bir sayıyı asal çarpanlarına ayırma gibi) veya şifreleme konularında önemli üstünlükler sağlaması bekleniyor. Tabii hemen akla, kuantum bilgisayarının nasıl bir fiziksel sistem üzerinde gerçekleştirilebileceği sorusu geliyor. Çevresiyle az etkileşmesi nedeniyle, işte spine çok uygun bir iş sahası. Yalnız kuantum bilişim konusu son derece kısıtlayıcı koşullar içeriyor ve üzerinde daha çok fazla kafa yorulması gereken noktalar var.

Spine biçilen bir diğer kaftan da, yeniden-yapılanabilir mantık (reprogrammable logic) devrelerinde. Halihazırda bu mümkün değil. Ama gerçekleşirse, devrim yaratabilecek bir konu. Örneğin, bir hesabın ortasındasınız, ve yazılım, kalan kısmı daha verimli hale getirecek şekilde gerekli mantık devrelerini, manyetik alan veya kapı gerilimlerini değiştirerek, nanosaniyeler içinde yeniden yapılandırabilecek. Donanıma gelecek bu esneklik sayesinde, artık tamamen yazılımın egemenliğinde evrensel bir yonganın gündeme gelmesi söz konusu. Yalnız vurgulanması gereken nokta, bellekteki durumun aksine, bu son uygulamaların bazılarının ancak sıvı helyum sıcaklığı (4.2 Kelvin) gibi prototiplerde gerçekleştirilebildiği, bazı fikirlerin de henüz bilim-kurgu sınırlarında olduğu. Sonuç olarak, önümüzdeki yıllar bize, fırıl esintisinin elektroniğe taze bir kan mı getireceğini, yoksa birçok benzeri gibi, pek gün yüzü görmeden, sine-i millete ya da daha doğrusu sine-i mikroelektroniğe mi döneceğini gösterecek.

Ceyhun Bulutay
Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü

Kaynaklar
IEEE Spectrum, Şubat 2000, sf. 33-40.
http://www.newscientist.com/ns/980228/features.html
Nature, 27 Nisan 2000, sf. 918-920.
Science, 27 Kasım 1998, sf. 1660-1663.
Physics Today, Haziran 1999, sf. 33-38.
http://xxx.lanl.gov/ps/cond-mat/0006369
http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph219/
http://www.rdmag.com/archives/features/07ibm.htm

Dijital Eğlencenin Birleşik Geleceği

Müzik , filmler, televizyon, bilgisayar oyunları ve Internet tek bir yapı haline geliyor. Birbirinden farklı medyalar gerektiği gibi analog üretimden (selüloid film gibi) ve dağıtımdan (dağıtım kamyonları gibi) dijital yöntemlere yönelmekte ve ürünleri koca bir dijital veri akışına dönüşüyor. Buna d-eğlence (d-entertainment) diyebiliriz. Sonuçlarına, televizyon ekranlarımızda, Kişisel Bilgisayarlarımızda, kol saatlerimizde ve gösterge tablolarımızda, açıkçası her an her yerde tanık olabileceğiz. Daha da güzel yanı, teknik ve yasal bir kaç konu aşıldığında, bu eğlencenin tadına varacağımız ve daha da ötesi bu eğlenceyi yaratabilecek ve dağıtımını yapabilecek olmamız.

Yıllardır beklenen, kablolu televizyon ve İnternet gibi dağıtım kanallarının, PC'lerin, televizyonların ve kablosuz kişisel dijital asistanlarının ortak medya içeriği nihayet oluşmaya başladı.

Bizler boş vakitlerimizi değerlendirme biçimimizi değiştirirken, ses (audio) ve görüntü (video) ile ilgili herşeyin dijital hale gelmesi de, anlaşılan eğlence endüstrisinin sosyal düzenini değiştirecek. İlk belirtiler eğlence teknolojisinde elemelerin gerçekleştirilmesi olacaktır. Örneğin, TiVo ve ReplayTv tarafından üretilen "kişisel video kaydedicisi (personal video recorder)" televizyonu, videoyu, ve hatta DVD oynatıcılarını ortadan kaldırabilir. Bu sihirli kutu, canlı yayını durdurabilmemizi ve reklamları atlayabilmemizi, her türlü konuyu ya da sevdiğimiz herhangi bir film yıldızını içeren programları aramamızı ve yüklememizi sağlamakta.

Eğlencenin sosyal düzeninin dijital biçimde bozulması, endüstrinin yeni konularla karşı karşıya gelmesini sağlayacak. Örneğin, plak şirketleri müzik severlerin online olarak müzik indirmesini sağlayabilmek için kârlı bir yol arayışındalar. Bize, 15 dolarlık CD satmayı bırakıp bir şarkıyı online olarak tek bir seferlik dinleyebilmemiz için 10 cent, sınırsız dinleyebilmemiz için 1 dolar, ya da tüm kataloglarına erişebilmemiz için ayda 100 dolar mikro ödeme yoluyla imkanlar sağlayacaklar.

Medya şirketlerinin kendi belirledikleri zamanda kendi belirledikleri yayını yapmalarından hoşnut olmayan pasif tüketiciler, kendi talepleri doğrultusunda eğlence için seslerini duyurabilecekler. Önümüzdeki yeni teknoloji, Internet üzerinde çok çeşitli d-TV, d-müzik ve d-filmler arasından istediğimizi seçme şansı verecek. 2020 yılına kadar, kapsamlı, genişbanda sahip Internet tüm radyo, televizyon, film, gazete, magazin, kitap gibi "yayın" örneklerinin yerine geçip eğlencenin tercih edilen dağıtım ortamı olabilir.



İçeriğin oluşturulması, yalnızca demokratik hale getirilecek. Yalnızca büyük Hollywood stüdyoları filmlerin ve televizyon şovlarının yapılmasını ve dağıtılmasını karşılayabiliyordu. Düşük maliyetli dijital film kameraları ve PC video editörleri, yetenekli herkese film yapımı ve edit edilmesi olanağını yalnızca birkaç bin dolara sağlamakla kalmıyor, ürünün dağıtımının da birkaç bin dolara Web üzerinden AtomFilms ve Ifilm aracılığıyla gerçekleştirilmesine olanak veriyor.

Televizyon, tüketicilerin reklamları atlamasına imkan verdiği taktirde reklamların da değişmesi gerekiyor. Yayıncılar, reklamları tüketicilerin kesmesini engellemek



amacıyla ekranın altından geçirmek durumunda kalabilirler. Ya da Coca-Cola büyük paralar vererek yıldızların CocaCola logosunu taşıyan tişörtleri giymesini sağlayacak.

Peki tüm bunların yanında telif haklarının ihlali tartışmaları nasıl çözülecek? Müzik endüstrisini çevreleyen sorunlardan biri, MP3 siteleri ve Napster yoluyla d-müziğin online olarak takası. Üstelik d-TV ve d-filmler de yerini aldıktan sonra durum büyük çapta yayılacak. Şimdiden, Scour.com gibi d-videonun dağıtımına olanak veren siteler yaygınlaşıyor. Halk, Net üzerinde olmalarından dolayı müzik ve videoların ücretsiz olması gerektiğini düşünebilir. Buna karşılık, telif hakları kanununa göre, sanatçılar, yazarlar ve film yapımcıları, ürünlerinin haklarını savunabilir ve hak ettikleri ücreti talep edebilirler. Bilgisayarla d-filmler için geliştirilmiş, tanınmış aktörlerin onayıyla kendilerine benzetilmiş sanal kahramanlarla ilgili olarak avukatların da yeni yasalar ve telif hakkı şartları hazırlamaları gerekebilir.

Bütün bunların yanında daha değişken konular ortaya çıkabilir. Freenet.sourceforge.net adresinden indirilebilir olan Freenet yazılımı, PC'lerin İnternet üzerinde geçici nodlar olarak devreye girmesini sağlayarak, Napster gibi aracı bir program olmadan da direkt takasa olanak veriyor. Napster takascıları tanımlanabilmekte; ancak, Freenet kullanıcılarından kimin dosya indirdiği ve gönderdiği tanımlanamıyor. Tüketiciler, kimlikleri ortaya çıkmaksızın PC'den PC'ye doğrudan dosya koplayabilir. Bunun sonuçlarıysa büyük olabilir. Muhbirler tepki korkusu olmadan suçlayıcı dokümanlar gönderebilir ve totaliter devletlerde muhalifler güvenli bir biçimde hükümet karşıtı yazılar gönderebilirler. Bunların yanında, çocuk pornografisi tacirleri fotoğrafları bu yolla gönderebilir ve esrar satıcıları online ticaret yapabilir. İşte anarşiye bir doping daha.

D-eğlencenin toplumu derinden etkilemesinin yanı sıra tüketici alışkanlıklarını değiştireceği kesin. Eğlencenin dijital görselliğine kendimizi kaptırmak kolay. Web'de sörf yapanlar şimdiden dünya müzelerinde görsel turlar yapabiliyorlar. Ancak, görsel-müzede tur, Çin Seddi'nde yürüyüş ya da ateş yutan sokak göstericisi ne kadar gerçekçi olursa olsun, bir komutla makinayı kapatabilme gibi bir imkanımız olduğunu bildiğimiz için gerçeğinin yerini tutamaz. D-eğlence ne kadar "interaktif" olursa olsun bizi oturduğumuz yere sabitliyecektir.

Yıllardır öngörülen birleşim, programsız gelişme eğilimi bir tarafa, ortaya çıkmaya başladı bile. Telsiz telefonlar, kişisel bilgisayarlar ve televizyonlar, fonksiyonlarını üstleniyorlar. Daha da önemlisi, birbiri içinde bağlı bu araç gereçler, bize birleşimin, aklımızı başımızdan almasına hazır olduğumuzu belirtiyorlar. Bu gerçekleştiğinde de dijital eğlencenin her şekli koca bir veri akışına dönüşecek. Filmlerin, televizyon şovlarının, Internet videosunun ve müziğin tadına ev içi ses sistemlerinde, bilgisayarlarda ya da kol saatlerimizde, nerde ve ne zaman istersek varabileceğiz. Bu durumu sağlamak için gereken, artık yalnızca cihaz üreticilerinin ve resmi makamların geniş bant dağıtımında, telif hakkı korumasında ve uygun gösterimde anlaşmalarından ibaret. Bu da aslında basit bir iş değil.

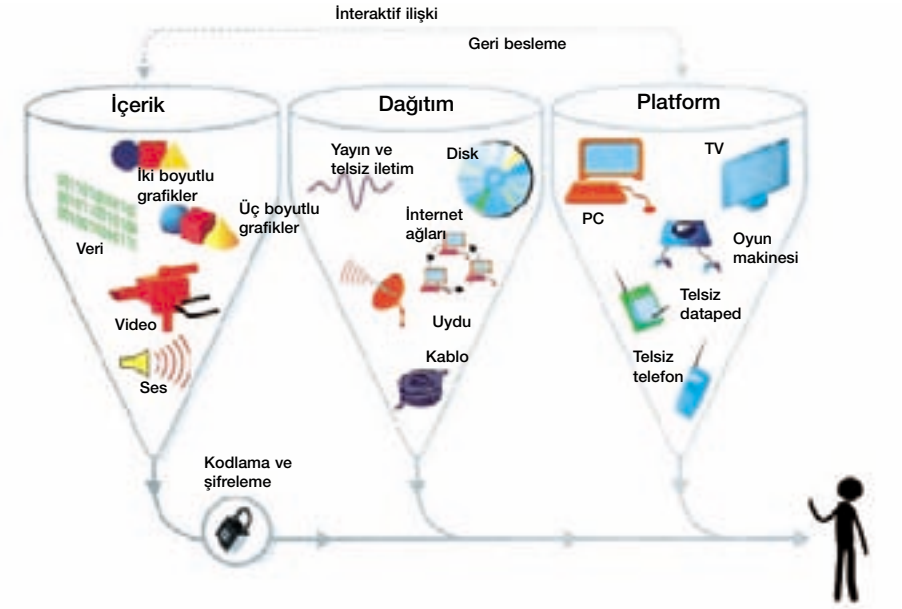
Bu büyük birleşim üç farklı alt birleşimden oluşuyor: İçerik (ses, görüntü ve veri); platformlar (PC, televizyon, İnternet araçları ve oyun cihazları) ve dağıtım (içeriğin platformunuza ulaşma şekli).

e-mail gibi tüm rakiplerini silip süpüren bir araç sayesinde gelişen İnternet (World Wide Web), eğlence içeriğinin birleşimini hızlandırmış bulunuyor. İnternet'in yükselişi ayrıca, içeriğin, telsiz telefonlardan televizyonlara kadar farklı platformlara taşınabilmesi için esnek boyutta olmasının gerektiğini de gösterdi. Bu durum, içeriğin nasıl paketlenip ulaştırıldığı, buna dayalı olarak da içeriği kimin yaratıp kontrol ettiği konusunda kuşkuları körükledi. Ancak, d-eğlencedeki değişimler o kadar yeni ki, hükümet gözetimi gerekebilir. Tüm bu karamsarlıklar içerisinde açık olan; birleşimin üç öğesinin birbirine güçlü bir şekilde bağlı olması.

Birleşim platformlarının ilk örnekleri interaktif televizyona yönelik başarısız girişimlerdi. 1970 yıllarında denenen Warner Amex'in QUBE sistemi bir örnek. Yüklü harcamalar sonunda ispatladığı tek şey, insanların yayıncıyla geri bağlantı kurmak istemediğiydi.

İnternet'se insanlara içerikle etkileşimi "öğretmekte." En yakın başarılı örneği, tam olarak birleşim olmasa da, yine de, istenilen yolda bir adımdır. Mart ayında, Disney'in ABC Televizyonu, Go.com ile birlikte Kim Milyoner Olmak İster? (Who Wants to be a Millionare?) yarışmasının "geliştirilmiş TV" uyarlamasını başlattı. Milyoner'in Web sitesine bağlanarak seyirciler, bir yandan şovu televizyonlarında izlerken, bir yandan da, PC'leriyle oyuna katılabiliyorlar. İlk ay içinde, 3.5 milyon ziyaretçi siteye bağlanmış. Bu yaklaşım, hala aynı odada hem televizyon hem PC gerektiren "çift ekranlı" bir tecrübe. Bilirkişilerin en son teknolijinin PC/TV mi yoksa TV/PC mi olacağı konusundaki tartışmalarıysa sürüyor. Hangisi olursa olsun, böylesine bir amaç için önemli engellerin aşılması gerekiyor.

Dijital televizyon üç koldan gelişiyor: Geliştirilmiş çözünürlük, kanalların çoğaltılması ve interaktif özellikler. Bazı gelişmeler, televizyon üzerinde gelirken, bazıları ayrıca bir kutu olarak televizyonları kablolu televizyon hizmeti veren İnternet sağlayıcılarına bağlıyor. 1995 yılında Gelişmiş Televizyon



Sistemleri Komitesi (ATSC) bu husus-ta dijital televizyon standartları yayımlamış bulunuyor. Ancak, bunların benimsenmesi, bir gecede olamayacak kadar güç. Dijital bilgi, üretimden yayına, yayından televizyona kadar neredeyse hepsi analog olan dağıtım zincirindeki her türlü cihazın değiştirilmesini ya da geliştirilmesini gerektiriyor.

En büyük teknik endişelerden biriyse 8-VSB (gelişmemiş yanband) diye bilinen modülasyon ve iletim standardının, normal antenler tarafından yeterli şekilde alınamayacağı. Nitekim, önemli sayıda insan, daha kablo ve uydu hizmeti alamamakta. Hatta, yeni bir dijital antenle bile bir izleyici, anteni etrafta gezdirmekle bile en iyi sinyali yakalayamayabiliyor. D-TV sinyali ya tam bir kesinlikle elde edilebiliyor ya da hiç görüntülenemiyor. Bu durumda, tüketiciler analog televizyonlarını dijital olanlarıyla değiştirmeye yanaşmayacaklar. Bir çok uzmanın beklentisi, bu geçişin 10-15 yıl süreceği doğrultusunda.

Zor olan husus, interaktif televizyonu bulabilmek. Avrupa bazı sistemleri kurmakta. Bu gelişim büyük iştirakçiler olan AOL, Time Warner ve News Corp tarafından kurulan OpenTV ile hızlandırılabilir. Sistem bir ITV yayıncısı ve izleyici arasındaki birimi ve yazılımı sağlamakta. Kısmi olarak HTML gibi WEB dillerine dayalı ve yakın zamanda yeni XML diline adapte edilecek. Bu kutular, elektronik program kılavuzları, e-mail, online alışveriş, isteğe göre film ve kişiye özel reklam gibi interaktif özellikleri desteklemekte. Bunun yanında, İngiliz Cable & Wireless Communications ve diğerleri telefona, e-maile ve dijital televizyona ek olarak alışveriş ve banka işlemlerini kablo modem üzerinden gerçekleştirmek için Liberate ITV platformunu (HTML ve JavaScript'e dayalı) kullanıyorlar.

Endüstri dünya çapında görüntünün daha hızlı iletilebilmesi için sıkıştırmayı ve neredeyse aynısına yakın bir görüntü için sıkıştırılmış görüntüyü açma konusunda anlaşmış durumda. Bu durum gelişkin algoritmalara sahip kodlayıcı (codec) (sıkıştırıcı/açıcı) sayesinde gerçekleşiyor. D-TV için standart, ismini kendisini tasarlayan Motion Picture Experts Group tarafından almış, kodlayıcı MPEG-2'dir. Her görüntü platformunda çalışabilen MPEG-2, dijital televizyon, dijital kablolu televizyon, direkt yayın uydusu ve DVD için sabit standart haline gelmiş bulunuyor.

MPEG komitesi halen bir üst nesil olan MPEG-4 kodları standardı üzerinde çalışıyor. Gelgelelim interaktif ögeleri belirleyen verilerle birlikte İnternet üzerinde yüksek kalite akıcı d-video destekleyecek bir sonraki adımdır. Hatta bunun yanında, mobil kablosuz ağlara özel çok düşük bit hızlarında da (saniyede beş kilobit ve üstü) akıcı videoyu destekleyebiliyor.

Tüm bu teknoloji, standart bir televizonda bulunandan daha gelişkin şifre çözücü ve bağlantı cihazları gerektiriyor. Bazı dijital yayın uyduları ve dijital kablo TV alıcıları devreye girmiş olsa da, bunlar tam olarak d-TV yayınlarını almaya yatkın değiller. Tüketiciler hala entegre d-TV alıcısı olan bir televizyona gereksinim duyacaklar. Bu cihaz mevcut televizyon uygulaması olan herhangi üçünden doğabilir: DVD oynatıcısı/kaydedicisi, "kişisel televizyonlar" ya da oyun cihazları.

DVD oynatıcıları tüketici elektroniğinin geçmişindeki en başarılı ürün olarak görülebilir. Bir DVD iki saate

Müzik Savaşları

Dijital müziğin arkasındaki teknoloji, müzik piyasasının başa çıkabileceğinden daha hızlı gelişiyor. Manşetlerin de durmaksızın bize hatırlattığı gibi, müzik endüstrisi, kaydedilmiş müziğin iletilmesinde yerini sarsan yeni formatlar ve dağıtım yolları ile başa çıkmaya çalışıyor. İnternet'in müzik kayıtlarının iletim aracı olarak artan popüleritesi, insanların müzikten beklentisinde geri döndürülemez değişikliklere neden olmuştur. İstendiğinde çalınan parça, plak şirketi kataloglarına erişim ve yeni müzik denizine bedavadan dalmak gibi sözde "geleceğe yönelik" kavramlar ücretsiz olarak daha şimdiden sağlanıyor.

İşin komik yanı müzisyenler, bağlı oldukları plak şirketleri ve tüketicilerin hepsinin de, yaygın olarak kullanılan, üretimi ucuz, kullanımı kolay olan kompakt disk ve CD çalıcılardan memnun olmaları. Hem bilgisayarlar, hem de müzik setlerinde kullanılabilen diskler, CD ailesini ideal ses taşıma aracı yapmış durumda. Gelgelelim, teknoloji dur durak tanımıyor.

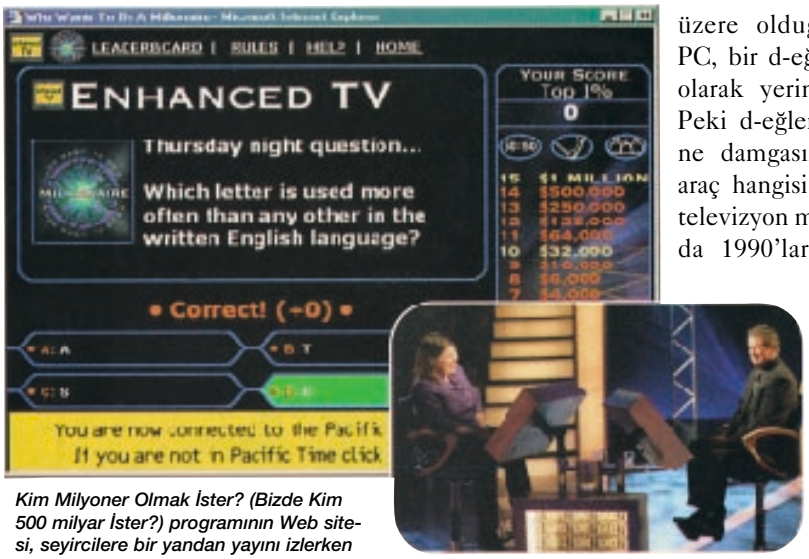
Dijital kayıtlar, bir ses sinyalini alır ve her örneğin genliğini dijital bir "kelime" olarak kaydeder. Örnekleme yoğunluğunun ve kelime boyunun karışımı kesin ses kalitesini belirler. Örnekleme yoğunluğu ne kadar yüksek olursa, frekans yanıtı o kadar yüksek olacaktır; kelime uzunluğu ne kadar uzun olursa o kadar az gürültü olacaktır. Cd için endüstrinin belirlediği örnekleme yoğunluğu 44.1 kHz ve kelime boyu 16-bit tir. Bu da bize saniyede 1.41 milyon bit yoğunluğu verir ki bu da yeterlidir. Ancak bu, İnternet üzerinde hızlı iletime olanak tanımaz. Net trafiğine bağlı olarak üç dakikalık bir şarkıyı 56K modem ile indirmek 90 dakika sürebilir. Örnekleme yoğunluğunun düşürülmesi bir çare olabilir ancak, bu durum parçanın orjinal halini (özellikle frekans yanıtını) bozar. Daha akıllıca bir çözüm kelime uzunluğunun düşürülmesi olurdu. Ancak, bu durumda da gürültü yükselir. Algı kodlama metoduyla kelime boyunu kısaltarak olumlu sonuçlar aldılar. Bir kodlayıcı d-müziğin sessiz kısımlarını atlayarak iletilecek veriyi azaltır. Ama bit yoğunluğuna bağlı olarak, orjinalinden ayırt edilemeyecek bir kalitede de olabilir, dinlenemeyecek halde de.

Müzik endüstrisine egemen kodlama algoritmalarından biri Moving Picture Experts Group (MPEG) tarafından yaratılmış bulunuyor. "3. Katman" kodlayıcısı olarak bilinen MP3, saniyede 64 kilobitten, 320 kilobite kadar stereo bit yoğunluğu kullanıyor. 128 kbps altında bir değerle 11:1 sıkıştırma oranı sağlıyor ve ortalama

kadar orta kalite MPG-2 dijital görüntüyü, yüksek kalite sesi ve grafiği barındırabilir. Bu popüler aygıtların Amerikan evlerindeki sayısının, yıl sonuna kadar 10 milyonu bulması bekleniyor.

2000 yılında ortaya çıkan kişisel video kayıt cihazları ya da kişisel televizyonlar ikinci sırada gelecek vaat eden birleşim cihazları. Bu, TiVo ve ReplayTV tarafından TV'ler için geliştirilen devasa depolama yeteneğine sahip bir sabit disk. Bir yayın MPEG-2 formatında sabir diske kayıt edilir. Seyirciye yayın arka planda kayıt edilirken görüntüyü durdurabilme ve oynatabilme ya da reklamları geçebilme imkanı verir. Bir birey izlemek istediklerini özelleştirebilir. Örneğin, "canlı spor yayınları" ve "opera" gibi yayınları cihaz "görsel kanallar" şeklinde daha sonra seyredilebilmesi için kayıt edebilir. Cihaz ayrıca, benzer programların elektronik listelerini tarayarak bunları otomatik olarak yakalayabilir.

D-eğlencenin gelecek vaat eden üçüncü aracı, yaygın olan video-oyun konsolu. Sony firmasının 1999 yılında çıkardığı Sega' Dreamcast 56 K modemi, internet üzerinde kullanıcıların oyun oynamalarına olanak sağladı.



Kim Milyoner Olmak İster? (Bizde Kim 500 milyar İster?) programının Web sitesi, seyircilere bir yandan yayını izlerken bir yandan da oyuna katılma olanağı veriyor.

Çekici televizyon teknolojileri bazı engellere takılabilir. Örneğin bunlar, standart bir televizyon kumandasından daha güçlü bir arabirime ihtiyaç duyacaktır. Bu belirsizlikler ve istenen her hünere sahip tek bir cihazın kısa sürede geliştirilme olasılığının bulunmaması, PC ve Web'i birleşimin ana motorları yapmaya devam edecek.

1 giga hertz işlemcilerin piyasaya girdiği, 40 gigabyte hard disklerin yalnızca 150 dolara alınabildiği, video izlemek, depolamak ve hatta değiştirmek, on-line interaktif işlemler ve yeniden doldurulabilir DVD'ler için güçlü grafik işlemcilerin piyasaya çıkmak üzere olduğu bir ortamda PC, bir d-eğlence platformu olarak yerini almaya hazır. Peki d-eğlencenin geleceğine damgasını vuracak olan araç hangisi olacak? PC mi, televizyon mu? Bu soru aslında 1990'ların ortalarındaki yazılım ve bilgisayar üreticileri arasındaki zayıf-şişman çatışmasıyla bağlantılı.

Bu tartışmada "zayıf" kampın temsilcileri olan, Sun, Oracle ve Java gibi yeni yetme yazılım şirketleri, dünyayı yalnızca istenen uygulamaları bu arada eğlenceyi de istendiği zaman İnternet'ten indirmeye yarayacak hard diskleri olmayan kutular topluluğu olarak düşlüyorlardı. Buna karşılık Microsoft, Intel, Dell, Compaq gibi eski kuşak firmalar, depolama yetenekleri büyük, çeşitli yazılımlar yüklenebilecek kalın "ya da şişman" makineleri satmayı sürdürmek istiyorlardı.

d-eğlence dünyasında televizyon "zayıf" bir müşteri; buna karşılık eğlendirme yetenekli PC'ler, şişman alternatif.

Burada ibre PC'ler yönünde ağır basıyor görünüyor. PC, medya ile kolayca üretim, depolama, paylaşım ilişkisi kurabiliyor. TV'ninse böyle hünerleri yok. O halde istenen işlevleri yerine getirebilecek, programlanabilen bir PC almak, aynı işlevleri yerine getirmek için pahalı bir televizyon ve ek birimler ordusu almaktan daha akıl kârı. Ama tüm bunlara karşılık bir şeyi de unutmamak gerek: Tüm bu becerilerine karşın PC'ler "çökebiliyor"; TV'lerinse böyle kötü huyları yok.

Yakın gelecekte, birleşime, İnternet'e bağlı fakat birbirine bağlı olmak zorunda olmayan farklı cihazlarla tanık olacağız ve bu cihazlar her geçen gün ortak özellikler üstlenerek daha güçlü hale gelecekler. Büyük olasılıkla evinizde bir dolaba ya da bodruma yerleştirilmiş güçlü merkezi sunucuyu devreye sokan, yüksek bant aralığına sahip, kablosuz yerel bir ağa bağlı bir çok özelliğin bir yerde bulunduğu çö-

bir internet bağlantısı üzerinden oldukça hızlı bir iletim olanağı sunuyor. 128 kbps değerinin altında duyulabilir ses bozulmaları olurken, 192 kbps üzerinde bir değer, ses kalitesini bir CD kaynağının orijinali gibi yapıyor. Bugunkü telefon modemleri için düşük değerler (64 kbps gibi) uygun olsa da daha fazla geniş bant bağlantıları oluştukça yüksek değerler (192 kbps ya da daha üstü) standart ölçü haline gelecek. Bit yoğunluğu ne kadar olursa olsun MP3 d-müzik dosyalarının boyutlarını kabul edilebilir ölçülere indiriyor.

MP3 kodlaması müzik endüstrisinde önemli bir değişime yol açmış bulunuyor. Bir tüketici CD'leri dosyalarına "ripping (yırtma" denen bir süreçle MP3 dosyalarına dönüştürebiliyor. Bunun için genellikle "MP3 yırtıcısı" ya da "CD yakalayıcısı" diye tanımlanan programlar kullanılıyor.

Ancak, sorun tam bu noktada başlıyor. Kendi CD lerinizi MP3 lere dönüştürüp sadece kendinize özel kullanırsanız yasal; fakat herkese açık biçimde telif hakkı sahibinden izinsiz paylaşıma açarsanız telif hakkı kanununu çiğnemiş olursunuz. MP3 lerin ve Napster gibi programların yasadışı şekilde çoğalması internet üzerinde d-müziğin dağıtım gücünü ve bunun kontrolünün ne kadar zor olduğunu ispatlamaktadır. Napster, d-müziğin yayılmasının önde gelen araçlarından olan bir kuruluş. İnternet üzerindeki Web sayfasından bedava yüklediğiniz program; size başkalarının hard disklerine girip orada yüklü MP3 dosyalarını çekme olanağı veriyor. Ve çalıntı CD Napster aracılığıyla binlerce bilgisayara girip çıktığından, suçu belli bir kişiye yüklemek zorlaşıyor. Bu nedenle Metallica gibi bazı gruplar, Napster'e dava açmış bulunuyorlar. Yasal savaşa rağmen, donanım üreticileri bu formatı benimsemeye başladılar. Yeni CD çalarlar da MP3 içeren CD leri desteklemeye başlamış bulunuyor.

Müzik endüstrisi de bu kanunsuz MP3 dosyalarına karşı Güvenli Dijital Müzik Girişimi (SDMI) ile kendi yolunu bulmaya çalışıyor. Seri Kopya Yönetimi Sistemini (SCMS) geliştirmek için yeni CD lerde kopyalama koruması mevcut. SCMS nin zayıflığı, diskin kopyalanıp kopyalanmamasını sadece tek bir bitin belirlemesi. Ancak, bu bit CD nin rip edilmesini engellemez. SDMI protokolündeyse müzik verisi şifrelenecek ve yetkilendirilecektir. Böylece kullanıcılar CD parçalarını MP3 dosyalarına dönüştüremeyecek ve internet üzerinde şifre anahtarı olmadan gönderemeyecek.

Bunların yanında, SDMI uyumlu cihazlar illegal olarak kaydedilmiş SDMI dosyalarını çalmayacaktır.

zümler doğacak. Sunucu, fiber optik ve uydu aracılığıyla dış dünyaya sürekli devrede olacak bir geniş bant bağlantısı sağlayacak. Bir çok cihazın, şebekenin ve sınırsız içeriğin birbirine görünmez bir bağla bağlandığı bir dünyada yaşayacağız.

Makaraya Sarmak İçin Dijital Sinema

Alışılagelmiş biçimde gösterime giren filmler montajı tamamlanmış pozitif ana kopyadan çok sayıda negatif olarak çoğaltılır. Negatifler sinema salonlarında gösterilmek üzere binlerce pozitif baskıya dönüştürülür.

Dijital kamera da ana kopya ile başlar. Filmin her bir karesi taranır ve dijital format haline dönüştürülür. Sonuçta elde edilen yaklaşık 1,000 gigabyte boyutunda koca bir veri dosyasıdır. Dosya sıkıştırıldıktan sonra fiber optik kablolar ya da uydu bağlantısı aracılığıyla elektronik olarak geniş band kullanılarak sinema salonlarına dağıtılır.

Bir d-projektör, 1801 de Thomas Young tarafından önerilen, renkli fotoğrafçılığın ve televizyonun temeli olan trigonometrik kırmızı-yeşil-mavi (RGB) sistemini kullanır. İnsanların gözlerinin algıladığı tüm renkli görüntüler bu renklerin bileşimlerinden oluşurlar.

Bir d-projektör, standart bir 35 mm lik film projektörüyle aynı çözünürlüğü verebiliyor. 1999 yapımı d-projektörler 35 milimetre renkli baskılara denk kontrast oranları 1000:1 (beyazdan siyaha) olan 2000 yatay çizgiye sahip çözünürlükleri gerçekleştirebiliyorlar.

Sahne Kenarında Sıra Bekleyen Dijital İnsanlar

Hollywood, gelişen d-eğlence dünyası içinde bilgisayarca yaratılan aktörlerin, gerçek aktörlerin yerine geçemeyeceği konusunda gönlünü ferah tutabilir. En azından yakın bir gelecekte değil. Ancak, şurası da gerçek ki, tümüyle bilgisayar temelli filmler ortaya çıkmaya başladı ve bunlar aktörün rolünü etkiliyor.

1995 yılında gösterime giren Toy Story, tümüyle bilgisayarlarca üretilmiş olan ilk film. Canlı herhangi bir role ihtiyaç duyulmamış. Bunu, kamerasız olarak çekilmiş üç film izledi: Antz, A Bug's Life ve Toy Story-2. Ama ne kadar etkileyici olsalar da bu filmler hâlâ çizgi film gibi gözüküyorlar. Asıl büyük yarış, dijital, ama gerçeği kadar inandırıcı bir Richard Dreyfuss ya da Julia Roberts yaratmak. Tabii siz bunlara d-Dreyfuss ya da d-Roberts da diyebilirsiniz.

Bunların içinde oynadıkları dünya, gerçeğe benzerliği de hergün artarak, dijital hale geliyor. Titanic filmi, üç boyutlu bilgisayar grafikleri dışında anlatılması imkansız bir hikayeyi anlatmıştır. Bilgisayarlar sayesinde yapımcılar kazazedeleri gerçek okyanusta, pahalı stüdyo havuzlarında, ya da minyatür modellerle gerçekleştirilmesi ya çok tehlikeli ya da çok pahalı olacak biçimde, batan koca gemiden okyanusa düşürdüler. Bu seneki okyanus faciası olan The Perfect Storm filminde 30 metrelik dalgalar oluşturdular. Bu çekimler gerçek bir denizde gerçekleştirilemez.

Yine de, teknik başarılarına karşın



Geçiş Safhasında Olan Film Yapımcılığı

Film yapımcılığında da dijital devrim yakın. Kameralardan, montaj yazılımlarına kadar yeni dijital gereçler artık sadece filmlerin nasıl yapıldığını değil, ne tür filmlerin yapıldığını ve kimlerin yapacağını da belirlemekte. Kalitesine göre oldukça makul fiyatlarda olan dijital video kameralar ile birlikte masaüstü montaj gereçleri de gelişmeye devam edecek. Başlıca engellerden biriyse, var olan dağıtım sistemlerinin, bu dijital film yapımcılığı dalgasını kaldıramaması.

Dijital kameralar ve montajda, özel efektlerde kullanılan yapım sonrası yazılım dışında başka hiç bir gelişme, film yapımcılığının giderlerini düşürebilmiş değil. Ama artık bireysel film yapımcıları eskiden asla karşılayamayacakları çekimleri artık gerçekleştirebiliyorlar.

Dijital ekipman, düşük bütçeli film yapımcılığının ekonomisini değiştirmiş bulunuyor. Süregelmiş modellemede, yazar bir senaryo yazar ve filmin yapımında para sağlamaya yanaşacak insan avına çıkılır. İki üç sene sonrasında para bulunamamışsa genellikle pes edilir. Bulunduğu taktirde de, paranın en iyi şekilde kontrolünü sağlayacak bir yol bulunur ki bu, genellikle, Hollywood stüdyosu ya da bireysel bir şirkettir. Ardından metnin onaylanması, yıldızlar ve sonunda filmin kendisine ulaşılır.

Dijital film yapımcılığındaysa yapımcılar daha senaryo yazılmadan önce gerçekçi bir kaynak araştırması yapıyorlar. Gereken paranın belirlenmesi, kullanabilecekleri ekipman, ekibe katılacak oyuncular ve diğerleri. Bunların ardından yapımcı eldeki kaynaklara göre senaryoyu yazar. Bu yaklaşım, film yapımcılarının para arayarak vakit harcamaktansa filmle meşgul olmalarını sağlıyor.

Dijital kameralar aynı zamanda yapımcıların gerçek dünyayı daha iyi kullanabilmelerine olanak veriyor. Dikkat çekmeyen bir dijital kamera ve küçük bir ekip kullanılarak bir kurgu hikaye, gerçek bir mekanda çekilebilir.

Dijital gereçler yönetmenlerin yapım sürecini değiştirmelerine de neden olmuş bulunuyor. Filmi tek bir zaman aralığında çekmek zorunda kalmaktansa, dijital film yapımcıları filmi çekebilir ve montajlayabilir, sahneler yazabilir ve çekmeye devem edebilir. İlk kez, bireysel film yapımcılığı "düşük maliyetli zamana" kavuşmuş oluyor. Bu durum, yönetmenin en kötü malzemeyi çıkarıp sadece en iyisiyle uğraşmasına, böylelikle de filmin organik olarak gelişmesine olanak sağlar.



bilgisayarca üretilmiş grafiklerin piyasada rağbet görüp görmeyeceği belirsiz. Genç kızların sinema salonlarını doldurma nedenleri grafikler değil. Duygusal, içten insan karakterleri insanların en çok sevdiği şeyler.

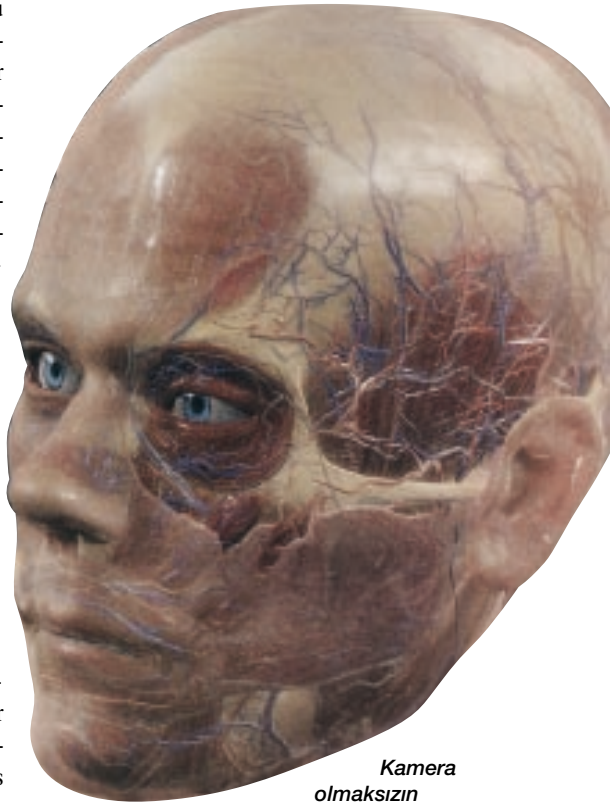
Geleneksel tarzda bir filmde, kameralar kilometrelerce film üzerinde aktörleri filme alır; ardından film montajlanıp makaraya sarılır ve sinema salonlarında saniyede 24 kare şeklinde gösterime girer. Geleneksel selüloit animasyonlarda animatöler nerdeyse her üç karede bir karakterleri kalemle çizerler. Aradoldurucu diye adlandırılan ressamlar eksik kareleri tamamlarlar. Herbir çizim boş selüloit üzerine mürekkep ile kopyalanır, ressamlar önce selüloit üzerine resmi silüet olarak çizerler. Daha sonra "opakçılar", bu silüetlerin içlerini canlı renklerle boyarlar. Bu sırada, ressam bir arka plan sahnesi çizer. Eğer bir çok karede bu arkaplan bulunacaksa daha detaylı çizer. Karakter selüloitleri ve arkaplan üstüste kaydedilir ve bu birleşim geleneksel bir film kamerasıyla tek bir kare halinde gösterilir. Kamera tek bir kare ilerletilir ve bu süreç binlerce kez tekrar edilir.

Modern, dijital animasyonsa 1990 yılında Pixar sistemiyle başladı. Bu tekniğe göre, kalem çizimleri ve aradoldurma yine yapılmakta, ama diğer adımları bilgisayarlar yapıyor. Bilgisayarların kontrolünde kameralar çekimleri gerçekleştiriyorlar. Ama yeni tekniğin en büyük avantajı, filmin lojistiğinin dijital hale getirilmesi. Animasyon filmlerin yapılması sırasında binlerce etkenin farklı evrelerde takip edilebilmesi, önemli zaman ve emek tasarrufu sağlayan kayda değer bir ilerleme.

Üç boyutlu (3-D) bilgisayar animasyonu, film üzerinde hiçbir çizim, model ya da canlı aktör olmadan inanılabilir bir dünya yaratma girişimi. Geometrik olarak, özel yazılım her bir karakteri, cismi ve arkaplanı ve bunların gölgelemesini, ışıklandırmasını, hareketini,devinim netliğini modellendirir. Bir resmin bir yüzeye sarılması karmaşık dokusu olan cisimler yaratır. Tüm karakterler, setler, konumlar ve görsel efektler, ses ve ses efektleri dijital olarak üretilir ve montajlama ve bindirme işlemleri dijital olarak yürütülür. Şimdilik, diyaloglar ve müzik genellikle canlı olarak kayıt ediliyor, ancak bunlarda eninde sonunda güçlü çipler sayesinde sentezlenebilecek. Kareler bilgisayarın sabit diskinde depolanır ve filmin tamamlanmasının ardından sinema salonlarında gösterime girebilmesi için bildiğimiz filme transfer edilir. Sinema salonları zaman içerisinde dijital projeksiyona geçtikce dijital filmi kolayca uydu aracılığı ile alabilecekler ya da dijital videodisklerle gösterebilecekler.

Bilgisayarlarca yaratılan bu filmde animatörler bir iskelet oluşturarak görsel bir insan yapmaktadırlar. Bunu kaslar ve deriyle kapıyorlar ve neredeyse gerçekte olduğu şekilde hareket ettiriyorlar. Bunun en karmaşık örneği Sony Pictures Imageworks sayesinde tamamen dijital, ama "derisiz olmayan" Kevin Bacon'ın oynadığı Hollow Man (Boş Adam)'dı.

Boş Adam önemli bir teknik aşamayı simgelese de, bilgisayarların, Kevin Bacon'a hiç gerek kalmadan kendisinin sanal modelini oluşturup oynatması, daha 20 yıl alabilir. Şimdilik seyirci için inandırıcı bir "sanal gerçeklik", sanal kahramanların çizimi ve animasyonu için kullanılan poligonla-



Kamera olmaksızın bilgisayarla yaratılan filmde animatörler önce bir iskelet kurup sonra üzerini kas ve deriyle kaplayarak bir sanal insan yaratıyorlar ve filmin kahramanına gerçek hayattakine yakın bir hareket yeteneği veriyorlar.

rın sayısı. Bu sayı, bilgisayarların gelişmesine paralel olmalı. Örneğin 1995 yılında Toy Story'nin çekiminde tek bir karede 17 milyon poligon kullanılmışken, 1999'da Toy Story-2'de bu sayı 102 milyona kadar çıkmış. Ama poligonlar istediği kadar çoğalsın, seyirci için sanal kahraman, tıpkı aslına benzese de bir sanal kahraman. Peki sanalı, aslına niye tercih edilsin? Nedeni basit. Sanal Kevin Bacon, uçurumlardan aşağı atlayabiliyor ya da küçülüp beyin nöronlarında gezinebiliyor.

"The Future of Digital Enterntainment", *Scientific American,* Kasım 2000
Derleyen: Özgür Salcan



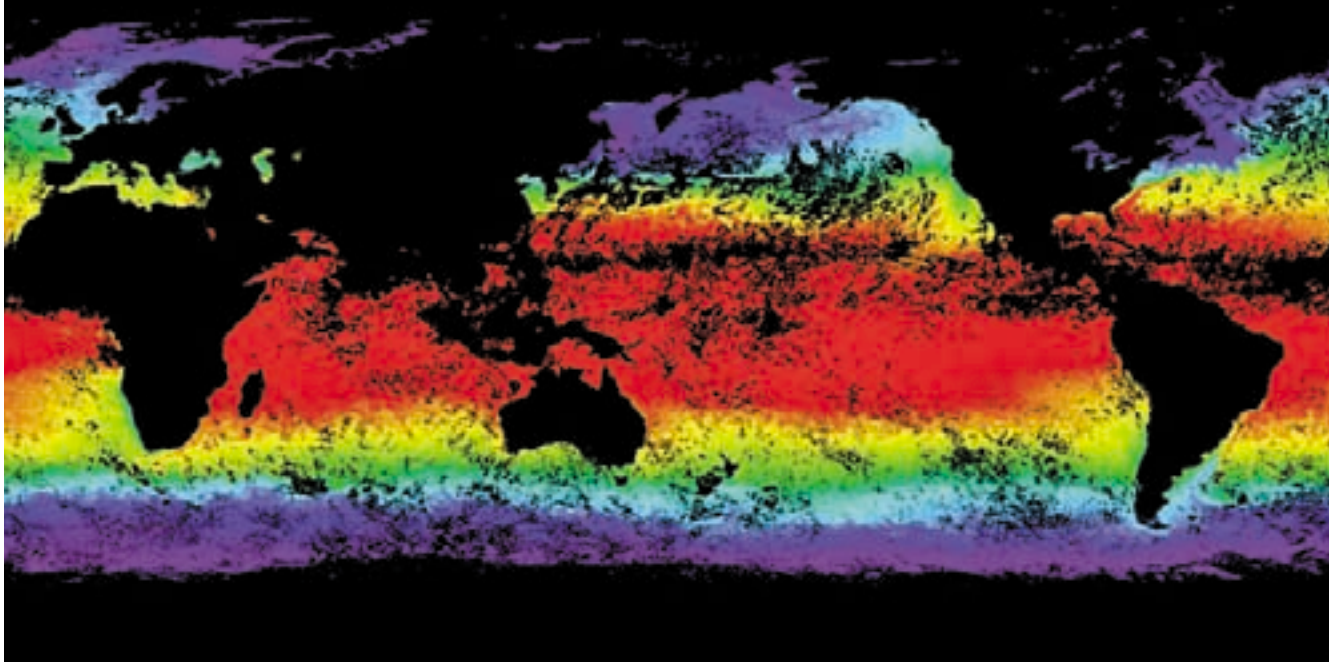
Denizlerimizin Farklı Sesleri

Üç tarafının denizlerle çevrili olmasından gururla bahsettiğimiz ve Jeopolitik konumu nedeni ile yerküre üzerinde önemli yer tutan, iki kıtayı birleştiren Anadolumuz, ayrıca bizlere hakikaten yerküre üzerinde hiç bir bilim çevresine nasip olmayan olanaklar sunuyor. Yerküre üzerinde bizim kadar zıt koşulları bulunduran denizlere sahip olan bir ülke daha yoktur. Bunun en çarpıcı örneği, ADEOS uydusundan klorofile hassas dalga boyları kullanılarak alınmış olan Haziran 1977 ayına ait kompozit uydu görüntüsünden anlaşılabilir.Ancak Anadolu insanı, Orta Asya'dan at üstünde göç etmenin vermiş olabileceği alışkanlık nedeniyle genellikle denize sıcak bakmamış ve hatta denize sırtını dönerek oturmuştur. Bu olgu özellikle Akdeniz ve Karadeniz kıyı kesiminde uzun yıllar devam etmiş ve sıcak nemli yaz aylarında kıyıda yaşayan toplum yaylalara göç etmiştir. Ancak gelişen turizm bu olgunun da değişimine yol açmış ve ekonomik faktörler genel yaşam tarzını dahi etkilemiş görünüyor.

GENELDE GÜNEŞ, DENİZ, tarih ve kültür amaçları ile ülkemize gelen yabancı konuklarımıza nasıl bir deniz ortamı sunuyoruz? Bu denizlerin özelliklerini tam anlamı ile bilebiliyor muyuz? Ülkemizde modern anlamda 80'li yılların ortasında başlayan deniz bilimleri çalışmaları övünerek söylenebilecek seviyelere gelmiş ve hatta gelişmiş ülke standartlarında uluslararası söz sahibi olmuş durumda. Bu dönemde yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulan bilimsel verilerse denizlerimiz hakkında modern anlamda deniz bilimleri çalışmaları yapılana kadar bildiklerimizin pek de fazla bir şey olmadığını ortaya koymuş bulunuyor.

Sudan Bir Çöl: Akdeniz

Akdeniz'den başlayan ve Karadeniz'de biten bir sefer, 700 millik bir mesafede araştırma gemisinin yerkürede bulunan en farklı özelliklerdeki sularda çalışmalar yapmasına olanak tanır. Uydu tarafından çeşitli dalga boyları kullanılarak alınan veriler Akdenizin klorofil açısından çok fakir olduğunu, bu durumun Marmara ve Karadenizde çok daha farklı olduğunu net bir şekilde gösteriyor. Balık açısından zengin olan Karadeniz'deki durumun, Akdeniz için de olması belki istenebilirdi; ancak Akdeniz, bu haliyle "denizin çölü" olarak adlandırılabilecek bir konumda. İskenderun Körfezi ile Taşucu arasında kalan ve nehir ağızlarında balıkçılığa elverişli dar kıyı kesimi dışında, balıkçılık açısından son derece fakir. Bu özelliği, Akdeniz'in genel dolaşımına bağlı. Bu dolaşım, turizm açısından arzu edilen masmavi temiz suları, kıyılarımıza taşıyor. Genelde buharlaşma nedeniyle aşırı su kaybına neden olan Akdeniz'in su bütçesi Atlantik Okyanusu'nda Cebelitarık Boğazı yoluyla ve Karadeniz'den Türk Boğazlar sistemiyle gelen sularla karşılanmakta. Üst akıntı yoluyla Atlantik Okyanusu'ndan gelen sular, Sicilya Kanalı'nı da geçerek doğu Akdenize kadar ulaşabiliyor. Burada, tıpkı karada olduğu gibi menderesler yaparak akan akıntılar, doğu Akdeniz'in doğusundan ve Kıbrıs'ın batısından Anadolu kıyılarına ulaşıyor ve burada "Küçük Asya Akıntısı" olarak



adlandırılan kıyı akıntısını meydana getiriyorlar. Özellikle turizm açısından hayati öneme sahip bu bölgemizdeki akıntılar, devamlı olarak açık denizden temiz suların kıyı bölgelerimize taşınmasını ve kıyıdaki suların yenilenmesini sağlıyorlar.

Yaz aylarında yüzeyde 25-26 derecelere çıkabilen bu su tabakası, kış döneminde 14-15 derecelere kadar soğuyabilmekte. Özellikle bu soğuma döneminde de yerkürede sadece ve sadece kutuplarda en sert kış şartlarında olabilecek bir olguyu meydana getirmekte ve deniz bilimcilerin çalışabilecekleri bir ortamda su batması olayını meydana getiriyor. Bu, deniz bilimlerinde "Levant Ara Tabakası Oluşumu" olarak adlandırılıyor. En sert kış koşullarında deniz suyunun yalnızca yüzey kesiminin donması, altta aşırı yoğun ve soğuk bir su tabakasının oluşması demek olur ve daha da alttaki tabakadan daha yoğun hale gelen bu su kütlesi dibe doğru batar ve kuzey kutup bölgesinde bu olgu dip Atlantik Okyanusu sularının oluşumuna neden olur. Akdeniz'deyse, özellikle kış aylarında esen kuru ve soğuk kuzey rüzgârları, ılıman sulardan aşırı miktarlarda suyun buharlaşmasına ve soğumasına neden olur. Alt tabakadan daha yoğun ve soğuk olan bu su kütlesi dibe doğru batar ve taşıdığı oksijeni de dipsulara götürür. Bu olgu "Levant Ara Tabakası" oluşumu olarak bilinir ve Akdeniz sularının neden en derin noktalara kadar oksijence zengin olduğunu açıklar

Batan sulardan bahsettik. Peki bir yerden batacaksa, bir yerden de çıkacaktır. Bu olgu da Akdeniz'de sadece bir yerde ve kıyılarımızdan 50-60 mil ötede ortaya çıkıyor. Akdeniz'in içerisinde, asılı katı madde olmaması nedeniyle 100-120 metreye kadar ulaşabilen güneş ışığı geçirme kapasitesi, bu bölgede derinden gelen suların içerdiği besin tuzlarının bu derinliklerde tüketilmesine ve birincil üretimin gelişmesine neden oluyor. Araştırmalarımız süresince Rodos döngüsü olarak adlandırılan bu bölgede, boyu 50-60 cm olan dev kalamarlara rastlamış ve avlamışızdır. Bu bölgede bizlerden başka ülkelerden gelen balıkçıların daha değişik avlanma teknikleri ile avlandığını görürüz. İşte bunların nedeni, besin tuzu açısından diğer denizlerimize oranla halen fakir sayılabilecek dip sularının yüzeye en fazla yaklaşabildiği Rodos döngüsüyle birebir ilişkisi. Burası, yakın gelecekte balıkçılarımız için keşfedilmesi gereken bir bölge.

Antalya ve civarında kanalizasyon atıklarının kayalardaki gözenekler ve aralarındaki çatlaklarda kaybolduğu gibi yanlış bir imaj bulunmaktaydı. Tüm bu kanalizasyon suları, bir şekilde denize ulaşmakta, ancak denizin sonsuz temizleme kapasitesiyle çevre kirliliği yaratmamaktaydı. Halen turistik tesislerin gerekli önlemleri almış olmaları ve Küçük Asya Akıntısı nedeniyle bu kıyılarımızdaki tertemiz masmavi suların daha uzun seneler ülkeye hizmet vereceğini söyleyebiliriz.



27 Temmuz 2000 tarihli deniz suyu sıcaklığını gösteren uydu resmine göre Akdeniz kıyılarında etkili olan Küçük Asya Akıntısı'nın kıyılarımız boyunca açık denize göre daha sıcak bir su akıntısı şeklinde izlenmesi mümkün. Buradaki akıntılar, doğudan batıya doğru akmakta.

Akdeniz'in doğusundaysa durum pek de bu kadar parlak değil. Çeşitli nedenlerle çevre faktörüne önem vermeyen bazı komşularımız, evsel atıklarını kıyılarına boşaltmakta ve denize dalgaların etkisi ile karışan çöpler Akdeniz'in genel akıntı sistemiyle kıyılarımıza taşınmakta. Uzun süre deniz ortamında parçalanmadan kalabildikleri için genellikle naylon torbalardan oluşan bu atık maddeler, çıkış noktalarını üzerlerinde taşıyor ve genellikle Suriye veya Lübnan kaynaklı adresleri içeriyorlar. Özellikle yaz aylarında İskenderun Körfezi içerisinde yüzey tabakası tümüyle bu torbalarla kaplanıyor ve seyir halindeki gemilerin su alma kanallarını tıkayabiliyor. İskenderun Körfezi çıkışından sonra Mersin Körfezi'ne taşınan bu kirlilik, akıntı durumuna göre zaman zaman Mersin sahil kesimini tamamı ile kaplayabilmekte. Son yıllarda Irak petrolünün terminali durumunda olan BOTAŞ tesislerinde sintine suları temizleme ünitesinin devreye girmesi ve bunun yanı sıra körfez savaşı nedeniyle petrol taşınımının azalması sonucu, denizlere bırakılan sintine sularında azalma olmakla birlikte, kirililik kimi zaman kıyı kesimini etkiliyor ve sahilde gezen

kişilerin vucutlarında hoş olmayan manzaralar yaratıyor. Denizlere atık maddelerin bırakılmasını önleme yeteneği olmayan, ancak bunun çevresel etkilerini inceleyen ve toplumda çevre bilincinin gelişmesine yardımcı olan bilim dalımızın, zift kirlenmesine karşı önerebildiği şu: Moleküler ağırlığı çok daha fazla olan petrol bileşiklerinin, moleküler ağırlığı çok daha küçük olan margarin yağı ile temizlenmesi!..

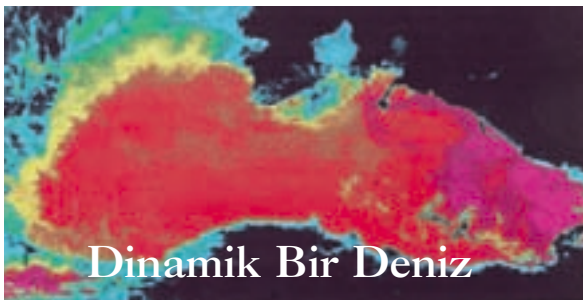
Akdeniz'i, Ege denizinden ayırmak pek de mümkün olmamakla beraber, Akdeniz çok daha derin ve dip yapısı bakımından tektonik olarak Afrika kıtasının, Avrupa kıtasına yaslandığı bir yer olarak tarif edilebilir. Akdeniz'in Rodos adasından başlayan, Girit adası batısıyla Mora yarımadası batı kıyılarını izleyerek Adriyatik denizine kadar ulaşan ve Hellenik Yayı olarak adlandırılan bölgesinde, Afrika kıtasının tektonik hareket sonucu Avrupa kıtasıyla birleştiği bölge bulunuyor. Dünyanın benzer diğer bölgelerinde olduğu gibi, derin olan bu kesimde Akdeniz'in en derin çukuru yer alıyor ve derinliği 5500 metreye kadar ulaşabiliyor. Kıyılarımıza en yakın, en derin bölge, Fethiye - Marmaris - Rodos Adası arasında bulunuyor ve 3400 metreye kadar iniyor.

Kış ayları süresince Akdeniz suları, kıyıları takip ederek tüm Ege denizinde yayılır. Bu süreçte temiz Akdeniz suları, yaz boyunca kirlenen bölgelerdeki olası olumsuz etkileri zaman içersinde yok edebiliyor. Ancak bu akıntıdan yeterince etkilenemeyen İzmir Körfezi'ndeki kirlilik aşırı boyutlara ulaşabiliyor. Körfezin dip kesimlerinde neredeyse tüm yıl boyunca süren kokuların, Körfez Kanalizasyon Kuşaklama Projesi bitirilinceye kadar devam etmesi bekleniyor.

27 Temmuz 2000 tarihine ait deniz suyu sıcaklığını gösteren uydu resmine göre Ege denizinde en soğuk bölge, Edremit Körfezi ve genelde Ege kıyıları olarak görünüyor. Toplumda nehir sularının denize girmesi veya Edremit Körfezi'nde olduğu gibi deniz dibinden kaynaklanan tatlı su girdilerine bağlanan bu soğuk suyun kaynağı, karadan denize esen rüzgârlar nedeniyle yüzey suyunun derin sular ile yer değiştirmesi.

Çanakkale Boğazı'ndan çıkan Karadeniz kökenli sular, kış ayları süresince kuzeybatıya doğru hareketle Yunanistan kıyıları boyunca ilerleyip Ege denizine karışır. Bu hareket özellikle Haziran ayı içerisinde güneye döner ve yaz ayları süresince Ege sahillerimiz boyunca hareket ederek Akdeniz sularına karışır. Ege denizi Akdeniz için giderek daha önemli hale geliyor. Bunun nedeni, Ege kaynaklı ve daha yoğun yüzeyin Akdeniz'in derin kesiminde ısınmaya neden olması. 1980 öncesinde Adriyatik Denizi'nden gelen soğuk ve yoğun sularla beslenen Akdeniz alt tabakası Ege kaynaklı sular ile ısınmaya başlamış ve bu sıcaklık artışı 0.2 derece gibi önemli bir artışa neden olmuş bulunuyor. Nedenleri hakkında halen kesin bir yargı olmamasına karşın, Karadeniz kaynaklı sulardaki artış bunun nedeni olabilir.

Türk Boğazlar Sistemi ile Marmara Denizi'ne giriş yapmadan Karadeniz'e geçmek ve bu denizimizin özelliklerinden bahsetmek daha yerinde olacak. Bunun nedeni, Marmara Denizi'ni benim "Akdeniz'in ve Karadeniz'in astımlı çocuğu" olarak yorumlamam. Ailenin iki ferdini yakından tanımadansa astımlı çocuk hakkında yaterli bilgi edinme olasılığımız bulunmuyor.



Dinamik Bir Deniz

Uydu resminden de görülebileceği gibi, Karadeniz hakkında topluma aktarılacak bilgiler tümüyle farklı olacak.

Kapalı bir deniz olan Karadeniz, dünya denizlerine yalnızca Türk Boğazlar sistemi aracılığıyla açılabiliyor. Karadeniz'in su bütçesine bakılınca, bu denizimize giren tatlı su kaynaklarının, buharlaşmasıyla kaybından çok daha fazla olduğu görülüyor. Karadeniz'e yüzeyden giren her türlü su kaynağı, başta Tuna nehri olmak üzere Dinyeper, Dinyester, Kızılırmak, Sakarya, Yeşilırmak ve yağmurla gelen miktar da dahil olmak üzere tatlı su niteliği taşıyor. Su bütçesindeki bu fazlalık, Türk Boğazlar Sistemi aracılığıyla Ege Denizi üzerinden Akdeniz'e boşalıyor. Ancak Karadeniz, yüzeyinde binde 18 gibi az bir tuzluluğa sahip olmasına karşın gene de tuzlu bir deniz. Bu aşamada hemen şu sorunun cevabını vermek anlamlı olacak. İstanbul Kanalizasyon Projesi ile evsel atık suların Boğaz alt akıntısıyla Karadeniz'e akıtılması projesine alt akıntı senenin büyük bir bölümünde Karadeniz'e ulaşmaz savı ile karşı çıkan bilim çevreleri, boğazlar sisteminde sadece son 5000 yıldan bu yana var olan bu hidrolojik rejim sayesinde Karadeniz sularının bu günkü seviyesi olan ortalama binde 22.3 tuzluluk seviyesine gelebileceğini hesap edebilirler. Karadeniz, dünya bilim çevrelerince yerkürede olan en büyük anoksik (oksijensiz) basen olarak bilinir. Karadeniz'in ortalama 100 metre derinliğinden sonra geri kalan 2100 metre derinliğindeki su tabakası oksijenden yoksundur. Bu tabakada sülfat iyonundaki oksijeni kullanan bakterilerin varlığı nedeniyle bol miktarda hidrojen sülfür gazı bulunur. Bu tabakanın derinliği son yıllarda yüzeye yaklaştığı yolunda çeşitli yorumlar yapılmış bulunuyor. Bu tabakanın yüzeye yaklaştığı varsayımları, hiç bir bilimsel veriye dayanmıyor. Karadeniz 90'lı yılların başına kadar, Türk deniz bilimlerinin ilgi alanı dışında kaldı ve bu denizimiz hakkında tüm bildiklerimiz malesef Rus deniz bilim adamlarının veya buraya sefer düzenleyen başka ülkelerin bilim adamlarının bilgisine dayanıyordu. Rus bilim adamlarının ileri sürdüğü gibi oksik ve anoksik tabakanın birbiriyle temas ettiği bölgede, oksijenle hidrojen sülfürün aynı anda bulunduğu iddia edilirdi. Kimyasal açıdan olanaksız bu durumun araştırılması beklenenden çok daha kısa bir sürede gerçekleştirildi ve oksijen ile hidrojen sülfürün beraber olması bir yana, aralarında en azından 40-50 metre fark olduğu gösterildi.

Bunun yanı sıra Karadeniz'in çok belirgin yoğunluk tabakalarına sahip olduğu ve Karadeniz oşinografisinde önemli rol oyanayan her bir paramet-

renin en fazla bulunduğu yoğunluk tabakaları belirlendi. Balık yaşamı için hayati önemi olan oksijenin alt sınırının 14.5-14.8 (1000 litre= 1014.5 kg) yoğunluk tabakası olduğu saptandı. Yuzey sularda oluşan organik maddenin dibe çökerken oksijence zengin ortamda parçalanması sonucu, 15.5 (1000 litre= 1015.5 kg) yoğunluk tabakasında nitrat en yüksek derime ulaşır. 15.5 ve 16.2 yoğunluk arasında ve 40-50 metre kalınlığında değişen bölgenin oksijence çok fakir ve hidrojen sülfürsüz bölge olduğu gösterildi. Bu olguya günümüz oksijen ölçme sınırlarının çerçevesinde sınır çizilmiş olup ilerleyen teknolojinin limitleri daha düşük seviyelere indirmesi ile bu ara tabaka derinliği azalabilecek. Karadeniz'i dünya denizleri içerisindeki en büyük anoksik basen olarak tanımlayan hidrojen sülfürlü tabakasıysa, 16.2 yoğunluk tabakasından itibaren başlamakta. Bu tabakalaşma, deniz çalışmaları sırasında eskiden kullanılan örnekleme tekniklerini de değiştirmiş ve su örnekleri belirli derinlikler yerine belirli yoğunluk tabakalarından alınmaya başlanmış bulunuyor.

Bu teknik, özellikle Karadeniz genelinde çeşitli kıyıdar ülkelerin katılımıyla yapılan uluslararası seferlerde genel tablonun bir an önce çıkarılmasını sağlıyor. Karadeniz'deki en önemli bölgelerden birisi Kuzey Doğu Kıta Sahanlığı bölgesi. Burası Karadeniz'e giren nehir sularının %80 gibi önemli miktarının alıcı noktası. Yine uydu tarafından alınan bu sıcaklık dağılımı görüntüsü, Kuzey Batı Kıta Sahanlığı'na giren nehir sularının Romanya ve Bulgaristan kıyılarını takip ederek Marmara'ya kadar ulaştığını gösteriyor. Sığ olan bu bölgede kış döneminde oluşan soğuk sular, kıta sahanlığından derine doğru hareketle genel dolaşım sistemine katılıyor. 14.3-14.4 yoğunluk tabakası arasında yer alan bu ara tabaka, genel dolaşım sistemi içerisinde tüm Karadeniz'e yayılıyor. Karadeniz'deki genel su dolaşımı, bu yapısal özelliklere dayanılarak kolayca anlaşılabiliyor. Bu özelliklerin bilinmesiyse, ülkemiz açısından ekonomik değeri yüksek olan Karadeniz hakkında daha bilimsel verilere dayanarak bilgi edinebilmemizi ve Karadeniz'den daha da ekonomik bir şekilde yararlanmamızı sağlayabilir. Karadeniz kıyılarımızda batıdan doğuya doğru giden kuvvetli bir akıntı sistemi bulunuyor. Bu akıntılar doğu sınırlarımıza Tuna nehri sularının taşınmasında önemli rol oynuyor. Bundan dolayı Kuzey Batı Kıta Sahanlığı ve Tuna Nehri su kalitesindeki değişimler, ülke açısından önem taşıyor. Bu husus Tuna nehrinin ve Tuna'ya akan nehirlerin geçtiği tüm ülkelerdeki çevre olaylarının yakından izlenmesini gerektiriyor. En son yaşanan siyanür taşınımı, bunun en çarpıcı örneği.

Boğazlardan sonra doğu yönünde



hareket eden kıyı akıntısı, Sakarya nehri sularıyla karışıp burada her mevsim izlenebilen bir döngü oluşturuyor. Zonguldak - Sinop arasında alt su tabakasının yüzeye yaklaşması olarak adlandırılan olayları her mevsim izlemek mümkün. Kızılırmak ve Yeşilırmak sularıyla beslenen kıyı akıntısı, doğu yönünde hareketine menderesler yaparak devam ederek Karadeniz doğusundaki Batum döngüsüne ulaşır. Batum döngüsü, zamanla yer değiştirebilen, ancak sene boyunca izlenen kalıcı bir döngüdür. Kafkasya kıyılarında ilerleyen su akıntısı, Azak denizi önlerinden tekrar kıta sahanlığı suları ile birleşir.

Yapılan araştırmalar, Karadeniz'in ortasındaysa genelde iki hücreli bir siklonik yapı bulunmakta olduğunu, bu yörelerde alt suyun yüzeye en yakın derinliğe ulaştığını göstermekte. Sahil kesimlerindeyse kıyı akıntısı boyunca birbiri ardına gelen antisiklonik döngüler, alt tabakadaki oksijensiz suyu daha da derinlere taşıyorlar. Basit gibi görünen bu olgu, Karadeniz'de balık yaşamı için gerekli olan oksijenli su tabakası kalınlığının kıyı kesimlerde daha kalın olmasını sağlayan en önemli faktörlerden birisi.

Karadeniz'de balık için hayati önemi olan oksijenli tabaka, yüzeyden hidrojensülfürlü tabakaya kadar olan alan olarak tanımlanabilir. Ancak kıyı akıntısı boyunca yer alan soğuk ara tabakası, balık yaşamını alttan ve ikinci kez sınırlayan bir başka olgu. Yandaki grafikte Karadeniz'de bulunan soğuk ara tabakasının kıyılarımız boyunca dağılımı net bir şekilde izlenebiliyor.

Vucut sıcaklıklarını ortam sıcaklığıyla düzenleyen bir sisteme sahip olan balıklar, ortamdaki ani sıcaklık değişimlerinden etkilenirler. Örneğin, kuvvetli fırtınalarda ara tabaka suyunun yüzeye karışabilmesi ani sıcaklık değişimlerine yol açar ve balıkların şoka girmesine neden olur. Bu olay halk arasında balığın "kulağına kar suyu kaçması" olarak adlandırılır. Karadeniz'de balık toplulukları için elverişili bölge, yüzey sularıyla soğuk ara tabakası üst sınırı arasında kalan bölge oluyor. Antisiklonik bölgelerde dolaşım özelliği nedeniyle soğuk ara tabakası, daha da derine inebiliyor ve balık popülasyonlarının toplanabilmesi için daha da elverişli bir ortamın oluşmasını sağlıyor. Genellikle ortamdan daha sıcak olan bu bölgeler, uydular aracılığıyla net bir şekilde belirlenebiliyor. Bu da halk arasında özellikle hamsi balığının soğuk sulardan dolayı kümeleneme yapacağı inancıyla ters bir durum yaratıyor. Hamsi balığı kış ortamında zaten soğuk olan deniz suyunun olabilecek en sıcak bölgelerinde yoğunlaşır. İşte doğu Karadeniz'in daha üretken olmasının bir başka nedeni de bu. Kıyı boyunca bir seri antisiklonik alan oluşmakta ve zaman içerisinde yer değiştirebilmekte. Ancak en belirgin yapı, Doğu Karadeniz'de bulunan ve tüm sene boyunca izlenebilen Batum döngüsü. Zaman zaman ülke münhasır ekonomik bölgesine de giren bu bölgede balık avlama potansiyeli bir hayli yüksek.



Astımlı Çocuk: Marmara

Boğazlar sistemiyle Marmaraya ve daha sonra Ege denizi aracılığıyla yüzeyindeki fazla suları Akdeniz'e boşaltan Karadeniz, tuz dengesini sağlamak için yine Türk Boğazları sistemi aracılığıyla alt akıntıdan yararlanarak tuzlu ve yoğun Akdeniz kaynaklı suları derin sularına alır. Tümüyle tatlı su girdileriyle beslenen Karadeniz'in tuzlu olmasının nedeni budur. Marmara denizinin anlaşılması için Karadeniz'den başlayıp Ege Denizi'nde sonlanan seferler yapılması gerekiyor. Aksi halde Marmara Denizi dinamiklerinin anlaşılması olanaksızlaşır. Ekonomik açıdan en önemli bölgemiz olan bu denizimiz hakkında yeterli doğrulukta su bütçesini çıkarmış bulunmaktayız.

Bu bütçeye göre, Karadeniz'den giren sularla Marmara Denizi'nin üst tabakası en az yılda dört kez kendini yeniliyor. Akdeniz kökenli sular da Marmara Denizi'nin 1400 metrelik çukurunu 7 senede bir yenileme kapasitesine sahip çok dinamik bir su bütçesine sahip bulunuyor.

Marmara Denizi, jeolojik açıdan çok yakın zamanda oluşmuş bir denizimiz olup yaklaşık 12000 senelik bir geçmişe sahip. Bugünkü su dengesi de en son 5000 seneden bu yana süregelen bir durum. Oluşumundan sonra belirli dönemlerde sadece Karadeniz suyu etkisi altında kalarak tatlı su gölü olmuş, kimi zaman da yalnızca Akdeniz suyu etkisinde kalarak tamamen tuzlu sularla dolmuş.

Ancak, göl olma dönemlerinde derin çukurlarda biriken organik madde zaman içinde parçalanma sonucu sudaki oksijenin aşırı şekilde tükenmesine, besin tuzlarının da aşırı miktarda artmasına neden olmuş. Normalde denizlerin oksijen ihtiyacı atmosferik oksijen tarafından sağlanır. Bu durum Marmara yüzey suları için de geçerli olup yüzey sularında mevsimsel salınımlar doğrultusunda değişen çözünmüş oksijen, her zaman varlığını sürdürür. Marmara'nın ilk 25 metresi Karadeniz kökenli ve %22-24 tuzluluğa sahip sulardan oluşuyor. Bu su tabakası, tam anlamıyla alt tabakadaki Akdeniz kökenli yoğun ve yaz kış 14.5°C'-de duran bir su tabakasının üzerinde yüzüyor. Ara tabakadaki yoğunluk farklılığı, bu iki su tabakasının belirli koşullar dışında karışımını engelliyor. Üst tabakada bol olan oksijenli sular da alt tabakaya ulaşamıyor ve atmosfer kaynaklı oksijenin ve hatta yeterli miktarda ışığın dahi alt tabakaya geçişi önlenmiş oluyor. Marmara'nın ilk 25 metresinin altında bulunan ve en derin yer olan 1400 metreye kadar ulaşan suların tek oksijen kaynağı Çanakkale Boğazı'ndan alt akıntılar yolu ile giren yoğun Akdeniz suları. Marmara'nın Karadeniz çıkışında yer alan İstanbul metropolü atıksularıyla, uzun yıllardan bu yana hiçbir arıtıma tabi tutulmadan Boğaz'ın üst akıntılarına verilmiş ve Marmara'nın bu kesiminde yüzey sularda aşırı organik madde girişine neden olmuş durumda. Boğazlar sisteminin bir başka özelliği nedeniyle İstanbul Boğazı'ndan çıkan Karadeniz suyu uydu resimlerinden de görülebileceği gibi Marmara Denizi'ne jet akıntı sistemiyle giriş yapıyor.

Tüm sene boyunca çeşitli boyutlarda etki eden bu akıntı sistemi, hidrodinamik özelliği nedeniyle Marmara Denizi'ndeki yayılışı süresince yoğun Akdeniz suyundan önemli miktarda su kapmakta ve yüzeye çıkarmakta. Besin tuzu açısından zengin olan bu su tabakası, yüzeyde devamlı olarak süregelen bir birincil üretim artışına yol açmakta. Balıklar için besin demek olan bu olgu sonucunda ortaya çıkan organik maddeler, zamanla dibe çökmekte ve parçalanmakta. Organik parçalanma sürecindeyse bakterilerin harcadıkları madde oksijen. İşte Marmara'nın İstanbul Boğazı tarafında ve alt suda görülen oksijen azalmasının nedeni bu olaylara dayanıyor. Karadeniz'den gelen organik yük de bu doğal olayların üzerine ilave yükler getiriyor. Ancak Marmara'nın kendi iç dinamiği sonucunda ortaya çıkan organik maddelerin parçalanması sonucu oluşan oksijen tüketimi, sisteme en fazla yük getiren olgu durumunda. Marmara Denizi'ne Çanakkale Boğazı alt sularıyla giren yoğun, sıcak ve oksijence zengin sular, Çanakkale Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne yayılırken o dönemdeki yoğunluğunun eşdeğeri derinliğe kadar batıyor ve daha sonra yatay dağılımlarına devam ediyorlar.

İşte Marmara'nın derin sularının tek oksijen kaynağı bu sular oluyor. Genellikle Çanakkale Boğazı çıkışında Erdek körfezine doğru kıvrılan derin sular, bu bölgede 25 metrenin altındaki su tabakasının da bol oksijenli olmasını ve dolayısıyla Marmara Denizi'nin genel yapısıyla uyumlu olmayan bir bölge oluşmasına yol açıyorlar. İstanbul Boğazı'ndan akan suların en fazla olduğu dönem, kış kar sularının eriyip Karadeniz'e akmakta olduğu Haziran Temmuz ayları oluyor. İstanbul Boğazı'nın her iki ucunda yapılan uzun dönemli su seviye ölçüm çalışmaları sonuçları 30 km uzunluktaki İstanbul Boğazı boyunca Karadeniz'e doğru hareket eden bir teknenin ortalama 20 cm bir yüksekliğe tırmanması gerekliliğini ortaya koyuyor. Karadeniz'e akan nehirlerin artan debisinin doruğa yükseldiği haziran ayında Karadeniz'den giren bir tanker, 30 km uzunlukta ve her iki ucundaki su seviye farkı 40 cm'ye çıkabilen bir eğimden aşağı doğru inmek durumunda. Normalde dümeni kontrol edebilmek için en azından 6-7 mil sürat yapmak zorunda olan bir gemi, boğazdaki akıntı nedeniyle boğaz boyunca 10-12 millik bir süratle seyir yapmak zorunda kalıyor. Petrol yüklü bir tankerin bu süratle olası bir kazaya karışması dahi İstanbul şehri için sonuçları düşünülemeyecek boyutlarda bir felaket demektir. Bundan dolayıdır ki boğaz boyunca yapılmış, yapılacak olan bilimsel deneylerin ülke çıkarlarının korunması amacına yönelik olumlu sonuçları ortada.

Marmara Denizi, kendine has ve apayrı özellikleri olan iki farklı denizin buluşması sonucunda, astımlı olarak doğmuş bir çocuk olarak algılanabilir. Marmara Denizi için böyle bir teşhiste bulunmak, tedavisi için ne gibi önlemlerin alınması yönünde bizlere yol gösterici olacaktır. Bir kere bu denizimizin tam tedavisi diye bir olanak bulunmuyor. Bu denizimiz en iyi koşullar altında bile astımlı yaşamaya

mahkum. Öte yandan basında ara sıra yer aldığı gibi ölen bir denizimiz de yok. Önemli olan, denizlerimizi etkileyen sistemlerin anlaşılması. Teşhisin bu şekilde konulması, tedavi hakkında da yol göstermekte ve hayat boyunca dikkati gerektirmekte. Uzun senelerden beri yapılagelense, bu astımlı hastayı en olumsuz şartların etkisinde bırakmak, içtiği suyu, soluduğu havayı kirletmek olmuş. Doğaldır ki sistemin de buna cevabı olumsuz olmuş ve astımlı hasta daha da kötü durumlara itilmiş. Zaman içerisinde astımlı hastanın tedavisi için artık bir şeyler yapılması gerekliliği apaçık ortaya çıkmış ve soluduğu havanın doğalgaz kullanımıyla, içtiği suyun da arındırmayla daha temiz olabilmesi yolunda olumlu adımlar atılmış bulunuyor. Karadeniz'den gelen ve İstanbul Boğazı-'na girdiği andan itibaren şehir kanalizasyon suları ile kirletilen suların temizlenmesi amacıyla, kıyılardan Boğaz üst suyuna verilen atıkların kanalizasyon kuşaklama çalışamalarıyla toplanması ve Boğaz alt akıntısına verilerek Karadeniz'e akıtılması planlanmış durumda. Bu altyapı yatırım çalışmaların olumlu sonuçlar vereceği ve sistemin kurtulabileceği hakkında olumlu sonuçlar alınmış olmasına karşın, politik nedenlerle planlanan yatırımlarda aksamalar görülüyor. Bazı spekülatif olmaktan öteye geçmeyen yorumların da bu politik kararların alınmasında ve yatırımların aksamasında, etkisi görülüyor. Bu görüşleri öne sürenler, Boğazın alt akıntısına verilecek olan kanalizasyon atıklarının büyük kısmının hemen, ve geri kalanının da belirli bir süre sonra Boğaz üst akıntısına taşınacağını ve senenin büyük bir kesiminde Karadeniz'e ulaşamayan alt akıntılar nedeniyle Marmara'nın kirlenmesini engellemeyeceğini, yatırımın boşa olduğunu iddia ettiler. Ancak kredi veren kuruluşların devreye girmesi Boğaz alt akıntısının Karadeniz'e çıkıp çıkmadığı konusunda ek deneylerin yapılmasını gündeme getirdi. Bu amaçla yerkürede yapılmış olan en büyük kapsamlı Rodamin deneyleri çeşitli koşullar altında gerşekleştirildi. Bu koşullar, Boğaz'ın normal akış rejimi sürecinde, etkili lodosta Orkoz olarak adlandırılan ve Boğaz üst akıntısının ters yönde aktığı dönemde, güçlü poyraz rüzgarları nedeniyle Boğaz alt akıntısının kapandığı dönemde, ve kanalizasyon sularının önce Marmara denizine boşaltılıp boğaz alt akıntısı temizlendikten sonra atık suyun aniden verilmesi şeklinde 4 kez denendi. Yenikapı kanalizasyon deşarj noktasında toplanan kanalizasyon suları, Rodamin ile boyandı ve yukarıda bahsedilen 4 durumda da Ahırkapı derin deniz deşarjından denize pompalandı. Yapılan bu çalışmalar boğaz alt akıntısının bırakılan kanalizasyon suyunun en azından %70-80 gibi önemli miktarının Karadeniz'e taşındığını, geri kalan kısmınsa akibetinin kesin olarak belirlenemediğini; ancak %7 gibi bir kesimin de üst suya karışmak suretiyle Marmara'ya geri dönmekte olduğunu ortaya koydu. Bunun topluma olan yansımasıysa şu şekilde özetlenebilir: İstanbul kanalizasyon deşarj projesi Marmara Denizi ve Haliç'in temizlenebilmesi için uygun bir yatırımdır, ve sonuç olarak tüm toplumun katkıları ile geri ödenecek olan kredi doğru yolda kullanılmıştır.



Gizli Enerji Depolarımız

Denizlerimiz hakkında bu kadar bilgi edinmenin topluma sağlayacağı ve bilinenlerin dışında bir yararı var mı sorusuna verilecek cevaplar ne olabilir? Yapılan bunca araştırma sonuçları, bize yerkürede sadece Marmara Denizi'nde var olan ve zeytinyağı ve su örneğinde olduğu kadar yoğunluk farklılaşması gösteren bir denizde var olan potansiyel enerjinin değerlendirilebileceğini göstermekte. Hem de öyle bir enerji ki, tamamen yenilenebilir, çevre dostu ve ihtiyaç noktasına sadece birkaç kilometre uzaklıkta. Bir başka deyişle, sadece ilk 30 metre içerisinde. Peki bu potansiyelden nasıl yararlanılabilir?

Çok çeşitli yaklaşımlar sergilenebilir. Marmara Denizi'nde 25 metre derinlikte var olan bu yoğunluk farklılığı ve yüzeydeki suların mevsimsel sıcaklık değişimlerinden faydalanılarak geliştirilecek yeni tekniklerle, örneğin bir gazın genleşmesi, yoğunlaşması ve ara tabakaya oturtulacak bir pistonun çalışması sağlanabilir. Bir gazı genleştirip pistonu alt tabakaya doğru bastırıp yoğunluğun tekrar onu yüzeye itmesini sağlamanın, eminim ki sayısız yöntemini bulabiliriz. Bunun için başka ülkelerde yapılan çalışmalar yol gösterici olabilir. Ancak, Marmara Denizi'nin özelliğini taşıyan bir başka deniz ortamı yer yüzünde mevcut değil. Demek ki kendi teknolojimizi kendimizin geliştirmesi gerekiyor.

Karadeniz'de de geleceğin enerjisi olan hammade ellerimizin altında: Hidrojen... Saf olarak elde edilmesi için gerekli kimyasal reaksiyon için kullanılması gereken enerji de yukarıda bahsedilen oksik ve anoksik tabakalaşmanın içerisinde gizli, her şeyiyle "gelin beni ayrıştırın, kullanın" diye haykırmakta. İşte geleceğin enerjisi, işte kaynak; yeter ki isteyelim. Eminim ki bunu da başaracağız. Hiç bir şey yapmasak Karadeniz'in soğuk ara tabakasında yaz kış bulunan ve sadece yüzeyden 50-60 metre derinlikte bulunan suyu yaz aylarında yüzeye pompalayıp, yazın yüzey suyunun sıcaklığına dayanamayan balıkların yaşamlarını bir iki ay daha devam ettirmeye ve ekonomik pazarlama boyutlarına ulaştırmaya çalışmalıyız. Kıyı bölgelerimize has olan ve Karadenizde de uygulanan yazın yaylaya çıkma olgusu gibi, balıkları yaylaya çıkarmak, neden olmasın, Karadeniz insanının espri anlayışına da uygun ama gerçekçi bir yaklaşım; yeter ki isteyelim.

Genel değerlendirmemi de Denizlerimiz hakkında 90'lı yılların başına kadar bildiklerimizin, pek de bir şey bilmediğimizi ortaya koyacak şekilde yapabilirim. Ama şimdi sorgulayarak, araştırarak denizlerimiz hakkında bizlerden neredeyse yüz yıl önce bu işe başlamış olan dev ülkeleri dahi geride bırakmış ve bugün dünyada standartlar ortaya koyabilen, hipotezler ortaya koyan ve bunları dünya devletlerine kabul ettirebilen bir bilim dalını yaratmış olmanın gururunu yaşamaktayız. Denizlerimizin yapısal özelliklerini öğrenmek, onları, evrensel kuralların da bilinciyle ulusal çıkarlarımız doğrultusunda kullanmamız sonucunu doğurabilecektir.

Yakın bir gelecekte ortaya attığımız hipotezlerle, yerkürede iklimlere dahi hükmedebileceğimizi, ileri dünya devletlerinin ortaya koyduğu model içerisinde kendine yer arayan bir ülke olmaktan çıkıp gelecek ile ilgili modelleri ortaya koyan ve bu modellerin ışığı altında kendisine yol çizen, diğer dünya devletlerinin bu modeldeki yerini saptayabilen büyük bir ülke durumuna gelebileceğimizi ümit etmekteyiz. Yeter ki kendimize güvenelim.

A Cemal Saydam
ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü TÜBİTAK Başkan Yrd.



Küçük kızıma masal anlatıyorum: "Nuh amca bir gemi yaptı ve içine bütün hayvanlardan ikişer tane aldı". Hiç karşı çıkmıyor. Büyük bir gemi onun bildiği tüm hayvanlardan bir çift alır elbette. Ama gerçekte kaç tür hayvan var yeryüzünde? Bir gemiye sığmayacaklarını bilsek de, ne hayvan türleri ne de diğer canlı grupları için kesin bir sayı veremiyoruz. Yalnızca bu sayının 12 milyon ile 120 milyon arasında olduğu yolunda bir tahminde bulunabiliyoruz. Ve daha da önemlisi, yaşam alanlarını yok eden insan etkinlikleri nedeniyle her yıl kaç türün soyunun tükendiğini de bilmiyoruz. Belki de kızım büyüdüğü zaman bir geminin tüm kamaralarını dolduramayacaklar.

Doğaya Sıcak Bakmak

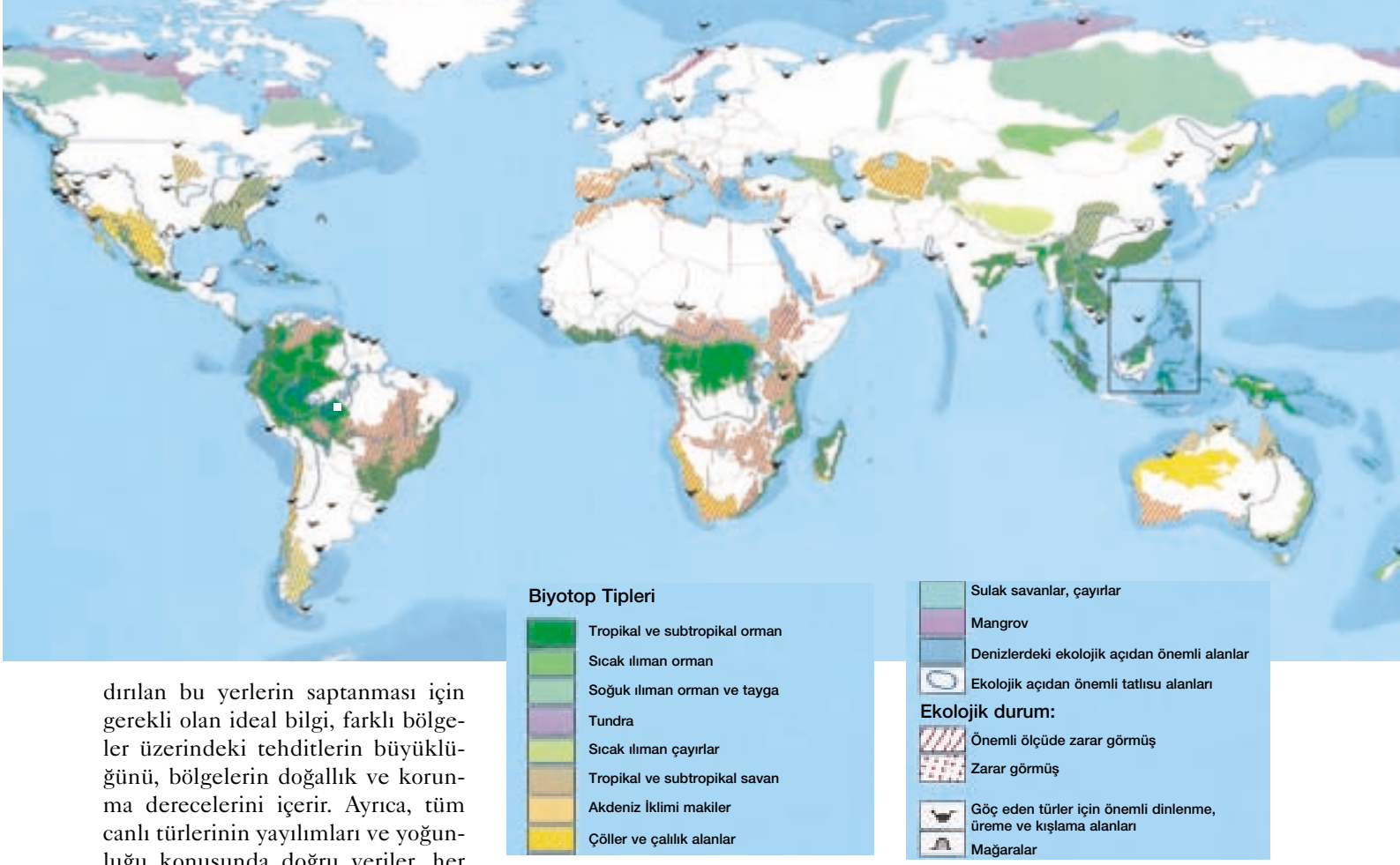
Biyoçeşitlik bu güne kadar, besin, ilaç ve hammadde olarak insanlığa çok şey sundu ve çok daha fazlasını da sunabilir. Ama yalnızca sağladığı yararlar için değil, etik ve estetik nedenlerle de biyoçeşitlilik kaybı her insanı ilgilendiren bir sorun olmak zorunda. Çünkü "biyoçeşitlilik krizi" olarak adlandırılan bu sorun artık günümüzde birçok insan kültürünü, topluluğunu ve hatta tüm insanlığın varlığını tehdit eder hale geldi. Öteyandan bilim insanları, biyoçeşitliliğin önemli bir ögesi olan tür zenginliğindeki azalmanın çağımızın en önemli çevre sorunu olduğu konusunda birleşse de, soruna çözüm bulmak için ne fazla zamanımız var, ne de kaynak ayrılıyor. Bu durumda bilim insanlarının yapabileceklerinden bir tanesi, kısıtlı kaynaklarla en fazla sayıda türün korunmasına olanak sağlayacak yöntemler geliştirmek.

Biyoçeşitlilik Odakları ve Sıcak Noktalar

Son zamanlarda bu amaçla kullanılmaya başlananan yöntemlerden biri, tür zenginliğinin, özellikle de endemik (o yere özgü) tür zenginliğinin yüksek olduğu "biyoçeşitlilik odakları"nın saptanmasını ve koruma açısından bu bölgelere öncelik verilmesini içeriyor.

Genellikle tek kriter olarak tür zenginliği ya da endemik tür zenginliği kullanılmasına karşın, korunmaya aday bölgelere, ve içerdikleri türlere ait başka kriterlerin de değerlendirmeye alınmasıyla belirlenecek öncelikli bölgeler, koruma açısından daha önemli. "Sıcak noktalar" olarak adlan-





Şekil 1. Yeryüzündeki 25 sıcak noktanın konumları

dırılan bu yerlerin saptanması için gerekli olan ideal bilgi, farklı bölgeler üzerindeki tehditlerin büyüklüğünü, bölgelerin doğallık ve korunma derecelerini içerir. Ayrıca, tüm canlı türlerinin yayılımları ve yoğunluğu konusunda doğru veriler, her bir türün filogenetik ayrıcalığı ve yine her bir türün topluluk içindeki yeri konusunda ayrıntılı bilgi, her populasyon içindeki genetik çeşitlilik mitarı da bilinmek zorunda. Oysa, çoğu canlı türü için bu veriler bilinmiyor ve yine, ayrıntılı çalışmalar yapmak için ne zamanımız ne de kaynağımız var. Bu durumda ancak, bazı canlı grupları için çeşitlilik odaklarının çakışacağı varsayımından yola çıkarak ve yayılımları iyi bilinen gruplarla ilgili verileri kullanarak "tür çeşitliliği odaklarını" saptayabilir ve bu çeşitlilik odaklarını, farklı koruma stratejileri için kullanabiliriz.

Türlerin dağılımı konusunda bilgilerin yetersiz olduğu durumlarda tür ve endemik tür çeşitliliği odaklarını belirlemek için bir "temsilci" kullanırız. Bu temsilci, başka bir taksonomik düzey (cins, aile gibi), başka bir canlı grubu ya da çevresel değişkenler olabilir. Örneğin, böcek türlerinin yayılımının bazı bitki gruplarının yayılımına bağımlı olacağını varsayarak, bitki tür zenginliğini böcek tür zenginliğinin bir göstergesi olarak algılayabiliriz. Ya da, tür ölçeğinde ayırdetmekte zorlandığımız bir grup için, cins zenginliği desenlerini belirleyebiliriz. Zengin iklimsel, topoğrafik ve jeolojik özelliklere sahip bölgelerinse bir çok farklı tür barındıracağını varsayabiliriz.

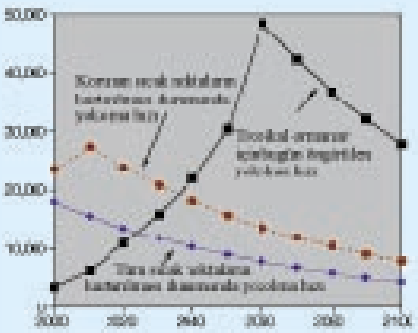
Dünya ve Türkiye

Sözü edilen bu yöntemler kullanılarak belirlenen 25 küresel sıcak nokta, birçok farklı habitat tipini içeriyor (Şekil 1). Bunlardan 17 tanesi tropikal bölgelerde ve aynı zamanda biyoçeşitlilik kaybının en hızlı gerçekleştiği yerlerde bulunuyor. Çünkü bu sıcak noktalar büyük ölçüde, tehditlerin en yüksek, korumaya ayrılan kaynaklarınsa en az olduğu, gelişmekte olan ülkelerde yer alıyor.

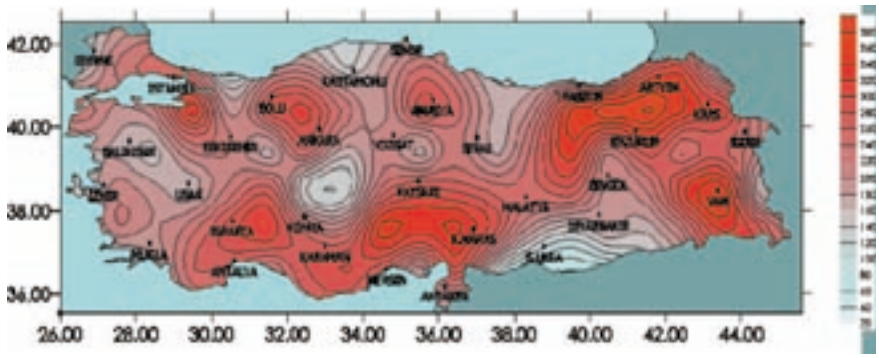
Tür Sayısındaki Azalma

İnsan etkinlikleri sonucunda tür sayılarını ne kadar ve nasıl bir süreçte azalacağını öngörmek için bazı varsayımlar yapmamız ve bilimsel teorilerden, özellikle de ada-ekolojisinin prensiplerinden yararlanmamız gerekiyor: Türlerin yokolmasının önde gelen nedeni habitat tahribi olsa da, yokolan habitat ve tür sayısı arasındaki ilişki doğrusal değil. Çünkü, belli bir habitatın çoğunluğunda yayılım gösteren bir tür, o habitatın belli bir kısmında da temsil edilir. Dolayısıyla ilk zamanlar habitat tahribi tür sayısında belirgin bir azalmaya yol açmazken, son kalan habitat parçalarıyla beraber çok fazla sayıda tür yokolacaktır. İşte, alan ve tür sayısı arasındaki ilişkiyi tanımlayan ada-biyocoğrafyası teorisi bu sürecin belirlenmesine yardımcı olur.

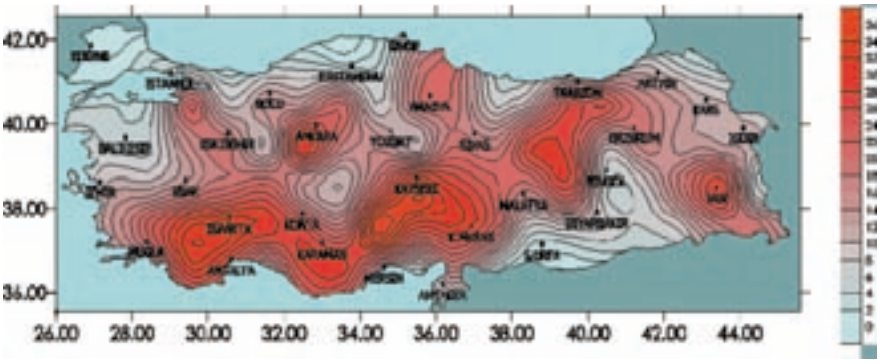
Biyoçeşitliliğin bazı bölgelerde yoğunlaşması, ve en hızlı habitat tahribinin bu sıcak noktalarda olması, türlerin yokolma hızını arttıran etkenler. Ada-ekolojisinin prensiplerinden yararlanılarak yapılan öngörülere göre, tropikal ormanlarda konumlanmış olan 17 küresel sıcak noktanın tümü şu anda korunma altına alınsa bile, en iyimser koşullar altında önümüzdeki yüzyıl içinde bu bölgelerdeki türlerin %18'inin yokolacak. Denizlerdeki bir çok türün varlığının bağımlı olduğu mercan resifleri için de aynı ilişki söz konusu.



Türlerin yok olma hızını etkileyen başka faktörler de var. Örneğin, küresel ısınmanın türlerin varlıklarını sürdürebilmelerinde olumsuz etkileleri olduğu biliniyor. Yabancı türlerin getirilmesi sonucunda yerli türlerin yokolması ise, çok fazla örneği olan bir olgu. Ne yazık ki bu süreçler konusundaki bilgimiz, önümüzdeki yıllarda kaç türün soyunun tükeneceği konusunda kesin bir sayı vermek için yeterli değil.



Şekil 2. Türkiye'nin tür zenginliği sıcaklık haritası Tür zenginliği odakları (bütün türler için)



Şekil 3. Türkiye'nin endemik tür zenginliği sıcaklık haritası Endemizm odakları (bütün türler için)

Tamamlayıcılık ve Puanlandırma Yöntemleri

Korunmaya aday alanların öncelik sırasına konulması için kullanılan bu iki yöntem, farklı faktörleri ön plana çıkartır.

Tamamlayıcılık yönteminde, seçilecek alanların birbirlerini tamamlayarak maksimum sayıda tür içermesi amaçlanır: İlk seçilen alan, en fazla sayıda tür içeren alandır ve bunu izleyen her aşamada seçilecek alan, daha önce seçilmiş olan alanların içermediği türler açısından en zengin olan alan olacaktır. Bu durumda ikinci seçilecek alan, tür zenginliği açısından ikinci sırada olmayabilir.

Puanlama yöntemindeyse, aday alanlara, biyolojik zenginliği ve koruma önceliğini belirten birtakım değişkenler kullanılarak hesaplanan puanlar verilir ve alanlar bu puanın yüksekliğine göre sıraya dizilir. Seçilen değişkenler ve bunların ağırlıklı katkıları, farklı olabilir. Örneğin metinde sözü edilen çalışmada, tür sayısı, endemik tür sayısı, ender tür sayısı, doğallık ve korunmamışlık derecesi gibi değişkenler kullanıldı ve son iki değişkene diğerlerinin onda biri kadar ağırlık verildi.

Küresel ölçekteki bu 25 sıcak noktadan iki tanesi; Kafkasya sıcak noktası kuzeydoğudan, Akdeniz havzası sıcak noktasıysa Ege ve Akdeniz kıyılarına yakın bölgeleri içerecek şekilde, Türkiye sınırlarının içine de uzanıyor.

Türkiye sözkonusu olduğunda, geleneksel olarak botanikçiler arasında Akdeniz Bölgesi, zoologlar arasında ise Doğu Anadolu tür açısından zengin bölgeler olarak anılır. Oysa bu konuda istatistiksel olarak belirgin sonuçlar verecek çalışmaların sayısı çok az. Benim araştırmalarımda, Türkiye'nin kuzeydoğusu (özellikle Kaçkarlar), doğu Toroslar, Van çevresi ve güneydoğu Marmara'da tür zenginliğinin özellikle yüksek olduğu görülüyor (Şekil 2). Tür zenginliğinin en az olduğu bölgeler ise Tuz Gölü'nün güneyi ve güneybatısı olarak ortaya çıkıyor.

Yalnızca Türkiye'de bulunan, diğer bir deyişle Türkiye'ye endemik olan türlerin sayısının, Bolkar-Aladağlar ve Uzunyayla çevresinde, Ankara'nın güneybatısı ve Van yöresi ile Batı Toroslar bölgelerinde yüksek olduğu, endemizmin en az olduğu yörelerin ise, Trakya ve Kuzey Ege ile Van-Hakkari yöresi dışında kalan Güneydoğu Anadolu bölgesi olduğu görülüyor (Şekil 3).

Çevresel değişkenlerin biyoçeşitlilik odaklarıyla olan ilişkisini incelediğimizde, yüksek yıllık ortalama yağış miktarı, küçük enlemler, farklı habitat tiplerini barındırma ve özellikle de yüksek irtifa, hem tür hem de endemik tür zenginliğinin yüksek olduğu alanların ortak özellikleri olarak dikkati çekiyor. Buysa, öncelikli koruma alanlarını belirlerken mutlaka gözönüne alınması gereken bir ilişki.

Biyoçeşitlilik Odakları ve Koruma Alanları

Bilim insanları biyoçeşitlilik odaklarını saptarken, bu bölgelerin korunma açısından öncelikli olduğunu da vurgulamalı ve varolan koruma alanları bu sıcak noktalarla çakışmıyorsa, koruma alanları sistemi için öneriler üretmeliler.

Türkiye'de bugün, "milli park" ve "tabiatı koruma alanı" olarak yaklaşık 732,000 hektar koruma altında. Acaba bu koruma alanları, tür çeşitliliğinin yüksek olduğu bölgelerle ne kadar örtüşüyor? İki farklı yöntem, tamamlayıcılık ve puanlama yöntemlerini kullanarak Türkiye'yi oluşturan kareleri koruma önceliği açısından sıraya koyduğumuzda, ilk sıralarda yer alan karelerin, varolan koruma alanlarıyla örtüşmediklerini görüyoruz (Şekil 4 ve 5).

Varolan koruma alanları Batı Toroslar'da, özellikle Antalya ve Ispar-



Şekil 4. Alanının %5'inden fazlası koruma altında olan kareler (kırmızı ile sınırlandırılmış) ve 5.0 ve daha fazla puana sahip ilk 17 kare (koyuluk dercesi puanın yüksekliğini gösterir).



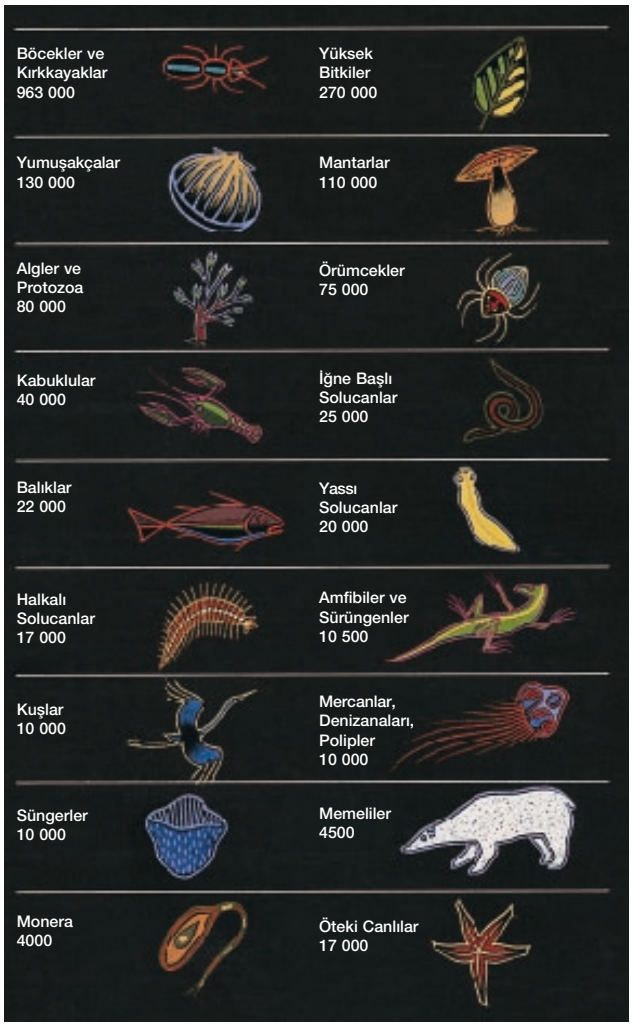
Şekil 5. Alanının %5'inden fazlası koruma altında olan kareler (kırmızı ile sınırlandırılmış) ve tamamlayıcılık açısından en fazla türe sahip ilk 17 kare (koyuluk dercesi puanın yüksekliğini gösterir).

ta çevresinde yoğunlaşıyor. Kaçkar ve Munzur dağlarını içeren bir kaç karede koruma alanları bulunsa da, içerdikleri yüksek endemizm, nadirlik ve tür zenginlikleri nedeniyle öncelikli olan Van-Hakkari bölgesi, kuzeydoğu sınırına yakın bölgeler, Ankara'nın güneydoğusu ve Doğu Toros bölgesinin tümü hiç bir ciddi koruma alanı bulundurmuyor.

Bu bölgelerde yeni koruma alanları oluşturulması ve varolan koruma planlaması sisteminin gözden geçirilmesi, Türkiye'nin biyoçeşitliliğinin en iyi biçimde korunması için atılması zorunlu olan adımlar.

Hızlı ve Kirli

Koruma açısından öncelikli olan alanlar saptanırken "sıcak noktaların" ve "temsilci"lerin kullanılması bilim insanları arasında tartışmalı olan yöntemler. Bunun bir nedeni, farklı gruplara ait tür sıcak noktalarının birbirleriyle çakışma dereceleri konusunda yaşanan anlaşmazlık.



Dünya'da kaç canlı türü bulunuyor? Uzmanlar, yeryüzünde 12-120 milyon kadar canlı türü yaşadığını tahmin ediyorlar. Bugüne kadar bu türlerin yalnızca 1,75 milyonu tanımlanabilmiş.

Bazı çalışmalarda kullanılan gruplara ait tür çeşitliliği odakları büyük ölçüde örtüşürken, başka çalışmalarda bu odakların konumlarının tamamen ilgisiz olduğunu görebiliyoruz. Benzer şekilde, farklı gruplara ait endemizm odaklarının çakışma dereceleri arasında da değişkenlik görülebiliyor. Yalnız cins zenginliği ve tür zenginliği sıcak noktaları arasında tutarlı olarak yüksek pozitif korelasyon bulunuyor. Sonuç olarak, çeşitlilik odaklarındaki çakışmalarının yalnız bazı gruplar için kabul edilebilir ölçüde olduğu, ayrıca kullanılan ölçeğin de korelasyonu etkilediği görülüyor. Bu durumda temsilci kullanımı, ancak hangi ölçek ve hangi gruplar için geçerli olduğunun bilinmesi durumunda kullanılabilecek bir yöntem.

Sıcak nokta ve temsilci kullanımının "hızlı ve kirli" olarak nitelendirilmesinin bir başka nedeni de, minimum harcamayla maksimum kâr elde etmeye çalışan bir işadamı yaklaşımının, bilim insanlarının onuruna dokunmasından kaynaklanıyor. Çünkü bilim insanları biliyorlar ki, ne kadar verimli bir seçim yapılırsa yapılsın, her zaman koruma alanlarının içermediği türler kalacaktır. Oysa her türün ekosistem içindeki içindeki işlevi ve önemi farklıdır.

Diğer bir deyişle, maksimum sayıda türü koruma altına almak, asıl amacımız olan biyoçeşitlilik kaybının önlenmesi için yeterli bir çözüm değil. Bu durumda yapılabileceklerden bir tanesi, mümkün olan en verimli koruma alanı sistemini belirledikten sonra, bunların dışında kalan türlerin, özellikle de endemik türlerin ayrıca ele alınması. Bunun ötesinde bilim insanları, daha geniş bir platformda mücadele vererek vicdanlarına ve insanlığa karşı görevlerini yapabilirler. Araştırma ve koruma çabaları için daha fazla kaynak ayrılması, bilim insanlarının önerilerinin karar vericiler tarafından benimsenmesi ve yaşama geçirilmesi, halk arasında biyoçeşitlilik duyarlılığının arttırılması ve hatta yarınları gözetmeyen yararcılık etiğinin değiştirilmesi bu mücadelenin parçaları olan amaçlar olabilir.

Ayşe Turak

Sıcak Noktaları Nasıl Buluyoruz?

Dünya üzerinde türlerin çok yoğun olarak bulunduğu bölgeleri saptamaya yönelik çalışmalardan bir tanesi, endemik tür yoğunluğunu ve habitatın tehdit altında olma derecesini de gözönüne almıştı: Yeryüzündeki bitki türlerinin en az %0.5'ini endemik tür olarak içeren ve birincil bitki örtüsünün en az %70'ini yitirmiş olan 25 biyocoğrafik bölgenin barındırdığı bitki, memeli, kuş, sürüngen ve amfibi türlerinin sayısı belirlendi. Bu bulgular gösterdi ki, dünyanın karasal yüzeyinin %1.4'ünü kaplayan bu sıcak noktaların (Şekil 1), tüm bitki türlerinin %44'ünü, balıklar dışındaki omurgalı türlerinin ise %35'ini içeriyor.

Türkiye'deki tür çeşitliliği odaklarını araştıran çalışmamda, Türkiye'nin karasal alanını birer derecelik enlem ve boylam çizgileriyle ayrılmış 104 kareye bölüp, sekiz gruba (kelebek, kuş, geven, sığırkuyruğu, fiğ, amfibi, sürüngen ve yarasa) ait ve 425 tanesi Türkiye'ye endemik olan toplam 1285 tür için her bir karede kaydedilmiş tür, endemik tür ve cins sayısını buldum. Bu verilere göre, Kaçkar dağlarının doğusunu, Van yöresini ve Amanosları içeren üç karede tüm türlerin %50'si kaydedilmiş durumda. Bunlara Uludağ'ı ve Kars-Ardahan platosunu içeren iki kare eklendiğindeyse, kapsanan tür sayısı %60'a yükseliyor (Şekil 2).

Kaynaklar

Crowe, T. M., Evaluation for Nature Conservation: Principles and Criteria, *South African Journal of Science*, Vol 89, Ocak 1993

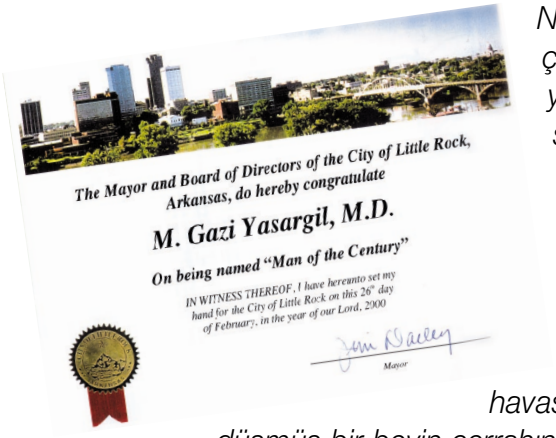
Myers, N. ve ark. , Biodiversity hotspots for conservation priorities, *Nature*, vol 403, 24 Şubat 2000

Pimm, S. L. ve P. Raven, Extinction by Numbers, *Nature*, vol 403, 24 Şubat 2000

Turak, A S., *Patterns of Species Richness, Endemism and Rarity in Turkey and Their Use in Conservation Evaluation*, Doktora tezi, Mart 2000



Yüzyılın Adamı



Nöroşirürji alanında bilime yaptığı katkılar, yaratıcı ve özgün çalışmaları nedeniyle dünyaca hep ödüllendirilen Gazi Yaşargil, yalnızca geçtiğimiz yıl 7 ödül sahibi oldu. Bunlardan birkaçını şöyle sıralayabiliriz: Amerikan Nörolojik Cerrahlar Kongresi'nde Neurosurgery dergisince yüzyılın adamı (1950-2000) ünvanı verildi; Arkansas Tıp Bilimleri Üniversitesi'nde adına cerrahi kürsüsü vakfı kuruldu; Alman Beyin Cerrahisi Derneği'nin Fedor Krause madalyasını ve Amerika Cerrahlar Koleji'nin onur üye madalyasını aldı. Ülkesi Türkiye de onu TÜBİTAK Bilim Ödülü'yle onurlandırdı. O bu ödüle değer bulunmasını Türkiye'nin olgun havası olarak yorumluyor. "Dışarıda bulunmuş, yabancı durumuna düşmüş bir beyin cerrahına verilen bu ödül, hem çok değerli hem de muazzam bir şey" diyor. Prof. Dr. Gazi Yaşargil TÜBİTAK'ın Bilim ödülü'nü almak için 9 Kasım'da geldiği Ankara'da, yaşamında iz bırakmış anektodları; mesleki yaşamındaki dönüm noktalarını ve bilimdeki yeni gelişmelerin insanlığa vaat ettiği umutlar konusundaki düşüncelerini Bilim ve Teknik'e anlattı.

"BASEL ÜNİVERSİTESİ'nde 1949'da tıp tahsilimi tamamladım. Sonra, birer sene olmak üzere cerrahide, dahiliyede ve nöroloji, asabiye ve psikiyatride çalıştım. 1953'te de Zürih'te çalışmaya başladım. 1959'da, en geç 1960'ta ülkeme geri dönecektim; böyle planlıyordum. Ama o senelerde Türkiye siyasi anlamda çok çalkantılı bir dönemden geçiyordu. 1960'ta da ihtilal oldu. Hem çalışmalarımız durmasın diye hem de zaten hocalarım izin vermediği için Türkiye'ye dönemedim."

Gazi Yaşargil yaşamının bir kesitini böyle anlatıyor. Öncesiyse, 6 Temmuz 1925'te Lice'de yaşama gözlerini açmasıyla başlıyor. Babasının Lice kaymakamı olması nedeniyle Lice'de doğan Yaşargil, Ekim 1925'te, 3 aylıkken, 4 yaşındaki ablası ve annesiyle birlikte Ankara'ya geliyor. İlköğrenimini de Ankara'da İltekin İlkokulu'nda, liseyi de Atatürk Lisesi'nde tamamlıyor. 1940 yılında Türkiye'den yurtdışına okumaya gittiğinde geride ailesini, tıp eğitimi alma kararında etkili kişileri ve 150 bin nüfuslu henüz emekleme dönemlerini yaşayan Ankara'daki, bilincinin uyandığı evini bırakıyor.

Gazi Yaşargil o yılları şöyle anlattı: "Ben 60 yıl evvel Ankara'yı bıraktığım vakit, Ankara'nın 150 bin nüfusu vardı. Otomobil sayısı olsa olsa 100. O da bakanlarda ve birkaç zenginde. O kadar. Telefon yok. Ben ilkokula gaz lambasıyla giderdim. Bir masanın ortasında dururdu gaz lambası. O masada gaz lambasının ışığında okumaya çalışırdık. 1934'te radyo çıktı. Birden dünyaya açıldık. Sonra kitaplar, mucize diyebileceğim kitaplar yayımlandı. O kitaplar, Hasan Âli Yücel'in yarattığı bir imkândı. Arkadaşlarıyla birlikte 470 kitap çıkarmışlardı. Bütün dünya klasikleri vardı o kitaplarda. Ben bu kitapların belki 100'ünü 15-20 kuruştan aldım ve okudum. Esaslı olarak da 20'sini ezberlemişimdir… O yıllarda nörolojiden daha ziyade cerrah olmayı düşünürdüm. Nedeni de Şükrü Amcanın çevirdiği bir kitaptı; yani Ankara'da nöroloji uzmanlığının kurulmasını sağlayan Prof. Dr. Şükrü Yusuf Sarıbaş'ın. O yalnız asabiyeci nörolog değil, bir bilgeydi. Tarihi severdi, biyolojiyi severdi, felsefeyi severdi. Ben ilkokuldaydım. Onlar da hem kapı komşumuz hem de babamızın yakın arkadaşıydı. Babam memurdu ama biyolojiyi çok severdi. Şükrü Beyle evrim üzerine münakaşa ederlerdi. Astronomi olsun, felsefe olsun muhtelif mevzularda görüşürlerdi. Bir gün bir Avusturyalı-Alman cerrahın kitabı çıkmış, Şükrü Bey Amca da o kitabı Türkçe'ye çevirecek. Ama çok düşünceli. Birkaç kelime var, onları Türkçe'ye nasıl çevireceğim diye tereddütler yaşıyor.

Babamız da o sıralar Türk Dil Kurumu'nda aza. Hatta sayıştay, danıştay isimlerini babamız vermiş. Yani dil üzerinde çok hassasiyetle duran biri. Şükrü Bey Amca'ya yardımcı oldu. Bu görüşmeler benim çok hoşuma gidiyordu… Şükrü Bey Amca, Bier'in felsefi makalesini Türkçe'ye çevirdi. Bier 1895'te lomber anesteziyi geliştiren ünlü bir cerrah. 16 yaşımda ben bu makaleyi okudum ve onun gibi bir cerrah olmak istedim. Hatta gidip bu hocanın öğrencisi olacağım dedim."

Küçük Bir Başkent Mahallesi

Gazi Yaşargil'in yaşadığı muhit, onun yaşamını biçimlendirmesinde çok etkili olmuş. Bu öyle bir etki ki, Yaşargil'in tanımlamasıyla bir okul. Ona göre zaten yaşamında 4 okul var. Bunlardan ilki aile okulu, sonra doğanın verdiği okul, diğeri toplumun verdiği okul ve devletin verdiği okul. O toplumun verdiği okulu çok önemseyen bir insan ve bunu da şöyle anlattı: "Bizim çok canlı bir okulumuz vardı: Cebeci. Bilhassa da bizim İçcebeci. Etrafımızda oturanlar dünyanın en büyük kompozisyonlarını yazanlar, ressamlar, politikacılar… Biz bu insanların çocuklarıyla top oynardık. Yalnız çocuklar değil aileler de birbirleriyle görüşürdü. Babamızın onlar arasında dostları çoktu. Onların yaşayışları, o çocukların giyinişleri, duruşları, görüşleri bizi de etkiliyordu. Ama başka dünyalar da vardı. Biz o dünyaları da gördük, canlı olarak. Tren yolunun öbür tarafında, Hamamönü civarı. Oradaki insanların yaşayışları, oturuşları, evleri. Evleri göremezdiniz ki. Sokaktan geçersiniz, karşınıza hep duvarlar, güzel kapılar çıkar. O kapıların ardında evler saklanmıştır. Ağaçları görürdünüz ama evleri göremezdiniz. Zaten oradaki çocuklar gelip bizlere katılmazlardı. Onların üstleri de başkaydı. Demek istediğim bambaşka intibalarda kalıyorsunuz. Bir taraf bambaşka öbür taraf daha başka. Mesela Cebeci'deki Musiki Muallim Mektebi'nde hemen her cumartesi günü İnönü gelirdi. Bütün sefirler, vekiller de gelirdi. Biz çocuklar onların gelişini beklerdik. Otomobillere bakardık. Bizler de arka taraftan içeri girerdik. Cüneyt Abimiz vardı. O bizi içeri alırdı. Atatürk'ü kaç defa görmüşümdür orada. Hatta bir kere de kendisiyle görüştüm. İşte bu muhit benim şekillenmemde etkili oldu."

Bilgisayar Beyne Yetişemez

Beyin mi olağanüstü bilgisayarlar mı? Bu sorunun yanıtına Gazi Yaşargil elbette beyin dedi. Zaten farklı bir yanıt da beklenemezdi. Tabii bu yanıtın nedenini de açıkladı: "Kompüterler iki boyutludur yani binary çalışan bir sistem. Bizim beynimizse kaç dimensiyonlu, kaç boyutlu çalışıyor hayret edersiniz. Bir profesörden öğrendim, insan beyninin 11 boyutlu olduğunu söyledi. Bizler bu 11 boyutun 4 boyutunu kavrayamadık daha. Ama matematikçiler için aynı şeyi söylemem. Onlar en azından 1000 sene önde gidiyorlar."



Savaş İçinde Öğrenim

Gazi Yaşargil 1943 yılında Viyana'ya gider. Ama Viyana'daki bir yılbaşı toplantısında Ahmet Koç adlı bir arkadaşıyla karşılaşır. Ahmet Koç da onun gibi Atatürk Lisesi'nde okumuş ve Viyana'ya gelmiştir. Yaşargil'e, "sen burada iyi Almanca öğrenemezsin, gel seni ben Naumburg'a götüreyim" der. Hatta Naumburg da tanıdığı bir aile olduğunu, bu nedenle kalacak yer sıkıntısı da çekmeyeceğini, üstelik bu ailenin öğretmen olduğunu, ona Almanca öğretebileceklerini sözlerine ilave eder. Yaşargil önce tereddüt eder. Naumburg Orta Almanya'dadır. Viyana'dan Naumburg'a gitmek için, Prag üzerinden Dresden, sonra Leipzig'e gitmek oradan da Jena, Weimar. Ama gelen öneri aklına çok yatmıştır. Kendi deyişiyle "bunu becerir ve Naumburg'a gider." Tıp eğitimine başlamadan önce burada bir hastanede hemşire yardımcısı olarak çalışır. Bu kentte çok önemli deneyimler edinir. En temel tıbbi, cerrahi ve hasta bakımı deneyimlerini burada kazanır. Sonra Jena'ya gider: "Jena çok humanist bir üniversite. 16. asırda açılmış. Burada altı ay boyunca haftanın her günü anatomi enstitüsünde çalıştım. Bu sayede, bu konuda derin bir bilgi birikimim oldu."

Olmayan Olanakları Yaratmak

Nisan 1945'te İsviçre'ye geçer Gazi Yaşargil. İkinci Dünya Savaşı'nın hengamesi her gruptan insanı sarsmaktadır.



Portakal Biçimli Bir Denizaltı: Beyin

Mikroskopla dar bir yarıktan içeriye bakıp, o dar yarığın dibinde bulunan yeri üç boyutlu görebilmek. Bu olağanüstülüğü şöyle de açıklıyabiliriz. Bizlerin gözbebekleri arasındaki mesafe, ortalama 60 mm, mikroskobun gözbebekleriyle 16 mm'yi görebiliyoruz. Bu şu demek: Daha dar bir yarıktan bakabilmek ve tıpkı makiler gibi steroskopik görebilmek. Sanki bir gezi yapıyorsunuz. Gezdiğiniz yerse beyin. Peki nasıl bir gezinti yeri bu. Ya da beyin nasıl bir organ? Gazi Yaşargil beyni şöyle anlattı: " Beyni bir benzetme yapıp bir meyveyle kıyaslarsak, onu bir elma değil de bir portakala benzetebileceğimizi söyleyebilirim. Portakala benzer; dilim dilimdir; ama portakalın dilimleri yapışıktır. Beyindeki dilimlerse değil; arasında su yolları vardır. O dilimlerin arasındaki su yollarını kullanarak beyine girebiliriz. Zaten beyin bir nevi denizaltı gibidir. İçerisinde giden damarlar da balık. Buna bir nevi akuatik diyoruz. Bu damarların yapıları da başka çalışmaları da başka. Bambaşka bir uzuv. Mesela kalbin, böbreğin, karaciğerin yapısı homojeniktir. Ama beyinde en azından 200 değişik yer var. Onlar aralarında bağ kuruyorlar. Trilyonlar demek bile yanlış. Muazzam bir organ. Hem heteromorfik, hem heterojenez hem de heterofonksiyonel. Bir misal verelim: Kalbin kanla beslenmesi. Siz heyecanlandınız; o sırada kalbiniz daha fazla atmaya başlar; bu durumda da oraya daha fazla kan gider. Ama bu kanın kalpteki dağılımı aynıdır; kalbin her yerine aynı kan gitmektedir. Ama beyninizde durum böyle değildir. Mesela şimdi aşık oldunuz. Kalbiniz atmaya başlıyor. Kalbinizin her yerine aynı oranda kan giderken, beyninizin bir kısmına daha fazla kan gidiyor. Sonra bir anda kan başka bir yere geçiyor. Bulutların değişmesi gibi karışık ve muazzam bir yapı."

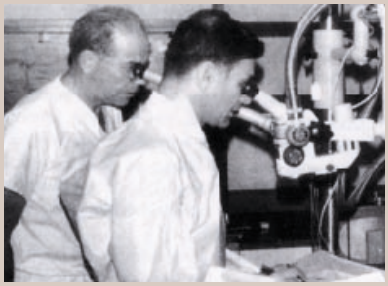
Bu kargaşada orada öğrenimine devam edemeyeceği ona bildirilir. Hükümet'ten bir yazı gelir. Eğer Hamburg'tan Türkiye'ye dönmek isterse, Kuzey Almanya'da bir şehre gidecek ve oradan vapurla ülkesine dönebilecektir; ya da öğrenimine devam etmek istiyorsa ve olanağı da varsa, İsviçre'ye gidebileceği söylenmektedir bu yazıda. O, öğrenimine devam etmek istemektedir; fakat olanağı yoktur. Ama aklına da koymuştur: "İsviçre'ye gideceğim ve başaracağım" demektedir kendi kendine. 1945'te İsviçre'ye gelir ve Basel'de öğrenimine başlar. 1945 yazında da ilk kez mikrocerrahiyle karşılaşır. Bu karşılaşmayı Gazi Yaşargil şöyle anlattı: "1945 yazında bana laboratuvar görevi verildi. Enstitüde mikroskop altında bir kurbağanın hipofiz bezini nakledecek ve ara lobu çıkartacaktım. Bu projenin amacı, kurbağada renk hormonu üretiminin araştırılmasıydı. Bu benim mikrocerra-

hiyle olan ilk karşılaşmamdı. Yıllar sonra ABD'de mikrocerrahi alanına gireceğimi nereden bilebilirdim ki?"

ABD'de Mikrocerrahi

Yaşamın akışında karşı karşıya kaldığı olaylar, Gazi Yaşargil'i mikrovasküler cerrahiye yönlendirir. O, mikrovasküler cerrahi (mikrodamar cerrahisi) alanında yetersizliğini de gidermek için Ekim 1965'te Burlington'da çalışmaya başlar. Aralık 1966'da köpek beyin arterlerini incelemeye ve 1-1,5 mm çapındaki, 1-1,3 mm çapındaki damarların rekonstrüksiyonunu (hasarlı yapının yeniden oluşturulması) yapar. Bu olay Gazi Yaşargil için, laboratuvarda rekonstrüktif beyin arteri deneylerinin başlangıcı ve mikronöroşirüjinin doğuşudur. Gazi Yaşargil bu deneyimini şöyle anlattı: "Amerika'da mikroskop altında beyin damarlarını ortaya çıkartacağım. Yani dissekte edeceğim. Bunun Türkçe'si ayırıp, serbestleştirmek anlamına geliyor. Fakat çok zorlandım. Beyinde çalıştığınız bölgeye kıskaçlar koyuyorsunuz, sonra kesiyorsunuz damarları ve sonra dikmeye çalışıyorsunuz. Ama olmuyor. Aynı büyüklükteki damarları kol ya da bacakta olduğunda tutturabiliyordum; ama beyinde olmuyor. Çünkü elinizdeki dokunun yapısı başka. Beyindeki dokunun yapısı başka. Beyinde, 10 mm'lik yerde çalışırken, diğer taraftan 10-15 tane ufacık damarlar çıkıyor. Bu damarlar 10-20 mikron. Kıl gibi, dokununca kanıyıveriyor ve etraf kıpkırmızı. Kanamayı durdurabilmek için elektrokoagülasyon (elektrikle pıhtılaştırma) yapıyorduk. Fakat çok kaba elektrokoagülasyondu bu. Tesadüfen, sadece ucuz diye başka bir koagülasyon (pıhtılaşma) aleti satın aldık. Bu aletin adı bipolar koagülatör idi. Yani verdiğiniz elektriğin hastanın bütün vücudundan geçmemesi için cereyan toprağa bağlanır. Etrafına nötral bağlar sarılır. Bu aleti geliştiren beyin cerrahı değişik bir şey yapmış. Penseti ikiye ayırmış, izole etmiş. Bu durumda cereyan bir yerden giriyor sonra ucundan geri dönüyor. Toprağa bağlamanıza gerek yok. Yan tesir yok. Siz nereyi yakmak isterseniz o yalnızca o kısımı kavuruyor. Etrafına zararı yok. Bu muazzam bir olaydı. Bu aleti görürgörmez hocama mektup yazdım. Yalnız damar cerrahisi değil beyin cerrahisi de buraya geçecek dedim. Çok esaslı bir çalışmaydı bu. Böylelikle, laboratuvarda beyin üzerinde nasıl çalışılabilir; bunu ilk defa başardık. Bipolar koagülasyon aletini beyin cerrahisine getirdim. Hem de beyindeki su yollarını keşfettik. Beyin homojen bir uzuv değil. Dilim dilim ve dilimler arası su dolu. Bu su yollarını kullanarak araz yerlerine girmeyi başardık. Aslında beyindeki su yollarıyla ilgili 1875'te muazzam bir kitap yazılmış. İsveç'te anotomistler yazmışlar. Bizim yaptığımız da onu yeniden canlandırmak oldu. Hiçbir buluş yeni olmuyor. Bu bir adımcıktı, bunu başardık."

Zorlamalar ve Tesadüfler



Mezuniyet sınavlarından önce Gazi Yaşargil anotomi hocası Profesör Ludwig'ten bir izin koparmayı başarır. Dr. Klingler'in beyin laboratuvarında çalışabilmenin iznidir bu. Şu anlama da gelmektedir: Basal gangilionlar, santral nükleuslar, beyin sapında beyaz maddedeki bağlantı liflerinin diseksiyonuna dair benzersiz teknikleri öğrenmek. Bu laboratuvarda geçirilen üç ayda Gazi Yaşargil beyin anatomisini daha yakından tanıma olanağı bulur. Walter Dandy'nin Beyin Cerrahisi adlı kitabından da çok etkilenir. Defalarca okuduğu bu kitaptaki nöroşirüji kavramı onu çok etkilemiştir.

Basel'den 1949'da mezun olan Gazi Yaşargil, 4 Ocak 1953'te, 40 yıl boyunca, çok yoğun bir tempoda çalışacağı üniversite hastanesindeki görevine başlar. Kendi deyişiyle bugün bile düşlerinde hâlâ orada, üniversitenin hastanesinde çalışmaktadır.

1964'te mikrocerrahiye girmesiyse zorlamalar ve tesadüflerle olur. Bunu Gazi Yaşargil şöyle anlattı: "Ben istemeyerek mikroskobu beyin cerrahisinde kullandırılmaya zorlandım. Bunu hocam istedi. Çünkü 17 yaşındaki genç bir kızı kalbinden ameliyat etmişler. O zamanlar bu ameliyat sırasında kalbi durduruyorlar. Kan dolaşımını pompa sistemiyle akıtıyorlar. Tabii bu sırada pıhtılaşma ihtimalleri çoğalıyor. Nitekim öyle de oluyor, bu pıhtılar, genç kızın beynine gidiyor ve beyin damarlarını kapatıyor. Ameliyat sonrası genç kızda felç ortaya çıkacak. Ben, anjiyografisini yaptım. Baktım genç kızın beyin damarı tıkanmış. Ameliyatı yapan İsveçli profesör cerrah, benden pıhtıyı almamı istedi. Bu 1 mm'lik, damarı kapatan tıkaç gibi bir şey. Damarın kendisi de 1,5 mm. Ben, 5,5 mm'lik damarı açıp kapatırım; ama bunu yapamam; çünkü bilmiyorum dedim. Çok heyecanlandı, kızdı da. Ama ben bu olmaz dedim. Hocamla da görüştü bu olay üzerine. Bizim hoca da, 'siz yapabiliyor musunuz ki benim öğrencimden böyle bir beklentiniz var?' dedi. Sonra anlaştılar. Ama bu olay benim Amerika'ya bu konuyla ilgili gidişimde vesile hatta zorlama oldu."

Acının Üstesinden Nasıl Gelinir?

Gazi Yaşargil'in meslekte ilk iki yılı, beyin ameliyatlarında yalnızca spatula denen bir aleti tutmakla geçer. Bu görev öyle zordur ki, acıyı yenmeyi; acıya dayanmayı öğrenirsiniz. Gazi Yaşargil, bunu öğrenir öğrenmesine; ama üstesinden gelmeyi spatulanın yerine kullanılacak bir ekartörü geliştirmekle yapar. Adına da Leyla Ekartörü der: "Beyne girmek çok zordur. Çünkü kafatasını açtığınızda kemiği bir külçe gibi karşınıza çıkar. Fakat sizin girmek istediğiniz yer bu külçenin altındadır. Hocalarımız 1920 senesinde bu külçeden çok korkmuşlar. İlk önde gidenler, ilk defa alın kısmını yavaşça kaldırıp, şakağı kaldırıp, lobar traksiyonlar yapmışlar,yani beyin loblarını çekmişler. Bizler bunu yaparken, genç asistanlara bir spatula verilir. Asistan bunu elinde tutar ve belli bir dengede çeker ki hoca rahatça çalışabilsin. Ben de bunu hocamdan öğrendim. En azından iki yıl o spatulayı sadece tuttum. Hayatım onu tutmakla geçti. Ama 10 dakika sonra bu elinizdeki mafsal bir acımaya başlar ki sormayın. O acıyı yenmek zorundasınız; çünkü yenemezseniz duramazsınız. Duramazsanız ameliyatı engellersiniz. O acıyı yenip, işinizi yapmak zorundasınız. Bu bir maharettir. Acıya dayanmak. Ben bir yandan bu görevimi yaparken düşünüyordum da: Neden bunu otomatik bir şekilde tutamıyoruz diye? Kızım o senelerde 6-7 yaşlarında. Annesinin inciden yapılmış boyunluğunu almış, kafasından geçirmeye çalışmış. Tabii bu sırada kolye kopmuş, inciler etrafa saçılmış. Bana koştu. Bak bunlar koptu dedi. Beraberce gittik kolyeyi toparlamak için. Ben, kolay olsun diye naylon ipliğe geçirdim incileri. Fakat naylon ipliğe düğüm atmak çok zor. Kaymaz, tutmaz, oturmaz. Tam bu sırada bir parçasını çekerken bir de ne göreyim: O boncuklar teker tekerken birden bire bütün bir zincir oldu. Oluşan zincir bambaşka bir kıymet demek. Kendine mahsus fiziki kıymet. Kendi kendine durabiliyor. İşte buldum dedim. Spatulanın yerine geçecek, kendi kendine durabilen şeyi. Son-

ra o boncukları çelikten yaptılar. İçerisine bir zincir soktular. Bu zincire ekartör deniyor. Ben ona Leyla adını verdim. Ama ben bu ekartörü kullanmıyorum; çünkü yanlış kullanıldı. Bu, çok dikkatli kullanılmak isteyen bir alet. Fakat istemeyerek de olsa kötüye kullanılabiliyor. Bir değil iki, hatta üç adet kullanılıyor. Tabii bu da beyinde açılan yarığa fazla baskı yapıyor. Ancak beyin dokusu çok hassas, öyle ki mimoza çiçeği gibi. Dokunursanız büzülüyor. Beynimizin mimarisinde, beyin kabuğu dediğimiz yerde 5 mm'lik çapta altı kat hücre var. Bunların hepsi de 30-40 mikron kalınlığında. Bu hücreler arasında da damarlar var. O damarlar da 10 mikron arasında. İşte oraya basınç yapmanız demek damarların tıkanması demektir. Ne kan gelebilir, ne de gidebilir. O zaman da sıkıntılar başlar. Ben şimdi o yarığı açık tutmak için her iki tarafına özel bir pamuk kullanıyorum."

Hedef Cerrahiyi Yok Etmek

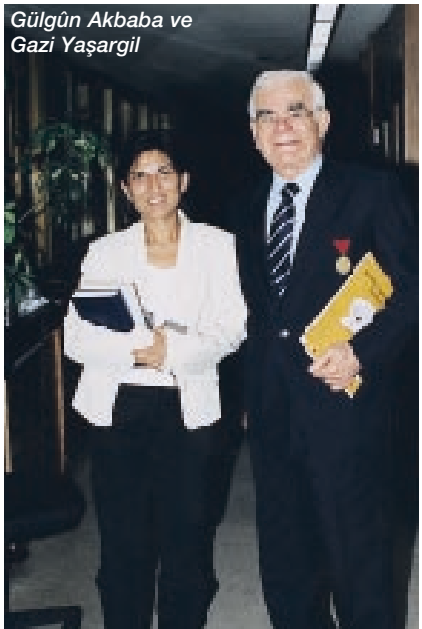
Böyle olağanüstü bir organın ameliyatını yapmak da olağanüstülüğün ta kendisi olmalı. Peki beyine ameliyat yapmak doğru mu? Bu olağanüstülüğe uyum nasıl sağlanabilir ya da sağlanıyor? Gazi Yaşargil bu konudaki görüşlerini de şöyle anlattı? "Aslında, cerrahların beyne girip, ameliyat yapması doğru değil. Çünkü bilgilerimiz hâlâ çok sınırlı. Ama hastaların ihtiyacı, onların zorunluluğu bizleri zorluyor. Mesela beyin kanama yapıyor. Ne yapmanız lazım? Beyne girip kanı almak zorundasınız ve alıyorsunuz. Aslında her cerrahide olduğu gibi, beyin cerrahisinde de hem ahlaki hem de felsefi bakımdan düşündüğümüzde hedef cerrahiyi yok etmektir. Hastalıkları başka usullerle iyi edebilmektir hedef."

200 Yıl Yaşayabiliriz!

Bu noktada insanın aklına ister istemez, geçtiğimiz aylarda da dünyanın olduğu kadar bizim kamuoyunu da çok meşgul eden ve 'uçuk' gibi gözüken bir soru akla geliyor: "Farklı farklı cerrahi yöntemleri, moleküler biyolojinin mikrocerrahiye yansıması, tıpta, fizikte, kimyada, genetikte alınan yollar, gelişmeler, sonunda insanı ölümsüz mü kılacak?" Gazi Yaşargil'den aldığımız yanıt şöyle oldu: İnsanın yaşam süresi, biyolojik hesaplara göre 100-120 sene. Bundan fazlası imkansız gözüküyor. Ama değil. Hücrelerimiz içinde 23 çift kromozom var. Bu kromozomların her birinin tepesinde telomer adını verdiğimiz bir kısım var. Telomorler her geçen sene kısalıyorlar. Yani küçülüyorlar. Ama kimyagerler bu telomerleri takviye edebilmenin yolunu buldular. Bu şu anlama da geliyor: İlelebet yaşayın! Olmadı mı, 200 sene yaşama olanağı var. Bunun üzerinde müthiş çalışmalar yapılıyor. Ama diyeceksiniz ki, bilim saçmaladı mı? Kendini fazla mı büyüttü? 'Her şeyi yaparım'a mı dönüştü? Hayır, değil. Böyle düşünceler, dikkat ederseniz, bilim tarihini okursanız, üçbin yıl evvel düşünülmüş. Eflatun, 'bizlerin zihni, aklı içerisinde ideler var.' demiş. Bu ne demek? Yani kromozomlarda nasıl genetik bilgiler varsa, ruhun içerisinde de muazzam ideler var. İde yani fikirler orada. Onu bulmakla tekrar bulmuş oluyorsunuz. Ressam tekrar görmüş oluyor. Musikici tekrar dinlemiş oluyor. En başlangıçtakileri."

Gazi Yaşargil'e göre bir bireyi anlayabilmek, tanıyabilmek, onu biyolojik, psikolojik, sosyal, politik, ekonomik, sanatsal, felsefi, dini ve metafizik yönleriyle ayırtetmeyi gerektirir. Bu söyleşi onu bir ölçüde de olsa tanımanıza yardımcı olacak. Ama eğer onu bütünüyüyle tanımak istiyorsanız, "Bir Beyin Cerrahının Meslek Yaşamı, Düşünceleri ve Anıları" adlı kitabı öneririz.

Gülgûn Akbaba


Gülgûn Akbaba ve Gazi Yaşargil

Kök Hücrelerle Yeşeren Umut

Cerrahinin hedefinin ameliyatları olabildiğince dikişsiz, acısız yapmak ve hastanın çabuk iyileşmesini sağlamak olduğunu, ancak bunun, cerrahiden uzaklaşmak anlamına gelmediğini Gazi Yaşargil'in anlattıklarından anlıyoruz. Cerrahi hep var olacak ama başka başka cerrahiler de olacak ve insan eline olan gereksinimse hep var olacak. Bu noktada beyinle ilgili hastalıklar, ameliyat dışında, hangi yöntemlerle iyileştirilebilir? Moleküler teknolojideki gelişmeler, örneğin felçli hastalar için nasıl bir yarar sağlayacak. Bir canlının vücudunda çok uzun bir süre bölünmeye devam ederek kendini yenileyebilen ve farklılaşmış hücreler oluşturabilen farklılaşmamış hücreler yani kök hücreler cerrahiye nasıl bir boyut kazandıracak? Bu soruları birbiri peşi sıra Gazi Yaşargil'e yönelttik. Yanıtı şöyle oldu: "Moleküler cerrahi; ilaçla ya da röntgen ışınlarıyla, lazerle, ultrasonla tedavi, hastalıkları başka usullerle tedavi etmenin yollarından birkaçıdır. Mesela ultrasonu öyle odaklarsınız ki 100 derece ışın yaratır; sonunda o yeri yakabilirsiniz. Yani sesle yakıyorsunuz. Fizik ve kimyadaki gelişmelerden istifade edeceğiz.

Yine 30 mikronluk iğneye bağlı 5-10 mikronluk ipliklerle yarım milim çapındaki damarlar ötesinde daha ince sinirler mikroskop altında dikilebiliyor. Kaliforniya'da Dr. Müller nano motorları yarattı. Doktor Müller, nano motorların güngelecek endoskopik cerrah olarak kullanılacağını düşünüyor.

Felçli hastalara gelince. Çok mühim bir konu bu. Çünkü insanlar yaşlanıyorlar. Yaşlandıkça da inme gelme tehlikesi daha da artıyor. Şimdiye kadar inmenin damar bozukluklarından ileri geldiğini düşünüyorduk. Halbuki bir de hücrelerin yaşlanmaları var. Hücrelerin değişmesinden doğan inme de olabiliyor. Hücre yaşlandıkça yiyemez oluyor; tıpkı yaşlı bir insanın herşeyi yiyemediği gibi. Dolayısıyla yaşlıların o kadar çok kana ihtiyacı olmuyor. Ama beyne kan gelmesine de vücut mani olamıyor. Zaten sıkıntı da buradan doğuyor. Şimdi düşünülen şu: Hücreye kan gitmiyor; bu nedenle hücreye kan götürelim deniyor. Bu olabilir. Mesela damarlar tıkandığında dışarıdan içeriye kan verilebilir ki ben bunu uygulayan ilk cerrahım. Ama bu noktada şöyle bir sıkıntı doğuyor. Beyindeki kan deveranı öylesine karmaşık bir yapıda ki, kime nasıl kan vereceksiniz? Bu ameliyeye ihtiyaç olduğuna karar vermek çok zor. Subjektif bir yaklaşımla kararınızı veriyorsunuz. Mesela, üç damarı tıkanmış bir hastaya; iki ya da üç kere de hafif inme geçirmiş, böyle bir hastaya dışarıdan kan verebiliriz diyorum. Ama bu objektif bir ölçü değil. Felçli hastalara uyguladığımız bu usul zaten tam oturmadı. Ama yine de senede birkaç yüz hasta bu usulle tedavi ediliyor. Diğer taraftan mikrocerrahideki girişimlerimiz beyin cerrahisindeki sıkıntıları oldukça azalttı. Çünkü ameliyat esnasında damar patlarsa, patlayan damarı tamir edebiliyoruz. Zaten uzuvlarımızdaki zedelenmelerde çok defa damarlar zarar görüyor. Öyle ki, insaniyet damarların tedavisi için binlerce seneden beri çalışıyor. Neler yapmamışlar ki: Önceleri kanamanın olduğu yerin üzerine basıldığında kanamanın durdurulabildiğini görmüşler; ama basınç kalktığında kanama tekrar başlar; bu defa da kanayan yer dağlanmış. Bu usul 1950 yıllarına kadar kullanılmış. O zamanlar damar cerrahisi yok tabii. Mesela Kore harbinde, eğer kolda, bacakta bir yaralanma olursa, o uzuvlar kesilip atılıyordu. Sonra ilerlemeler ardı ardına geldi.



Beynin Felçleri İyileştirme Gücü

Siz bu sayfayı okurken beyniniz birçok görev üstlenmiş durumda; sözcükleri anlıyor; derginin ağırlığını ve kağıt yapısını algılıyor; el kaslarınızı kontrol ederek sayfanın uygun bir açı ve basınçla tutulmasını ve nihayet baş ve göz hareketlerinizin birbirleriyle uyumlu olmasını sağlıyor. Beyin basit bir hücre yığını değil; bu görevlerin herbirini beynin farklı bir alanı üstlenmiş durumda; bu alanlar sinirsel bir ağın parçaları olarak birbirlerinden hayli bağımsız görev yapıyorlar. Bu iş bölümünün belirgin yararları var; farklı alanlar öyle bir ahenk içinde çalışıyor ki, biz bu değişik alanların çalışmasını bir bütün olarak algılıyoruz ve ancak görevlerden biri aksarsa o görevin farkında oluyoruz. Beynin belli bir alanının yıkımına bağlı felçlerde o alanın görevi yapılamaz oluyor; çünkü diğer nöronlar bu görevi yapmasını bilmiyorlar. Böylece felç, konuşma kaybı vb. ortaya çıkabiliyor. Fakat ilginçtir ki, çoğu kez yapılamayan görev, bazen birkaç hafta içinde geri dönüyor.



Aktris Patricia Neal (ortada) 1965'de üstüste beyin kaynaklı önemli felçler geçirdi ve sonunda kısmen felçli olarak tekerlekli iskemleye mahkûm oldu. 1968'de iyileşip sahneye dönmüş ve kendisine en iyi aktris ödülünü kazandıran Konu Güllerdi piyesinde oynamıştı. Geçirdiği felçlerden 30 yıl sonra Neal hâlâ aktrislik yapıyor, seyahat ediyor, dersler veriyor. En son 1999'da bir piyeste oynadı. Felcin sürekli iyileşmeye gidişi sırasında beynin yeniden yapılanması yeni görüntüleme teknikleriyle ortaya kondu.Neal, eski eşi yazar Roald Dahl ve üç çocuğuyla.

YİRMİ BEŞ YAŞINDA tanınmış bir piyanist kadın beynin sol yarısının tahribine bağlı felç geçirmişti; beynin sol yarısı vücudun sağ yarısını kontrol ettiğinden hasta sağ elini kullanamıyor ve konuşamıyordu (lisan merkezleri genellikle beynin sol yarısındadır). Genç kadın artık piyano çalamayacak oluşuna çok üzülüyordu. Hasta, vücudunun sağ yarısını kuvvetlendirecek bir tedaviye alındı ve ayrıca konuşma tedavisi başlatıldı. Hastanın yılmadan çalışmaları sonucu aylar sonra, sağ el eski kuvvetini kazandı ve konuşma normale döndü. İlginçtir ki hasta her iki elinin parmaklarını normal bir insandan daha hızlı ve ahenkli kullanabiliyordu. Bu gün ünlü bir piyanist olarak hayatını devam ettiriyor.

Bilim adamları ve doktorlar uzun süredir beyinde bu gibi şaşırtıcı iyileşmelere tanık oluyorlar. Beynin aksayan bir görevi nasıl olup da yeniden yapmaya başladığı bir sırdı. Bu görevi yapacak beyin alanı tamamen ve sürekli olarak tahrip olduğundan beynin nasıl olup da aksayan görevi yeniden başlatabildiği merak konusuydu. Problem çözümsüz gözüküyordu. Yaşayan bir insanın kafasının içine bakıp yaralanmadan sonra beynin neler yaptığı nasıl bilinebilirdi?

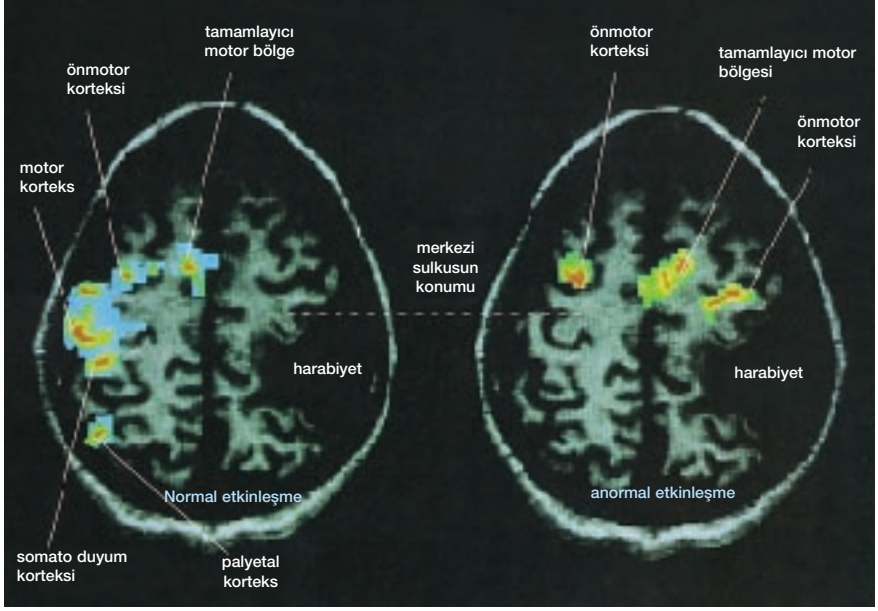
Ancak son birkaç yılda, yaşayan bir insanda beyin çalışmasını izlemek mümkün oldu, bu amaçla PET (pozitron emisyon tomografisi) ve MRI (manyetik rezonans görüntüleme) kullanılıyor.

Beyin Plastiktir

Beynimiz, bütün diğer organlarımızdan farklı olarak öğrenme sırasında bir görevi bir alandan alıp diğer alana verebiliyor; buna beynin "plastik özel-



Hasta başparmağını ötekilerle karşılaştırırken beyinde fonksiyonel görüntüleme teknikleriyle kayıt alındı.



PET (pozitron emisyon tekniği) ile alınan görüntüler. Sağda felçi elin parmakları hareket ettirilmiş. . Harabiyet tarafında hareket merkezi önünde ve yedek hareket merkezinde görülen anormal aktivite, bu alanların kaybolan görevleri telafi ettiğini gösteriyor. Solda normal aktivite.

liği" deniyor; bir diğer deyişle beyin görev dağıtımı konusunda hayli esnek. Beynin plastikliği biz çocuk ve gençken en üst düzeyde oluyor (bebeklikten ergenlik başına kadar). Bu yıllarda beyin dil ve hareketlerde ustalık kazanıyor. Erişkinler de yeni diller ve yeni hareketler öğrenebiliyor; bu beynin plastik özelliğinin ömür boyu devam etmesi anlamına geliyor.

Beyinde belli görevlere karşılık olan belli sinir devreleri var. Bu devrelerin beyindeki yeri genellikle her insanda aynı. Örneğin, konuşma için gerekli dudak, dil vb. hareketlerini düzenleyen Broca merkezi, insanların çoğunda sol beyin yarıküresinin ön kısmında bulunuyor. İnsanların bir bölümünde (ekseri solaklarda) Broca merkezi sağ yarıkürede, soldaki merkeze karşılık olan alanda bulunuyor. Benzer olarak beyin kabuğunun kas hareketlerinden, dokunma hissinden ve görmeden sorumlu alanları her insanda beynin aynı yerinde. Bu alanlar çevreyle etkileşim derecesine göre farklı gelişmeler gösteriyor; fakat beyindeki yerleri genetik olarak belirleniyor.

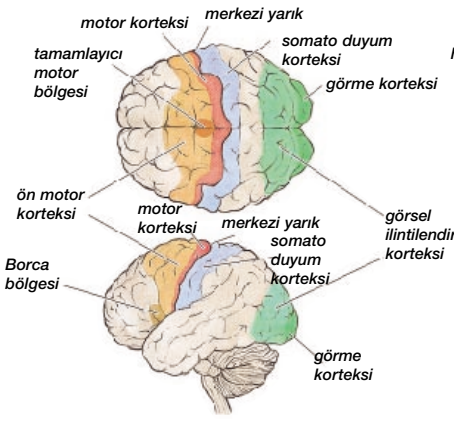
Beyinde belli görevler için belli alanlar ayrılmış olmakla beraber, beyin bu sınırların dışındaki alanlara da görev verebiliyor; tıpkı yaratıcı çocukların bilinen çizgilerin dışına taşması gibi. Beyin kronik nöron harabiyetlerinde (bunama ve yaşlılıkta olduğu gibi) "uyum sağlayıcı bir esneklik" gösteriyor. Amerikalı ve Kanadalı bilim adamlarının PET çalışmaları, yaşlılarda görsel verilerin gençlerde olduğu gibi birincil görsel alan yerine alınlobu ön bölgesinde (normalde görmeyle ilgisiz bir alan) saklandığını gösterdi. Bu özellik Alzheimer tipi bunamalarda çok daha belirgin.

Diğer PET çalışmaları, beynin doğuştan hastalıklarında ve akut hastalıklarında (örneğin kafa yaralanmaları ve damar tıkanmaları) bu uyumsal elastikiyetin rol oynadığını ortaya koydu. Köln'deki Max Planck Enstitüsü'nde Wolf-Dieter ekibi sol yarıkürede damar tıkanmalarına bağlı afazilerde (konuşma yitimi), sağ yarıkürede soldakine karşılık olan alanlarda yeni konuşma merkezleri belirdiğini gösterdi. ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü'nden (NIH) Leonard Cohen ekibi, doğuştan kör insanların Braille alfabesini okumada ve diğer dokunma duyusuyla ilgili görevlerde görme alanının bir bölümünü kullandıklarını kanıtladı. Kör insanların dokunma duyularının aşırı gelişmesinde yeni beyin kabuğu alanlarının göreve çağrılması rol oynuyor. Tahrip olan sinir devrelerinin yerini hangi sinir devreleri alıyor acaba?

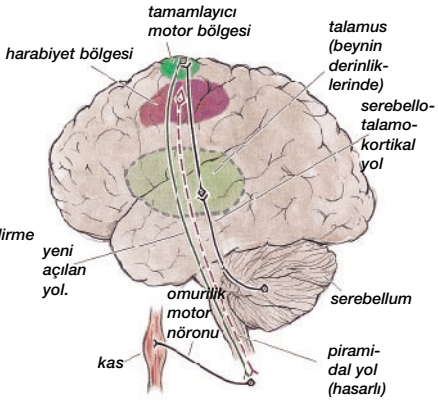
İncelediğimiz beyin damar tıkanıklığına bağlı felç geçirmiş 7 hastada birincil hareket alanı iyileşemez şekilde tahrip olmuştu. Felçten 6 ay kadar sonra hastanın felçli elinde önemli iyileşme meydana geldi. Hastaya gözleri bağlı olarak basit ardışık parmak hareketleri yaptırıldı ve bu sırada beyin görüntüleri alındı. Sağlam parmakların hareketlerinde, sağlam beyin yarıküresinde hareket alanı ve hareket alanı önü, derin ve yüzeysel dokunma duyusu ve yedek hareket alanlarında normal etkinleşme görüldü. Buna karşın felçli elle aynı deney yapıldığında her iki yarıkürede hareket alanı önünde ve yedek hareket alanında, lezyonlu yarıkürede alın lobu ön alanında anormal etkinlik kaydedildi.

Bu parmak hareketlerinde etkinleşmeyen beyin alanları göreve çağrılmıştı. Bu alanlar, normal beynin yaptığı karmaşık hareketler sırasında etkindi. Böylece anlaşılıyordu ki felçli el, hareket alanlarından sağlam kalmış alanların etkinleşmesi sonucu normale dönmüştü.

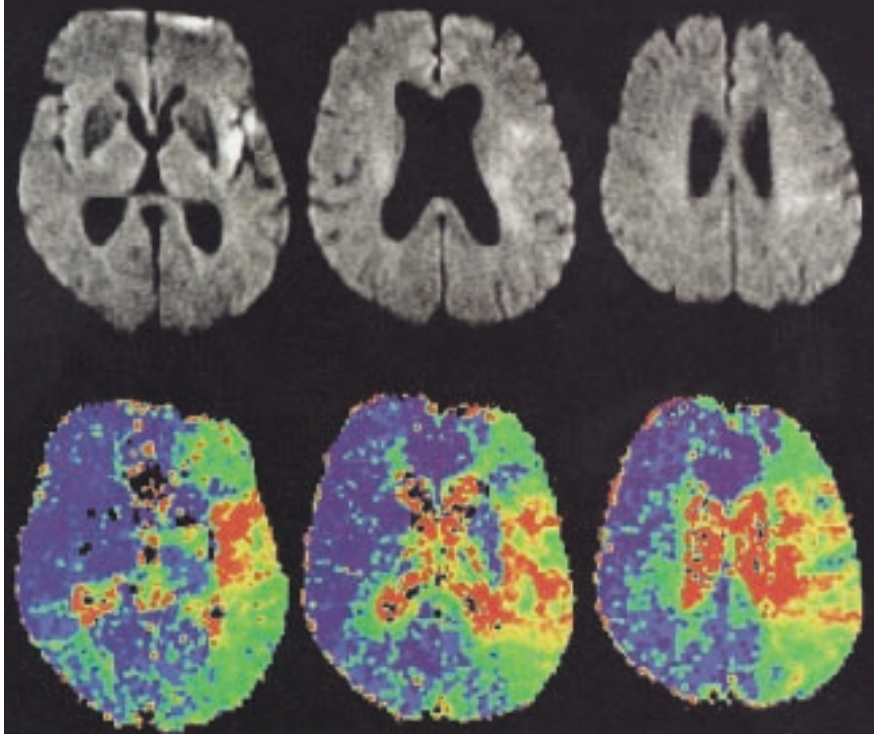
Felçli elin iyileşmesinde beynin başka sinir yolları kullanıp kullanmadığı araştırıldı. Normalde beynin hareket alanından kalkan uzun lifler (piramidal yol, kortikospinal yol) omuriliğe



İnsanın beyin kabuğu özel görevler yapmak üzere çeşitli bölümlere ayrılmıştır. Beyinde bir damarın tıkanması (veya beynin yaralanması) durumunda tahrip olan alanın görevi ortadan kalkar. Örneğin Broca alanının tahribi, konuşma yitimi (afazi) ve sağ yarıkürede hareket merkezinin (motor korteks) lezyonları vücudun solunda felç yapar. Sinir dokusunun yerine konulamaz şekilde tahribine rağmen birçok felçli hastada felç zamanla iyileşir. Bu iyileşmenin nedeni beynin kendini yeniden yapılandırma özelliği, yani plastik oluşudur.



Beyinde damar tıkanmasına bağlı felçlerde iyileşme. Bu iyileşmeyi yedek hareket merkezinden omuriliğe giden bir sinir devresi sağlar(yeşil). Piramidal yol (çizgili) hareket merkezinden omuriliğe iner; burada hareket merkezi tahrip olmuş. Felçten iyileşen hastalarda beyincik ve talamusda normal aktivite vardır, beyincikten yedek hareket alanına giden sinir yolları, bu alana yeni görevini "öğretmek" içindir. Anormal yolların hiçbiri hastanın basit işler yapmasında kullanılmaz (şekil 3); bu yolların hepsi beynin hareket sistemine dahildir. "Sistem içi" iyileşmesi birkaç haftada gerçekleşir.



Şekil 6- İyileşmiş hasta felçli eliyle basit hareketler yaparken PET görsel alanda anormal aktivite kaydeder. Bu, hastanın normalde hareket için kullanılmayan sinir devrelerini etkinleştirdiğini gösterir. Bu gibi iyileşmeler, "sistem içi" iyileşmelerden daha fazla zaman alır.

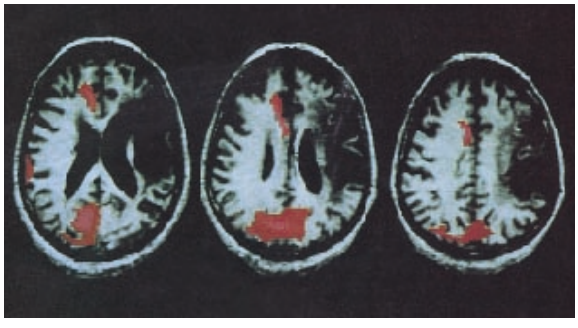
girer ve buradaki hareket nöronlarını etkinleştirir; bunun sonucu el kasları kasılır. Felçte bu dolaysız yol harap olduğundan başka yollar olmalı.

Bunu araştırmak amacıyla beynin hareket alanının tahribi sonucu felç geçirmiş 21 hasta incelendi. Hastaların hepsinde bir el felçliydi; fakat 12 hastada 4 hafta içinde felçli el normale döndü. PET çalışmaları, bu 12 hastada piramidal yol yerine yedek hareket alanından omuriliğe giden ikincil bir sinir yolunun varlığını gösterdi. Bu ikincil yol, beynin talamus çekirdeği ve beyincikle (her ikisi de hareket yolunun parçaları) sıkı bir ilişki içindeydi. Beyincik, talamus aracılığıyla yedek hareket alanına hareket hakkında bilgi verir. Bu beyincik-talamus-beyin kabuğu yolu çok kuvvetlidir ve felçten iyileşmiş hastalarda tahrip olan sinir yolunu telafi ederek hareketi yeniden ayarlar. Beyinciğin yedek hareket alanına gönderdiği "hareket" sinyalleri sinir devrelerini yeniden düzenler. Demek ki beyin bir sinir yolu kapanınca, bu yolun etrafından dolanan bir başka sinir yolu yaratabiliyor.

Beynin Başka Alanlarında Plastiklik

Araştırmalara devam edilince, felçlerde beynin hareketle ilgili olmayan alanlarının da göreve çağrıldığı görüldü. Eli felçli hastalar, bu elin parmaklarını oynatmak isteyince beynin görme alanları ve hareket sisteminin hemen hiç kullanılmayan alanları da etkinleşti. (şekil 6) Hastanın gözleri kapatılmıştı; yani hasta hiçbir görsel uyarı almıyordu. Gözleri kapatılmış normal (felçli olmayan) insanlarda parmak hareketleri görsel alanı etkinleştiremez. Böylece felçli hastaların tahrip olan bir sinir devresi yerine, bu devrenin dışındaki bir sinir yolunu etkinleştirebilecekleri anlaşılmış oldu.

Tahrip olan sinir devresiyle ilgili, fakat bu devrenin dışında alternatif bir yol bulan felçli hastalar 6 ayda, devrenin içinde alternatif bir yol bulan felçli hastalar ise 4 haftada iyileşiyorlardı. Böylece beynin görevi belli bir alanının, gerektiğinde başka görevler de yüklenebileceği anlaşılmış oluyordu.



Şekil 7- Beyin damar tıkanmasına bağlı felçten sonra manyetik rezonans görüntüleme (MRI) kan akımının durduğunu gösterir (altta kırmızı ve sarı alanlar). Bu durumun devamı nöronların ölümüne neden olur (üstte beyaz alanlar). Felcin iyileşmesinde ilk adım kansız kalmış alana yeniden kan gelmesidir. Reperfüzyon (yeniden kanla sulanma) denen bu olay, beynin haftalar ve aylar sonra iyileşmesini belirler.

Örneğin beynin görme alanlarının kör insanlarda dokunma duyusu ve felçli insanlarda hareket merkezi rolünü oynaması mümkündü.

Beynin görme alanları hem hareket, hem duyularla ilgili görevler üstlenebiliyor.

Bir İyileşme Modeli

Bugüne kadarki çalışmalar gösteriyor ki, beyinden ileri gelen felçlerde, beyin aksayan görevi üstlenebilecek yeni merkezler arar. Hiçbir nöron aksayan görevin nasıl yapılacağını bilmemektedir; fakat bazı nöronlar böyle bir görevi öğrenebilir.

Sinir dokusunun iyileşmesi bir kaç evrede olur. Beyin yaralanmasını izleyen ilk birkaç saat pasif cevap evresidir; bu sırada yaralı dokuya yeniden kan gelir ve beyin tahribine bağlı iltihabi olay durur. (şekil 7) Daha sonra lezyona yakın ve uzak nöronlar şoktan kurtulur.

Felci izleyen günler ve haftalarda beyin aktif iyileşme evresine girer; bu beynin "uyum plastikliği" evresidir. Harap olan sinir devresinin sağlam kalan kısımları -eğer varsa- göreve çağrılırlar. Bu devreler normal beyinde yalnızca destek rolü oynarlar; örneğin yeni bir işin öğrenilmesinde aktifleşirler. Beynin uyumsal plastisitesinde bu destek devreleri önem kazanırlar. Yapılacak görevi zaten bilen bu devrelere düşen iş, daha önce yaptıklarını hatırlamalarıdır; bu nedenle hasta, felçten yalnızca birkaç hafta sonra iyileşir.

Buna karşı hiç yapmadığı bir göreve çağrılan sinir devrelerinin öğrenmeleri zaman alır; örneğin bu nedenle beynin görsel alanlarının dokunma veya hareket işine çağrılmasından aylar sonra hasta yeni durumuna uyum sağlar.

Özetle yeni görüntüleme teknikleri, beynin belli bir görevi yapmayı bilen alanlarının, gerekince başka görevler de üstlenebileceğini ortaya koymuş bulunuyor. Kuşku yok ki gelecekte beyin kaynaklı felçlerin iyileşmesinde yeni alanlar bulunacak ve beynin plastikliği tahrip olan beyin bölümlerinin işini yeniden sağlayabilecek.

American Scientist, Eylül-Ekim 2000
Çeviri: Selçuk Alsan

Doku Mühendisliğinin Başarılı Bir Ürünü

Kıkırdak Dokusu

Doku mühendisliği son yıllarda biyoteknolojinin önemli bir alanı olarak hızlı bir gelişme gösterdi. Biyomateryallerdeki yeni gelişmeler, yeni hücre kültürü teknikleri ve yeni bulunan büyüme faktörleri, hayati önem taşıyan nakledilebilir doku ve organların üretilebilmesi için yeni olanaklar sağladılar. Bugün doku mühendisliği ilk ürünlerini veriyor. Bunların ilki deri, ikincisi de kıkırdak doku.

Kıkırdak doku, kondrosit adlı hücreler içeren bir bağdokusu tipi. Kondrositler, yetişkin bireylerin kemik iliğinde bulunan mezenşim kök hücrelerinden (MSC: Mesenchymal Stem Cells) meydana gelirler. Embriyonik gelişim sırasında bu kök hücreler farklılaşarak kondrositler oluşur ve kıkırdağa özgü matrisi (ECM: Extracellular matrix) salgılarlar. Bu matris bol miktarda kondroprotit adlı özel bir kimyasal bileşen ve su içerir. Matris ayrıca, kollajen ve esnek lifler içerir ve bunların birbirine olan oranlarına göre farklı kıkırdak tipleri oluşur. Esnek lifleri çok olan kıkırdak doku, gerilime ve basınca dirençlidir.

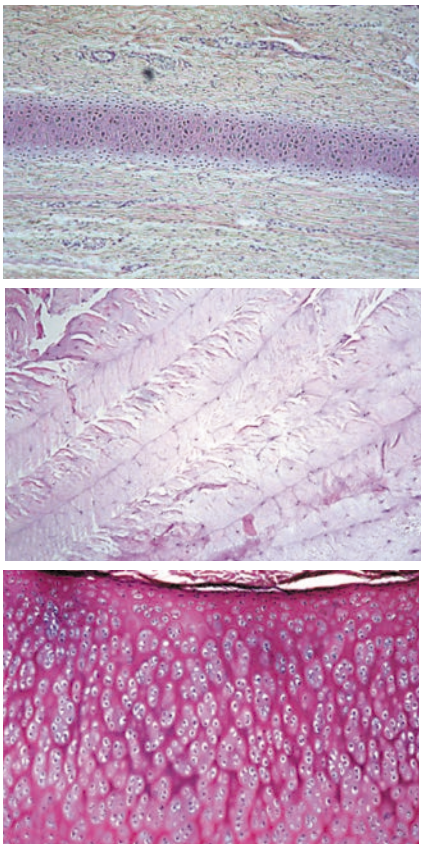
Kıkırdak doku sinir ve damardan yoksundur. Çevresini saran ve damar ağı zengin bir zar olan perikondriyumdan doku içine geçen dokular arası sıvı, kıkırdağın beslenmesini sağlar. Hücreler, hücre dışı matrisi salgıladıktan sonra tek tek ya da gruplar halinde öteki hücrelerden ayrılarak odacıkların içerisine yerleşir. Kıkırdak uzun kemiklerin büyüme kıkırdaklarında hücrelerin özel dizilimi gözlenebilir; çifter çifter uzunlamasına sütunlar halinde dizilen hücreler aşamalarla yerlerini kemik dokusuna bırakırlar. Doğumdan önceki yaşamın büyük bir bölümünde iskelet sistemini kıkırdak dokusu oluşturur. Doğumdan sonraysa büyüme çağı boyunca uzun kemiklerin gelişmesinde son derece önemli bir rol oynar. Erişkinde vücudun yalnızca belirli bölgelerinde kıkırdak dokusu bulunur.

Hücre dışı matrisin miktarına ve kollajen ya da esnek liflerin oranına bağlı olarak farklı tipte kıkırdak dokuları olur.

Hiyalin kıkırdak: Sert, esnek doku yapısındadır; bol miktarda homojen, hücreler arası madde içerir. Yarı geçirgen ve mavimsi beyaz renklidir. Bu tip, en yaygın rastlanan kıkırdak dokusudur; kaburgalar, soluk borusu, bronşlar, eklemler ve gırtlaktaki kıkırdakların yapısını oluşturur.

Elastik (esnek) kıkırdak: Sarıya çalan rengi, bükülebilirliği ve esnekliğiyle hiyalin kıkırdaktan ayırt edilir. Bu özellikleri hücre dışı matrisde çok miktarda esnek lif (elastin) bulunmasından kaynaklanır. Kulak ve burun bu tür kıkırdak yapısına sahiptir.

Fibröz (lifsi) kıkırdak: Kollajen lifler açısından zengin kıkırdak dokusudur. Vücutta az miktarda, sert bağdokunun bileşiminde bulunur. Omurlar arası diskler, çatı kemikleri eklemi ve kirişlerin kemiğe yapıştığı yerler bu tip kıkırdaktan oluşur.



Şekil 1. Kıkırdak doku tipleri: a) Hiyalin kıkırdak, b) Elastik kıkırdak, c) Fibröz kıkırdak

Kıkırdak dokunun yenilenme kapasitesi çok düşüktür; zedelendiğinde önce bağdoku oluşur, daha sonra bu doku kıkırdak dokusuna dönüşür.

Kıkırdak dokuda karşılaşılan belli başlı rahatsızlıklar: Arterit (eklem iltihabı), kalıtsal anormallikler, travma, artroz (eklem yıpranması ya da yaşlanması), kireçlenme (kalsifikasyon), kemikleşme (ossifikasyon), lifsel bozulma, iyi ya da kötü huylu tümörler.

Kıkırdak dokunun bozulması sonucu ortaya çıkan eklem ağrısı özellikle orta yaşlı ve yaşlı insanlarda önemli bir rahatsızlık kaynağı olur. Ayrıca çeşitli yaralanmalar ve kazalar da kıkırdak dokuda, daha çok eklem kıkırdağında hasara yol açarlar. Kıkırdak dokunun kendini yenileme eğiliminin çok düşük olması sonucu bu tür hasarlar uzun yıllar boyunca giderilemez ve dokuda daha ileri bozulmalar meydana gelir. Tedavi amacıyla günümüzde uygulanan belli başlı yöntemler şunlar: Estetik ve ortopedik ameliyatlar, doku transplantasyonu, yapay protez.

Fakat bu yöntemlerin de pek çok dezavantajı olabiliyor. Ameliyatla iyileştirmede uzun vadede problemler ortaya çıkıyor. Doku nakillerinde; donör (verici) doku bulma zorlukları, greftin (yamanın) bağışıklık sistemi tarafından reddedilmesi ve greftin boyutlarından ve tespitinden kaynaklanan teknik zorluklar gibi sorunlar olabiliyor. Ayrıca vücudun her yerindeki kıkırdak doku, aynı mekanik dayanıklılığa sahip olmadığından, özellikle ototransplantasyonlarda (hastanın vücudunun başka bir yerinden alınan kıkırdak dokusu ile gerçekleştirilen nakilde) gerekli mekanik dayanımın sağlanmasın-

da güçlüklerle karşılaşılıyor.

Kıkırdak doku tamirinde, özellikle son yıllarda geliştirilen metal ve plastik eklem protezleri, eklem ağrılarını hafifletmek ve eklem fonksiyonunu yerine getirmek açısından muazzam bir başarı sağlamış bulunuyorlar. Ancak canlı olmayan bu protezlerde zamanla aşınma gözleniyor, enfeksiyon meydana gelebiliyor ve fiziksel açıdan aktif kişilerde yeterince dayanıklı olmuyorlar. Ayrıca protezin dokuya tutunması da sorun oluyor.

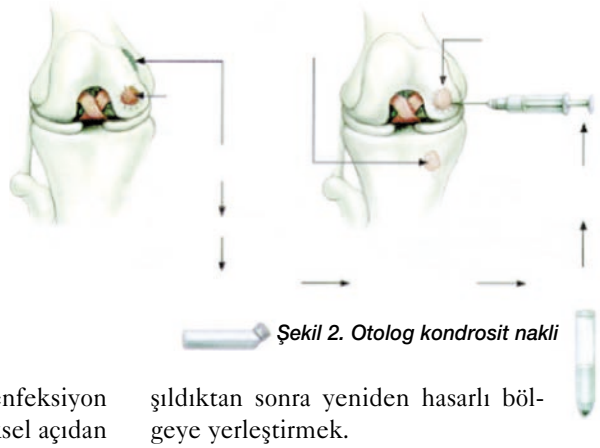
Tüm bu tedavilere alternatif çözümse, "doku mühendisliği yaklaşımıyla üretilen kıkırdak dokusu." Kıkırdak dokusu, doku mühendislerinin deriden sonra başarıya ulaştıkları ikinci doku olma özelliğini taşıyor. Daha hayati öteki organlardan önce neden kıkırdak? Çünkü, kıkırdak doku damarsız yapıda olup, düşük besin ihtiyaçlarını hücreler arası sıvı sayesinde difüzyon yoluyla sağlar, dolayısıyla yeni kan damarlarının oluşumuna gereksinimi yoktur. Bu da doku mühendisliği açısından bir avantaj. Çünkü damar oluşumu, hâlâ aşılamamış bir sorun. Kıkırdak dokusunun bir başka avantajıysa, yapı olarak daha basit oluşu: sadece kondrositlerden ve ECM'den oluşmakta.

Kıkırdak Doku Üretimi

Doku mühendisliği yaklaşımıyla kıkırdak doku üretiminde üzerinde çalışılan iki yöntem bulunuyor. Bunlardan biri; vücut dışında çoğaltılan kıkırdak hücrelerinin kullanımı (hücre transplantasyonu); ikincisiyse kıkırdak hücrelerinin, 3-boyutlu biyobozunan destek materyalleri üzerinde üretilmesi (hücre-polimer modeli).

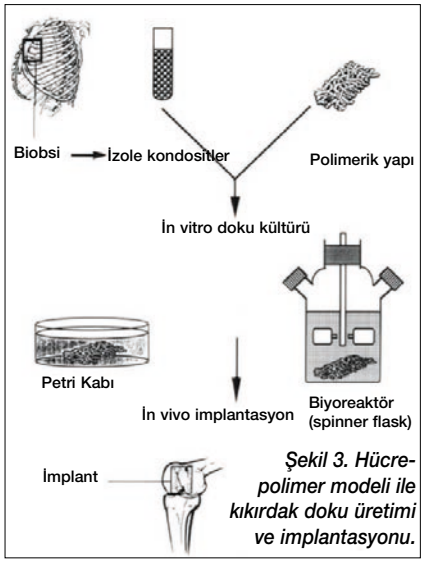
Hücre Nakli

Hasarlı dokuyu yenilemek için kıkırdak hücrelerinin ya da farklılaşmamış hücrelerin (projenitör hücreler) nakli "hücre transplantasyonu" olarak adlandırılır. Buradaki yaklaşım; cerrahi yolla ya da sondayla küçük bir hücre kümesi alıp, hücre sayısını artırmak ve daha sonra gerekli sayıda hücreye ulaşıldıktan sonra yeniden hasarlı bölgeye yerleştirmek.



Şekil 2. Otolog kondrosit nakli

Kıkırdak hücresi nakli konusundaki çalışmalara 1968 yılında başlanmış, ancak hücrelerin gerekli matrisi (ECM) oluşturana kadar hasarlı bölgede tutulmasında karşılaşılan güçlük nedeniyle başarı oranı %40'ın altında kalmış durumdaydı. Ancak son 12 yıldır süren çalışmalarda İsveç ve A.B.D.'de araştırmacılar tarafından yeni bir cerrahî yöntem geliştirildi ve hücreler hasarlı bölgede tutulabildi. Hastanın kendi eklemlerinden alınan otolog (yerli) doku örneği, yaklaşık 3 hafta boyunca kültür edildi ve hücre sayısı 10-12 kat artırıldı. Cerrahî müdahale sırasında periosteum, ameliyat iplikleriyle ve fibrin yapıştırıcıyla, hasara yakın sağlıklı dokuya tutturuldu ve kültür edilmiş hücreler enjekte edildi. "Otolog kondrosit transplantasyonu" (ACT) olarak adlandırılan bu yöntem ilk ortopedik biyoteknoloji ürünü olarak, 1987 yılında İsveç'de uygulandı ve daha sonra, ABD Gıda ve İlaç Dairesi'nden (FDA) onay aldı. Bu yöntem, halen klinik olarak uygulanmakta. Bugüne kadar piyasaya sürülmüş tek kıkırdak ürün olan "Carticel" de kültür edilmiş bir yerli kıkırdak hücresi nakil ürünü. Genzyme, (A.B.D.) firması 1995 yılında geliştirilmiş olan ürün, 1997 yılında, klinik açıdan önemli kıkırdak hasarlarının tamirinde kullanılmak üzere FDA onayı aldı ve o tarihten itibaren tüm dünyada yaklaşık 3000 hasta üzerinde kullanıldı. Her bir "Carticel" paketi, aseptik koşullarda üretilmiş yaklaşık 12 milyon kıkırdak hücresi içerir. Hücreler 0.4 ml steril besi ortamı içerisinde tutuluyorlar. Biyopsi sonrasındaki ilk hücre kültür aşamasında besi ortamına gentamisin ilave edildiğinden Carticel"'in antibiyotik alerjisi olanlarca kullanılmaması tavsiye ediliyor. Ayrıca, yine kültür sırasındaki besi ortamı, sığır serumu içerdiğinden, sığır orijinli materyallere alerjisi olanların da kullanmaması tavsiye ediliyor. Ürünün raf ömrü oda sıcaklığında 72 saat.



Şekil 3. Hücre-polimer modeli ile kıkırdak doku üretimi ve implantasyonu.

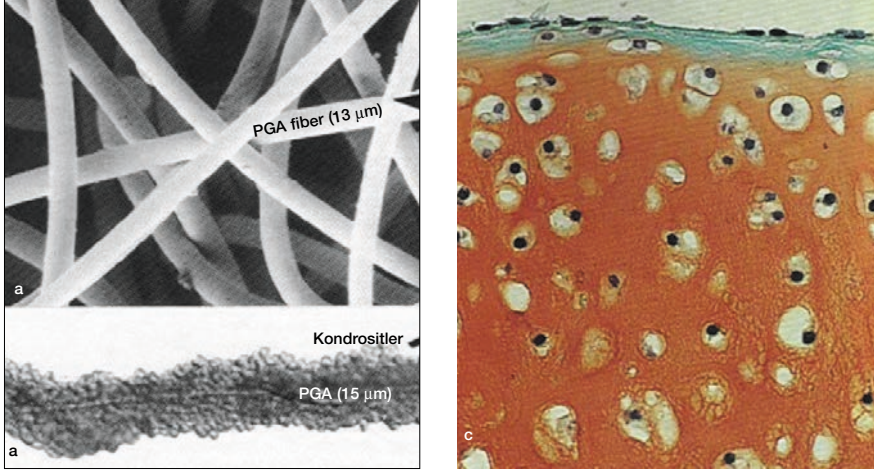
Hücre- Polimer Modeli

Eğer hücreler hasarlı bölgeye istenilen şekilde ve boyutta ulaştırılamazsa, hücre naklinin hiçbir anlamı kalmaz. Bu amaçla hücre nakli için oldukça yüksek miktarda delik içeren destek malzemelerinin kullanımını öngören bir model oluşturulmuş. Bu da hücre-polimer modelidir.

Bu yöntemde kıkırdak dokusundan elde edilen hücreler, sentetik veya doğal yapıdaki, biyolojik ortamda bozunan polimerik destek malzeme üzerine yerleştirilirler. Destek malzeme kıkırdak hücrelerinin yapışıp üreyebilmesi için gerekli yüzeyi sağlar. Hücreler vücut dışında bu materyaller üzerinde kültür edilirler. Kültür işlemi Petri kapları gibi 2-boyutlu yapılarda gerçekleştirildiğinde, hücrelerin farklılaşamadıkları ve tip II kollajen yerine tip I kollajeni ürettikleri saptanmış bulunuyor. Oysa kendi doğal mikroçevrelerine benzer yapıdaki 3-boyutlu destek malzemeler üzerinde kültür edildiklerinde, gerçek işlevlerini sürdürdükleri görülmüş.

Bu yöntemin aşamaları şu şekilde özetlenebilir.

• Destek materyal dizaynı: Hücrelerin tutunabilmesi ve ECM salgılaya-



Şekil 4. PGA fiberlerden oluşan destek materyaller ve kıkırdak doku oluşum: a) PGA fiberler, b) PGA fiber üzerinde kondrositler c) PGA fiber-destekli 8 haftalık implantın histolojik kesiti (safranin-O ile boyanmış, büyütme¥400)

bilmeleri için gerekli 3-boyutlu yapı tasarlanır. Örneğin: 13 mm çaplı PGA (poliglikolik asit) fiberleri, gelişigüzel yerleştirilerek bir ağ yapı oluşturulur. Daha sonra bu yapı etilenoksit ile mikroptan arındırılır.

• Kıkırdak hücrelerinin temini: Kondrositler uygun vericiden sağlanırlar. Verici doku miktarının yetersiz olduğu durumlarda, polimere yerleştirilmeden önce birkaç defa pasajlanarak çoğalmaları sağlanır.

• Kıkırdak hücrelerinin destek malzemeye ekimi ve kültür edilmesi: Bu işlem, Petri kabı, santrfüj kabı veya diğer biyoreaktörlerde gerçekleştirilir. Bu aşamada kıkırdak hücreleri ürerler ve kendilerine özgü ECM'yi salgılarlar.

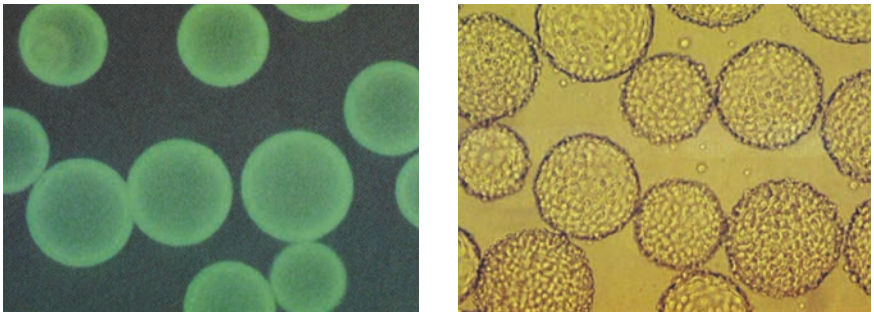
• Doku nakli: Hücre ekimi sonrasında hücrelerin üremesi ve destek materyalin bozunması birbirine paralel olarak devam eder. Destek materyalin tamamiyle yok olması sonucunda, yalnızca üretilmiş kıkırdak doku elde edilir ve hasarlı kıkırdağı tamir etmek için vücut içerisine yerleştirilir.

Destek Malzemesi

Öncelikle biyouyumlu olmalı. Yüksek düzeyde kovuklu olmalı ve 3-boyutlu yapı haline getirilebilmeli. Böylelikle aynı yoğunlukta hücre dağılımı sağlanır ve vücut dışındaki kültür süresince besin maddelerinin girişi ve atıkların çıkışı engellenmez. Hücre üremesini ve ECM salımını desteklemeli. Kontrollu bir hızla bozunabilmeli.

Destek materyal için pek çok doğal ve sentetik polimerik malzeme test edilmiş bulunuyor. Doğal biyobozunan malzemeler; kollajen süngerleri ve jelleri, kollajen ve glikozaminoglikan (GAG) bileşikleri ve hiyalüronik asidi (HA) içerirler. Sentetik biyobozunan malzemeler olarak; poliesterler, polilaktik asit, poliglikolik asit, Vicryl ve Dacron ve bazı poliüretanlar sayılabilir.

1983'te yapılan araştırmalarda, kollajen jellerin, kondrositlerin farklılaşmasını ve GAG üretimini 6 hafta boyunca sağladığı görüldü. Bu malzemeler üzerindeki çalışmalara daha sonra da devam edildi. Kollajenin en belirgin avantajı hücresel enzimlerce tanınabilmesi. Bu sayede kollajen, büyüyen doku için gerekli boşluğu sağlamak amacıyla yeniden modellenebilmekte ve bozunabilmekte. Doğal polimerlerin kısıtlayıcı yönleri de bulunuyor. Klinik uygulamalar için doğal polimerleri yeterli miktarda bulmak zor; patojenleri (hastalık yapıcı mikroorganizmalar) uzaklaştırma konusunda da yetersizler. Ayrıca istenilen 3-boyutlu yapıyı ve gerekli mekanik dayanımı doğal polimerlerle sağlamak oldukça güç.



Şekil 5. Kıkırdak doku üretiminde kullanılan biyoreaktörler: a) Döner-duvarlı biyoreaktör, b) Mikrotaşıyıcı-destekli akışkan yatak reactor

Yukarıda açıklanan nedenler, araştırmacıları sentetik polimerlerin kullanımına yöneltmiş durumda. Özel uygulamalar için gerekli özelliklere sahip malzemeler, sentetik polimerlerle kolayca hazırlanabiliyor. Örneğin, tıpkı kollajen gibi bozunabilir polimerler hazırlanabilir; bu da doku gelişimi için yeterli alanı sağlar ve ayrıca implantı çıkarmak için ikinci bir ameliyat gereğini ortadan kaldırmış olur. Tüm bunlara ek olarak, belli hücresel cevapları (örneğin üreme veya farklılaşma) destekleyecek büyüme faktörlerinin veya diğer ilaçların destek malzeme içine yerleştirilme olanağı da vardır.

Sentetik polimerlerden çok azı, FDA onayıyla insanlarda kullanım iznine sahip. Araştırmalarda da bu onaya sahip polimerler; poli(glikolik asit) (PGA), poli(L-laktik asit)(PLLA) ve bunların eşpolimeri olan poli(DL-laktik-ko-glikolik asit)(PLGA) kullanılıyor. Bu polimerler poli(a-hidroksi) esterlerdir, ve hidroliz ile bozunurlar. PLLA, PGA'ya göre sudan daha çok kaçar, daha az kristalindir ve daha yavaş bir hızla bozunur. Yapılan bir araştırmada sığır kıkırdak hücreleri, gözenekli PGA destek üzerinde vücut dışında 12 hafta boyunca kültür edilmiş ve hiyalin tipi kıkırdağın oluştuğu gözlenmiş. Oluşan kıkırdağın mekanik özelliklerinin de normal sığır kıkırdağı ile benzer olduğu görülmüş. Bir diğer çalışmadaysa, projenitör hücreler (farklılaşmamış kondrositler) PLLA örgülere yerleştirilmiş, 6 hafta sonunda hiyalin kıkırdak oluştuğu görülmüş, ve tavşanlara nakledilmiş. Her iki tür bozunabilir poliester de kollajen destek malzemeye göre proteoglikan sentezini artırma eğilimindedir. Başlangıçtaki hücre üremelerine bakıldığında PGA'da 2 kat fazla üreme olduğu gözlenmiş, fakat 6 ay sonra ulaşılan hücre miktarlarının yaklaşık aynı olduğu görülmüş. Bunun sebebi de PLLA'nın daha yavaş bozunması. 12 gün boyunca sabit pH değerinde yapılan çalışmalarda PLLA'nın insan kondrositlerine karşı daha az toksik olduğu gözlenmiş bulunuyor.

Bütün bu destek materyallerin en büyük dezavantajı, nakil için bir operasyona gereksinim duyulması. Bu sorun, hücrelerle birlikte enjekte edilebilen ve daha sonra vücut ortamında çapraz bağlanarak destek malzemesi

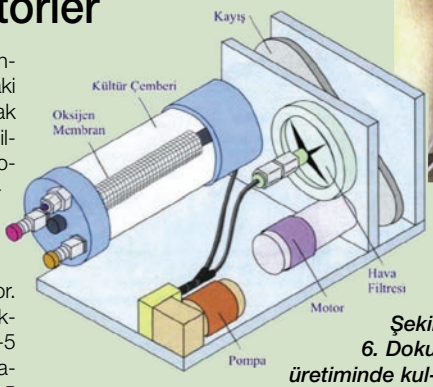
Kondrosit ve Kıkırdak Doku Üretiminde Kullanılan Biyoreaktörler

Buraya kadar yazılanlardan da açıkça anlaşılacağı gibi, son 10 yıl içerisinde, vücuttaki özelliklere çok yakın özelliklere sahip kıkırdak doku gelişiminde belirgin ilerlemeler kaydedilmiş durumda. Ancak bu teknolojiyi klinik boyutlara taşımak için üretimi büyük miktarlara çıkartmak, halen önemli bir sorun oluyor. Bu nedenle gerekli biyomateryallerin (destek malzeme) seri üretimi ve büyük ölçekte hücre üretimi için metodlar geliştiriliyor.

Bütün bir eklemi kaplamak için gerekli kıkırdak implantının çapı 5 cm, kalınlığı 1-5 mm olmalı. Ancak şu anda uygulanan laboratuvar teknikleriyle ulaşılan çap, yaklaşık 5 mm. İstenilen boyutlara sahip doku üretiminde biyoreaktörlerin avantaj sağlayacağı düşünülüyor. Bu avantajlar; 1) Homojen bir karıştırma ve hassas kontrol sağlanması, 2) Besin seviyelerinin ve pH değerinin sabit tutulması, 3) Pekçok reaktör türünde karıştırmadan kaynaklanan kayma gerilimlerinin engellenebilmesi olarak sıralanabilir. Ortamdaki akışkan kuvvetlerden kaynaklanan kayma gerilimi, kıkırdağın morfolojisi ve mekanik özellikleri üzerinde son derece etkin. Kullanılabilirliği araştırılan belli başlı reaktör türleri; spinner flask, mikrotaşıyıcı-destekli reaktörler, perfüzyon kültür ve döner-duvarlı biyoreaktörlerdir.

Spinner flask (döner kap): En basit biyoreaktör modellerinden biridir. Kondrositlerin ekildiği destek materyal, flaskın tıpasından sarkan çubuklara tutturulur ve materyallerin tamamını kaplayacak şekilde besi ortamı ilave edilerek manyetik karıştırıcı ile reaktörün karışması sağlanır. Yüksek besin konsantrasyonu sağlamak için besi ortamı birkaç günde bir değiştirilir. Freed ve grubu tarafından yapılan çalışmalar, spinner flasklarda 5 hafta sonunda elde edilen dokuların Petri kaplarındakine göre daha kalın ve geniş olduğunu göstermiş bulunuyor.

Mikrotaşıyıcı-destekli reaktörler: Bu tür reaktörler doku üretimi için değil, büyük-ölçekli kondrosit kültürü elde etmek için kullanılırlar. Genellikle kollajen veya dekstran yapısındaki mikroküreler (150-300 mm çapında), sürekli karıştırmalı bir reaktörde, besi ortamı içerisinde asılı durumda tutulur ve kondrositler de reaktöre eklenir. Mikrotaşıyıcılara yapışan hücreler burada üreyerek çoğalırlar. Devamlı besi ortamı değiştirilir. Yapılan çalışmalar, hücre üreme hızının Petri kaplarındakine nazaran 2 kattan daha fazla olduğunu göstermiştir. Karıştırmadan kaynaklanan kayma gerilimlerini ortadan kaldırmak için mikrotaşıyıcılar, akışkan-yatak veya hava-kaldırmalı (air-lift) reaktörlerde de kullanılabilirler.





Şekil 6. Doku üretiminde kullanılan mikrotaşıyıcılar a) Dekstran bazlı mikrotaşıyıcılar, b) Üzerinde hücre üremiş mikrotaşıyıcılar.

Perfüzyon kültürler: Hücreler destek malzemeye ekilir ve reaktöre yerleştirilir. Besi ortamı bir peristaltik pompa yardımıyla belli bir akış hızında reaktöre beslenir ve atık ürünler bir çıkış kanalından reaktörü terkederler. Böylelikle karışma hızının istenmeyen etkisi de ortadan kaldırılmış olur.

Döner-duvarlı biyoreaktörler: Bir başka umut verici biyoreaktör dizaynı da mekanik karıştırma olmaksızın mikrotaşıyıcılarla veya destek materyallerle kullanılabilen "döner-duvarlı biyoreaktörler". Bu reaktör, NASA tarafından mikrogravite etkilerine benzer olarak tasarlanmış bulunuyor. Reaktör eş merkezli iki silindirden oluşur. Sabit duran iç silindir gaz alışverişini sağlayacak bir zara sahiptir. Geçirgen olmayan bir materyalden yapılmış dış silindirse döner. İki silindir arasındaki boşluğa sürekli olarak besi ortamı gönderilir. Önceden hücre ekilmiş destek materyaller veya kondrosit-mikrotaşıyıcılar, reaktöre yerleştirilerek doku veya hücre üretimi gerçekleştirilir.

Hücre-polimer modeline uygun olarak geliştirilen tek ürün, "Advanced Tissue Sciences" isimli firmanın "NeoCyte‰" isimli ürünü. Henüz piyasaya sürülmemiş olan ürün, in vitro koşullarda üretilmiş insan eklem kıkırdak implantı. İnsan kıkırdak hücrelerinden, 2 mm'ye varan kalınlıkta üretilmiş bulunuyor.

Araştırmacılar doku mühendisliği ile tüm eklem değişiminin yakın bir gelecekte gerçekleşeceğini ve canlı olmayan eklem protezlerine büyük bir üstünlük sağlayacağına inanıyorlar.

oluşturan polimerlerin geliştirilmesine yol açmış bulunuyor. Pek çok araştırmacı, kıkırdak hücrelerini desteklemek amacıyla kullanılabilecek bozunabilir fibrin ağlarını oluşturmak üzere fibrinojen ve trombinin birleştirilmesi düşüncesini araştırıyor. Sentetik polimerlerden de poli(etilenoksit)(PEO) veya etilen ve propilenoksitin kopolimerleri P(EO-ko-PO), enjekte edilebilir matrisler olarak inceleniyorlar. Yapılan bir çalışmada, sığır kıkırdak hücrelerinin PEO jeli içinde farelere uygulanmasından 12 hafta sonra doğal sığır kıkırdağına biyokimyasal olarak benzer yapıda kıkırdağın oluştuğu görüldü. Diğer bir çalışmada da; domuzlara otolog kondrositler, P(EO-ko-PO) kopolimeri içerisinde enjekte edildi ve PGA veya aljinat hidrojellerine göre kıkırdağa daha çok benzeyen bir doku oluştuğu gözlendi. Bu çalışmalarda kullanılan hücreler kulağa ait kıkırdak hücreleri.

Destek malzemenin 3-boyutlu olması, dokunun şekillendirilebilmesi ve gelişimi için önemli bir parametre. Hastadan alınan hücreler, yeni dokunun oluşumu için 3-boyutlu yapıda dağılabilirler. Kondrosit gibi insan hücreleri, tek katlı bir üreme sürecinde (örneğin Petri kaplarında) fenotipik özelliklerini kaybederler. 3-boyutlu doku kültürleri farklılaşmayı ve uygun bir ECM oluşumunu hareketlendirecek bir çevre sağlarlar.

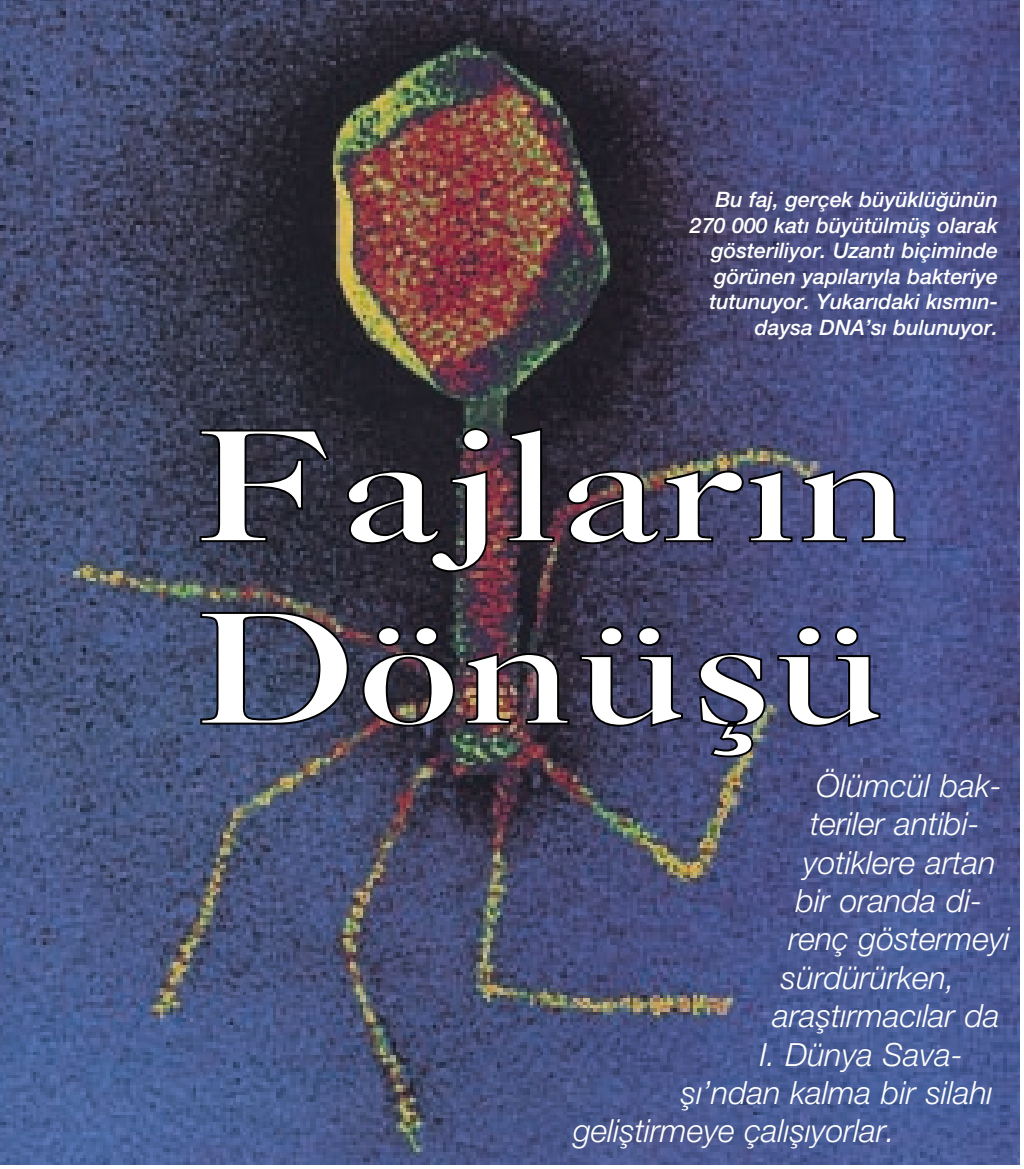
Kullanılan Hücreler

Hücre-polimer modelinde seçilen polimerik desteğin özellikleri yanısıra, kullanılacak hücre kaynağı da sistemin başarısı açısından son derece önemli. Bağışıklık tepkisini ve bulaşıcı hastalıkları engellemek için, genellikle yerli hücreler tercih edilirler.

Fonksiyonel kıkırdağın oluşumu için hücrelerin destek materyale uygun biçimde ekimi gerekli. Burada hücre yoğunluğu önemli bir parametre. Yapılan çalışmalarda hücrelerin seyrek bir şekilde yerleştirildiği durumlarda, destek materyalin tamamlanmamış bir dolguya sahip olduğu gözlenmiş ki, bu lifsel bir içbüyümeye neden olup dokunun gelişimini kötü yönde etkilemiş. Hücre üremesini desteklemek için ekim öncesi PLA veya PGA materyallerin alkol ile ıslatılması veya poli(L-lisin), kollajen (tip II) çözeltilerine daldırılması da önerilen yöntemler arasında.

Menemşe Gümüşderelioğlu[1]
Pelin Agi[2]
[1]Prof.Dr., [2]Arş. Gör., HÜ, Kimya Mühendisliği ve Biyomühendislik Anabilim Dalı

Kaynaklar
"The Promise of Tissue Engineering", Special Report, Scientific American, 59-89, Nisan 1999.
Lisa E. Freed, Gordana Vunjak-Novakovic, "Tissue Engineering of Cartilage", Biomedical Egineering Handbook, 1788-1803, 1995.
J.S.Temenoff, A.G.Mikos, "Tissue Engineering for Regeneration of Articular Cartilage", Biomaterials 21: 431-440, 2000.
M. Gümüşderelioğlu, "Doku Mühendisliğinde Şaşırtıcı Gelişmeler", Bilim ve Teknik, vol.390, 72, 2000.
M. Gümüşderelioğlu, Doku Mühendisliği, Ders Notları, Hacettepe Üniversitesi, 2000.
http:// www.drmendbone.com/Swedish.htm
http:// www.genzyme.com/carticel/pack.htm
http:// www.advancedtissue.com
http:// www.anatomy.uq.edu.au/subjects/an227/cartilage



Bu faj, gerçek büyüklüğünün 270 000 katı büyütülmüş olarak gösteriliyor. Uzantı biçiminde görünen yapılarıyla bakteriye tutunuyor. Yukarıdaki kısmındaysa DNA'sı bulunuyor.

Fajların Dönüşü

Ölümcül bakteriler antibiyotiklere artan bir oranda direnç göstermeyi sürdürürken, araştırmacılar da I. Dünya Savaşı'ndan kalma bir silahı geliştirmeye çalışıyorlar.

BALTIMORE'da deniz kıyısında ameliyat eldivenli bir kadın suya sarkıttığı beyaz renkli steril kovayı geri çekip sudan çıkardıktan sonra kısa bir süre içinde ortadan kayboluyor. Onu uzaktan izleyen biri Ekaterina Chighladze'nin mikroskobik bir savaşta görevli bir ajan olduğunu düşünebilir. Suyu alıp yeniden Maryland Üniversitesi'ndeki laboratuvarına dönen Chighladze, bu işlemi iki haftada bir tekrarlıyor. Limandan aldığı suyu incelemediği halde biliyor ki bu suyun içinde bakteriyofaj (kısaca faj da denebilir) denilen virüslerden çok sayıda var. Yarım yüzyıl sonra bu virüsler, süpermikropları (geleneksel ilaç tedavisine en çok direnç gösteren bakteriler) öldürebilme özellikleri sayesinde yeniden gündemdeler.

Chighladze'nin çalıştığı laboratuvarın yöneticisi olan Alexander Sulakvelidze, modern tıbbın antibiyotiklerin keşfi öncesine dönebileceğini düşünüyor. Tıp profesörü olan Sulakvelidze, sözü geçen fajları üretebilmek için 1998'de Intralytix adında bir şirket kurdu. Kemoterapi ve doku aktarımı (transplantasyon) gibi yeniliklerin uygulanması, bakteriler antibiyotiklere giderek direnç kazandığı için olanaksız hale geliyor.

Dünya Sağlık Örgütü'nün geçenlerde sunduğu bir rapora göre, Güneydoğu Asya'da belsoğukluğuna yol açan bakteri ırklarının neredeyse tümü penisiline direnç kazanmış. Hindistan'da da tifo türleri, kendilerine karşı kullanılan üç ilaca direnç geliştirmiş. Estonya, Litvanya, Rusya'nın bazı bölümleri ve Çin'de her on tüberküloz hastasından birinde tüberküloz etkeni ilaca dirençli. Tayland'da öncelikle kullanılan üç sıtma ilacı artık yararsız kabul ediliyormuş.

Fajlarla tedavi üzerinde çalışan uluslararası bir şirketin yöneticisi olan Richard Honour, söz konusu durumun yalnız gelişmekte olan ülkelerde gözlenmediğini düşünüyor. Ona göre, ABD'de her yıl antibiyotiklere dirençli bakterilerin yol açtığı hastalıklar nedeniyle ölenlerin sayısı, Vietnam savaşı süresince görülenden daha çok sayıda. Dünya Sağlık Örgütü'nün raporunda, ABD'de hastanelerden aldığı ilaçlara dirençli bakteri enfeksiyonları nedeniyle her yıl 14 000 insanın öldüğü belirtiliyor. Hastaneden alınan enfeksiyonların yüzde altmışı ilaca dirençli hale dönüşüyor.

Fajlar, dünya üzerindeki en basit yapılı canlılardan biridir. Büyüklükleri bir inç'in milyonda biri (bir bakterinin küçük bir bölümü) olan fajlar, ancak elektron mikroskobunda görülebilirler. Bir mililitre sudaysa sayıları bir trilyon civarında olabilir. ABD'deki Ulusal Akıl Sağlığı Enstitüsü'nün biyokimyasal kalıtım laboratuvarının yöneticisi olan Carl Merril'e göre, kanalizasyon, açıkta bulunan sular ve insanlar gibi, bakterilerin yaşayabileceği her ortamda yaşayabilirler. Merril, kimi fajların bir bakteriyi işgal edip onu kendi kopyalarını üretmeye zorlayarak çoğaldıklarını söylüyor. Elbette, bunu bakteri tükenene değin yapıyorlar. Sonuç olarak da oluşan yeni bireyler hücre duvarını patlatarak ya da eriterek bakteriyi öldürüyorlar. İşleri bununla da bitmiyor ve çevredeki öteki bakterilere hücum ediyorlar. Tek bir faj, üslü sayılarla çoğalarak bir saat içinde onbinlerce yavru üretebilir. Öteki fajlarsa bakterinin kalıtsal yapısının bir parçası haline gelerek çoğalırlar. Bu durumda, bakteri çoğalınca fajlar da çoğalır.

İnsanların fajlarla tedavi edilmesi daha çok yeni bir işlem. Penisilinin bulunmasından önce, kimi öncü doktorlar, fajları ağızdan ya da enjeksiyonla vücuda vererek, insanları iyileştirmede kullanıyorlardı. Bu bakteri avcıları, I. Dünya Savaşı sırasında, İngiliz bakteriyolog Frederick Twort tarafından bulunmuştu. Bundan iki yıl sonra da Twort'tan bağımsız olarak, Paris'teki Pasteur Enstitüsü'nden Felix D'Herelle de onların varlığını ortaya koydu. Bu araştırmacıların her ikisi de besiyerlerinde bakterilerin ortadan kalkmasını sağlayan gizemli bir etkinliğin varlığını gözlemlediler. Evet, bir etken bakterileri öldürüyordu. D'Herelle, bu mikroskobik mucizeyi yeni bir asalak türü olarak tanımlıyordu. "Bir anda besiyerlerindeki temiz bölgelerin görülmeyen bir mikrop, bakteriler üzerinde asalak yaşayan bir virüs olduğunu fark ettim." diyen D'Herelle, bu asalağa bakteriyofaj adını vermiş. Bakteriyofaj, Yunanca "bakterileri yiyip bitiren" anlamına geliyor.

Eskiden fajların yaşanan birçok soruna çözüm sağlayacağı düşünülüyordu. D'Herelle ve bir mikrobiyolog olan George Eliava, Gürcistan'ın başkenti olan Tiflis'te bir enstitü kurdular. Burada, Kura ırmağından kültürler hazırlamak üzere faj örnekleri topladılar. Stalin döneminde D'Herelle'in ülkeden ayrılmasına, Eliava'nın da idam edilmesine karşın, Eliava Bakteriyofaj, Mikrobiyoloji ve Viroloji Enstitüsü giderek gelişti. 1930'ların sonlarında tonlarca faj üretiyordu. Hastalar, iyileşmek için faj içeren sıvıları içiyorlardı. Birkaç büyük Amerikan ilaç şirketi de bu alanda çalışmaya başlamıştı.

Ancak, sulfanamidli ilaçların ve antibiyotiklerin gelişiyle birlikte 1940'larda fajlar geri plana düştü; en azından batılı ülkelerde. Fajlar geride kaldıkça antibiyotikler böyle bir duruma düşmeyecek gibi görülüyordu. Doktorlar yeni ilaçları kullanmayı yeğliyorlardı; çünkü bu ilaçların kullanımı ötekilere göre daha kolaydı, kullanılabildikleri bakteriyel enfeksiyonlar daha çok sayıdaydı ve riskleri daha azdı.

Daha sonra, kalıtsal ve fiziksel yapılarının basitliği ve laboratuvarda üretilmelerinin kolaylığı nedeniyle batılı araştırmacılar bakteriyofajları kalıtımın moleküler temellerini araştırmak amacıyla model sistemler olarak kullandılar. Devrim niteliğinde olan laboratuvar teknikleri, büyük bir olasılıkla fajlar ve onların bakteri konukçuları üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda geliştirildi. Merril, moleküler biyoloji alanında verilen ilk Nobel ödüllerinin yarısının fajlarla çalışan araştırmacılara verilmiş olduğuna da dikkat çekiyor. Çalışmalar, araştırmacıların geçmişte yapılan faj tedavilerinin eksikliklerini anlamalarını da sağlamış. Faj içeren kimi ilaçlara mikroorganizma bulaşmıştı. Bundan da öte, ilk araştırmacılar her fajın belirli bir bakteri türüne özgü olduğunu da fark etmemişlerdi.

Baltimore'daki laboratuvara geri dönersek, Chighladze burada liman suyundan aldığı fajlarla çeşitli bakteri türlerine ait ırkları kullanarak kültürler hazırlıyor. Modern teknoloji, hangi fajların hangi bakterileri öldürebileceğini bulabilecek. Daha geniş etkili saldırılar için saflaştırılmış fajlar, özel bileşimlerde bir araya getirilebilecek.

Bakteriler, doğal olarak tıpkı antibiyotiklere karşı olduğu gibi fajlara da direnç kazanırlar. İlaçlara direnç antibiyotiklerin tüm dünyada yanlış kullanımıyla daha da hızlandı. Tersine, fajlar mütasyonlara mütasyonla karşılık verdiklerinden bakteriler üzerindeki etkilerini sürdürebiliyorlar. Önceden Eliava Enstitüsü'nde çalışmış olan Sulakvelidze, bunun biyolojik bir savaş olduğunu söylüyor. Tiflis'te fajların modası hiç geçmiyor. Yaklaşık 70 yıldır olağanüstü sonuçlarının olduğu söylenerek insanlarca kullanılıyor. Fajların antibiyotiklere göre başka yararları da var. Başlangıçta insanların vücudunda ortak yaşayan yararlı bakterileri öldürmüyorlar. Bu olumlu özelliklerine karşılık, zararlı yönleri de yok değil fajların. Kimi fajlar, bakterileri öldürmektense, onları daha da öldürücü hale getirebiliyor. Örneğin, koleraya yol açan bakteri için böyle bir durum söz konusu.

1980'lerin ortalarında İngiliz ve Polonyalı araştımacıların hayvanlardaki mikroplara karşı fajlarla başarı elde etmeleri, batıda fajlara olan ilgiyi yeniden gündeme getirdi. Ancak, antibiyotiklere dirençli bakteri enfeksiyonlarının yeniden filizlenmeye başlaması, batıda yapılan araştırmalarda fajlar üzerine yapılan çalışmaları daha acil bir duruma getirdi.

Bugün, birkaç başka şirket gibi, Intralytix ve Faj Terapötik adlı şirketler, doğada bulunan bakteri öldürücü çok sayıda virüs türünün kalıtsal şifre dizilişlerini içeren faj katalogları geliştiriyorlar. Intralytix, yalnızca doğal olarak bulunan türleri kullanmak üzere çalışırken, öteki şirketler, bakterilere direnci önlemek için kalıtsal yapıları değiştirilen fajlar üzerinde çalışıyorlar.

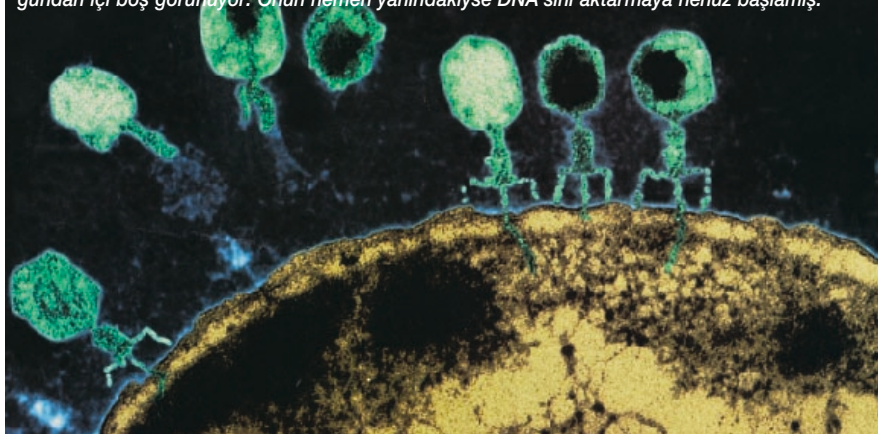
İnsanlar üzerindeki ilk klinik deneyler ABD'de bir yıl içinde başlayacak. Enfekte olmuş yaraları iyileştirmek amacıyla yapay deri kullanıldığında, damardan uygulanan tedavilere bağlı olarak kanda bakteriyel enfeksiyon oluştuğunda ve enfeksiyonlu hastalardan alınan örneklerin kültürlerde yetiştirilmesinde fajların kullanılması olası görünüyor.

Fajlarla tedavinin psikolojik olarak kabulü konusundaki engellerse hâlâ var. Merril, kimi insanların bir virüsle tedavi görme konusunda kaygı yaşadıklarını söylüyor. Ancak, insanların bugün kullanılan aşıların çoğunun virüslerden üretildiğini unuttuklarını da sözlerine ekliyor. Bunların yanında, Merril fajların her derde deva bir ilaç mı, yoksa antibiyotiklere destek bir ilaç mı olacağı konusunda kesin bir şey söyleyemiyor. Ama gelecekte ne olursa olsun, fajlar daha şimdiden ilaç yıllıklarında önemli bir yer tutmuşa benziyor.

Wakefield, J., "The Return of the Phage", *Smithsonian, Ekim 2000*

Çeviri: Zuhal Özer

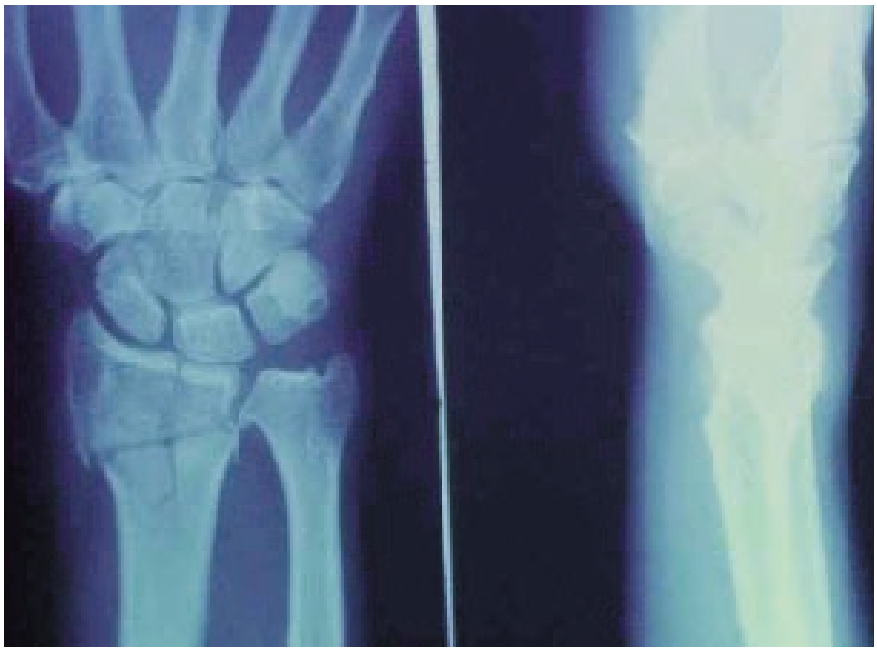
126 000 kat büyütülmüş olan bu görüntüde fajların bakteriye nasıl tutundukları görülüyor. En sağdaki faj DNA'sını bakterinin içine enjekte ediyor. Onun solundaki bu işi tamamlamış olduğundan içi boş görünüyor. Onun hemen yanındakiyse DNA'sını aktarmaya henüz başlamış.





Bu görüntüde fajın baş kısmında bulunan DNA'sını bakteriye enjekte edişi gösteriliyor.

Doku Mühendisleri Kemik Oluşturuyor



DOKU MÜHENDİSLİĞİNİN ilk büyük uygulamalarından biri kemik onarımı. Yeni ara maddeler kullanılarak kemik büyümesi hızlandırılıyor. Gen tedavisi, kemik oluşturma proteinleri ve kök hücreler kemik onarımında yerlerini alıyorlar.

Ortopedik cerrahlar, kırıkları çivileme veya alçı ile tedavi ederken vücudun doğal kemik onarma sürecine destek olurlar. Son yıllarda kemik onarımında vücudun başka bir yerinden alınan kemik grefleri (ek, yama) kullanılmaya başlandı. ABD'de her yıl doktorlar 50 000 kemik grefi uyguluyor. Bazen herşeye rağmen kırık iyileşmiyor. Yeni araştırmalar bu eski yöntemleri bir kenara koyarak kemik onarımında çığır açtı.

Bu yenilikler başlıca 3 grupta toplanabilir. 1) Kırık bölgesine vücudun doğal kemik onarımını uyaracak biyomateryeller konuluyor; 2) Kırık bölgesine kemik, kıkırdak vb. yapıcı kök hücreler sokuluyor; 3) Kemik onarıcı proteinleri kodlayan genler veriliyor.

Moleküler İskelet

Kırığa kalıp görevi yapacak "özel moleküller" veriliyor. ABD'de Rice Üniversitesinden A. Mikos ve Mayo Kliniğinden M. Yaremski onarım bölgesine plastik bir madde enjekte ediyorlar; bu madde polimerize olarak süngersi bir kalıp oluşturuyor; yeni kemik hücreleri bu kalıbın deliklerinden içeri giriyorlar. Yeni kemik oluşurken plastik kalıp küçük moleküllere ayrışıp vücuttan dışarı atılıyor.

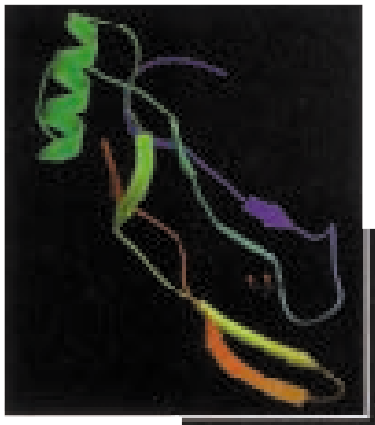
Son zamanlarda plâstik kalıplara kemik büyütme faktörleri eklenmeye başlandı. Bu yaklaşım 1985'de California Üniversitesinden M. Urist tarafından başlatıldı. Tavşan kasına konulan mineralleri alınmış kemik, kas içinde yeni kemik oluşturuyordu, kemik ara maddesinde kemik yaptırıcı bir şey olmalıydı. Bunlara "kemik oluşturucu proteinler" (BMP = bone morphogenia protein) adı verildi. BMP'leri saflaştırmak 25 yıl aldı.

1920'lerde kemik ara maddesindeki doğal proteinlerin kemik iliğinden kök hücreler cezbettiği görüldü. Bu kök hücreler çoğalıp, kemik yapıcı "osteoblast" hücreleri halini alıyorlar. Birkaç yıl sonra, Reddi ekibi ilk BMP'yi izole etti: BMP-7. 1989'da da Yaratıcı Biyomoleküller Grubu (Hopkinton, Massachusetts) araştırmacıları BMP-7 genini klonladılar. Az sonra BMP-2 geni klonlandı, böylece bu proteinleri gen mühendisliği yoluyla elde etmek yolu açıldı.

Çok geçmeden BMP'lerin kemik oluşumu başlattığı anlaşıldı. 1990 başlarında Genetik Enstitüsü ve Stryker Biotech adlı özel kuruluş hayvanlarda kollajen kalıbı üzerine konulmuş BMP-7'nin kemik kırıklarını hızla iyileştirdiğini gösterdi. 1992'de kollajen kalıp üzerinde BMP-7 ilk defa insanlarda kullanıldı. Stryker Biotech başkanı J. Kemler bu yöntemin kemik onarımında en az hastaya kendi vücudundan nakledilen grefler (otogref) kadar etkili olduğunu bildirdi. Bu firma şimdi satış için ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'dan onay bekliyor.

Gen Tedavisi

1999 Temmuz'unda California Üniversitesi'nden bir grup, BMP-2 geni taşıyan adenovirüsleri kemik iliği hücrelerine sokmayı başardı; daha sonra bu hücreler mineralleri çıkartılmış doğal kemik kalıbına eklendi ve bu yapay kemik sıçanlarda kemik kırığına uygulandı. Bu kemik BMP geni içermeyen kemiklerden daha hızlı iyileşti.



Cesaret verici sinyal
Solda 91 yaşındaki kadının 13 yıldır iyileşmeyen kırığı. Sağda bu kırığın BMP-7 ve yeni kemikle 8 ay tedaviden sonraki durumu. Küçük resimde BMP-2 adlı sinyal molekülle tedavisinden sonra inatçı bir kırığın iyileşmesi görülüyor.





Yeni Hücre Kaynakları

Kemik iliği kök hücreleri kemik kıkırdak, kiriş, kalp, kas ve sinir hücrelerine dönüşebilir. Yaş ilerledikçe kemik iliği kök hücrelerinin sayısı azalır. Bu hücrelere mezenkimal kök hücreleri de (MSC = mesenchymal stem cells) denir. MSC sayısı yeni doğmuş kemik iliği hücreleri arasında 10 000'de 1 iken, 80 yaşında 1-2 milyonda 1'e düşer. BMP tedavisi 25 cm'den büyük kemik tahriplerini onaramaz. BMP'lerin rolü, kemik iliği kök hücrelerini kırık yerine çekmektir. Yeteri kadar kök höcre yoksa BMP'ler kemik onarımı yapamaz.

Bu nedenle kök hücrelerin BMP olmadan kırık yerine verilmesi denendi. 1989 ve 1990'da birçok araştırmacı, kalsiyum emdirilmiş süngersi seramiklere MSC eklenmesiyle sıçanlarda kemik onarımının yapılabildiğini gösterdi. Osiris firması bu yöntemi insanlarda uygulamaya hazırlanıyor. Bu yöntemin sakıncası, çok zaman alması ve bu nedenle pahalı olması; acil olarak uygulanamaz. Osiris, bir hayvandan diğerine MSC nakli üzerinde çalışıyor; bu yöntemin başarı şansı büyük; çünkü MSC üzerinde vücudumuza giren yabancı organizmalara ve bu arada greflere de saldıran T hücrelerinin tanıyabileceği işaretler yok; bu nedenle MSC'lerin reddi söz konusu olmuyor.

Osteoblast

Osteoblastlar kemik yapıcı, osteoklastlar ise kemik yıkıcı hücrelerdir. Osteoblast, kemik hücreleri arasındaki ara maddeyi sentez eder. Osteoblast ve osteoklastlar arasında yakın bir ilişki bulunur; osteoblastlar osteoklastları farklılaştırıcı maddeler yaparlar. Kemikler sürekli olarak yıkılıp yeniden yapılırlar.

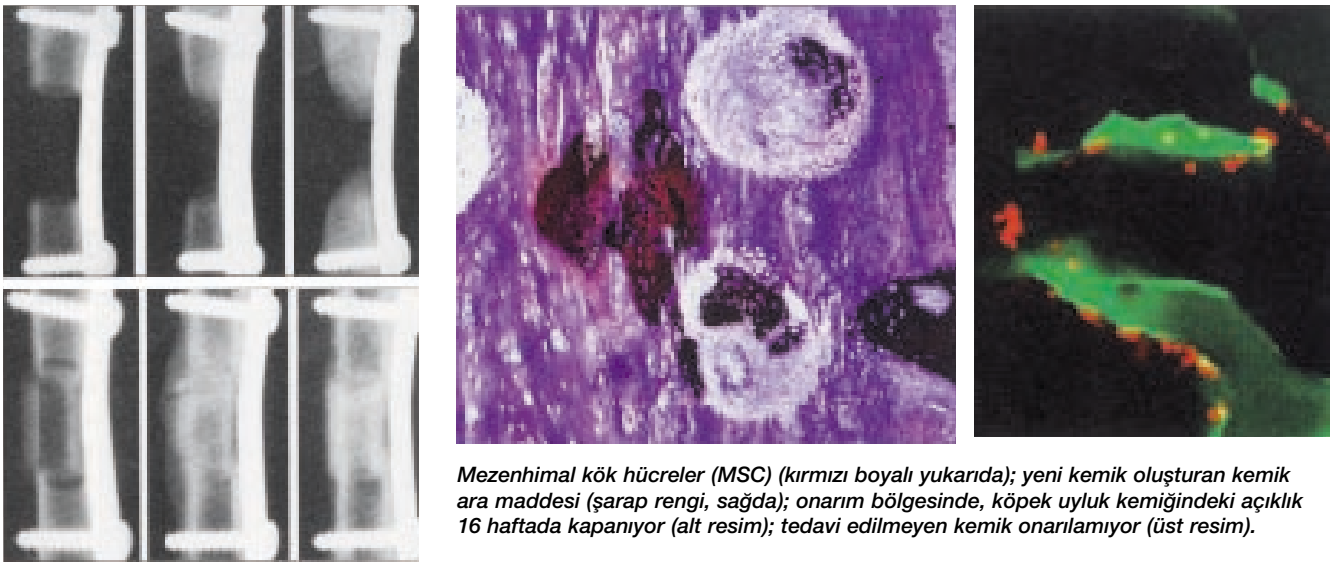
Osteoblast farklılaşması: Embriyonda köprücük, alt çene ve bazı kafakemikleri hariç, bütün kemikler, kemik bir yakayla çevrili kıkırdak modellerinden oluşurlar. Kıkırdağı damarlar istila eder etmez kıkırdak hücreleri (kondrosit) programlanmış hücre ölümüyle (apoptozis) ölürler; onların yerini kemik yakadan gelen osteoblastlar alırlar. Bu sürece kıkırdak içi kemikleşme deniliyor. Köprücük, alt çene ve bazı kafa kemiklerinde mezenkim hücreleri dolaysız olarak osteoblastlara dönüşürler; bu süreçte kıkırdak yer almaz; bu "zar içi kemikleşme"dir.

Kemik Oluşmasının Hormonlarla Kontrolü

Kadınlık hormonu östradiol, osteoklast farklılaşmasını kontrol eder. Menopozda bu hormonun eksikliği osteoporoza neden olur. Paratiroid hormonu da kemik yıkımına neden olur. Şişmanlık, kemik kaybını önler; bunda leptin rol oynar. Leptin, yağ hücrelerince yapılır ve beyindeki hipotalamusdaki almaçları aracılığıyla şişmanlığı kontrol eder. Leptinden yoksun fareler ve insanlar aşırı şişman olurlar. Leptin kısırlığa da neden olur. Leptinden yoksun farelerde kemik kütlesi 2-3 kat artmıştır. İnsanlarda yağ hücrelerinin ve beyaz yağın hiç olmadığı bir hastalık vardır: lipodistrofi. Bu hastalarda kemik oluşumu artar ve kemik büyümesi hızlanır.

Osteoklastlarca Kemik Yıkımı

Osteoporoz Batı toplumlarında sık rastlanan bir hastalık. Osteoporozda kemik yıkımı kemik yapımından fazla. Osteoklast hücrelerinin tek görevi kemik yıkmak. Osteoporoz tedavisi bu hücreyi baskılamaya yönelik. Osteoklast, vücuda giren yabancı organizmalara sarılıp yutan makrofaj hücrele-



Mezenhimal kök hücreler (MSC) (kırmızı boyalı yukarıda); yeni kemik oluşturan kemik ara maddesi (şarap rengi, sağda); onarım bölgesinde, köpek uyluk kemiğindeki açıklık 16 haftada kapanıyor (alt resim); tedavi edilmeyen kemik onarılamıyor (üst resim).

yaşlılık ve seks hormonlarının azlığı osteoporoza bağlı kırıkları arttırıyor. Osteoporoz kırıkları bir zorlama olmadan, kendiliğinden oluşabiliyor.

Östrojen ve androjen eksikliği dışında kemik iliğinin mültipl miyelom kanseri, paratiroid ve tiroid bezlerinin aşırı salgı yapması ve glükokortikoidler de kemik kaybına neden olur.

Paget hastalığı: 40 yaşın üstündeki insanların %3'ünde Paget hastalığı vardır. Paget hastalığında osteoklast etkinliği ve kemik yıkımını onarmak için osteoblastlar artıyor; böylece kemik örülmüş gibi bir hal alıyor, kemikler kalın, eğri ve zayıf oluyor, kırıklar sıklaşıyor. Bu hastalıkta osteoklastların çekirdeği içinde paramikzovirüs sınıfından bazı virüsler bulunmuştur: kızamık solunum sinsisyal virüsü, köpek gençlik hastalığı virüsü vb.

Kemikte kanser metastazları: Kanserlerin çoğu kemiklerde osteoklast etkinliğini arttırır; bunun sonucu kan kalsiyumu yükselebilir veya kanser kemikte de yuvalanır (metastaz).

Kanser hücreleri kemikte yuvalanmak için osteoklast etkinliğini arttırıyor. Kemik metastazlarının oluşmasında kemik mikroçevresi de roloynuyor. Büyüme faktörleri ve özellikle TGF-b kanser hücrelerinin büyümesini ve kemik yıkıcı sitokinler oluşturmasını etkiliyor. Prostat kanserleri çok sık olarak kemiğe metastaz yapıyorlar (ekseri osteoblastik, yani kemik arttırıcı cinsten); bu kanserlerde osteoklastları etkileyen bir molekül olduğu düşünülüyor.

Kemik iltihapları: Romotoid artritte eklem kıkırdağı ve kıkırdak altı kemik tahrip olur. Bu hastalıkta eklem iç zarında (sinovya) makrofajlar birikir; bunlar osteoklastları çoğaltıcı sitokinler yaparlar.

Tedaviler

Kemik yıkımını baskılayan ilâçlar: Kemik yıkımı östrojenlerle osteoklost oluşmasını engelleyerek veya bifosfonatlarla (BP) osteoklast etkinliğini azaltarak önlenebilir.

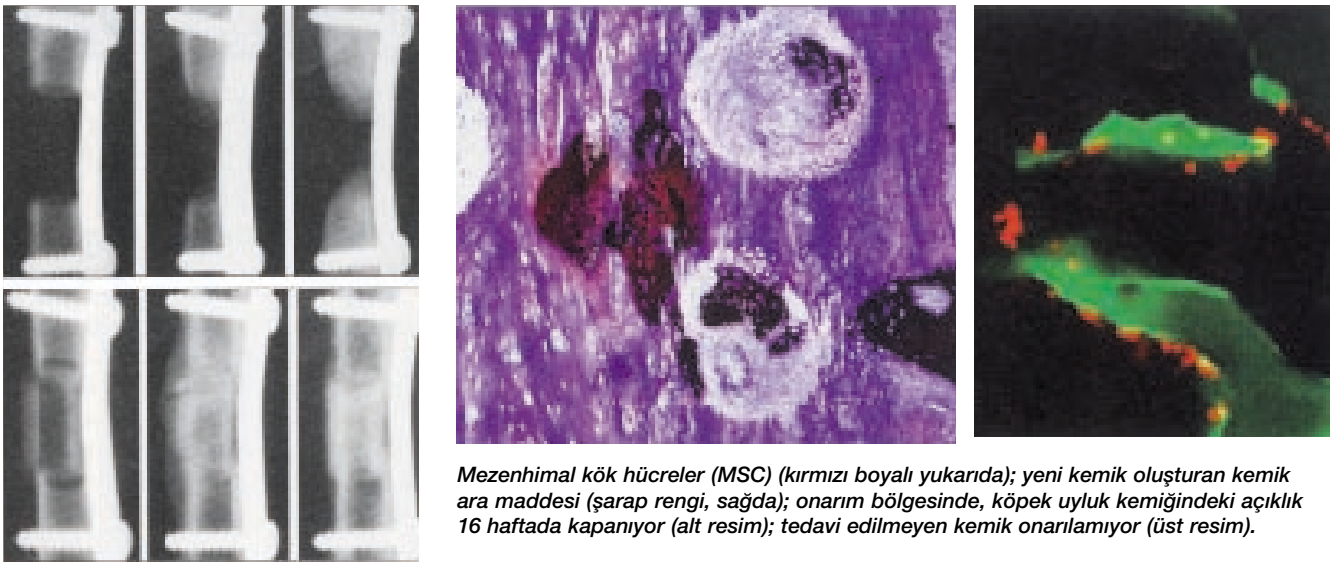
Östrojenler ve östrojen almaçlarını etkileyen ilâçlar:

Menopoz sonrası kadınlarda östrojen tedavisi osteoporozu durduruyor. Östrojenlerin çeşitli şekilleri kullanılıyor: gebe kısrak idrarından elde edilen östrojenler (Premarin vb) veya flaster gibi deriye yapıştırılan sentetik 17b-östradiol vb. Östrojen tedavisi kemik kaybını durduruyor ve kemik mineral yoğunluğunu %3-4 arttırıyor. Bu etkisi BP'ninkine benziyor (alendronat). Tedavi erken başlanırsa daha etkili oluyor. Östrojenler kalça kırığı riskini %50 azaltıyor. Östrojen tedavisinin istenmeyen yan etkileri var: uzun süre östrojen verilmesi dölyatağı kanserini arttırıyor; bunu önlemek için östrojenin progestinle birlikte verilmesi şart; dölyatağı alınmış kadınlarda bu önleme gerek yok. Östrojen alanlarda damarlarda pıhtı oluşması riski 3 kat artıyor. Postmenapozik kadınlarda kalp-damar hastalıkları riski artıyor. Fakat östrojen tedavisinin bunu önlediği kesinleşmiş değil. Bazı çalışmalar östrojenlerin kırık oluşmasını da önleyemediğini gösterdi. Ancak bu da kesin değil. Östrojen tedavisi deriyi, vaginayı ve apışarası dokularını gençleştiriyor, sıcak basmalarını önlüyor. Östrojen tedavisi kanser korkusu, memelerde duyarlılık ve vaginal kanama nedeniyle ekseri 3 yıldan az sürüyor. Meme kanserini önlemede östrojen antagonisti tamoksifen denendi; bu da dölyatağı kanserini arttırıyordu. Şekil 1'de östrojen yerine verilebilen ilâçlar görülüyor. 1980 başlarında meme kanseri tedavisinde ramoksifen verilmeye başlandı. Bu ilâç östrojen eksikliğine bağlı kemik kaybını önlüyor, dölyatağı kanserini arttırmıyor; meme kanserini azaltıyor. Osteoporotik kırıkları %40 oranında önlüyor. Ramoksifen ve benzerleri de östrojenler gibi osteoblast farklılaşması yapan sitokinleri bloke ediyor.

Bifosfonatlar (BP), (Şekil 2). Bu sınıf ilâçlar osteoklastları baskılıyorlar Alendronat ve risedronat omurga ve kalça kırıklarını azaltıyor. BP'ler Paget hastalığında ve diğer bazı kemik hastalıklarında da (kemik iltihapları, kansere bağlı kan kalsiyum artışı, osteogenesis imperfecta, fibrodisplazi, hareket azlığına bağlı kemik erimesi vb) kullanılıyor.

Kalsitonin: Osteoklast etkinliğini azaltan bir tiroid hormonudur. Tedavide domuz, insan, som balığı ve yılan balığı kalsitoninleri kullanılıyor. Osteoporozda som balığı kalsitonini enjeksiyon veya burun yoluyla veriliyor. Az kullanılmaktadır.

Science, 1 Eylül 2000
Çeviri: Selçuk Alsan



Mezenhimal kök hücreler (MSC) (kırmızı boyalı yukarıda); yeni kemik oluşturan kemik ara maddesi (şarap rengi, sağda); onarım bölgesinde, köpek uyluk kemiğindeki açıklık 16 haftada kapanıyor (alt resim); tedavi edilmeyen kemik onarılamıyor (üst resim).

yaşlılık ve seks hormonlarının azlığı osteoporoza bağlı kırıkları arttırıyor. Osteoporoz kırıkları bir zorlama olmadan, kendiliğinden oluşabiliyor.

Östrojen ve androjen eksikliği dışında kemik iliğinin mültipl miyelom kanseri, paratiroid ve tiroid bezlerinin aşırı salgı yapması ve glükokortikoidler de kemik kaybına neden olur.

Paget hastalığı: 40 yaşın üstündeki insanların %3'ünde Paget hastalığı vardır. Paget hastalığında osteoklast etkinliği ve kemik yıkımını onarmak için osteoblastlar artıyor; böylece kemik örülmüş gibi bir hal alıyor, kemikler kalın, eğri ve zayıf oluyor, kırıklar sıklaşıyor. Bu hastalıkta osteoklastların çekirdeği içinde paramikzovirüs sınıfından bazı virüsler bulunmuştur: kızamık solunum sinsisyal virüsü, köpek gençlik hastalığı virüsü vb.

Kemikte kanser metastazları: Kanserlerin çoğu kemiklerde osteoklast etkinliğini arttırır; bunun sonucu kan kalsiyumu yükselebilir veya kanser kemikte de yuvalanır (metastaz).

Kanser hücreleri kemikte yuvalanmak için osteoklast etkinliğini arttırıyor. Kemik metastazlarının oluşmasında kemik mikroçevresi de roloynuyor. Büyüme faktörleri ve özellikle TGF-b kanser hücrelerinin büyümesini ve kemik yıkıcı sitokinler oluşturmasını etkiliyor. Prostat kanserleri çok sık olarak kemiğe metastaz yapıyorlar (ekseri osteoblastik, yani kemik arttırıcı cinsten); bu kanserlerde osteoklastları etkileyen bir molekül olduğu düşünülüyor.

Kemik iltihapları: Romotoid artritte eklem kıkırdağı ve kıkırdak altı kemik tahrip olur. Bu hastalıkta eklem iç zarında (sinovya) makrofajlar birikir; bunlar osteoklastları çoğaltıcı sitokinler yaparlar.

Tedaviler

Kemik yıkımını baskılayan ilâçlar: Kemik yıkımı östrojenlerle osteoklost oluşmasını engelleyerek veya bifosfonatlarla (BP) osteoklast etkinliğini azaltarak önlenebilir.

Östrojenler ve östrojen almaçlarını etkileyen ilâçlar:

Menopoz sonrası kadınlarda östrojen tedavisi osteoporozu durduruyor. Östrojenlerin çeşitli şekilleri kullanılıyor: gebe kısrak idrarından elde edilen östrojenler (Premarin vb) veya flaster gibi deriye yapıştırılan sentetik 17b-östradiol vb. Östrojen tedavisi kemik kaybını durduruyor ve kemik mineral yoğunluğunu %3-4 arttırıyor. Bu etkisi BP'ninkine benziyor (alendronat). Tedavi erken başlanırsa daha etkili oluyor. Östrojenler kalça kırığı riskini %50 azaltıyor. Östrojen tedavisinin istenmeyen yan etkileri var: uzun süre östrojen verilmesi dölyatağı kanserini arttırıyor; bunu önlemek için östrojenin progestinle birlikte verilmesi şart; dölyatağı alınmış kadınlarda bu önleme gerek yok. Östrojen alanlarda damarlarda pıhtı oluşması riski 3 kat artıyor. Postmenapozik kadınlarda kalp-damar hastalıkları riski artıyor. Fakat östrojen tedavisinin bunu önlediği kesinleşmiş değil. Bazı çalışmalar östrojenlerin kırık oluşmasını da önleyemediğini gösterdi. Ancak bu da kesin değil. Östrojen tedavisi deriyi, vaginayı ve apışarası dokularını gençleştiriyor, sıcak basmalarını önlüyor. Östrojen tedavisi kanser korkusu, memelerde duyarlılık ve vaginal kanama nedeniyle ekseri 3 yıldan az sürüyor. Meme kanserini önlemede östrojen antagonisti tamoksifen denendi; bu da dölyatağı kanserini arttırıyordu. Şekil 1'de östrojen yerine verilebilen ilâçlar görülüyor. 1980 başlarında meme kanseri tedavisinde ramoksifen verilmeye başlandı. Bu ilâç östrojen eksikliğine bağlı kemik kaybını önlüyor, dölyatağı kanserini arttırmıyor; meme kanserini azaltıyor. Osteoporotik kırıkları %40 oranında önlüyor. Ramoksifen ve benzerleri de östrojenler gibi osteoblast farklılaşması yapan sitokinleri bloke ediyor.

Bifosfonatlar (BP), (Şekil 2). Bu sınıf ilâçlar osteoklastları baskılıyorlar Alendronat ve risedronat omurga ve kalça kırıklarını azaltıyor. BP'ler Paget hastalığında ve diğer bazı kemik hastalıklarında da (kemik iltihapları, kansere bağlı kan kalsiyum artışı, osteogenesis imperfecta, fibrodisplazi, hareket azlığına bağlı kemik erimesi vb) kullanılıyor.

Kalsitonin: Osteoklast etkinliğini azaltan bir tiroid hormonudur. Tedavide domuz, insan, som balığı ve yılan balığı kalsitoninleri kullanılıyor. Osteoporozda som balığı kalsitonini enjeksiyon veya burun yoluyla veriliyor. Az kullanılmaktadır.

Science, 1 Eylül 2000
Çeviri: Selçuk Alsan

Bach'ın Kurtarılışı

Gelmiş geçmiş en büyük bestecilerden sayılan ünlü Alman besteci Johann Sebastian Bach'ın insanlığa miras bıraktığı özgün elyazmaları kurtarılıyor. Berlin Devlet Kütüphanesi'nde saklanan 8000'e yakın nota kâğıdı, mürekkebin tahrip edici özelliği nedeniyle parçalanmaya yüz tutmuştu. Uzmanlar, şu sıralar, Bach'ın eserlerini oldukça karmaşık yöntemler uygulayarak kurtarmaya çalışıyorlar.

Tüm zamanların en büyük bestecilerinden sayılan Johann Sebastian Bach'ın (1685-1750) yaklaşık 300 eserini kapsayan 7784 adet nota kâğıdı, Berlin Devlet Kütüphanesi'nin bodrum katında saklanıyor. Eserler, günümüze kadar kalabilenlerin yaklaşık %80'ini kapsıyor. Bunların arasında ünlü Brandenburg Konçertoları, Matthäus ve Johannes passionları, Noel oratoryaları ve birçok kantat yer alıyor. Ne var ki kütüphane görevlileri bu olağanüstü değerli hazinenin geleceğinden endişeliler. Çünkü hazinenin üçte ikisi parçalanma tehlikesiyle karşı karşıya. En çok zarar görmüş olan eserse, Bach'ın en büyük eseri sayılan "The Mass in B Minor". Kâğıtların büyük bölümü kararmış olduğundan notalar okunamaz durumda. Nota başlıkları, kağıdı delip geçtiğinden, kâğıt delik deşik olmuş.

Yazı restorasyonu uzmanları, eserlerin bu şekilde parçalanmasının, ünlü bestecinin kullandığı mürekkepten kaynaklandığını saptamışlar. Mürekkep, demirsülfat, mazı asidi ve gomalak içeriyordu. Bach bu maddeleri eczaneden temin edip mürekkep karışımını kendisi hazırlıyordu. Ancak besteci belli ki kullandığı karışımın tehlikelerinden habersizdi. Oysa doğumundan yalnızca iki yıl sonra yayımlanan "Mürekkebi Kullanma Sanatı" adlı kitapta, mürekkebe fazla miktarda demirsülfat eklendiği takdirde, mürekkebin kâğıdın delinmesine yol açabileceği konusunda bir uyarı yer alıyordu.

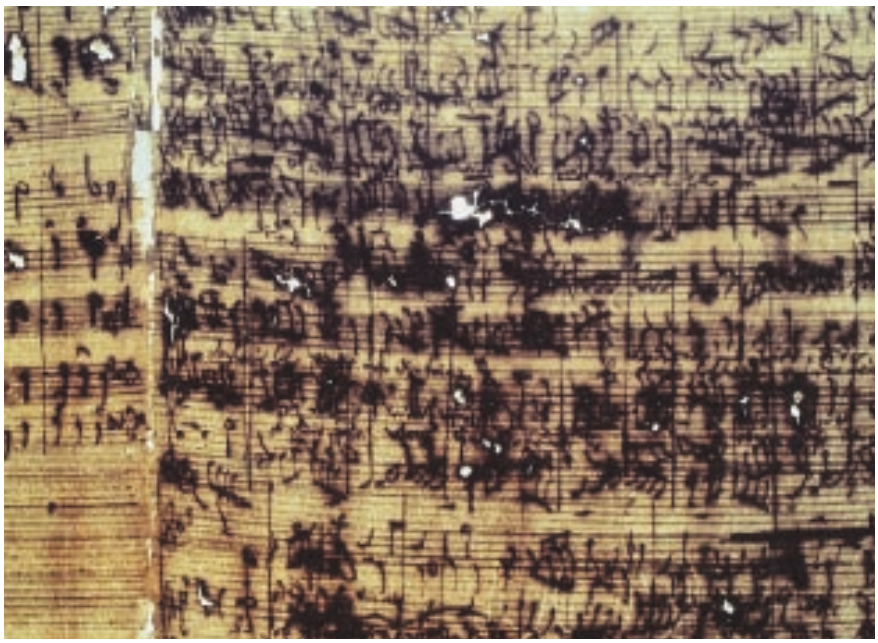
Peki nasıl oluyor da mürekkep kâğıdın delinmesine yol açıyor? Kâğıtta olup bitenler aslında basit kimyasal tepkimelerden başka bir şey değil: Mürekkep, zamanla sülfürikasit ve demir iyonları açığa çıkarıyor. Bu iyonlar da kâğıdı oluşturan lifleri yumuşatıyor. Sülfürikasit, uzun zincirli selüloz moleküllerini kısa zincirli şeker moleküllerine ayrıştırıyor. Bu nedenle kâğıt mekanik dayanıklılığını kaybediyor. Demir iyonlarının oksitlenmesi sırasında oluşan pasın verdiği zararsa önemsiz kalıyor. Gelgelelim demirin tamamı paslanmıyor: Demir iyonlarının bir bölümü, havayla temasa geçince selülozun oksitlenmesine yol açıyorlar. Selüloz kahverengiye dönüşüyor ve kendi kendini yok etmeye başlıyor. İyonlar da katalizör etkisi gösteriyorlar. Kendi kendilerini yok etmediklerinden, işlem sürekli yenileniyor. Bunun sonucunda demir iyonları, yüzyıllar boyunca, notalardan kağıda taşarak kâğıdı tahrip ediyorlar.



Ancak zamanın aşındırıcı etkisi bütün kağıtlarda eşit görülmüyor. İşin ilginç yanı, Bach'ın Mühlhausen'da ve Weimar'da yaşadığı dönemlerden kalma daha eski eserlerinin, yaşamının sonlarına doğru Leipzig'de yazdığı eserlerden daha az yıpranmış. Köln Meslek Yüksekokulu Yazı Restorasyonu Bölümü Başkanı

olan Prof. Dr. Robert Fuchs, suçlunun demirsülfat olduğu kanısında: Bu maddenin elde edildiği maden ocakları, doğal olarak bölgeden bölgeye farklılık gösteriyor. Kimi bölgelerden çıkarılan demir sülfat, çinko ve bakırca zengin oluyor. Bu da mürekkebin kâğıdı yıpratmasına yol açıyor.

Aslında, mürekkebin tahrip edici etkisine karşın Bach'ın eserlerinin günümüze kadar korunabilmelerinde bestecinin kullandığı kâğıt da önemli rol oynuyor. Bach, o dönemlerde sıkça kullanılan ve paçavra artıklarından yapılan bir tür kâğıt kullanıyordu. Besteci, üretimine 19. yüzyılın ortalarında başlanan ve talaştan elde edilen kâğıtları kullanmış olsaydı eserlerinin durumu daha da kötü olacaktı. Çünkü bu malzeme güçlü bir asit içeriyor. Bu nedenle Berlin Devlet Kütüphanesi yetkilileri, Bach'ın özgün çalışmalarını o güne kadar saklandıkları eski mukavva ciltlerden çıkarmışlar.



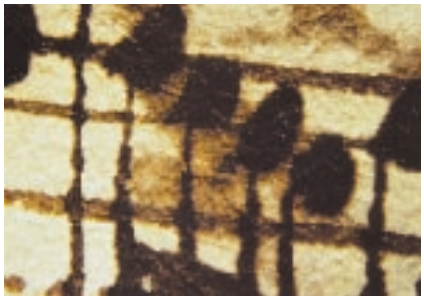
Büyük besteci Johann Sebastian Bach'ın elyazmalarının yaklaşık dörtte biri, yukarıda görülen kantatında (BWV 79) olduğu gibi, önemli ölçüde zarar görmüş. Kâğıdın delinmiş yerleri tamir edilemezken, kararmış bölgeler kâğıt ayırma tekniğiyle kurtarılabiliyor. (Bach'ın özgün elyazmaları sanal ortamda, http://bachdigital.uni-leipzig.de adlı adreste görülebilir.)

Büyük bestecinin el yazmalarının saklandığı Berlin Devlet Kütüphanesi'ndeki çelik odada nem oranı hep %50'de tutuluyor; sıcaklıksa 18°C. Devlet kütüphanesinde malzemelerin korunmasından sorumlu olan Dr. Hartmut Böhrenz, kimyasal tepkimelerin bu sıcaklıkta daha yavaş gerçekleştiğini, bu nedenle odadaki sıcaklığın hep 18°C'de tutulduğunu açıklıyor. Böhrenz'e göre, daha düşük bir sıcaklık eserlerin daha da iyi korunmasını sağlar. Ancak böyle yapılırsa, havadaki nem, eserler çelik odadan okuma salonuna çıkarıldığında kâğıtlar üzerinde yoğunlaşır. Bu da kâğıtların yıpranmasına yol açabilir.

Restoratörler, Bach'ın insanlığa bırakmış olduğu mirasın bir an önce onarılması gerektiği konusunda birleşiyorlar. Oysa geçtiğimiz yıllarda, bu sorun üzerinde ciddiyetle durulmamıştı. Eldeki eserlerin yaklaşık dörtte birini oluşturan en hasarlı el yazmalarını kurtarmak için restoratörler kesin bir çözüm bulmaya karar verdiler. Yıllar süren araştırmalar ve çeşitli uluslardan uzmanların 1997 ile 1998 yıllarında Berlin'de bir araya gelmesinin ardından "kâğıt ayırma" işleminin uygulanması konusunda birleşildi.

Bu işlemde, mürekkebin delik deşik ettiği kâğıt iki yufka tabakası gibi ayrılıyor ve kâğıdın dayanıklılığını artırmak için araya çok ince bir kâğıt yerleştirildikten sonra yeniden üst üste gelecek şekilde yapıştırılıyor. Bu tekniğin 100 yılı aşkın bir zamandır İngiltere'de uygulanmasına karşın, teknik ancak 1960'lı yıllarda Jena'daki Thüringen Üniversitesi Kütüphanesi'nde restorasyon çalışmalarını yürüten Günter Müller tarafından geliştirilebilmiş. Müller'in eski öğrencisi, Leipzig'deki Eski Kitapları Koruma Merkezi'nden Dr. Wolfgang Wächter, bu işlemi o kadar geliştirmiş ki bu merkezde kitap restorasyonları elde değil makinede yapılıyor. Leipzig'deki merkezde günde 2000 sayfa bölünebiliyor. Dahası, Paris'teki Ulusal Kütüphanesi ile Washington'daki ünlü Kongre Kütüphanesi de yöntemi uygulamak üzere harekete geçmişler.

Berlin Devlet Kütüphanesi, Bach'ın özgün elyazmalarının bölünmesi (ortadan ayrılması) işlemi için yalnızca elle çalışılan özel bir atölye kurmuş. Bach'ın eserlerinin bir makineye girmesinin büyük besteciye karşı haksızlık olacağı düşüncesiyle elle çalışma yöntemi yeğlenmiş. Aslına bakılırsa makineyle çalışma yönteminin elle çalışma yönteminden pek bir farkı yok. Günde ortalama 10 sayfa, birkaç aşamadan geçiyor. Atölyedeki bu olağanüstü titizlik gerektiren çalışmayı, daha önce başka kitaplar ve gazeteler üzerinde alıştırma yapmış olan iki uzman yürütüyor.



Bach'ın org için yazdığı bu trisonatta mürekkep kâğıdın arkasından ön yüzüne geçmiş. Kâğıt ayırma tekniğiyle kâğıttaki bu renk değişimi ön yüzden yok edilebiliyor.

Bir sayfa restore edilirken şu aşamalardan geçiyor:

• Bir gece önce kabarmaya bırakılan hayvansal jelatini kaynatılıyor. Tutkal makinesiyle iki adet taşıyıcı kâğıda jelatin sürülüyor, bu kâğıtlar nota kâğıdının iki yüzüne yapıştırılıyor. Ancak bu işlemin oldukça hızlı yapılması gerekiyor. Aksi halde jelatin yapışma özelliğini kaybediyor.

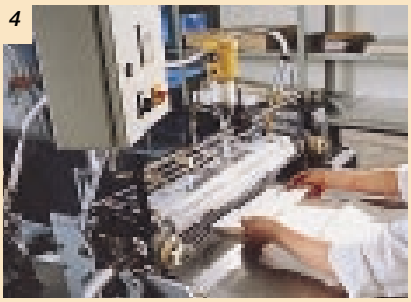
• Kâğıt, nemi tutmak amacıyla folyoyla kaplı tahta mukavvalar arasına yerleştiriliyor. Bu "sandviç" bir hidrolik prese yerleştiriliyor ve 80 bar basınçla 10-15 dakika kadar presleniyor. Bu süre içinde nem kâğıdın içine geçiyor ve onu yumuşatıyor. Bu sırada jelatin de kâğıdın yüzeyini sağlamlaştırıyor. Jelatin, ayrıca, kâğıttaki tahripkâr kimyasal tepkimeleri durduruyor.

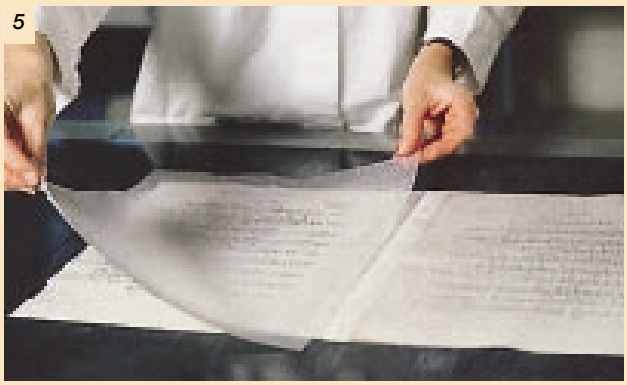
• Bu işlemden sonra restoratörler karşılıklı olarak birer tabureye oturup















Bach'ın eserleri yedi adımda kurtarılıyor:
1. Nota kâğıdının her iki yüzüne birer taşıyıcı kâğıt yapıştırılıyor.
2. Hidrolik preste nem, özgün elyazmasının içine kadar işliyor ve onu yumuşatıyor.
3. Kâğıt ayırma tekniği el becerisi gerektiriyor: Taşıyıcı kâğıtlar birbirinden ayrılırken, yumuşayan nota kâğıdı da iki yufka tabakası gibi ayrılıyor.
4. Ortadan ayrılmış olan nota kâğıdına makinede tutkal sürülüyor.
5. Nota kâğıdını sağlamlaştırmak için iki yaprağın arasına çok ince bir japon kâğıdı yerleştiriliyor ve yapıştırılıyor. Bu kâğıt, aynı zamanda, asit emici görevi görüyor.
6. Elyazmaları, çok ince filelerin içine yerleştiriliyor.
7. Eserler, taşıyıcı kâğıtlar sökülebilecek duruma gelene kadar değişik sıvılarda banyo ediliyor.

kâğıdın her iki köşesinden tutarak taşıyıcı kâğıtları birbirinden ayırıyorlar. Bunu yaparken, nota kâğıdı ortadan ayrılarak ön ve arka yüz taşıyıcı kâğıtlara yapışıyor. Ayırma işlemi sırasında yöntemin güçlü yanı ortaya çıkıyor: Bach'ın yazdığı notalar ön yüzde kalırken, kahverengi renk değişimleri arka yüzle birlikte ayrılmış oluyor.

• Ortadan ayrılmış olan özgün nota kâğıdının iç kısmına metil selüloz sürülüyor. Daha sonraysa araya çok ince, asitlere karşı dayanıklı japon kağıdı yerleştiriliyor. Japon kâğıdı oldukça hafif, ağırlığı metrekarede 10 gramın bile altında, sıradan kâğıdın onda biri kadar olan bir kâğıt. Ayrıca asit emici (tampon) olarak görev yapan kalsiyum bikarbonat içeriyor. Bu "çekirdek" kâğıt o kadar hafif ki özgün nota kâğıdını ne kalınlaştırıyor ne de sertleştiriyor. Bu işlemden sonra, beş kattan oluşan kâğıttan sandviç beş dakika kadar 50 barlık basınç altında presleniyor.

• Kâğıtlar, bir gün kadar kuru odada kaldıktan sonra büyük filelerin içerisine yerleştiriliyorlar. Bunlar da bir çelik kafese koyuluyor. Bu kafes 20'şer dakika süreyle üç değişik sıvının yer aldığı havuzlara daldırılıyor. Birinci sıvı 60°C sıcaklıkta, su ve korolaz adlı bir enzimden oluşuyor. Bu enzim jelatini yok ediyor. İkinci havuzdaysa, 70°C sıcaklıkta su bulunuyor. Bu havuzda enzimin etkinliği durduruluyor. Üçüncü havuzda da kâğıtlar, yine 70°C sıcaklıktaki arı suyla kimyasallardan temizleniyor.

• Islanmış kâğıtlar keçe arasına yerleştirilerek, 80 bar basınç uygulayan bir presle nemden arındırılıyor. Bundan sonra da nota kâğıtlarının iki yüzüne yapıştırılan taşıyıcı kâğıtlar çıkarılıyor. Son işlem olarak, özgün nota kâğıdından taşan "çekirdek" kâğıt kesiliyor.

Restorasyon işleminden sonra, müzik araştırmacıları özgün nota kâğıtlarıyla alıştıkları gibi çalışabiliyorlar. Kompozisyonun hangi tarihte yazıldığını gösteren filigranlar kaybolmuyor. Aynı şekilde, yaptığı düzeltmelerdeki mürekkep katmanları gibi Bach'ın çalışma biçimini yansıtan izler belirgin kalıyor. Ayrıca, kâğıdın özgün rengi hiçbir şekilde değişmiyor.

Kütüphane yetkilileri, tüm bu işlemler sırasında bir hata yapma olasılığını ortadan kaldırmak için, yıllardır, Stuttgart'daki Güzel Sanatlar Akademisi'nde kimyacı ve kâğıt uzmanı olan Prof. Dr. Gerhard Banik gibi uzmanlarla çalışıyorlar. Uzmanlarla çalışmalarının altında yatan bir başka nedense, mürekkebin bileşiminden kaynaklanan kimyasal tepkimelerin tekrarlanmasını önlemek. Bu amaçla, çekirdek kâğıdının yapıştırılmasında kullanılan tutkalın zamanla çözülebilen maddelerden oluşmasına özen gösteriliyor. Bu yöntemde ayrıca çekirdek kâğıt her an çıkarılabilir, kâğıt eskimiş, zarar görmüş haline dönüştürülebilir. Kütüphane yetkilileri, uygulanan bu restorasyon tekniğinin bilim dünyasında her ne kadar kabul görmüş olsa da her zaman yeni fikirlere açık olacaklarını vurguluyorlar.

Ayşegül Yılmaz

Kaynaklar
Müller, B. "Noten in Not", *Bild der Wissenschaft*, Ağustos 2000.
http://bachdigital.uni-leipzig.de/
www.berlinonline.de/wissen/wissenschaftsarchiv/990915/.html/berlin1.html

Arı Zehirinde Bilmedikleriniz



Dünya üzerinde yaklaşık 1.2 milyon böcek türünün tanısı yapılmış durumda. Bunlar arasında 1500'ü zararlı böcekleri, diğerleri doğrudan ve dolaylı olarak insanlara yarar sağlayan böcek türlerini oluştururlar. Böcek türleri arasında Hymenoptera takımına bağlı 250 000'den fazla tür bulunuyor. Bunlar arasında en önemli grubu arılar oluşturuyor. Bu böcek türleri içerisinde çok az bir bölümü bir iğneye ve iğneleme sırasında zehir boşaltmaya dayalı savunma yeteneğine sahip. *Apoidea* ailesine bağlı bal arıları ve *Vespoidea*, *Sphecoidea*, *Scolioidea* gibi üst ailelere ait yaban arıları (wasp), savunma içgüdüleri olan iğneleme özellikleriyle zaman zaman insanlara korkulu anlar, kazalar hatta ölümler yaşatarak kamuoyu gündeminde dikkat çekerler. *Hymenoptera* türlerinde sadece dişi bireyler (ana ve işçiler) iğneleme özelliği gösterirken; erkek bireylerin savunma organı olan iğneleri bulunmaz.

Zehir salgılayan pek çok öldürücü böcek bulunur. Bu böcekler genellikle vücutlarını zehirle örter, zehri püskürtür, yara oluşturarak yara içine zehri salgılar ya da iğne veya ağız parçaları yoluyla zehri boşaltır. Zehir salgılama, bireysel veya sosyal böceklerde olduğu gibi bir koloni savunma içgüdüsü. Bazı türlerde avı öldürmek, yavru beslenmesi için avı kımıldamaz halde bırakmak ve saklamak için de kullanılır. Arılar, barındıkları kovan veya gömeçlerde rahatsız edildiklerinde saldırıya geçerek iğneleriyle rahatsız eden canlıyı sokma eğilimi gösterirler. Ancak bal arılarıyla yabani arıların davranış biyolojisi, salgıladığı zehir yapıları arasında türler ve ırklar arasında farklılıklar bulunur. Arıların iğnesi, abdomenin (karın) sonunda yer alır. İğne, diğer dişi böceklerde ovipozitörün (yumurtlama organı) yapısal değişikliğe uğramasıyla savunma organı olan kompleks bir yapıya dönüşmüş. İğne, bir üst parça (stylet) ve iki alt parçanın (lanset) uca doğru incelmesi, vücuda doğru kalınlaşarak zehir torbasına bağlanmasıyla oluşur. Zehir bu iğne parçalarıyla ilişkili olan alkali ve asit salgı bezlerinden salgılanır ve zehir kesesinde depolanır.

Zehir üretimi ergin işçi arıların yaşamının ilk iki haftasında artar ve bal arısının kovan savunması ve tarlacılık görevlerine başladığı zaman en üst noktaya erişir. Arı yaşlandıkça zehir miktarı azalır. Ana arının zehir üretimi ergin çıkışta en üst düzeyde olur. Bu durum anasız kolonide aynı anda çıkan birkaç ana arının gözenekten çıkarak birbirleriyle savaşmasını ve en kuvvetli olanın ötekilerin yok edebilmesini sağlar.

Arı iğnelediğinde zehir kesesinde bulunan 0.15-0.3 mg zehrin tamamını normal olarak boşaltamaz. Bir canlıyı soktuğunda iğnesini, iğnesiyle birlikte zehir kesesini, kaslarını ve sinir merkezini kaybeder. Vücudunun önemli bir bölümünü kaybetmesi arının 2-4 saat içinde ölümüne neden olur. Böylece doğada garip bir şey gözlenir: Arı, savunma içgüdüsü yüzünden yaşamından olur.

Ergin bir insan için öldürücü zehir dozu (LD50), vücut ağırlığının her bir kilogramı için 2.8 mg´dır. Örneğin, 60 kg. ağırlığında bir kişinin toplam 168 mg arı zehiri alması durumunda hayatta kalma şansı %50 olmakta. Arılar tarafından aynı anda 600 kez sokulan ve



iğneleri hemen çıkartılmayan bir insan için her bir arının bütün zehiri boşalttığı (0.3 mg) varsayıldığında bu iğneler bir kişi için öldürücü olabilmekte; 10 kg ağırlığında bir çocuk içinse kesin öldürücü olmakta. Bu nedenle arı soktuğunda iğnenin dokudan hemen çıkarılması önem kazanıyor. Ancak, pek çok insanın ölümüne neden olan alerjik reaksiyon vücuda giren herhangi bir antijene karşı vücudun oluşturduğu bir tepki olduğundan bu durum bir veya birkaç arı iğnesiyle meydana gelebilir. İnsanlar arı sokmalarına karşı farklı yapıda semptomlar gösterebilirler. Bu durum, o insanın bağışıklık sistemine bağlı olarak zamanla değişebilen bir olay. Aşırı duyarlılık döneminde bulunan bir insanı tek bir arının sokması bile, ölümüne neden olabilmekte. İğne vücuda girdikten 5-8 dakika içersinde şiddetli semptomlar; 20-30 dakika içersinde ağız veya boyun çevresinde şişme, bilinç kaybı, solunum güçlüğü, kan basıncının düşmesi 1-96 saat içersinde de ölüm görülebilmektedir. Dünyanın çeşitli ülkelerinde böcek ve arı sokmalarından yılda 5 ile 100 kişi ölmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, arı zehirine karşı duyarlılığın kalıtsal bir özellik taşıdığı ve bazı genler tarafından kontrol edildiği üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda bazı kişilerin yabani arı zehirine karşı bağışıklık kazandığı; bir kişinin 1200 arı sokmasından sonra öldüğü, bir kişinin 2240 iğne sokulduğu halde yaşadığı bildiriliyor.

İnsan yaşamında hayati önemi olan arı zehiri aynı zamanda pek çok hastalığın tedavisinde çok eski uygarlıklardan günümüze kadar kullanılan bir madde. Zehir, Batı ve Doğu Avrupa, Kuzey Amerika, Asya ülkelerinde in-

Çizelge 1. İşçi Bal Arısı Zehirinin Yapısı

Yapılar	Bileşen	Kuru zehirde (%)a	Kuru zehirde (%)b
Enzimler	Fosfolipaz A2	10-12	10-12
	Hyoluronidase	1-3	1.5-2.0
	Fosfomonöstraz asit	-	1.0
	Lizofosfoipaz	-	1.0
	_-glukozidaz	-	0.6
Diğer protein ve peptidler	Mellitin	50	40-50
	Apamin	1-3	3
	MCD	1-2	2
	Secapin	0.5-2.0	0.5
	Procamin	1-2	1.4
	Adolapin	-	1.0
	Proteaz inhibitör	-	0.8
	Tertiapin	0.1	0.1
	Küçük peptidler	13-15	-
Fizyolojik aktif aminler	Histamin	0.5-2.0	0.6-1.6
	Dopamin	0.2-1.0	1.13-1.0
	Noradrenalin	0.1-0.5	0.1-0.7
Aminoasitler	_-aminobütirik asit	0.5	0.4
	_-aminoasitler	1	-
Şekerler	Glukoz+Fruktoz	2	-
Fosfolipitler		5	-
Uçucu bileşikler		4-8	-
	a Dotimas ve Hider, 1987		b Shipolini, 1984

san ve veteriner ilacı olarak geniş çapta kullanılıyor.

Arı Zehirinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bal arısı zehiri açık renkte, kokusuz, su gibi bir sıvı bir madde olup, keskin ve acı bir tadı bulunur. İçinde bulunan alarm feromonları nedeniyle aromatik özellik taşır. Berrak asitik yapıda olan arı zehiri, oda sıcaklığında ağırlığının %30-40 'nı kuruyarak kaybederek ve açık sarı renge dönüşür. Bazı ticari preparatlarsa kahverengi renkte olur. Bu durum arı zehirinde bulunan bazı proteinlerin oksidasyona uğramasıyla oluşur. Zehir toplanması sırasında buharlaşma yoluyla kolayca kaybolan bileşikler de yapısında yer alır. Zehir kesesinin çeperleri gözlere bulaştığında yanmalara ve yangılara yol açar. Apis türlerinden elde edilen zehirlerin benzer yapıda olmasına karşın, çeşitli ırklardan elde edilen zehirlerde olduğu gibi her bir tür içinde zehirin yapısında ufak tefek farklılıklar bulunur. Apis cerana (Hindistan bal arısı) zehirinin Apis mellifera (bal arısı) zehirinden iki kat daha güçlü düzeyde olduğu biliniyor. Ayrıca bal arısı zehirinde bulunan toksit maddele, yaban arısı zehirlerindekilerden daha yüksek düzeyde.

Arı zehiri biyokimyasal ve farmakolojik aktif maddeler içeren oldukça karmaşık bir yapı gösterir. Arı zehirinde allerjik reaksiyonlara neden olan proteinler ve enzimler bulunur. Zehirin %88'i sudan oluşmakta, glukoz, fruktoz ve fosfolipid yapılar; çeşitli enzim, peptidler ve aminleri içeren en az 18 farmakolojik aktif bileşenin tanımı yapılmış durumda (Çizelge 1). Bu bileşikler arasında Mellitin, Apamin, Mast Cell Degranulating (MCD), Histamin, Fosfolipaz A, Hyoluronidase önem taşıyorlar ve değişik belirtiler ortaya koyuyorlar.



Histamin; zehire hassas olan kişilerde baş ağrısı, şişme, kaşıntı, kusma ve görme bozukluğuyla, kan damarlarını genişleterek ölüme neden olabilecek etkiye sahip bir madde. Mellitin, genel ve lokal olarak toksik etki göstermektedir. Omurgasız hayvanlarda öldürücü, memeli hayvanlarda acı verici ve dolaşım sistemi üzerinde olumsuz etki yapar. Fosfolipaz A, Hyoluronidase ve MCD'nin neurotoksin yetkisi damar geçirgenliğini artırıcı ve dolaşım üzerinde olumsuz etkisi bulunur.

Arı Sokması Sonucu Oluşan Alerjik Reaksiyonların Mekanizması

Alerjik reaksiyon, canlının vücuduna giren veya enjekte edilen herhangi bir antijen maddeye karşı vücudun oluşturduğu bir tepkidir. Antijen maddenin vücuda girmesiyle lenfosit ve plazma hücrelerinden çeşitli antikorlar salgılanır. Vücut bağışıklığından sorumlu lg G ve alt grubunu oluşturan lg A, lg E ve lg D adı verilen çeşitli immunoglobulinler bu antikorlara karşı farklı işlevleri yerine getirmekle sorumludur. Bunlardan en önemlisi lg G immunoglobuni olup vücuda giren herhangi bir antijeni bloke ederek etkisiz duruma getirir ve vücudu korur. lg M antikoru bakteriyel saldırıya karşı vücudu korumak; lg A antikoru, çeşitli mikroorganizmalara karşı vücudu ter, gözyaşı ve salya salgıları ile korumak, lg E 'lerin ise çeşitli enfeksiyonlara karşı savunma işlevleri bulunur. lg D antikorlarının işlevleriyse tam olarak bilinmiyor. Kişilerde oluşan aşırı duyarlılık, vücuda giren yabancı bir antijenin lg G ve lg M antikorlarından daha fazla lg E antikoru salgılaması sonucu oluşuyor. Vücuda antijenin girmesiyle birlikte acıma, kızarma ve şişme görülmekte; ikinci kez antijenin alınmasıyla da mast hücreleri etrafında bulunan lg E antikorları, antijenlerle birleşerek hücrenin normal fonksiyonlarının yerine getirilmesini engelliyor. Oluşan bu antijen antikor kompleksi, aşırı duyarlı kişilerde Adenly Cyclase (AC) enzimini bloke eder, lökosit ve mast hücreleri normal işlevlerini yerine getiremez ve önemli miktarda his-

tamin ve serotonin salgılanır. İnsan yaşamını tehlikeye sokan bu aşırı duyarlılık durumunda; kusma, bulantı, baş dönmesi, baygınlık, solunum güçlüğü ve oksijen alamama gibi belirtiler görülür ve hemen müdahale edilemez ise ölüme neden olur.

Alerjik Reaksiyonların Belirtileri

Arı zehirine karşı duyarlı olan kişilerde lokal reaksiyonlar, sistemik reaksiyonlar ile ani şok ve aşırı duyarlılık belirtileri görülebilir.

Lokal reaksiyonların belirtileri genellikle arı sokmasıyla birlikte şiddetli yanma ve acıma hissi, birkaç dakika sonrasında da sokulan yerin şişmesi ve kaşınması biçiminde ortaya çıkar. Daha sonra sokulan yerin kabartı ve kızarıklığı belirli alana (1 cm^2) yayılır. Bu tip reaksiyon, duyarlı kişilerde 2-3 gün sürebilir ve yumuşak dokularda şişmeyle solunum güçlüğü ortaya çıkararak daha tehlikeli reaksiyonlara neden olabilir.

Çizelge 2. Bilimsel olarak kanıtlanmamış arızehiri uygulamalarıyla iyileşen hastalıklar.

Artrit	Multiple sclerosis	Adetöncesi sendromu
Epilepsi	Bursitis	Ligament hasarları
Mastitis	Kanserin bazı tipleri	Boğaz ağrısı
Kronik ağrı	Migren	Genel bağışıklık uyarıcı
Kan akışkanlığının azalması	Arter ve kılcal genişlemesi	Kolesterolü azaltmak
Nevroz	Rinosinüzit	Endoarteriosis
Therosclerosis	Polyneuritis	Radicultitus
Neuralgia	Endoarthritis	Sıtma
Myositis	Tropik ülserler	Iritis
Astım	Iridocytis	Yavaş iyileşen yaralar

* BeeWell, 1993; Kel'man, 1960; Fotin ve Gel'medova, 1981; Naum Iyorish, 1974

Sistemik reaksiyonların belirtileri hafif, orta ve şiddetli derecede kendini gösterebilir. Baş ağrısı, ateş, keyifsizlik, kızarıklık, mafsal ağrısı hafif derecede; baş dönmesi, karın ağrısı, mide bulantısı, kusma, hırıltılı solunum ve sokulan yerin su toplaması orta derecede; nefes almada zorlanma, şaşkınlık, kasılma, konuşma yeteneğinin ve



Arı zehiri üretiminde elektrik şoku uygulanması için arıları uyaran çeşitli tuzaklar geliştirilmiş bulunuyor. Bu tuzaklar tahtadan yapılan ve tellerle destekli bir çerçeveyle, özel olarak yapılan toplama tablasından oluşuyor. Bu tuzaklar, kovan girişindeki taban tahtasıyla kuluçkalık arasına ya da kovan üst kapağıyla ballık arasına yerleştiriliyor. Elektrik şoku uygulandığında arılar yürüdükleri zemine iğnelerini bırakırlar. Bazı tuzak çeşitlerindeyse zehirin alınacağı zemin, cam plaka veya 0.13 mm inceliğinde plastik membran, naylon, silikon lastik veya emici doku ile kaplanabiliyor. Ancak camdan yapılanlar daha uygun olmakta. Arının bıraktığı zehir, cam plaka üzerinde hızla kurumakta, bıçak veya jilet ile kazınarak çıkartılmakta. Emici dokudan zehiri çıkartmak için doku saf suda yıkanır ve sonra kuru dondurma işlemi uygulanır. Camdan toplanan arı zehirinin saklanması, taşınması ve işlenmesi daha kolay olmakta. Arı zehirinin kuru olarak elde edilmesi sırasında yüksek yoğunlukta zehirin solunması ya da değmesinden korunmak için koruyucu eldivenler, gözlükler ve toz maskeleri kullanılmalı.

Arılar iğneleme olayını defalarca yapabilseler bile, zehir kesesinde bulunan zehirin tamamını boşaltmaları olası değildir. İşçi arıların iğneleriyse testere şeklinde dişli bir yapıda olduğudan soktukları dokudan geri çıkartamazlar. Bu nedenle her bir arıdan zehirin sadece 0.5-1.0 ± miktarı toplanabilmekte. Bu sonuçlara göre her bir arıdaki kuru zehir 0.1 _g'dan daha azdır. Sonuç olarak kuru 1 g arı zehiri elde edebilmek için en az bir milyon iğneye gereksinim bulunuyor. Arılardan 1 g zehir elde edebilmek için iki saat süreyle 20 koloniden zehir toplandığı bildiriliyor.

İnsanların tedavisinde arı zehirinin toplanarak kullanımı yerine, ergin işçi arıların doğrudan hastayı iğnelemesi yaygın olarak kullanılan bir yöntem. Bu yöntem arı zehirinin en taze, en ucuz ve tam olarak bulunduğu şekli. Koloniden arılar kovan önünden, kuluçkalık veya ballık bölümünden açılan küçük bir delikten bir kavanozla toplanabilirler. Toplanan 10-100 adet işçi arı, yaklaşık 2 hafta şeker şurubuyla beslenerek evlerde korunabilir ve hastalar üzerinde günlük olarak sokma işleminde kullanılır.

Arı Zehirinin Saklanması

Kuru arı zehiri başta olmak üzere elde edilen tüm zehir preparatları soğutucularda veya dondurulmuş olarak koyu şişelerde saklanmalı. Tüm üretici ve satıcılar da bu koşullara uymalı. Kuru arı zehiri birkaç ay donmuş olarak saklanabilmekte. Ancak birkaç haftadan daha uzun bir süre buzdolabında saklanması sakıncalı. Sıvı zehir veya sulandırılmış zehir, koyu cam şişelerde ve ağızları sıkıca kapatılarak kuru zehir gibi saklanabilir.

Pazarlanma Şekilleri

Arı zehiri; saf arı zehiri, enjekte edilebilir saf sıvı zehir, kuru kristal, tablet ve krem şeklinde pazara sunulmakta. Ancak marketlerde bulunması oldukça sınırlıdır. Genellikle arı zehiri, kuru kristal şeklinde pazarlanır. Bu şekilde hazırlanan zehir daha dengeli ve saf olmakta, dolayısıyla bozulma olasılığı azalmakta. Kristal ve toz şeklindeki arı zehirinin rengi çok açık sarı, sıvı zehir ise renksiz ve berrak olmakta. Koyu renkteki zehirse oksitlenmeden dolayı etkinliğini kaybedebilmekte. Renge bağlı bu özellikler, arı zehiri alan tüketiciler için belirleyici bir uyarı niteliği taşıyor.

Arı zehiri özel bir işleme teknolojisine gereksinim duyulmadan insanların tedavisinde destek bulan bir arı ürünüdür. Arı zehirinin üretimi, küçük miktarlarda yapıldığı taktirde oldukça kolay. Ancak hazırlanan her çeşit zehir preparatlarının, hayvan ve insanlarda kullanılacak olması nede-

Zehirin Toplanması

Zehir toplamada en basit yöntem, zehir bezinin cerrahi yolla çıkarılması ya da arının zehiri boşaltana kadar sıkılması temeline dayanıyor. 1960 yıllarında uygulamaya konulan ve standart yöntem olarak bilinen elektroşok yöntemi günümüze kadar sürekli geliştirilerek kullanılıyor.

Farklı toplama yöntemleri sonuçta farklı kompozisyondaki ürünlerin elde edilmesine yol açıyor. Hızlı buharlaşan bileşenlerin yok olmasını önlemek için, su altında zehir toplama, en kuvvetli zehiri toplamanın bir yolu. Cerrahi olarak zehir kesesinden toplanan zehir, elektroşok yöntemle elde edilen zehirden farklı protein içeriğine sahip oluyor. Buharlaşan bileşenlerin çoğunu korumak için standart elektroşok toplama aletiyle birlikte soğutma sistemi geliştirmiş bulunuyor.

Zehir toplama işleminde uygulanan standart elektroşok yöntemi, Afrika bal arıları ve onlar gibi saldırgan diğer arı ırkları için öneriliyor. Koloniye elektroşok uygulanmasıyla arıların derhal arılıkta bulunan diğer arı ve kolonilere alarm vererek çevredeki insanlara saldırmalarına neden olmaları, bu yöntemin en sakıncalı yönü. Ayrıca bu durum Afrika bal arılarının kitlesel tepkisiyle toplanan zehirde çeşitli kirlenmelere yol açabiliyor. Bununla birlikte, bu yöntemde yapılan bazı değişikliklerle Brezilya ve Arjantin bal arılarından zehir toplanabilmekte.

Avrupa bal arısı kolonilerine bu yöntem uygulandığında, kolonilerdeki arılar bir hafta süreyle dağınık durumda kalmakta; her üç günde bir zehir toplanan kolonilerde %14 oranında bal kaybının söz konusu olduğu bildirilmekte. Elektroşok yönteminin en etkin toplama peryodunun üç gün aralıklarla 15 dakika uygulanması olduğu ve 2-3 hafta sonra aynı işleme tekrar başlanabileceği uzmanlarca belirtiliyor. Arjantinli arıcılar, arıları daha az dağıtan ve toplama etkinliğini büyük ölçüde artıran yeni bir elektroşok sistemi geliştirmişler.

duyguların zayıflaması, şiddetli derecede olan belirtilerdir.

Ani şok ve aşırı duyarlılık tepkilerinde kan basıncının düşmesi, bilinçsizlik, kendine hakim olamama, baygınlık, solunum güçlüğü ve ölüm olayı gibi son derece hayati önemi olan belirtiler görülür. Genellikle bu reaksiyon sonucu ölümlerin arı sokmasından 1-96 saat sonra ortaya çıktığı bildiriliyor.



Sokmaya Karşı Önlemler

Arı sokmasından sonra iğne hemen deriden çıkartılmalı, antiseptik bir madde sürülerek enfeksiyon riski önlenmeli, antiseptik krem sürülerek acı hafifletilmeli ve antihistamin tablet verilerek sinirlilik ve ağrı azaltılmalıdır. Sokulan yerin ağız, dil ve boğaz gibi solunumu güçleştiren bölgelerle, gözde olması son derece tehlikelidir. Bu durumlarda en yakın sağlık merkezine gidilerek damar ve kas içine gerekli antihistamik ilaçlar enjekte edilmelidir.

Arı sokmalarına karşı aşırı duyarlı olan kişilerin, bu konuda daha ciddi önlem almaları ve tedavi edilmeleri gerekir. Dünyanın birçok ülkesinde böcek sokmalarına karşı insanlarda oluşan aşırı duyarlılığı azaltmak ve ortadan kaldırmak amacıyla başarılı çalışmalar ortaya konulmuş bulunuyor. Böcek sokmalarıyla oluşan alerjik tepkilerin tedavisinde bu tepkiye neden olan antijenlerin belirlenmesi önem taşır. Bu amaçla özel cilt ve deri testleri uygulanarak tedavi yapılabiliyor. Koruyucu ilaç tedavilerinde; çeşitli antihistaminikler, aspirin, mast hücrelerini dengeleyici ilaçlar ve bağışıklık tedavisinde arı zehiri kullanılıyor.

Gerekli Önlemler

Arı zehiri toplama işlemi, sterilizasyon ve çok fazla işlem gerektirmeyen doğrudan uygulanmasından dolayı yüksek derecede temizlik ve dikkatli bir çalışma gerektiriyor. Huzursuz arılara ve kuru zehirin tahriş edici etkisine karşı toplayıcıların kendilerini korumaları çok önemli. Birkaç yüz metre alan içerisindeki insanlar da bu hırçın, kızgın arılar tarafından sokulabilirler. Bu açıdan arılıklarda zehir toplama zamanı gerekli tüm önlemlerin alınması gerekiyor.

Kuru zehir tozlarının kişilerin el, göz ve ciğerlerine gitmesini engellemek için laboratuvar eldivenleri, önlükler ve yüz maskeleri gibi koruyucu malzemeler kullanılmalı. Çevredeki diğer insanların da bu bulaşık malzemeye dokunmamaları ve uzak durmaları için gerekli uyarılar yapılmalı. Arılarla sürekli olarak uğraşmayan, nadiren arı tarafından sokulan veya zehir tozuna karşı korunmasız olan insanlarda da ortaya çıkabilecek alerjik reaksiyon riskine karşı gereken önlem alınmalı.

Çeşitli hastalıklarının iyileştirilmesi amacıyla kendi kendine arı iğnesi uygulayan kişilerde uzun süreli kullanım sonrasında bile arı zehirine karşı alerji gelişebileceğinden, bu kişiler potansiyel risk altında olabilirler. Bu durum insanların bağışıklık sistemleriyle ilgili. Bu nedenle, acil müdahale kiti kullanımı veya acil servise hızla nasıl ulaştırılabileceği konusunda gerekli uyarılar yapılmış olmalıdır.

Arı zehiri, kişileri her an şiddetli alerjik reaksiyonlarla karşı karşıya getirebildiğinden başka herhangi bir tıbbi ürünle karıştırılmaması gerekiyor.

niyle, son derece sağlıklı koşullarda üretilmeleri gerekir.

Arı zehirinin enjeksiyon olarak kullanımında zehir, saf su, tuzlu su, bilinen bir yağ veya hazırlanmış özel ampüller ile enjeksiyon zamanında karıştırılabilir. Enjeksiyonda kullanılan bu özel zehir ampüllerinin dozu hassas bir şekilde ayarlanabilen ve sağlıklı koşulları olan sertifikalı farmakoloji laboratuvarlarında hazırlanmalıdır.

Arı zehiri içeren kremler özellikle Almanya'da, Fransa'da, Avusturya'da artritik eklemlerde dış uygulamalarda kullanılmakta. Arı zehirine 1:10:1 oranında karıştırılan beyaz vazelin, erimiş hayvan yağı ve salisilik asitle homojenize bir şekilde merhem hazırlanabilmektedir. Salisilik asit deriyi yumuşatarak geçirgenliğini artırmakta.

Tabletler çeşitli miktarlarda arı zehiri emdirilerek hazırlanır. Bu tabletlerin hazırlanmasında melittin ile diğer toksik proteinler çıkarılır ve farklı dozları farklı renklerde pazara sunulur. Tabletler dil altına yerleştirilerek kullanılmakta.

Diğer arı zehiri preparatları steril kuru, enjekte edilebilir sıvı ve şırınga veya cam şişelerde küçük dozlar halinde paketlenerek kullanılır.

Bazı özel laboratuvarlar farklı zehir bileşenlerini saflaştırarak ayırabiliyor ve bunları bilimsel farmakoloji laboratuvarlarına satıyorlar. Fosfolipaz A2 enzimi ve birçok aktif peptid, arı zehirinden saflaştırılarak bilimsel firma ve laboratuvarların kullanımına sunuluyor. Bu sınırlı pazarlarda söz sahibi olmak için son derece teknik, bilimsel laboratuvarlar ile kalifiye elemanlara gereksinim bulunmakta.

Kullanımı

Arı zehirinin Batı Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde tıbbi alanda yasal olarak kullanımı, zehire alerjik tepkisi olmayan kişilerin kullanımına izin veriyor. Saf arı zehirinin zehire duyarsız insanlarda kullanımı, 1980'li yıllarda başlamış. Arı zehiri Doğu Avrupa ve Asya ülkelerinin bir çoğunda çeşitli hastalıkların tedavisinde resmi olarak kullanılıyor.

Saf arı zehiri enjeksiyonlarının ve arı iğnelerinin kullanımı, yan etkilere sahip olan ağır ilaçlara alternatif olarak Batı ülkelerinde gün geçtikçe artmakta. Bu durum özellikle artrit ve diğer romatoid yangılarda uygulanıyor. Deri altı enjeksiyonlar, elektroforesis, merhemler, fısfıslar, tabletlerle doğal arı iğnelerini içeren zehirler günümüzde uygulanan yöntemler. Arı zehiri lokal ve sistemik etkiye sahip olduğu için enjeksiyonun yeri ve dozu önem kazanıyor. Bu nedenle arı zehiriyle tedavi şekilleri eksiksiz öğrenilmeli.

Japonya'da 1980 yılında Api-akupunktur Birliği kurulmuş bulunuyor. Çin'de arı zehiri tedavisi pek çok hastane ve doktor tarafından akupunktur tedavisi ile birleştirilerek uygulanıyor.

Pazar Durumu

Arı zehiri, belirli oranda alıcısı olan yüksek derecede özel bir ürün. Pazar hacmi, üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma bulunmamasına karşın oldukça küçük. Amerika'da bulunan önemli üretici firmalar, son 30 yılda yaklaşık 30 kg kuru arı zehiri üretmişler. Brezilya'da da çok geniş bir üretici kitlesi bulunmakla birlikte, diğer ülkelerde bu sayı oldukça düşük.

Dünya piyasasında 1990 yılında bir gram arı zehirinin fiyatı 100 ile 200 dolar arasında değişim göstermiş durumda. Enjeksiyon amaçlı küçük dozlarda hazırlanan zehirlerse, daha yüksek fiyatlarla satılmakta. Avrupa ve Asya pazarlarında zehirin pazar fiyatı daha düşük.

Saf arı zehirinin lokal üretimi, dondurma işlemi dışında çok yüksek ve pahalı bir teknolojiyi gerektirmiyor.

Günümüzde arı zehiriyle hazırlanan ürünlerin sayısı ve etkileri, küçük girişimcilerin düşüncelerinin çok ötesinde olsa bile farmakolojik alanda çalışan özel laboratuvarlar yeterli pazarı oluşturabilecek boyuttalar. Arı zehirinin kimyasal yapısında bulunan ilginç bileşenler tıp ve farmakoloji alanı için çekiciliğini devam ettirdiği sürece ve gelecekte apiterapi resmen kabul edildiğinde bu ürünün dünya pazarında çok daha özel ve iyi bir yeri olacağı kesin.

Fizyolojik Etkileri

Bilimsel Olarak Kanıtlanmamış Yararları: Arı zehiri uzun yıllardan bu yana geleneksel olarak tıp alanında romatizmal rahatsızlıkların sağıltılmasında kullanılıyor. Bal arısının bazı türleri arasında zehir yapılarında çok az farklılık olmasına karşın Apis dorsata (Dev arı) ve Apis cerana zehirlerinin romatizmal rahatsızlıkların tedavisinde daha başarılı oldukları bildiriliyor.

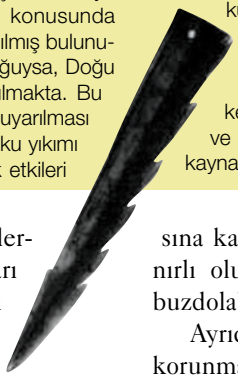
Arı zehirinin insanlar ve hayvanlar üzerindeki yararlı etkileri oldukça fazla olmakla birlikte, bildirilen tedavi şekilleri genellikle bireysel düzeyde kalıyor. Arı zehiri uygulamaları, insanların yaşam şekline veya beslenme düzenine göre yapılabiliyor. Bildirilen klinik testler, batı standartlarındaki çift-kör plesabo testlerinden farklı olarak genellikle çok az özen gösterilen yöntemlerle yürütülmekte. Buna karşın bu uygulamalar pek çok hastada pozitif sonuçlar veriyor ve genellikle tıbbi ve cerrahi uygulamalardan sonra yapılmaktar. Batı ülkelerinde tıp alanında bu olumlu sonuçları kabul etmek veya arı zehiri uygulamalarını denemek olağan hale gelmiş durumda. Bulgular, zehir tedavisiyle iyileşen veya olumlu yönde gelişme sinyalleri veren pek çok hastalık olduğunu gösteriyor (Çizelge 2). Ancak bu bulgular bilimsel olarak tavsiye veya onay niteliği taşımamakta. Arı tarafından doğrudan iğneleme uygulamaları, alerjik reaksiyona karşı tedbirli olunmadıkça denenmemeli.

Bilimsel Olarak Kanıtlanan Yararları: Son 70 yıl içerisinde arı zehiri uygulamalarının insan ve hayvanlar üzerinde çeşitli etkileriye uygulamaların kompozisyonu konusunda 1700'den fazla bilimsel yayın yapılmış bulunuyor. Bu yayınların büyük çoğunluğuysa, Doğu Avrupa ve Asya ülkelerinde yapılmakta. Bu çalışmalar genellikle enzimlerin uyarılması ya da baskılanması, toksisite, doku yıkımı gibi bireysel bileşenlerin fizyolojik etkileri ve özel yerlerini belirleme üzerinde yoğunlaşmış görünüyor. Bu durum, alerjik tepkilerin pek çoğundan sorumlu olan maddelerin ve izole edilen zehir bileşenlerinin fizyolojik etkisinden kaynaklanan olguların anlaşılmasını kolaylaştırmış bulunuyor.

Arı zehirinin tedavi edici özellikleri, ilaç kortizonlarına benzer bir yolla vücut enzim ve bağışıklık sistemlerini uyarması şeklinde ortaya çıkarıyor. Kortizon, pek çok hastalığın tedavisinde kullanılmasına karşın istenmeyen yan etkilere de sahip. Melittinin, arı zehirinde bulunan diğer bireysel bileşiklerin yaptığı genel ve lokal toksik yan etkileri bulunmaktadır. Arı zehirinin, alerjik olanlar dışında uygulandığı hastalarda herhangi bir yan etkisinin görülmediği biliniyor.

Arı zehirinin etkisi, üzerinde en iyi çalışılan bir konu. Arı zehirinin nörotoksik bileşenleri, epileptik hastalar üzerinde de potansiyel yarar sağlamakta. Arı zehirinin koruyucu değeriyle X ışınlarının tehlikeli ve ölümcül etkilerine karşı melittinin etkileri üzerinde pek çok olumlu sonuçlar ortaya konulmuş olmasına karşın, Batı tıp otoriteleri tarafından bu sonuçların doğruluğunu kanıtlamak için etkinlik testlerini içeren klinik çalışmalar yürütülmüş değil. Bununla birlikte, pek çok tıp doktoru, alerjik tepkilere karşı hastaları test ettikten sonra düşük dozlardaki zehir uygulamalarıyla deneyler yürütüyorlar. Son yıllarda Amerikan Apiterapi Birliğinin yoğun çabaları sonucu bazı Batı Avrupa ülkelerinde ve ABD'deki ulusal enstitülerde arı zehiri tedavisinin bazı yararları olduğu klinik testlerle ortaya konulmuş bulunuyor.

Amerikan Apiterapi Birliği, arı zehirinin kullanımında önemli bilimsel kayıtları tutuyor ve apiterapi ile ilişkili konularda bilgi kaynağı oluşturuyor. Aynı olgular Doğu Avrupa ve Asya ülkelerindeki resmi kuruluşlarla, IBRA ve Apimondia tarafından da başvuru kaynağı olarak geniş oranda toplanıyor.



Arı zehiri içeren ürünlerde alerjik reaksiyonu olan insanları uyaran ve içeriğini belli eden açıklayıcı bilgiler bulunmalı. Arı sokmalarına karşı acil kitler, bazı ülkelerde alerjik reaksiyonu olan insanlar için satılıyor. Ayrıca Afrika bal arıları ile çalışan arıcılarda ve bu arıların yoğun olarak bulunduğu bölgelerdeki deneme merkezlerinde, polis ve itfaiye kuruluşlarında bu kitler hazır bulundurulmalı. Acil kitte en azından; acil kas içi enjeksiyon için miktarı belli olan bir adet atropin veya epinefrin (adrenalin) şırıngası, antihistamin tabletler, turnike bezi ile şırınga ve tabletlerin nerede, ne zaman ve nasıl kullanılacağını, epinefrinin ne zaman kullanılmayacağını, nereden yardım aranacağını gösteren bilgiler bulunmalı.

Epinefrin enjeksiyonlar, diğer tıbbi yardımların verilemediği son derece acil durumlarda verilmeli. Arı sokmasına karşı olan acil kitin raf ömrü sınırlı olup kullanılmadığı zamanlarda buzdolabında saklanmalı.

Ayrıca insanların arı sokmalarından korunmaları için arılık içersinde veya dışında çeşitli önlemleri almaları gerekir. Ayrıca arılıklarda çalışan insanların arıları cezbedici özelliği olan parfüm, sprey ve losyonlar kullanmamaları; maske, eldiven çizme gibi koruyucu malzemeler giymeleri; yünlü ve deri giysiler giymemeleri, açık renkli keten veya pamuklu giysiler kullanmaları; ani ve hızlı hareketlerden sakınmaları, sakin davranmaları; kolonileri havanın açık ve güneşli olduğu günlerde kontrol etmeleri, duman vererek kolonileri açmaları, kolonileri uzun süre açık bırakmamalı, sakin arı ırkları ile çalışmaları uygulanması gereken önlemler arasında bulunuyor.



Doğada hemen her zaman, her yerde rastlanabilen ve insanları sokarak tehlikeli durumlar yaşatabilen arı türlerine karşı insanların dikkatli olmaları, sakin davranmaları, arının üzerinden uzaklaşmasını beklemeleri ve arıları el, kol hareketi ile uzaklaştırmaya çalışmamaları, alerjisi olanların yanında gerekli ilaçları ve iğneleri taşımaları, alerjisi olup olmadığını bilmeyenlerinse, arı sokması sonucu hemen en yakın sağlık merkezlerine gitmeleri gerekir.

Ulviye Kumova,
Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Öğretim Üyesi.
Ali Korkmaz
Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli-İçel

Kaynaklar
Banks, B.E.C., Shipolini R. A. 1986. Chemistry and pharmacology of honeybee venom. In "Venoms of the Hymenoptera", Academic Press, London, chpt.7, 329-416.
Bee Well, 1993. The Quarterly Newsletter of the American Apitherapy Soc. Vol. 2-3.
Benton, A. W., Morse, R. A., 1968. Venom toxicity and proteins of the genus Apis. J. Apic. Res., 7(3):113-118.
Bukantz, S. C., 1975. Deahs following insect sting. Hosp. Pract., 10: 12-13.
Crane, E. 1990. Bees and beekeeping: Science, Practice and World Resources. Cornstock Publ. Ithaca, NY., USA. 593 pp.
Dotimas, E.M., Hider, R.C. 1987. Honeybee venom. Bee World, 68(2):51-70.
Gunnison, A.F. 1966. An improved method for collectng the liquid fraction of bee venom. J. Apic. Res., 5(1): 33-36.
Harry, R.C., Riches, A. 1982. Hypersensitity Bee Venom. Bee World. 63 (1): 7-22.
Kel'man, I.M. 1960. Application of a toxic rhododendron honey. J. Apic. Res. 20(4): 249-253.
Morse, R.A., Benton, A.W. 1964 a. Notes on venom collection from honeybees. Bee World. 45(4):141-143
Morse, R.A., Benton, A.W. 1964 b. Mass collection of bee venom. Glean. Bee Cult., 92(1):42-45,54
Mraz, C. 1983. Methods of collecting bee venom and its utilization. Apiacta, 18:33-34
Naum Iyorish, 1974. Bees and people. Mir. Publisher, Noscow, 212 p.
Ohta, N. 1983. Experiences with api-acupuncture. Honeybee Science, 4(1):21-24.
Palmer, D.J. 1961. Extraction of bee venom for research. Bee World 42(9):225-226
Pence, R.J. 1981. Methods for producing and bio-assaying intact honeybee venom for medical use. American Bee J., 121(10):726-731
Piek, T. 1986. Venoms of the Hymenoptera. Academic Press, London, UK.
Sagawa, M. 1983. Success and failure in api-acupuncture. Honeybee Sci., 4(1):27-28
Schmidt, J.O. 1992. Allergy to venomous insects. In:The hive and the honeybee. J.M. Graham, ed. Dadant and Sons, Hamilton, Illinois, USA.1209-1269.
Schmidt, J.O., Buchmann, S.L. 1992. Other products of the hive. In:The hive and the honeybee. J.M. Graham, ed. Dadant and Sons, Hamilton, Illinois, USA.927-988
Sharma, H.C., Singh, O.P. 1983. Medicinal properties of some lesser known but important bee products. Proc. 2nd Int. Conf. Apiculture in Trop. Climates, IBRA, New Delhi, March 1980. 694-702.
Shipman, W.H. Cole, L.J. 1967. Increased resistance of mice to X-irradiation after injection of bee venom. Nature, 215:311-312.
Shipolini, R.A. 1984. Biochemistry of bee venom. In: handbook of natural toxins, Vol. 2, A.T. Tn, (ed), Marcel Dekker, New York, 732 pp.:49-85.
Vick, J.A., Brooks, R.B., 1972. Pharmacological studies of the major fractions of bee venom. American Bee J., 112(8):288-289.
Yoirish, N, P. 1977. Curative Properties of Honey and Bee Venom. New Glide Publications. USD. 1-197.

İstanbul 2000 Dünya Satranç Olimpiyatı





Düş Gerçek Oldu

1974 Nice Satranç Olimpiyatı'nda Milli Takımımız'da yer alan Kahraman Olgaç, KGB korkusuyla olacak gizlice ve çok kısa sürelerle kendisiyle görüşebilen Faik Gassanov'a "Bir gün Türkiye'de olimpiyat yapacağım, sen de başhakem olacaksın!" der. Herhalde Gassanov o zamanlar buna hiç inanmamıştır. Olgaç'ın kendisi bu düşe inanıyor muydu bilemiyoruz ama 1998 yılında İstanbul Bahçeşehir Koleji'nde yapılan Dünya Çocuklar Satranç Olimpiyatı'nda Gassanov başhakemdi. 27 Ekim - 12 Kasım tarihlerinde ise hepimiz Olgaç'ın asıl düşünde İstanbul 2000 Dünya Satranç Olimpiyatı'nda buluştuk. Eski dostu Faik Gassanov bu kez Apel Komite'de yer alıyordu.

Muazzam açılış töreninin ardından turnuva heyecanı başlıyor. Spordan sorumlu devlet bakanımız Fikret Ünlü, ilk turda A.B.D. ile karşılaşan Türkiye A takımı oyuncusu Emre Karadeniz'in ilk hamlesini yapıyor. Devamında Karadeniz Amerikalı rakibi büyükusta De Firmian'ı mat etti. Fotoğrafın en solundaki oyuncumuz Selim Gürcan ise "Yerminator" lakaplı büyükusta Yermolinsky ile berabere kaldı. İlk iki masada ise kaybederek A.B.D.'ye 2,5-1,5 yeniliyoruz. İlk turda genellikle 4-0 veya 3,5-0,5 sonuçlanan maçların arasında A.B.D.'den alınan 1.5 puan tüm dünyada "Türklerin Başarısı" olarak yorumlanırken kendi medyamızda "Kötü Başladık" şeklinde yer alıyor.

Karadeniz, Emre (Türkiye A) - De Firmian, N (A.B.D.) [A45] 1.Tur

1.d4 Af6 2.Fg5 e6 3.e4 h6 4.Fxf6 Vxf6 5.c3 d6 6.Fd3 Ad7 7.Ae2 h5 8.0-0 h4 9.f4 h3 10.g3 b6 11.e5 Vd8 12.f5 exf5 13.Fxf5 dxe5 14.Fe4 Kb8



Faik Gassanov ve Kahraman Olgaç

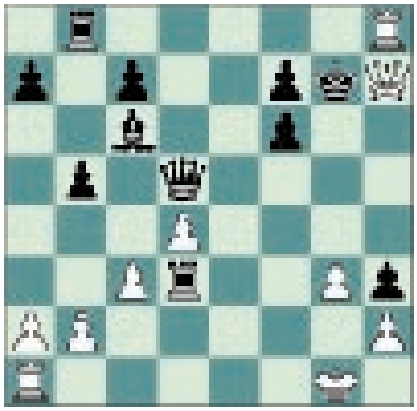


İlk hamle: bakanımızın eli uğurlu geldi



Açılışın en büyük sürprizi Pekinel kardeşler konukları büyüledi

15.Vb3 Af6 16.Vb5 Fd7 17.Vxe5 Fe7 18.Fd3 0-0 19.Ad2 Fc6 20.Af4 Fd6 21.Vf5 Fxf4 22.Kxf4 Ke8 23.Ac4 b5 24.Ad2 Ke3 25.Ae4! Kxd3?? 26.Axf6 gxf6 27.Kg4 Şf8 28.Kh4 Vd5 29.Kh8 Şg7 30.Vh7 1-0



Yermolinsky,A (A.B.D.) - Gürcan, Selim (Türkiye A) [E99]
1. Tur

1.d4 Af6 2.c4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.Af3 0-0 6.Fe2 e5 7.0-0 Ac6 8.d5 Ae7 9.Ae1 Ad7 10.Fe3 f5 11.f3 f4 12.Ff2 g5 13.Kc1 Kf6 14.Ad3 Kh6 15.Fe1 a6 16.b4 Af6 17.Af2 Kg6 18.c5 h5 19.h3 Fh6 20.Kc2 Kg7 21.a4 Ag6 22.a5 Ah4 23.cxd6 cxd6 24.Aa4 g4 25.hxg4 hxg4 26.Axg4 Axg4 27.fxg4 Fg5 28.Ab6 Kb8 29.Kc3 Kh7 30.Ff2 Fd7 31.Kh3 Vf6 32.Fxh4 Fxh4 33.g3 Fxg3 34.Axd7 Kxd7 35.Kxg3 Vh4 36.Kg2 Kh7 37.Ff3 Kc8 38.Vd2 Vh1 39.Şf2 Vh4 40.Şg1 Vh1 41.Şf2 Vh4 42.Şg1 1/2



Erdal İnönü de seçkin konuklar arasında



Bayanlar Dünya satranç şampiyonu Xie Jun (Çin), Spordan Sorumlu Devlet Bakanı Fikret Ünlü, Kalmikya Devlet Başkanı ve FIDE Başkanı Kirsan İlyumjinov ve Türkiye Zeka Vakfı Başkanı ve FIDE Asbaşkanı Emrehan Halıcı arasında

Olimpiyat Güzeli?

Bir gelenek bozuldu ve İstanbul 2000'de "Miss Olympiad" seçilmedi. Oysa Internet'teki bazı satranç siteleri kendi güzellerini çoktan seçtiler bile. Biz de olimpiyattaki sayısız güzel arasından objektiflere takılan birkaçını sayfamıza taşıyoruz. Seçim sizin...





Dana Reizniece (Letonya) yukarıda ve solda



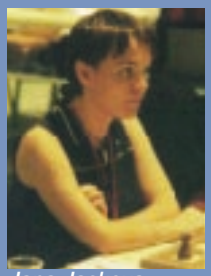


Tea Lanchava (Hollanda)

Elena Levushkina (Özbekistan)

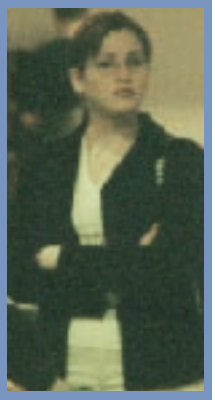


Regina Pokorna ve Zuzana Hagarova (Slovakya)



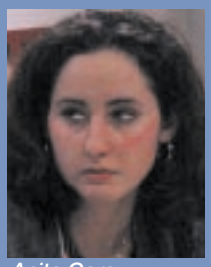
Jana Jackova (Çek Cumhuriyeti)

Maria Acevedo (Venezüella)





Yıldız Çavuşoğlu (Türkiye)



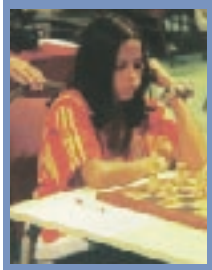
Anita Gara (Macaristan)



Marta Zielinska (Polonya)



Nelly Aginian (Ermenistan)



El Salvadorlu Nayda koyu bir GS taraftarı



Zaynab Mammadyarova (Azerbaycan)



Anna-Maria Botsari ve Marina Makropoulou (Yunanistan)



Viktorija Cmilyte (Litvanya)



Subbaraman Vijayalakshmi (Hindistan)



Natalia Zhukova (Ukrayna)



Tatiana Korsakova (Kırgızistan)

Monica Grabics *(Macaristan)*: Bu benim İstanbul'a ilk gelişim. Ama daha önce Antalya'ya gitmiştim. Satranca 8 yaşında başladım, 15 yıldır oynuyorum ve sayısız uluslararası organizasyon gördüm. Satranca bir profesyonel olarak yaklaşıyorum. Enformatik üzerine eğitim aldım ama satranç ağır bastı. 5 yaşında bir oğlum var. Burası harika, şehrin merkezi bir yerinde harika bir otelde kalıyoruz. Turnuva salonu da muazzam. Havalandırma ve aydınlatma tatmin edici. Umarım gelecekte Türkiye başka organizasyonlar da üstlenir. Bilgisayarlar son on yılda dünya satrancını değiştirdi. Açılışa yeterince hazırlıklı değilseniz derhal kaybediyorsunuz. Şu anda Internet'te satranç oynamıyorum ama en kısa sürede o işi de halledeceğim.



Geurt Gijssen *(Başhakem, Hollanda)*: Organizasyonda görev alan herkese çok çok teşekkür ediyorum. Sanırım en iyi olimpiyatlardan biri olarak anılacaktır. Baştaki teknik aksaklıkların derhal çözülmesinde gösterilen çabayı takdir etmemek mümkün değil. Hiç kimse "bu benim işim değil!" diyerek kolayca sıyrılmayı düşünmedi. Gerçekten güzel bir organizasyon oldu.



Cengiz Keleş *(FIDE Hakemi)*: İstanbul 2000'e bir yıldır yoğun şekilde hazırlanıyorduk. Hakem Kurulu haricinde buraya 45 hakem çağrıldı. Toplam Türk Hakemi sayısı 50. Zaten olimpiyatta görev alabilecek kalitede 10 kadar arkadaşımız vardı. Verilen kurs ve seminerlerle bu sayıyı arttırdık. Yabancı hakemler arasında kuralları tam olarak bilmeyenlere rastlandı. Tabii çok iyi hakemler de var. Bizim arkadaşlarımız arasında da 20-25 kadarı uluslararası arenada rahatça hakemlik yapacak kalitedeler. Türk hakemleri arasında kaba hata yapan olmadı ama "Senior" Hakem olarak gelen bir yabancı hakem, yaptığı son derece kaba bir hata ile bilgi seviyesinin ne kadar düşük olduğunu gösterdi.

Değerlendirme

Olimpiyatın ardından kısa bir değerlendirme yapmak gerekirse en baştaki sıralama göz önüne alındığında aldığımız sonuçlar için başarısız denilemez. *(Erkeklerde A takımımız 72., B takımımız 84.; bayanlarda ise A takımımız 68., B takımımız ise 84. sırada yer alıyordu.)* Ama Türkiye'nin dünyada satrançtaki yeri bu olmamalı. Zaten olimpiyattaki yerinizi daha çok son iki tur belirliyor. 13. turda A takımımız Azerbaycan'a, son turda da B takımımız Moğolistan'a yenilmese çok daha yukarılarda yer alabilirdik. Bazen 1/2 puan fazla almak sizi 10 ülke yukarı kaydırabiliyor.

Bir ülkede satrancın gelişmesi çarçabuk olmuyor. Milli takımın bazı oyuncuları Fatih Ekspresi ile Ankara'ya dönerken, yemek masasında satranç takımı açmaları "kumar oynamak yasak" diyerek engelleniyor. Bir kaç yıl önce de Bilkent Üniversitesi'nde satranç sitelerine giriş yapan öğrencilerin internet bağlantılarının aynı gerekçe ile iptal edilmesi beni dehşete düşürmüştü. Önce satranç kültürünün yerleşmesi gerekli. Bunun da en etkili yolu okullar... Satranç okullarımızda en azından seçmeli ders olarak yer almalı.





Soldaki resim: İzlemeye gelenler arasında okullar da vardı. İki hafta boyunca hiç azalmayan yoğun ilgi seyirci sayısında kısıtlamaya neden oldu. Girişler o kadar sıkı tutuldu ki kartını unutan oyuncu ve kaptanlar içeri alınmayarak otellerine geri gönderildi. Tabii Türk Millileri hariç... İlk günlerde kartsız giren ve tanıdığı ülke oyuncu ve kapkanlarını da gerektiğinde kartsız içeri sokan millilerimizin, organizasyonla yaşanan sürtüşmenin ardından hiç bir görevlinin bulunmadığı ikinci girişi keşfetmeleri uzun sürmedi ve bir daha sorun yaşamadık. Birkaç oyuncu ve izleyicinin korsan girişi kimseye zarar vermedi! Sağdaki resim: Yıllar önce milli takım arkadaşı olarak paylaştıkları heyecanı bu kez yönetici ve kaptan olarak yaşadılar. İlk Uluslararası ustamız İlhan Onat (solda) ve Kahraman Olgaç(sağda), bugüne kadar milli takımlarımızda yer alan en genç (89 doğumlu) oyuncumuz Betül Cemre Yıldız'ı izliyorlar.

Olimpiyat için sayısız kişi emek verdi, didindi. Artılarımız da var eksilerimiz de. Ama artılarımız çok daha fazla. 2 hafta boyunca ağırladığımız binlerce seçkin konuk Türkiye'den olumlu izlenimlerle ayrılıyorlar. Öncelikle Türkiye'de satranç olimpiyatı fikrinin babası Kahraman Olgaç, bu olimpiyatın Türkiye'ye getirilmesinde en çok emeği geçen Emrehan Halıcı, Türk Milli Takımının kalacağı yer sorununa el koyarak çözümlenmesini sağlayan *(aksi takdirde günde 7,5 saat müsabaka üzerine sporcularımız bir de "kıtalararası yolculuk" yapacaklardı, çünkü Milli Takımımız'a uygun görülen Anadolu yakasında bir misafirhaneydi; üstelik tüm konuk ekipler turnuva salonuna yürüme mesafesindeki otellere yerleştirilmişken)* Gençlik ve Spor Genel Müdürü Kemal Mutlu, bu en kritik günlerde Satranç Federasyonu Başkanlığına vekalet ederek her türlü sorunumuzla yakından ilgilenen Satranç Federasyonu Genel Sekreteri Yıldırım Güner, Türkiye Baylar B takımı kaptanlığını yaparken deneyimlerinden ve desteklerinden yararlandığım değerli kaptanlar Demir Büyüközkaya *(Türkiye A)*, İlhan Onat *(Türkiye Bn. A)*, Hayri Özbilen *(Türkiye Bn. B)*, Milli Takımlar başantrenörü büyükusta Evgeni Vasiukov ve onca meşguliyeti arasında Milli takımımızın her türlü yardımına koşan turnuva direktörlerinden Hayal Şenyurt'a teşekkürü borç biliyorum.

Aybar Karaçay

Sonuçlar

Erkekler (126 takım): 1. Rusya (38/56); 2. Almanya (37); 3-4. Ukrayna, Macaristan (35,5); 5. İsrail (34,5); 6. Gürcistan (34);... 59-65. Türkiye A (28,5); 66-71. Türkiye B (28)...

Bayanlar (86 takım): 1. Çin (32/42); 2. Gürcistan (31); 3. Rusya 28,5); 4. Ukrayna (27), 5. Yugoslavya (26); 6. Hollanda (25,5); ... 62-67. Türkiye A, Türkiye B (19,5)...

Erkeklerde en iyi performans "rating"i: Alexander Morozevich [Rusya]

Bayanlarda en iyi performans "rating"i: Zhu Chen [Çin] (detaylı bilgi için: www.istanbulchessolympiad.com)



Çerçi

Şahin Koçak

Öklid'in Saltanatı ve Sefaleti (II)

...

Ve devam etti Orhan Ş. İçen:

- Öklid'in kalıbı yoktu. O devirlerde senin tabirinle, ayakla ayakkabı arasında bir fark yoktu. Her ayağın ona tam uyan bir ayakkabısı vardı ve ayaklar ya da insanlar o ayakkabı ile o kadar bütünleşmişlerdi ki, onun farkında bile değildiler. Biçim ve içerik birbirinden ayrılmaz durumdaydı.

Evet, Orhan Bey ne kadar haklıydı. Çok uyumlu şeylerin farkına varılmıyordu. Onun için, uyumsuz olmak lazımdı. O gece birkaç arkadaş sabaha kadar Yenikapı, Kumkapı havalisinde avarelik ettik. Saatler ilerledikçe, kendi kendime, uyumlu olmanın ne zararı vardı yani diye sormaya başlamıştım. Ara ara gözüm ayakkabıma kayıyordu. Beni hiç tanımayan ve benim de tanımadığım birisi tarafından imal edilmişti ve tesadüfler bizi bir araya getirmişti. Benim ayağıma uyacak başka binlerce ayakkabı kimbilir hangi raflarda bekliyordu. Modern zamanlar işte böyleydi. Biçim ve içerik birbirinden ayrılmıştı. Oysa çok değil daha on sene önce (yani o tarihten on sene önce) bayramlar yaklaşırken ayaklarımızın biçimi çıkartılır ve tam ona göre ayakkabı diktirilirdi. O zaman o ayakkabı bizim bir parçamız olurdu. Bunun ne zararı vardı?

Ertesi akşamüstü gene Orhan Bey'in odasındaydık:

- Hocam, biçimle içerik neden birbirinden ayrıldı?

- Çünkü (Bana ne zaman Çekirge diyecek?!), aynı bir içeriğin birçok biçimi olabilir ve aynı bir biçime birçok içerik uyabilir. Bu tabii zamanla fark edildi ve kavrandı. Bugün artık matematiğin esas konusu biçimler, yani strüktürlerdir. Bunlara bir tür kalıp gözüyle bakılabilir.

Evet çok ilginçti. Böylece biçim, içeriğin önüne geçmiş oluyordu. Bunun hayatta böyle olduğu zaten belliydi. Fakat matematikte de böyle olması beni şaşırttı. Gene sokaklarda dolaşarak Orhan Bey'in sözlerini kavramaya çalışıyordum. Örneğin, tuğladan yapılmış bir ev, aynı plan korunarak taştan, betondan veya tahtadan da yapılabilirdi. Ama aynı tuğlalardan çok farklı planlara sahip başka evler de yapılabilirdi. Ya da ketenden dikilmiş bir gömlek aynı formda ipekten de dikilebilirdi. Diğer yandan ketenden, başka formda bir gömlek veya pantolon da dikilebilirdi. Ama ipekten bir pantolon uygun olmazdı herhalde. Her malzeme de her forma girmiyordu ya da uygun düşmüyordu. Tahtadan da gömlek çakılmazdı herhalde.



Ama biçimle içeriğin nasıl birbirinden ayrıldığını hâlâ tam olarak kavrayamıyordum. Ama İstanbul büyük şehirdi. Şair kırtasiyecileri, filozof tuhafiyecileri vardı. Böyle bir tuhafiyeciye gittim ve bir gömlek istedim. Vakur satıcı birkaç gömlek çıkardı. Birini beğendim ve adama "Şunu almak istiyorum, ama gömleğin kendisi kalsın, bana biçimini verin" dedim. Adam şöyle bir yüzüme baktı ve "Delikanlı, burası Plato'nun bakkal dükkânı değil" dedi. Israrcı olmanın bir anlamı yoktu. Biçimle içerik ayrılmıyordu işte.

- Hocam, biçimle içeriği ayıramıyorum. Aynı maddelerden farklı şekiller yapılabilir ve farklı maddelerden aynı şekiller yapılabilir. Siz bunu mu demek istemiştiniz?

- Hem öyle hem değil, dedi Orhan Bey. Ama senden iyi bir çırak olacak. (Keşke ölmeseydi. Belki bir gün bana Çekirge derdi.) Genelleştirme matematikçilerin bir hastalığıdır. Bu onları düzen arayışına iter. Ama her kavramı kendi geçerlilik alanı içinde kullanmak ve zorlamamak gerekir. Biçim-içerik ilişkisini bir yap-boz oyununa da indirgememek gerekir. İçerik bir hammadde değildir. Aslında hammaddenin de

bir biçimi vardır. Her kavram bir biçimdir aslında. Her nesne bir anlamda sonsuzdur ve birçok çehresi vardır. Her çehre bir biçimdir. Kalıp, strüktür, yapı, form, biçim, çehre dediğimiz şeyler hep aynı şeylerdir. Her nesne bir yönüyle bir biçime, bir başka yönüyle başka bir biçime sahiptir. Bir başka nesne de bir yönüyle bu biçimlerden birine sahip olabilir. Dolayısıyla bir biçim, paylaşılmış olur ve sadece o nesneye ait olmaktan çıkar. İşte biçimle içerik böyle ayrılır.

Evet, galiba yavaş yavaş anlamaya başlıyordum. Önemli olan bir insanı moleküllerine ayırıp, onları tekrar birleştirerek yeni bir biçime sokmak değildi. Bu da eğlenceli olabilirdi ama, önemli olan o insandaki saklı biçimleri görmekti. Örneğin o insan memeli bir hayvandı. Ama daha ne memeli hayvanlar vardı. O insan bir omurgalıydı. Daha ne omurgalılar vardı. İnsanda saklı daha ne biçimler vardı. Ben bunları biliyordum. Bir ara kendimi Moliere'in "Kibarlık Budalası" gibi hissetmeye başladım. Ama bunların Öklid'le ne alakası vardı?

- Hocam, bunların Öklid'le ne alakası var?

- Bana Öklid'in kalıbını sormuştun. İstersen bu meseleye o günün gözüyle değil, bugünün gözüyle bakmaya çalışalım. Öklid için bir düzlem, içinde sayısız özellikler barındıran idealize bir gerçeklikti. Öklid bütün o teoremleri önünde hazır bulmuştu ve tek derdi onları bir düzene sokmaktı. İspat fikri de, yani bilinen şeylerden mantıksal çıkarsama ile yeni şeylerin elde edilmesi fikri de biliniyordu. Öklid'in geometriye tek katkısı, apaçık doğru kabul edilebilecek ya da doğruluğu diğer gerçeklere göre daha kolay kabul edilebilecek birtakım özellikleri öne çıkararak, diğer gerçekleri bunlardan mantıksal çıkarsama ile elde etmek oldu. Öklid, biraz idealize bir şekilde de olsa, bir gerçeklikten söz ettiğini düşünüyordu. Noktaları, doğruları bile tanımlama cesaretini göstermişti. Biz bugün cesaret diyoruz ama, bu onun için bir doğallıktı. Ancak onun belki de en büyük hatası buydu. Düzlem geometri onun için başka alternatifleri de olabilecek bir kalıp, bir strüktür değildi. Tek gerçeklikti.

- Peki sorun nereden çıktı?

- Bütün sorun Öklid'in aksiyom ya da postulat dediği 5 apaçık özellikten birisinin (sonuncusunun) insanlara o kadar apaçık gelmemesinden kaynaklandı. Çok geçmeden insanlar bu beşinci özelliği diğer dördünü kullanarak ispatlamaya kalkıştılar. Ama ne yaptılarsa bunu başaramadılar ve bu mücadele 2000 sene sürdü. Ömer Hayyam ve Nasreddin Tûsi bile bu problemle uğraştılar.

- Peki sonra ne oldu?



Aynı nesnenin farklı çehreleri

- Sonra anlaşıldı ki aslında 5. aksiyom diğerlerinin bir sonucu değildi. Yani o olmasa da, veya başka türlü olsa da, gene bir geometri olurdu. Ama bunu kavramaktan çok kabul etmek bir meseleydi ve bunun için akıldan çok düşünce cesareti gerekiyordu. Çünkü bu, başka türlü geometrilerin de olabileceği anlamına geliyordu. Bunu ilk fark eden Gauss bile bu kavrayışını, tepkilerden çekinerek, gizli tutmuştu.

- Bu gerçekten ürküntü verici birşey. Yani biz aslında başka bir evrende yaşıyor olabiliriz.

- Herhalde aynı evrende yaşıyoruz da, Evrenimiz Öklid'in düşündüğünden başka türlü olabilir. Ama önemli olan belki bu da değil. Biz Öklid'in düşündüğü evrende yaşıyor bile olsak, teorik olarak başka evren biçimleri de mümkün olabilir, daha doğrusu başka türlü geometriler de düşünsel bir gerçekliktir ve Öklid'inki ile aynı derecede varoluş hakkına sahiptirler.

- Yani Öklid'in kalıbına uymayan ayaklar var.

- Öyle diyorsan öyle olsun. Şimdi Öklid'in kalıbından artık söz edebiliriz. Öklid'in kalıbı, onun beş aksiyomu ile tanımlanan bir biçim, bir strüktürdür. Öklid'in zihnindeki düzlemin en önemli çehresi bu biçimdir. Tabii ki onun düzleminin başka çehreleri de vardır. Örneğin onun noktaları da belli bir biçimdedir, çünkü onları tarife çalışıyor. Ama başka türlü, kollu, bacaklı "nokta"lardan oluşacak bir "düzlem" de gene o beş aksiyomla tanımlanan çehreye sahip olabilir. Bunu daha önce konuşmuştuk. Bir nesnenin farklı çehreleri olabilir ve farklı nesnelerin ortak çehreleri olabilir.

Sonunda zihnim durulmaya başlamıştı. Bu işin ayrıntısını da adamakıllı öğrenmek istiyordum. O beş aksiyom tam olarak neydi? Öklid'inkinden başka türlü olan düzlemler nasıldı? Ama bu Orhan Bey'le son görüşmelerimizden biri oldu. Tamamen onun yardımıyla, kara Avrupasının küçük bir kentine doğru yola çıkarken, öyle bir ustaçırak ilişkisini ve içtenliğini bir daha yaşayamayacağımı bilmiyordum.

Bir yıl kadar sonra Öklid'in bir çevirisini elimde tuttuğumda yüreğim güp güp atmaya başlamıştı. Huşu içinde sayfaları çevirdim. Epeyce bir önsöz ve Öklid'in kendi tanımı ve aksiyomlarından sonra ilk teoreme geldim: Ve başıma kaynar sular döküldü: Daha ilk teorem yanlıştı! Bazı yönleri tartışılsa da, argüman keskinliği olarak 2000 yıldır bir mükemmelliyet örneği olarak gösterilen bir kitabın daha ilk teoremi yanlıştı. Yoksa ben mi yanlış düşünüyordum? Panik içinde danışacak birini aramaya başladım.

...

Forum

Değerli Okurlar,
Görüşlerinizi en çok ***400 kelimeyi geçmeyecek biçimde ve fotoğrafınızla birlikte*** *"TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz. Forum köşesine aşağıdaki telefon ve faks numaralarıyla da erişebilirsiniz:*
Tel: (312) 467 32 46 - 468 53 00/ 1067 (Gülgûn Akbaba) Faks: (312) 427 66 77

Beni Bu Bilgisayarlar Mahvetti

Ah bu bilgisayarlar! Artık öyle bir zamanda yaşıyoruz ki, her şey, ama her şey bilgisayarlarla idare edilmeye başladı. Ama, ben sanırım çağın biraz gerisinde kaldım. Bilgisayar anlamında tabii. Evimde uzunca bir süredir bilgisayar olmasına rağmen, daha yeni İnternet'e bağlandım ve hayatımın ilk "mailini" geçen gün attım. Aslında İnternet'e girmek o kadar da korkulacak bir şey değilmiş; hatta gayet de iyi bir şeymiş. Teknolojinin bu kadar hızlı bir şekilde gelişmesinin bazı, hatta birçok alanda yararlı olduğunun, pek çok işi kolaylaştırdığının farkındayım; ama yine de içimdeki birtakım kuvvetli dürtüler ve sesler, bu hızlı ilerleyişin sonunun o kadar hayırlı olmadığını ve bu bilgisayar dünyasının "süperrr" olmadığını fısıldıyorlar bana.

En başta, çılgınlar gibi oynanan bilgisayar oyunlarına feci şekilde karşı olduğumu belirtmek istiyorum. Tamam, oyun da oynarsın, ama bütün gününü bilgisayarın başında geçirerek, yalnızca bazı ihtiyaç molalarıyla gerçek hayata dönerek, o güzelim saatleri heba etmeye ne gerek var? Yüz yüze konuşmak ve birbirini tanımaya çalışmak varken, bütün gün "chat" yapmaya ne gerek var? Hele bir de karşındakinin söylediklerinin doğru olup olmadığından emin değilsen ve aynı şeyleri karşındaki insanın da senin için düşündüğünü biliyorsan. Tamam, ben de bir kere "chat" yaptım, yapmadım değil ha. Ama yine de, bu olayı abartmak çok lüzumsuz geliyor bana.

Özellikle de çocuklar için çok endişeleniyor ve üzülüyorum. Çünkü onlar, bilgisayarın en popüler olduğu bir zamanda yetişiyorlar ve adımlarını attıkları her yerde onunla burun buruna geliyorlar. Her ne kadar onları bu tuhaf aletten birazcık olsun uzak tutmaya çalışsak bile, bunu nereye kadar başarabilirsin ki? Bence bir çocuğun, gelişirken en başta gereksinimi olan şeylerden biri sokak kültürüdür. Çünkü çocuk, bir süre sokakta yoğrulur, orada neyin ne olduğunu ve hangi durumlarda nasıl tepki vereceğini öğrenir. Dışarı çıkıp, arkadaşlarıyla top oynamak ya da canları neyi istiyorsa onu oynamadan, bilgisayar ortamlarında bir çocuk nasıl sosyalleşebilir ki?

İşin kötü yanı, bilgisayar, insanları kendine bu hızla çekmeye başlarsa, bir insanın bir bilgisayarı ve yiyecek bir şeyleri olması, yaşaması için yetecek. Kendi içlerine kapanık, sanallaşmış, gerçek dünyadan kopmuş bir topluluk yani. Bir insan, konuşmadan, dokunmadan ya da karşısındakilerin yüzlerine bakıp neler hissettiklerini ve düşündüklerini anlamaya çalışmadan nasıl yaşayabilir?

Sanırım ben bu konuda bayağı karamsarım ve sizin de içinizi kararttım; ama bazı gerçeklerin de görülmesi gerektiğine inanıyorum. Bilgisayarlar doğru kullanıldığı sürece gerçekten çok işe yarayabilirler. İstediğiniz bölgeye rahatlıkla ulaşabilir, istediğiniz birtakım şeyleri İnternet aracılığıyla satın alabilirsiniz, pek çok şey öğrenebilirsiniz; ama dozunu iyi ayarlamak ve bunu belli bir düzeyde tutmak koşuluyla. "Chat" yapıp oyunlar da oynayabilirsiniz, şahane müzikler dinleyebilirsiniz ya da başka ne yapmak istiyorsanız, orası size kalmış. Yeter ki, abartmadan ve çok doğru şekilde kullanalım bilgisayarı. Yeter ki, bilgisayar manyağı olmayalım! Başka güzel şeylere de zaman ayırabilelim. O zaman hiçbir sorun yok zaten.

Siz bu yazıyı okuduktan sonra, benim belki yaşlı bir insan olduğumu düşünebilirsiniz tabi; ama henüz 20 yaşında genç bir insanım ve bu yaşta neden böyle düşünüyorum ben de çözemiyorum? Ama oldu işte bir kere!

Ne olursa olsun, teknolojinin bu gidişatı beni ürkütüyor. Bundan yıllar sonra neler neler çıkar daha, herhalde ben o zamanlara gelince iyice çıldırırım, ya da bir şekilde istemesem de ayak uydurmuş olurum. Ama yine de, bence siz de benim gibi yapın, çok bulaşmayın bu sanal alemlere. Hadi, dışarı çıkalım, takılalım, sonra kitap okuyup, çılgınlar gibi müzik dinleyelim, bir de sinemaya, tiyatroya gidelim, çok güzel filmler oynuyor!...

Gizem Laçin
Anadolu Üniversitesi
Eskişehir

Enerjinin Korunumu

Çevremizde sürekli kimyasal ve fiziksel olaylar oluyor. Tüm bu olaylar birbiriyle mükemmel bir uyumda ve kurallar çerçevesinde gerçekleşiyor. Olayların gerçekleşmesindeki her türden enerji alışverişini, kendiliğinden olma eğilimi ve denge konumunu inceleyen bilim dalına termodinamik denmiştir. Termodinamiğin 1. yasası şöyle diyor: "Evrendeki toplam enerji sabittir." Yani enerji yoktan var edilemez ya da var olan enerji bir anda yok olup gidemez. Ancak bir diğer enerji türüne dönüşebilir. Einstein'in kuramsal olarak bulduğu $E=mc^2$ bağıntısına göre madde de bir çeşit enerji türüdür. Buraya kadar bir sorun yok. Ancak bu yasayı günlük hayatta karşılaştığımız bazı sistemlere uygulama konusunda şüphelerim var. Basit bir jeneratör düşünün. 1kw gücünde olsun. Bu jeneratörü çalıştırdığımızda sıvı yakıt, yanma haznesine gider ve burada yakılır. Ekzotermik bir kimyasal reaksiyon sonucu enerji açığa çıkar. Yani madde enerjiye dönüşmüştür. Bu enerji pistonun hareket etmesini sağlar ve mekanik enerjiye dönüşür. Bu enerji, manyetik alan içine yerleştirilmiş iletken çerçeveyi döndürmede kullanılır. Bu hareket alternatif akım üretilmesiyle sonuçlanır ve aletimizin prizinde elektriksel bir potansiyel fark oluşur. Diyelim ki prize 1 kw gücünde bir projektör bağladık ve jeneratör çalıştığı müddetçe ışık enerjisi (ve yanında lambadan çıkan ısı enerjisi) elde ediyoruz. Yani özetle en baştaki benzinimiz jeneratörün içinde çeşitli enerji dönüşümlerine uğrayarak sonunda ışık ve ısı enerjisine dönüşmüştür. Bu sistemde enerjinin korunumu yasası uygulanabiliyor. Ancak diyelim ki projektörümüzün anahtarını çevirdik ve devreyi kapattık. Yani artık ışık ve ısı enerjisi elde etmiyoruz. Çünkü devre kesildiği için akım sıfır oldu. Ancak jeneratörü kapatmadık ve yukarıda saydığımız enerji dönüşümlerinde herhangi bir değişim yok. Benzinimiz hâlâ mekanik enerjiye dönüşüyor? Jeneratör herhangi bir şekilde toprağa bağlı değil, elektrik havaya da gidemez, ya da bir yerde birikemez. Bizim çektiğimiz akımın değişmesine göre jeneratörün iç ısısında ya da motor devrinde bir değişim meydana gelmiyor. Jeneratörü ister tam kapasiteyle kullanalım, ister yarım ya da istersek prizine hiçbir şey takmayalım benzinimizin sarfiyatı değişmiyor. O zaman benzinin yanmasından elde ettiğimiz enerji ne oluyor?

Einstein'a göre madde enerjiye, enerji de maddeye dönüşebiliyor. Jeneratördeki enerji çevriminin başlangıcında maddemiz enerjiye dönüşüyor. Sistem sonunda çevrimdeki enerji (ısı, sürtünme gibi kayıplarda dahil) ne bildiğimiz enerji türlerinden birine, ne de herhangi bir maddeye dönüşüyor. O zaman acaba enerjinin korunumu yasasının istisnaları olabilir mi? Bu olay hakkında fikir alışverişinde bulunmak isteyenler eayan@turk.net adresinden bana da ulaşabilirler.

Yazımı Einstein'in bir sözüyle bitirmek istiyorum: "Gerçek karşısında, ölçülmüş tüm bilgimizin ilkel, çocukça; ama sahip olduğumuz en değerli şey olduğuna inanıyorum"

Emre Ayan
Yıldız Teknik Üniversitesi
Kimya Öğrencisi

Eğitimde Demokrasi

16 yaşında, lise 2. sınıf öğrencisiyim. Okulum, Mersin Anadolu Teknik Lisesi. Ben bu okula belli bir not ortalamasıyla girdim. Fakat Milli Eğitim Bakanlığı'nın çıkardığı bir yasayla, Anadolu Teknik Lisesi öğrencileri üniversite sınavlarında ağırlık ortalaması 0,2 ile çarpılıyor. Fakat Anadolu Liseleri'nin ağırlık ortalaması 0,5. Bizlerden sınıfımızı geçerken Anadolu Liseleri'nden istenen not ortalaması isteniyor; yani bizlerden istenen de 3.00 ortalama. Ama sınava girerken ağırlık ortalamamız 0,2.

Ben bu konuyu Forum'a şu nedenle yazdım:

Belki bu haksızlık giderilir, ya da bir yetkili bu konuda bir açıklama yapar. Gerçi ben sınava girene kadar belki haklı bir düzenleme olmaz. Ama en azından bizden sonraki öğrencilere bu mektubun bir yararı dokunabilir.

Serçin Topbaşoğlu
Mersinli Anadolu Teknik Lisesi
Öğrencisi

Eğitimde Yönetsel Gücün Etkili Kullanımı

Yönetim bilimi ve eğitim bilimindeki gelişmeler geleneksel yönetim anlayışını ve güç kullanma yöntemlerini yeniden değerlendirmemizi gerekli kılıyor. Bu yazıyı da, eğitimin kendine özgü yapısını göz önüne alarak eğitim yöneticilerinin eğitimsel lider olmaları gerekliliğini savlamakta ve eğitimsel liderlerin yönetsel gücü etkili olarak kullanabilmeleri konusunda bir bakış açısı oluşturmak amacıyla yazıyor ve tartışmaya açıyorum.

Yönetici ve liderlik kavramları birbirine yakın görülmekle birlikte eş anlamlı sözcükler değildir. Yönetici, önceden belirlenen amaçlara ulaşmak için çaba harcayan, işleri planlayan, uygulayan ve sonuçları denetleyen kişidir. Lider ise, bağlı bulunduğu grubun amaçlarını belirleyen ve bu amaçlar doğrultusunda grup üyelerini etkileyen ve davranışa yönlendiren kişidir.

Her yöneticinin liderlik yeteneklerine sahip olamayacağını ve yöneticilik rolüne sahip olmayan liderlerin de olabileceğini söyleyebiliriz. Ancak iyi bir yönetici olabilmek için aynı zamanda liderlik yeteneğine de sahip olunması gerektiği açıktır.

Gücün kullanım biçimlerine gelince: Yasal güç, belli istekleri yaptırmada yöneticinin yasalardan güç almasını ifade eder.

Ödül gücü, liderin çalışanları kontrol ederken ödülü kullanmasıdır.

Cezalandırıcı güç, liderin kontrolü cezayla sağlamasıdır.

Uzmanlık gücü, liderin görev yönelimli olması, personeline kendini bilgi ve yeterlikle kabul ettirmesidir.

Önerici güçse, çalışanlar lidere bağlı ve istekliler demektir. Bu tanımlar bana ait değil, bilim adamlarımız böyle açıklıyorlar.

Etkili liderler, çalışanları etkilemek için çoğunlukla uzman ve önerici gücü kullanıyorlar. Birçok araştırmada önerici ve uzman gücün kullanılmasıyla çalışanların performansı ve memnuniyeti arasında olumlu bir ilişki bulunmuş. Yasal ve cezalandırıcı gücün kullanılmasıyla çalışanların performansı arasında ya olumsuz ilişki görülmüş ya da ilişki bulunmamış.

Gücün kullanımı ve çalışanların tepkisi konusuna da biraz değinelim.

Liderin gücü kullanma anlayışı çalışanların performansını etkiler. Liderin çalışanları etkileme girişimlerinin motivasyonel sonuçları, bağlılık, itaat ve direnme olarak sınıflanabilir.

Çalışanlar kuruma bağlandıkları zaman istekle çalışarak liderlerinin isteklerini yerine getirirler ve en yüksek performansa ulaşırlar. Okula bağlı çalışanlar, liderin amaçlarını kabul ederler ve başarmak için en üst düzeyde performans gösterirler.

Baskıcı liderlik uygulamaları sonucu kısmen başarılı olunur, itaat sağlanır, ama çalışanlar liderin isteklerini ve amaçlarını kabul etmezler. Çalışanlar istekli değildirler ve başarmak için kabul edilebilir en az çabayı gösterirler.

Direnme birçok yönetici tarafından bilinir, sonucu açık başarısızlıktır. Çalışanlar liderin amaçlarını reddeder ve kurum normlarına uyarmış gibi görünür. Fakat görevi erteler ya da sabote eder.

Genellikle güce dayalı liderlikle çalışanların motivasyonları arasında nedensel bir ilişki vardır.

Uzman ve önerici güç uygulandığı zaman çalışanlar bağlılık davranışı gösterme eğilimindedirler. Yasal güç ve ödül gücü ise itaat eğilimi yaratır. Baskıcı güç uygulandığı zaman direnme davranışı oluşur. Uzman ve önerici gücün kullanımı yüksek performans sağlar. Çalışanları etkileme daha çok liderin ustalığına ve gücü kullanma biçimine bağlıdır. Ancak uzman ve önerici güç iyi kullanılmazsa muhtemelen sonuçta itaat ve direnme görülür. Bazen de yasal ve ödül gücü usta liderler tarafından uygun bir şekilde uygulanıldığı durumlarda çalışanlarda bağlanma davranışları görülebilir. Baskıcı tutum kesinlikle direnmeyle sonuçlanmaz, ustalıkla kullanıldığı zaman çalışanlar itaat gösterirler. Güç kullanımındaki yanlış anlayışlardan biri uzman ve önerici gücün dışında etkili liderlik biçiminin olmadığıdır. Ancak, motivasyon araştırmalarında bambaşka bulgular da vardır. Bunlardan biri; ödülün bazı durumlarda oldukça etkili olduğudur. Motivasyon araştırmaları bazen ceza uygulamasının astların kurallara ve düzene uymasını sağladığını göstermiştir.

Çeşitli ipuçları göstermiştir ki yasal yürütme yetkisi, çalışanları etkilemek için kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu yüzden etkili liderler zamandan zamana değişen beş çeşit güç kullanırlar.

Liderin etkinliği, astları yönlendirme gücünü başarılı bir şekilde kullanma ve hangi durumda hangi uygun gücü kullanmayı bilmekten gelir.

Gücü başarılı bir biçimde kullanma yetenek gerektirir. Bununla birlikte gücü kullanma isteği ve gücün kaynağının da birbirini tamamlaması gerekir.

Liderin gücü ve davranışı çalışanların davranış ve performansından doğrudan etkilenir. Gücün birleşme ve uygulama sürecinde lider çok ilginç bir paradoksla karşılaşır. Güçteki artış lidere büyük bir potansiyel ve etkileme olanağı verir. Fakat güç farklılaşması da direnme eğilimi yaratabilir. Yardımsever bir liderin astları duygusal olma eğilimindedirler, hoşnutluk ya da hoşnutsuzluk liderin ustaca davranmasına bağlıdır.

Otoriter güce bağlı olarak istenilmeden yapılanlar, özellikle bağımsızlığa ve takdir edilmeye gereksinimi olan çalışanlarda gücenme ve endişeye yol açar. Kimi zaman çalışanlarına baskıcı, kaba davranan liderlerin istek ve emirlerine karşı direnme oluşur.

Gücü başarılı bir biçimde kullanma, çalışanların saygınlığını tehdit etmeyecek etkili adımlar gerektirir. Zamanlama, iletişim, isteklerin uygunluğu, yöneticilerin, çalışanların istekleriyle de ilgilenme yeteneği gibi faktörler etkili adımlardan sayılır.

Otoriteyi kullanma yolları nedir? Çalışanlar, yöneticilerinin doğru isteklerini ve ne iş yapacakları konusunda söylediklerini genellikle kabul ederler. Etkili liderler isteklerini en uygun bir biçimde ileterek otoritelerini kullanırlar. Yasal istekler açık bir şekilde ifade edilmelidir ve isteklerin çalışanlar tarafından anlaşılıp anlaşılmadığı kontrol edilmelidir. Yapılacak işin neden yapıldığı ve gerekçelerinin çalışanlar tarafından doğru algılanması sağlanmalıdır.

Ödülleri kullanma yollarına gelince. Ödül gücünün yaygın kullanımı liderin isteklerini yaptırmak için teşvik ediciler önermesidir. Liderle çalışanlar arasındaki daha iyi ilişki, karşılıklı çıkarlardan daha çok takım çalışması ve karşılıklı sadakat temelinde gelişir. Lider, çalışanları takdir ve onurlandırmayla birlikte, onları işinde yeterli ve işine bağlı olmasından dolayı somut ödül kullanabilir. Ödülün ölçüsü işin sınırlı bir yönünden daha çok çalışanın toplam performansına göre olmalıdır. Etkili bir lider çalışanlar için değerli olan şeyleri keşfedebilecek niteliktedir. Bunlar belki daha fazla dinlenme süresi, daha iyi bir çalışma programı ve daha cazip görevler olabilir.

Bayram Birgi
Vestel İlköğretim Okulu Müdürü
Manisa



Yaşam

Sargun A. Tont

Şef Seattle'ın Söylemedikleri...

"Gökyüzünü, toprağın ısısını nasıl alıp satabilirsiniz? Bu fikir bize garip gelir... Her parlayan çam iğnesi, bütün kumlu sahiller, karanlık ormanlardaki sis, her açık alan, vızıldayan böcek, halkımın deneyim ve anılarında kutsaldır... Hayvanlar olmadan insan nedir? Eğer bütün hayvanlar bitse, insan, ruhun büyük yalnızlığından ölürdü. Çünkü hayvanlara ne olursa, insana da aynısı olur kısa süre içinde. Her şey birbirine bağlıdır... Hayat ağını insan örmedi; o sadece bir lif onun içinde... Çocuklarınıza bizim çocuklarımıza öğrettiklerimizi öğretin. Dünya annenizdir. Dünya'ya ne olursa Dünya'nın oğullarına da aynisi olur. Eğer insanlar yere tükürürse, kendi üzerlerine tükürürler... Ben vahşiyim ve başka bir yoldan anlamam. Çayırlarda çürüyen binlerce bufalo gördüm, beyaz adamın geçen trenden vurup bıraktığı... Ben vahşiyim ve dumanlı demir atın, bizim sadece canlı kalmak için öldürdüğümüz bufalodan nasıl daha önemli olabildiğini anlamıyorum.''

Şef Seattle'ın ABD Cumhurbaşkanı'na yazdığı mektuptan(1)

Ben, bu "vahşi" kızılderilinin bu sözlerini ilk kez okuduğum zaman "Ah" dedim "Eğer Charles Darwin, Henry David Thoreau ve Shakespeare aynı zamanda yaşasaydı ve bütün yeteneklerini bir araya koyup ortaklaşa bir metin hazırlasalardı, ancak bu kadar başarılı olabilirlerdi." Ama kızılderililerden yaşadıkları toprakları terkedip hükümetin onlar için ayırdığı bir araziye, taşınmalarını isteyen Cumhurbaşkanına yazılan bu mektupta beni bazı satırlar kuşkulandırmıştı; örneğin "Çayırlarda çürüyen binlerce bufalo gördüm" sözü. Gençliğimizin bir bölümü, ABD'nin Şef'in yaşadığı kuzeybatısında geçtiği için, ki şefin adı verildiği Seattle kenti de bu bölgededir, oralarda bufalo olmadığını biliyordum. Biraz araştırma sonucu acı gerçek ortaya çıktı: Şef, ne ABD Cumhurbaşkanı'na, ne de başka birine böyle bir bir mektup yazmış. Gerçi zamanın cumhurbaşkanı, vali Stevens'ı böyle bir istek için Şefe göndermiş ama Şefin valiye sözlü olarak verdiği yanıtta çevre üzerine tek bir söz yer almadığı gibi, Şef başkanın teklifini adil olarak değerlendiriyor. Yukarıda verdiğimiz satırlardan başka "kuşun yalnız ağlayışı", "su birikintisi etrafında tartışan kurbağaların sesleri" ve "çamın koku verdiği rüzgar" gibi biz doğaseverlerin gözlerini yaşartan inciler de yok. Doğayı bir tarafa bırakın mektuptaki 'Tanrımız aynı Tanrı' ifadesi, konuşmada "sizin Tanrınız bizim Tanrımız değil!" diye geçiyor. 1854 yılında yapılan bu konuşmayı bize aksettiren tek kaynak, Henry Smith adında bir doktorun olaydan tam 33 yıl sonra bastırdığı anıları. Doğa ve çevre duyarlılığı ile ilgili bütün sözler Ted Perry adlı bir profesörün 1972 yılında Home (Ev) adlı bir film için yazdığı senaryodan alınmış. Başka bir dergide de (Gezi, Nisan 1998) kısaca değindiğim bu trajediye tekrar dönmemin nedenlerinden biri son yıllarda yapılan bir sürü araştırmada kızılderili-doğa ilişkisinin çok daha gerçekçi bir zemine oturtulması. Çok daha önemlisi, gerek çevreciler, gerek profesyonel ekologların arasında gün geçtikce yayılan doğa tahribatının en büyük nedenlerinden birisinin doğaya karşı yeteri kadar duyarlılık ve saygı göstermemiz olduğu fikridir. Bu konuda hepimiz için bir rol modeli olan kızılderililere bu kadar ilgi göstermemizin nedeni de budur.



Piyasaya geçen aylarda sürülen Prof. Shepard Krech'in yazdığı Ecolo-



gical Indian: Myth and History (Ekolojik Kızılderili: Rivayet ve Tarih) yaraya tuz biber ekiyor. (Not: İngilizce'de "myth" kelimesi klasik anlamının yanı sıra bu başlıkta olduğu gibi "gerçekleri yansıtmayan iddialar" anlamında da kullanılır. Meraklı okuyucularımız Krech'in kitabını özetliyen bir makalesini New Scientist dergisinin 23 Ekim 1999 tarihli sayısında bulabilirler). Brown Üniversitesi'nde hocalık yapan Krech, 30 yıla yakın bir süredir kızılderilileri inceleyen çok saygın bir antropolog ve kitabında anlattıkları pek iç açıcı şeyler değil. "Amerika kıtasına ilk ayak basan Avrupalıların orada bir cennet görmeleri normal" diyor Krech, çünkü o zamanlar kızılderili nüfusu üç milyonla yedi milyon arasındaydı". Yani isteseler de o kadar zarar veremezlerdi. Çevre duyarlılığına gelince: Av hayvanlarını daha kolay yakalayabilmek için ormanların yakılması sık sık başvurulan bir yöntemmiş. Kürkü çok makbul sayılan kunduz o kadar avlanmış ki, 1700 yılında bir çok yerde nesli tükenmeye yüz tutmuş. En popüler geyik avlama taktiklerinden bir tanesi hayvanları bir uçurumun kenarına getirdikten sonra korkutarak aşağı atlamalarını sağlamak, aşağıdaki sert kayaların üzerinde can çekişen hayvanları parçalara bölmek ve sadece dil ve but gibi hoşlarına giden parçaları aldıktan sonra geri kalanları çürümeye terk etmek. Gerçi Krech bufalo katliamından beyaz adamı sorumlu tutuyorsa da kızılderililerin de binlerce bufaloyu sadece dillerini yemek için öldürdüğünü de eklemeyi ihmal etmiyor. Kısacası bir çok alanda kızılderilinin çevre duyarlılığı beyaz adamınkinden pek farklı değil. Yalnız burada hemen eklemek istediğimiz bir nokta var, o da nasıl Avrupalı dediğimiz zaman aklımıza tek bir tip gelmiyorsa, aynı şekilde, Kuzey Amerika'da yaşayan dili, gelenekleri ayrı yüzlerce kabileyi de aynı kefeye koymak doğru değil. Örneğin, Navaho kabilesi çok savaşçı bir kabile olarak bilinirken, Hopiler son derece barışsever bir toplum olarak bilinir.

Kızılderililerin doğayı bir anne gibi algıladıkları sık sık gündeme gelir. Ama Prof. Sam D. Gill'in yazdığı Mother Earth: An American Story (Doğa Anamız: Bir Amerikan Hikayesi), adlı kitabında bu imaja kızılderililerin ancak 1960'lı yıllarda patlayan çevre hareketleri sırasında sahip çıktığını yazıyor. Buna benzer başka çalışmalar da var; ama isterseniz gelin bu trajediye bir perde çekip biz bu insan üstü 'yaratık' imajının nasıl ortaya çıktığına bir bakalım.

Geçen ay bu sayfalarda sizlerle paylaştığımız büyük şairimiz Adülhak Hamit'in Sahra adlı şiirinde çöl insanının kent insanına nazaran doğayla daha uyumlu bir yaşam sergilediğini, daha dürüst ve en önemlisi çok daha mutlu olduğunu yazmıştık. Emin değiliz ama, şairimizin böyle bir şiiri edebiyatımıza kazandırmasının nedeni, Fransa'da bir süre bulunması ve o ülkenin kültürünü çok iyi bilmesidir. Çünkü o zamanlar Avrupa, Fransız filozofu Jean Jacques Rousseau'nun (d.1712) teorileriyle sarsılıyordu. Rousseau'nun ortaya attığı tezlerden biri gerçek mutluluğun ancak kentlerden uzak, doğayla başbaşa yaşayan toplumlarda bulunabileceği idi. Rousseau'ya göre insan hür ve her türlü fenalıktan arınmış olarak doğar ama medeniyet onu fena yollara sürükler. Edebiyata ve felsefeye 'asil vahşi' diye yansıyan bu tür insanların başını da kızılderililer çekiyordu. 1760'lı yıllarda James MacPherson adında bir İngiliz, çok eski zamanlarda Biritanya adasının Galler bölgesinde yaşayan Ossian adlı bir ozanın şiirlerini bulduğunu iddia etti. MacPherson'ın o günkü dile tercüme ettiği şiirlerde anlatılan insanlar Rousseau'nun 'asil vahşi' tipine tıpa tıp uyuyordu. Bakın Ossian'ın şu satırları Şef Seattle'ın mektubundakilere (!) ne kadar benziyor "Bizim sesimiz denizin çevrelediği kayalar üzerinde parçalanan dalgalar gibi kalacak, rüzgar kesilse bile." Maalesef sonradan yapılan araştırmalar sonucu Ossian diye bir ozanın olmadığı ve MacPherson'un bu şiirleri kendisinin yazdığı ortaya çıktı. Fakat ne olursa olsun sonradan kafileye katılan Hermann Melville gibi yazarların da çabaları sonucu 'Asil Vahşi' imajı belleklerde perçinleşti.

"Peki ama" diyeceksiniz, "bu tür araştırmaların üzerinde bu kadar durmaya ne gerek var?" Bize kalırsa geçmişi ne kadar iyi anlarsak gelecekte de o kadar az hata yaparız. Merak etmeyin, kızılderili kültüründe de doğayla ilgili çok güzel şeyler var. Belki bir gün fırsat bulup o yönlerini de sizlere aktarabiliriz. Bazı bilim insanları bu imajın ortaya çıkmasını beyaz adamın "Evet bizler doğayı bu kadar tahrip ettik ama, aramızdan böyle insanlar da (kızılderililer) çıktı" kabilinden bir nevi günah çıkarmasına bağlıyorlar. Bize kalırsa bu konuda en güzel sözü Krech'e bir kızılderili söylemiş. "Benim bir beyaz adam gibi olmak istememem bir mitolojik yaratık olmak istememem anlamına gelmez. (Benim istediğim) sadece gerçek bir insan olmak."



Ray Kurzweil, Ruhu Olan Makineler Çağı adlı kitabında, insanla bilgisayar arasındaki ilişkilerin 21. yüzyılda alacağı biçimi sorguluyor. Bilgisayar zekâsının insan zekâsını eninde sonunda geçeceğini savunan henüz Türkçeye çevrilmemiş bu kitaptan kısa bir alıntı…

Günümüzde bilgisayarlar, satranç oynamak, belirli hastalıklara teşhis koymak, hisse senedi alıp satmak ve güdümlü füzeleri yönlendirmek gibi birbirinden çok farklı ancak çok sınırlı alanlarda insan zekâsını aştı. Yine de insan zekâsı bir bütün olarak çok esnektir ve yeni gereksinimlere ve değişen koşullara çok daha iyi uyum sağlayabilir. Bilgisayarlar hâlâ bir mutfak tezgâhının üzerindeki nesneleri tanımlayamıyor, bir filmin konusunu anlatamıyor, ayakkabı bağlayamıyor, bir köpekle bir kediyi ayırt edemiyor (bunun, modern sinir sistemi ağları, yani insan sinir hücrelerinin bilgisayar simülasyonları ile artık olanaklı hale geldiğini düşünüyorum), espriden anlamıyor veya kendilerini üreten insanların çok iyi becerdiği ustalık isteyen başka işleri yapamıyor.

Yetenekler arasındaki bu eşitsizliğin nedenlerinden biri, en gelişmiş bilgisayarlarımızın bile insan beyninden daha basit olmasıdır. Dayanılan varsayımlara bağlı olarak oran değişebilir, ama bilgisayarlar insan beyninden yaklaşık bir milyon kez daha basittir. Ancak bu eşitsizlik 21.yüzyılın ilk çeyreğinde ortadan kalkacak. 20. yüzyılın başlarında bilgisayarların hızı üç yılda bir iki katına çıkıyordu, 1950'li ve 1960'lı yıllarda bu hız iki yılda bir iki katına çıktı, günümüzde ise bir yılda iki katına çıkıyor. Bu gelişme, bilgisayarlar insan beyninin bellek kapasitesine ve hesaplama hızına ulaşana kadar, yani 2020 yılına kadar devam edecek.

Bilgisayarların insan beyninin karmaşıklığına ve kapasitesine erişmesi insan zekâsının esnekliğine de erişeceği anlamına gelmiyor. Bu kaynakların düzenlenmesi ve içeriği, yani zekânın yazılımı da eşit derecede önemlidir. Beynin yazılımına benzer bir yazılım üretmenin bir yolu "ters mühendislik" yapmaktır: Bir insanın beynini yakından incelemek (21. yüzyılın başlarında bu da mümkün olabilecek) ve sinir sistemi devrelerini, yeterli kapasitesi olan bir sinir sistemi bilgisayarına (çok sayıda insan sinir hücresini taklit etmek üzere tasarlanmış bir bilgisayara) kopyalamak.

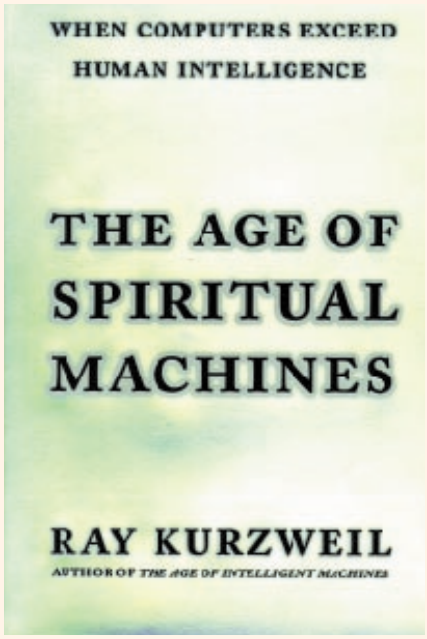
Bir makinede insan zekâsının düzeyine ulaşma konusunda pek çok inandırıcı senaryo var. Yazılı belgeleri okumanın ve anlamanın yanı sıra dil ve model bilgisini anlamak için çok sayıda paralel sinir sistemi ağını benzerleriyle birleştiren bir sistem geliştirebileceğiz ve bu sistemi yönlendirebileceğiz. Günümüz bilgisayarlarının doğal dilde yazılmış belgelerden bilgi alma yeteneği bir hayli sınırlı da olsa, bu alandaki yetenekleri hızla gelişiyor. 21. yüzyılın ilk on yılı sona erdiğinde, bilgisayarlar kendi başlarına okuyabilecek ve okuduklarını anlayıp modelleyebilecek. Böylece bilgisayarlarımıza dünyadaki bütün yazılı kaynakları (kitapları, dergileri, bilimsel yayınları) okutabileceğiz. Sonunda makineler, maddesel dünyaya dalarak, medya ve bilgi hizmetlerinin tamamına ulaşarak ve birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunarak (makineler bunu kendilerini yaratan insanlardan çok daha kolay yapar) kendi başlarına bilgi alabilecek.

Bilgisayar insanın zekâsına erişir erişmez onu geçecektir. Ortaya çıkışlarından bu yana bilgisayarlar, bilgiyi saklama ve işleme yetenekleriyle insanın zihinsel becerisini önemli ölçüde aşmıştır. Bir bilgisayar milyarlarca hatta trilyonlarca veriyi saklayabilirken, biz birkaç telefon numarasını bile aklımızda tutmakta zorlanırız. Bir bilgisayar, bir saniyeden daha kısa bir sürede milyarlarca kaydın bulunduğu bir veritabanını araştırabilir. Bilgisayarlar bilgi tabanlarını kolaylıkla paylaşabilir. İnsan zekâsının, bilgisayarın yapısında var olan üstün hız, doğruluk ve belleğini paylaşabilme yetenekleriyle bir makinede bir araya gelmesi müthiş bir şey olur.

Memelilerin sinir hücreleri olağanüstü yapılardır, ancak onların aynısını oluşturamayız. Karmaşık yapılarının büyük kısmı, bilgi işleme yeteneklerine değil, kendi yaşam süreçlerinin devamını sağlamaya ayrılmıştır. Dahası, sinir hücreleri son derece yavaştır; elektronik devreler en azından bir milyon kez daha hızlıdır. Bir bilgisayar, soyut kavramları anlama, modelleri tanıma ve insan zekâsının diğer nitelikleri konusunda bir insanın yetenek düzeyine eriştiğinde, bu yeteneği hem insan kaynaklı hem de makine kaynaklı bilgilerden oluşan bir bilgi tabanı oluşturmak için kullanabilir.

Bilgisayarların insan zekâsıyla ciddi biçimde rekabet edeceğine dair önermeye yaygın tepki, esas olarak mevcut kabiliyetin sorgulanmasına dayanan bu ürkütücü önermeyi ciddiye almamaktır. Ne de olsa, bilgisayar zekiymiş gibi göründüğünde bile, zekâsı sınırlı ve esneklikten uzaktır. Bir kişisel bilgisayarın mizah duygusuna sahip olduğunu, bir fikri olduğunu veya insan düşüncesinin diğer sevimli niteliklerinden birini taşıdığını hayal etmek bile zor.

Ancak bilgisayar teknolojisinde hiçbir şey durağan değil. 10-20 yıl önce imkânsız gibi görünen bilgisayar marifetleri bugün gerçekleşiyor. Bunların arasında, bir insanın konuşmasını fonetik işaretlerle göstermek, bir konuşmayı anlamak ve akıllıca yanıtlamak, elektrokardiyografi ve kan testleri gibi tıbbi işlemlerde hekimlerin doğruluğuyla rekabet edecek bir doğrulukla sonuçları değerlendirmek ve tabii ki dünya şampiyonları düzeyinde satranç oynamak gibi yetenekler de var. Önümüzdeki on yıl içinde, bir insan dilinden diğerine konuşmaları anında çeviren telefonlar, dünyadaki bilgi kaynaklarını hızlı bir biçimde tarayabilen ve anlayabilen akıllı kişisel yardımcılar ve kapsamı, esnekliği gitgide artan bir zekâya sahip makineler göreceğiz.

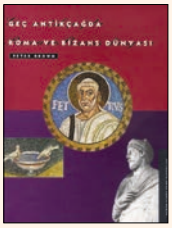


The Age of Spiritual Machines
Ray Kurzweil
Viking Penguin, 1999, 388 sayfa

21. yüzyılın ikinci on yılında, insan ve makine zekâları arasında kesin bir ayrım yapmak daha da zorlaşacak. Bilgisayar zekâsının hız, doğruluk ve kapasite bakımından üstünlüğü iyice belirginleşirken insan zekâsının üstünlüklerini ayırt etmek gittikçe güçleşecek.

Bilgisayar yazılımının marifetleri pek çok insanın düşündüğünden daha iyi. Bilgisayar teknolojisindeki son yenilikleri, örneğin konuşmaları ve yazıları anlayan bilgisayarları gören insanların şaşırdığını sıkça gözlemişimdir. Sıradan bir bilgisayar kullanıcısının konuşmayı anlama teknolojisiyle ilgili bildiği son şey büyük olasılıkla, sınırlı bir sözcük haznesi olan, sözcükler arasında duraklamalara gerek duyan ve sonunda da yanlış yapan, birkaç yıl öncesine ait bir yazılımdır. Bu kullanıcılar, 60.000 sözcüklük bir hazneye dayanan kesintisiz bir konuşmayı, bir insan kadar doğru anlayan günümüz sistemlerini görünce şaşırıyorlar.

Çeviri: Barış Bıçakçı



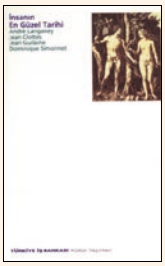
Geç Antikçağda Roma ve Bizans Dünyası
Peter Brown
Çeviren: Turhan Kaçar
Tarih Vakfı Yurt Yayınları 2000

Roma İmparatorluğu, MS 150 yıllarında bütün Akdeniz çevresine ve Avrupa'ya klasik uygarlığın damgasını vurmuştu. Ama bu klasik dünyada bir yandan da yeni inançlar, yeni düşünceler, yeni toplum biçimleri filizleniyordu. MS 150-750 yılları arasındaki sosyal ve kültürel değişimler geç antikçağ dünyasının klasik uygarlıktan farklılaşmasına yol açtı. Hıristiyanlığın doğuşu ve yayılışı, Doğu'da İran kültürünün gelişmesi, ardından İslamiyet'in doğuşu ve yayılışı, Akdeniz uygarlığını, Akdeniz insanını değiştirdi. Bu yüzyıllar, birçok eski köklü gelenek ve kurumun bir daha canlanmamacasına yok olduğu bir dönemdi. 476 yılında Batı Avrupa'da artık Roma İmparatorluğu egemenliğine kaybetmişti. Oysa Doğu'da Bizans İmparatorluğu bütün görkemiyle ayaktaydı. Tarih Vakfı Yurt Yayınları'ndan çıkan bu kitapta, Princeton Üniversitesi'nde tarih profesörü olan Peter Brown, geç antik çağdaki değişmeleri ve bu çağın insanlarının bu değişmelere verdiği tepkileri inceliyor. Brown'a göre bu çağ olağanüstü yeni başlangıçlar dönemiydi. Hıristiyanlığın Avrupa'yı, İslamiyetin Ortadoğu'yu etkilemesi dünyayı değiştirdi. MS 200'lerde birbirine çok benzeyen kültür dokusuna sahip Akdeniz dünyası, ortaçağda birbirine yabancı toplumlara bölündü: Katolik Batı Avrupa, Ortodoks Bizans ve İslam dünyası. Benzer zıtlıklar bugün bile kendini göstermeye devam ediyor. Brown'un bu eseri geçmişi günümüze bir adım daha yakınlaştıran özenli bir çalışma.



Türkçe Sorunları Kılavuzu
Necmiye Alpay
Metis Yayınları 2000

Necmiye Alpay, Türkçe konuşup yazanların karşılaştığı sorunları incelediği bu kılavuzda bir açığı kapatıyor. Yazım ve söyleyiş sorunları, yerinde kullanılmayan terim ve kavramlar, cümle yapısı, kısaca anlatım sorunlarına yer veriliyor bu kitapta. Öğrenci, öğretmen, yazar, çevirmen, kısaca Türkçeyi kullanan herkes için bir başvuru kitabı bu. Elinin altında böylesi bir kılavuzla büyük olasılıkla ayrıca bir yazım kılavuzuna gereksinim duymayacaksınız. Ancak yine de bu kitabın bir yazım kılavuzu, sözlük ya da ansiklopedi olmadığını, Türkçedeki bütün sözcükleri değil, yalnızca kullanımı sorunlu görünen sözcük, söyleyiş, ve konuları içerdiğini hatırlatalım.



İnsanın En Güzel Tarihi
Andre Langeney
Jean Clottes
Jean Guiline
Dominique Simmonnet
Çeviri: Emine Çaykara
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları 2000

Biz kimiz? Nereden geldik, nereye gidiyoruz? Dünyayı bir uçtan diğerine ne zaman dolaşmaya başladık? Aklımız ne zaman devreye girdi? Din kavramına ne zaman sahip olduk? Hayal gücümüz dünden bugüne nasıl bir değişim geçirdi? Eş, aile, toplum nasıl doğdu? Ya sanat ve aşk? İnsanın En Güzel Tarihi'nde, Fransa'nın kendi alanında uzman üç bilim adamı bu ve benzeri soruları yanıtlıyor. İnsana özgü üç perdelik komedinin üç keşifle ortaya çıktığını söylüyorlar: Toprağın, hayal gücünün ve gücün keşfi. Bunlar bir bakıma insanın kendini doğadan ayırması, onu sömürgeleştirmesi ve sonra da kendi kültürünün tuzağına düşürmesi anlamına geliyor. Bizler bugün otoriteyi, hiyerarşiyi göklere çıkarıyor; ama doğanın sesine kulak vermiyoruz. Evcilleştiğimizi söylüyoruz ama vahşi yanımızı hep koruyoruz. Acaba hâlâ tarih öncesi dönemde mi yaşıyoruz?

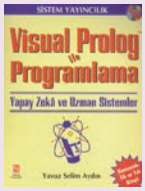
İnsanın En Güzel Tarihi adlı bu kitapta insanın aklını kurcalayan soruları ve yanıtlarını bulmak mümkün; hatta belki aklımıza hiç gelmeyen soruları da. Dominique Simmonnet bu soruları Fransa'nın üç uzman bilim adamına insanlık adına soruyor sanki:

"Dominique Simmonet: Bugünkü gelişim teorisine göre, yeni bir türün doğması için, küçük bir grubun kendi köşesine çekilmesi ve yepyeni bir görünüm alması gerekiyor. Gelişmek denen şey bu, değil mi?

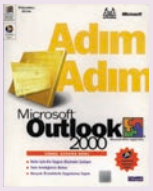
Andre Langaney: Genel olarak böyle: Küçük bir topluluk kendi kökenlerinden farklı bir çevrede kendini izole olmuş bulur, ayrıldığı topluluklu üremesini engelleyen bir dizi genetik değişim geçirir. Eğer yeni çevresinde hayatta kalabilirse, kendini yeni bir tür olarak kabul ettirir. Örneğin, Amazon ormanlarında yaşanmış olan budur. Bir kuraklık döneminde, bazı hayvan türleri kendilerinden öncekilerden çok daha farklı şartlarda ormanın küçük bir bölgesine sıkışıp kalmışlardır. Yeni türler burada ortaya çıkmıştır. İklim yeniden nemli döneme geçince bunlar birbirlerinden o kadar farklılaşmışlardır ki birbirleriyle karşılaşmamışlarlardır bile."



Kış Ruhu
Edward Said
Metis Yayınları
İstanbul 2000



Visual Prolog ile Programlama
Yavuz Selim Aydın
Sistem Yayıncılık
İstanbul 2000



Adım Adım Microsoft Outlook 2000
Çeviri: Hülya Kale, Süleyman Kale
Arkadaş Yayınları
Ankara 2000



Kleopatra
Michel Peyramaure
İnkılap Yayınları
Çeviri: Yeşim Doğruoğlu, Uğur Soner
İstanbul 2000

Tarih Boyunca Dünyayı Sarsan Doğal Felaketler
Yayıma Hazırlayan: Yücel Feyzioğlu
Pencere Yayınları
İstanbul 2000



Bu Ölümsüz
Roger Zelazny
Metis Yayınları Çeviri: Sönmez Güven
İstanbul 2000



Hicaz Demiryolu
Murat Özyüksel
Tarih Vakfı Yurt Yay.
İstanbul 2000



Bir Filozofun Gezi Günlüğü
Hermann Keyserling
İzdüşüm Yayınları
Çeviri: Ayşegül Yurdaçalış
İstanbul 2000



Olimpiyatın Ardından

Bir satranç olimpiyatını daha geride bıraktık. Ama bu kez ev sahibi olmanın heyecanı ve gururunu yaşayarak. Herkes kendince anılar edindi. Bazıları unutulacak, bazıları ömür boyu hatırlanacak, bazıları sır olarak saklanıp bazıları paylaşılacak anılar. Ama 2000'e yakın yabancı konuk İstanbul 2000'i hiç unutmayacak.



Boris Kutin *(Slovenya Satranç Federasyonu Başkanı ve Avrupa Satranç Birliği Başkanı):* İstanbul'a daha önce de bir çok kez geldim. Tam hatırlayamıyorum ama bu altıncı veya yedinci gelişim sanırım. Bence olimpik buluşma için harika bir yer. Bu benim 17. Olimpiyatım. İstanbul 2000 Dünya Satranç Olimpiyatı da bu güne kadar düzenlenenler arasında en iyilerinden biri oldu hiç kuşkusuz. Internet'in yoğun kullanımı da göz ardı edilemez tabii. Artık Internet erişimi olmaksızın büyük bir satranç organizasyonu yapmak mümkün olmayacak gibi görünüyor. Satranç dünyasında yeni bir yapılanma var. 2008 Olimpiyatı'nı İstanbul'un almasını diliyorum Türk satranççılarının oyunlarını fazlaca izleme olanağı bulamadım ama Gürcistan Satranç Federasyonu Başkanı ve yakın arkadaşım büyükusta Azmaiparashvili, burada karşılaştığı genç bir Türk satranççısının fevkalade oyunundan övgüyle sözediyordu.

Azmaiparashvili, Z (Gürcistan) - Erdoğdu, Mert (Türkiye B) [E63] 5. Tur

1.d4 Af6 2.c4 g6 3.g3 Fg7 4.Fg2 0-0 5.Ac3 d6 6.Af3 Ac6 7.0-0 a6 8.h3 Kb8 9.e4 Ad7 10.Fg5 h6 11.Fe3 e5 12.Kc1 exd4 13.Axd4 Ade5 14.Ace2 Axd4 15.Fxd4 c5 16.Fe3 b5 17.cxb5 axb5 18.b3 c4 19.Fd4 Ad3 20.Fxg7 Şxg7 21.Kc2 Fe6 22.Va1 Vf6 23.bxc4 Vxa1 24.Kxa1 Fxc4 25.Ad4 Kfc8 26.Ff1 Kc5 27.Kd1 Ae5 28.Kb2 Fxf1 29.Şxf1 b4 30.Ac2 Kc4 31.f4 Ad7 32.e5 Ac5 33.exd6 Ad7 34.Kd3 Şf6 35.Ae3 Kc1 36.Şg2 Ac5 37.Kd4 Şe6 38.d7 Axd7 39.Ke2 Şe7 40.Ag4 1-0

Moğol büyükusta ise Azmaiparashvili kadar şanslı değildi. Son turda alınan çok değerli bir galibiyet:

Erdoğdu, Mert (Türkiye B) - Hatanbaatar, B (Moğolistan) [B80] 14. Tur

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Vc7 5.Ac3 e6 6.g3 a6 7.Fg2 Af6 8.0-0 d6 9.h3 Fd7 10.a4 Fe7



Genç Mert Erdoğdu (solda), dünya sıralamasında 16. durumda bulunan süper büyükusta Azmaiparashvili'ye çok zor anlar yaşattı. Rakip ve renk ayırt etmeksizin hep kazanç için oynayan Erdoğdu, gelecekte başarı vaat eden bir stile sahip. Yıldırım Güner ve Kahraman Olgaç B Milli Takımımızı Gürcistan karşısında izliyor.

11.Ade2 0-0 12.g4 Kab8 13.Ag3 b5 14.axb5 axb5 15.g5 Ae8 16.Şh1 b4 17.Ace2 f6 18.gxf6 Axf6 19.f4 Şh8 20.Fe3 Fc8 21.Ad4 Axd4 22.Fxd4 Fb7 23.Ka7 Ka8 24.Kxb7!?? 24...Vxb7 25.e5 Ad5 26.Vg4?! [26.f5 dxe5 *(26...Vc8 27.exd6 Fxd6 28.Ah5)* 27.Fxe5 Va7 28.Ah5 Ff6 29.Fxf6 Axf6 30.Axf6 Kad8 31.Ve1; 26.exd6 Fxd6 27.Ah5 **A)** 27...Kg8 28.Vg4 *(28.f5 e5)* 28...Kae8 *(28...Ff8 29.Vxe6 Ka5 30.f5)* 29.Ke1 **A1)** 29...Fb8 30.Axg7 e5 **A1a)** 31.Axe8 exd4 *(31...Kxg4 32.Kxe5 Fxe5 33.Fxe5 Şg8 34.Af6 Axf6 35.Fxb7 Kg7 36.Fa6)* 32.Ve2 *(32.Vd1 d3 33.Vxd3 Kxg2 34.Vd4 Af6 35.Axf6 Kg1 36.Şxg1 Fa7 37.Ke8 Şg7 38.Ah5 Şf7 39.Ve3)* 32...Vf7 33.Fxd5 Vxd5 34.Ve4 Vxe4 35.Kxe4 b3 36.cxb3 d3 37.Af6 d2 38.Kd4 Kg1 39.Şxg1 Fa7 40.Şf1 Fxd4 41.Şe2 Fxf6 42.Şxd2; **A1b)** 31.fxe5 31...Fa7 *(31...Vxg7 32.Vxg7 Kxg7 33.Fxd5 Fa7 34.Fxa7 Kxa7 35.e6; 31...Kxg7 32.e6)* 32.e6 Fxd4 33.Vxd4 Vxg7 34.Vxg7 Şxg7 35.Fxd5 Şf6 36.Fb3; **A2)** 29...Vd7; **B)** 27...Kf7 28.f5 **B1)** 28...e5 29.c4 bxc3 30.Fxc3 **B1a)** 30...Axc3 31.Vxd6 Ae4 32.Vd3 *(32.Vxe5 Ke7)* 32...Vxb2 33.Fxe4 *(33.Vd5 Kaf8 34.Fxe4)* 33...Va3 34.Vxa3 Kxa3; **B1b)** 30...e4 31.Fxe4 Axc3 32.Fxb7 Axd1 33.Fxa8 Ae3 34.Kc1; **B2)** 28...Kaf8 29.Ke1 exf5 30.Vf3] **26...Vc8?** [26...dxe5 27.Fxe5 Ff6 28.Vxe6 Kad8 *(28...Ka5 29.Kd1; 28...Kfd8 29.Fxf6 gxf6 30.Ah5 Ka6)* 29.Af5 *(29.Fxf6 Kxf6 30.Ve5 Ve7; 29.Fe4 Fxe5; 29.Ah5 Fxe5 30.Vxe5 Vd7)* 29...Fxe5 30.fxe5 Vb5] **27.Ah5! Kg8 28.Fxd5!!** [28.exd6 Ff6 *(28...Af6 29.Vh4)* 29.Fxd5 Fxd4 30.Fxa8 Vxa8 31.Vf3] **28...exd5 29.e6 Vf8** [29...Ff8 30.f5] **30.Kg1! Kc8 31.b3** [31.Vxg7! Vxg7 32.Axg7] **31...Kxc2 32.Vxg7 Kxg7 33.Fxg7 Vxg7 34.Kxg7 Kc7 35.f5 Kc1 36.Şg2 Fh4 37.Kb7 Kc2 38.Şf3 h6 39.e7 Fxe7 40.Kxe7 Kc3 41.Şg4 Şg8 42.f6 Kxb3 43.Af4 Kb1 44.Kg7 1-0**





Bayan satrancında uzun yıllardır Türkiye'nin tartışmasız 1 numarası, tek bayan uluslararası ustamız Nilüfer Çınar'dan muhteşem bir oyun...

Flear, C (Fransa) - Çınar, Nilüfer (Türkiye Bayan A) [D32] 1. tur

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 c5 4.cxd5 cxd4 5.Va4 Fd7 6.Vxd4 exd5 7.Vxd5 Ac6 8.e3 Af6 9.Vd1 Fc5 10.Af3 Ve7 11.Fe2 0-0-0 12.0-0 g5 13.a3 g4 14.Ah4 Ve5! 15.Vc2 Şb8 16.g3 Ae7 17.e4 Ah5! 18.Fe3 f5 19.b4 Fxe3 20.fxe3 Kc8 21.Kac1 Axg3 22.hxg3 Vxg3 23.Ag2 Vh3 24.Kf4 Ag6 25.Vd2 g3 26.Ff3 Vh2 27.Şf1 Fb5 28.Axb5 Kxc1 29.Şe2 Khc8 30.Vd6 Şa8 31.Kxf5 Vg1 32.Kc5 Vf1 33.Şd2 K1xc5 34.bxc5 Vxb5 35.c6 Vxc6 36.Vxc6 Kxc6 37.Fg4 Ae5 38.Ff5 Kh6 39.Şe2 Kh2 40.Şf1 h5 41.Af4 h4 42.Ad5 Kf2 43.Şe1 Af3 0-1

İstanbul 2000'de, erkekler müsabakalarında 124 ülkeye Uluslararası Görme Engelliler Federasyonu ve Türkiye B takımının da katılımıyla 126 takım yarıştı. Bayanlarda da aynı şekilde 86 takıma ulaşıldı. Internet üzerinden hergün baylarda 63x4=252, bayanlarda 43x3=129, toplamda 381 oyun canlı olarak izlendi. Tüm turnuva boyunca ise 381x14=5334 oyun, anında tüm dünyadaki satrançseverlerin erişimine sunuldu.



Baylar müsabakalarında 3 bayan satranççı da yer aldı. Bunların en tanınmışı şüphesiz bayanlararası herhangi bir müsabakaya katılmayı reddeden Judit Polgar (Macaristan)

Polgar, Judir (Macaristan) - Smirin, Ilya (İsrail) [B09] 8. Tur

1.e4 g6 2.d4 Fg7 3.Ac3 d6 4.f4 Af6 5.Af3 0-0 6.Fe3 b6 7.Vd2 c5 8.0-0-0 cxd4 9.Fxd4 [9.Axd4 Fb7 10.Fd3 Abd7] **9...Ac6 10.Fxf6! Fxf6 11.h4N** [11.e5?! dxe5 12.Vxd8 Kxd8 13.Kxd8 Axd8 14.fxe5 Fg7 15.Ad5 Fb7 16.Fc4 Şf8 siyah üstün, Gomez Jurado,L-Efimov,I/Andorra 1993] **11...Fg4?** [11...h5] **12.h5! Fxh5 13.Kxh5! gxh5 14.Vd5 Kc8 15.Vxh5 Fg7 16.e5 Ve8 17.Vh3!** [17.Bd3? f5!] **17...h6 18.Fd3 Ab4 19.Fe4 e6** [19...Vd8 20.Vf5 Ke8 21.e6!] **20.f5! Kxc3** [20...dxe5 21.f6 Fxf6 22.Vxh6] **21.f6 Vb5 22.Vg3 1-0**

Ponomariov,Ruslan (Ukrayna) - Antonio,R (Filipinler) [B17] 8. Tur

1.e4 c6 2.d4 d5 3.Ac3 dxe4 4.Axe4 Ad7 5.Ag5 Agf6 6.Fd3 e6 7.A1f3 Fd6 8.Ve2 h6 9.Ae4 Axe4 10.Vxe4 Vc7 11.0-0 c5?! [11...b6] **12.Ke1!** [12.Vg4 Şf8; 11.Vg4 Şf8 12.0-0 c5] **12...c4 13.Ff1 Af6N** [13...0-0 14.Vh4 Ke8 15.Fd2 b5 16.a4 Kb8 17.d5 Djurhuus-Yevseev, Norveç 1998] **14.Ve2! b5** [14...c3 15.bxc3 Vxc3 16.Kb1 0-0 17.Kb3 Vc7 18.c4 b6 19.Ae5] **15.a4 Fb7 16.axb5 Fd5 17.b3! cxb3** [17...c3 18.Fa3 0-0 19.Fxd6 Vxd6 20.Ka4+- fikir Kea1] **18.c4 Fe4 19.c5 Fe7 20.Ka3 Fd5 21.Ad2 0-0** [21...h5!? 22.h3!+- *(…22.Axb3 Ag4 23.g3 Axh2 24.Şxh2 h4 25.Fh3 hxg3 26.fxg3 0-0-0)*] **22.Axb3 Ad7 23.Ad2 Ff6 24.Fb2 Kfe8** [24...Axc5 25.Kc1+-] **25.Ae4! Fe7** [25...Fxe4 26.Vxe4 Axc5 27.Vc2 Aa6 28.Kc3 Vb6 29.bxa6 Fxd4 30.Kb3+-] **26.Ac3 Af6 27.Axd5 exd5 28.Ke3 Ff8 29.Vf3 Ke4 30.h3?!** [30.Fd3 Ag4 31.Kxe4 Vxh2 32.Şf1+-] **30...Kf4 31.Vd1 Ae4 32.K1e2 Vd7 33.g3 Kf6 34.Vd3 Kb8 35.c6 Vc8 36.Fg2 Ad6 37.Fxd5 Kxb5 38.Fg2 Vb8 39.Fa3 a6 40.Vc2 Vc7** bayrak düştü **1-0**



Giriş kartını otelde unuttuğu için iriyarı güvenlik görevlisi tarafından omzundan sertçe tutularak tartaklanan Ponomariov masasında altın madalyaya ulaştı.

Zaw Win Lay (Myanmar) - Arduman,C (Türkiye A) [B33] 7. Tur

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Af6 5.Ac3 e5 6.Adb5 d6 7.Fg5 a6 8.Aa3 b5 9.Ad5 Fe7 10.Fxf6 Fxf6 11.c3 0-0 12.Ac2 Fg5 13.a4 bxa4 14.Kxa4 a5 15.Fc4 Kb8 16.b3 Şh8 17.0-0 f5 18.exf5 Fxf5 19.Ace3 Fe6 20.Vd3 Vd7 21.Kaa1 Ff7 22.f3 Va7 23.Şh1 Vc5 24.Ag4 Fg6 25.Ve2 Ff7 26.Kfd1 Ae7 27.Axe7 Fxe7 28.Fxf7 Kxf7 29.Vc2 Fd8 30.Af2 d5 31.c4 d4 32.Ae4 Vc6 33.Kxa5 Fxa5 34.Ag5 e4 35.Axf7 Şg8 36.Ae5 d3 37.Vb2 Vf6 38.Vd4 Kd8 39.Vxe4 d2 40.g3 Fc3 41.f4 h6 42.Şg2 Vb6 43.c5 Vxb3 44.Vc4 Vxc4 45.Axc4 Kc8 46.Axd2 Fxd2 47.Kxd2 Kxc5 48.Şf3 Kc4 49.Kd7 Şh7 50.f5 Şg8 51.h3 Ka4 52.Ke7 Kb4 53.g4 Şf8 54.Ke4 Kb1 55.h4 h5 56.gxh5 Kf1 57.Şg4 Şf7 58.Şg5 Kg1 59.Kg4 Kf1 60.Kg2 Kf3 61.Ka2 Kg3 62.Şf4 Kg1 63.Ka7 Şf6 64.Ka6 Şf7 65.h6 gxh6 66.Kxh6 Kf1 67.Şg4 Kg1 68.Şh5 Kf1 1/2

Soylu,S (Türkiye A) - Aung Aung (Myanmar) [B33] 7. Tur

1.e4 c5 2.Af3 e6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Af6 5.Ac3 Ac6 6.Adb5 d6 7.Ff4 e5 8.Fg5 a6 9.Aa3 b5 10.Fxf6 gxf6 11.Ad5 f5 12.c3 Fg7 13.exf5 Fxf5 14.Ac2 Fe6 15.Ace3 0-0 16.Fd3 f5 17.Fc2 Ae7 18.Axe7 Vxe7 19.Fxf5 Şh8 20.Fxe6 Vxe6 21.0-0 a5 22.Vd5 Vxd5 23.Axd5 Kfb8 24.a3 Ka7 25.Kfe1 Şg8 26.Kad1 Şf7 27.f3 Ff8 28.Ke4 Şe6 29.g4 Şd7 30.Şg2 Şc6 31.Şg3 Fe7 32.h4 Fd8 33.f4 exf4 34.Kxf4 Kg7 35.Kf5 Kbb7 36.Kf8 Kbd7 37.Kd2 h5 38.Kd4 hxg4 39.Af6 Kdf7 40.Kxd8 Kxf6 41.Kxg4 Kxg4 42.Şxg4 Kf2 43.b4 a4 44.h5 Şd5 45.Kc8 Şe4 46.h6 Kg2 47.Şh5 Kh2 48.Şg6 Kg2 49.Şf6 Kh2 50.Şg7 Kg2 51.Şh8 Şd3 52.h7 Şc2 53.c4 bxc4 54.b5 1-0

Karadeniz,E (Türkiye A) - Solak,D (Yugoslavya) [B06] 10. Tur

1.d4 g6 2.e4 Fg7 3.Ac3 a6 4.Fe3 d6 5.Vd2 Ad7 6.Af3 b5 7.a4 b4 8.Aa2 a5 9.c3 Fb7 10.Fc4 Agf6 11.Ag5 0-0 12.f3 d5 13.exd5 Ab6 14.Fb5 Afxd5 15.Ff2 bxc3 16.Axc3 e5 17.Age4 Axc3 18.bxc3 exd4 19.cxd4 Fxe4 20.fxe4 c5 21.0-0 Fxd4 22.Kac1 Şg7 23.Kfd1 Kb8 24.Fxd4 Vxd4 25.Vxd4 cxd4 26.Kxd4 Kfc8 27.Ke1 Kd8 28.Ked1 Kxd4 29.Kxd4 Şf6 30.Şf2 Şe5 31.Şe3 Kc8 32.Kd3 Kc1 33.Kb3 Ke1 34.Fe2 Axa4 35.Şf2 Kc1 36.Ka3 Ac3 37.Kxa5 Şf4 38.Fd3 Axe4 39.Fxe4 Şxe4 40.Ka7 Kc2 41.Şg3 Kc3 42.Şf2 f5 43.Kxh7 Kc2 44.Şf1 Kc1 1/2

Van Beers,E (Belçika) - Karadeniz,E (Türkiye A) [D31] 12. Tur

1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 c6 4.Af3 dxc4 5.a4 Fb4 6.e3 b5 7.Fd2 a5 8.axb5 Fxc3 9.Fxc3 cxb5 10.b3 Fb7 11.bxc4 b4 12.Fb2 Af6 13.c5 0-0 14.Fb5 Fc6 15.Va4 Ve8 16.Fxc6 Axc6 17.0-0 Ae4 18.Kfc1 Vd7 19.Ae1 f5 20.Ad3 Ka7 21.f3 Af6 22.Kd1 Ad5 23.Şf2 f4 24.exf4 Axf4 25.Axf4 Kxf4 26.Vb3 Kf5 27.Ka4 Kd5 28.Kda1 h6





Eşi, 7 saati aşan oyunlarda olimpiyatın en yaşlı satranççısı (1931 doğumlu) Viktor Korchnoi'u hiç yalnız bırakmadı.



Lütfi Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı Rumeli Salonu'nda, Kahraman Hoca'nın satranç desenli meşhur uğurlu kazağını dahi kıskandıracak görüntülerden biri...

29.Vc4 Şh8 30.Şe3 e5 31.dxe5 Axe5 32.Fxe5 Kxe5 33.Şf4 Vd2 34.Şg3 Kg5 35.Şh4 Vxg2 36.Vf4 Vf2 37.Şh3 Kh5 0-1

Atakişi,U (Türkiye A) - Wynn Zaw Htun (Myanmar) [B90] 7. Tur

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Af6 5.Ac3 a6 6.f3 e5 7.Ab3 Fe6 8.Fe3 Abd7 9.g4 h6 10.Vd2 b5 11.0-0-0 b4 12.Ad5 Fxd5 13.exd5 Ab6 14.Fxb6 Vxb6 15.h4 Fe7 16.Fc4 Ad7 17.Şb1 a5 18.Ve2 a4 19.Ac1 Kb8 20.Ad3 a3 21.b3 Vd4 22.f4 0-0 23.c3 Vxc3 24.g5 Kfe8 25.gxh6 e4 26.Ae5 dxe5 27.d6 Ff6 28.f5 Vb2 29.Vxb2 axb2 30.Khg1 Ab6 31.h7 Şxh7 32.Fxf7 Kec8 33.Şxb2 e3 34.Kg5 e4 35.Şb1 g6 36.Kxg6 Fc3 37.Kg2 Kd8 38.Fe6 Ad7 39.Kdg1 Ac5 40.Kg5 1-0

Medina Colindres,J (Honduras) - Turgut,T (Türkiye B) [D01] 2. Tur

1.d4 d5 2.Ac3 Af6 3.Fg5 c6 4.Af3 Ff5 5.e3 e6 6.Fd3 Fe7 7.Ae5 Abd7 8.f4 Axe5 9.fxe5 Ag4 10.Fxf5 exf5 11.Fxe7 Vxe7 12.Vf3 Vg5 13.Ad1 0-0 14.0-0 g6 15.h3 Ah6 16.Vf4 Vxf4 17.exf4 f6 18.Af2 fxe5 19.fxe5 Af7 20.Ad3 Ag5 21.a4 Ae6 22.c3 a5 23.Kab1 g5 24.b4 axb4 25.Kxb4 Kf7 26.Ac1 Şg7 27.Ae2 Şg6 28.Kfb1 Ka7 29.c4 dxc4 30.Kxc4 Kd7 31.Kd1 Ka5 32.Ac3 f4 33.Şf2 Şf5 34.g4 Şg6 35.Şf3 Ac7 36.Ae4 Ae6 37.Ad6 Kd5 38.Şe4 Ka5 39.Kb1 Ad8 40.Kcb4 Ka7 41.K1b3 h6 42.Kb2 Kh7 43.d5 cxd5 44.Şxd5 Ka5 45.Kb5 Kxa4 46.Kb6 Kd7 47.e6 Ka5 48.Şe4 Ke7 49.Af5 Ka4 50.Şd5 Ka5 51.Şd6 Kxe6 52.Şc7 Kxf5 53.gxf5 Şxf5 54.Şxd8 Kxb6 55.Kxb6 f3 56.Kxh6 f2 57.Şe7 Şf4 58.Kf6 Şg3 59.Kf5 Şxh3 60.Kxf2 g4 61.Şd6 g3 62.Kf3 Şg4 63.Kxg3 Şxg3 64.Şc5 1/2

Aybar Karaçay

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Mavi Sakal'ın Dört Evliliği



Mavi Sakal efsanesine göre Mavi Sakal 7 kere evlenmişti; eşlerinin hepsi matematikçiydi ve hepsi esrarengiz bir şekilde ontadan kaybolmuştu. Mavi sakal 5. eşi olacak genç Eudoxe'a şunları anlatıyordu:

"Benim ilk 4 evliliğim başarısız oldu. 1. eşim Artemise'e sen 4 yaşındayken rastlamıştım. 2., 3. ve 4. eşim sırasıyla Buxtehoude, Cunegonde ve Diane idiler. Diane'ı tanıdın; o dün gitti. Bu evliliklerden hiçbiri kendenden önceki evlilikten daha kısa değildi. Bu 4 evlilik süresinin çarpımı 108 idi. Bu 4 evliliğinin sürelerini söyleyebilir misin?" Eudoxe bu süreleri hesaplayamadı. Eudoxe'un yaşı kaç? Eudoxe birden Mavi Sakal'ı 1 yıldan fazla bir süredir tanıdığını hatırladı. Mavi Sakal'ın yanında Yalnız Diane'ı görmüştü. Mavi Sakal'ın 2. evliliği ne zamandı?

Yaş Hesabı

Cin Ruhi'nin yaşı kare bir sayıdır. Cin Ruhi'nin yaşının basamaklarının çarpımı eşinin yaşını veriyor. Ruhi'nin kızının yaşı, babasının yaşının basamakları toplamı kadardır. Ruhi'nin oğlunun yaşı annesinin yaşının basamakları toplamı kadardır. Bu cin ailesindeki her bireyin yaşını bulunuz.

Nonagon

O merkezli bir daire içine düzgün bir dokuzgen (nonagon) çiziliyor. Dokuzgenin komşu iki kenarı AB ve BC olsun. M ve N noktalarından AB ve BC'nin orta dikmesini çıkalım. OMN=30° olduğunu gösterin.

Daire İçi Ongen

Bir dairenin çevresi 10 eşit parçaya ayrılmış ve daire içine düzgün bir ongen çizilmiştir. Daire üzerindeki 10 noktadan her üçüncüyü birliştiren kirişler eşkenar yıldız ongen oluşturur. Bu iki ongenin kenarları arasındaki farkın dairenin yarıçapına eşit olduğunu gösterin.

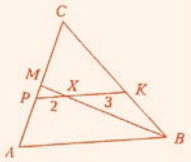
Üç Ardışık Tek Sayı

Her biri 2 kare toplamı olan ardışık 2 veya 3 tek sayının olamayacağını gösterin.

Tamsayıların İfadesi

3 sayısı 4 şekilde yazılabilir: 3, 1+2, 2+1 ve 1+1+1. Her pozitif tamsayının 2^{n-1} şekilde gösterilebileceğini kanıtlayın.

AB'yi Bulun



ABC üçgeninde BM kenarortayı ve AB'ye paralel PK doğrusu çizilmiş. PK ve BM, X'de kesişiyor. PK=2 ve XK=3. AB'yi bulunuz.

Fark=Bölüm

Öyle 2 sayı bulunuz ki farkları ve bölümleri 5 olsun.

Eşkenar Üçgen

Bir üçgenin kenarları a, b, c ise ve $a^2+b^2+c^2=ab+bc+ca$ eşitliği varsa o üçgen eşkenardır. Kanıtlayınız.

Alanların Oranı

Bir eşkenar üçgenle bir düzgün altıgenin çevreleri eşitse alanlarının oranı nedir?

Üç Gizemli Kedi



İki anne kızlarıyla beraber evcil hayvan dükkanına geldi ve her biri 1 kedi aldı. Dükkanda yalnız üç kedi vardı. Bu nasıl olur?

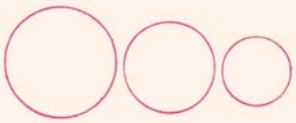
Değerli Taşlar

Cin Ruhi, Sonsuz Solen ve Peri Perihan bir ormanda Bizanslılardan kalma bir hazine buldular. Ruhi 16 safir, Solen 10 zümrüt ve Perihan 8 elmas buldu. Her genç diğer iki gence elindeki değerli taştan 2 tane verdi. Bir de baktılar ki hepsinin elindeki değerli taşların toplamı para olarak birbirine eşit. Safir, zümrüt ve elmasın fiyatı neydi?

Küreksiz Sandal

Bir ortaçağ şatosunda hapistiniz ve bir yolunu bulup kaçtınız. Şatonun etrafında içi suyla dolu çok derin ve çok geniş bir hendek var. Gözünüze bir sandal ilişiyor; işte bununla karşıya geçerim diyorsunuz; fakat bir de bakıyorsunuz ki sandalın kürekleri yok. Yüzme bilmiyorsunuz. Yine de sandalla (suya girmeden) karşıya geçebiliyorsunuz. Acaba nasıl?

Çörekli Bilmece



Bu üç daire 3 çöreği temsil ediyor. Bunları 4 çocuğa eşit pay düşecek şekilde paylaştırınız. (Çapları r1, r2, r3 dersek $r_1^2+r_2^2=r_3^2$'dir.)

Kayak Elbiselerinin Rengi

Her yıl kayak yarışmasına 99 yarışmacı giriyor. Bunlara 1'den 99'a kadar numara veriliyor. İki yarışmacının numarasının toplamı 100 ise bu ikisi ayrı renkte kayak elbisesi giyiyor. İki yarışmacının numarasının toplamı veya farkı o kayak merkezinin uğur numarasıysa onlar da aynı renk elbise giyiyor. Val-de-Séte'de uğur numarası 7, Val-da Huy'da 8'dir. Bu iki tepede kayakçılar kaç farklı renkten elbise giymişlerdir?

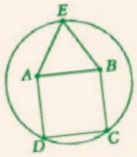
Bir Konferans

Cin Ruhi, bir lisede 60 dakika süren bir konferans verdi. Öğrencilerin %20'si konuşmanın tamamını dinledi; öğrencilerin %10'u konferans boyunca uyudu. Kalan ögrencilerin yarısı konuşmanın 1/3'ünü, diğer yarısı 2/3'ünü dinledi. Öğrencilerin ortalama dinleme zamanı kaç dakikaydı?

Sıfır Puan

26 soru içeren bir sınav kağıdında, her doğru yanıt için 8 puan veriliyor, her yanlış yanıt için 5 puan düşülüyor. Bir öğrenci toplam sıfır puan aldı. Öğrencinin kaç yanıtı doğruydu?

Bir Yarıçap



ABCD karesinin üzerine ABE eşkenar üçgeni çizilmiş. Karenin kenarı a ise C, D ve E'den geçen çemberin yarıçapı nedir?

Zar

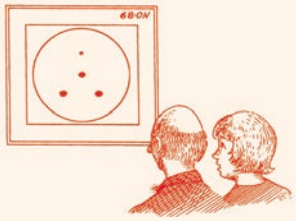
Bir zarın üstünde 0, 1, 2, 3, 4, 5 sayıları vardır. Zar 12 kezden fazla atılıyor. Bu şekilde en olası total toplam nedir?

Sihirli Zincir



Bu yanyana dizilmiş eşkenar dikdörtgenlerden (romboid) herbirindeki sayıların toplamı belli bir düzen ortaya koyar. Bu düzeni bulmaya çalışın.

Garip Şekil



Bu şekil nedir?

Cinnoş Kaç Yaşında



Cinnoş'un yaşının dedesinin yaşına oranı X ise Cinnoş'un küçük kız kerdeşi Minnoş'un yaşının Cinnoş'un yaşına oranı da X'tir. Minnoş 7 yaşından küçüktür ve Cinnoş'la dedesinin yaşları toplamı 84'tür. Cinnoş kaç kaşındadır?

Tek Sayılar ve Küp

Tek sayılar 1'den itibaren şöyle yazılmış: (1), (3, 5), (7, 9, 11), (13, 15, 17, 19), ...

Tek sayılar ardışık yazılmış ve her parantezde terim sayısı 1 artıyor.

n. parantez içindeki terimlerin toplamı S_n ise $S_n=n^3$ olduğunu kanıtlayınız.

Dörtyüzlü ve Küp

Bir küpü birbirini kesmeyen kaç dörtyüzlüye (tetrahedron) ayırabilirsiniz?

Bir Denklem

a, b ve c doğal sayılar. 4(a+b+c)=ab+bc+cd'yi çözünüz.

Karpuz Dilimleme



Karpuz 3 kesişle 7 parçaya ayrıldı. Bu dilimler yenince masanın üzerinde 8 kabuk kaldı. 2. karpuz 4 kesişte 10 parçaya ayrıldı; bunlar yenince 12 kabuk kaldı. 3. karpuz 4 kesişte 15 parçaya ayrıldı. Bundan geriye kaç kabuk kalır?

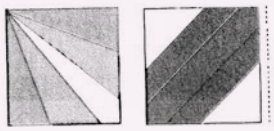
Garip Üçgen

ABC üçgeninde AB kenarına inen yükseklik AB kenarından ve BC kenarına inen yükseklik BC kenarından daha kısa değildir. Bu üçgenin açıları nedir?

Küp ve Üçgen

Küpün 8 köşesinden üçü rastgele seçilmiştir. Bu köşelerin birliştirilmesiyle daraçılı üçgen oluşması olasılığı mı, diküçgen oluşma olasılığı mı daha fazladır?

Geçen Ayın Çözümleri



Pastanın Paylaşılması

1. B
$5 - 2\sqrt{5}$
$2\sqrt{5} - \sqrt{10}$
$\sqrt{10}$

Çin Demiryolları

Bir çok diğer çözüm olabilir.

4 Adet 1

Sanıldığı gibi 1111 değil, 11^{11}'dir, bunun değeri 280 milyarı geçer.

Askerler

Bir altıgenin her kenarına 5 asker dizilirse, köşelerdeki askerler iki kere sayıldığından 6 kenara 30 değil 24 asker sıralanabilir.

1988 = ?

1988 = 111(11 + 1 + 1+ 1+ 1+ 1+ 1+ 1) - 11 + 1
= 2222 - 222 - 2(2)(2) - 2(2)
= (3 + 3)(333) - 3(3) - 3/3
= 4(444 + 44 + 4 + 4) + 4
= 555 + 555 + 555 + 55 + 55+ 55+ 55+ 55+ 55 - 5 - 5)5 - 5/5
= 666(6/6 + 6/6 + 6/6) - 66/6 + 6/6
= 777 + 777 + 77 + 77 + 77 + 77 + 77 + 7(7)
= 888 + 888 + 88 + 88 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8/(8/8 + 8/8)
= 999 + 999 - 9 - 9/9.

1, 9, 8, 8 = Asal Sayılar

(- 1 + 9 + 8)/8 = 2
19 - 8 - 8 = 3
1 + √9 + 8/8 = 5
- 1 + 9 - 8/8 = 7
1 + 9 + 8/8 = 11
- 1(√9) + 8 + 8 = 13
1(9) + √8•8 = 17
19 + 8 - 8 = 19
1 + (√9)! + 8 + 8 = 23

Otobüs Durağı

P otobüsünün saatleri: 10.09, 10.19, 10.29, 10.39, 10.49, 10.59 R otobüsünün saatleri: 10.10, 10.20, 10.30, 10.40, 10.50, 10.60 P ile R arasında 1, R ile P arasında 9 dakika var. Böylece yolcunun P otobüsüne rastlama olasılığı R otobüsüne rastlama olasılığının 9 katıdır.

Pisagor ve Aritmetik Seri

Tek cevap şudur: 3r, 4r, 5r. 3,4 ve 5 bir aritmetik seridir ve $3^2 + 4^2 = 5^2$ dir. Bu üç sayıyı r gibi herhangi bir doğal sayıyla çarparsanız hem Pisagor üçlüsü elde edersiniz; hem de kenarlar aritmetik dizi yapar. Örneğin r = 6 alalım. Kenarlar (3 x 6), (4 x 6) ve (5 x 6), yani 18, 24 ve 30 gibi bir aritmetik seridir. $18^2 + 24^2 = 30^2$.

Asal Sayı Dizisi

1 + m!, 1 + 2m!, 1 + 3m!, ..., 1 + m.m!

Örneğin m = 3 olsun. m! = 1 x 2 x 3 = 6.

1 + 6 = 7, 1 + 2.6 = 13, 1 + 3.6 = 19, 1 + 4.6 = 25, ...

7 ve 13, 19 ve 25 aralarında asaldır ve 7, 13, 19, 25, ... bir aritmetik dizidir.

Garip Bir Seri

Serinin terimlerini yazalım: 7, 14, 17, 20, 5, 8, 11, 5... 5 - 8 - 11 üçlüsü sonsuza kadar tekrarlıyor. 1000'den ilk 4 terimi çıkaralım (onlar devirli değil): 1000 - 4 = 996. 996/3 = 332. İlk 4 terimden sonra, 332 kere 5 - 8 - 11 triosu tekrarlamış; o halde 1000. terim 11.

Notlar

7 ile 20 arasında 14 not olasıdır. Toplam 30 not vardır. Her iki öğrenci aynı notu alsa 14 x 2 = 28 not yapar. Demek ki en az 3 öğrenci aynı notu almıştır.

11'in Sırrı

1) Bu n sayının herbirini 11 ile bölüp kalanları yazalım. Kalanlar 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 sayıları olsun. Bu kalanları veren sayılar k_0, k_1, k_2, ..., k_{10} ise $k_0 + k_1 + k_2 + ... + k_{10}$ daima 11 ile bölünür. Örnek: 11 ile bölününce 0, 1, 2, ..., 10 kalanını veren sayılar 22, 23, 24, 25, ..., 33 olsun. Bunların toplamı 330'dur ve 330, 11 ile tam bölünür.

2) Şu sayıları yazalım. 1, 11, 111, 1111, ..., 111 ... 111. Bunlardan ikisi 11 n + 1 kere ile bölününce aynı kalanı verir. Bu iki sayının farkı yalnız 0'lar ve 1'ler içerir. Örnek n = 4 olsun. 1111/4 = 277 ve kalan 3 ve 111/4 = ve kalan 3. 1111 - 111 = 1100.

Kare Çizmek

A) Kenarı AB = a olan kareyi çizmek için:

1) Merkezi, A, yarıçapı a olan C_0 dairesini çizin.

2) Sonra merkezi B, yarıçapı a olan daireyi çizin. Bu daire C_0'1 C'de kessin.

3) Sonra C merkezli a yarıçaplı daireyi çizin. Bu daire C_0'1 D'de kessin.

4) Sonra D merkezli a yarıçaplı daireyi çizin. Bu daire C_0'1 E'de kessin.

5) E noktası C_0 üzerinde B noktasının karşısındadır.

B) B merkezli ve BD yarıçaplı dairelerle E merkezli ve EC = BD yarıçaplı dairelerin keşişme noktası F'dir.

C) B merkezli ve AF yarıçaplı, C_0'1 H'da keser.

D) B merkezli ve a yarıçaplı daire, H merkezli ve a yarıçaplı daireyi G'de keser.

Ardışık Sayı

n(n+1) (n+2) (n+3) = P^2 olsun.

n(n+3) = 2x çift bir sayıdır. Benzer olarak (n+1) (n+2) = 2y çift bir sayıdır. Buradan y = x + 1 ve p = 2q alırsak x(x-1) = q^2 bulunur. Bu denklemin tamsayı çözümü yoktur; ardışık 4 sayının çarpımı bir kare olamaz.

Kare İçi Üçgenler

5 x 5 karelik bir ağ sisteminde toplam C_3^{25} üçgen vardır. Daraçılı üçgenleri ekarte edelim:
Ağın aynı hizada 5 nokta içeren 12 doğrusundan elde edilen $12xC_3^5$ üçgen aynı hizada 4 nokta içeren 4 doğrudan elde edilen $4xC_3^4$ ve aynı hizada 3 nokta içeren 4 doğrudan elde edilen $16xC_3^3$ üçgen.
Aranan yanıt:

$$C_3^{25} - \left[\left(12xC_3^5\right) - 4\left(C_3^4\right) - 16C_3^3\right] = 2148$$

üçgen.

Danseden Çiftler

Herkes herkesle dansetseydi C_2^{39} = 39.38/2 = 741 dans olurdu. Bekar erkekler bekâr kızlarla ikinci kez dansettiğinden bu sayıya 12.10 = 120 eklemeliyiz:X 741 + 120 = 861. Evli erkekler yalnız eşleriyle dansettiklerinden bundan 6.7 = 42'yi çıkarmalıyız Erkek erkeğe dans olmadığından C_2^{19} 19.18/2 = 171'i çıkarmalıyız (19 erkek var). Dullar birbirleriyle dansetmediklerinden C_2^3 = 3.2/2 = 3'ü çıkarmalıyız. Toplam 42 + 171 + 3 = 216 dansı çıkartmamız gerekir. 861 - 216 = 645 dans yapılmıştır.

Eğik Tarama

Şekilde görüldüğü gibi büyük karenin alanı 26 küçük kare alanına eşittir. Genel olarak karenin kenarları n eşit parçaya bölünmüşse küçük kare büyük kare oranı = $1/n^2 + 1$'dir. Burada n = 5 ve oranı 1/26.

Sempatik Sayılar

• $N = a^2 + b^2$ ve $M = c^2 + d^2$ ise $NM = (ac - bd)^2 + (ad + bc)^2$

• N çiftse N^2, 4'ün katıdır. N tekse, $M = 2k + 1$ ve $M^2 = 4(k2 + k) + 1$. Görülüyor ki M2, bir sayının 4 katından 1 fazladır. O halde $a^2 + b^2$, 4'ün bir katı olabilir (a ve b çift); bir sayının 4 katının 1 fazlası olabilir (biri çift, biri tek); bir sayının 4katının 2 fazlası olabilir (iki tek sayı); fakat asla bir sayının 4 katının 3 fazlası olamaz.