



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 kütesinin 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 yö-

rüngesine yerleştireceği algılayıcılar ve yüzeyine indireceği iki robot araçla kayıp suyu ve olası mikrop fosillerini arayacak. Ancak suyun ve yaşamın izleri bulunsun 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 gez-

genin 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 kloroflorokarbon 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.



Bu görüş paralelinde çalışmalar başlamış bile. California Teknoloji Üniversitesi'nden Mimi Gerstell, Purdue Üniversitesi'nden Joe Francisco'nun yardımıyla, doğa'da bulunmayıp da kuramsal olarak yaratılabilecek bazı gazların optik özelliklerini araştırıyor. Gerstell ve ekibi  $CF_3SCF_2CF_3$  ve  $CF_3OCF_2NFCF_3$  gibi hayali gazları incelemişler. Ekip, bu tür 6 gazdan oluşan bir kokteylin, kızılötesi ışınların yüzde 95'ini hapsedtiğini keşfetmiş. Gerstell "düşündüğümüz gazlar şimdilik birer bilimkurgu, ama kimyagerler bunların yapılabileceği inancında" diyor.

Anlaşıyor ki, Mars yaşanabilir bir hale getirilecekse, kimyacıların bıraktığı yerden işi biyologların alması gerekecek. Aslında onlar da boş durmayıp bu konuda araştırmalar yapmışlar. Önerdikleri yöntem, mikropları soğuğa alıştırıp Mars'a göndermek. Bunun da yöntemi işi biraz seçilime, biraz da gen mühendisliğine bırakmak. Reading Üniversitesi'nden Julian Hiscox, bir kere gezegen biraz daha sıcak ve nemli hale getirilirse, özel olarak yetiştirilmiş bakterilerin Mars'ta yuvalanıp yayılması görece kolaylaşır diyor. Örneğin Antarktika'da yaşayan bazı bakteri türleri, halen sıfırın çok altındaki derecelerde yaşamlarını sürdürebiliyorlar. Hiscox, bu bakterileri giderek daha soğuk ortamlara taşıyarak, yaşayabilenlerini seçmek yoluyla Dünya dışı yaşama dayanabilecek türler yetiştirmenin mümkün olduğu görüşünde. Ama iş soğuğa dayanıklı olmakla bitmiyor. Mars'ta yaşayabilmek için bunların güçlü kimyasal maddelere, kuru bir ortama ve güçlü radyasyona dayanıklı olmaları ve morötesi ışınları soğurabilecek proteinler üretmeleri de gerekiyor. New Mexico Üniversitesi'nden Penelope Boston, bu proteinlerin bakterileri zararlı ışınmadan korumanın yanı sıra, kendilerine enerji sağlayabileceği görüşünde. Boston ayrıca bazı mağaralarda bulduğu bakterilerin Mars'ta toprak altına hapsolmuş karbondioksiti serbest bırakarak gezegenin daha da ısınmasına yardımcı olacağına inanıyor. Dünyada karbondioksit, büyük tektonik levhaların magma tabakasına dalıp yeniden "pişirilmesiyle" oluşuyor ve volkanik faaliyetler so-



nucu atmosfere geri dönüyor. Mars'taysa böyle bir tektonik döngü olmadığından, Boston bunun yerine bir biyotektonik döngü öneriyor. Ve araştırmacıya göre döngü son derece hızlı. Bu bakterilerin bulunduğu mağaralara gittiğinizde, duvarlar neredeyse üzerinize yağıyor" diyor.

Bakteriler de işi tamamladıktan sonra, gezegen komşumuzun insan yerleşimine hazır olduğunu düşünmeyin. Gezegenin bakterilerden sonraki ilk sakinleri büyük bir olasılıkla böcekler olacak Cambridge'deki Britanya Antarktika Araştırmaları Kurumu'ndan Charlie Cockell ve arkadaşlarına göre böcekler, düşük basınçlı ortamlara şaşırtıcı ölçüde dayanıklı ve bu nedenle Mars'ta Dünya oluşturmalarının ilk aşamalarında gezegene sokulabilirler. Mars atmosferinin yoğunluğu, Dünya'ninkinden 200 kat düşük. Laboratuvar deneylerinde araştırmacılar çeşitli türlerden böcekleri bir vakum odacığına koyarak basıncı düşürmüşler. Hayvanlar önce şaşırıp hareketsizleşmişler, ama basınç 1 atmosferin %20'si dolaylarına düştüğünde normal davranışlarına dönmüşler. Basınç %10'a düştüğündeyse, bazı böcekler çiftleşmeye, hamaböcekleri de yumurta bırakmaya başlamış. Ancak karıncalar arasındaki sinyal iletimi biraz bozulmuş. Araştırmacılar, bunu düşük basıncın karıncaların haberleşmede kullandıkları feromonları etkileyebileceğine bağlıyorlar. Aslında en dayanıklıları, Yusufçuk larvaları çıkmış. Atmosfer basıncı normalin yüzde birine bile düştüğünde, içinde yüzükleri su neredeyse kaynarken bile olup bitenlere aldırıyorlarmış.

New Scientist, 21 Ekim 2000



## Karşımaddeyle Uzay Yolculuğu

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 yolculuk 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 kuyruklu yıldızlardan 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 çarpıştırılarak çok küçük miktarlarda da olsa karşıprotonlar yapılabiliyor. Bunlar, maddeyle temaslarını önlemek için güçlü mıknatıslar ve elektrik ve manyetik alanlara hapsediliyorlar. Bunların üretimi çok bü-



Karşıprotonlar büyük protonların parçacık hızlandırıcılarında çarpıştırılmasıyla elde ediliyorlar.

yük enerji (ve dolayısıyla masraf) gerektirdiğinden, günümüzde üretilen karşıprotonların toplam miktarı 10 nanogramı (1 nanogram = gramın milyarda biri) geçmiyor. Dolayısıyla da pek çok araştırmacı karşımaddeyi, kullanımı pratik imadığı için olası uzay yakıtları listesinden çıkarmış bulunuyor. Ancak NASA'nın Marshall Uzay Uçuş Merkezi İtke 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, Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nde geliştiri-

len "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, laboratuvarında 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.

New Scientist, 14 Ekim 2000



Karşımadde yakıtıyla 100 yıl içinde Güneş Sisteminin sınırlarına varmak olası. Ancak bilimkurgudaki türden uzay yolculukları için mikrogramlar değil tonlarca yakıt gerekiyor.



Uluslararası bir "uydu avcıları" ekibinin Satürn çevresinde dört yeni uydu bulmasıyla, Güneş Sistemimizin Jüpi-

## Satürn, Uydu Rekorunu Ele Geçirdi

ter'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 gök cisimleri, 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 gözlem evlerinde 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) takımı yıldızında 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 yoğunlaşarak topraklaştıkça, on milyonlarca yıl sürelerde ortaya çıkıyorlar. Ancak uluslararası ekibin Science'ta yayınlanan gözlem sonuçlarına göre, keşfedilen 18 gezegenin farklı bir oluşum sürecinden geçtikleri anlaşıyor. 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 kütlelerindeki 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 özelliği ise, varlıklarının doğrudan belir-



lenebilmiş 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 gök cismini keşfetmişler. Bunların soluk, kırmızımsı ışıkları, görece küçük kütle ve sıcaklıklarda olan gezegenleri akla getiriyor. Tıpkı gezegenler gibi kahverengi cüceler de merkezlerinde nükleer tepkimelerin oluşmasını sağlayacak kütleden yoksun gök cisimleri Gökbilimciler genellikle 13 Jüpiter kütesinden küçük cisimleri gezegen, 13-75 Jüpiter kütesindekileri ise kahverengi cüce olarak sınıflandırıyorlar. Zapatero Osorio ve ekibi, dikkatli gözlemlerden sonra söz konusu cisimlerin birer kahverengi cüce olamayacağına karar vermişler. Nedeni bu kadar çok sayıda kahverengi cücenin böylesine küçük bir bölgede ortaya çıkamayacağı.

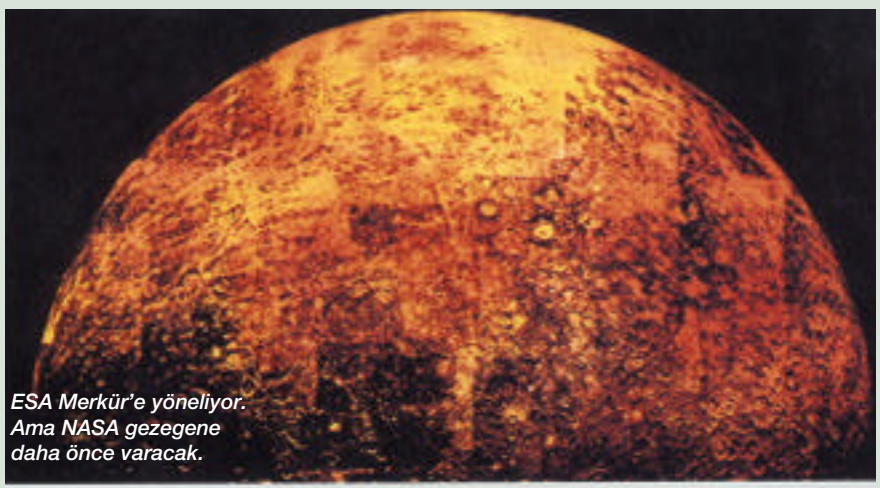
Science 6 Ekim 2000

## ESA, İddialı Projelere Hazırlanıyor

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 yardımcı 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 uydusu 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 Atlantik'i tek başına geçen üçüncü kişiyi hatırlamaz" diyor. Gilmore, ikinci iddialı projenin, birincisinden daha önemli olduğunu vurgulayarak, Bepi Colombo seferinden daha önceye alınması gerektiğini savunuyor.



ESA Merkür'e yöneliyor. Ama NASA gezegene daha önce varacak.

ESA'nın Eylem Planı					
Sefer	Hedef	Yıl	Sefer	Hedef	Yıl
LISA*	Kütleçekim dalgaları	2008	NGST*	Derin uzay	2010
BEPI	Merkür	2009	GAIA	Yıldız haritası	2012
Güneş Kâşifi	Yüzey incelemesi	2009	Eddington	Gezegen bulma	20xx

\* NASA ile işbirliği yapılacak

Ancak ESA, GAIA projesi için 2012 yılından önce düğmeye basabilecek gibi görünmüyor. Bu proje kapsamında uzaya gönderilecek olan uydusu, 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 dolaan Hubble'ın tersine, 1.5 milyon kilometre uzakta bir yörüngeye oturtulacak. 2 milyar dolarlık teleskopun göndereceği görüntüler de Hubble'ın bizlere sağladığı görsel zıyafetten çok farklı olacak. Çünkü

NGST'nin temel amacı, ilk gökadalı 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 uydusu 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'u 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'nin 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 metrekübe düşmüş durumda. Tokamak reaktörlerinde ısıtılan plazmanın

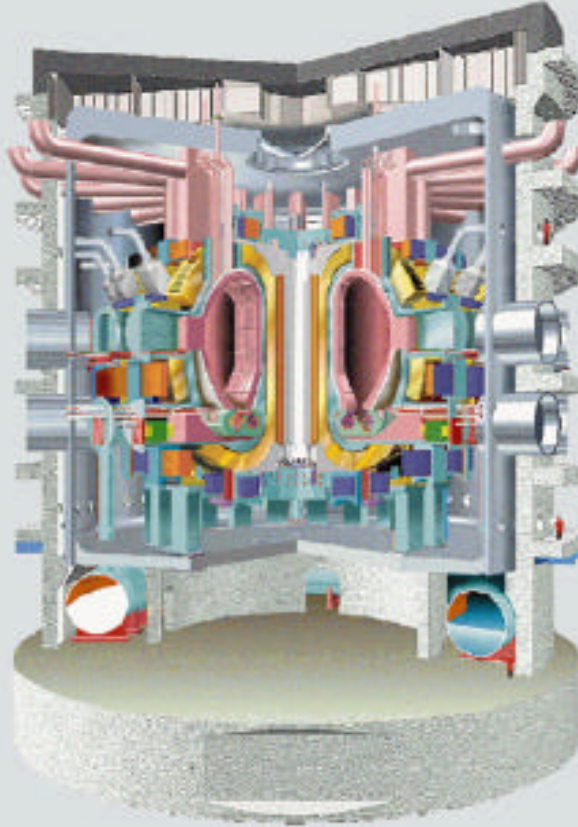


içinde döteryum ve trityumun birleşmesi sonucu bir alfa parçacığı (helyum çekirdeği) ve bir de nötron ortaya çıkıyor. Alfa parçacıkları yakıtı yeniden ısıtıyor, yüksüz nötronlar da manyetik alanca tutulamadıklarından reaktör çeperlerine çarpıp ısı üretiyorlar. Tüm bu araştırmaların hedefi olan füzyon enerji santrallerinde, 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

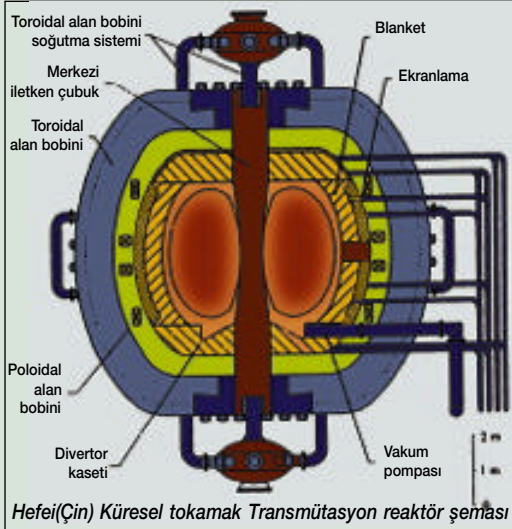




Nükleer santral alanında depolanan reaktör atıkları

## 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 santrallerinin 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.



Heifei'deki Çin Bilimler Akademisi Plazma Fiziği Enstitüsü'nden Lijian Qiu, karma bir füzyon-fisyon reaktörü öneriyor. Bu, fisyon temeline çalışan günümüz nükleer ener-



Atıkların son durağı olan yeraltı depoları

ji santrallerinin atık ürünleri olan ve yüz binlerce yıl ışıyım yayabilen plütonyum ve öteki uzun ömürlü atıkların bozunma süresini yalnızca birkaç yüzyıla indirebilecek. Qiu, geçen ay İtalya'nın Sorrento kentinde Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nca düzenlenen füzyon konferansında, böyle bir santralin, 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 santrallerden 10 tanesinin zararlı atığını yokedeceği konusunda güvenli. Qiu, ayrıca bir hibrid reaktörün, tümüyle füzyon temelli 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.

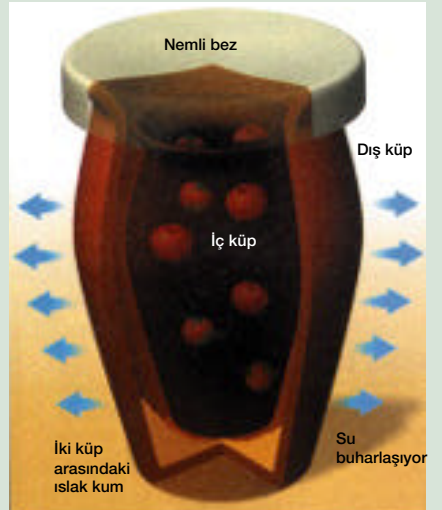
Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Ron Parker, "umut verici" diye tanımladığı konsepti inceleme altına almakla birlikte, "temiz" füzyon süreciyle "kirli" fisyonu birleştirmenin "siyasi" sakıncaları olabileceğini düşünüyor.

New Scientist, 21 Ekim 2000

## 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 dolduruluyor ve üstü ıslak bir bezle kapatı-



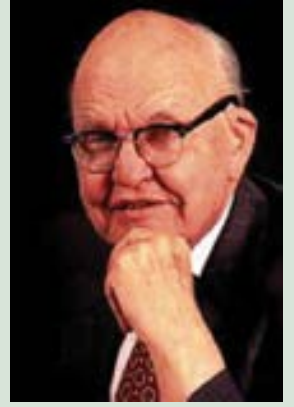
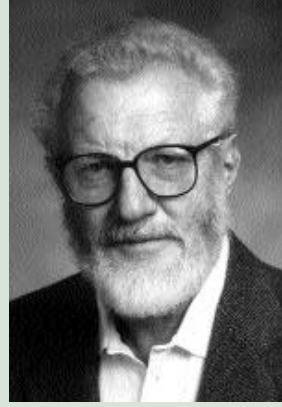
lıyor. Dışarıdaki sıcak hava, rutubeti dıştaki küpün yüzeyine çekiyor ve nem burada buharlaşıyor. Su buharı, kendisiyle birlikte sıcaklığı da götürdüğünden, kum ve bez ıslak tutulduğu sürece küpün içinden dışarıya doğru sürekli bir ısı akımı oluyor. Bu etki de küpün içindeki besinlerin, dışarıdaki havaya 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 canlandığı rolü nedeniyle bir Oscar kazandırmıştı. 10 yıl sonra çok daha prestijli bir ödül, bu tedaviye olanak sağlayan farmakologa verildi. İsveç'in Götteborg 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



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 te-

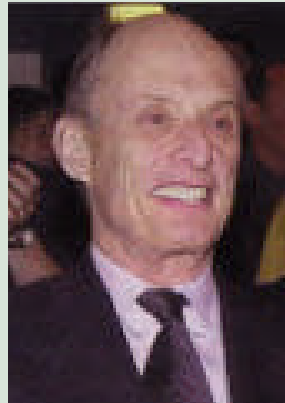
Instruments firması araştırmacılarından Jack Kilby'e verildi. İsveç Bilimler Akademisi, böylelikle Alferov ile Kroemer'in, yarıiletkenlerin farklılaşmış yapıları üzerindeki çalışmalarını onurlandırmış oldu. Bu çalışmalar daha hızlı transistörler ile daha etkin lazer diyotlarının geliştirilmesine olanak 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



görülen Amerikalı sinirbilimciler Paul Greengard ve Eric Kandel de Carlsson'un keşfini daha ileri götürdüler. Greengard, dopamine salgılayan sinir hücrelerini inceleyerek sinyalın sinaps yoluyla aktarılması için gereken moleküler süreçleri ortaya

mellerini 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



## 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 araştırmacılar 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, miknatıs kullanarak hem bir kurbağayı, hem de bir sumo güreşçisini havaya



kaldırdıkları için fizik ödülünü paylaştılar.

Bir Hollandalı üçlü, Willibrod Wijmar Schultz, Pek van Anel 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 tuva-

letler" adlı ürkütücü raporla Kamu Sağlığı ödülüne hak kazandılar. Wyatt, ödülünden 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 Prömiyeri"ni onurlandırdılar. Üç Nobel ödülü sahibi sahneye çıkıp "İsveç Köftelelerinin 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 rehlin alan teröristleri binalar içinde gözetleyebilecekler. İlk denemeleri Ekim ayı içinde başarıyla gerçekleştirilen Micro Craft, California'da bulunan bir havacılık sanayi firmasının geliştirilmiş. Tahmin edilebileceği gibi ABD İleri Savunma Projeleri Ajansı (DARPA), projeye para desteği sağlamış.

Araç, temel olarak bir silindirik 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

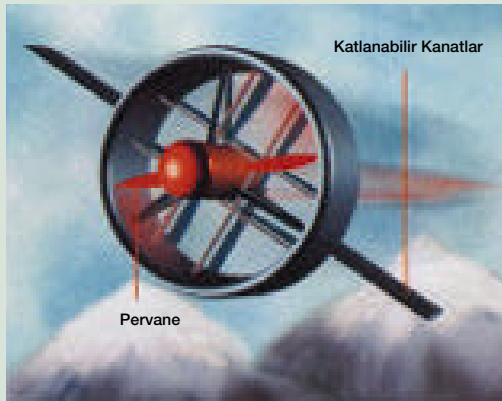
"uçak", yüksek hızdaki rüzgarlarda bile kalkmayı, havada durmayı, ağır ve orta hızlarda dolaşmayı başarmış.

Araç 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 komutla-

ra göre ayarlıyor. Araca yerleştirilmiş olan elektronik devreler, pervanenin dönüş hızını ve kanatçıklardaki kontrol yüzeylerinin açısını ayarlayarak mini-uçağın uçuşunu 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 iletmış. Aracın askeri kullanım yeteneği, keşif ve görüntü iletimiyle sınırlı değil. Dizi halinde kullanıldıklarında iletişim için röle istasyonunu görevi de yapabilir, ayrıca hedefe kilitlenip füzeleri tam hedefe yönlendirecek bir lazer de taşıyabilirler.

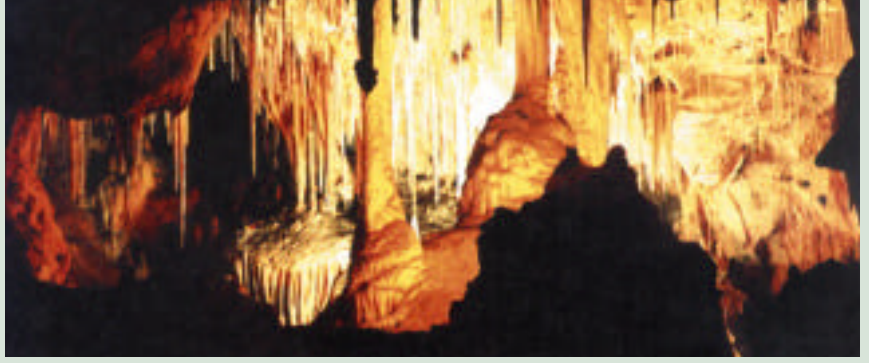
New Scientist 21 Ekim.



## 250 Milyon Yıllık Bakteri

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 kabarcıkaların içine hapsolmuş bir su damlacığının içinde sürdürmüştü. Araştırmacılar, kabarcık içindeki bakterinin, sonradan bulaşmış olması olasılığını ortadan kaldırmak için kristalin yüzünü çok etkin biçimde dezenfekte ettikten sonra, kabarcık içindeki tuzlu su-

Tuz kristalinin bulunduğu salado tuz mağarası.



2-9-3'ün içinde hapis yaşadığı tuz kristali.



yu 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 yüksekince 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



rüten sivil toplum kuruluşları arasında hayal kırıklığı yarattı. Aralarında bazı İşçi Partisi milletvekillerinin de bulunduğu gen testi karşıtları, sigorta şirketlerinin genetik bilgidan yararlanmasının yasaklanması çağrısında bulundular. Dile getirilen endişeler arasında halkın, sigorta olanaklarını yitirmemek için gen testleri yaptırmaktan kaçınması da bulunuyor. Sigorta şirketleriye, 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 ayırım 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 artıracak 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 ektilmiş. 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

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 kalıtsal hastalık genleri taşımadıklarını kanıtlayan test sonuçları isteyebilecek.

Aslında sigorta şirketlerinin çoğu bu uygulamayı yapmaktaydılar, ancak hükümetin onayı, "sağlamcı" sigorta şirketlerine karşı kampanya yü-

## 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.

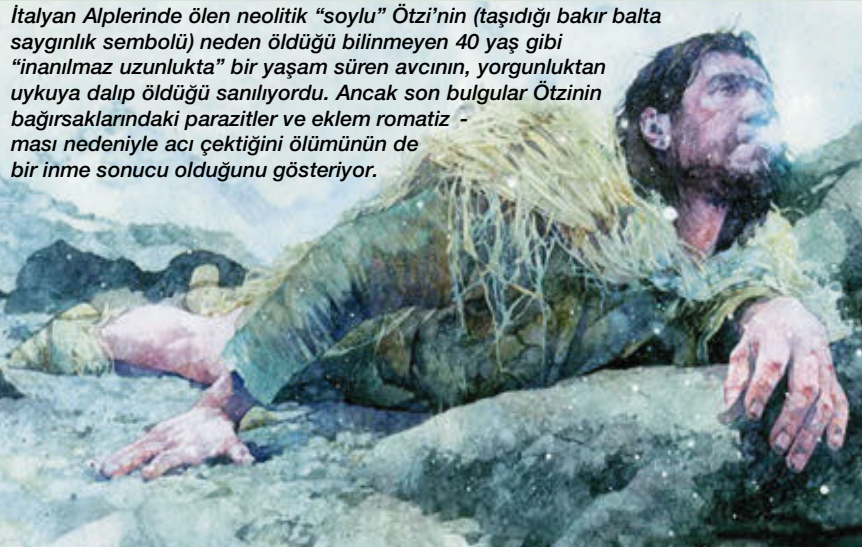


Daha önce de araştırmacılar cesetten alınan doku örneklerinden mitokondriyel DNA alıp incelemiş, ama o zaman Ötzi'nin bedeninin yalnızca yüzeyi ısıtıldığından, incelenen örneklerden elde edilen veriler yetersiz ve düşük kalitede kalmıştı. Araştırmacılar, tümüyle ısıtılmış bedenden alınan yeni örneklerin 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.

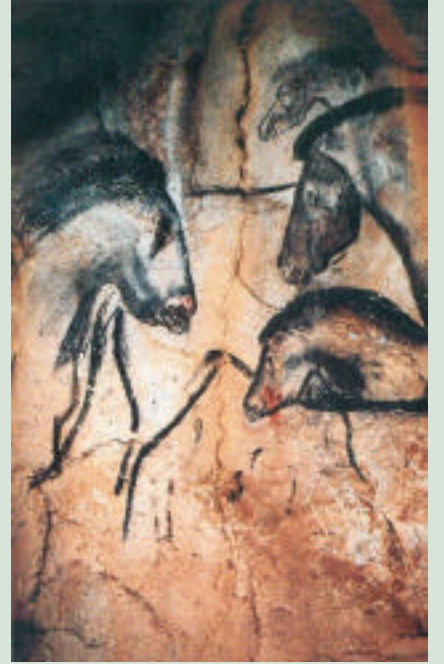
Nature, 5 Ekim 2000,  
Science, 29 Eylül 2000

**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 Ötzi'nin 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 resimlerinin, 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 büyücülerini temsil ettiğini düşünüyorlar.

Science, 20 Ekim 2000



Er İyon'u Kurtarmak

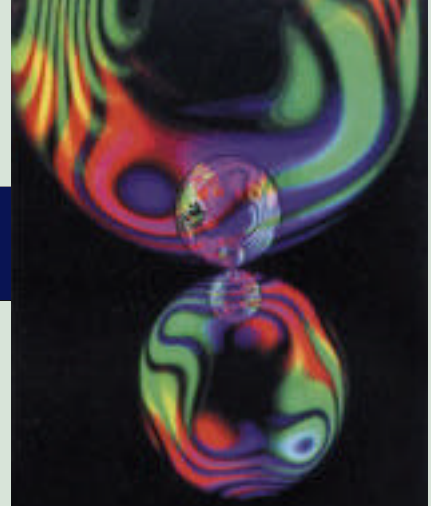
Çocuğunuzun uluslararası bir cebir yarışmasında ne puan alacağını ya da bir sekizinci sınıf öğrencisinin doğa bilimlerinden neyi bilmesi gerektiğini merak ettiniz mi? O halde Internet Learning Network sitesine ücretsiz girip küçük testlerden istediğinizi seçin.

<http://www.getsmarter.org>



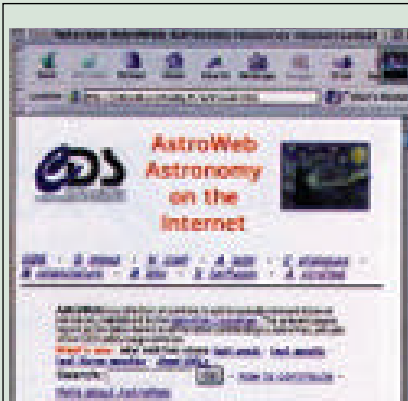
Arktik Okyanusu'nun tarihini, civa zehirlenmesinin kutup aylarına zarar verip vermediğini, kuzey kutbunun sıcaklığını merak ediyormusunuz? ABD Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları Dairesi (NOAA)'dan bir link ve makaleler koleksiyonunu ziyaret edebilirsiniz.

[www.arctic.noaa.gov](http://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 atınız...

[www.netspace.net.au/~gregegan/APPLETS/AppleTS.html](http://www.netspace.net.au/~gregegan/APPLETS/AppleTS.html)



İnternette gökbilim sayfalarının çoğalmasına üzerine bazı gökbilimciler çok sayıda sayfayı düzenli bir takım haline getirdiler. Bugün AstroWeb adlı konsorsiyum üçbin astronomik kaynaka 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](http://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](http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/TransgenicCrops)



## Kızılığın 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 ayrılmayacağınız bir gökbilim sitesi.

[www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu](http://www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu)

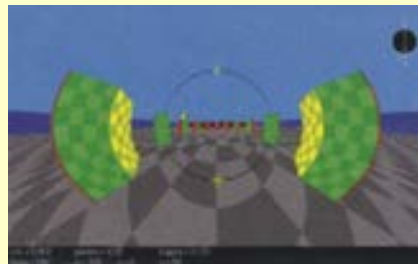


## 100 ilginç deniz canlısı

[www.mbayaq.org/efc/efc\\_hp/hp\\_kelp.asp](http://www.mbayaq.org/efc/efc_hp/hp_kelp.asp)

Einstein'ın görellilik kuramına göre ışığına 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, ışık hızıyla 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](http://www.mnh.si.edu/anthro/humanorigins)

## Nerede ne var?

Gülgün Akbaba

### TÜBİTAK Bilim, Hizmet ve Teşvik Ödülleri Töreni

TÜBİTAK Bilim Hizmet ve Teşvik ödülleri, 9 Kasım'da, Cumhurbaşkanı A. Necdet Sezer'in de katılacağı, TÜBİTAK Feza Gürsey Salonu'nda düzenlenecek bir törenle sahiplerine verilecek.

TÜBİTAK'ın 2000 yılında 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 aldı.

Hizmet Ödülleri'ne, Prof. Tulu Baytin ve Prof. Dr. Sadık Kakaç'a verildi.

Teşvik Ödülü'nü alan bilim adamlarımızsa, Temel Bilimler'de, Doç. Dr. Selçuk Atalay, Doç. Dr. Altan Baykal, Doç. Dr. Mehmet Ertuğrul, Doç. Dr. Ersin Serhatlı; Mühendislik Bilimleri'nde, Doç. Dr. Mehmet Ak, Prof. Dr. İbrahim Akduman, Prof. Dr. Ferhan Çeçen, Doç. Dr. Seval Sözen, Doç. Dr. Servet Turan; Sağlık Bilimleri'nde Doç. Dr. Saruhan Çekirge, Doç. Dr. Dicle Güç, Doç. Dr. Fatih Kızılcan, Doç. Dr. Feza Korkusuz oldu.

Ayrıca, Türkiye Bilimler Akademisi'nin sosyal bilimler alanında çalışmalar yapan Türkiye Cumhuriyeti uyruklu bilim adamlarının, üstün nitelikli çalışma ve hizmetlerini değerlendirmek, kamuoyuna duyurmak ve teşvik etmek amacıyla 1995 yılında başlatıldığı, TÜBA Sosyal Bilimlerde Bilim, Hizmet ve Teşvik Ödülleri'nin 2000 yılındaki sahipleri de açıklandı.

2000 yılı hizmet ödülünü İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Nermi Uygur aldı. Prof. Uygur, Türkiye'de felsefenin kurumsallaştırılmasındaki çalışmalarıyla, Türkçe'nin felsefe dili olarak gelişmesine katkı sağlamasıyla; eğitim, dil, kültür alanlarındaki çalışmalarıyla ve yetiştirdiği öğrencileriyle bu ödülü almaya değer görüldü.

Teşvik ödülleri'ne, Bilkent Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Ramazan Gençay ve Koç Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Tayfun Sönmez'e verildi.

### 12. Biyoteknoloji Kongresi

12. Biyoteknoloji Kongresi, 17-19 Eylül 2001'de Ayvalık'ta yapılacak. Kongre, Balıkesir Üniversitesi ve Biyoteknoloji Derneği tarafından ortaklaşa düzenlenecek. 31 Aralık başvuru formları ve özetlerin kongre sekreterliğine iletilmesi için son tarih.

Ülkemizde biyoteknoloji alanında yapılan çalışmaların tartışılacağı 12. Biyoteknoloji Kongresi biyoteknolojinin ülkemizde ulaştığı aşama ve konumu belirlemek açısından olduğu kadar, bu alanda bilimsel ve teknolojik etkinliklerde bulunan çevrelerin (akademik, sanayi, firmalar) bir araya geleceği ortak bir platform oluşturacak.

*İlgilenenler için: Prof. Dr. Nazif Kolankaya  
P.K. 49 Aşağı Ayrancı 06540 Ankara  
Tel: (312) 297 80 24-25 Faks: (312) 299 20 28  
e-posta: knazif@hacettepe.edu.tr*

### Fizyoterapide Gelişmeler

Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu ve Türkiye Fizyoterapistler Derneği'nce, 6-8 Kasım'da, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi'nde, VIII. Fizyoterapide Gelişme-

ler Sempozyumu düzenlenecek. Sempozyumda 4 panel, 11 konferans, 2 workshop ve fizyoterapi ve rehabilitasyon bilimiyle ilgili bildiri ve posterler yer alacak. Ayrıca fizyoterapistlerin el becerisinin artmasına yönelik, sempozyum öncesi ve sonrası kursların yapılması da planlanmaktadır.

*İlgilenenler için: Doç. Dr. Gül Baltacı  
VIII. Fizyoterapide Gelişmeler Sempozyumu Genel Sekreteri  
Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu  
Samanpazarı-06100-Ankara  
Tel: 305 15 07-305 15 76 Fax: 324 38 47  
e-mail: sbaltaci@hotmail.com*

### Spor Bilimleri Kongresi

6. Spor Bilimleri Kongresi 3-5 Kasım'da yapılacak. Kongrede sporun temel ve güncel konuları tartışılacak. Kongre, Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü, Türkiye Milli Olimpiyat Komitesi, Spor Bilimleri Derneği ve Uluslararası Antrenör Eğitim Konseyi tarafından destekleniyor. Kongrede, spor bilimleri en iyi bildiri ödülleri ve Selim Sırrı Tarcan genç spor bilimcileri ödülleri de verilecek.

*İlgilenenler için: HÜ Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu  
Beytepe 06532 Ankara  
Tel: (312) 297 68 90-297 68 92*

### Ulusal Tıbbi Biyoloji Kongresi



VI. Ulusal Tıbbi Biyoloji Kongresi; 2-5 Kasım'da, Denizli Kongre ve Kültür Merkezi (EGS Park) salonlarında yapılacak.

"Hücre Biyolojisi, Moleküler Biyoloji, Moleküler Patoloji, İmmünoloji, Deneyel Biyoloji ve Deney Hayvanları, Kanser Biyolojisi, Moleküler Biyolojide Tanı Yöntemleri, Mitokondriyal Kalıtım, Apoptosis, Moleküler Genetik, Hücre İnce Yapısı, Gelişim Biyolojisi, Genom Araştırmaları" gibi çalışma konularını içeren kongrede toplantılar toplam 3 salon, 1 seminer odası ve 5 toplantı odasında yürütülecek, bunun yanı sıra poster/sözleşme bildiriler de yapılacak.

Kongrede ayrıca ülkemizde tıbbi biyolojinin kurucularından olan Prof. Dr. Altan Günel adına bir ödül de, tıbbi biyoloji ve genetik alanında yapılmış araştırmalardan ödüne verilecek. Kongrede, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak'ın ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Başkanı Prof. Dr. Naci Görür'ün de katıldığı bir sempozyumda var. Biyoteknoloji ve Tekstil Endüstrisinin Teknoparkları'ndaki Yeri konulu bu sempozyum 5 Kasım Pazar günü yapılacak.

*İlgilenenler için: UTBK2000 P.K.237 Denizli  
Tel: (258) 213 25 96 Faks: (258) 213 28 74  
e-posta: utbk2000@pamukkale.edu.tr*

### Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı

Sualtı konularında yapılan araştırmaları ve çalışmalarını, bu konularda çalışan ve emek harcayan insanları bir araya getirmek; fikirlerin ve çalışmaların paylaşılmasını sağlamak ve sağlıklı bir tartışma ortamında, geleceğe yönelik olumlu adımlar atmak için yapılan Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı (SBT), bu yıl 2-3 Aralık'ta, Ankara'da, ODTÜ Sualtı Topluluğu (SAT) ve Sualtı Araştırmaları Derneği (SAD) tarafından düzenlenecek.

Türkiye'den pek çok bilim adamının ve araştırmacının katılacağı bu toplantıda, 30'un üzerinde bildiri ve poster sunulacak, sualtı ve teknik dalış ile

ilgili dia-multivizyon gösterileri yapılacaktır. Ülkemizde yapılan sualtı çalışmaları tartışılacaktır.

*Sualtıya ilgi duyan herkese açık olan SBT2000 için, http://sbt2000.me-tu.edu.tr adresinden, başvuru ve programla ilgili ayrıntılı bilgileri alabileceğiniz gibi, sorularınız için sbt2000@metu.edu.tr adresine de elektronik posta gönderebilirsiniz.*

### Psikoloji, Sosyoloji ve Hukuk'ta Etkiler Sempozyumu

Bilişim Toplumu'na Giderken, Psikoloji, Sosyoloji ve Hukuk'ta Etkiler Sempozyumu, 23-24 Mart 2001'de, Ankara, Milli Kütüphane Konferans Salonu'nda yapılacak. Sempozyumun amaçlarından biri de, bilgisayar kullanan insanların davranışlarının psikolojik ve sosyolojik açıdan değişimlerinin incelenmesi. Bilişim toplumuna giderken özellikle ticaret hukukuyla ilgili düzenlemeler, elektronik ticaret ve bunların bankalar ve kayıtlı mali sistem içinde yer alması, sınırlar ötesi fikri mülkiyet hakları, patent hakları vb. sempozyumun odaklandığı konular.

*İlgilenenler için: Türkiye Bilişim Derneği (TBD)  
Dr. Mediha Eldem Sok. No: 56 / 12, 06420 Kızılay-Ankara  
Tel : (312) 425 48 17 - 425 29 12 Faks: (312) 434 11 42  
e-posta : tbd-merkez@tbd.org.tr - umit@karakas.gen.tr  
web: www.tbd.org.tr*

### Medyanın Manipülasyon Gücü

Anadolu Üniversitesi, İletişim Bilimleri Fakültesi tarafından planlanan Medyanın Manipülasyon Gücü sempozyumu, 11-13 Nisan 2001'de yapılacak. Sempozyuma katılmak için son başvuru tarihiyse 17 Kasım 2000.

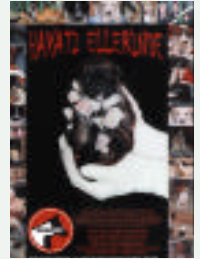
"Medya Etiği", "Kimlik Oluşturma ve Medya", "Kültürel Arası İletişim" ve "Çağdaş Yaşam ve İletişimsizlik" alt başlıklarının irdeleneceği sempozyum, Eskişehir'de, Anadolu Üniversitesi AKM ve Kongre Merkezi'nde gerçekleştirilecek.

*İlgilenenler için: http://www.anadolu.edu.tr/*

### Sokak Hayvanları Kermesi

Muhtaç Hayvanlara yardım amacıyla Korusev Derneği'nin düzenlediği kermes, 18 Kasım'da, Büyük Ankara Otel'i'nde gerçekleştirilecek. Çevre sağlığı ve sokak hayvanları konusunda etkin çalışmalar yapan Korusev derneği, sokak hayvanları barınağına katkıda bulunmak isteyen herkesi bu etkinliğe çağırıyor.

*Derneğin çalışmalarını ve kermes hakkında bilgi için: Tel: 285 97 58 (Bannak)*



### Ord. Prof. Dr. Süheyl Ünver Nakışhanesi Sergisi

Ord. Prof. Dr. Süheyl Ünver Nakışhanesi Sergisi, 1-15 Kasım tarihleri arasında, Cemal Reşit Rey Konferans Salonu'nda gerçekleştirilecek. Sergide, klasik ve serbest tezhip tasarımlarıyla minyatürler ve Türk ince kağıt oyma sanatına ait çeşitli eserler yer alacak.

*İlgilenenler için: Tel: (216) 350 55 96 (Gülbin Mesara)*

### Kadınlar ve Sağlık-Sosyal Sorunları

Fişek Vakfı'nın etkinlikleri kapsamında, 4 Kasım'da, Kadınlar ve Sağlık-Sosyal Sorunları konulu bir atölye çalışması, Vakıf merkezi'nde, saat 13:30-18 arasında yapılacak.

*İlgilenenler için: Fişek Vakfı Selanik Cad. 52/4 Kızılay-Ankara  
Tel : (312) 419 78 11, Faks : (312) 425 28 01  
http://www.fisek.org.tr*

# g ö k y ü z ü

## 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 katılmayacağınızıza 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 ışı-

ğının 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 kırıp 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 kadirinden 3.4 kadiire 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.

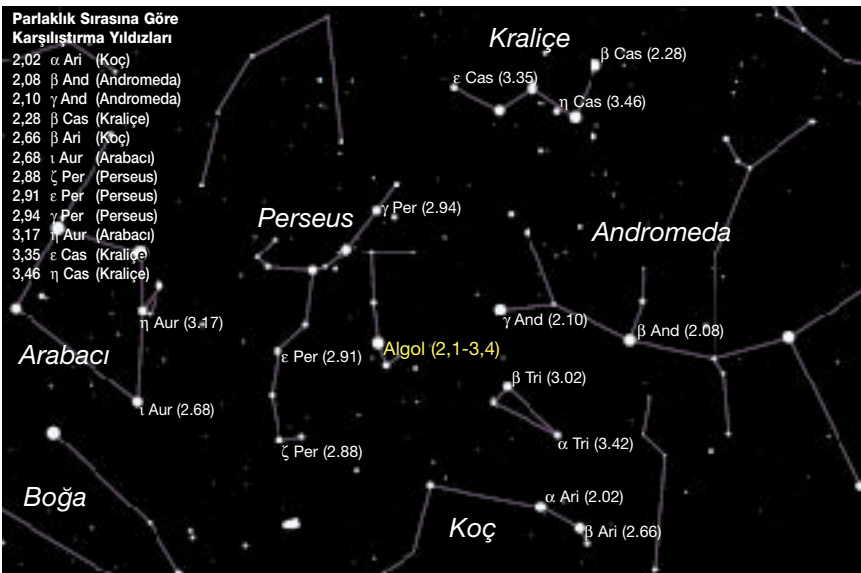
Algol sistemindeki tutulma yaklaşık 10 saat sürer. Yıldızın parlaklığındaki en belirgin değişim bu sırada gerçekleşir. Algol'un en sönük olduğu anları yapacağınız gözlemlerle kolaylıkla saptayabilirsiniz. Çünkü Algol bir saat gibi, her 2.87 günde bir sönükleşip yeniden parlaklaşır. Bu aydan başlayarak, 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  $\gamma$  Andromeda; en sönük olduğu anda ise yaklaşık  $\epsilon$  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.)

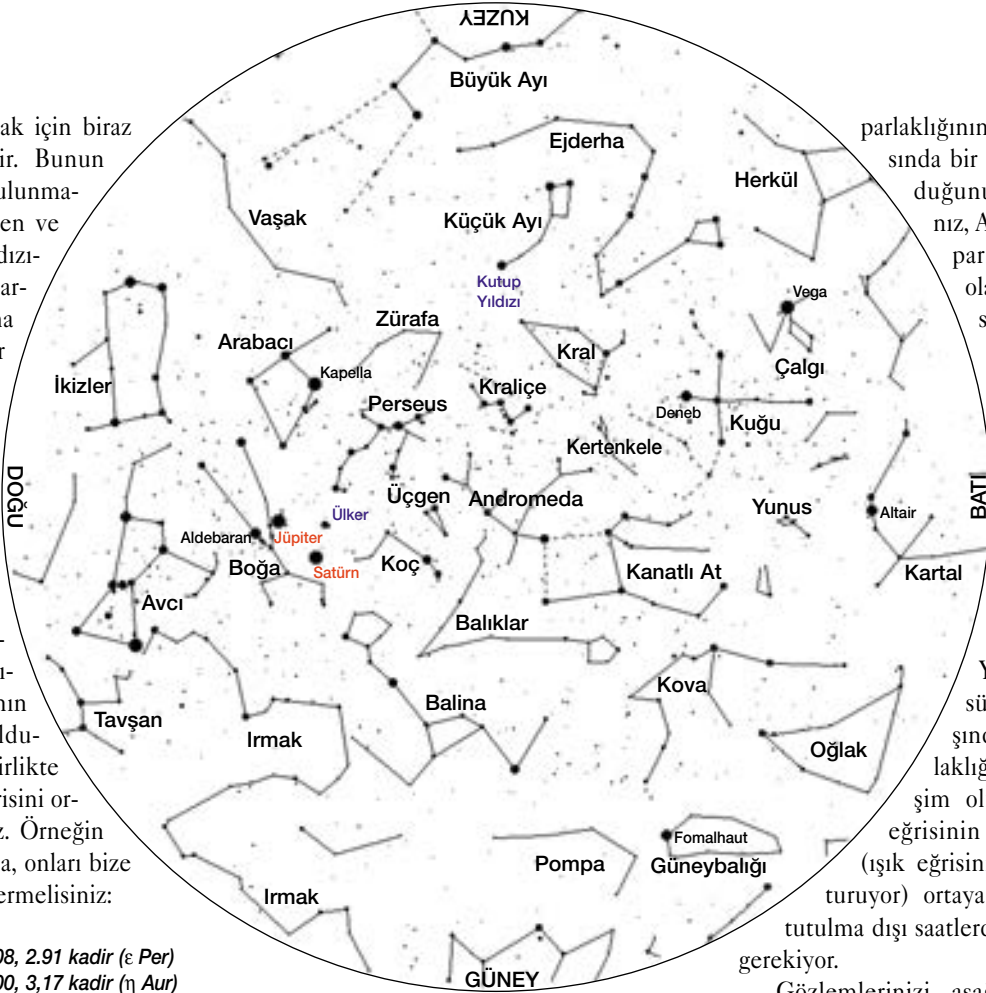
Yeterli deneyimi kazandıktan sonra, iki karşılaştırma yıldızının parlaklığı arasındaki bir parlaklığı da tahmin edebilirsiniz. Örneğin, değişen yıldızın parlaklığı karşılaştırma yıldızlarından birinin par-

## 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 taş döner. Bunu bilen Perseus, tanılardan yardım ister. Athena, ona görünmez olmasını sağlayan bir kask verir ve onu Medusa'nın sadece gölgesine bakması için yarar. 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 taş döner. 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 taş dönerler. 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.



1 Kasım 2000 Saat 22<sup>00</sup>; 15 Kasım 2000 Saat 21<sup>00</sup>;  
30 Kasım 2000 Saat 20<sup>00</sup>'de gökyüzünün genel görünüşü

laklığıyla tam olarak uyuşmuyorsa, iki karşılaştırma yıldızının parlaklığı arasındaysa doğru parlaklığı bulabilirsiniz. Örneğin, gözlem anında Algol'un parlaklığının, ı 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.

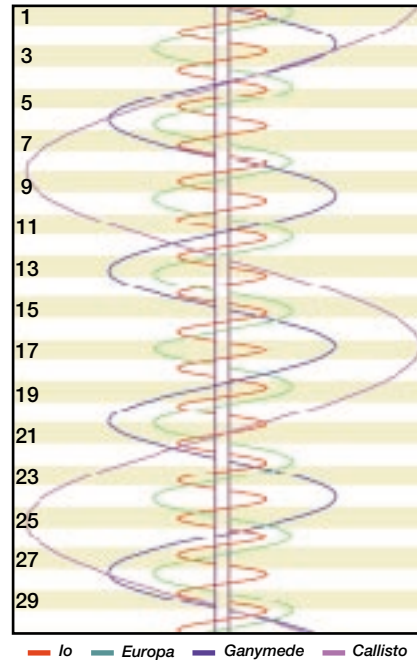
## Ayın Gök Olayları

Bu ay, Venüs, Jüpiter ve Satürn yılın en iyi konumunda. Güneş'ten yaklaşık iki saat sonra batan **Venüs**, günbatımından sonra güneybatı ufku üzerinde gözlemlenebilir. **Jüpiter** ve **Satürn**, hem Dünya'ya yakın konumda hem de tüm gece boyunca gözlemlenebiliyorlar. 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



Kasım ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunun gezegene göre konumları.

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.*

**D**ÜNYA'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 genişlediği 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 kütesinin büyük bir bölümünü uzaya ne zaman, nasıl ve ne kadar hızlı püskürteceğine bağlı olacak. Bu kütle kayıbsa, ölüme yaklaşan yıldızın büyüklüğü, kütesi, ışık yayma gücü ve bileşimine bağlı.

"Güneş boyutundaki yıldızların kırmızı dev konumunda kütlelerinin yaklaşık %40'ını kaybettiklerini biliyoruz. Ne var ki, bu kütlelerin 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 yara-

tıyor", 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.

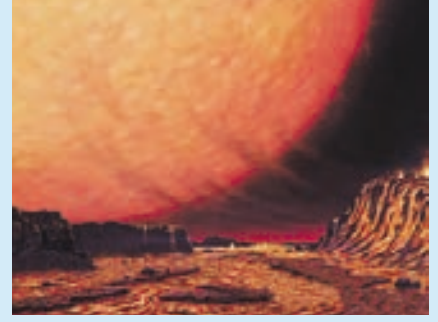
Şurası kesin ki Güneş, kütesini görece erken bir zamanda yitirirse, Dünya ateşten bir sondan kurtulacak. Bu durumda yıldızın kütleçekim kuvveti azalacak ve gezegenlerin yörüngeleri de buna paralel olarak genişleyecek. Örneğin, yüzde 40'lık bir kütle kaybında Dünya'nın yörüngesi, bugünkü yarıçapının üçte ikisi kadar genişler, yani yörüngesinin 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. Yayıdığı 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 kütlelerinin 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 genişlediği 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, kütlelenin 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 genişleyecek ve Dünya'yı da tehdit edecek. Güneş, yeterince kütle yitirmeden önce, Dünya'nın kurtulabilmesi için onun yörüngesinin dışına taşacak şekilde genişleyecek. Bü-

yük 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 gökismi 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, seyrelmış 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 alanınca 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 on yıl sonra da evrendeki tek mavi gezegen yanmış olacak. Gezegenimizden geriye pek bir şey 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 kütlelerinin %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 söylemiyorlar.

Willson'a göre en büyük belirsizlik, Güneş'in "helyum parlaması" sırasındaki davranışdır. 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 kadherine ilişkin en temel soru yanıtlanamıyor. "Dünya'ya neler olacağını gerçekten bilmiyoruz" diye yanıt veriyor Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Fred Rasio. Bu nedenle, başka varsayımları da dikkate almak gerekiyor.

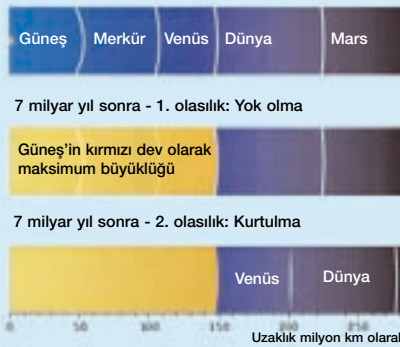
Dünya'nın, bu ateş saldırısını şekilsiz bir kalıntı olarak atlatması, bazı kuşramlarca pek de olası görünmüyor. Kırmızı devin büyüyen alevleri yalnızca Dünya'nın atmosferini, yerkabuğunu ve mantoyu buharlaştırsa dahi, geriye nikel ve demirden oluşan çekirdek kalır. Çekirdek de zamanla soğur ve koyu bir metal kütle halinde beyaz cüce durumundaki Güneş'in çevresinde döner.

Bu tür bir senaryonun gerçekleşebileceğini Ejderha takımıyıldızında, bize

# Güneş'in Geleceği

Güneş'imiz pek de göze çarpmayan, orta büyüklükteki bir yıldız olduğu için daha henüz yarı ömrünün bile tamamlamış değil. Buna karşın, çekirdeğindeki hidrojenin yarısı helyuma dönüşmüştür – bir zamanlar oranı %70,6 olan bu yarıcı 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 merkezini – ki yalnızca burada çekirdek birleşmesi süreçleri meydana gelir – zamanla dışa doğru genişlemesine yol açar.

Güneş ve Gezegenlerin Yörüngeleri  
Bugün



Kanada'daki Toronto Üniversitesi araştırmacılarından Arnold Boothroyd, Güneş'in geleceğiyle ilgili şu öngöründe 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 büzülür. Güneşi saran örtüdeyse henüz yeterli hidrojen vardır – bu hidrojen ısınır ve genişlemeye başlar. Sonunda, belki de yaklaşık

7,5 milyar yıl sonra Güneş, birkaç milyon yıl boyunca kırmızı dev haline gelene değin genişler. Bu sırada, çapı kısa süre içinde 160 kat büyür. Örtüsü görece ince ve serin (3000°C) olduğu için kırmızısı parlak.

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 dışı doğru yer değiştirmesinden dolayı yeniden genişleyerek 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 değişebileceği parlamalardır. Bu sırada Güneş bugünkünün 5200 katı kadar parlaklığa ulaşabilir. Bunlar, Güneş'in görkemli kalabilmek için son çabalarıdır. Özü tehlikeye altındadır.

Bu süreçte 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 büzüşmez. 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. Kütesi artık yalnızca günümüzdeki Güneş'in kütesinin yarısı kadardır. Çapı yaklaşık 80 000 kilometre, yoğunluğu santimetreküpde iki milyon ton kadardır. Artık yaklaşık 12,4 milyar yıl yaşına varmış olan Güneş'imizin öyküsü de böylece sona erer.

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 olabilecektir.

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 ölümüne 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 seyreker 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 kütesine 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 Güneç

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 ışınının 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, ışınının kutuplanmasına yol açıyor olabilir.

Dünya, ne kadar zarar görmüş olsa da, Güneş'in devleştiği evreleri atlarsa, 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'ın genel görelilik kuramına göre, bir cismin çevresinde dönen her cisim kütleçekim dalgaları yayar. Cisim böylelikle hareket enerjisi kaybına

# 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.

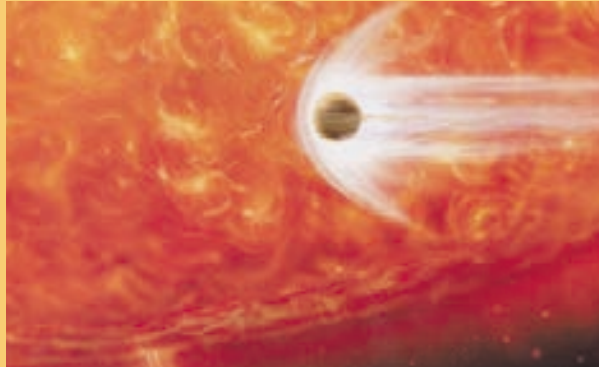
1645-1715 yılları arasındaki küçük buzul devri de, Güneş'in etkinliğindeki görece küçük değişimlerin Dünya iklimi üzerindeki etkisini gösteriyor. Bu yıllarda Dünya, 10 000 yıl önceki en son buzul döneminden sonra en soğuk dönemini geçirmiş. Washington D. C.'deki Deniz Kuvvetleri Araştırma Enstitüsü'nden 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 yansımaları 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<sub>3</sub> bitkileri tükenenler. C<sub>4</sub> 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'in 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 buharla-

## 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 hala var olurlarsa, bir süre orada yaşayabilirler. Ancak, Ames'teki Iowa Eyalet Üniversitesi'nden Lee Anne Willson, 6 milyar yıl sonra Güneş bir kırmızı deve dönüşüğünde, Mars'ın da kavrulacağını hesaplamış.

Mars'tan sonra insanlar belki de Güneş'e uzak gezegenlerde yaşamlarını sürdürecektir. 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 Merke-

zi'nden Christopher P. McKay de, Satürn'ün en büyük uydusu Titan'da yaşamın sürebileceğini düşünüyorlar. Şu anda Titan'daki sıcaklık, -180°C.

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 yüzüne bugünkünün 17 katı Güneş ışığı vuracak. Daha fazla Güneş ışığı ve atmosferdeki metanın neden olduğu sera etkisi, Titan'ın ortalama sıcaklığının -100°C'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.

şacak. 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda üreyen termofil bakterilerin varlığı tehlikeye girecek. Yeryüzündeki felaketten çok uzakta olduğu için, yalnızca yeryüzünün kilometrelerce altındaki lav çatlaklarında yaşayan mikropoların 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, Gü-

neş 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 katılacak. 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

# 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 Miocylaw 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 yakıt 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 yeter-

li 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 dönüş-



r ü l -  
m e s i n i  
öneriyor. Bu-  
nun için gezegenin  
merkezindeki ısıyı artıracak bir ateşleyici güce gerek du-

yuluyor. Böyle bir güç sözcüğünü bir kara delikten elde edilebilir. Jüpiterin bir kırmızı cüce yıldız dönüşmesi elbette çok kolay olmayacaktır. Bunun için gezegenin en azından 100 milyon yıl kara delikle etkileşimde olması gerekir. Jüpiter böyle bir etkileşim içindeyken karadeliklin neden olduğu çekim alanının Dünya'yı yaşamaz 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 sürdürecektir duruma gelmeli. Bu da Güneş'in 2000 kat daha ızma ışıması anlamına geliyor. Güneşimizi bu duruma gelecek denli büzüştürmeliyiz. Bunun temeli bir yıldızın yaşam süresi ve parlaklığının kütlesine bağlı oldu-

ğu 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 yıldızla göre daha fazla kütlesi vardır ama daha çabuk yanar.

Peki bir yıldız 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 etkisileştirip çevrelerinde görece zayıf bir dipol alanı oluşturacaklar. Böylece karşılıklı bir manyetik alan oluşmuş olacak. Bu sayede de Güneş'in kutuplarındaki gazlar ısıtılabilir 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 kısma bir kırmızı deve dönüşür ve Dünya için felakete yol açabilir. Yalnızca yeni "üretilmiş" kırmızı cüceler güvenli yıldızlar olacaktır. Bir diğer sorunu kırmızı cücenin yalnızca üst yüzeyine yakın bölgeler yaşama izin verecektir. Bu nedenle Dünya'nın bu büzülmüş yıldız yaklaşması gerekir. Ne var ki çok fazla yaklaşma da Dünya'yı Merkür'ün bugünkü durumuna düşürebilir.

Üçüncü olasılık kulağa daha ütöpik 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 Mexico'da Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndan gökbilimci Jack Gills, 1984 yılından beri bilgisayar simülasyonlarıyla 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 Sterbentod", *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 Miocylaw 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 yakıt 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 yeter-

li 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 dönüş-



r ü l -  
m e s i n i  
öneriyor. Bu-  
nun için gezegenin  
merkezindeki ısıyı artıracak bir ateşleyici güce gerek du-

yuluyor. Böyle bir güç sözcüğünü bir kara delikten elde edilebilir. Jüpiterin bir kırmızı cüce yıldız dönüşmesi elbette çok kolay olmayacaktır. Bunun için gezegenin en azından 100 milyon yıl kara delikle etkileşimde olması gerekir. Jüpiter böyle bir etkileşim içindeyken karadeliklin neden olduğu çekim alanının Dünya'yı yaşamaz 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 sürdürecektir duruma gelmeli. Bu da Güneş'in 2000 kat daha uzaya ışıması anlamına geliyor. Güneşimizi bu duruma gelecek denli büzüştürmeliyiz. Bunun temeli bir yıldızın yaşam süresi ve parlaklığının kütlesine bağlı oldu-

ğu 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 yıldızla göre daha fazla kütlesi vardır ama daha çabuk yanar.

Peki bir yıldız nasıl hafifletilebilir? 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 ısıtılacak 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 kısma bir kırmızı deve dönüşür ve Dünya için felakete yol açabilir. Yalnızca yeni "üretilmiş" kırmızı cüceler güvenli yıldızlar olacaktır. Bir diğer sorunu kırmızı cücenin yalnızca üst yüzeyine yakın bölgeler yaşama izin verecektir. Bu nedenle Dünya'nın bu büzülmüş yıldız yaklaşması gerekir. Ne var ki çok fazla yaklaşma da Dünya'yı Merkür'ün bugünkü durumuna düşürebilir.

Üçüncü olasılık kulağa daha ütöpik 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 Mexico'da Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndan gökbilimci Jack Gills, 1984 yılından beri bilgisayar simülasyonlarıyla 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 Sterbentod", *Bild der Wissenschaft*, Kasım, 2000  
Çeviri: Gökhan Tok



# Moleküllerin Buz Dansı

**U**ZUN 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 hareket etmesini sağlayan Bose-Einstein yoğunlaşması 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 kapana içine kısıtıp 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 soğutmaya ve onları tek bir kuantum düzeyinde, santimetreküpde yaklaşık bir milyon molekül olacak yoğunlukta, bir kapana içine kısıtırmayı başardı.

Kısıtılmış 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 bazılarını ulaşma yönünde önemli mesafeler kaydettiler. Bir yöntem, alkali dimerleri (basit yapılı bir moleküle monomer, birbirine eş iki molekül ya da monomerin bir araya gelerek oluşturduğu moleküle dimer, çok sayıda eş ya da benzer monomerin bir araya gelmesiyle oluşan büyük moleküllere ise polimer adı verilir) milikelvin sıcaklıkların altına soğutmaya 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

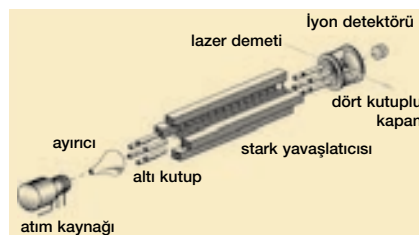
farklı değil. Bunlardan biri hassas spektroskopi. Yeterince soğuk olmayan moleküllerde harekete (yer değiştirme, dönme ve titreşme) bağlı etkiler, molekülün spektral çizgilerinin yeterince hassas ölçülmesini engelliyor. Bir başka amaçsa, aşırı soğuk molekülleri çarpıştırarak molekülün kuantum yapısı 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 yoğunlaşmasını oluşturmak da amaçlar arasında. Bütün bunlardan daha çekici olansa, daha önceden bilinmeyen ve tahmin edilemeyen yepyeni olguların ortaya çıkma olasılığı.

Atomların kapana kısıtılmasındaki 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 kısırmak 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.

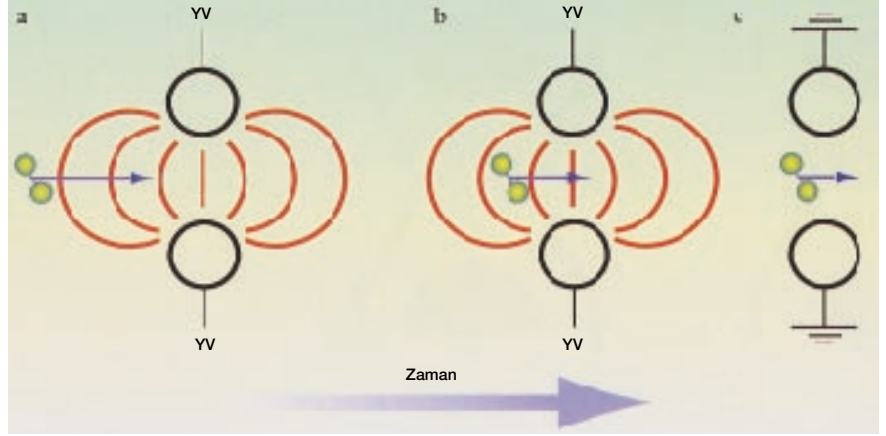
Zaman içinde değişen bir elektrik alanında moleküllerin yavaşlamasının ilkeleri şekil 1'de verilmekte. Yavaşlatılacak moleküllerden oluşan bir atım, bir çift elektroda doğru yol alırken elektrodlar arasında bir elektrik alanı yaratılıyor. Elektrik dipol momentleri elektrik alanına ters yönde olan moleküller, 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 kısırılması çalışmalarındaysa, hidrojen atomları döteryum atomlarıyla değiştirilmiş amonyum moleküllerini (ND<sub>3</sub>) kullandılar. Normal amonyum molekülleri (NH<sub>3</sub>) yerine döteryumlu amonyum molekülleri kullanma nedeni, normal amonyum moleküllerinin en uygun elektrik alanı değerlerinde doğrusal olmayan Stark etki-



**Şekil 1** Elektrik alanları molekülleri yavaşlatıyor. a) Dipolar bir molekül (yeşil) elektrod- lar arasındaki elektrik alanına (kırmızı çizgiler) girince Stark etkisine uğrar. b) Molekül- ler 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.

si göstermeleriydi. Yavaşlatmak istedikleri moleküllerse en düşük enerjili titreşim durumuna sahip amonyum molekülleri idi. Bu durumdaki moleküller bir atımdaki bütün amonyum moleküllerinin sekizde birini oluşturuyorlardı.

Yavaşlatılmış molekülleri kapana kısırmak için Hollandalı araştırmacılar, molekül atımlarını elektrostatik bir kapana doğru yönlerdirdiler. Moleküller kapana yaklaşıırken 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 kısırılmış oldular. Kapandaki moleküllerin küçük

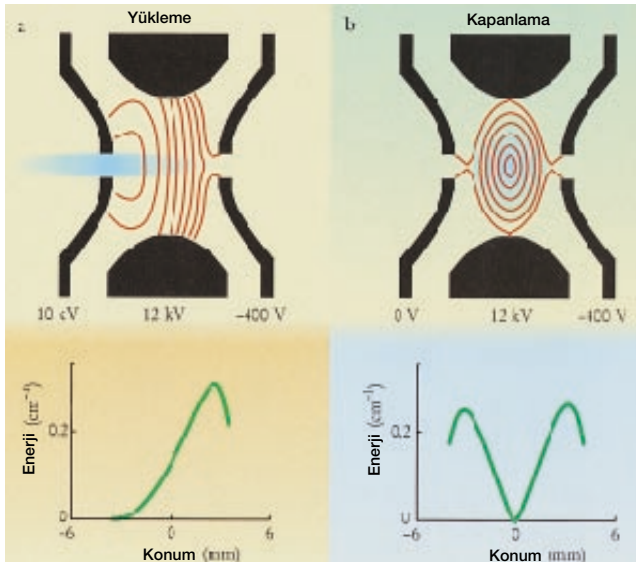
bir kısmını iyonize edip, onlardan gelen ışınımı ölçerek santimetreküp- te yaklaşık bir milyon molekül olduğunu belirlediler. Moleküllerin toplam hacmiyse 0.25 cm<sup>3</sup> olarak ölçüldü.

Kullanılan kapalı 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 durumunda. Hollandalı grup henüz bu sıcaklığı doğrudan ölçmek için bir yöntem geliştirebilmiş değil. Ama kapalı içindeki moleküllerin sıcaklıklarının 2mK kadar düşük olabileceğini tahmin ediyorlar. Moleküllerin kapalı içinde kalma süreleri ise 0.24 saniye.

Hollandalı grup, umut veren bu tekniği daha da geliştirmek için çalışıyor. Amaç, kapalı içindeki moleküllerin yoğunluğunu santimetreküp- te bir milyar düzeyine çıkarmak. Araştırmacılar bunu elektrik alanı yoğunluğunu artırarak, daha fazla elektrostatik basamak koyarak, kapalı yavaşlatıcıya daha yakın koyarak başarabileceklerini düşünüyorlar. Bir başka amaçları olan moleküllerin kapalı içinde kalma sürelerini uzatmayı ise 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 kapalı 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. Altta grafik potansiyel enerjiyi konumun fonksiyonu olarak vermektedir. b) Moleküller kapanın içine girince alan konfigürasyonu (üstte) molekülleri kısıran bir potansiyel kuyusu (altta) oluşur.



Gerçekleşebilecek Bir Hedef...

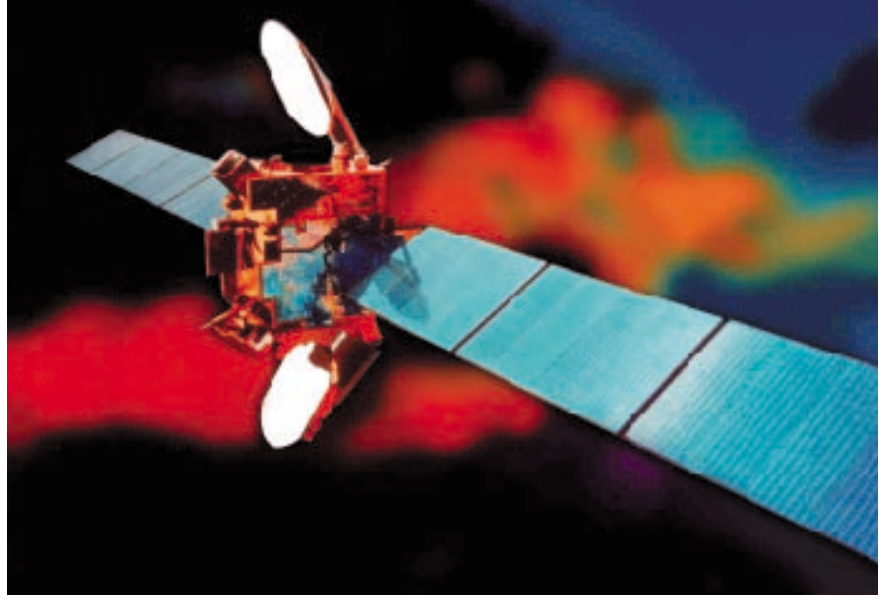
# Türkiye ve Uzay

*Bugün toplumumuzun büyük kesimi için uzay, bilimkurgu öyküleri, bazı gerilim filmleri ya da televizyonda ve gazetelerde zaman zaman izlediğimiz, ama bize uzak görüldüğü 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.*

**S**IRLARINA 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, ısı 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



Baykonur'dan fırlatılmak üzere hazırlanan bir Batı uydusu

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 entegrasyonunun 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.

## 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 uydudan 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 görüldüğü 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 nüfusu 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. Uydunun yapımında, Brezilya, Hindistan ve G.Kore ile ülkemiz kuruluşları arasında ortak çalışmalar geliştirilebilir.

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

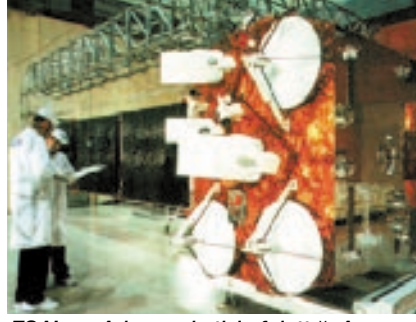
ülkemiz için ilk önce akla gelebilecek yöntemler olarak ortaya çıkıyor.

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, taşıeron 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 taşıeron alt sistem yüklenicisi olarak görev alabilirler. Uzay araç ve uyduları 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, DSI ve Orman Bakanlığı, son yıllarda hızlı atılımlar yapan Çevre Bakanlığı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı gibi ülkemizde uygulayıcı olan ve yine görev alanları içinde araştırma ve geliştirmeye destek vermeye çalışan temel kuruluşlarımız uzay verilerinden önemli ölçüde yararlanabilecek durumdadır.

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 sonuçlandırma aşamasına getirmiş bulunuyor.

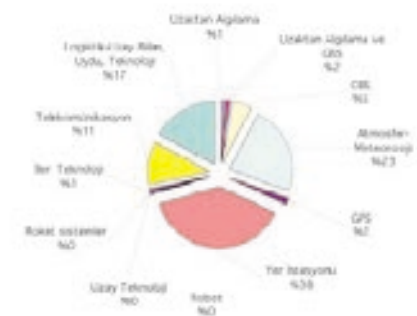
## Türkiye ve Uzay Çalışmaları

Türkiye'de uzayla ilgili faaliyetlerin koordinasyon çalışmaları ilk olarak DPT nin 22 Haziran 1990 tarihli yazı-

sıyla TÜBİTAK çatısı altında Uzay Bilim ve Teknolojileri Komitesinin (UBİ-TEK) 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.

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 toplantısında, 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.



1999 yılı DPT yatırım programında (DPT, 1999) uzay faaliyet alanlarına giren konulardaki projelerin 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.

## 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 bilgilendirme, 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 güçlendirmek.

## 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 yapılacağıın 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

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 sayılabacak atılımlar 1993'te yüksek astrofizik ala-



ESA'nın 1991'de fırlattığı "Avrupa Uzaktan Algılama Uydusu" ERS-1.

ile ilgili somut önerilerin ortaya konması;

4. Etkin sonuçların alınabilmesi için görev ve sorumlulukların kimler tarafından nasıl paylaşılacağıın, 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.

nında yapılan uluslararası işbirliği projesi SXG (Spektrum X Gamma) projesi ve 1996'da kurulan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi. Temel araştırmalar tümüyle kamu finansmanı ile 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.

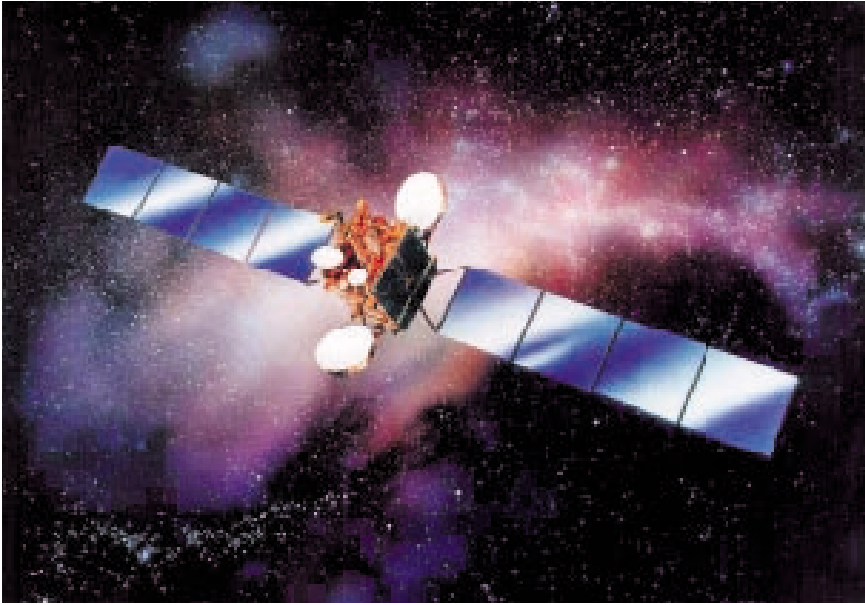
Ülkemizde uzay sanayiinde gelişmeler gösterebilecek, altyapısı ve insan gücü ile potansiyel olabilecek kuruluşlar bulunmaktadır. Bunlara bazı örnek; TAI, ASELSAN, TEI, ROKETSAN, MIKES, HAVELSAN, TÜBİTAK-SAGE, ALP Havacılık, NETAŞ, Başarı Elektronik, STFA SAVRONİK, Altınay Robotik ve Otomasyon A.Ş. gibi 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 karnadına 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 sayılabacak 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 bilim-

sel ve teknolojik projeler ve politika kararları kronolojik olarak elde edilen 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, Türk uzay sanayii’nin de temel taşı olmaya aday



1925, Ankara’da THK planör fabrikası kuruldu.

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 İkmal 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 açılmadı.

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 dönüştürülmüştür.

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 sanayinin geliştirilmesi çerçevesinde, HAVELSAN, ELROKSAN, MİKES, SAVRONİK 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 gökbilimde 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.

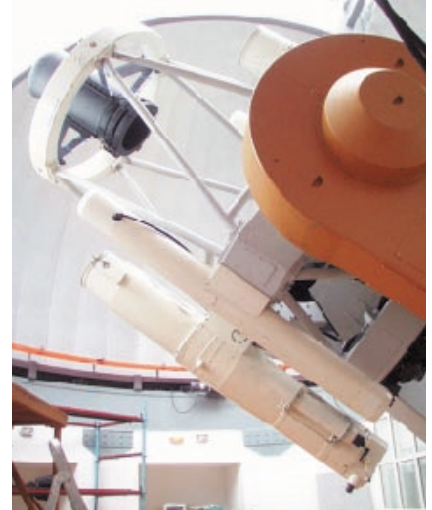
1995, TÜBİTAK "Bilgi Teknolojileri Elektronik Araştırma Enstitüsü" (BİLTEN) uzay uydu teknolojileri konusunu da ar-ge faaliyetleri kapsamına aldı.

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, Cumhurbaşkanının katıldığı "Türkiye'de Bilim ve Teknoloji Ala-



nında Politikalar, Sorunlar, Çözümler" konulu toplantıda Uzay ve Havacılık sanayii, Uzay-uydu projeleri, ve Uzay Ajansı konularında çalışmalar yapılması benimsendi.

1996, Astronomi ve Uzay bilimlerinde 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 Laboratuvarının 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.

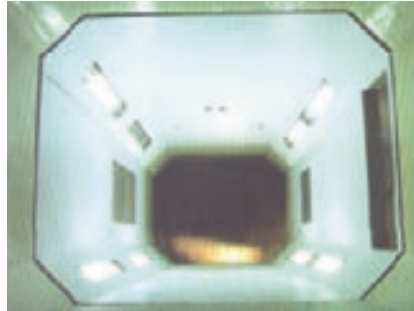
1997, TÜBİTAK tarafından Türkiye ile Avrupa Uzay Ajansı arasında uzay alanında muhtemel bir işbirliği antlaşması yapmak amacıyla ilk resmi temaslar başlatıldı.

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.



Ankara Rüzgâr Tüneli, havacılık ve uzay sanayii ile ilgili gövde parçalarının ekstrem koşullarda sınanmasını sağlayacak stratejik bir laboratuvar.

Dr. Tamer Özalp

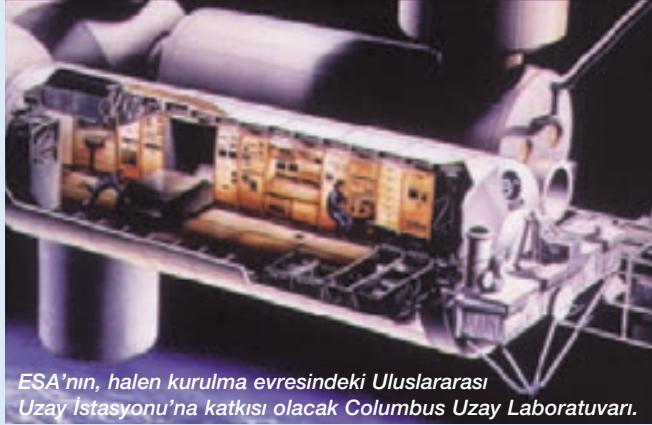
# Uzay Araştırmaları

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 teçhizatını, 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 sis-

tem 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 ülkelere merkezi hükümet kurumlarının karar üretme süreçlerinde yer alan ve toplumun hemen her kesiminin kolaylıkla kullanılabileceği bir yapıya dönüştürülen uzay teknolojilerinin kullanıldığı uygulama alanları şunlar: Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, uydu haberleşme, telekomünikasyon sistemleri, navi-

gasyon, seyrüsefer sistemleri ve küresel konumlandırma sistemi, meteoroloji. Bu alanlar ekonomik faaliyet alanı olarak toplum tabanında giderek yaygınlaşan uygulamaları içermekte. En çok gelişme gösteren uzay uygulama alanları, 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 alanlar 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.

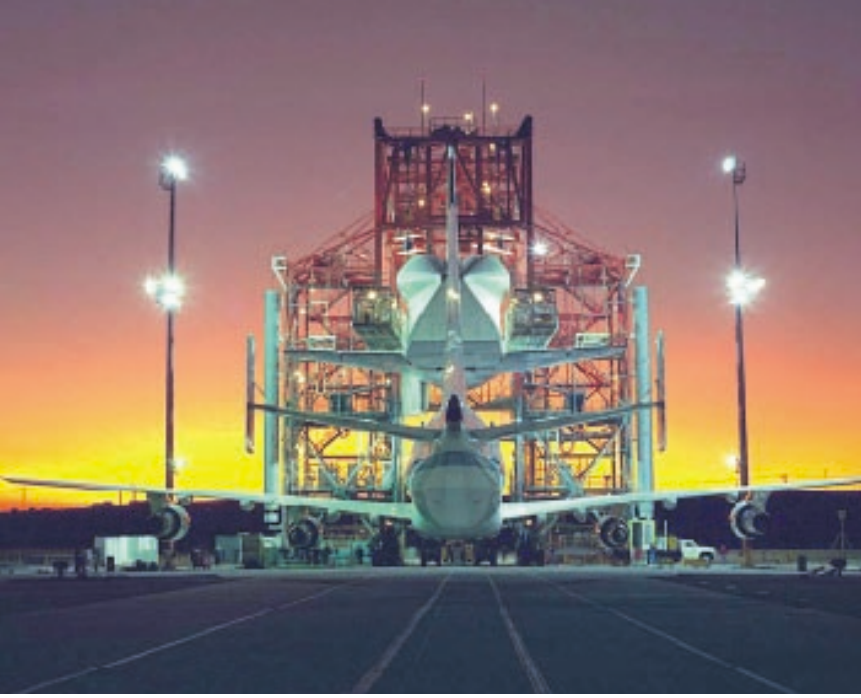
Gelişmiş ülke uzay organizasyonları ile ikili anlaşmalar yapılarak bu tür çalışmalara ülke düzeyinde katılım sağlanabilir. ESA (Avrupa Uzay Ajansı) ile Türkiye arasında yapılacak bir işbirliği anlaşması bu programların başında yer alıyor. Ülkemizde bu programlara girebilecek ulusal bir uzay kurumu şimdilik 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 teknolojiye 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 sürdürecektir ve diğer ülkelerle birlikte uzayın araştırılması ve barışçıl amaçlarla kullanımı için çalışmalarda bulunacaktır.

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 geliştirme 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 artırılarak 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 sanayisinin 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 or-



ganizasyon için ayırıyorlar. Uzay bilim araştırmaları, her üye ülkenin katkıda bulunduğu temel ve zorunlu bir faaliyet alanı. Bugüne kadar uzay bilimleri ile 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 katılımında bulundu. Avrupa uzay sanayiinin geliştirilmesi temel politikalarından biri ve kurum, bütçesinin yaklaşık %90'ını 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 sanyai politikalarını teşvik etmek,

ESA, şu anda AB'nin resmi bir kuruluşu sıfatını taşıyor. 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 Amerika'da Fransız Guyana'sında bulunan Kourou Uzay Üssü. Bu üssün seçilme nedeni, ekvatora yakınlığı. Dünya'nın eksen etrafında dönüşünün sağladığı ve ekvator'da 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 Birliği'nin 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 ekonomiyeye 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 artırılması, 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 sanayinin 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 sektörlerle 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 yörüngeye yerleştirildi. Bu uydunun ağırlığı 360 kg'dı. 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 1981 yılında fırlatıldılar. Bunlardan biri deneysel amaçlı haberleşme uydusu, ikincisiye, gözlem amaçlı BHASKARA-2 uydusu.

## INSAT (Hindistan Ulusal Uydu Sistemi)

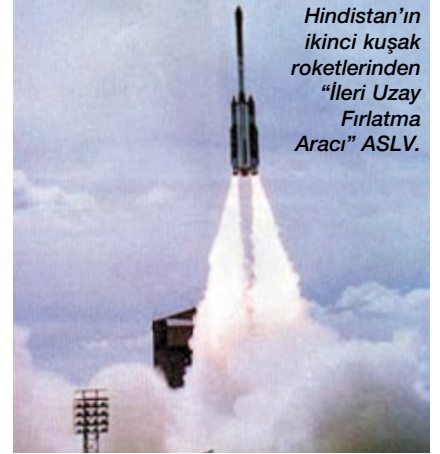
Bu sistem 1983 yılında, Hindistan Meteoroloji, Uzay, Radyo ve Telekomünikasyon kurumları ile ortaklaşa kuruldu. İlk INSAT uydusu INSAT-1A 580 kg ağırlığında ve Ford Aerospace(ABD) ile Aerospatiale (Fransa) firmalarının ortak yapımıdır. 1982 yılında Thor-Delta Roketi ile fırlatıldı. INSAT-1B, 1C, ve 1D 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 yükseklikteki 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 modellerle 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 Uzak Fırlatma Araçları

IRS uzaktan algılama uyduları için geliştirilen bu araçlar, 1000 kg yükü 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 Uzak 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.

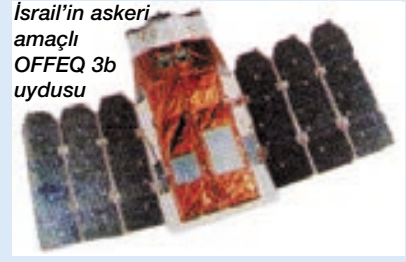


## Potansiyel Ortak İsrail

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 kuruluştur. 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 Tel Aviv'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 ultraviyole görüntüleme sisteminin 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 ile fırlatıldı.

İsrail Uzay Ajansı için her yıl 50 milyon ABD doları kadar bir bütçe ayırıyor. 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 dönemde 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 yansıtacağını 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 aşına 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 asis-



tanı 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 kütleçekimiye, Arkani-Hamed ve benzer görüşleri savunan fizikçilere göre, ötekilerden farklı; çünkü farkında olmadığımız öteki boyutlara dağılmış durum-

da. Ve kütleçekimi öteki boyutları da kapsıyorsa, bu boyutlar içindeki maddeyle de etkileşiyor olabilir. Bu da, evrende tanıdığımız maddenin eksikliği ni 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 anlaşılabilir. Bunun için araştırmacı, hastaların kan örneklerinden elde ettiği DNA dizilerinin, hastalıkla ya da aranan özelliklerle ilgili bölümlerini ayırmak üzerinde yoğunlaşıyor. Şimdilik, laboratuvarında kullanılabilecek bir teknoloji geliştirmiş. Ama artık tanı işini daha hızlı gerçekleştirebilecek, pratik yollar peşinde. "Aslında Ford'un (ilk seri üretim binek otomobili) T-Modeli'nde işimizi görürdük, 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 dipleindeki 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 yapamadığımızı 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 olanaksız gerçekleştirmek. Örneğin atmosferimizin %80'ine yakın bölümünü oluşturan azot moleküllerini bölmek. Gerçi kendinden önceki bilim adamları geçtiğimiz yüzyılın başlarında bunu gerçek-



leştirerek Nobel almışlar. Önemli, 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 ilişkilerimizin 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 sayısı 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 karadelik bulunduğunu gösteren en güvenilir kanıtları bulmuş. Ghez'in gözlemleri, gökadanın merkezindeki yıldızların son derece büyük kütleli, ancak görünmeyen 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 kütlelerinde 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 yolla-



rını 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, her şeyin 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. Maldace-na'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, bedenın genel çıkarları doğrultusunda ne zaman çoğalıp ne zaman ölmeleri gerektiğini öğrenmişler. Ama Sloan-Kettering Kanseri 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 tasarımı 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 benzer 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. Alışlagelen genetik mühendisliği yöntemlerinde, herhangi bir organizmanın doğal kromozomlarına istenen bir özellik verebilecek tek bir gen naklediliyor. Oysa Preuss'un hedefi, yapay kromozomlara çok sayıda gen aşlamak. Böylece bir bitkinin genetik bilgisini oluşturan ansiklopediye tek bir sayfa eklemek yerine, kendi yazdığı cildi eklemek istiyor. Laboratuvarında 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 böceklerle, 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), gerçekte 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 vurguluyor. Genç profesör, Descartes'ın da Calculus'un 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 kaydıyla ilgilendirken Tromp ve rilerden 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, yer çekimine 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 Negroponte, kitapların kısa bir dönem içinde yeniden yazılabilme olanağı olan çok ince sayfaya benzer metal levhaların birleştirilmesinden oluşan ciltlere dönüşeceğini tahmin etmişti. Bazı ki-

taplar bu doğrultuda değişebilir. Dünyadaki pek çok laboratuvar da 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 sürdürecektir gibi görünüyor. Ekim 1999 yılında Büyük Britanya'da yapılan Perakende Bankacılık Araştırması Raporu'nun sonuçlarına göre önümüzdeki birkaç dönem içinde nakit para günü-

müzde 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 Corryat adında bir İngiliz, ülkesine ilk çatalı İtalya'dan getirdi, kendisi çatal kullanıyor ve kullanılması için de elinden geleni yapıyordu. Çevresinde-



## 20 yıl içinde Demode Olacaklar

Teknoloji, amansız bir biçimde gelişiyor. 20 yıl sonra tam olarak nelerin gerçekleşeceğini bilemesek de; bu gelişimin hızını göz önünde bulundurunca, en azından önümüzdeki yirmi yıl içinde teknolojiye-ki gelişmelerin ne gibi bir yön izleyeceğini tahmin etmek pek de zor değil.

Şimdiden yaşantımızın ayrılmaz bir parçası olan bilgisayarların önemi hiç kuşkusuz daha da artacak. Bu nedenle gelişimin hızını tahmin ederken belki de bilgisayarın gelişim hızını göz önünde bulundurmak en doğrusu olur. Entegre devrelerdeki gelişimler, bilgisayarların hızını her 18 ayda bir ikiye katlıyor. İşlemcilerin yanında, bilgisayarın bellek görevini üstlenen RAM yongalarının performansı her 1.5 yılda bir; sabit disklerin kapasiteyi her 9 ayda bir ikiye katlıyor. Bir başka yönden bakacak olursak, aynı hızla çalışan bilgisayarların boyutları giderek daha da küçülüyor. Gelişimin hızını önümüzdeki gibi düşünersek, 20 yıl sonra bir Pentium işlemci yongasının şimdikiinden 10 000 kez daha hızlı ya da şimdikiinden 10 000'de biri büyüklükte olacağını varsayabiliriz.

Bilimde son yıllardaki en önemli gelişmelerden biriye insan genom haritasının oluşturulması. Büyük bir yap boz oyununa benzetebileceğimiz bu harita, tamamlanma aşamasına geldi. Genlerimizin çözülmesi, önümüzdeki yirmi yıl içinde gen terapisi alanında önemli adımların atılabileceğinin habercisi. Bu, insanlık tarihinde en farklı duran gelişmelerden biri olacak. Çünkü, insan, ilk kez kendi üzerinde değişiklikler yapmak için adım atacak.

Bu arada, alışageldiğimiz bazı şeylerin de "modası geçecek". Onların yerini yeni teknolojiji ürünler alacak. Mekano-elektrik teknolojiyle çalışan pek çok ağıt, yerini daha güvenilir katı-hal ağıtlarına bırakacak. CD, DVD, VCD ve teyp kasetleri gibi veri saklama araçları kullanımdan kalkacak. Onların yerine, veri sıkıştırma teknolojisinin gelişmeleri birlikte, MP3 türü dosyalar, katı hal belleklerde depolanabilecek. Bu ağıtların önümüzdeki kapasitesi yaklaşık 128 megabayt dolayında. 20 yıl sonraysa bunun 10 000 katı, yani



1.28 terabayta ulaşması bekleniyor. Bu kapasite, 200 uzun metrajlı filmin saklanabilmesine olanak tanıyacak kadar büyük. Yine, gelişmelerin bir sonucu olarak, film çekme kameraları ve projeksiyonları yerini yüksek çözünürlükte görüntü sağlayabilen sayısal görüntüleme aygıtları alacak.

Cep telefonları, radyolar gibi aygıtlarla kullanılan kablolu kulaklıkların yerini telsiz kulaklıklar alacak. Uzaktan kumandalar ve pek çok düğmeli kumanda, yerini sele kumandaya bırakacak. İsteddiğimiz komutu söyle vermemiz yeterli olacak.

Belgelere atılan imzalar geçerliliğini kaybedecek. İmzamızın yerini, biyometrik kimlikler alacak. Bunlar, iris, parmak izi ve ses özelliğimizi tanımlayacak.

Gerçek orkestraların çaldığı müzik parçaları ancak eski plak ve CD'lerde bulunabilecek. Müzik, sayısal yöntemlerle bilgisayarlarla üretilecek. Kimse kaybolmayacak; çünkü GPS kullanımı, GPS alıcılarının çok küçülmesi sayesinde yaygınlaşacak. Herkesin cep telefonunda ya da saatinde bir GPS alıcısı bulunabilecek. Petrol ürünleriyle çalışan motorlar, yerini enerjisinin yakıt hücrelerinden alan motorlara bırakacak.

Bunların yanında, tıpta önemli gelişmeler olması bekleniyor. Çeşitli gen terapileriyle, pek çok hastalığa çare bulunabilecek. Gen terapisiyle, zamanla hormonlar, hücreler ve hatta organlar üretilebilecek. Hastalıklı dokular ve organların yenileri üretilebilecek. Organ nakli sonrası, vücudun yeni organı reddetmesi gibi bir sorun olmayacak. Çünkü, organlar hastanın kendi dokusundan üretilecek. Yılda yaklaşık 600 000 kişiye uygulanan by-pass ameliyatı tarihe karışacak. Genetik müdahaleyle, tıkalı damarların yerine yerininin gelişmesi sağlanabilecek.



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 sofraya gerektirir. Batı'da gelecek 20 yıl içinde sofraya gereçlerinin kullanılması bırakılacak gibi görünmüyor. Aynı şeyi Doğu'nun yemek çubukları için de söyleyebiliriz. Uzakdoğulular gelecek yıllarda 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 beklenenecek 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 eğitilmiş birinin olmasını ve bu sistemlerin herhangi bir kazaya neden olmasını engellemesini gerektiriyor.

**Trafik Sıkışıklığı:** Uçan otomobillerin gelecek 20 yılda yaşantımıza girmeyeceğini düşünürsek trafik sıkışıklı-

## 20 Yıl Sonra Bilmeniz Gerekenler...

Önümüzdeki 20 yılda, teknolojinin bize yeni araçlar sağlamaktan çok, yapılması gereken seçimlerin çoğaldığı, isteklerin arttığı, yepyeni ahlaki kararlarla yüz yüze geleceğimiz bir dünyaya giriş bileti olduğunu anlayacağız.

Evimizle nasıl "konuşmamız" gerektiğini bilmek zorunda olacağız örneğin. Bugün birbirlerinden bağımsız olarak çalışan ev aletlerinin yerini, kendi aralarında iletişim kurabilen, çalışmaları gereksinimlerine göre düzenlenmiş "akıllı" ev aletleri alacak. Otomobillerimiz, akıllı otomobillerle yer değiştirecek. Anahtarlar, kimlik belgeleri ortadan kalkacak. Evimize, işyerimize girerken, ya da uçağa binerken, bir lazerli okuyucu gözbebeklerimizin biçimini ölçecek. Günlük bilgisayar kontrolleriyle, sözcükleri bedenimizin o gün hangi vitaminlere daha çok gereksinimi olduğunu öğreneceğiz. Bilgisayar, sabah kahvaltısında ne yememiz gerektiğini belirleyecek. İnsan ömrü uzayacak. Hem kim bilir, belki de ortalıkta kendi kromozomlarının, yaşam süremizi belirleyen "telomer" bölgeleriyle oynayarak yaşamlarını uzatan "amatör" bilim adamları dolaşacak.

2020 yılında bilim adamları insanların kalıtsal özellikleri konusunda bir çok şey biliyor olacaklar. Belki de gelecekteki eşimizi seçerken, onun kalıtsal özelliklerini de göz önüne almak isteyeceğiz. Buna benzer başka seçimler de söz konusu olabilir tabii. "Kansere ya da kalp hastalığına yatkın olup olmadığımı öğrenmek ister miyim?" "Böyle bir yatkınlığım varsa, gelecekteki eşim bunu bilmeli mi?" "Peki, doktorum ve ben böyle bir yatkınlığım olduğunu bili-

yorsak, sağlık sigortası şirketi bunu bilmeli mi?"... Peki, çocuğunuzun nasıl biri olacağını "tasarlamaya" ne dersiniz? Mavi göz geni, sarışın saç geni, bir de uzun boy geni... Neden olmasın ki?

Öte yandan, eğer bunlardan başımızı kaldırıp çevremize bakacak olursak, teknolojinin kimilerini "kayınırken", kimilerini de gölgede bıraktığını göreceğiz. Eğer istersek, İnternet aracılığıyla son çıkan kitaplara ulaşabiliyor, dünyanın bir ucundaki arkadaşlarımızla anında iletişim kurabiliyoruz. Ancak, dünyadaki insanların yarısı, isteseler de telefona ulaşamıyor. Evde yiyecek bittiğinde kendi kendine marketten yenilerini sipariş edecek buzdolapları tasarlıyor ama, dünyanın bir çok yerinde bir çok çocuk geceleri aç karnına uyuyor. 2020 yılında dünya nüfusu 8 milyara ulaştığında bu gerçekten kaçmak daha da güç olacak. Asıl kötüsü, şu anda üçüncü dünya ülkelerinde yeterli beslenme, sağlık ve eğitim koşullarından yoksun olarak büyüyen yeni kuşağın, gelecekteki "teknolojik devrim" içinde kaybolacak olması. Birçoklarını, bir milyar insan açlıktan ölüren onları izlemek gibi bir deneyim bekliyor. Peki, bunu nasıl yapacağız? Teknoloji devriminin bizi karşı karşıya bıraktığı soruların yanında bunu da unutmamak gerekiyor.

Birçok yeni soruyla baş etmenin yanı sıra, bilginin her yandan akacağı 2020 yılında da, elde ettiğimiz bilgilerin gerçeği ne kadarıyla yansıttığını sorgulamamız gerekecek. Peki, her şey gittikçe hızlanırken bütün bunları düşünmeye zaman bulabilecek miyiz?

ğına 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:** Bilim-kurgu yazarı Heinlein, giyinmemizin tersinelebilir polariteli tokalar aracılığıyla çok kolaylaşacağını öne sürmüştü. Bu görüşü gerçekleşmedi, elektromanyetik araçlar vücudu örtmek için çok da güvenli şeyler değildi çünkü. Hâlâ birbirine geçen küçük zincirlere, yani fermuara güveniyoruz. Fermuar da icat edildiği 1851'den beri bu güveni boşa çıkarmadı.

**Alışveriş:** İnternete alışverişin giderek yaygınlaşmasına karşın, dükkan-

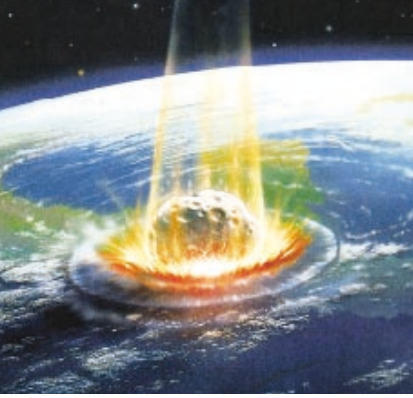
lara gidip raflar arasında dolaşmak gelecekte kolay kolay terkedilecek gibi değil. Gelecekbilimci Coates'a göre "Bu, insanların yapmaktan hoşlandığı bir şey; bu yüzden de değişmeden kalacak"

**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,  
Ash Zülal

# Doğal Felaketler



**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. Gök bilimciler 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: Göktaşlarının 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 havalandırılan tozun neden olacağı soğuk bir dönem izler. Böyle bir durumda insanlar yaşamalarını 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 soğukun nasıl olduğunu anlamak içinse Neptün'ün ötesindeki Kuiper kuşağına bakmak yeterli.

*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 insanı 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 karşılaşılabileceğimiz birkaç felaket senaryosu.*

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 baksaydız kozmik bir papaz tarafından izlendiğinizi düşünebi-

## İnsan Kaynaklı Felaketler

**Küresel Isınma:** Dünya gittikçe ısınıyor; bilim adamlarının 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 yayılmasının daha kolaylaştığı konusunda uyarılar yapıyorlar. Böylece sözcüğü bazı tropik hastalıklar daha geniş alanlara yayılabilir. 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. Yabancı 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. Bu

nun sonuçları çok kötü olabilir. Sözcüğü 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, sağımızı 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, sözcüğü 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. Bütün bu olasılıkların en korkuncuysa biyoteknolojinin kötü amaçlarla, kasıtlı olarak zarar vermek için kullanılabilmesi 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 Görelî 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 anlaşılma 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 yıldız ortaya çıkarmak mümkün değil. Bu durumda yakınıımızda böyle bir şeyin olacağını önceden bilemiyoruz. Patlama bir kez başladığıdaysa şiddetinden kaçınıyoruz. 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 olma-

dan 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 noktacı çapına kadar çökmüş yıldızlarla dolu. Peki bunların sayısı ne kadar? Bu yanıtlaması zor bir 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. Karadelikğin 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 soğukunda 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 enerjisinde bir faz geçişi sağlayacak kadar güçlü olmadığını da ekliyorlar. Ayrıca, günümüzün hatta geleceğin teknolojiyle oluşturulabilecek çok daha güçlü çarpıştırıcılarda bile ortaya çıkan karadelikler öylesine küçük olur ki, saniyenin milyarlarda 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 araştırabilecekler. 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 Kirlüten Zehirler:** Modern tarih, dünyanın hemen her yerinde endüstriyel atıkla-



rın 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 karının-

daki ceninlerin gelişmesine de zarar verebiliyorlar ve dioksinler her yerlerde. Evimizdeki su borusu 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 felakete 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 olduğunu 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, dinazorların yeryüzünden silinmelerinin nedeninin dev bir göktaşı çarpması değil, Hindistan'da meydana gelen bu patlamalardan dolayı olduğunu iddia ediyor. Sibirya'da daha önceki zamanlarda, Permian-Triyas döneminde çok daha büyük bir patlamanın olduğu ve

## Tükenen Türler

Kimi araştırmacılara göre dünyada her yıl 30 bin canlı türünün soyu tükeniyor. Kimilerine göre ise önümüzdeki 50 yıl içerisinde bugünkü canlıların yansı yok olabilir. Son 20 yılda, bilgisayar ve kalıttıbbilim alanlarındaki ilerlemeler sayesinde dünyadaki türlerin kalıttımsal 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 tükeni. 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 ilerliyoruz. Örneğin, en büyük ve en ender bulunan akrabalarımızdan dağ gorillerinin sayısı birkaç yüze düştü. Eğer dağ gorillerinin soyu tükenirse, ki bu, gelecek 20 yılda gerçekleşebilir, dünyanın her yanında onlar için üzülenler olacak; dağ gorillerinin soyunun tü-



kenmemesi 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 doğ-

al yaşam alanları, yağmur ormanları gibi gittikçe küçülen, tehlike altındaki ekosistemler. 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 bilmi-

yoruz. 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 sistemlerin nasıl sağlıklı kaldığını anlamak için, anahtar tür adı verilen türler üzerinde çalışıyorlar. Anahtar türlerin davranışları, bir ekosistemin, onu başka yerlerden farklı kılan özelliklerinin 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 anlamayabiliyoruz. Soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan hayvanlar çoğu kez, düşük bir sayıda yaşamalarını sürdürüyorlar. Ta ki, zamansız gelen bir kuraklık gibi küçük bir olay bu dengeyi bozana kadar...

yeryüzündeki canlı türlerinin % 95'nin yok olduğu ileri sürülüyor. Bu paleontolojide 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 bekleme-ye başlayabiliriz.

Küresel Salgınlar: Eğer Dünya bizim işimizi bitirmezse buna vücudumuzdaki organizmalar neden olacak. Mikroplar ve insanlar hep birarada olageldiler; fakat bazen dengeler bozul-

du. 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 yapılmasına neden olabilir.

Powell, C. S., "Twenty Ways the World Could End Suddenly", *Discover*, Ekim 2000  
Çeviri: Gökhan Tok



## Büyük Bir Yırtık

Denizaltı robotlarının çektiği resimler Kursk'un ilk 2 bölümünde 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 kesin-

di: 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 gece) 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-

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: süperkaviteasyon torpilleri.

Kursk adlı Rus nükleer denizaltısının Barents Denizinde batması sonucu, Rus Deniz Kuvvetlerine bağlı 118 denizci hayatını kaybetti. Kursk, gemi mühendisi general Igor 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 füze-leri denemekteydi. Kursk'ta askerî torpil fabrikasından iki sivil ve Çinli bir uzman bulunuyordu. Kursk, Granit tipi engemelere 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.

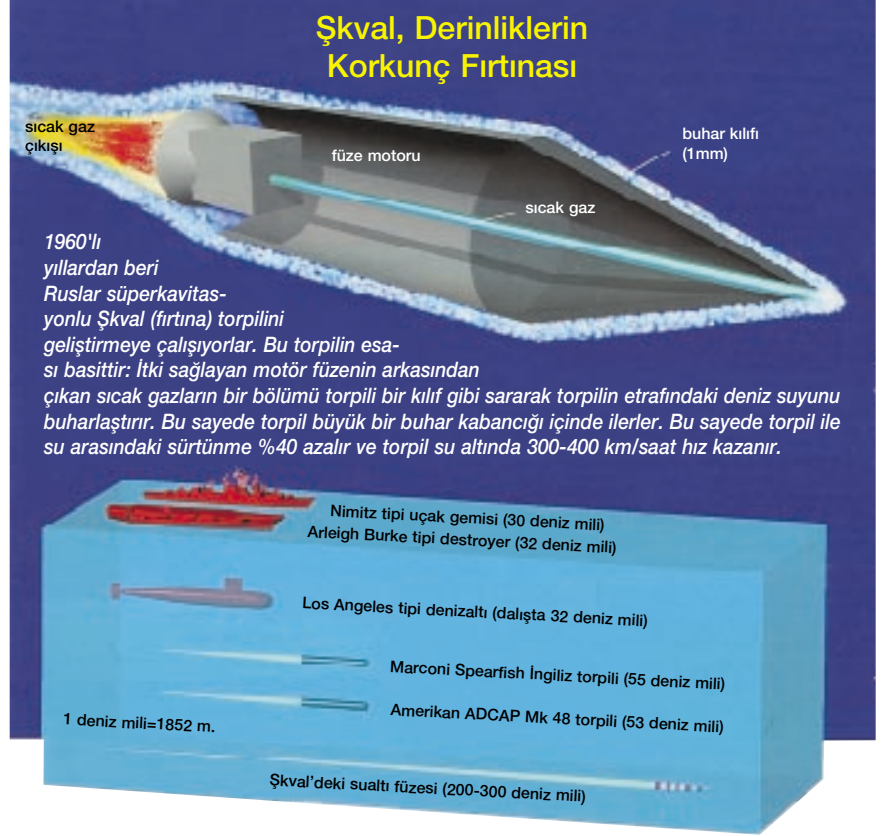
**Barents Denizi mezar oldu. Kursk 108 m derinlikte 37° 35' boylam ve 69° 40' kuzey enleminde, Barents Denizi'nin kuvvetli akıntılar olan bir bölgesinde yatıyor. Ruslar cesetleri çıkarmak kararı aldılar.**



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 anlaşılmadığını 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, yanlış Dağıstanlı Sirajudin Ramazov tarafından tezgâhladığı 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 sokabilmiş; 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 düşünülmüyordu. 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.



## 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 sistemiye bozulduğu için görev yapmamıştı.

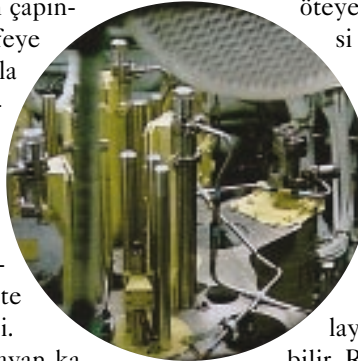
Kursk, sıvı yakıtlı yeni bir torpil deniyordu: kavitasyon torpili. Sivillerin gemide bulunuşunun ve kurban sayısının fazla oluşunun nedeni bu olabilirdi. Kursk periskopu dışarda olduğundan torpil atma durumundaydı. 1998'de Kursk'un eski torpil atıcıları yerine 533 mm çapında yeni tüpler konulmuştu! Ruslar 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 ötede bir hedefe saatte 100 km hızla gidebilirdi.

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 artırır. Patlayıcı suda son hız-



la ilerleyen bir çeşit gaz kılıfı içinde bulunur.

Bu amaçla, Moskova'daki Sergei Ordjonikidze Havacılık Enstitüsü'nde 1960'tan beri çeşitli sıvılar denenişiyor. Bunların çoğu tepkili motorlara uygulanan cinsten; kullanılan yakıt, hem füzenin çevresinde bir buhar kılıfı oluşturacak sıcak gazları üretir, hem de itki yaratır. İtke, katı yakıtlarla, ya da füzelerde olduğu gibi sıvı yakıtlarla 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 pat-



**Denizin altında nükleer santral: Bugün için Kursk'un iki nükleer reaktörünün radyoaktivitesi kontrol altında. Reaktörler gelecek yıl denizaltıyla beraber yüzeye çıkartılacak.**

layıcıyı 9 km öteye taşıyabilir. Ruslar bu silâhı 1995'ten beri dışa satıyorlar. Müşterilerden biri de Çin.

Bu silâhların 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 silâh. Askerler, Kursk gibi Şkval taşıyan denizaltıları

hücumu 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 yayımlanmış oldukları bir yazı geri çekildi. Yazıda bu iki uzman, bu gibi çok tehlikeli torpilleri Kursk'a yerleştirdiği için silâh 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 silâhlarla 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

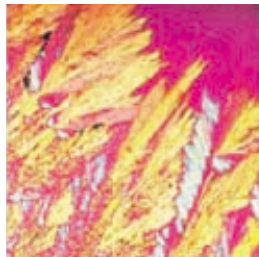
Araştırmacılar “tip 2 diyabet” konusundaki eski dogmaları bir kenara bırakarak, bu sık görülen hastalıkla ilgili birçok yeni buluş yaptılar. Öyle ki bu hastalık hakkında 10 yıl önce doğru olduğu sanılan hemen herşeyin yanlış olduğu anlaşıldı.

Tip 2 diyabet dünyada en sık görülen metabolik hastalık. Araştırmacılar 30 yıldır bu hastalığı inceleyen 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 hücre içi sinyali 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 glukoz 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 mutasyon sonucu insülin almaçlarının bozulduğu anlaşıldı. Boston’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 olduğunu 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 hücre içi olay bulunur. İnsülin normalde hücrelere glukozu 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 glukoz 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”.

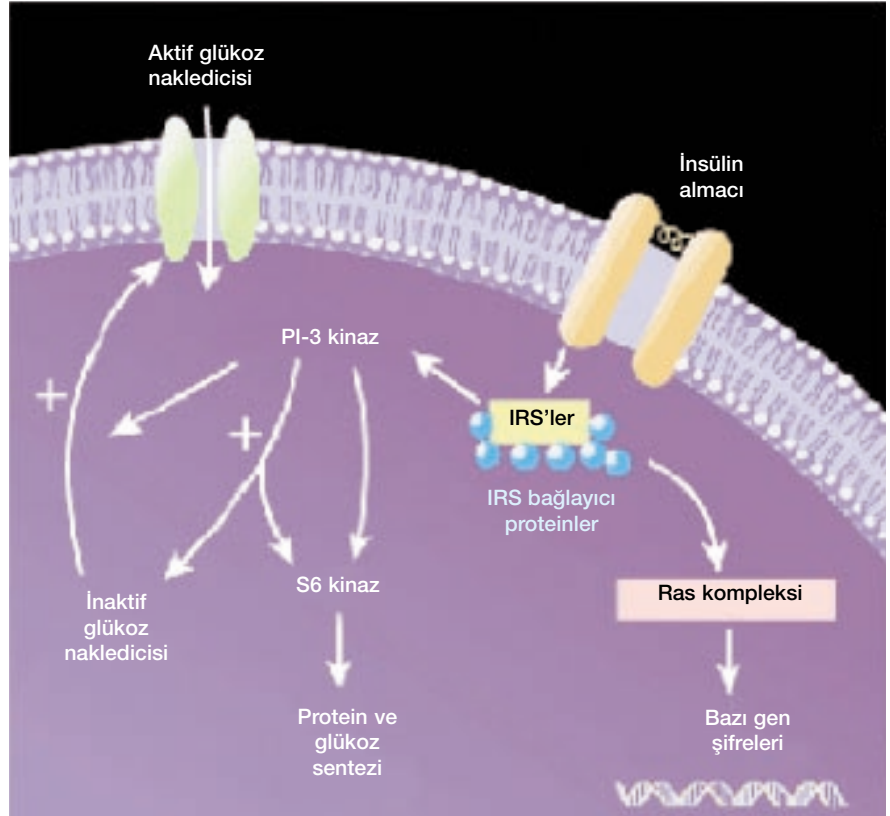
Fakat herkes böyle düşünmüyor. Bu yeni buluşların çoğu farelerde yapıldı. Ne yazık ki insanlarda tip 2 diyabetin genetiği hayvanlardaki gibi olmak zorunda değil. 10 yıldan fazladır insanlarda tip 2 diyabet üzerinde çalışmakta olan Chicago Üniversitesi genetikçilerinden Graeme Bell, bu yeni buluşları 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 hücre içi sinyallere çevrildi. İlk buluşlardan bazıları White ve arkadaşlarının farelerde kalıtsal glukoz metabolizmasını incelemeleri sırasında yapıldı. İnsülin kendi almacına bağlanınca hücre içinde IRS-1 ve IRS-2 adlı iki protein oluşuyor ve bunlar diğer bir çok hücre içi protein için dok görevi yapıyor. Bu proteinlerin bir araya gelmesiyle oluşan moleküler kompleks, glukoz taşıyıcısını göreve çağırıyor ve taşıyıcı, glukozu 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 sınırlarının 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 bulunduğumuza 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,  $\beta$  hücrelerini uyarak kendi salgısını kendi artırır; bu geri kontrol ancak IRS-2 varsa olasıdır. White'a göre pankreastan insülin salgılanmasının durumu, IRS-2 sinyalinin bilinmeyen bir nedenle aksamasına bağlı olabilir. Accilli bunun çok ilginç bir sonuç olduğunu, insülin direnciyle insülin salgısı arasında biyokimya-



#### 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 hücre içi metabolizma yoluna ileten diğer sinyal proteinlerine dok görevi yapar. Bu yollardan biri, Ras gen kopyalama kompleksini uyararak 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 glukozu hücre içine taşıyan proteini fosforlayarak etkinleştirir.

sal bir ilişki olduğunun ortaya koyduğunu söylüyor.

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 glukoz alımını azalttığını gösterdi. Shulman'a göre karaciğerde ve kaslarda hücre içi 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 olacaktırlar. 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 ilaçların kullanılmasına yolaçacaktır. İlaç firmaları bu yeni bilgilerin ışığında tip 2 diyabet için yeni ilaçlar araştırmaya başlamışlardır. Bu ilaçlar insülin sinyal yollarını uyuracak ve insülin direncini yokecektir. İnsülin almaçını 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 ilaçlar 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 yansılardan 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.



**E**ŞEKLER, insanlara 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 benzetmek. Ama bu bazı insanların ikiye bölünmüşlüğünden olsa gerek, bir yandan aşağıladığı eşeği, diğer yandan son demine kadar kullanmış, ondan sonuna kadar yarar sağlamış ve işi bittiğinde kaldırıp bir kenara atmış, unutturmuştur. 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 omurgalılarından 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 insanlara 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 atlatalım" 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 tane. 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 öğütülme-

sinde güçlükler ortaya çıkarır. Ayrıca kırılma, örselenme ya da farklı nedenlerle azı dişlerinde boy farkı ortaya çıkmışsa bu durum da besinlerin öğütülmesinde güçlüklerle 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 ürediklerine 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 ağırla çiftleşmesi sonucunda doğan katır, bütünüyle insan zekâsının ürünüdür. Yani doğal ortamda hiçbir eşek, hiçbir atla çiftleşmek 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 söz konusudur. 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 eşeğiye 9-12 aylık bir gebelik süresi geçerir. 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 sağdığı sütle güzellik banyosu yaptığı bilinmektedir. Üçüncü eş, bu sayede cildinin beyazlaşıp durulaşacağına inanmış. Bu örneklerden hareketle neden sorusunu sordüğümüzda, 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 dayanıklıdır. 2-3 gün susuz kalabilirler. Aynı biçimde açlığa da çok dayanıklıdır eşekler. Çok az yiyecek günlerce yaşayabilirler.

Afrika eşeklerinin yavruları iki yaşlarında erginleşirler. Asya yaban eşeklerindeyse dişiler 3, erkekler 4 yaşında eşeyssel 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 yazık 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 maddeler 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, hızlilik, 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.

İyi 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 İtal-

ya'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

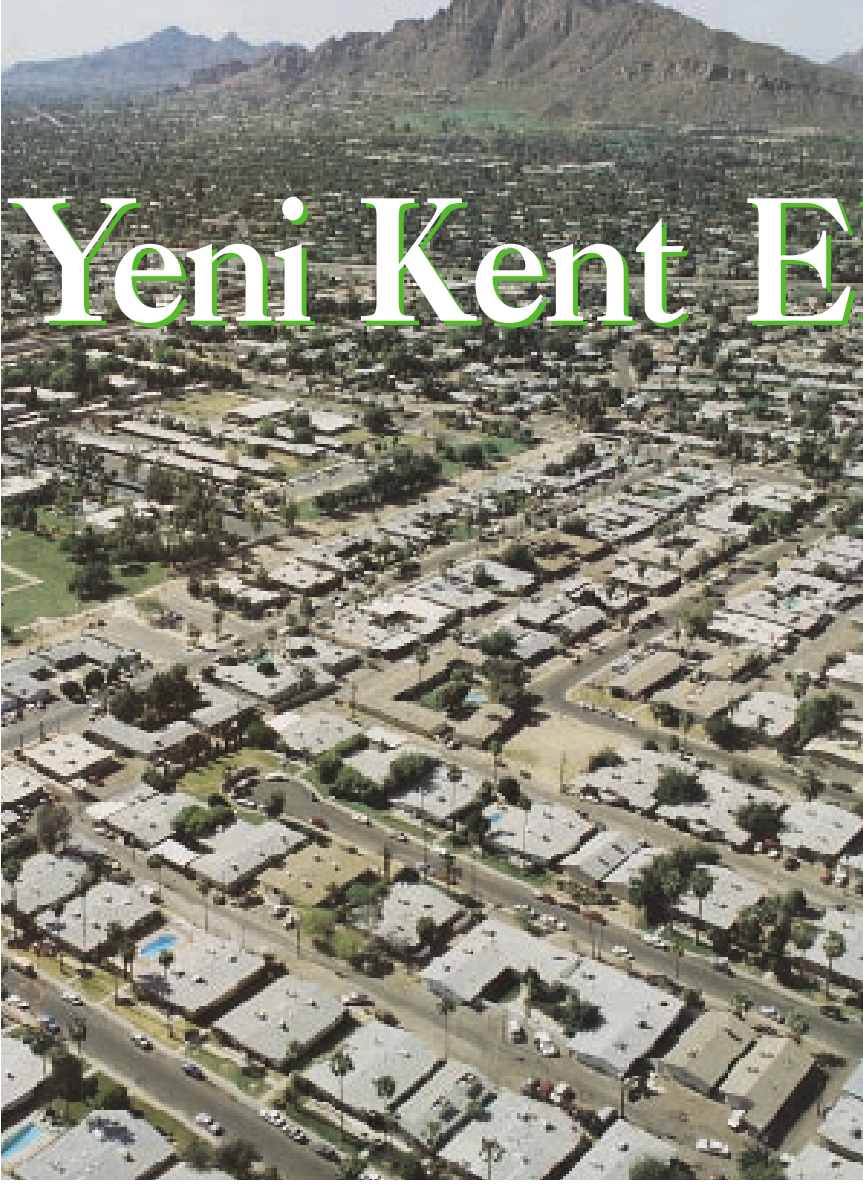
özen göstermediler. Onlara çok kötü bakıyor, küçük yaşlardan başlayarak ağır işlerde çalıştırıyor ve yanlış eğitim veriyorlardı. Böylece eşeğin pek çok özelliği geri planda kalmaya başladı: Ortada küçük, gösterişsiz, isteksiz eşekler dolaşır olmuştu. Belki de bu nedenle bu bölgedeki insanlar, eşekten 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 tanımı 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.



Gülğün Akbaba

# Yeni Kent Ekolojisi



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 metrelerce 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-

**E**KOLOJİ 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 eğilimindedir. Doğal ekosistemi inceleyen bir arazi ekoloğunun gözünde insanlar, sistemi rahatsız eden dışsal güçlerdir ve insanlar - özellikle de son derece "yapay" izlenimi veren kentleri-eko-

*Şekil 1. Hızlı-büyüyen Phoenix, Arizona çölünün ortasına yayılan bir ada gibidir. Ve çevresel rahatsızlıkların yapısından, türler arasındaki rekabet ölçeğine varıncaya kadar tüm ekolojik parametrelerin, 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.*

lojik 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.

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 değildir.

Kentsel bölgeler ile diğer ekosistemler arasındaki akış, farklı biçimlerde tanımlanabilir (Şekil 2). Bunlardan bir tanesi girdi-çıkış 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 dışalımını yapar ve ırmakın aşağılarındaki bölgelere su aracılığıyla ısı ve besin yollar.

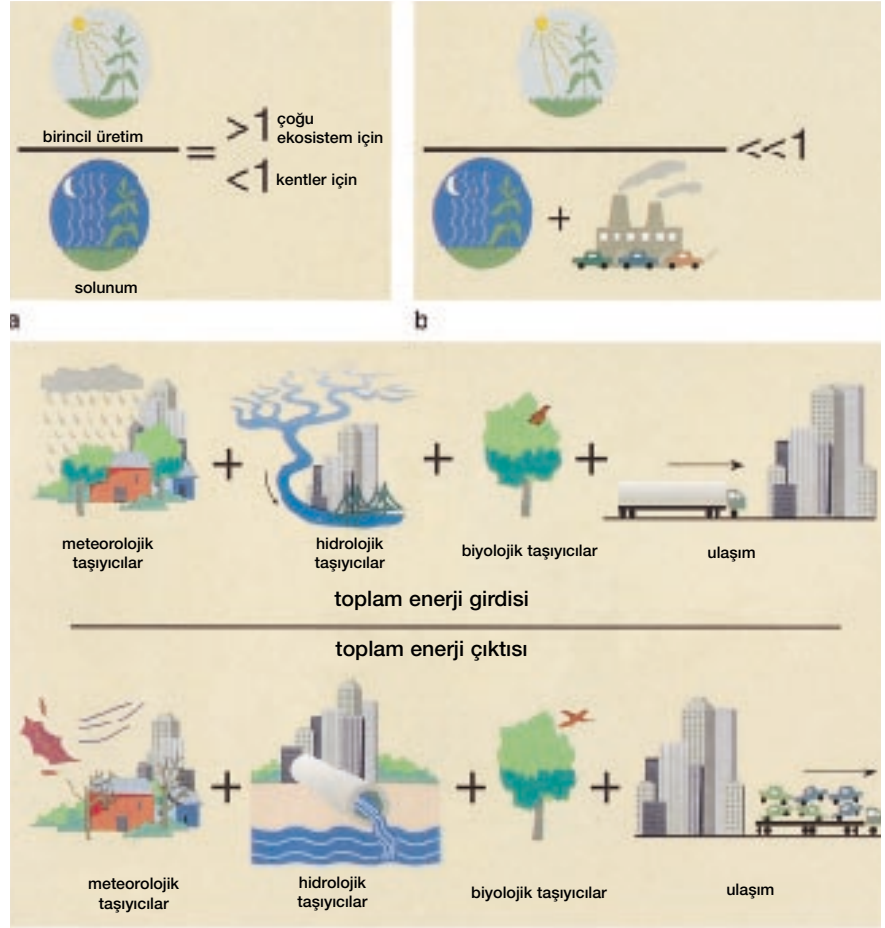
Enerji dışalımının ve fosil yakıt kullanımı ya da "endüstriyel soluma" yoluyla oluşan kayıpların şekillendiği kentsel enerji bütçesi, yeryüzündeki hiç bir ekosistemin bütçesine benzemez (Şekil 3). Bu bütçelerin hesaplanması karmaşık olsa bile, enerji kullanımı tüm ekosistemlerin ortak özelliğidir ve 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.

## Kentsel Ayakizi

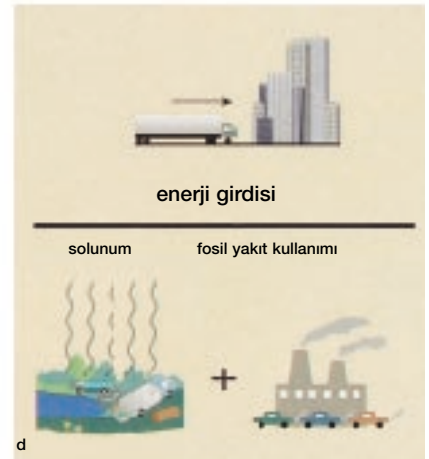
Kentsel ekosistemlerin farklı olması, diğer ekosistemlere olan bağımlılıklarının tanımlanması için yeni yöntemler gerektirebilir.

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



**Şekil 2. Kentsel ekosistemler enerji-yoğun sistemlerdir ve enerji girdisi için başka ekosistemlere normalden daha fazla bağımlıdır. 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 ulaşım yoluyla sisteme giren/çıkan enerjiyle birleştirir (c). Kentsel enerji bütçesinin yorumlanmasının bir başka yolu ise, toplam dışalımın doğal ve endüstriyel solunumla karşılaştırılmasıdır (d).**



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 üretilmelidir - ve kentin ürettiğine eşdeğer miktarda atık özümselebilmelidir. 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 olan daha fazla besin üretmez. Bu tür desteklenmemiş sistemlerde (solda) kullanılan enerji, metrekaşe başına 10,000 kilokalorinin altındadır. "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 ekosistemlerle karşılaştırılabilir. Kentsel endüstriyel sistemlerin özelliği ise çok yoğun fosil yakıt kullanımıdır ve bu sistemlerde enerji yoğunluğu metrekaşe 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.

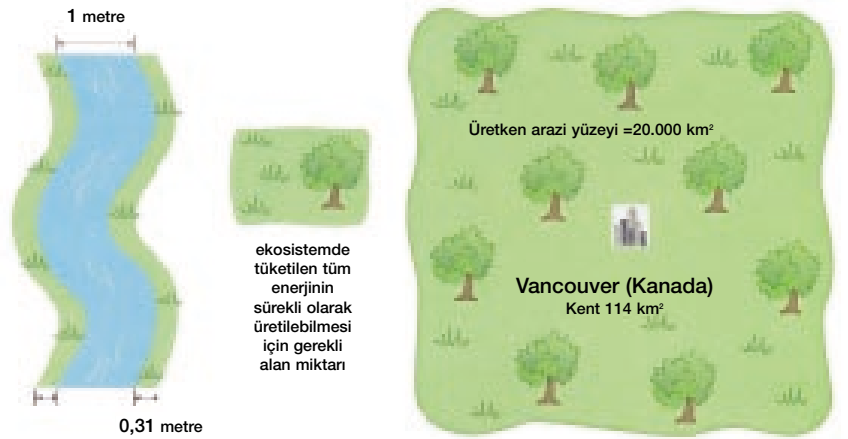
## Zaman ve Mekan İçinde Kent

Her ekosistemin kendi içinde de farklılıklar göstermesi nedeniyle ekologlar, ekosistemleri habitat parçalarının birleşimi olarak algırlar. 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 mo-

del, 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



ekolojik ayakizi tipleri	
<b>bölgeye göre</b> kentin içinde bulunduğu yörenin üretkenliği ve kaynak varlığı gözönüne alınarak hesaplanır	<b>Malzemeye göre</b> azot, karbon, su ve diğer kaynaklar; ayrıca fazladan üretilen materyalin kullanımı

**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/m<sup>2</sup> dir. Çevresindeki ormanın yıllık net birincil üretimi 4,680 kkal/m<sup>2</sup> dir. Derenin enerji gereksiniminin tümü ormandan karşılsaydı, 1 metre genişliğinde bir dere için, iki kıyısında 0.35 metrelik şeritler yeterli olurdu. Öte yandan Vancouver kenti, 20,000 m<sup>2</sup> 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 eksenindeki değişimlerinin ölçülmesi, kentsel ekosistemin sınırlarını tanımlamak amacıyla kullanılabilir.

## Garip Değişimler

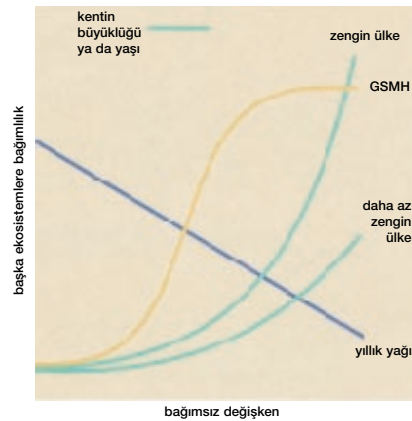
Diğer ekosistemler gibi, kentsel ekosistemler de dinamik ve değişkendir. Ama bu değişkenliği etkileyen güçler, kentsel olmayan sistemlerdekilere benziyor mu? Yangın, sel ve deprem gibi yıkıcı olguların kentlerde de görüleceği açıktır. Ancak -depremleri kontrol altına alamamak bile- insan etkinlikleri 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 öngörülebilir 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 düşünüyoruz. Oysa kentsel ekosistemler evrimsel ve iklimsel değişimlere yardımcı olur ve hızlandırır. Şekil 8'de evrimleri, -bazen 1 ila 30 yıl gibi çok kısa dönemli- insan etkinliklerinin oluşturduğu seçim 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 seçim baskısı sonucunda direnç mekanizmaları geliştirdiler. Ör-



**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 çayırarda (açık yeşil) gerçekleşiyor. Ancak bu üretim, kentin enerji tüketimine göre çok küçüktür.** (Görüntü: U.S. Geological Survey EROS Data Center).

neğin, bakteriler antibiyotiklere, sıçanlar zehirlere, yabancı otlar herbisitlere karşı direnç kazandılar. İnsanların çevreyi değiştirmeleri sonucu oluşan aşırı seçim 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.



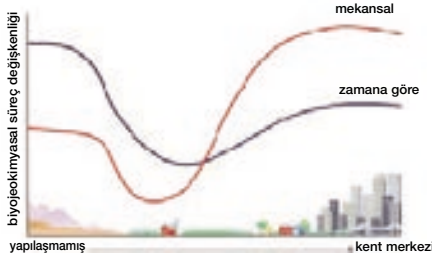
**Şekil 6. Kentsel ekosistemin bağımlılığı birçok bağımsız değişkenden etkilenir. Yukarıdaki grafik bazı varsayımsal ilişkileri özetler. Bir ülkenin ekonomik durumu (gayri safi milli hasıla-sı) kentleri için öngörülen ayak izini, ya da enerji dengesini etkileyebilir. Benzer şekilde, bir kentin dışarıdan alınan enerjiye olan bağımlılığı kentin yaşı ve büyüklüğüyle beraber artar ve zengin ülkelerde bu artış daha hızlı olur. Kurak bölgelerde bulunan kentlerin ayak izinin 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 ısıнын 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 on yıl 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 ritimleri izlemek yerine onları değiştirmektedir. Hava durumu ve iklimdeki doğal değişkenlik toplum yapısını etkileyebilir elbette, ancak modern kentsel ekosistemlerde yaşayan insanların, doğal döngülere uyan sosyal ritimler 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 kullanımının 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 artırır.

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 ölçeğiye, 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

ekosistemi değiştiren etkenler	kentsel ekosistemler	zaman ölçeği
bozucu olaylar	baskılanmış	<1 yıl
ekolojik sıralı değişim	değiştirilmiş, bastırılmış ya da yanda 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	büyükükte, 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 artırır ve yenilerini getirir. İnsanlarla olan etkileşimleri sonucunda, Yaslı kumru gibi başka birçok canlı da kentsel ekosisteme uyum göstermiş ya da yeni evrimsel değişimlere uğramışlardır. (Fotograf, Nancy McIntyre, Arizona State University; tablolar, Thompson 1998, Hendry ve Kinnison 1999).

ilgili bilgilerimizi, evsahipleri-dernekleri ya da kaldırımlar için kullanabileceğimizi öne sürebiliriz. Belki de, farklı stratejilerin ortaya çıkışını anlamak için geliştirdiğimiz araçları, kavramsal değişiklikler yapmadan, insan-

lar 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



1990'da yapılaşma durumu



modelin çıktısı (biraraya toplanmış yapılaşma)



1997'de yapılaşma durumu



modelin çıktısı (yaygın yapılaşma)

**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 kentselleşmenin bazı eksenler üzerinde hızla dışarıya doğru yayılımı görülebilir. Ekolojideki yoğunluğa-bağıllık 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 farklıdır. Kültürlerin ortaya çıkışları ve etkileri, kurumların ge-

tirdiği sınırlamalar ve olanaklar, (gerçekleşen yerine) öngörülen seçim bas-kılarına yanıt olarak stratejiler geliştire-bilme 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, sosyalebilimler ile ilişkiye girmeye zorlayacaktır.

Her iki yaklaşım da katı felsefi ger-çekler ima eder. Eğer bir insan her-

hangi başka bir canlı gibi ele alınabilir-se, "doğal" ve "doğal olmayan" sistemler arasındaki farklılık ve bununla bir-likte "bozulmamış" ekosistem düşün-cesi ortadan kalkar. "Çevrenin yönlendiricisi/kaptanı" kavramları da anlam-sızlaşır. Eğer insanları da diğer canlılar gibi bireysel çıkarlar yönlendiriyorsa, kaptanlık için ahlaki ve estetik bir temel oluşmaz. Diğer durumdaysa, in-sanların neden diğer canlılardan farklı olduğu sorusuyla yüzleşmek zorunda kalırız: Örneğin, evrimin ve doğal seçi-limin sunduğu açıklamaları geçersiz kılan dinsel ya da ahlaki bir boyut mu var?

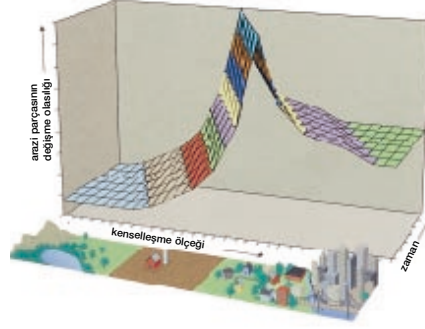
Felsefe bir yana, herhangi bir eko-loğun bu seçimi yapmak zorunda ol-duğu da açık değildir. Standart ekolo-jik teoriler insan sistemlerine uygula-nabilir ve uygulanmıştır; örneğin, kentsel sistemlerdeki "yer değiştirme-lerin" ve "sıralı değişim dinamikleri-nin" anlaşılması için kullanılabilirler. Bu yapıldıktan sonra, eğer varsa, hangi yapı ve ayrıntıların standart teoriler-den çıkarsanan açıklamalara uymadık-larını belirleyebiliriz. Aynı zamanda, biyolojik ve sosyal bilimler arasında interdisipliner ya da multidisipliner yaklaşımların, açıklayıcı gücü daha fazla olan teoriler sağlayıp sağlamaya-cağını araştırabiliriz.

Yukarıda sözü edilen önemli kav-ramsal sorulardan bir kısmını ele ala-lım. "Kent eteklerinin" konum ve biçi-mindeki değişimleri - şehrin kenarlar-ındaki dinamikleri- nasıl incelemeli-yiz? Yalnız ekolojiden alınan araçlar kullanarak bitki dağılım ve rekabet modellerini uygulamakla işe başlaya-biliriz. Bu durumda kent kenarlarında-ki genişleme, komşu alanlardaki yo-ğunluk açısından değerlendirilebilir. Sakinler ise, "dolu" alanlarda "oluşup", yakınlardaki boş alanlara dağılırlar (Şe-kil 9). Birbirlerine yakın alanlardaki değişimleri kontrol eden ve yoğunluğa bağlı olan süreçler düşünebiliriz. Kul-lanılabilir başka bir modeldeyse, bir parselin boş olmaktan dolu olmaya geçiş olasılığı, komşu parsellerin duru-muna, yani mesken, ticari, tarımsal, ya da dinlenme amaçlarından hangisine ayrılmış olduğuna bağlıdır. Boş alanla-rın, drenaj, manzara ya da su miktarı gibi özelliklerine bakılarak her biri için bir kolonizasyon olasılığı hesapla-nabilir.

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 kentleşme 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 kullanarak 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 yapılaş-



**Şekil 10.** Kentsel alan, bir araya gelmiş parçalar şeklinde haritalandıktan sonra, belli bir parçanın zamanla geçiş yapma olasılığına bakılarak kentselleşmenin modeli yapılabılır. Genellikle kırsal çevrede değişim olasılığı oldukça düşüktür; kent eteklerinde değişim olasılığı en yüksektir; ve şehir merkezi eteklerden daha duranıdır, ancak değişime uğrama olasılığı kırsal kesimlerden daha yüksektir. Yazarların hipotezine göre, tipik bir şehirde yüksek bir rahatsızlık dalgası zamanla şehrin dışına doğru yayılır.

manın başlamasından nasıl etkileneceğini, dolayısıyla insanların bu alanları yeğleme olasılığının nasıl değişebileceğini anlamak için tekrar ekolojik kurama dönmek gerekir.

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.

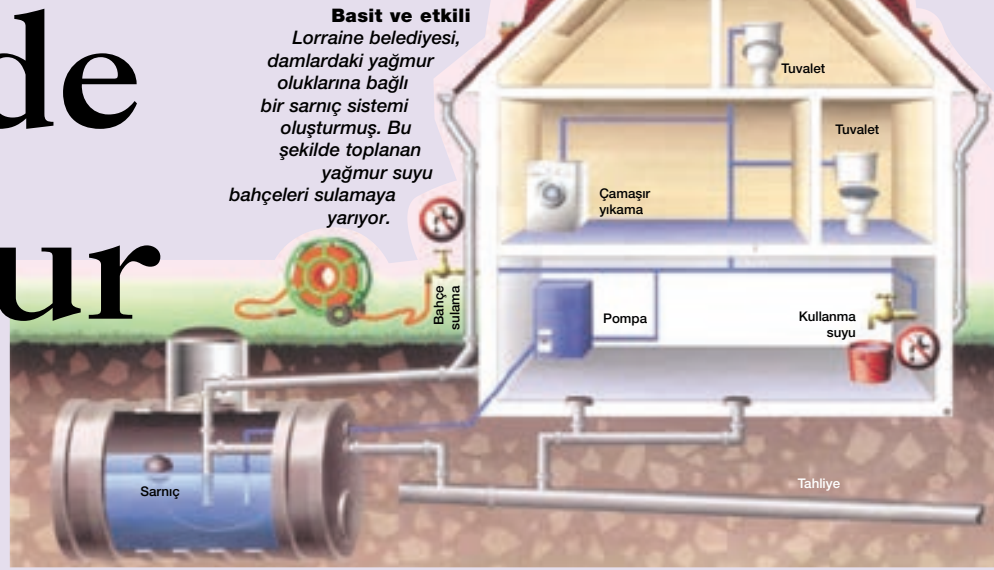
Multidisipliner yaklaşımın gerekli olduğu sorunlara başka örnekler de verebiliriz: Kentsel çevrenin canlıların yayılımı ve yoğunluğu üzerindeki etkisini araştırmak isteyebiliriz. Habitat parçalanmalarının etkisini araştırmak için ada-biyocoğrafyasını kullanabiliriz. Kentselden kırsala gittikçe seçim 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 sosyal yallığı" konusunda düşünceler geliştirmek amacıyla nasıl kullanıldığını anlatır. Sıralı değişimler ve kentselleşme arasında yapılacak bir karşılaştırma, bu tür analogilerin 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. Kentsel 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



Fransa da Almanya gibi evlerde yağmur suyu kullanılmasını tasarlıyor; fakat sağlık sorunları kafasını kurcalıyor. Fransa'da Lorraine'de suyun m<sup>3</sup>'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 yurta bırakmasını önüyor.

Fransa'da yağmur suyunun evlerde kullanılmasına ilk defa Bretonlar başladılar, daha sonra yavaş yavaş her yere yayıldı; 1955'ten beri Ain'deki Meillonas'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 gereksinimini %80'ini karşılar.

## 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 engel bu olduğunu söylüyor. Sağlık yetkilileri, 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 sayıdan geçmiyor; yani bedava. Ayrıca, arıtma vergisi de ödenmeden kanalizasyon sistemine akarlar.

Yağmur suları, hava kirliliği yaratan maddelerle, örneğin fabrikalardan ve otomobil egzozlarından 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 suyu 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, çamaşırdaki banyoda vb kullanılamaz; buna karşın 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



Alman GEP firması evlere yağmur suyu tesisatı kuruyor



# Yaşam

S a r g u n A . T o n t

## 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 geçmiş 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 mücîp 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 oldukça şaşırmışlardır; evet, ilk doğa şiirimizin konusu deniz, orman, kuşlar gibi alışlagelmış yerler değil. "Sahra", adından da anlaşılacağı gibi, bir çöl şiiri. Dili ağır olduğu için ancak özetini verebileceğimiz şiirde şairimiz, çöl insanların 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 sırtan 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'den 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 gir-

mesini 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 deve dir. Bu muhteşem yaratık, kızgın topraklarda su içmeden günlerce yol gidebilir. Aslında devenin bel kemiği bir atınki kadar düzgündür ve bazarlarının 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 kını'dır. Çok yaygın bir inanca göre deve, kendisine fenalık yapanlara uzun zaman kin tutar ve eline fırsat geçtiği zaman intikamını almış. Bu yüzden akşam molası verildiği zaman develerin yularları bir kazığa bağlanır, sürücüler "belki yularını koparıp

üzerimize çökerek bizi öldürür" kuşkusuydu uyudukları yerin çevresinde de-venin taşıdığı yükten bir barikat yaparlarmış. (Şu av hayvanlarının deveden öğreneceği çok şeyler var!)

Çingiraklı yılan, bir çok kişinin korkulu rüyasıdır; fakat sanılanın aksine rahatsız edilmediği takdirde hiç kimseye zarar vermez. Çingirak 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 ne kadar 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 soğ-

duğunda 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 çöllere 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 büyümesine kapılanlardan birisi de Charles Darwin'dir: "Hiç bir kimse bu تنها 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 ço-

rak yerler belleğime yerleşmiş?" Darwin bu duygularını tahlil etmenin çok zor olduğunu vurguladıktan sonra, çölün bir insanın hayalgücünü alabildiğine kamçılmasına 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, botanikçi, jeolog, dilbilimci ve çevirmen" diye tanıtır. Burton epey yer dolaşmış; ama en çok sevdiği yer çöl-müş. 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 verdim; 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.

**U**ygar 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'ya 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 felsefesi ni getirmişti zaten. Roma'nın düşüşü-

nün 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. Açıklamalarla zenginleştirilmiş Süryanice çeviriler sayesinde İslam düşünceleri Yunan kültürü ve bilimini tanıma olanağı buldular. İslamiyet'in doğuşundan önce kurulmuş olan çeviri merkezleri, dönemin halifelerinin yardımıyla geliyordu. 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 Hristiyan dinini uzlaştırmının yollarını arıyorlardı. Bu nedenle ilahiyat alanında kanıtlamalara çok elverişli olan Aristoteles mantığına büyük ilgi duydular. Araplar eski Yunanlıların yazılarını ilk olarak Süryaniye çevirilerinden tanıdılar. Kısa bir süre sonra 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 yaşıyordu. Halifeler güçlü bir Hristiyan (Nesturi ve Yakubi) ya da Zerdüşçülük geleneğinin etkisinde olan eski çeviri merkezlerini ne kapattılar ne de ihmal ettiler. Böylece Harran ve Nizip gibi kültür merkezlerinde büyük çevirmenler ve bilginler yetişti. Aristot'un 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 gözlemevleriye Ebu'l Vefa'nın 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 yöntem-bilim 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. Sözelimi İbnülhey-



sem, 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. Haran'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 gelişmesiye ikinci 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 içinde adı en çok bilinenlerdir.

Doğu'nun yetiştirdiği bilim adamlarından biri var ki en ilginç çalışmalarından 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 fişkırtan fiskiyeler, insanları eğlendirmeyi ve şaşırtmayı amaçlayan otomatlar anlatılıyordu. Bunların tasviri ve nasıl yapılacağı da ayrıntılı olarak anlatılmıştı ki taptaki. 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 seyredererek 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 geliyordu. 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, (ilkın 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 balarının görüşleri önemini korurken 11. yüzyıldan başlayarak Petrus Abelardus'un görüşleri skolastik felsefede mantığın öne çıkmasını sağlamıştı. Bu arada İbni Rüşd ve İbni Sina'nın yapıtlarıyla Avrupa'ya ulaşan Aristote-



*Batıdaki ilk üniversitelerden birinde ders anlatılırken...*

lesçi görüşler Batı felsefesini büyük ölçüde etkiledi. Böylece Hristiyan ilahiyatı dinsel vaaz ve Kitab-ı Mukad-des 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.

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 öğretmeye 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 edilmesini beraberinde getirdi. Işın acıklı yanı, Galen kitabını yazarken genç doktorlara kitaplardaki bilgilere saplanıp kalmamalarını, kendi deneyimlerine güvenmelerini öğütüyordu. 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 Hristiyan 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 yanılmış 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 yanılarak





yapılan kalem icat edildi. Altıncı yüzyılda papirüs terk edildi ve yerini koyun derisinden yapılan parşömen aldı. Her ne kadar bir kitap için 60 koyun gerekiyorduydu da, parşömen papirüsten hem daha ucuzdu, hem de daha uzun süre dayanıyordu. Nihayet keşiflerin 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 iyileştirmeye 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 Antik çağ 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 değiştirilerek 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 dokunduruluyor ve sayı böylece boşta kalan üç parmakla gösteriliyordu. 1000 sayısı serçe parmağı, 2000 sayısı hem serçe parmağı hem de yüzük parmağını

kıvrıyarak 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 tekeli 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; dördüncüsü ise 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 natione adında birçok gruba ayrılan sanatlar fakültesinden geçmekteydi. Sözelimi Bologna Üniversitesi 12. Yüzyılın sonunda dört natione 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 aldığı bir çağda kapamıştır. Kimilerine göre ise 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  
Scarce, 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 aklıktan 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 yaşıyorsanız siz de çevirirsiniz.

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 hakkın da 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 Hac-

cac, 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 anlaşıyor. 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 çözüldüğünün 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 kapılır-

dım. 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 fışk 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 dolandır 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 ayakkabalara 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.)

...



# Gümüş

# Osmanlılarda 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 sikkayı 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 bolluşması, 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 kaynaklar-

dan elde ettikleri cevheri nasıl sikkeye dönüştürdüklerini tartışacağız.

## 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 yarımada'nın 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 madenciligi, 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-



Osmanlıların Balkanlar'daki gümüş madenleri

Kaynak : Halil İnalcık ve Donald Quataert (der.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire*, Cilt 1, 1994.

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 Srebrnica'yı da aldıkları halde, Kratova'da 15. yüzyılın sonlarına, Sidrekapsı ve Srebrnica'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)

Devlet bu madenlerin üretim düzeyini arttırmaya büyük önem veriyordu. Fethedilen madenler, devlet mülkiyetine geçirildikten sonra, iltizam düzeniyle işletiliyordu. Bu işletme yöntemi çerçevesinde, Müslüman girişimcilerin yanı sıra Makedonya, Serez ve İstanbul'dan Rum girişimciler madenlerin işletme hakkını belirli bir süre için devletten satın alıyorlardı. Ço-



*Yaklaşık 1400 yıllarında bir Osmanlı darphanesinde sikke üretimini gösteren bu resim "Stiftung Preussischer Kulturbesitz-Berlin"de bulunan minyatür aslına bakarak A. Süheyl Ünver tarafından çizilmiştir.*

ğunluğu 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 anlaşıyor. 16. yüzyılın ilk yarısına gelindiğinde, Makedonya'daki Sidre-

kapsı, Balkan yarımadasının en verimli gümüş ve altın madeni konumuna yükselmışti. 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 tevaibiine (ona bağlı olan yerlere) maden yasağı etmeğe gönderdüm ve buyurdum ki:

1. Varub madenlerimi ve mecmu mahsulatın (tüm üretimi) görüb göze ve çarhları ve kuyuları işlede. Emrüm mucebince amel etmeyüb (çalışmayıp) avare yürüyüb işlemeyen kuyucuları ve çarhçı 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. 1, 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, Ergani 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 kurşluk 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

## 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 raf-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 marifetsiz nesne etmeye.

2. Emine ber-muceb-i hüküm (hüküm gereğince) vacibdür ki, halkın gümüşü darbhaneye geldiği vakit, gümüş katında sahib-i ayar ile terazu yanında otura. Terazuyu onat gözedüb veznini rast etdüre. Ve amil kendü veyahud emini bile ola. Gümüş tamam tartılıb alındıktan sonra gümüş sızıldığı (eritildiği) yere varub kepçeyi gözleye. Zira uğurlayacak ve kalb nesne katıla-

cak yer oldur. Gereği gibi ihtiyât ede ki, nesne uğurlanmayub ve yaramaz nesne katılmaya.

3. Ve sikkeyi üstadlar evlerine alub gitmeye-ler. Darbhane içinde sikke emri tamam olıcak, emin mühri ile mühürlüyüb hazinede koya... Geldüğü vakit mührin aç, yüz dirhem çarşni dutalar (tartsınlar). Akçe dört yüz gelirse hüküme muvafıktır. Eğer dört yüz buçuk gelürse, ol dahi muvafıktır. 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 gümüşü tartub alurken onat gözleye. Ağır tartub sahibine zulm olmaya, vezneyi rast etdüre.

Kaynak : Ahmed Akgündüz, Osmanlı Kanunnameleri ve Hukukî Tahlilleri, c. I, s. 532-35.

denlerinin 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.

## 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 sik-keleri küçük gümüş akçe ile bakır mangırdan oluşuyordu. Akçe ya da akça, temel hesap birimi konumundaydı. İlk Osmanlı akçeleri Bursa,

Edirne ve Marmara havzasında sikke-ler 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 darphane 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 darphane-nin üretim düzeyi bireylerin darphane-yeye getirdikleri veya devletin sağladığı değerli madenlerin miktarına bağlıydı. Bu nedenle üretim düzeyleri mevsimlik olarak büyük dalgalanmalar gösteriyordu. Ayrıca, bir padişahın tah-ta 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 işletilmek-te ve birer devlet memuru olan emin-ler tarafından yönetilmekteydi. Daha



Ön yüzü

Balkanlar'da Novo Brdo gümüş madeni yakınlarında kurulan darphaneceki ile vurularak üretilen, 10 akçelik gümüş sikke. II. Mehmed (Fatih) dönemi, 1470 (Hicri 875); 23 mm., 9.36 gr.



Arka yüzü

Ön yüzü

Devlet tarafından saptanan ve darphanelere gönderilen sikke standardlarında, 100 dirhem "halis ayar" gümüşten kaç tane akçe darp edilece-

Bu standartlara 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 kaybedebilirdi.

*Arka yüzü*

Osmanlı darphanelerinde altın, gümüş ve bakır sikkelerinin üretiminde kullanılan teknoloji oldukça basitti. Madenlerden getirilen cevher, arıldıktan 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)

[illegible]

95

## Osmanlı Piyasalarında Kalp Avrupa Sikkeleri

17. yüzyılda Avrupa'da sikke üretim tekniklerinde önemli gelişmeler olmuştur. 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 gemilerle 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 realı 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 inanıyorlardı. 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 deyişle 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 tırtıklı 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 gürüş (kuruş) adı verilen büyük boy gümüş sikkeler üretilmeye başlandı. (Avrupalılar 15. yüzyıldan itibaren ürettikleri büyük

boy gümüş sikkelere "groschen"[büyük] adını vermişlerdi.) Osmanlı gürüşleri 18. yüzyılda hem Balkanlarda hem de Anadolu ve Suriye piyasalarında önde gelen mübadele aracı konumuna geldi.

18. yüzyıldaki bir diğer önemli gelişim 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, tağışlara 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 düzeni-

ni benimsemeye ve yeni standartlarda 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 standartları 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 standartları, 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 Murphy, "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. Inalcik ve D. Quataert (der.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire, 1300-1914*, Cambridge University Press, 1994.

# Çankırı Depremi ve KAF

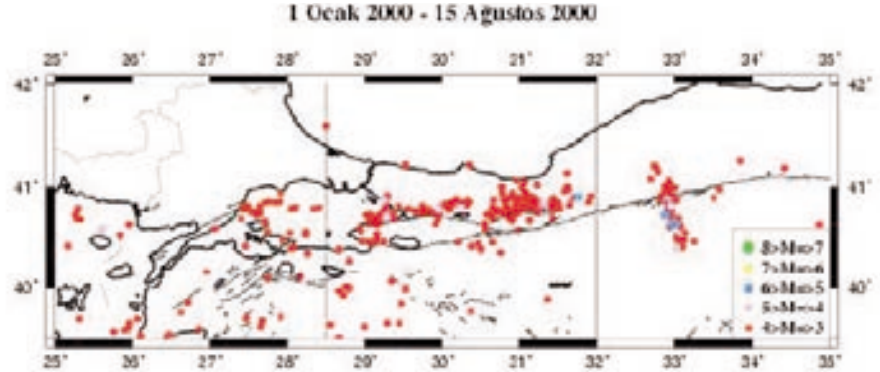
Orta Anadolu ve Karadeniz bölgesinde geniş bir alanda hissedilen 6 Haziran 2000 (Mw=6.0, Orta-Çankırı) depremi, Çankırı ilinin Orta, Çerkeş, Şabanözü, Atkaracalar, Kurşunlu ile Ankara ilinin Çubuk ve Kızılcahamam ilçelerinde hasara yol açmıştır (bkz. şekil 1-2). En fazla hasar ise Orta ilçesi ve köylerinde 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 (episantr) Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) yaklaşık 30-35 km güneyine rastlamaktadır (Şekil 2). Aletsel mevkii ve en fazla hasarın gözlemlendiği 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 etkilendiği 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 fotoğraflarını 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 sistemi 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.

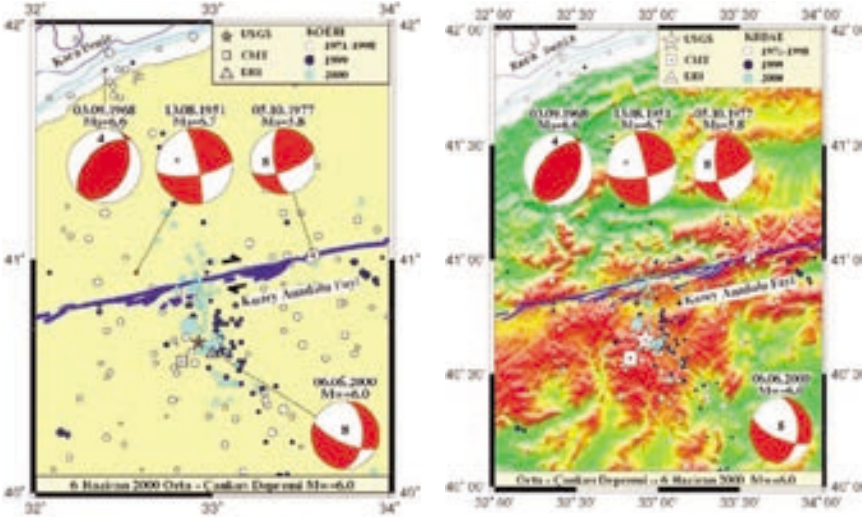
Bölgedeki deprem etkinliklerine (özellikle 1999 ve 2000 yılları; bkz. şekil 1-2) baktığımızda KB-GD doğrultusunda yeniden yoğunlaşmalar göz-

lenmektedir. 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, artçıların 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 kayıtlarına ek olarak yerel deprem ağlarının da kurulması deprem öncesi ve sonrası ana ve ikincil fay zonlarındaki deprem kümelenmelerinin izlenmesi açısından önem kazanmaktadır.

Orta-Çankırı depreminin uzak alan 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)  $M_0 = 6.168 \times 10^{17}$  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-

Tablo 1: 6 Haziran 2000 Orta-Çankırı Depreminin Sismolojik Parametreleri

Oluş zamanı (to)	02:41:53.2 (GMT)
Depremin Büyüklüğü	Mw=6.0
Mevkii (Episantr)	40.65 Kuzey -32.92 Doğu
Odak (Kaynak) Derinliği	8 km
Oluş süresi	~ 6 saniye
Sismik Moment	$1.25 \times 10^{18}$ Newton-metre
Faylanma Mekanizması	Doğrultu/Dalım/Kayma
Vektörü (Derece Olarak)	
I. Düzlem (Fay Düzlemi)	2/46/ - 29
II. Düzlem	113/70/ -132



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 Doğru-Atımlı Faylanmaları (yanal yönlü hareketler; Gölcük-İzmit 17 Ağustos 1999 depreminde gözlemlendiği gibi) ve Bordo renkli çözümler Bindirme (sıkışma türü) Faylanmaları (Spitak-Ermenistan 1988, Racha-Gürcistan 1991 depremlerinde gözlemlendiği gibi) göstermektedir. Odak küreleri içindeki rakamlar kırılmanın gözlemlendiği 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 Kuruşunlu (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 anla-

şılması 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 ül-

kemizde 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) ağı" 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.

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](mailto:taymaz@itu.edu.tr)

### Kaynakça

- Emre, Ö., Taymaz, T., v.d. (2000a). Gölcük ve Düzce Depremleri: Yüzey Kırınları 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-JeoJi Ertidiller 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, I., (1996). 5 Ekim 1977 (Ms=5.8) Kuruşunlu Depremi Fay Düzlemi Çözümü. İTÜ-JeoJi Bölümü Lisans Tezi, 60 pp. (Mayıs 1996) İstanbul.
- Tan, O., (1996). 3 Eylül 1968 (Ms=6.6) Bartın Depremi Fay Düzlemi Çözümü. İTÜ-JeoJi Bölümü Lisans Tezi, 74 pp. (Mayıs 1996) İstanbul.
- Taymaz, T. (1999a). Türkiye'nin geçeceği 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.

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 Büyükük	Kaynak
			Doğrultu	Eğim (°)	Kayma Vektörü (°)		
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

## 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, duyu 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 eği-

timde 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 avantajlı 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 okullaşma oranının en düşük olduğu ülke %53'le İngiltere'dir. Bu ülkede ilköğrenime başlama yaşı 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 avantajlı 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 kurumlarının 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 büyümesine girmiştik 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 sandalya ile yol alınmayacağını 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 açtım. 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 öğren-

cinin 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 Aralık Kayalık Merkez İlköğretim Okulu, Müdür Yetkili Öğretmeni

## Okullarımız ve Kütüphaneleri

Karaman ilinin Eğilmez köyünde sınıf öğretmenliği yapıyorum. Okulumda 4 öğ-

retmen 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

## Serbest Kürsü

### Doğayla Barışık Olmak

İnsanın insanla yaptığı ve sonunda yetimler, sakatlar ve hırsızlar ordusu olarak geriye üç gereksiz ordu bırakan, kaybedenlerinse hiç terddütsüz insanlık olduğu savaşlar 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 kirlenmesi, 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 silkinimleri ciddiye alan ülke ve insanları, yapılarını, bu saldırıya dayanacak zemin üzerinde ve aynı sağlamlıkta binalar yaparak, tehlikeleri kayıpsız ya da maddi küçük hasarlarla atlarken, 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 betonlaştırarak, sonra da doğanın isyanı karşısında günlerce beton yığınlarına girmeyip, geceleme 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 hayalpe-rest" 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 edemeyebilir ama soyunun devamı için insanlara mutlaka doğayla barış gerekli.

Ahmet Önen  
Gemlik-Bursa

### Kimyayı 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 ayıramayan basit madde" diye tanımlamak zorundasınız (bu tanımlı, 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." serzenişiyse karşılaşacaksınız. Kimyanız bozuluyor. Kimyanızı 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 kimyayı geri istiyorum. Üniversitelere temel kimya

öğretimi almış öğrenciler gönderemediğim için üzülüyorum. Organik kimya gösteremeden tıp fakültelerine öğrenci göndermekten huzursuzum.

Eğer bana şöyle dersenz "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 kimyayı kaybettim. Yeterince üzgünüm, bir de bunu

savunarak üzüntümü attırmanın.

Kimyayı geri istiyorum. ÖYS içerikli kimyayı geri istiyorum. Ey üniversiteler, size daha iyi yetmişmiş öğrenciler göndermek için kimyayı geri istiyorum. Ey YÖK ve ey ÖSYM yetkilileri, kimya öğretiminin dibe vurmasına engel olmak için kimyayı geri istiyorum.

Biz öğretmenlerin bir bakıma "meslek içi eğitimini" yapan, kendimizi yenilememizi sağlayan, ÖYS içerikli kimyayı geri istiyorum. Evet ilk kez kendim için de istiyorum. Bir yaprak gibi kurduğumu hissediyorum. Beni besleyen bilgileri, kavramları, soruların kurumakta olduğunu hissediyorum. Öğretmenlik aşkımın pare pare dökülmemekte olduğunu hissediyorum. Kimya aşkımın sönmekte olduğunu hissediyorum. Bu nedenle kendim için de istiyorum. Kimyayı 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 (Gülğün Akbaba)  
Faks: (312) 427 66 77

### Bilim Adamlarını Tanıtın

Ankara Anadolu Kimya Teknik Lisesi ve Kırıkkale Üniversitesi Petrokimya ve Kimya Teknolojisi Bölümü mezunuyum ve yaklaşık iki-buçuk yıldır Bilim ve Teknik'i büyük bir zevkle okuyorum. Bilimle ilgili hemen her konuya değiniyorsunuz. Bunun için sizlere teşekkür ediyorum. Bana göre derginizde tek bir noksanlık mevcut: Bilim adamları hakkında kapsamlı yazılar yayımlamıyorsunuz. Bir de uzun süredir kimya konularına yer vermiyorsunuz; özellikle de karbon kimyası.

S. Özgür Oruç  
Manisa

### İnternet, Web Sitesi Hazırlama ve Programlama

Özel Kızılırmak Lisesi Lise 2. sınıf öğrencisiyim. 2 yıldır derginizi alıyorum. Gerçekten de ilgi çekici konulara yer veriyor ve bazı sıkıcı konuların zevkli yönlerini ele alarak, okuyucularınızı sıkımsıyorsunuz.

Derginizde, daha doğrusu dergimizde "İnternet, Web Sitesi hazırlama ya da Programlama" gibi güncel bilgisayar konularını anlatan bir bölüm olsa dergimizin tirajının artacağı kanaatindeyim. Ekleyeceğimiz bu bölüm okuyucularınız tarafından da ilgi görecektir. Ayrıca dergimizde, matematikle ilgili ilginç konular yer alabilir; örneğin sayıların sihirli dünyası, sayı oyunları, ilginç ve duyulmamış bilgiler gibi. Bir de, dergimizdeki her bir konunun sonunda kaynakların ve hazırlayanın olması çok güzel. Yalnız; bu bölümleri hazırlayanların isimleri altında e-mail adresleri de olsa daha güzel olur. Çünkü o konuyla ilgili soru ve görüşlerimizi konuyu hazırlayan yetkiliye gönderebiliriz.

Mehmet Akif Çelik  
Kırıkkale

### Önerilerim Var

20 yaşındayım ve üniversite öğrencisiyim. Derginizi çok uzun zamandır takip ediyorum. Her sayıda dağarcığının gelişmesine biraz daha katkı sağlıyorsunuz; sizi bundan dolayı kutlarım.

Dergimize önerilerim de var: Gökyüzüyle ilgilenmekteyim; fakat Gözlem Şenlikleri'nize katılamadım. Bu tip etkinlikleri daha sık düzenlemenizi istiyorum. Posterlerinizi de tek taraflı basın; çünkü posterleri asarken ikilemde kalmaktan bayağı yoruldum....

Barış Özata  
İzmir

### Matematiğe Daha Çok Sayfa

İzmir Bornova Anadolu Lisesi lise 3. sınıf öğrencisiyim. Bize sunduğunuz Bilim ve Teknik dergisini her ay alıyorum ve büyük bir zevkle okuyorum. Gerçekten de kişiliğimin oluşmasına büyük katkıda bulunduğunuzu düşünüyorum.

Yalnız küçük bir eleştirim var. Bildiğiniz üzere 2000 yılı Dünya Matematik yılıdır. Fakat, Bilim ve Teknik dergisinin matematiğe çok fazla yer ayırmadığını görüyorum. Genelde biyoloji ağırlıklı bilgiler yayımlanıyor. Lütfen, dünya matematik yılı hatırına, en azından biyolojiyle eş oranda matematiğe de yer verin; bundan dolayı da çok mutlu olacağımı belirtmek isterim.

Yanki Lekili

### Merhaba Bilim Teknik

Bilim ve Teknik dergisini, bu dergiye okuyan arkadaşlarımla aracılığıyla tanıdım. 393. sayınızdan beri de takip ediyorum. Bundan sonra da sürekli takip edeceğim; çünkü dergiye okumak beni çok heyecanlandırırdı. Bu duygularımı sizlerle paylaşmak istedim.

Emrah Ayaz  
Kurtalan/Siirt

### Bilim ve Teknik Kulübü

Bilim ve Teknik'i bütçem elverdiğince takip ediyorum. Aslında derginin fiyatı uygun; çünkü bu basım ve bu kağıt kalitesindeki diğer dergilerin fiyatları ortada.

Bu mektubu dergimize bazı önerilerde bulunmak için yazdım. Önerilerim şunlar:

Dergimizin metin kısımlarında, bazı terimler anlaşılmıyor. Yazılar daha çok üniversite kesmine sesleniyor. Örneğin 17 Ağustos depreminden sonra, gerektiği gibi konuya çok duyarlıydınız ve bilimsellikten ayrılmadan açıklamalar yaptınız. Ama bence, depremle ilgili yazılarınız çok uzun olması nedeniyle ve üst bilgi gerektirdiğinden sıkıcı oldu. Tabii ki sizlerden çocuklara seslenecek yazılar yayımlayın demiyorum. Ama

### Tıptaki Gelişmeler

Bilim ve Teknik dergisi tıpta olan gelişmeler hakkında ne yazık ki çok az yazı yayımlıyor. Bu durum beni çok üzüyor. Bazı beklentilerim de var dergimden: Meslekler ve geleceklere başlıklı bir köşe açmanız gerektiğini düşünüyorum. Bir de geçmişte bilim adamlarının yaşamlarını işlediniz. Bu yazılar bir araya getirilip, eklemeler de yapılarak bir kitap hazırlanabilir.

Handan Karahan  
Seyhan/Adana

### Tebrikler Bilim Teknik

Öncelikle sizleri, böylesine güzel ve çizgisinden taviz vermeyen bir dergi çıkarttığınız için kutlamak istiyorum.

Bilim ve Teknik dergisini lise 1. Sınıftan beri takip ediyorum. Şu an Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi öğrencisiyim. Bölümüm gereği sosyal bilimlerle daha çok ilgilenmeme karşın, Bilim ve Teknik'i elime aldığımda dakikalarca bırakamıyorum.

Sadık Canyurt  
Ankara

hiç değilse yazıları biraz sadeleştirin. Bir lise öğrencisinin derslerine yardımcı olabilsin. Yazı dilinin, açık, akıcı ve doğrudan bilgi edinmemize yardımcı olması gerekiyor.

Bilim ve Teknik dergisini okuyanların büyük bir bölümünün lise öğrencisi olduğunu düşünüyorum. Bu potansiyel çok güzel bir biçimde değerlendirilebilir. Bir kulüp çatısı altında okurlarınızı toplayabilirsiniz. Gerek İnternet ortamında gerekse yazışarak bu gençler birbirleriyle de iletişime geçebilir. Düşünün bir kere, ODTÜ Elektronik Mühendisliği'nde okuyan bir arkadaşım ile iletişime geçtim. O bana elektronik ile ilgili bilgiler aktarıyor, ben de ona yazar ve şairlerden parçalar gönderiyorum, ne de mükemmel olur.

İsmail Tuncay  
Elbistan/K.Maraş

### Bir Öneri

Derginizi sıkılmadan ve sevakerek okuyorum. Özellikle, Forum, Serbest Kürsü, İlettikleriniz ve Mektuplaşmak İsteyenler köşelerinin sayfa sayısını artırmanızı istiyorum.

Mustafa Keskin  
Karaman

### Konu Dağılımınız Hakkında

1996 yılından beri derginizi takip ediyorum ve okumaktan büyük bir zevk alıyorum. Yalnız sizden önemli bir ricam olacak. Son sayılarınızda moleküler biyoloji ve uzay hakkında fazlasıyla bilgi var. Aslında fazla bilginin bir zararı olmaz; ama belki ben pek bu konulara ilgi duymadığımdan kaynaklanıyor, dergimiz için fazla detaylı. Bence farklı konulara da ağırlık vererseniz derginizi daha da zevkle okuyacağımıza inanıyorum. Şimdiye kadarki vermiş olduğunuz o mükemmel bilgiler için teşekkür ederim.

İshak Baklacı

## Yarın Bilmediğimiz Daha Az Şey Kalacak

Bilim ve Teknikle 1991 yılında tanıştım. O günden sonra da benim en sadık dostum oldu. Neden dersiniz? Bilim ve Teknik dergisi sayesinde kötü alışkanlıklarım ve kötü dostlarım olmadı. Eğer Bilim ve Teknik olmasaydı, içimdeki bilimsel merak bir gün gelir sönerdi. Bugün mühendislik öğrencisiyim ve yaşamım boyunca bilimden ayrılmayacağım bir meslek kolunda eğitim görüyorum.

Bilim ve Teknik dergisini tanıdığım günden beri, o hep kendini yenilidi. Ama yine de dergimden beklentilerim var. Örneğin sayfa sayısının artmasını istiyorum. Dergi dizaynının da değişmesi gerektiğini düşünüyorum. Ancak değişim derken, boyut olarak değişimi kast etmiyorum. Derginin iç düzenlemesinden söz ediyorum. Bir başka nokta da, web sitenizdeki arşiv kısmının 1997 yılından başlayarak olması; oysa 1967'den beri Bilim ve Teknik var.

Sevgili Bilim ve Teknik, düşüncelerim bu doğrultuda. Dergime sonsuz ve başarılı bir yaşam diliyorum. Bizden kendini esirgeme ne olur. Unutma bize sen öğrettin: Yarın bilmediğimiz daha az şey kalacak.

Arda Uğur  
İstanbul

## Kuantum Fiziği Konularına Devam

Uzun zamandır derginizi okumaktayım. Kuantum fiziği konularını ilgiyle takip ediyorum ve böyle konuların devamını diliyorum.

Satranç oynamayı severim. Her ay satranç için sayfa ayırmanızı da takdir ediyorum.

Daha önceki sayılarda belirtildiği gibi, okuyucuların bazı teknik çalışmalarının yayımlanacağı bir bölüm açılırsa çok memnun olacağım. Böylece İlettikleriniz dışında da okuyucularınızla aranızda bir iletişim kurulmuş olacak.

Yâsin Dündar  
Afyon

## Farklı Konular

Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fizik Bölümü 4. Sınıf öğrencisiyim. Derginizi üniversiteye başladığım ilk yıl okumaya başladım. Bilim ve Teknik'in en beğendiğim yanı, verilen konu hakkında oldukça geniş açıklamaların yapılması. Bu gerçekten çok önemli; böylelikle konulara geniş anlamda bakabiliyoruz. Bilimle ilgili pek çok dergiye baktım; fakat Bilim ve Teknik'te bulduğum açıklamaları onlarda bulamadım. Bu da beni Bilim ve Teknik'e çeken nedenlerden yalnızca biri.

Sizlerden bir de ricam olacak. Elektronik ve elektromagnetik kirlilik hakkında yazı yayımlamanızı istiyorum. Ben mi abartıyorum, yoksa 21. yüzyılın gerektirdiği bir şey mi tam karar veremedim? Ama yine de kullanımı hızla artan cep telefonları ve buna benzer elektronik cihazlar, yanısıra bazı istasyonları beni çok tedirgin ediyor. Kuşkusuz

bu cihazların insan yaşamına getirdiği kolaylıklar var; ama bu demek değil ki zararlarını görmezlikten geelim. Sizlerden ricam bu konuyu sık sık dile getirmeniz.

Mustafa Toprak  
Diyarbakır

## Dünya ve Uzayla Başlayan Heyecan

Bilime meraklı bir gencim. Bu merak ilkokul 3. sınıftayken başladı. "Dünya nasıl oluştu?" konusunu işlerken öğretmenime Dünya ve uzay hakkında sorular sorar, yanıtlarını öğrendikçe de büyük heyecan duyardım. Bir gün Bilim ve Teknik dergisiyle tanıştım ve öğrendiklerimin öğreneceklerimin yanında ne de az olduğunu gördüm. Bilime olan merakım daha da büyüdü. Bütün bilim olaylarını takip etmeye başladım ve yeni şeyler öğrenmek yaşam tarzım oldu. Bu dergiyi yayımladığınız için teşekkürler.

Mert Kırmızıgül  
İstanbul

## Dergimden Beklediklerim

Bilim ve Teknik dergisinden, özellikle icatların öyküsünü ve gökbilimle ilgili en son bilgileri yayımlamasını istiyorum.

Benim gibi 14 yaşında birçok okuyucu da bunları bekliyor düşüncesindeyim. Çünkü bilim ve teknolojiyi yalnızca bu dergiden izleyebiliyoruz. Basın ve televizyon bu konuda yetersiz.

Murat Işık  
Ankara

## Soru Yanıt Köşesi

Dergimizin ilk sayfalarında yer alan Bilim ve Teknoloji Haberleri'ni büyük bir ilgiyle okuyorum.

Bu köşe için teşekkürler. Bir de okuyucularınızın merak ettikleri bilimsel konuları sorup, yanıt alabilecekleri bir köşe oluşturursanız çok iyi olacak düşüncesindeyim.

Sadık Canyurt  
Ankara

## Mektuplaşmak İsteyenler...

### İnsanlar-Doğa

M. Özgür Güral  
Taşkale Mah.  
I. Mahsen Sok.  
Günay Apt. Kat:5 D:5  
Vezirköprü/Samsun

Teknik Lisesi  
No:79 Sınıf Atl-2 Denizli  
e-posta:  
ed\_melih@usa.net

### Edebiyat-Çevre-Almanca

Mustafa Keskin  
Eğilmez Köyü  
İlköğretim Okulu  
Sınıf Öğretmeni  
70100 Karaman

### İngilizce-İşletme

Sadık Canyurt  
Fakülteler Mah.  
Özsoy Sok.No:19/4  
06590 Cebeci/Ankara

### Matematik-İngilizce-Bilgisayar

Mehmet Akif Çelik  
Bölge Trafik Altı Özel  
Kızılırmak Lisesi Kırıkkale  
e-posta:  
makif2001@hotmail.com  
matlabilgi@hotmail.com

### Tiyatro-Kitap

Eda Bulut  
Yeni Mah. Seyhan Sok.  
No:11 Kocaeli

### Tarih-Felsefe

Çağatay Yazar  
Reşadiye Mah. 2. Man-  
dracı Cad. 4 Aralık No:2  
Çorlu-Tekirdağ

### Bilgisayarlar-İnternet

Melih Sarısoy  
Denizli Şehit Öğretmen  
Yusuf Batur Anadolu

### Gökbilim-Uzay

Enis Hürkan Burakçı  
Mevlana Halit Mah.  
Bayramoğlu Yapı Koop.  
7. Blok No:4  
Bağlar-Diyarbakır

Hamide Salim  
Kültür Mah. 206 Evler  
2609 Sok. No:23  
72060 Batman

### Felsefe

Zeynep Gökçen Ardahan  
e-posta:  
gokcenzeynep@hotmail.com

### Felsefe-Şiir

Berk Toprak Zorbey  
e-posta:  
zorbeyberk\_toprak@hotmail.com  
Barış Sivas  
Yukarı Mah.

Dağsaray Cad.  
Huzur Apt. Kat:4 No: 13  
Acıpayam-Denizli

### Genel

Okan Tanık  
Kültür Mah. Sağlık Sitesi  
No:12 Batman

Sefa Günüş  
Urfa Yol Üzeri  
TMO Karşısı Doktorlar  
Sitesi Sok:2 No:5  
21120 Kayapınar  
Diyarbakır

Zafer Mertadam  
2741 Sok. No:76 D:1  
35120 Toros/Izmir

Arzu Yolcu  
Cumhuriyet Mah.  
Hindiba Sok. No:8/10  
Küçükçekmece/İstanbul

Halil İbrahim Nilüfer  
Fatih Mah. 3320 Sok.  
Çağdaş Yapı Kooperatifi  
A Blok No:8  
Batman

Tuncay Gerekmen  
e-posta:  
tgerekmen@yahoo.com

### İngilizce-Deneme

Yusuf Küçük  
TCG Barbaros Kom.  
Gölcük/Kocaeli

**Psikoloji-Şiir**  
Erkan Yeng  
İstasyon Cad.  
Gençkalan Apt.  
Kat:5 No:21  
Ofis/Diyarbakır  
e-posta:  
erkansalih@yorumcu.com

**Mikroişlemciler**  
Serhan Öztürk  
e-posta:  
Serhan@amele.com

**Sevgi**  
Murat Aydoğan  
Bornava Yurdu, 2 Blok  
Bornava/Izmir

**Gökbilim-Felsefe**  
**Eski Uygarıklar**  
Senem Gökel  
Kazım Karabekir Sok.  
No:9 K/Kaymaklı  
Lefkoşe-KKTC

**Kimya**  
S. Özgür Oruç  
8.PA. 1. PT Kantin Birliği  
Batıkışla/Manisa

**Temel Bilimler-Yerbilimleri**  
Arda Uğur  
Ali Fakih Mah. Hacı  
Kadın Cad. Recep Uras  
Sok. No:3 D:11  
34310  
KM Paşa/İstanbul

## Vitrinde Olmayanlar

*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...*

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 biliyorsunuz?"

Böyle bir soru beklemediğimden bir an bocaladım. O sabah Dr. Schneider'ın beni odasına çağırdığını öğrendiğim 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 titre-meye ve vızıldamaya başlar. Aslında yüksek gerilim ve yüksek frekans elde etmeye yarayan küçük 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 parlaklık 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 santrali 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 olmayacağını 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 yolu bir şeyler söylemeye başlamıştım ki Schneider ayağa kalktı. Görüşmemiz sona ermişti.

"Dosyayı al da bir bak bakalım ne çıkarabileceğin. 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.



*In Search of Nikola Tesla*  
F. David Peat  
Ashgrove Publications, 1999, 144 sayfa

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 koku ve onlara dokunmak götürmüş olmalıydı. Gençtim, üniversite kütüphanesinde kucagımda daktiloyla yazılmış bir tomar kâğıtla otuyordum. 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 çözmek gereken bir problemle karşı karşıyaydım.

Çeviri: Özlem Özbal

## Yayın Dünyası



**Petros Amca ve Goldbach Sanısı**  
Apostolos Doxiadis,  
Çeviren: Devrim Denizci, Everest Yayınları, 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 adanmış 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 gözündeki 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 yanlış olduğunuzu 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 uyuralım; bu ödül yalnızca ABD ve İngiliz vatandaşları için geçerli.



**Kahramanın Sonsuz Yolculuğu**  
Joseph Campbell  
Çeviri: Sabri Gürses Kabalcı Yayınevi, 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 Sibiry'a 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 ya-

şamın her anında özünde mitsel olan dönüşümlerden geçtiğimizi söylemektedir. Bu kitapta gündelik yaşantınızla mitsel öyküler arasındaki çakışmaları göreceksiniz. Kendi yolculuğunuza çıkmaya hazır mısınız?

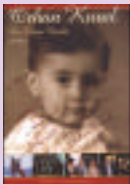
### Yanıbaşımızdaki Tarih



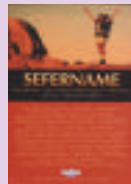
David E. Kyvig, Myron A. Marty  
Çeviren: Nalan Özsoy  
Tarih Vakfı Yurt Yayınları, 2000

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 Başka**  
Orhan Kural  
Beril Yayınları  
İstanbul 2000



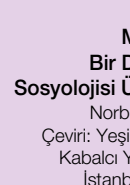
**Sefername**  
Editör Orhan Kural  
Gezginciler Kulübü Yayınları  
İstanbul 2000



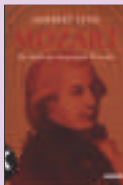
**Microsoft Front Page 2000 ile Çalışmak**  
Jim Buyens  
Çeviri: A. Pamukçu, S.Özkaya, H. Doğan Arkadaş Yay., Ankara 2000



**Bilimsel Devrim**  
Steven Shapin  
Çeviri: Ayşegül Yurdaçalış  
İzdüşüm Yayınları, İstanbul 2000



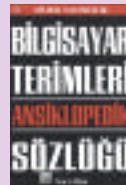
**Mozart, Bir Dahinin Sosyolojisi Üzerine**  
Norbert Elias  
Çeviri: Yeşim Tükel  
Kabalcı Yayınları, İstanbul 2000



**Ortadoğu Mutfak Kültürleri**  
Sami Zubaida, Richard Tapper  
Çeviri: Ülkün Tansel  
Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul 2000



**Bilgisayar Terimleri Ansiklopedik Sözlüğü**  
Naci Altan  
Sistem Yayıncılık, İstanbul 2000



**Turizm Sektörünün Ara Kademe İnsan Gücü İhtiyacı ve Turizm Eğitimi Araştırması**  
MEB-METARGEM, Ankara 2000



# Dünya 20 Yaş Altı Gençler Satranç Şampiyonası

Erivan'da sıcak bir dostlukla karşılaştık. (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.

Otelin garsonlarından, pazardaki satıcılara 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 Şeremetievo 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. Hem yanarda 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 daresi, hadi bilemediniz bir katındaki satranç derneğine kendilerini attıklarında mutlu olan satrançseverlerimizi acımamak elde değil.

Sonuçların değerlendirmesine gelince: Haznedaroğlu, çok yaklaştığı IM (uluslararası 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. Komsals anlaşıyor olarak çoğu rakiplerinden geride değiller. Tecrübe eksikliğinin tek çaresi bolca turnuvaya katılmak. Diğer sporların çoğunun aksine satranç çok acı-

## 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)

masız ve en ufak bir hatada saatler süren emeğiniz ve o ana kadar ki güzel oyununuza 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 rahatsızlanırdık gibi olduk ama otele yemeyi kesince düzeldik. Başhakem Gijssen, hastalık nedeniyle 10 kg. kaybettiğini söyledi. Aynı sağlık problemleriyle geçtiğimiz yıllarda 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 dışında 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 sayılmaz) 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 Gijssen, yerel bazı hakemler konusunda tereddütlü olduğunu söylemesine rağmen gördüğümüz kadarıyla bir problem çıkmadı.

Gijssen 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 Axd3 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 için 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 inisiyatifi 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 fvg6 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.fvg5 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 olacağını saklı tutarken; d hattındaki baskısı da sürdürüyor. 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.Ag6 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 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.Ke1! Ve3 55.Vf5 Şh6 56.Kc6 f1V 57.Vxf1 Vd2 58.Şh1 Ke1 59.Kxd6 Şg5 60.Kd5 Fe5

**Düzeltilti:** 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 organizasyonu ve Çanakkale Belediye Başkanı İsmail Özyay'ın katkılarıyla gerçekleştirilmiştir. Turnuvanın tertip komitesiye, Çanakkale Satranç Derneği adına, yönetim kurulu üyeleri başkan Mustafa Önder, başkan yardımcısı Faik Bozkurt, üye Turgut Tunca, sayman İbrahim Uygun ve üye İlmutay Gökgiray'dır. Turnuvanın eşlendirmeleriye Ulaş Önder tarafından yapılmıştır."

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.fvg3 (20.Vxf8 Kg7 21.Kd1 Vxc2) 20...Şg8 21.Ag6 Ke8 22.Vf6 fvg6 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...Axb4 16.Vxb4 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 0-0 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 tehdidi var.] **42...Şg8 43.Ff4 Kg4 44.Kh8 Şg7 45.K6h7 Şg6 1/2**

Aybar Karayaç  
Yakup Bayram

## 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 faktoriyel ve 1, 9, 8 ve 8 sayılarını yalnız bir kere kulla-

arak denklemler kurunuz. Örnek:  $1 + 9 + 8/8 = 11$ . (Benzer işlemleri 1, 3, 5, 7, 13, 17, 19 ve 23 için yapınız).

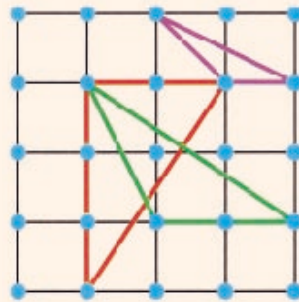
#### 1988 = ?

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 oluştursun. (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

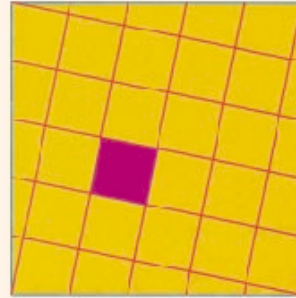
Serinin 1. terimi 7. 7’nin karesini alıp basamaklarını topluyor ve 1 ekliyorum:  $7^2 = 49$  ve  $4 + 9 + 1 = 14$ . İkinci terim 14 ve  $14^2 = 196$ ,  $1 + 9 + 6 + 1 = 17$  vb. 1000. terim nedir?

#### 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 şekildedeki 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 arala-

rında 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

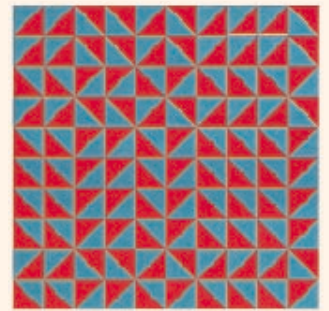
Bir karenin komşu iki köşesi verilmiş, yalnız pergel yardımıyla diğer iki köşeyi bulun.

#### 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 birleştirilmiş. 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 bir-

leştirilmesine, parçalar ister tek parça, ister çok parça olsun 1 "hamle" diyelim. n parçalı bir bilmecayı 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

$P = 1997 + (1996 \times 1997 \times 1998)$ . P'nin küp bir sayı olduğunu kanıtlayın.

## Özel Bir Küp

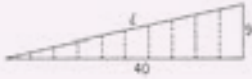
Kenarı 30 cm olan bir kareden kenarı 10 cm olan bir küpün açılmış şeklini kesip çıkarabilir misiniz?

## Geçen Ayn 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  $4 \times 10 = 40$  cm. ve tel (L) bir dik üçgen yapar.

$$L = \sqrt{(81+1600)}.$$

Teli silindire sararken jeneratör ile hep aynı açıyı yapmak gerekir. Yoksa tel çözülür.

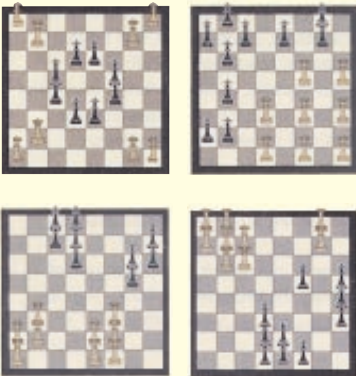
### Sonsuza Yolculuk

Çevrelerin toplamı =  $30+15+15/2+15/8+15/16+15/32+15/64+\dots=45+15(1/2+1/4+1/8+1/16+\dots)$ . Parantezin içi 1'e eşit olduğundan aranan toplam çevre  $30+15+15=60$ 'dir.  
 $[1+1/2+1/4+1/8+\dots]$  bir geometrik

seridir ve toplamı  $S = \frac{1-r}{1-r}$  '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 içinde ancak üçgen ve dörtgen çizilebilir; beşgen, altıgen vb. çizilemez.

### El Sıkışlar

Hiç el sıkılmadan önce tek sayıda el sıkışların sayısı sıfırdır. İlk el sıkış her biri tek el sıkış iki kişi yaratır. Tek el sıkışların sayısına T, çift el sıkışların 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 sıkış, tek el sıkış sayısını 2 artırır. Her Ç-Ç el sıkış çift el sıkış sayısını 2 artırır. Her T-Ç el sıkış T'yi Ç ve Ç'yi T yapar. Her üç halde de tek sayıda el sıkışların sayısı değişmez, çift olarak kalır.

### Tangram



### Saat

24 saatte akrep 2, yelkovan 24 dönüş yapar. Bu ikisinin arasındaki açının aç ortalayı  $(24+2)/2 = 13$  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

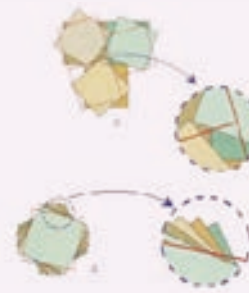
Eşkenar üçgeni 4 eşit parçaya bölelim. Çekmece kuralını hatırlayalım: 4 çekmeceye 5 top koyarsak çekmecelerden en

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 arasında 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 edin.

### İltoz uydulan

1. Dört. Küpün alterne eden köşelerinin üstünde. Bunlar dev bir dörtyüzlünün köşelerini oluşturur.  
2. Altı. İki karşıt köşe

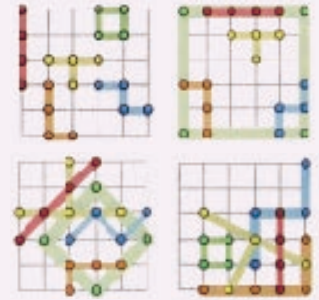
hariç, 8 köşeden herbiri üzerinde 1 uydur. 6 köşe üç boyutlu bir altıgenin köşeleridir.

3. Sekiz. Her köşe üzerinde 1 uydur. Sekiz uydur daha büyük bir küpün köşelerine karşılıktır.

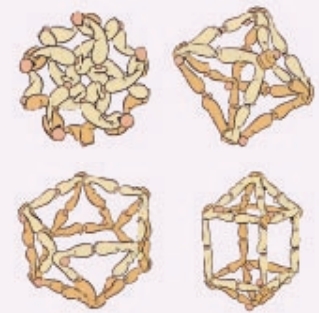
### Uranya Postaları

Hediyeyi kutuya koyar, kutuyu kendi asma kilidinizle kapar ve arkadaşınıza yollarsınız. Bu kilide uyan anahtar olmadığından o kutuyu açamaz. Yolladığınız pakete 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 astronotun herbirinin kolunu veya bacağına 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 piramit bulunan bir küp oluşur.

### Kaybolan Yüz

Burada ünlü Amerikan bilmece yaratıcısı Martin Gardner'ın çizim ustalığından başka bir şey yok. Üst resimde çizginin altında kalan bölümler bir sola kaymış.