



Alp Akoğlu - Çağlar Sunay

Yeni Doğan Ay'ın Sırrı

Pek çoğumuz, yeni doğan Ay'ı izlemekten hoşlanır, bundan zevk alırız. Pek az doğa olayı bu kadar romantiktir. Ay, bu sırada kan kırmızı görüldüğü gibi, oldukça da büyüktür. Bu göz yanılması, yani Ay'ın ufka yakinken daha büyük görünmesi, Aristo'dan Leonardo da Vinci'ye kadar pek çok filozofun ilgisini çekmiş. Aslında o zamanlar da bunun bir göz yanılması olduğu biliniyor olmasına karşılık, nedeni bilinmiyordu. Ancak, bu olayın asıl nedeni daha yeni keşfedildi.

1960'larda, Lloyd Kaufman ve Irvin Rock adlı iki bilim adamı, "görünür uzaklık kuramı" diye bir ku-

ram geliştirdiler. Bu kurama göre, beynimizin uzaklık belirleme mekanizması, Ay ufka yakın olduğunda ve gökyüzünde yüksekte bulunduğunda farklı çalışıyordu. Birincisinde, yani Ay ufka yakın olduğunda görüş alanında başka cisimler de olduğundan beynimiz onu bu cisimlerle karşılaştırarak daha uzak olarak algılıyor. Bu, beynimizin otomatik olarak yaptığı bir işlem. Örneğin, uzaktaki bir ağaca baktığımızda, ağaç uzaklığı nedeniyle gözümüze çok küçük görüldüğü halde, beynimiz onun gerçek büyüklüğünü hesaplayabiliyor. Bu, geleneksel varsayıma aykırı bir düşünce;

çünkü, Ay büyük görüldüğünden daha yakın gibi gelir bize.

New York, Long Island Üniversitesi'nden Lloyd Kaufman ve IBM Almadan Araştırma Laboratuvarı'ndan James Kaufman, bu göz yanılmasını çözmek için bir deney yaptılar. Deney, gerçek gökyüzü altında, sanal Ay'larla yapıldı. Gözlemciler, yarıgeçirgen aynalardan hem gökyüzünü ve ufku, hem de sanal ay görüntülerini görebiliyorlardı. Deneylerde iki Ay görüntüsü kullanıldı. Bu görüntülerden her biri, iki ayrı projektörden gelen görüntülerle oluşturuluyordu. Böylece üç boyutlu bir Ay görüntüsü oluşturulabiliyor; ayların uzaklığı değiştirilebiliyordu. Ayrıca, deneyi yapanlar, sanal ayların gözlemcilerle tam olarak ne kadar uzak görüldüklerini ölçebiliyorlardı.

Deneyde, aylardan birisi sabit bir uzaklığa yerleştirildi ve her bir gözlemciden öteki ayı sabit ayın uzaklığının tam yarısı uzaklığa yerleştirilmesi istendi. Bunu, bir el kumanda aletiyle yapabiliyorlardı. Deney, ay ufka yakinken ve uzakken tekrarlandı. Deneyde, ayların büyüklüğü sabit tutuldu. Deneyin sonucunda, denekler, her seferinde ufka yakın ayı, yüksekteki göre daha uzağa (yaklaşık dört katı kadar) yerleştirdiler. Yani, ufka yakın olan Ay, gözümüze daha yakın değil; gerçekte daha uzak görünüyordu.



Nature, Science Update, 10 Ocak 2000
New Scientist, 15 Ocak 2000

Asteroid Tehdidi

1997 XF11 Ekim 2028'de Dünya'ya yalnızca 50 000 km uzaktan geçecekti. 11 Mart günü tüm dünyada gazete ve televizyonların ilk haberi bu olmuştu. Ama sonra NASA'nın yaptığı hesaplar sonucunda, bu uzaklığın Ay'ın Dünya'ya olan uzaklığının 1,5 katı olacağı duyurulmuştu.

Ocak ayının ortalarında ABD'li gökbilimciler, yörüngeleri Dünya'ya yakın asteroidlere ilişkin önemli bir açıklama yaptılar. Bu açıklamada, Dünya'ya çarptığında büyük çaplı bir yıkıma yol açabilecek asteroidlerin sayısının önceki tahminlerin yarısı kadar olduğu bildirildi. Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan asteroidlerin 1000-2000 arasında olduğu tahmin edilirken, son hesaplar bu sayının 500 ile 1000 arasında olduğunu ortaya koydu. Ne var ki sayının yarıya düşmesi kendimizi güvende hissetmek için hiç de yeterli değil.

Yapılan son hesaplara göre önümüzdeki bin yıl içinde bu asteroidlerden birinin Dünya'ya çarpma olasılığı yaklaşık %0,5. Bu hesaplamaları yapan gökbilimciler California Teknoloji Enstitüsü'nde yer alan Jet İtke Laboratuvarları'nda çalışıyorlar. Dünya'ya Yakın Asteroidleri İzleme programının bir parçası olarak bu araştırmayı yapmışlar. Bu iş için geliştirilmiş özel bilgisayar programları kullanıyorlar.

Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan ve Dünya'ya çarptıklarında küresel bir yıkıma yol açabilecek meteoroidlerin çapları 1 kilometreyle on kilometre arasında değişiyor. Eğer çapı bir kilometre olan bir asteroid Dünya'ya çarparsa 1,5 milyar insanın öleceği düşünülüyor. 65 milyon yıl önce yaklaşık 10 km çapında bir göktaşının çarpması sonucunda Dünya'nın iklimi değişmişti. Bu ani küresel iklim değişimi sonucunda da başta dinozorlar olmak üzere yeryüzündeki canlı türlerinin %70'i ortadan kalkmıştı.

Asteroidler, Güneş sistemiyle birlikte oluşmuş kaya, demir ya da başka elementlerden oluşmuş kütleler. Büyük asteroidlerin yanı sıra yine Dünya'ya yakın yörüngelerde dolanan binlerce küçük asteroid bulunuyor. Gerçek-



te bunlar da çok ciddi tehdit oluşturuyorlar. Çünkü 1908'de Sibirya'ya düşen 100 m çaplı bir kuyruklu yıldız parçası da 2000 km²lik bir ormanlık alanı yerle bir etmişti.

Eğer o göktaşı iki saat daha önce düşseydi, Sibirya'nın ıssız ormanlık alanları yerine Moskova'ya düşecekti. Günümüzde New York, İstanbul ya da Mexico City'ye düşecek yalnızca 100 m çaplı bir göktaşı bile binlerce kilometrelik alanı yerle bir edip on milyondan fazla insanın ölümüne yol açabilir.

Bu ciddi tehdide karşı yapılacak ilk şey, tehdit kaynağı asteroidlerin yörüngelerini, büyüklüklerini ve hızlarını saptamak. Şimdilik yalnızca NASA'da bir ekip bu işle uğraşıyor. Kullanabildikleri teleskoplar küçük ve sınırlı. Ayrılan ödenek de az. Bu olanaklarla yalnızca 1 km'den büyük çaplı asteroidlere yönelik bir veri tabanının %90'ı ancak 20 yılda oluşturulabilecek. Kimi gökbilimciler bu hızı yeterli bulurken kimileri de böylesi bir tehdit karşısında çok yavaş hareket edildiğini düşünüyor.

NASA bugün çalışmaya yılda 3

milyon dolar ayırabiliyor. Ancak önümüzdeki 10 yıl içinde asteroidlerin yapısını anlamak için göndereceği uzay araçları için 1 milyar dolar harcayacak. Pentagon ve Enerji Bakanlığı da Dünya'ya yaklaşmakta olan bir asteroidi imha etmek ya da yönünü değiştirmek için birtakım silahlar geliştirecek.

Gökbilimciler 10 km çaplı bir asteroidin önümüzdeki bir milyon yıl içinde Dünya'ya çarpma olasılığının %1 olduğunu söylüyorlar. Bir başka deyişle ortalama her 100 milyon yılda bir 10 km çaplı bir göktaşı Dünya'ya düşüyor. Ama boyutlar küçüldükçe bu olasılık da artıyor. Örneğin Sibirya'da Tunguska'ya düşen göktaşının bir benzeri her yüz yılda bir Dünya'ya düşüyor.

Yapılan araştırmalar Hawaii'deki Maui Adası'nda Haleakala Krateri'nin doruğunda kurulu ABD Hava Kuvvetleri'ne ait ve 1 m çaplı teleskopu bulunan gözleminde elde edilen verilerle yapıldı. Önceleri farklı gecelerde gökyüzünün aynı bölgesinde çekilen fotoğrafları uzman bir gökbilimcinin incelemesiyle yapılan araştırma yerini artık bilgisayarlı karşılaştırma yöntemlerine bırakmıştı. Doğal olarak böylesi hem daha hızlı hem daha güvenilir.

Bilim adamları bugüne değin yörüngesi Dünya'ya 7,5 milyon kilometre yaklaşan ve çapı 1 km'den büyük 123 asteroid saptadılar.

<http://www.cnn.com>
<http://news.bbc.co.uk>
<http://www.msnbc.com>



Yaşamın Kökleri

Milyarlarca yıl önce iç kısımlarında mikroorganizmalar taşıyan kayalar Mars'tan yola çıkarak Dünya'da yaşamın başlamasına yol açmış olabilir ya da bunun tam tersi olmuş olabilir.

Finlandiya'da Turku'daki Turku Gözlemevi'nde gökbilimcilerden ve biyologlardan oluşan uluslararası bir ekip, ilkel yaşam biçimlerinin gezegenler arasında taşınmış olup olamayacağını araştırıyor. Araştırmacıların vardığı sonuç, kuramsal olarak böyle bir yolculuğun olabileceği yönünde. Bu yıl Ocak ayının on ikisinde, Amerikan Gökbilim Derneği'nde düzenlenen ulusal bir toplantıda uzmanlar, yaptıkları hesaplamaların sonuçlarını açıkladılar. Bu sonuçlara göre eğer Mars'ta yaşam ortaya çıkmışsa, asteroid çarpması sonucu uzaya fırlatılan yaklaşık 5 trilyon kayadan bazıları bu yaşam biçimlerini Dünya'ya taşımış olabilir. Araştırmayı yürüten ekip aynı zamanda Güneş sistemi dışındaki gezegenlerden gelen ve mikroorganizma taşıyan kayaların da Dünya'ya düşmüş olabileceğini, ancak bu olasılığın çok düşük olduğunu ileri sürüyor.

Stockholm'deki Royal Institute of Technology'de çalışan ve bu araştırmayı yapan grubun liderlerinden biri, gökbilimci Kurt Mileikowsky, "Eğer Dünya'daki yaşam gezegene dışardan geldiyse bunun kaynağı kendi Güneş sistemimizdir" diyor. Bu ekibin gökbilimcileri Mars'a çarptığı zaman kayaları uzaya fırlatacak denli büyük ve hızlı asteroidlerin ne sıklıkta çarptığını hesaplamışlar.

Her ne kadar Dünya'da Mars'tan geldiği anlaşılan çok az sayıda kaya bulunuyorsa da ekibin hesaplamaları daha bulunamamış tonlarca kayanın olduğu yönünde. Ekip yalnızca kayaların Mars'tan kopup Dünya'ya gelişleriyle ilgilenmiyor. Bir yandan da böyle bir yolculuk sırasında mikroorganizmaların, hangi düzeylerde basınç, sıcaklık, ivmelenme ve radyasyonun etkisinde kalacağı araştırılıyor. "Dünya'da tüm bu zorlu koşullara dayanabilen en az iki mikroorganizma biliyoruz: *Deinococcus radioduran* ve *Bacillus subtilis*. Bu iki mikroorganizma da Mars'tan Dünya'ya ya da Dünya'dan Mars'a taşınmış olabilir. Laboratuvar deneylerinde her iki türün de sıcaklığa, radyas-



yonu ve ivme etkilerine çok dirençli oldukları gözlemlendi" diyor Mileikowsky.

Mileikowsky'ye göre böylesi bir yolculuğa dayanabilmek için mikroorganizmaların Mars'tan gelen kayaların en iç bölümünde bulunması gerekiyor. Ancak böylesi korunmuş bir durumda mikroorganizmalar, uzay boşluğuna çıkar ve Dünya'ya düşerken sürtünmeyle oluşan yüksek sıcaklığa dayanabilir.

"Eğer gelen kaya bir futbol topundan daha büyükse ısı kayanın iç kısımlarına ulaşacak zaman bulamaz" diyor Mileikowsky. Gökbilimciler böyle bir kaya içinde yolculuk etmiş mikroorganizmaların ancak altmışta birinin yaşamlarını sürdürebileceğini ileri sürüyor.

Bugün için Mars'ta yaşam olması olasılığı düşük. Ama gökbilimciler Güneş sisteminin ilk dönemlerinde kırmızı gezegende su ve daha yoğun bir atmosfer bulunduğunu, sıcaklığın da daha yüksek olduğunu biliyorlar. Bu nedenle de Mars'ta bir zamanlar yaşam olduğuna inanılıyor. Hatta Houston'da Johnson Uzay Merkezi'ndeki bilim adamları böyle bir kanıt bulduklarını bile düşünüyorlar. Bu kanıt Mars'tan Dünya'ya geldiği sanılan bir meteoritin üzerinde gözlenen kurt biçimindeki bir yapı. Kimi gökbilimciler bunun çok eski dönemlerde yaşamış bir Mars mikroorganizmasının fosili olduğunu düşünüyor. Ama bu görüşe katılmayanlar da var.

Öte yandan uzmanlar, beş trilyona yakın kayanın göktaşı çarpmaları sonucunda fırlatıldığını ve Mars'a gittiğini hesapladılar. Bu da Dünyalı mikroppların Mars'a gitmiş olabileceği anlamına geliyor. "Dünya ile Mars arasındaki bu yoğun kaya trafiğinde ilk hangi tarafın yola çıktığının saptanması olanaksız, o yüzden de yaşamın Dünya'ya Mars'tan mı geldiğini yoksa tam tersi mi olduğu-



Mars'tan gelen kaya ve onun üzerinde görülen ve mikroorganizma fosili olduğu düşünülen yapı.

nu bilemeyeceğiz" diyor Mileikowsky.

Gökbilimcilerden oluşan bir başka ekip de en ilkel yaşam biçimleri üzerine çalışıyor. Bu araştırmada da karmaşık organik kimyasal yapıların oluşturduğu ilkel çorbanın içinde en ilkel yaşam biçimlerinin yıldızların oluşmasından çok kısa bir süre sonra ve çok hızlı bir biçimde oluşmuş olabileceğini ortaya çıkı.

Amerikan Gökbilimciler Derneği'nin toplantısında konuşan gökbilimci Sun Kwok "Yaşam, daha önceden tahmin ettiğimiz tarihlerden çok daha önce başlamış olabilir" diyor. Kwok, Kanada'daki Calgary Üniversitesi'nde çalışıyor. "Kızılötesi Uzay Gözlemevi, büyük organik moleküllerin, kimi yıldızların oluşumundan yalnızca birkaç bin yıl sonra, onları bulut biçiminde saran kimyasal maddelerden oluştuğunu ortaya çıkardı. Kızılötesi gözlemler sonucunda kısa ömürlü, karbon yönünden zengin ve gaz-toz bulutlarıyla sarı yıldızların çevresindeki bulutların, uzayda bugüne değin gözlemlenebilmiş en gelişmiş organik molekülleri içerdiği anlaşıldı. Bu tür karmaşık moleküllerin uzayda bulunduğu ilişkin hiçbir kuşku kalmadı artık. Yıldızların bu tür yapıları kolayca oluşturduğunu biliyoruz" diyor Kwok.

Bu tür gelişmiş moleküller uzayda yol alarak Dünya'ya gelmiş olabilir. Uygun koşullar altında da yaşam ortaya çıkmıştır. Yıldızların çevresinde saptanan kimyasal maddelerden biri asetilen. Asetilen, benzen ve başka aromatik moleküllerin yapıtaşıdır. Yaşamın kimyasal hammaddesi olan karmaşık hidrokarbonlara kolayca dönüşebilir.

Kwok'a göre aminoasitler de yıldızların çevresinde oluşmuş olabilir, ama bu moleküller ne yazık ki günümüz teleskoplarınca daha saptanamıyor.

New Scientist 25 Aralık 1999

Karanlık Madde Hidrojen Gazı mı?

Evrende, görebildiğimiz madde- nin yanında, göremediğimiz, "karanlık madde" olarak adlandırılan madde de bolca bulunuyor. Bu görünmeyen madde, gökadalara, görüldüğünden çok daha kütleli yapıyor. Karanlık maddenin çoğunlukla, kahverengi ve beyaz cüceler; birtakım atomaltı parçacıklar ve varsayımlara dayanan kuark kümelerinden oluştuğu sanılıyor.

İki Alman gökbilimcinin varsayımına göre, gökadalardaki karanlık madde, sanıldığı kadar ilginç olmayabilir. Edwin Valentijn ve Paul van der Werf adlı iki gökbilimci, Avrupa Uzay Ajansı'nın Kızılötesi Uzay Gözlemevi'ni (ISO) kullanarak yaptıkları gözlemlerde, NGC 891 adlı kenarından görülen gökadamada bol miktarda moleküler hidrojene (hidrojen gazı, H_2) rastladılar. Bu keşif, gökadalardaki "kayıp" karanlık maddeye ışık tutacak gibi görünüyor.

Moleküler hidrojen (H_2), atomik hidrojene (H) göre çok daha zor gözlemlenebiliyor. Çünkü, kızılötesi dalga boyunda iki bölgede çok zayıf ışıma yapıyor. Ancak, ISO'nun kısıdalga tayfölçeri sayesinde bu ışıma keşfedilebildi. İki gökbilimci, Astrophysical Journal Letters'da yayımlanan makalelerinde, moleküler hidrojenin gökadalardaki kayıp madde problemine çözüm olabileceğini belirtiyorlar.

Valentijn ve van der Werf, gökadalarda moleküler hidrojenin evren-



deki temel madde olan ve radyoteleskoplarla kolaylıkla gözlemlenebilen atomik hidrojenden 5-15 kez fazla bulunduğunu belirtiyorlar. İki gökbilimcinin söylediğine göre, "Eğer bu maddenin miktarının atomik hidrojeninkinin yaklaşık 10 katı olduğu kanıtlanabilirse, kayıp madde sorunu çözülmüş demektir."

Gözlemlerin yapıldığı NGC 891 gökadası ortalama bir gökada olduğuna göre, evrendeki öteki gökadalara da benzer özelliğe sahip olduğu

varsayılabilir. Ancak, başka gökadalardaki böyle bir gözlemin yapılmasının gerçekten zor olacağı ortada. Çünkü, NGC 891'in içerdiği gazın çoğu gökadanın içerdiği gaza oranla daha sıcak. Bu da daha fazla ışıma yapmasını sağlıyor. Yine de bu gökadanın alınan ışımanın miktarı, ISO'nun ölçebileceğinin hemen hemen alt sınırında. Bu yüzden, şimdilik başka gökadalardaki moleküler hidrojeni gözlemek zor.

Sky & Telescope, Ocak 2000

Göktaşıyla Gelen Su

Texas Manahan kenti sakinleri, 22 Mart 1998'de unutamayacakları bir olay yaşadılar. O gün, iki tane, yumruk büyüklüğünde göktaşı şehre düştü. Birisi basketbol oynayan çocukların yakınına isabet etti. Neyse ki kimse yaralanmadı. Bu göktaşları, olaydan kısa süre sonra NASA Johnson Uzay Merkezi'nin yolunu tuttu. Göktaşları, buradaki bilim adamlarını da şaşırttı. Çünkü, bu taşların içinde su damlacıkları vardı. Daha da ilginç olanı, su, ayrıca taşla-

rın içindeki mor renkli, neredeyse saf tuz kristallerinin içinde hapsedilmişti. Çünkü, bu türden büyük

kristallerin oluşabilmesi için çok miktarlarda su gerekir.

Benzer kristaller içeren bir göktaşı da, 1998 Ağustos'unda Fas'a düştü. 175 kg'lık bu göktaşı da tuzlu su damlacıkları içeriyordu. Bu göktaşlarının bir kuyruklu yıldızla çarpışmış bir asteroidin parçaları olduğu sanılıyor. Göktaşlarının daha iyi incelenmesiyle bunların gerçekten nereden geldikleri ve nasıl oluştukları anlaşılacaktır.

Sky & Telescope, Ocak 2000



NASA'nın Bulutlu Günleri

Uzay uçuşları hem çok pahalı hem de tehlikeli. Deyim yerindeyse "uçurumun kenarında" yapılan etkinlikler. Uzay araçlarının tasarımı; tamirinde küçük bir nokta atlanırsa, bir felaket gelebilir. Mars Polar Lander'in Aralık 1999'da Mars'ta kaybı bunun en son örneği. Benzer biçimde, Eylül 1999'da Mars Climate Orbiter, bir takım yön belirleme hataları yüzünden Mars'ın atmosferine çakılarak parçalanmıştı. Yıpranmış kabloların yol açtığı bir kısa devre nedeniyle, Temmuz 1999'da uzay mekiği neredeyse acil iniş yaptı. Bu nedenle, tüm uzay mekiği filosu, altı ay boyunca uçurulamadı. Yapılan incelemelerde, tüm mekiklerde yüzden fazla kablonun benzer biçimde yıpranmış olduğu görüldü.

Şu andaki roket teknolojisiyle, birtakım kazaların olması kaçınıl-

maz. Ancak, bu kazaların son zamanlarda artış göstermesi herkesin dikkatini çekiyor. Nitekim, gözlemciler ve eski NASA personeli, son zamanlarda uygulanan "daha hızlı, daha iyi, daha ucuz" felsefesinin, nitelik denetiminde birtakım eksikliklerin ortaya çıkmasına yol açtığını düşünüyor.

Fırlatmalar, hataların en çok ortaya çıktığı anlar. Temmuz'da fırlatılan STS-93 uzay mekiği, az kalsın ciddi bir kazaya neden olabilecek iki tehlike atlattı. İyi sıkıştırılmamış bir vida, bir miktar yakıt kaybına yol açtı. Yakıt kaybı az olmasına karşılık, motorun zamanından önce durmasına neden oldu. Neyse ki, uzay mekiği planlanan yüksekliğe çok yakındı. İkinci sorunsu, kablolardaki kısa devre nedeniyle ana motorları çalıştıran bilgisayarların devre dışı kalmasıydı. Neyse ki destek sistem-

leri, sorunun bir kazaya yol açmasını önledi. İnceleme sonunda kabloların yıpranmış olduğu saptandı. NASA, sorunun, işçilerin yeterince dikkatli çalışmamlarından kaynaklandığını belirledi.

Doğal olarak, tek sorun işçilerden kaynaklanmıyor. Sorunun temelinde yönetim hataları da var. En deneyimli elemanların işten çıkarılması da sorunun ayrı bir yönü. Tüm bunlar üretimde ve denetimde bazı eksikliklere yol açıyor. Bu olumsuz gelişmeler, NASA'nın Mars programını da etkileyecek gibi görünüyor. Mars Polar Lander ve Climate Orbiter uzay araçlarının arka arkaya kaybı, yeni bir strateji geliştirilmesinin gerekli olabileceğini gösteriyor. NASA, 2001'de gerçekleştirilmesi planlanan bir sonraki Mars inişini bu nedenle erteleyebilir.

Scientific American, Şubat 2000

Polar Lander'dan Umut Yok

NASA, Mars'ta kutup bölgesini incelemek üzere gönderdiği uzay aracından herhangi bir sinyal alamadı. Polar Lander uzay aracı, Mars'a iniş tarihi olan 3 Aralık 1999'dan bu yana kayıp. Kimse uzay aracına ne olduğunu bilmiyor.

Polar Lander'dan alınan en son sinyal, araç gezegene ulaşmadan hemen önce gelmişti. Bir sonra gelmesi beklenen sinyal, araç yere indikten sonra gelecekti. Ancak, araçtan bir daha sinyal gelmedi. Bunun üzerine NASA, uzay aracını aramaya koyuldu. Araçla radyo bağlantısı kurulamayınca, Mars'ın yörüngesinde dolanmakta olan Mars Global Surveyor uzay aracı, Polar Lander'in yüzeyde inmiş olabileceği yerleri görüntüledi. Araca ya da daha belirgin olabilecek paraşütüne ait hiçbir iz rastlanmadı. NASA, uzay aracıyla son iletişim kurma denemesini 6 Ocak'ta yaptı. Ancak, Mars Global Surveyor, aracı aramayı bir süre daha sürdürecektir.

Polar Lander'in kaybı, 2001 ve 2003 yıllarında Mars'a yapılacak uçuşları biraz tehlikeye soktu. Çünkü, NASA

yeni araçlarında benzer basit tasarımı kullanmayı düşünüyordu. Bu durumda, gelecekteki tasarımların üzerinde biraz daha düşünülmesi gerekli gibi görünüyor.

NASA Haber Bülteni, 17 Ocak 2000



Uzay İstasyonunun Riskleri

Geçen ay yapılan bir açıklamada, önümüzdeki 15 yıl içinde, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun mürettebatından en az birinin yaşamını yitirebileceği bildirildi. Açıklama, Washington yakınlarında danışmanlık hizmeti veren Futron şirketinin NASA için hazırladığı rapora bağlı kalınarak yapıldı.

Bu raporun hazırlanmasındaki amaç, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda görev alacak mürettebatın karşılaşacağı risklerin olasılıklarını saptamak. Futron'un ilk hesaplamaları -ki şirket bunların biraz kaba olduğunu kabul ediyor- istasyonun yapılma süresinin yarısı boyunca üç astronotun istasyonda bulunacağı ve 15 yıl içinde de bu sayının artacağı ön kabulüyle yapılmış. Gerçekte de zamanla hem uzay istasyonunun boyutları -eklenecek yeni bölmelerle- hem de görev alacak mürettebatın sayısı artacak. Danışmanlık şirketinin hesapladığı başka olasılıklar da var. Bunlardan biri, istasyonun 200 aylık ömrü sırasında herhangi bir 8 aylık dönem içinde istasyonu tümüyle yitirme olasılığı. Futron'a göre bu olasılık istasyonun 15 yıllık ömrü boyunca %5-10 arasında. Eğer böyle bir durum olursa % 93 olasılıkla bunun nedeni mikrometeorit diye adlandırılan çok küçük bir göktaşının istasyona çarpması olacak. İstasyonda çıkacak bir yangın, patlama ya da istasyona yük ve mürettebat taşıyan uzay araçlarından biriyle çarpışmanın istasyonun tümüyle yitimi sonucunu doğurma olasılığı %2.

New Scientist, 25 Aralık 1999



Küçük Hale-Bopp

1997'de bizi ziyaret eden Hale-Bopp KuyrukluYıldızı'nın bir uydusu olabilir. NASA'dan fizikçi Zdenek Sekania, kuyrukluYıldızın çekirdeğinin ve çevresindeki gazın parlaklığının matematiksel bir modelini oluşturdu. Daha sonra, Hale-Bopp'un 1995 ve 1996 yıllarında Hubble Uzay Teleskopu tarafından çekilen fotoğraflarını inceledi. İncelenen altı görüntüden beşinde, çekirdekten ayrı bir başka parlak bölge vardı.

Skenia, fotoğraflarda gözlediği bu parlak bölgenin, kuyrukluYıldızın uydusundan kaynaklandığı sonucuna vardı. Hesaplara göre bu uydusu, kuyrukluYıldızın çekirdeğine yaklaşık 200 km uzakta, 33 km çapında. 1996 ve 1998 yıllarında, Hawaii ve Şili'deki gözlemevlerindeki gözlemciler de kuyrukluYıldızın çok yakınında benzer bir cisim gördüklerini bildirmişlerdi.

Skenia, varsayımıyla, önceki gökbilimcilerden hem olumlu hem de olumsuz tep-

kiler aldı. Johns Hopkins Üniversitesi'nden astrofizikçi Harold Weaver ve Philippe Lamy, benzer biçimde aynı zamanlarda kuyrukluYıldızın incelemişler; ancak, uyduya benzer bir cisme rastlamamışlar. Lamy ve Weaver, görüntülerdeki parlaklığın uydudan

çok, son derece dinamik bir kuyrukluYıldız olan Hale-Bopp'tan fıskıran gaz olabileceğini düşünüyorlar.

Lamy ve Weaver'e karşılık, Harvard-Smithsonian Araştırma Merkezi'nden Brian Marsden'se Skenia'nın varsayımına olumlu yaklaşıyor. Marsden, büyük kütleli pek çok kuyrukluYıldızın, yakınından geçtiği Jüpiter gibi büyük bir gezegenin çekim etkisiyle parçalanabildiğini ve Hale-Bopp'un da benzer biçimde parçalanmış olabileceğini söylüyor. 1994 yılında, Shoemaker-Levy KuyrukluYıldızı, Jüpiter'in yakınından geçerken parçalara ayrılmıştı. Marsden böylesine büyük bir kuyrukluYıldızdan kopan bir parçanın onun yörüngesine yerleşmiş olabileceğini belirtiyor. Nitekim, Marsden, yaptığı hesaplarda, 4200 yıl önce Hale-Bopp'un bir önceki gelişinde Jüpiter'in çok yakınından geçmiş olabileceği sonucuna vardı. Bu da kuyrukluYıldızdan bir parçanın kopmuş olabileceği varsayımını destekliyor.

New Scientist, 11 Aralık 1999



Europa'da Okyanus

Jüpiter ve "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunu incelemek üzere gönderilen Galileo uzay aracı, Aralık 1995'ten bu yana görevini başarıyla sürdürüyor. Uzay aracı, 1995'ten bu yana gezegenin ve uydularının hem çok ayrıntılı görüntülerini hem de bu gökcisimleriyle ilgili pek çok değerli bilgiyi yeryüzüne ulaştırdı.

Galileo, 3 Ocak'ta Europa'nın sadece 351 km yakınından geçti. Uzay aracı, Bu sırada, uydunun manyetik alanındaki değişimleri ölçtü. Bunun amacı, yüzeydeki kalın buz katmanının altında bir "okyanus" aramaktır.

Jüpiter'in güçlü manyetik alanı, Europa'nın bulunduğu yerde her 5,5 saatte bir yön değiştiriyor. Bu değişim, Europa'da bir elektrik akımı yaratıyor. Bu da uydunun kendi manyetik alanını oluşturmasını sağlıyor.

İlginç olan, bu alanın her 5,5 saatte bir yer değiştirmesi. Bu, Jüpiter'in etkisiyle uydunun manyetik alanının değiştiğini kanıtlıyor. Böyle bir de-ği-



şikliğin meydana gelebilmesi için de uydunun iletken bir yapıya ya da en azından iletken bir katmana sahip olması gerekiyor. Çünkü, Europa'nın yüzeyini kaplayan buz katmanı böyle bir manyetik alan oluşturabilecek iletkenliğe sahip değil.

Yüzeyin altındaki okyanusun yaklaşık 100 km kalınlıktaki buz (ve belki su) katmanının derinlerinde yer aldığı sanılıyor. Sıvı haldeki suyun başka kanıtları da var. Bunun en belirgin olanı, yüzeydeki geniş çatlaklar. Uydunun yüzeyine bakıldığında, bu çatlaklar, buzun çatladığını ve dipten gelen suyun bu çatlakları doldurduğunu düşündürüyor.

Galileo uzay aracının sonraki hedefleri arasında, Ganymede yakın geçişi de var. Bu uyduda da benzer niteliklere rastlanabilir.

NASA Haber Bülteni, 10 Ocak 2000

Yakıt Pili Arabalar Geliyor...

Daimler-Chrysler şirketinin iki yöneticisi, Washington'da Alman A sınıfı bir otomobille 17 Ocak günü küçük bir tur attılar. NECAR 4 olarak adlandırılan bu küçük otomobilin çok önemli bir özelliği vardı: Amerika'da yakıt pilleriyle çalışan ilk otomobildi. Bu otomobilde yakıt olarak sıvı hidrojen kullanılıyor; ürettiği atık da yalnızca su buharı. Silindir biçimiyle büyükçe bir termosu andıran sıvı hidrojen deposu aracın arka bölümünde bulunuyor.

Daimler-Chrysler'in Yakıt Pili Projesi'ni Dr. Ferdinand Panik yönetiyor. Dr. Panik şöyle diyor "NECAR 4, yakıt pili araç teknolojisinde tam bir atılımı temsil ediyor. Çünkü çok güçlü bir yakıt pili sistemi geliştirdik ve bu sistemi de bu denli küçük bir arabanın altına sığdırdık. Beş yıl önce, aynı gücü elde edebilmek için kullanılan yakıt pili sistemini bir minibüse zor sığdırıyorduk".

NECAR 4'te kullanılan yakıt pillerini, Kanada'nın Vancouver kentindeki Ballard Power Systems üretiyor. Pillerde

hidrojenin elektronları çekirdeklerinden ayrılarak bunlar ayrı iki elektrotta toplanıyor. , Arabadaki elektrik motoru da bu elektrotlar arasında kurulan bir devre üzerinden besleniyor. Bu sırada hidrojen molekülleri havanın oksijeniyle birleşerek su buharına dönüşüyor ve egzozdan atılıyor.

NECAR 4, Daimler-Benz şirketinin 1994 yılında ürettiği ilk yakıt pili otomobil olan NECAR 1'e göre çok gelişmiş bir araç. NECAR 1'de kullanılan 800 kg'lık yakıt pili sistemi ancak bir minibüse yerleştirilebiliyordu; geriye de şoförle birlikte iki kişi-

lik yer kalıyordu. 1996'da geliştirilen NECAR 2 biraz daha gelişmişti; herşeyden önce minibüs değil artık sıradan bir otomobildi. NECAR 2, saatte 110 km'lik bir hıza ulaşabiliyor ve bir depo hidrojenle 250 km yol alabiliyordu. NECAR 4 ise saatte 145 km'lik bir hıza sahip ve bir depo hidrojenle tam 450 km gidebiliyor.

Daimler-Chrysler'in yanı sıra Honda, General Motors, Ford ve Toyota gibi dev otomobil şirketleri de yakıt pili araçlar üzerinde çalışıyorlar. Tüm bu şirketlerin amacı 2004'te piyasaya, sınırlı sayıda da olsa, yakıt

pili teknolojisine dayalı otomobiller sürmek.

Bu yeni, doğa dostu teknolojinin önündeki en önemli engel hidrojen üretimi. Bugünkü teknolojiyle hidrojenin büyük miktarlarda üretimi pahalı. Ne var ki, bu konuda otomobil şirketlerinin yanı sıra dünyanın önde gelen petrol şirketleri de çalışıyor. Çünkü hidrojen, 21. yüzyılın enerji kaynağı olmaya en büyük adaylardan biri.

<http://exn.ca/cars>



Daimler-Benz'in ürettiği ilk üç nesil NECARlar.

En Güçlü Patlayıcı

Kimya, en yararlı ve aynı zamanda da en tehlikeli buluşların yapılabildiği bilim dalı. Patlayıcılar, bunların en tehlikelileri arasında. En etkili patlayıcılardan biriyse, 1847'de İtalyan kimyacı Ascanio Sobrero'nun bulduğu nitrogliserindir. Nitrogliserin, taş ocaklarında, yol açma gibi inşaat işlerinde çok yararlı oldu. Ancak, bu patlayıcının taşınması ve saklanması çok tehlikeliydi; küçük bir sarsıntıda patlayabiliyordu.

İsveçli bilim adamı Alfred Nobel, çok tehlikeli bir madde olan nitrogliserini bir takım silikatlarla karıştırarak güvenli, katı bir patlayıcı yaptı: dinamit. Nobel, bu buluşu inşaat işlerinde kullanılması için yapmıştı. Ancak, Nobel'e barış ödülü kazandıran bu buluşun askeri ya da terörist amaçlarla kullanılması da kaçınılmazdı. Nitekim, 1886'da bir ralli sırasında kalabalığa fırlatılan dinamit altı kişinin ölmesine, onlarca kişinin yaralanmasına yol açtı.

Nobel'den bu yana, benzer çalışmalarla çok daha güçlü patlayıcılar yapıldı.

İlk patlayıcı olan barut, 9. yüzyılda Çin'de kullanılıyordu. Barut, bir tür karbon, kükürt ve yanmayı sağlamak için oksijence zengin bir maddeden oluşuyor. Nitrogliserin de yine oksijen ve karbonca zengin bir madde. Burada yanmayı sağlayan bileşen "nitro grubu" olarak adlandırılıyor.

1863'te keşfedilen TNT (trinitrotoluene) ise konsantre nitro grupları içermesi sayesinde nitrogliserine oranla daha güçlü bir patlayıcı. Askeri amaçlarla kullanılan en güçlü patlayıcılardan biriyse, HMX (High Melting eXplosive). Bu patlayıcı molekül, karbon ve azot atomlarından oluşan sekiz atomlu zincire dört nitro grubunun bağlanmasıyla oluşturuluyor. Temelde, bu türden bir patlayıcının yüksek gücü, bir moleküle çok sayıda bileşeni sıkıştırılabilmeye dayanıyor.

California Üniversitesi'ndeki kimyacıların yeni yaptıkları patlayıcıysa, nükleer patlayıcılardan sonra en güçlü patlayıcı olma ünvanını kazandı. "Octanitrocubane" olarak adlandırılan bu patlayıcı, nitrogliserin gibi karbonca zengin. Ayrıca, yanmayı sağlayan oksitleyiciler içeriyor. Nitrogliserinden farkıysa, nitro gruplarının halka biçiminde değil, karbon atomlarından oluşmuş bir küpün köşelerine bağlanması.

"Cubane" olarak adlandırılan karbon küpün bulunuşu 1964'e kadar gidiyor. Bunun güçlü bir patlayıcı yapımında kullanılabileceği de 1980'lerden bu yana düşünülüyordu. Ancak, bu karbon kübün kenarlarına nitro gruplarını bağlamaktaki güçlük, bu güne kadar böyle bir patlayıcının yapılabilmesine engel oluyordu. Bu yeni patlayıcının gücü, HMX'ten yaklaşık %25 daha fazla.

Nature, Science Update, 19 Ocak 2000

Havuz Pisliğinden Enerji

Aracınızın yakıt deposunu, bahçenizdeki havuza daldırdığınız bir hortumla doldurduğunuz düşünün. Bilim adamlarının Güneş enerjisi kullanan mikroplar aracılığıyla suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırarak çeyrek yüzyıldır gerçekleştirmeye çalıştıkları bir düş bu. Çünkü hidrojen, bilinen en temiz yakıt. Yanma ürünü, bildiğimiz su. Dolayısıyla havayı kirlenmesi söz konusu değil. Üstelik yanma artığı su yeniden ayrıştırılarak yakıt yeniden üretilebiliyor. Araştırmacılar hidrojen üretebilen mikroplarla deneylerine 1973 petrol bunalımının ardından başladılar. Örneğin, elektroliz sürecinin biyolojik biçimiyle suyu hidrojen ve oksijene ayrıştıran su yosunuyla olumlu sonuçlar da alındı. Ama her seferinde ortaya aynı sorun çıkmaktaydı: Bu tek hücreli canlılar önemli ölçüde hidrojen üretme potansiyeline sahip oldukları halde, süreç sırasında fotosentez yoluyla oksijen de ortaya çıkıyordu. Oksijense, hidrojen üretici hidrojenaz enzimini bloke ettiğinden, ancak çok küçük ölçeklerde hidrojen elde edilebiliyordu.

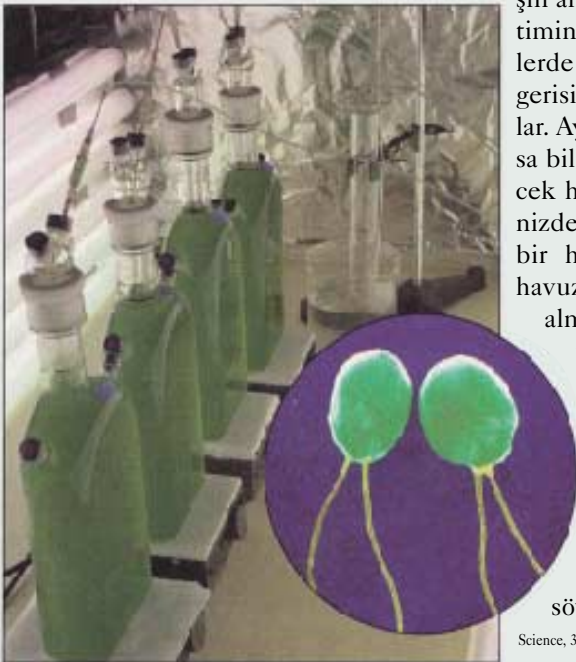
Amerikan Bilim İlerletme Derneği'nin (AAAS) Şubat ayında yapılan toplantısında açıklanan iki yeni yöntem, bu darboğazın aşılma üzere olduğunu müjdeliyor. California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarından Tasios Melis ve Yenilenebi-

li Enerji Ulusal Laboratuvarı NREL'deki çalışma arkadaşları, balıklı havuzlarda ve akvaryumlarda sıkça görülen *Chlamydomonas reinhardtii* adlı alg türüyle deneyler yürütmüş. Ekip, sülfat tuzlarından yoksun bırakıldığında suyunun, fotosentez yoluyla oksijen üretmek için gerekli proteinleri koruyamadığını ve tümüyle hidrojen üretmek üzere biçim değiştirdiğini göstermiş. Deneylerde, bir litre suyunun saatte ortalama 3 mililitre hidrojen elde edildiği gözlenmiş. Ekip, dört günlük üretimden sonra suyunun normal fotosentez sürecine geri dönüp tükenmiş proteinlerini yeniden oluşturmalarına izin vermiş.

İkinci yöntemde de üretim hatında aynı suyunu buluyor. Ancak Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı biyofizikçilerinden Elias Greenbaum, şişelenen suyunun üzerinde önemli ölçüde azot gazı tutarak, ayrıştırma sürecinde ortaya çıkan oksijenin sudan hızla çıkmasını sağlamış ve böylece hidrojen üretiminin engellenmesini önlemiş. Greenbaum, Melis grubunun üretim verimini 58 gün süreyle tutturmuş. Bunun bir dünya rekoru olduğunu vurgulayan araştırmacı, NREL'de geliştirilen oksijene dayanıklı mutant algler kullanarak rekoru daha da geliştirebileceğini öne sürüyor.

Ancak tüm bu ilerlemelere karşın araştırmacılar, hidrojen üretiminin hâlâ kuramsal modellerde öngörülen düzeyin çok gerisinde olduğunu belirtiyorlar. Ayrıca üretim on kat artırıl-sa bile, tek bir otomobile yetecek hidrojen yakıtı için bahçenizde 45 metrekaare alanlı sığ bir havuz gerekiyor. Üstelik havuzun da sürekli güneş ışığı alması gerekli. Gene de araştırmacılar, suyu ayrıştırmada biyolojik yöntemin, güneş pili ve rüzgâr enerjisi kullanma yöntemleri gibi bir seçenek olduğunu, ve yarışı hangisinin kazana-cağının belli olmadığını söylüyorlar.

Science, 3 Mart 2000



“Yeni Fizik” İçin İnternet

Beş yıl sonra dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısını devreye sokmaya hazırlanan Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN, 27 km'lik yeraltı tünellerinde çarpışacak proton demetlerinin ortaya çıkaracağı verileri İnternet aracılığıyla incelemeyi planlıyor. 1.8 milyar dolara mal olacak "Ağır Hadron Çarpıştırıcısı"nda (LHC) proton ve anti-protonlar kafa kafaya çarpıştırılarak oluşacak enkaz içinde kuramsal modellerin öngördüğü çok değişik parçacıklar aranacak. Ancak bu verileri incelemek kolay değil. Çarpışmalar, her yıl incelenmesi gereken 7 petabyte (yedi katrilyon byte) tutarında veri ortaya çıkartacak. LHC'deki çarpışma iz-



lerini saptayan dev detektörlerden yalnızca birinden çıkacak ham veri toplamı, dünyadaki altı milyar insanın her birinin aynı anda 20 telefonla birden konuşmasının gerektirdiği işlem gücüne eşit. CERN'in bu verileri 40 ülkedeki araştırmacılara aynı anda sunabilmesi için elindeki güçlü bilgisayarların kapasitesinin 1000 kat üstünde bir işlem gücüne gereksinimi var.

CERN yetkililerinin kafalarındaki plan, hızlandırıcıdan elde edilecek verileri, yüksek hızlı bir iletişim ağıyla dünyanın çeşitli yerlerindeki 10 ulusal ve bölgesel veri merkezine göndermek ve buradan da yüzlerce yerel araştırma merkezine ve üniversitelere dağıtmak. Hazırlanacak yeni yazılım ve protokollerle İnternet, fiziğin önemli sorularını yanıtlamak için ABD'yle yarışan Avrupa bilim merkezinin hizmetine girmiş olacak. Bir başka deyişle CERN için İnternet, hem dev bir bilgisayar, hem de veritabanı haline gelecek.

Nature, 16 Mart 2000

Karanlıklar Aydınlanıyor

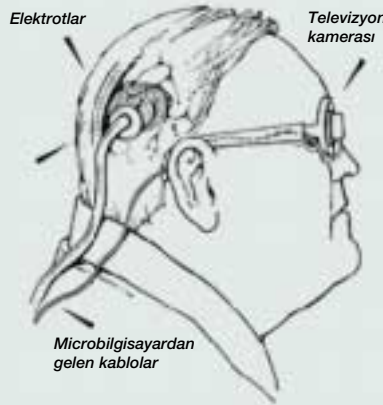
Kafasından kablolar çıkan bir adam görmek kuşkusuz hemen herkesi şaşırtır, hatta biraz da rahatsız edebilir. Hele bu adamın bir de kör olduğunu fark etmek insanın şaşkınlığını daha da arttırır. Ne var ki Ocak ayının sonlarında böyle bir adam birçok haberciye kısa bir gösteri yaptı. Gösteriyi düzenleyen, Dobelle Enstitüsü'ydü.

Biyomedikal alanda araştırma ve geliştirme projeleri üreten Dobelle Enstitüsü'nde bir grup bilim adamı yapay bir görme sistemi geliştirmişlerdi. Bu çalışma enstitünün New York, Long Island ve İsviçre'deki laboratuvarlarında yaklaşık 30 yıldır yürütülüyordu. Ortaya çıkan ürün sayesinde görme yetisini tümüyle yitirmiş bir kişi 20/400 oranında görebiliyor.

Geliştirilen bu sistem, temelde bir gözlüğe takılan çok küçük bir televizyon kamerası ve bir ultrasonik uzaklıkölçerden oluşuyor. Televizyon kamerası ve uzaklıkölçerden çıkan kablolar belde taşınabilen bir bilgisayara bağlanıyor. Bu kablo aracılığıyla bilgisayara iletilen görüntü ve uzaklık bilgileri çok gelişmiş bir görüntü işleme programında işleniyor. Oluşan yeni veriler bir mikrobilgisayara gönderiliyor. Bu mikrobilgisayar da aldığı verileri sinyallere dönüştürüp 68 platin elektrottan oluşan bir bloka iletiyor. Sistemin en ilginç yanı platin blokun beyin görme merkezine yerleştiriliyor olması. Bir başka deyişle dışarıdan gelen kimi kablolar sağ kulağın arkasında, kafasında açılan bir delikten geçerek platin bloka ulaşıyor. Görme sisteminin en şaşırtıcı ve başarılı yanlarından biri de bu zaten. Yirmi yıldır denenen sistemde, insana rahatsızlık veren ya

da enfeksiyona yol açan bir durumla karşılaşmamış.

Sistemin üzerinde denendiği kişi 62 yaşında bir erkek. Adı Jerry (soy adı açıklanmıyor). Jerry, 36 yaşında geçirdiği bir travma yüzünden tümüyle göremez olmuş. Sistemi kullanmayı öğrenen Jerry 5 cm boyundaki harfleri 1,5 m'den okuyabiliyor. Gözlükteki minyatür televizyon kamerasına özel bir elektronik arayüz takıldığında, Jerry televizyon izleyebiliyor, bilgisayar kullanabiliyor ve hatta internete ulaşabiliyor. Ne var ki, bunları normal gören kişiler kadar yapamıyor.



Bu sistem üzerinde ilk çalışmalar başladığında kullanılan bilgisayar büyükçe bir bavul hacminde ve birkaç ton ağırlığındaymış. Son yirmi beş yılda beş yeni kuşak geliştirilmiş. Bugün kullanılan bilgisayar altıncı kuşak bir bilgisayar ve yalnızca kalın bir kitap büyüklüğünde, 5 kg ağırlığında.

Jerry beyaz duvara asılı duran bir bereyi bulabiliyor. Sonra da odanın içindeki bir mankenin başına bu bereyi takabiliyor. Ayrıca 5 cm büyüklüğündeki harfleri 1,5 m'den okuyabiliyor.

Dobelle'in aygıtı, doğrudan beyne yerleştiriliyor. Bunun yanı sıra ,başka araştırma grupları retinaya (gözün arka bölümündeki ışığı algılayan doku) yerleştirilen benzer bir aygıt üzerinde çalışıyor.

Jerry bu aygıtı şimdilik haftada 2-3 gün kullanıyor. Öteki günlerde araştırmacılar aygıt üzerinde çalışıyorlar. Aygıtın derinlik algılama yanı pek güçlü değil. Bu nedenle Jerry yürürken sağ kolunu sürekli ileri uzatıyor.

Yapay görme sistemi ilk kez 1970 yılında insanlarda denenmiş. O zaman önce üç gönüllüye geçici elektrotlar yerleştirilmiş. Bir süre sonra da dört gönüllüye kalıcı elektrotlar yerleştirilmiş. Son olarak da 1978'de iki gönüllü körün beyne ameliyatla elektrotlar yerleştirilmiş. Bunlardan biri olan Jerry hâlâ elektrotları taşıyor.

Dobelle Enstitüsü'nden yapılan açıklamaya göre çok sınırlı sayıda yapay görme sistemi bu yılın sonlarına doğru piyasaya sürülecek.

ABD ve İsviçre'de araştırma kuruluşları bulunan Dobelle Enstitüsü, eğitim, araştırma, geliştirme ve klinik uygulama alanlarında tıbbi aygıtlar üreten bir şirket. Son 30 yılda 40 ülkedeki 15 000 hasta için özel aygıtlar tasarlayıp üretmiş. Bu aygıtların tümü de başta ABD Gıda ve İlaç Dairesi olmak üzere dünyanın saygın tıp kurumlarından onay almış. Bu alanda çalışan başka birçok araştırmacı bu gelişmeyle daha bir yüreklendirilmişler. Utah Üniversitesi'nden Richard Normann, "yakın bir gelecekte bu sistem ya da benzerleri sayesinde körler daha karmaşık görsel işler yapabilecekler" diyor.

<http://msnbc.com>

Günde Bir Elma

Elmada bolca bulunan quercetin adlı bir antioksidan maddenin, akciğerleri ve solunum yollarını sigara ve kirli havanın etkilerinden korumaya yardımcı olduğu saptandı. Araştırmacılar, bunu ortaya çıkarmak için yaşları 45 ve 59 arasında 2500'den fazla kişi üzerinde yaptıkları araştırmada, beslenme alışkanlıkları ve solunum

arasındaki ilişkiyi saptadılar. Araştırmada sigara, hava kirliliği gibi olumsuz; düzenli egzersiz gibi olumlu etkenler de göz önünde bulunduruldu. Or-



taya çıkan sonuç, elma yiyerek alınan quercetin'in solunum fonksiyonlarını geliştirdiği saptandı. Quercetin, elmanın yanında, soğan, çay ve kırmızı şarapta da bulunuyor.

<http://www.abcnews.com>

İnsan Evriminin "Büyük Patlama" Kuramı

Bundan yaklaşık iki milyon yıl önce, Afrika'da biryerlerde, küçük bir grup birey, öteki akrabalarından ayrıldı. Bu grup, bir dizi hızlı değişim geçirdi. Vücut boyutları, beyin büyüklüğü, iskelet oranları ve davranış biçimlerinde meydana gelen bu değişimler, yeni bir türün, insanın evrim sürecini başlatmış oldu.

Yukarıdaki varsayım, Michigan Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmanın sonunda ortaya çıktı. Bu çalışmada, insan evrimi, geniş bir perspektifle ele alındı. Üniversitenin antropoloji bölümündeki araştırmacılar, her biri insan evrimi yap bozunun bir parçasını oluşturan paleontolojik, arkeolojik ve genetik verilerin harmanlanmasıyla evrim sürecinin nasıl başladığına dair en olası senaryoyu yarattılar. İnsan evrimi üzerine çalışan araştırmacıların en çok zorlandıkları noktaysa, farklı buluntulardan kaynaklanan farklı ipuçlarını bir araya getirmek.

Utah Üniversitesi Antropoloji Bölümü'nden John Hawks, eldeki verinin insan evriminin Afrika'da yaklaşık iki milyon yıl önce başladığını ve buradan tüm dünyaya yayıldığı düşüncesini desteklediğini söylüyor. Eldeki anatomik kanıtlar, öteki akrabalarından ayrı kalmış bir grubun bir "genetik devrim" yaşadığını gösteriyor. İlk modern insan yani *Homo sapiens*, hem büyüklük olarak, hem de anatomik ayrıntılar

bakımından atası olan *australopithecine*lerden belirgin biçimde ayrılıyor. Araştırmaların sonucu, daha önce sanıldığı gibi, bu değişimin yavaş yavaş değil oldukça hızlı bir biçimde meydana geldiğini gösteriyor.

İnsan evrimini başlatan bu "ani" genetik değişimlerin nedeni, birtakım arkeolojik buluntular yardımıyla açıklanıyor. Değişimin bir nedeni, avlanma, toplama ve leş yeme gibi davranışlara yönelme. Ayrıca, vücut büyüklüğünde meydana gelen küçük değişimler de metabolizmada önemli değişimlere yol açıyor.

Araştırmacılara göre, eldeki genetik veri, ilkel insan popülasyonunun iki milyon yıl önce Dünya'ya yayıldığını destekliyor. Ancak, evrim süreci, başladıktan sonra, nasıl bir yol izlediği tam olarak açığa kavuşmuş değil. Özellikle, karaları büyük oranda buzların kapladığı buzul çağlarında evrimin nasıl bir yol izlediği pek bilinmiyor. Şüphe götürmeyen bazı antropolojik ve genetik kanıtlara göre, zaman içinde, ilkel insan popülasyonunun azaldığı görülüyor. Bu durumda, modern insanın, Neanderthaller gibi akrabalarını geride bırakarak yeniden Afrika'dan dünyaya yayılmış olabileceği üzerinde duruluyor.

<http://www.eurekalert.com>, 11 Ocak 2000

Kelebeklerin Kulakları

Aç yarasalardan korunmak için bazı güveler gündüz yaşayan canlılara dönüştüler. Biz bu canlılara "kelebek" diyoruz. Bu durumda, kelebeklerin yarasalar sayesinde varolduğunu söylemek pek yanlış olmaz. Nature dergisinin 20 Ocak 2000 sayısında yayımlanan makalede, kelebeklerin yarasaları duyabildiği iddia ediliyor.

Pek çok güvenin, avlanan yarasaların insan kulağının duyamadığı çılgınlıklarını, yani ultrasonik seslerini duyabildiği biliniyor. Bu sayede, güveler yarasalara yem olmaktan kendilerini sakınabiliyorlar.

Aslında, kimse, gündüz yaşayan kelebeklerin ultrasonik sesleri duyabileceğini düşünmüyordu. Çünkü, kelebekler gündüz aktif, yarasalarsa gece. Yani, gündüz aktif olan kelebeklerin yarasalara av olma olasılığı pek yok. Bu kulaklar, kelebeklerin gece yaşamından gündüz yaşamına

geçtiklerinin, yani onları güvelerden ayıran bir evrim geçirdiklerinin bir göstergesi.

Pek çok böceğin duymaya

yarayan organları vücutlarının ilginç yerlerinde bulunur. Nitekim kelebeklerin kulakları da karınlarında.



<http://abcnews.go.com>

Schrödinger'in Kedisi Yaşayacak mı?

Yirminci yüzyılın başlarında, kuantum mekaniğinin öncüleri, onun bu kadar tuhaf bir şey olduğunu bilmiyorlardı. Kuantum mekaniği, çok küçük ölçeklerde, atom boyutlarında, maddenin nasıl davrandığını açıklar. Klasik fizikle olaya baktığımızda, bir cisim aynı anda iki durumda –ya da yerde- birden bulunamaz. Örneğin, ya masanın üzerindedir ya da yerde. Ancak, kuantum mekaniğinde bu olası. Yani cisim iki (ya da daha çok) durumda eşzamanlı olarak bulunabilir. Bu olaya, "durumların üst üste gelmesi" de denir.

Üstüste gelme ilkesinin anlaşılmasını kolaylaştırmak için, 1935'te, Alman fizikçi Erwin Schrödinger, bir düşünce deneyi ortaya koydu. Bu deneyde kedisini, kuantum mekaniği kurallarına göre çalışan bir sanal aygıtı yerleştirdi. Bu aygıtın içinde, kediye yöneltilmiş bir tabanca var. Kedinin yaşamı, tabancanın patlayıp patlamamasına bağlı. Burada, üst üste gelen iki durum, tabancanın ateş alması ve almaması. Yani tabanca aynı anda hem patlayacak hem de patlamayacak.

Neyse ki bu mantıksız görünen olayın içinden çıkmanın bir yolu var. Kuantum ya da klasik (gerçek bir kedi gibi), bütün gerçek sistemler, bir dış ortamın etkisi altındadır. Bu ortam, durumları hiçbir zaman kesin olarak bilinemeyen atomlardan oluş-

muş bir çevredir. Bu kuantum sistemiyle sistemin çevresi arasındaki etkileşim, sistemin zaman içinde durumlarından birini tercih etmesine yol açar. Bu olaya, "eşuyumsuzluk" denir.



Eşuyumsuzluğun gerçekleşme hızı, kuantum sisteminin büyüklüğüne bağlıdır. Fizikçiler, son zamanlarda, atom ya da bir ışık fotonu gibi parçacıkların durumlarını uzunca sürelerle üst üste getirmeye çalışıyorlar. Ancak, gerçek bir kedi gibi, milyar kere milyarlarca atomlardan oluşan bir cisim için, bu süre yok denebilecek kadar kısa. Yani, kedinin aynı anda ölçülebilir bir süre için hem canlı hem de ölü olması olası değil.

Fizikçiler, çok sayıda atomdan oluşan sistemler için eşuyumsuzluğun nasıl işlediğini çözmeye çalışıyor-

lar. Colorado'daki ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nden David Wineland ve ekibi, bu sistemlerde durumların nasıl üst üste geldiğini araştırıyorlar. Nature dergisinde yayımlanan son makalelerinde, eşuyumsuzluğu gözlediklerini; ayrıca, sistem büyüdüğü, bunun nasıl bir değişim gösterdiğini açıkladılar.

Wineland ve ekibi, deneyi, çok düşük sıcaklıklara kadar soğutulmuş berilyum iyonlarının (elektrik yüklü atomlarının) durumlarını üst üste getirerek başladılar. Farklı durumlarda bulunabilmesini sağlamak için, atomları elektromanyetik alanlar ve lazerler yardımıyla kısırdılar. Böylece, parçacığın etkileşim halinde bulunduğu, eşuyumsuzluğu hızlandıran çevresiyle ilişkisini en aza indirmiş oldular.

Yapılan bu deneyde, eşuyumluluğun, kuantum mekaniğinin varsaydığı gibi zamanla azaldığını gösterdiler. Ayrıca, eşuyumsuzluğun gerçekleşme hızının parçacığın çevresiyle olan ilişkisine bağlı olduğu; bu ilişki kontrol altında tutularak durumların üst üste gelme süresinin uzatılabileceği gösterildi.

Bu deneyin en önemli yanı, ku-ramsal olarak zaten geliştirilmiş olan bu varsayımların, deneylerle de onaylanabiliyor olmasıdır.

Nature, Science Update, 20 Ocak 2000

Alzheimer İçin Genetik Umut

Alzheimer hastalığının gelişimini önleyebilecek bir gen terapisinin insanlar üzerindeki ilk denemeleri yakında başlayacak. Kuramsal olarak aynı uygulama insanların bilişsel yeteneklerini güçlendirmek için de kullanılabilir.

Alzheimer, yaşlılarda yaygın olarak görülen bunamanın temel nedenlerinden biri. Çünkü beyin hücrelerini öldürüyor. Gelişmiş ülkelerde yaşlıların genel nüfus içindeki oranı her geçen gün artıyor. Bununla birlikte hastalığa yakalananların sayısı da artıyor. Böyle olunca, Alzheimer için etkili sağaltım yöntemleri bulmak giderek daha da büyük önem taşıyor.

San Diego'da California Üniversitesi'ndeki araştırmacıların lideri Mark Tuszynski, sinir büyüme etkeni (NGF -Nerve Growth Factor) adını verdikleri, etkili bir madde bulduklarını ileri sürüyor. Bu madde yalnızca nöronların ölümünün önüne geçmekle kalmıyor, aynı zamanda beyin hücreleri arasında yeni bağlanmaların kurulmasına da olanak sağlıyor.

Ekip NGF üzerinde yaklaşık on yıldır çalışıyor. Bu sürede fareler ve primatlar üzerinde çok sayıda deney yapmışlar. Bu deneylerde NGF'nin nöronları koruduğu ve bellek yitimi engellediği ortaya çıkmış.

Geçen yılın Eylül ayında Tuszynski'nin ekibi, NGF gen terapisinin rhesus maymunlarında yaşla ilgili sinirsel dejenerasyonu tersine çevirdiğini gösterdiler. Yılbaşından kısa bir süre önce de bir başka önemli gelişme yaşandı. Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün konuyla ilgili alt kurulu, alzheimer hastalığına daha yeni yakalanmış sekiz kişi üzerinde ilk güvenlik çalışmalarının yapılmasına izin verdi.

Bu yeni tedavi sürecinde yapılacak ilk iş, hastaların derilerinden fibroblast denilen hücrelerden almak olacak. Sonra ekip, bu hücreler üzerinde genetik mühendisliği yöntemleri kullanarak çalışacaklar ve onları NGF üreten hücrelere dönüştürecekler. Bu üretim sırasında insanlarda kansere yol açmayacak biçimde dönüştürülmüş fare lösemisi virüsle-



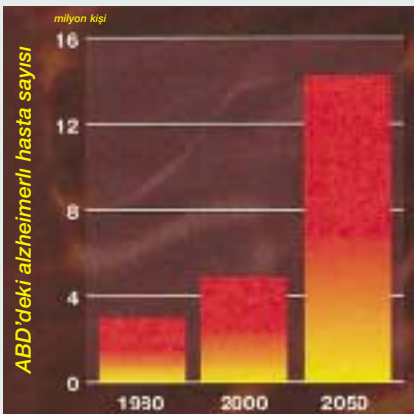
**Alzheimer olan
ünlü yazar
Iris Murdoch'un
ölümü, dikkatleri,
hastanın beynini
küçülten bu
hastalığa çekti.**

ri de kullanılacak. Sonra NGF üreticisi hücreler hastaların önbeyinlerine şırınga edilecek.

Her ne kadar kurul NGF geninin üretiminde kullanılacak virüsün çok düşük bir risk taşıdığını kabul etse de kurul üyelerinden biri biraz daha farklı düşünüyor. Bu üye New York'taki Columbia Üniversitesi'nden Wilma Friedman. Friedman, NGF'nin "trk reseptörü" taşıyan beyin hücrelerinden uzak dururken "p75 reseptörü"nü taşıyan beyin hücrelerini öldürebileceğinden endişe duyuyor.

Ama Tuszynski önbeyindeki hücrelerde her iki reseptörün de bulunduğunu ve NGF'nin bu hücrelere zarar vermeyeceğini ileri sürüyor.

Yapılacak bu ilk deneyin amacı insanlara güvenli bir biçimde şırıngalanabilecek en yüksek NGF dozunu saptamak. Doğal olarak yeni ilacın hastalığın seyri üzerindeki etkileri de gözlenecek.



Alzheimer üzerinde çalışan ekip gen terapisine başvurmak durumundaydılar çünkü NGF kana şırıngalandığında kan-beyin bariyerini kolaylıkla aşamıyordu. Ne var ki, beyin işlevlerini etkileyen her türlü genetik yöntem, hemen bir tartışma yaratabiliyor. Örneğin geçen yılın başlarında New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nden Joe Tsien ve arkadaşları benzer bir yöntemle farelerin belleklerini güçlendirmeye çalışmışlardı. Bu çalışmayla birlikte Tsien ve ekibinin kullandıkları genin bir benzerinin "süper zeki" insanlar yaratmada kullanılabileceği üzerine büyük bir tartışma başlamıştı.

Tuszynski bu tür kaygıları pek taşımıyor ve şöyle diyor "Büyüme etkeni ya da Tsien'inki gibi başka maddeler kullanarak beyin işlevlerinin güçlendirildiğini gösteren bu tür çalışmaların büyük bir bölümü, aslında genlerin normal, fizyolojik rollerinin anlaşılabilmesi amacıyla yürütülmüştür. Alzheimer ve benzeri hastalıkların sağaltımında benzer yöntemlerin kullanılmasının arkasında illa da normal insanların bilişsel işlevlerinin artırılması amacının yattığı söylenemez".

Ne var ki Cleveland'daki Case Western Reserve Üniversitesi'nden biyoetik uzmanı Eric Juenqst "Hastalıkların sağaltımında kullanılacak bu tür gen terapilerinin, sağlıklı insanları daha da güçlendirecek çalışmalara dönüştürülmesi çok kolaydır" diyor.

New Scientist, 25 Aralık 1999

Kök Hücrelerle Fare Klonlandı

Uzmanlaşmamış kök hücrelerin tıpta kullanımı ve genetik kopyalama ya da klonlama, 20. Yüzyılın son yıllarına damgasını vuran ilerlemeler. Araştırmacılar, sonunda iki tekniği birleştirerek kültür ortamında yetiştirilmiş embriyon kök hücreleriyle fare klonlamayı başardılar. Bu hücrelerin özelliği, her dokuya dönüşebilme yetenekleri. Ancak kendi başlarına tam bir organizmaya dönüşemiyorlar.

Şimdiye değin klonlanan koyun, keçi, inek ve fare gibi hayvanlar için kullanılan genetik malzeme, kültür ortamında fazla bekletilmemişti. Oysa son deneyde kullanılan kök hücreler, kültür ortamında 30 kez bölünme geçirecek kadar tutulmuşlar. Kültür ortamında büyüyen kök hücrelerle çalışmak daha kolay. Ancak önemli bir sakınca, hücrelerin ortam içinde mütasyonlara uğramaları. Bu değişimlerin embriyon gelişmesi üzerindeki olası etkilerini göz önünde tutan araştırmacılar, görece uzun süre kültürde çoğalmış hücrelerin klonlama için fazla uygun olmayabileceğini düşünmekteydiler.

Üreme biyologu Teruhiko Wakayama'nın Honolulu Üniversitesi'nde gerçekleştirdiği deneydeyse, kültürlenmiş hücrelerin de, canlı bir hayvandan doğrudan nakledilen kök hücreleri kadar etkili oldukları saptanmış. Wakayama ve ekip arkadaşları, bir kök hücreden aldıkları çekirdeği, daha önce çekirdeği çıkarılmış bir fare yumurtasına nakletmişler. Ancak önceki tüm klonlama deneylerinde olduğu gibi, başarı oranı düşük. Gerçekleştirilen 1000 klonlama deneyi sonunda ancak 13 fare yaşayıp yetişkinlik evresine ulaşabilmiş.

Gene de araştırmacılar, tekniğin randımanını arttırıp genetik olarak değiştirilmiş bir hücreyi doğrudan bir hayvana nakledip yılda on binlerce "ısmarlama" farenin yaratılmasında izlenen dolambaçlı ve masraflı yoldan kurtulabilmeyi umuyorlar.

Normal olarak genetik araştırmacıları, bir kök hücre içindeki genleri değiştirdikten sonra bu hücreyi, daha önce gelişme sürecine başlamış bir embriyona aşıyorlar. Sonuçta, üreme organları da dahil, dokularının çoğunda değiştirilmiş kök hücreden türemiş hücreler bulunan melez fareler ortaya çıkıyor. Bu melezler, normal farelerle çiftleştiklerinde, yavrulardan bazıları, tüm hücrelerinde istenen mütasyonu taşıyorlar. Bunlar da kendi aralarında çiftleştirilerek, istenen özellikleri taşıyan ısmarlama fareler elde ediliyor. Araştırmacılar, genetik yapısını değiştirdikleri hücrelerle klonlamayı başarabilirlerse, ısmarlama fareleri üç kuşak sonrası yerine tek kuşakta elde etmiş olacaklar.

Anlaşıyor ki kestirme yol, sanıldığı kadar kolay değil. Wakayama ve ekibinden başka şimdiye değin başarılı sonuç alan yok. Ancak mükemmelleştirilebilmesi durumunda, klonlamada karşılaşılan önemli güçlükleri de ortadan kaldıracak kesin. Bugüne kadar kullanılan klonlama yöntemlerinde, başarının, kök hücreleri bölünme sürecinin başlamadığı uyku durumunda yakalamaya bağlı olduğu sanılıyordu. Bölünmeyi geciktirmek içinse, hücre genellikle açık bırakılıyordu. Ancak kök hücreler açık bırakıldıklarında uzun süre dayanmıyorlar. Üstelik bunların bölünmeleri de hızlı. Dolayısıyla bunları uyku durumunda yakalamak da kolay değil. Ancak Honolulu ekibinin gerçekleştirdiği deneyde, kök hücrelerin uyku da olup olmamalarının klonlama üzerinde fazla etkili olmadığı görülmüş. Hatta DNA'larını kopyalayıp bölünmeye başlamak üzere olan bazı hücrelerle yapılan klonlama işlemi sonunda bile canlı fareler üretilebilmiş.

Science, 24 Aralık 1999



Küresel Isınma

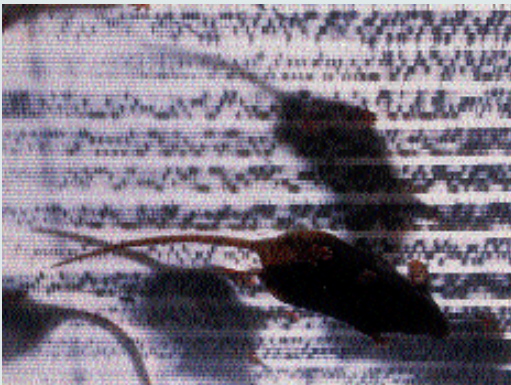
ABD Bilimler Akademisi'nce yapılan bir açıklamaya göre Dünya'nın ısınma hızında bir artış söz konusu. Dünya'nın bir ısınma sürecinde olduğu uzun süredir biliniyor. Ne var ki son yirmi yıldaki ısınmanın önceki on yıllık dönemlere göre çok daha fazla olduğu ortaya çıktı.

Bilimler Akademisi için çalışan bağımsız bilim adamlarının bulduğu son kanıtlar, Dünya'nın yüzey sıcaklığının son yüz yıl içinde 0,4-0,8° C arttığını gösteriyor. Bu değer, daha önceden hesaplanan değerden yaklaşık % 30 daha yüksek. Bununla birlikte yüzey sıcaklığında yalnızca son yirmi yıldaki artış 0,25-0,4° C arasında.

Eğer ısınma bu hızla sürerse, bir başka deyişle insanlar Dünya'yı bu hızla ısıtmayı sürdürürlerse, çok ciddi sorunlarla yüz yüze gelmek zorunda kalınacak. Kutuplardaki buzulların erimesi, deniz suyu düzeylerinin yükselmesi, türlerin yok olma hızının artması, salgınların daha sık görülmesi, El Nino/La Nina çevrimlerinin daha uzun sürmesi ve daha şiddetli geçmesi, kuraklık ve taşkınların daha sık ve şiddetli olması bunlardan yalnızca birkaçı.

Ozon tabakasındaki deliğin büyümesini durdurmak için dünya çapında alınan önlemlerin etkili olmuştu. Bu nedenle bilim adamları küresel ısınmanın da önüne geçilebileceğini düşünüyorlar. Bunun için herşeyden önce, ülkeler fosil yakıt tüketimlerini azaltmalı. Bunun yanında üretilen enerjinin en verimli biçimde tüketilmesi gerekiyor. Bu noktada herkese düşen bazı sorumluluklar var. Bunlar arasında daha az elektrik tüketen ampullerden daha az yakıt harcayan arabalara kadar enerjiyi verimli kullanan araçlar kullanılması, ev ve işyerlerindeki ısı yalıtımı iyi yapılması ve ağaç dikilmesi ilk başta gelenler.

<http://more.abcnews.go.com>



Nerede ne var?

Gülgün Akbaba

Proje Yönetimi

Prof. Dr. Murat Aşkar (TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü), 17-18 Şubat 2000 tarihleri arasında, Ankara'da, Hilton Otelinde bir atölye çalışması gerçekleştirecek.

Çalışmanın ilk gününde, Proje Nedir?, Proje Aşamaları, Yönetim Prensipleri, Yönetim Faaliyetleri, Proje Planlama, İş Dağılım Ağacı, Planlama Yöntemleri

Gantt Şeması Yöntemi, Ağ Çizelgeleme Yöntemleri başlıklı konular anlatılacak.

İkinci günse, "Kritik Yol, Kritik Etkinlikler, Proje Süresi ve Bolluk, Proje Kaynakları, Proje Organizasyonu, Proje Dokümantasyonu, Proje Yönetim Yazılımları konularına değinilecek.

3. Uluslararası Asya Mimarlığı Sempozyumu

Asya Mimarlığının 3. Binyılda Görevleri ve Rollerinin tartışılacağı sempozyum, 23-25 Şubat 2000 tarihleri arasında, Kore Cumhuriyeti'nde yapılacak.

Sempozyumu düzenleyen kuruluşlar, Kore Mimarlık Enstitüsü, Çin Mimarlar Birliği, Japonya Mimarlık Enstitüsü.

İletişim ve ayrıntılı bilgi için: Dr. Hway - Suh Kim Architectural Institute of Korea 1044-34 Sadang-dong, Tongjak-ku, Seoul, Korea 156-090 Tel : 82.2. 525 1841, Faks : 82.2. 525 1845 e-posta : 3isaaa @ aik.or.kr, http :// www.aik.or.kr

Temel Tasarım Eğitimi- Yeni Yaklaşımlar

Çankaya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümü, 14 Şubat 2000'de, Temel Tasarım Eğitimi- Yeni Yaklaşımlar konulu bir panel düzenliyor. Panel, Çankaya Üniversitesi Kütüphane Okuma Salonu'nda, saat 14:00 de yapılacak. Panelin katılımcıları: Prof. Dr. Necdet Teymur (ODTÜ), Nergis Kural (Bilkent), Doç. Dr. Zeynep Onur (Gazi Üniversitesi) ve Doç. Dr. Faruk Yalçın (Çankaya Üniversitesi).

Hekimin Yasal Sorumlulukları

Hekimin Yasal Sorumlulukları ve Adli Tıp Eğitimi konulu bir konferans, Doç.Dr.İ.Hamit Hancı tarafından, Muğla Tabip Odası'nda, 25 Mart 2000 tarihinde verilecek.

6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi

Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) ve Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi'ni, 13-14 Nisan 2000'de Çukurova Üniversitesi'nde düzenliyor.

Kongrenin amacı, soğutma ve iklimlendirme konusunda yapılan çalışmaları tanıtmak, bu alanda çalışanlar arasında bilgi akışını sağlamak.

İlgilenenler için: Doç. Dr. Orhan Büyükalaca
6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi
Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü - 01330 Adana
Tel: (322) 338 67 72-338 64 85- 338 60 84 (Dahili 2722)
Faks: (322) 338 61 26, e-posta: orhan1@mail.cu.edu.tr

KOBİ'lerin Yeniden Yapılanması

Krizden Çıkışta KOBİ'lerin Yeniden Yapılanması ve 2000'li Yıllar İçin Değişik Stratejileri konulu kongre, 22-24 Mayıs 2000'de Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakülte-

si'nce, Adana'da yapılacak. Kongre, Türkiye'deki KOBİ'lerin yapılanmasında artan rekabet dik-kate alınarak, uygun stratejilerin belirlenmesi ve buna göre de yeniden yapılanma önerilerinin ilgili kesimlerin bilgisine sunulması için düzenleniyor. Kongre'de sunulacak bildiriler, Türkiye'deki KOBİ'lerin güçlenmesine ve Avrupa Birliği koşullarına göre yapılanmasına yönelik teknoloji, destek organizasyonları ve dışa açılmasına katkı amacına yönelik olacak.

İlgilenenler için: Yrd. Doç. Dr.Arzu Güçray, Yrd. Doç. Dr.Yıldırım Onal, Yrd. Doç. Dr. Fatma Demirci, Arş. Gör. İsmail Güneş
Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
01330 Beyazevler-Adana
Tel: (322) 225 04 74 / 146-132, 228 28 52, 224 93 53
Faks : (322) 228 16 99
e-posta : garzu@mail.cu.edu.tr, ybeyazit@mail.cu.edu.tr, fdemirci@mail.cu.edu.tr, igunes@mail.cu.edu.tr

5. Ulusal Akustik Kongresi

25-26 Mayıs 2000 tarihleri arasında, 5. Ulusal Akustik Kongresi yapılacak.

Kongre'nin amacı, akustikğin değişik ilgi alanlarında çalışan, araştırma ve üretim yapan kişileri biraraya getirmek; karşılıklı bilgi alışverişini sağlamak; akustikle doğrudan ya da dolaylı olarak ilgilenen kişi ve kuruluşlara ulaşarak ülkemizin akustik konusundaki potansiyelini ortaya çıkarmak, ve gelişmeleri izlemek.

Kongrede işlenecek ve ele alınacak konular şu alt başlıklarda toplanmış: Fiziksel akustik, fizyolojik-psikolojik akustik, bioakustik, müziksel akustik, kent akustik, mimari akustik, gürültü denetimi (yapı içi- yapı dışı), aktif gürültü denetimi, taşımacılık gürültüleri, makine gürültüleri ve titreşimleri, akustik ölçmeler ve ölçüm araçları, su altı akustik, standartlar - yönetmelikler, ve akustikğin ilgi alanına giren öteki konular.

Kongrede, akustikğin ilgi alanına giren tüm konularda bir sergi de düzenlenecek. İlgilenenler için: Türk Akustik Derneği Sekreterliği, YTÜ Mimarlık Fakültesi 80750 Beşiktaş- İstanbul
Tel: (212) 259 70 70 - 22 55, Faks: (212) 261 05 49
e-posta: takder@yildiz.edu.tr; tad@takder.org

Dünya Mühendisler Kongresi ve EXPO 2000

EXPO 2000 Dünya Fuarı 1 Haziran-31 Ekim 2000'de Almanya'da, Hannover'de olacak. Dünya Mühendisler Kongresi ise, 19-21 Haziran 2000'de, yine aynı yerde gerçekleştirilecek. Kongrenin teması "İnsan-Doğa-Teknoloji" olarak belirlenmiş.

İlgilenenler için: Association of German Engineers, Peter Herrmann, Manager Public Relations, PO Box 10 11 39, D-40002 Düsseldorf, Germany
Tel : (49) 211. 62 14 275,
Faks : (49) 211. 62 14 156
e-posta : pr@vdi.de,
http ://www.vdi.de



Türkiye 2. Ancılık Kongresi

14-16 Haziran 2000'de, Çukurova Üniversitesi

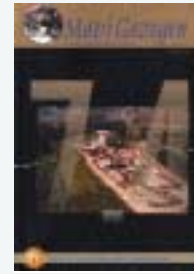
si Mithat Özsan Amfisi'nde, Türkiye 2. Ancılık Kongresi yapılacak.

Ancılığımızın önemli sorunlarını gündeme getirmek amacıyla 1980 yılında Türkiye 1.Ancılık Kongresi düzenlenmişti. Her iki yılda bir yapılması planlanan Türkiye Ancılık Kongresi'nin ikincisi ancak 20 yıl aradan sonra 2000 yılında yapılacak. Kongrenin amacı, ancılığımızın Avrupa

Birliği standartlarına uyumu çalışmalarını gündeme getirmek, ancılık konusunda ülkemizde yapılan çalışmaları arıcılara sunmak, dünyadaki son gelişmeleri aktarmak, arıcıların sorunlarına bilimsel çözüm önerileri getirmek, ancılıkta organizasyon modellerini ve 2000'li yıllarda ancılığımızda yapılması gereken altyapı, araştırma ve uygulama projelerini ve stratejilerini tartışmak.

Kongrede sunulacak ve ele alınacak konulara şu başlıklarda toplanıyor: "Türkiye ancılığının AB'ne uyandırılması, arı biyolojisi ve yetiştiriciliği, arı hastalıkları ve parazitleri, ana arı yetiştiriciliği, arı genetiği ve ıslahı, arı ırkları ve özellikleri, arı ürünleri ve apiterapi, ancılık işletmelerinin ekonomik yapısı, bombus arısı yetiştiriciliği ve kullanımı, ve polinasyon.

İlgilenenler için: Prof. Dr. Osman Kaftanoğlu, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi 01330 Adana
Tel-Fax: (322)338 60 97, Faks: (284) 235 28 21
e- posta : mailto:psikiyatri@trakya.edu.tr



Popüler Yerbilim:

Mavi Gezegen

Ülkemizdeki popüler bilim yayınları arasında, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın çabalarıyla bir yenisi daha eklendi: Mavi Gezegen. Popüler bir yerbilim dergisi olan

Mavi Gezegen, yerbilimlerinin ülkemiz gündeminde önemli bir yer tuttuğu bu günlerde, bu konudaki bilgi gereksinimine ve yerbilimlerine duyulan ilgiye karşılık verebilecek nitelikte. İlk sayısı Eylül 1999'da yayımlanan derginin, altı ay arayla yayımlanması planlanıyor. Tamamen amatör bir yayın kuruluşuyla yayın yaşamına başlayan Mavi Gezegen, genel olarak jeoloji mühendisliğinin bilimsel temellerini, bu doğrultuda; yerbilimlerinin temel kavramlarını; fosillerin ve minerallerin dünyasından kıtaların hareketine, yer tarihinin gizemli devleri dinazorlardan depremlere kadar yerbilimlerine ait pek çok ilginç konuyu, kolay anlaşılır bir dille ilgilenen herkese ulaştırmayı amaçlıyor. Kuşkusuz bu süreli yayının hedefleri arasında, tam anlamıyla açık bir yerbilim müzesi olan coğrafyamızın barındırdığı yerbilimsel zenginliklerin tanıtılması da önemli bir yer tutuyor. Bu arada yayın hazırlıklarına yaklaşık bir yıl önce başlanan derginin ortaya çıkışında, yaşadığımız iki büyük afetin kayda değer bir payının olamadığını söylemek çok da yanlış olmaz. Popüler Yerbilimi: Gerek ve Amaçları, Deprem ve Plaka Tektoniği, Granitler, Mağaralar, Memeliler ve Karasal Tersiyer Çökeller, Volkanolojide Bulanık Mantık, derginin ilk sayısında yer alan kimi yazıların başlıklarıydı. Derginin bu ay yayımlanacak ikinci sayıdaysa, memeli fosilleri, kil mineralleri, modern jeolojinin doğuşu, yeni bin yılda jeoloji mühendisliği, jeoloji felsefesi konularında hazırlanmış ilginç yazılar yer alacak. Ülkemizdeki popüler bilim dünyasında önemli bir boşluğu dolduracak Mavi Gezegen, yaşadığımız çevreyi yerbilimleri pücranesinden görmek isteyenlerimiz için biçilmiş kaftan.

İlgilenenler için: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Mithatpaşa Cad. 56/8 Yenisehir 06410 Ankara
Tel: 0312- 432 30 85-434 36 01
e-posta: tmmobj-o@servis2.net.tr http://www.jmo.org.tr

Bilgisayar Dünyasından

Alkım Özyaygen

Akademik Bilişim 2000 Başlıyor!



Üniversitelerde bilgi teknolojileri konusunda ilgili grupları bir araya getirerek, bilgi teknolojileri ve altyapısı, kullanımı, eğitimi ve üretimini tüm boyutlarıyla tanıtmak, tartışmak, deneyimleri paylaşmak ve bu konularda ortak politika oluşturmak amacıyla ulusal boyutta Akademik Bilişim 2000 konferansı 10-11 Şubat tarihlerinde Isparta'da Süleyman Demirel Üniversitesi'nde düzenleniyor.

Konferansta bildirilerin sunumunun yanı sıra, eğitim seminerleri ve yapılandırılmış çalışma grubu/açık oturum türü etkinlikler yapılması da planlanıyor.

İki gün sürecek konferansta konuşulması planlananlar arasında, temel bilişim eğitimi, kampüs bilgisayar ağları, yazılım geliştirme ortamları, elektronik kütüphaneler, araştırmada bilişim ve üniversite bilişim sistemleri türünden konular üzerinde durulacak.

Eğitim seminerleri arasında da ağ yönetimi, sistem yönetimi, sistem güvenliği, açık kaynak yazılımları, web – veritabanı arayüzü gibi konular yer alıyor.

Herkese açık, katılımın ücretsiz olduğu konferansa yönelik, program, kayıt formu, konuşma gibi bilgileri <http://www.ab.org.tr> adresinden öğrenebilirsiniz.

RIAA MP3.com'a Dava Açıyor

Amerikan Kayıt Endüstri Birliği (Recording Industry Association of America), MP3.com şirketine karşı 21 Ocak günü, kendi müzik CD'lerinin telif haklarını çiğneyerek dağıtımında bulundukları için dava açtığını açıkladı.

MP3.com'un yeni Instant Listening Servisi ve Beam-it yazılımları sayesinde Internet kullanıcıları ellerinde daha önceden satın aldıkları CD'nin sayısal bir kopyasını alabiliyorlar. Diğer taraftan MP3.com, kendilerinin bilgisayar kullanıcılarının CD'nin fiziksel bir kopyasını bulundurup bulundurmadığını kontrol eden bir güvenlik teknolojisine sahip olduklarını bildiriyor. Ancak RIAA, MP3.com'u izinsiz, 45 bin CD'lik sayısal bir müzik kataloğu yaratmakla suçluyor.

Elbette MP3.com RIAA'nın hismine uğrayan tek Internet müzik firması değil. Birlik aynı zamanda bundan bir önceki ay Napster'a da dava açacağını belirtmişti. Zira Napster yazılımı Internet'e bağlı kullanıcılara doğrudan kendi kişisel bilgisayarlarından müzik kayıtlarını paylaşma olanağı sağlıyor.

Mitnick Serbest Bırakıldı

Dünyanın en kötü şöhrete sahip bilgisayar korsanı olarak bilinen Kevin Mitnick Kaliforniya hapisanesinden 5 yıl sonra çıktı. 36 yaşındaki Mitnick serbest olsa da üç yıl boyunca bilgisayar kullanması ancak gözetim memurlarının izniyle olabilecek. Bu da onun bilgisayar kullanımına dayalı iş bulmasına büyük ölçüde engel olacak. Ayrıca Mitnick e-posta kullanmayı bırakmak zorunda kalacak ve arkadaşlarını ve ailesindekilere eski yolla ulaşabilecek: Kara hatları üzerinden telefonla.



Konuyla ilgilenenler <http://www.mitnick.com> adresinden ayrıntıları öğrenebilirler.

Ticketmaster.com Kişisel Bilgisayarınızdan Bilet Basma Olanağı Veriyor



Amerikan Ticketmaster-Online Citysearch firması, müşterilerin bilet satın alıp bunları kişisel bilgisayarlarından basmalarına olanak sağlayacak. Firmanın başkan yardımcısı Tom Stockham'ın dediğine göre şimdiye değin bir bileti online alabilmek için seçip size postalanmasını bekliyordunuz, oysa şimdi yeni sistem sayesinde biletinize anında sahip olabiliyorsunuz. Şimdilik sadece Amerika'da uygulamaya giren hizmet hakkında <http://www.ticketmaster.com> adresinden bilgi alabilirsiniz.

Transmeta Firması Crusoe İşlemcisini Tanıttı

19 Ocak günü Amerikan Transmeta firması yeni işlemcisini tüm dünyaya tanıttı. Bu yeni işlemciler Intel x86 uyumlu ve 333 MHz ve 400 Mhz hızlarında olacak. Bu işlemcilerin en büyük özelliği taşınabilir (mobil) sistemler için yazılmış olması. Bunun dışında bu ürünler Linux işletim sisteminin yaratıcısı Linus Torvalds tarafından Mobile Linux işletim sistemiyle sunuluyor olması. Firma bu yeni işlemcilerin 65 ve 89 dolardan satılacağını belirtiyor. Bu yılın ortalarında da 500 MHz ve 700 Mhz'lik yeni işlemciler çıkaracaklar. Bunların da 119 ve 329 dolar olması bekleniyor. Daha fazla bilgi için <http://www.transmeta.com> adresine bağlanabilirsiniz.



nuluyor olması. Firma bu yeni işlemcilerin 65 ve 89 dolardan satılacağını belirtiyor. Bu yılın ortalarında da 500 MHz ve 700 Mhz'lik yeni işlemciler çıkaracaklar. Bunların da 119 ve 329 dolar olması bekleniyor. Daha fazla bilgi için <http://www.transmeta.com> adresine bağlanabilirsiniz.

Linux İşletim Sistemi İçin Corel Draw Yazılımı Beta Aşamasında

Amerikan Corel firması kendi Corel Draw Grafik yazılımının beta test programını başlattığını açıkladı. Katılmak için Internet bağlantısının gerekli olduğu beta programı hakkında ayrıntılı bilgiyi <http://www.corel.com/betaprogram> adresinden alabilirler.

İnteraktif Eğitim Yazılımı



İnteraktif Bilgisayar Eğitim, okul öncesi, ilköğretim ve liselere yönelik matematik ve Türkçe öğretmek amacıyla çokluortamı kullanarak yazılımlar üreten bir firma. Geçen yıl piyasaya çıkan ve firmanın ilk ürünü olan BAMBAM'ın Matematik Dünyası adlı ürün 3-7 yaş arasındaki çocuklara matematik öğretmeyi planlayan bir yazılım. Bu yazılım Milli Eğitim Bakanlığı eğitim programıyla örtüşen, uyumlu bir yazılım. Amaçları çocuklara sanki oyun oynuyormuşçasına matematiği sevdirmeye çalışmak.

Yazılımın her bölümünde bir ders, bir de test bölümleri bulunuyor. Daha fazla bilgi almak için <http://www.interaktif-egitim.com> adresine bakabilirsiniz.



Yıldızların Parlaklık Sistemi

Gökyüzündeki yıldızlar, hem gerçek parlaklıklarına hem de bize yakınlıklarına bağlı olarak parlak ya da sönük görünürler. Yıldızların parlaklığını ifade edebilmek için "kadir" birimi kullanılır.

Sayma ve ölçme değerleri, mantıksal olarak, genellikle sayılan ya da ölçülen değer arttıkça artar; azaldıkça da azalır. Kadirse, bunun tam tersi olarak, ölçülen değer attıkça azalır; ölçülen değer azaldıkça artar. Bu sistemin temeli, çok eskilere, M.Ö. 120'li yıllara dayanır. Bu yıllarda, Yunan gökbilimci Hipparchus, oluşturduğu yıldız kataloğundaki yıldızları basit bir sistemle sınıflandırdı. Bu sınıflandırmaya göre, en parlak yıldızlar 1 kadir, en sönük olanlara 6 kadirdir.

M.S. 140'lı yıllarda, Claudius Ptolemy, bu sistemi biraz daha genişletti. Aynı sınıfa giren fakat birbirinden biraz daha farklı parlaklıklardaki yıldızları da birbirinden ayırmak için, örneğin, 2 kadir ile 3 kadir arasındaki bir yıldızı tanımlarken, "2 kadirden daha sönük" ya da "3 kadirden daha parlak" gibi ifadeler kullandı. Yıldızların 1 kadirden 6 kadire kadar sınıflandırıldığı bu sistem, Ptolemy'den sonra 1400 yıl daha sorunsuz olarak kullanıldı.

Teleskopu gökyüzüne çeviren ilk insan olan Galileo, Ptolemy'nin 6 kadir sınırını aşan yıldızlar olduğunu keşfetti. Böylece, o zamana değin 6 kadirle sınırlı olan yıldız parlaklıkları, artık bu sınırı aşmış bulunmaktaydı. Teleskoplar geliştikçe, gökbilimciler bu sınırı daha da öteye götürdüler.

Günümüzde, 5 cm çaplı ortalama bir dürbünle yaklaşık 9 kadir parlaklıktaki yıldızları, amatörlerin çokça kullandığı 15 cm çaplı bir teleskoptan 13 kadir parlaklıktaki yıldızları görebiliyoruz. İnsanoğlunun ulaşabildiği sınırsa, Hubble Uzay Teleskopu'nun görebildiği yaklaşık 30 kadir parlaklıktır.

19. yüzyılın ortalarında, gökbilimciler artık bu sistemi bir ölçüğe yerleştirmenin gereğini duymaya başladılar. Oxford'lu gökbilimci Norman Pogson, bir kadir olan bir yıldızın parlaklığının altı kadir olan bir yıldızın parlaklığının yaklaşık 100 katı olduğunu belirledi. Bu basit oran 1'e 100 öteki gökbilimcilerce de benimsendi. Buna göre, $\sqrt[5]{100}$ 'lük artış, (yaklaşık 2,512) iki kadir arasındaki parlaklık farkına eşittir.

Sonuç olarak, ortaya çıkan, logaritmik bir ölçektir. Tam olarak öyle olmasa da duyarlarımız yaklaşık olarak, algılamada logaritmik olarak işler. Bu da otomatik olarak neden ortaya logaritmik bir ölçüğün çıktığını açıklıyor.

Yıldız parlaklıkları bir ölçüğe oturtulduklarında, yeni bir problem ortaya çıktı. Bazı bir kadirlik yıldızlar gerçekte ötekilerden oldukça parlaktı. Buna da bir çözüm bulundu. Gökbilimciler, çıplak gözün göremediği sönük yıldızlar için ölçüğü nasıl genişlettilerse, parlak yıldızlar için de onlara birden küçük değerler vererek ters yönde genişlettiler.

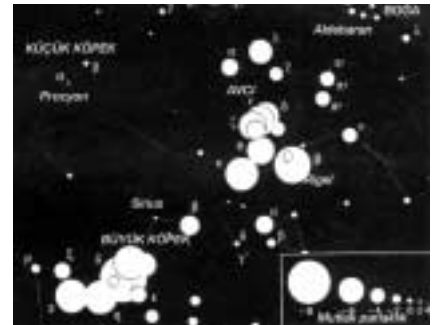
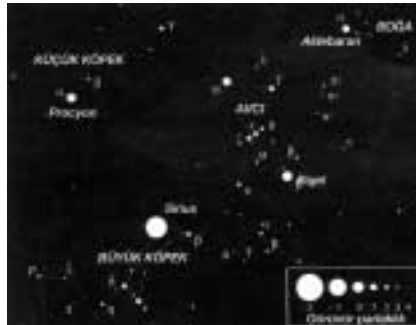
Vega, Arcturus, Capella ve Rigel gibi yıldızlar 0 kadir parlaklığa yerleştirildiler. Daha da parlak gökcisimleri için, ölçük daha da genişlettilerek, (-) değerler aldı. Örneğin gökyüzünün en parlak yıldızı Akyıldız -1,5, Venüs en parlak durumundayken -4,4, dolu-

nay -12,5, Güneş -26,7 kadir parlaklıktadır.

19. yüzyılda, yıldızların parlaklıklarını fotoğraf çekerek ölçmek isteyen gökbilimciler, bir sürprizle karşılaştılar. Göze aynı parlaklıkta görünen yıldızlar, filmin üzerinde farklı parlaklıklarda görünüyordular. Bunun nedeni, fotoğraf filminin göze oranla mavi ışığa daha duyarlı olmasıydı. Bunun üzerine ortaya yeni bir ölçük çıktı: Fotoğrafik parlaklık (m_p). Daha önceki parlaklıkta "görünür parlaklık (m_v)" olarak değiştirildi.

Bu aslında çok önemli bir keşif oldu. Çünkü, görünür ve mavi renklerdeki parlaklıkların farkı, yıldızın renginin, dolayısıyla da sıcaklığının belirlenmesine olanak tanıyordu. Günümüzde, bu ölçümler, değişik renklerde filtreler kullanılarak yapılıyor. En çok kullanılan filtreler morötesi (U), mavi (B) ve görünür (V) dalgaboylarını geçiren filtrelerdir. B-V, bir yıldızın sıcaklık endeksini verir. Eğer bu değer küçükse yıldız sıcak, büyükse soğuktur. Sarı bir yıldız olan Güneş'in renk endeksi 0,63, turuncu bir yıldız olan Betelgeuse'un renk endeksiyse 1,85'tir.

Bir cismin tüm dalgaboylarındaki parlaklığınaysa bolometrik parlaklık denir. Bolometrik terimi, bolometre olarak adlandırılan ve bir cismin yaydığı toplam ışımayı ölçen bir aygıttan kaynaklanmıştır.



Avcı ve Büyük Köpek takımyıldızları bölgelerini gösteren yıldız haritaları. Soldaki harita görünür parlaklıklara; sağdaki harita mutlak parlaklıklara göre hazırlanmış.

Görünen ve Gerçek

Yukarıda anlattıklarımızın tümü, doğal olarak yerdeki bir gözlemcinin gözlemlerine dayanıyor. Yazının başında da değindiğimiz gibi, her yıldız bize farklı uzaklıktadır. Bu nedenle, onların görünür parlaklıkları, aslında gerçek parlaklıklarını pek yansıtmıyor.

Yıldızların birbirlerine göre gerçek parlaklıklarını ifade edebilmek için gökbilimciler yeni bir ölçek oluşturdular: "Mutlak parlaklık, M" ölçeği. Bir yıldızın mutlak parlaklığı, onun gözlemciye 10 parsek (1 parsek = 3,26 ışık yılı) uzaklıkta olduğu varsayılarak hesaplanır.

Eğer 10 parsek uzaktan baksaydık Güneş bize 4,45 kadir parlaklıkta

Kuyrukluysıldızlar ve asteroidler için mutlak parlaklık tanımlaması daha farklıdır. Bir kuyrukluysıldızın ya da asteroidin mutlak parlaklığı, Güneş'teki bir gözlemcinin, cismi bir astronomi birimi (Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık, 150 milyon km) uzak-tan baktığında gördüğü parlaklıktır.

Ayın Gök Olayları

Merkür, ayın ortalarında Güneş battıktan yaklaşık bir saat sonrasına kadar gözlenebiliyor. Gezegen, 6 Şubat'ta bir günlük Ay'la yaklaşacak. Ancak hava tam kararmamış olacağından, her iki gökcismini görebilmek için bir dürbün yararlı olacaktır.

İki gün sonra, 8 Şubat'ta Ay, bu sefer Mars'la yaklaşacak. Mars'ı gözlemek için batı ufku üzerine bakmak gerekiyor.

Jüpiter, -2,2 kadirlik parlaklığıyla Balıklar ve Koç takımıyıldızları arasında yer alıyor. Ay ve Jüpiter, 10 Ocak'ta birbirlerine 4° kadar yaklaşacaklar.

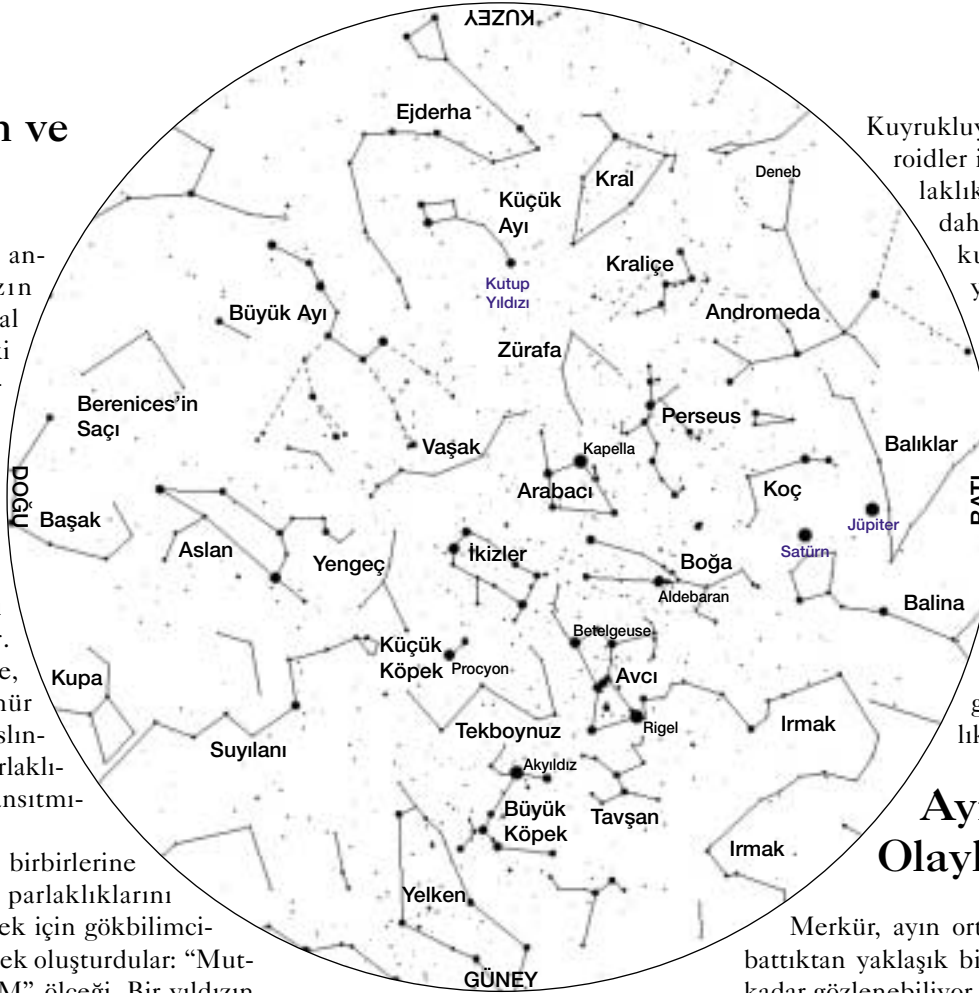
Satürn, Jüpiter'in yaklaşık 10° yukarısında yer alıyor. Gezegenin parlaklığı, 0,5 kadir. Satürn, bu haliyle, Jüpiter'in yanında oldukça sönük kalıyor. Her iki gezegen de hava karardıktan sonra güneybatı ufku üzerinde yüksek yer alıyor.

Gökyüzünün en parlak gezegeni Venüs, sabah gökyüzünde hızla alçalıyor. Gezegenin parlaklığı ay boyunca 3,8 kadir civarında.

Ay, 5 Şubat'ta yeniay, 12 Şubat'ta ilkdördün, 19 Şubat'ta dolunay, 27 Şubat'ta sondördün evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu

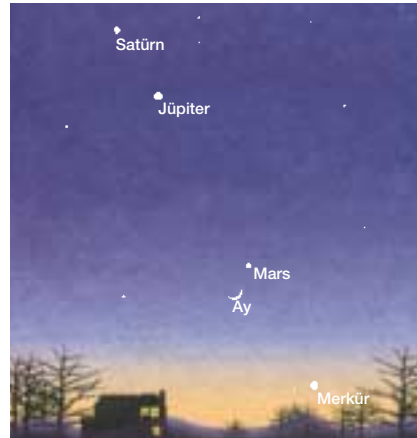
Gökbilim tartışma listemize üye olmak için: majordomo@biltek.tubitak.gov.tr adresine, "subscribe gokbilim" yazan bir ileti gönderebilirsiniz.



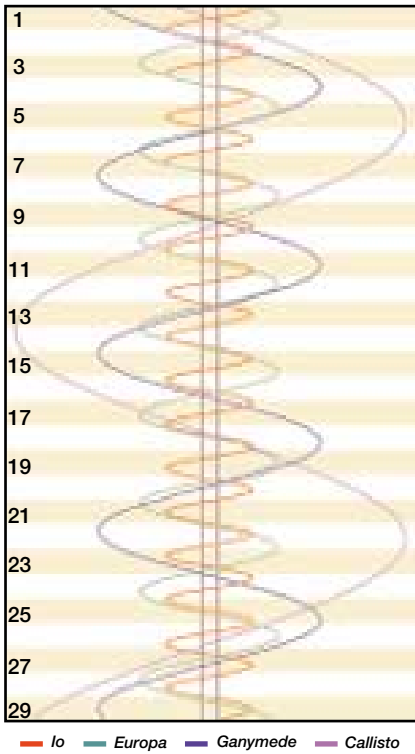
15 Şubat 2000 Saat 21⁰⁰'de gökyüzünün genel görünüşü

görenecekti. Avcı Takımıyıldızı'nın en parlak yıldızı olan Rigel'e aynı uzaklıktan baksaydık onu -8. kadir parlaklıkta görecektik.

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



8 Şubat akşamı Ay ve gezegenler





Yeni Binyılda Bilim ve Teknoloji

Pekçoğumuzun günlük yaşamı için bu yılın, geçtiğimiz yıldan pek farkı yok. Hatta gelecek yılın, bir sonraki yılın da fazla bir değişiklik getireceği kuşkulu. Gene de bu yılı geçmiştekilerden farklı tutuyoruz kafamızda. Nedeni açık: 2000 sayısı, yaşadığımız ve ileride yaşayacağımız hiçbir yılın veremeyeceği bir başlangıç duygusu yaratıyor. Artık "yüzyıl" kavramı yeterince doyurucu gelmiyor. Bir "binyıl"a erişmenin heyecanını taşıyoruz. Böyle olunca, beklentilerimiz de herhangi bir yılda olduğundan farklı. İstiyoruz ki, açılan yepyeni sayfaya uygun bir bilim olsun. Bunun olağanüstü uygulamalarını görelim; yaşamımızı kolaylaştıracak yeni aygıtlar çıksın ortaya. Bizim bunları alabilecek gücümüzün olup olmayacağı önemli değil. Yeter ki gelecek için umutlarımız canlı kalsın; düşlerimiz daha renkli olsun.

BU İYİMSER beklentiler, bir politikacı için bulunmaz nimet olabilir. Bilimin sınır noktalarındaki araştırmacılar içinse aynı şeyi söylemek güç. Evrenin biçimi, boyutları, içindeki maddenin yapısı konusundaki kuramlar, geçtiğimiz yüzyılın sonlarında olgunluk evresine girdi. Evrenin yapısı konusundaki tartışmaların eşiği, yaratıcı araştırma yöntemleri ve gözlemler sayesinde daraldı. Geçtiğimiz yıllarda uzaya yerleştirilen ve gökyüzünü görünür ışığın yanı sıra X-ışını ve gama ışını dalga boylarında tarayan teleskoplar, evrenin daha zengin bir resmini oluşturuyor. Artık gökadalara merkezlerindeki dev kütleli kara delikler daha kolay belirlenebiliyor. Gökbilimcilerin yaratıcı teknikler kullanarak yalnızca Güneşimize yakın yıldızların çevrelerinde dönen gezegenlerin sayısı 30'a yaklaştı. Ancak görüşümüz keskinleş-

tikçe büyüyen, maddeden çok boşluk; ışıktan çok karanlık. Sayıları 150-200 milyar arasında tahmin edilen ve her biri milyarlarca yıldızdan oluşan gökadalara, Evrendeki maddenin en çok %10'unu oluşturduğu artık biliniyor. Gökadalara, tanımadığımız, ısıya yapmadığı için karanlık madde diye adlandırılan bir maddeden oluşan çok büyük halelerle çevrili olduğu da artık biliniyor. Henüz bilinmeyense, bu maddenin niteliği. Evrenbilimcileri ve kuram-

cıları rahatsız eden daha büyük bir bilinmeyense, evrenin boşluğu. Çok büyük ölçeklerde gözlemlendiğinde, binlerce gökadanadan oluşan dev kümeler, büyük boşluklar arasına sıkışmış ipliksi yapılar gibi duruyor. Üstelik bu bomboş gibi görünen evrenin giderek hızlanan biçimde genişlediğini gösteren işaretler var. Bu nedenle, evrenin, kütleçekimine ters bir etkiye sahip, itici bir boşluk enerjisi, tanıdığımız doğa kuvvetlerinin dışında bir beşinci kuvvetin etkisiyle genişlediğine inanan kuramcılarının sayısı artıyor.

Evrenin büyük ölçekli yapısının hakimisi kütle çekimi. Bu kuvvetin etkileşimini betimleyen büyük kuramın, genel göreliliğin yaratıcısı, geçtiğimiz yüzyılın en büyük bilim adamı seçilen Albert Einstein. Ama evren, yani Einstein'ın tanımlamasıyla uzay-zaman, her noktasında Planck ölçeği denen, cm'nin katrilyon kere katrilyonda bi-

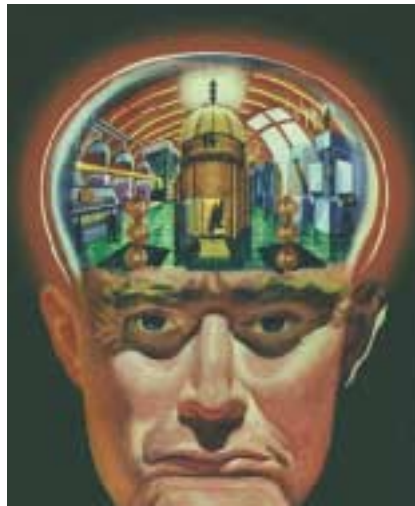


rinden daha küçük (10^{-33} cm) mikroskobik evrenlerden de oluşuyor. Bu mikrodünya içinde etkileşen elektromanyetizmayla, şiddetli ve zayıf çekirdek kuvvetlerini betimleyense, kulaklarımıza, mantığımıza yabancı gelen, ancak son derece başarılı bir kuram; kuantum mekaniği. İşte evren konusunda tam bir resme, bu iki kuram birleştiğinde, yani kozmolojik ve mikroskopik ölçeklerde etkileşen kuvvetlerin tümü için geçerli, yani evrenin her ölçeğindeki olayları açıklayabilecek tek bir kuram elde edince kavuşabileceğiz. On yıllar süren araştırmalara, milyarlarca dolara mal olan büyük parçacık hızlandırıcılarında yapılan deneylere karşın gerçekleşemeyen bu hedef için sürdürülen yarışta son turlara gelindi. Bir çok fizikçi, çok güçlü bir parçacık hızlandırıcısının 2005 yılında devreye girmesiyle, mikrodünya ölçeğinde etkileşimleri açıklayan standart modelin boşluklarının dolacağına inanıyor. Öte yandan önümüzdeki on yıl içinde uzaya gönderilecek ve Büyük Patlama'dan arta kalan fon ışıınımını çok daha duyarlı biçimde ölçecek iki uydu sayesinde evrenin ilk anlarında geçerli koşulları, oluşan parçacıkları daha iyi anlayabileceğiz. Ancak fizikçiler, bütün bir resim konusunda yükselen beklentilerden de endişe duymuyorlar değil. Çünkü uzayda ve yeryüzünde yürütülen araştırmaların sonuçları bekleneni vermezse, fizikçilerin yeni kuramlar peşine düşmesi gerekecek. Nobel Ödülü sahibi Amerikalı fizikçi Steven Weinberg ise, büyük resim için yeni kuramların zaten gerekli olduğu görüşünde. Ona göre hedef böyle bir kuramla yarın da gerçekleştirilebilir, 2050 yılını, hatta 2150 yılını da bulabilir.

Bırakın büyük ve küçük ölçekteki fiziğin birleşmesi için gereken matematiği, keşfi neredeyse tamamlanmış mikrodünyanın daha net bir tablosu için gerekli hesaplar bile son derece karmaşık. Süper bilgisayarların bile milyarlarca yılını alabilecek hesaplar, ancak yanlışlık payı yüksek, büyük genelleştirmeler, basitleştirmelerle yapılabilir. Birleşik fizik için yeni bir hesap aracı gerektiği açık. Bunun için bi-

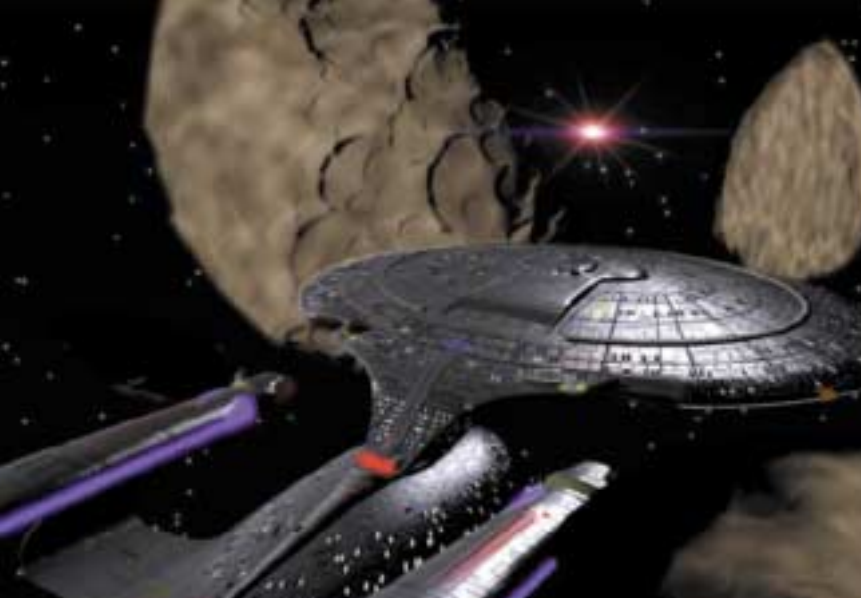
lim adamlarının ilkel tasarımlarıyla uğraştıkları "kuantum bilgisayarlar"da, hedefe uygun olarak, atomaltı dünyasının garipliklerinden, büyük ölçekli günlük dünyamızda yararlanmayı amaçlıyor. Büyük ölçekli dünyamızda alıştığımız mantık, bir şeyin ya var, ya da yok olması. En gelişkin bilgisayarlarımız da bu mantık üzerine kurulu işlemleri bizden çok daha hızlı yapabilmek için tasarlanmışlar. Kuantum bilgisayarlar, atomaltı dünyayı yöneten belirsizlikten yararlanmayı amaçlıyor. Bu dünyada bir şey aynı anda "hem var, hem de yok". Bu mantıkla çalışabilecek bilgisayarların, günümüzün süperbilgisayarlarının milyarlarca yılını alacak hesapları birkaç saniye içinde yapacakları düşünülüyor. İş, ancak mikrodünyada geçerli olan bu çoklu kuantum durumlarını, bozulmadan kendi dünyamıza taşıyıp koruyabilmek. Bunun da en azından birkaç on yılı alması kaçınılmaz.

Gözlerimizi, kozmostan ve atomaltı dünyadan ayırıp kendi dünyamıza, kendi sağımıza, rahatımıza, konforumuza çevirdiğimizdeyse, o kadar beklememize gerek yok. Büyük buluşlar, ilerlemeler, önündeki barajı yıkmaya hazırlanan kabarmış ırmaqları çağırıyor. 20. yüzyılın sonunda genetik mühendisliği alanındaki atılımlar, doruğuna erişmek üzere. Hücrelerimizde, tüm kişisel özelliklerimizi belirleyen yaklaşık 100 000 genin haritası tamamlanmak üzere. Araştırmacılar, bu genleri oluşturan yaklaşık 3 milyar baz çiftinin diziliminin bir ön kopyasının bu yıl içinde açıklanacağını duyurdular. Bazı bakterilerin, basit canlıların gen şifreleri çözüldü bile. Hatta araştırmacılar, geçtiğimiz yıl sonunda yaşam için gerekli minimum sayıdaki genleri de saptamayı başardı-



lar. Bu, sentetik olarak yaşam yaratılmasını kuramsal olarak olanaklı kılıyor. İnsanların, kendilerinin ve başka organizmaların genleri üzerinde sağladıkları denetim, yeni binyıl için yepyeni ufuklar açıyor. Umutsuz hastalıkları tedavi edecek "akıllı" ilaçları, genleri değiştirilmiş bakterilerde ya da hayvanlarda üretebileceğiz. Kendi yedek organlarımızı kendi bedenlerimizde üretebilecek, genetik aşılarda, eskiyen dokularımızı gençleştirebileceğiz. Daha besleyici gıdaları, daha az masraflı, çok daha olumsuz ortamlarda bile üretebileceğiz.

Geleceğin bilimini düşündüğümüzde günümüzdeki gelişmeler bize ışık tutacak kuşkusuz. 20. yüzyılın bilimi bize geleceği müjdeliyor. Sözgelimi tıp ve genetik alanındaki gelişmeler sanki geleceğin kapılarını insana açıyor. Yüzyılın başında Gregor Mendel'in kalıtım yasalarını ortaya atmasıyla temellenen genetikbilimi, yüzyılın sonunda Dolly adlı koyunun kopyalanmasıyla doruk noktasına ulaştı. Kopyalama, beraberinde bilimsel olduğu kadar birçok ahlaki tartışmayı da getirdi. Bitkilerin ya da hayvanların kopyalanmasındaki başarıların ardından, insanın da kopyalanıp kopyalanamayacağını tartışmaya başladı bilim adamları. Geleceğin genetiğe birçok yeni bulgular getireceği muhakkak.



Genetikbiliminde gerçekleştirilen ilerlemeler bilimin son yıllarda yakaladığı en büyük başarılar arasında. Modern tıbbın ve genetiğin başarıları akla hemen şu soruyu getiriyor: İnsanlık yüzyıllardır düşlediği ölümsüzlüğü nihayet yakalıyor mu? Bu soruya evet demek elbette hayalperestlik olur. Yine de bu bilim dallarında elde edilen başarılarla insan ömrünün uzatıldığı yadsınamaz bir gerçek. Bin yıllarca önce ortalama yaşam süresi 30-40 yıl olan insan, günümüzde ortalama 60-70 yaşına dek yaşıyor. 1997 yılında genetik kopyalama gerçekleştirildiğinden beri bu yaşam süresinin daha da artması olası. Dolly adlı bir koyunun kopyasının yapılmasından sonra insanın da kopyalanıp kopyalanamayacağı sorusu akıllarda dolaşmıştı. Bu sırada ortaya çıkan tartışmalar insan kopyalanmasının ahlaki yönünü de öne çıkardı ve bu uygulamanın gerçekleştirilmemesi fikri ağırlık kazandı. Artık bilim adamları insan kopyalamak yerine doku ve organ üreterek gerektiğinde "kopya" organlarla yapılabilecek bir organ nakli düşüncesini benimsediler. İnsanların "yedek parçalarını" sağlayacak bu projenin gerçekleştirilmesi çok yakın bir gelecekte olacak gibi görünüyor. Yapay olarak kas dokusu, kemik gibi organların üretilmesi bugün bile mümkün. Bilim adamlarıysa artık doku uyumsuzluğu sorununu çözmeye çalışıyor. Gelecekte insanın doğal yollardan ölmesi, geçmişe oranla daha az olacak gibi görünüyor.

İnsan ömrünün uzaması müjdeli bir haber. Böyleyken beraberinde getireceği sorunlar da yok değil. Bu sorunların başında doğum ve ölüm oranlarında yaşanan dengesizlikten kay-

naklanan aşırı nüfus artışı ve buna bağlı olarak ortaya çıkacak beslenme sorunu geliyor. Malthus'un ünlü kuramını ortaya atmasından bu yana yıllar geçmesine karşın bu sorun insanlığın geleceğinde bir gün yaşanabilecek bir felaketi haber verir gibi. Bununla birlikte bilim adamları bu sorunun çözümü için de uğraşıyorlar ebette. Genetik mühendisliği alanında yaşanan gelişmeler tarımsal ürünlerin artmasını da sağlıyor. Kullanılan yeni gübrelerle toprakların verimliliklerinin artırılması da bu soruna bulunan çözümlerden bir diğeri. Bunların yanı sıra, aşırı nüfus ya da Dünya'nın sınırlı kaynaklarını kullanma sorunlarına çözümler Dünya dışında da aranmaya başladı. Hubble uzay teleskopu yardımıyla, yörüngelerinde gezegenlerin bulunduğu güneş sistemlerinin varlığının ortaya çıkması, sonrasında Jüpiter'in uydularından Europa'da buz bulunması Dünya dışında yaşanabilir gezegenler fikrini güçlendirdi.

Geleceğin dünyasını düşündüğümüzde, 2000'li yıllar dediğimizde bir

zamanlar hepimizin aklına ilk gelen şey gezegenlerarası yolculuklar yapacağımız, dünyadışı gezegenlerde yaşayacağımız günler olurdu. Bugün böyle bir gelecek için biraz daha beklememiz gerektiğini görüyoruz. Daha önümüzde çok yol var aşmamız gereken, çözüm bekleyen sorunlarla uğraşıyor bilim adamları. Yine de uzay çalışmalarının geçmişinin yalnızca yarım yüzyıl olduğunu düşünerek teselli bulabiliriz. Kısa sürede sağlanan gelişmeler önemli boyutlarda. Bir uzay aracının yolculuğunu bölümlere ayıracak olursak en önemli bölümün kalkma ve yörüngeye oturma aşaması olduğunu görürüz. Bu hem çok hassas hem de çok pahalı bir aşama. Bugün Dünya'nın etrafında bir yörüngeye yerleştirilen her kg 10 milyar TL'ye mal oluyor. Bu harcamaların azaltılması için yapılması gereken ilk şey uzay aracına konan yakıtın ağırlığını azaltmak olacak. Böyle bir durumda yörüngeye yerleştirilecek uydunun ağırlığı artırılabilir. NASA 2007 yılında devreye sokabileceğini hesapladığı manyetik ivmelenme sistemi üzerinde çalışıyor. Şimdikine göre oldukça ucuz bir fırlatma sağlayacak olan bu düşünce gerçekleşirse, uzay mekikleri her 90 dakikada bir fırlatılabilecek. Diğer bir çözümse yeniden kullanılabilir uzay araçları. Bu çözüm uzaya yollanan her kg'nin maliyetini % 30 azaltabilir. Günümüzdeyse her yeni fırlatma için yeni bir füze gerekiyor.

Uzay, askeri ve stratejik olarak oldukça büyük bir öneme sahip gibi görünüyor. Bunun yanında ekonomik değeriye çok daha fazla. 1996 yılında uzaya yapılan yatırımlar ilk kez kâr etmeye başladığında anlaşıldı. 1999 yılında elde edilen kâr trilyonlarca liraydı. Günümüzde kâr beklentisi daha da artmış durumda. Uzayda uluslararası uzay istasyonları kuruluyor, Dünya yörüngelerinde dönen uydu sayısı hızla artıyor. Bunların yanı sıra uzayda çalışacak robotların yapılması için hazırlıklar da var. Bütün bunlar insanı aklına hemen şu soruyu getiriyor: Gelecekte gezegenler arasında yolculuklar yapabilecek miyiz? Bu soruya hemen evet deme şimdilik aşırı iyimserlik olur. Sözelimi uzay gemileri için yakıt sorununu ha-



len çözebilmiş değiliz. Öncelikli sorun hâlâ karşımızda duruyor: Önce Dünya'dan uzaya kolayca çıkmalıyız, sonra gezegenlerarası yolculuğa hazırlanmalıyız.

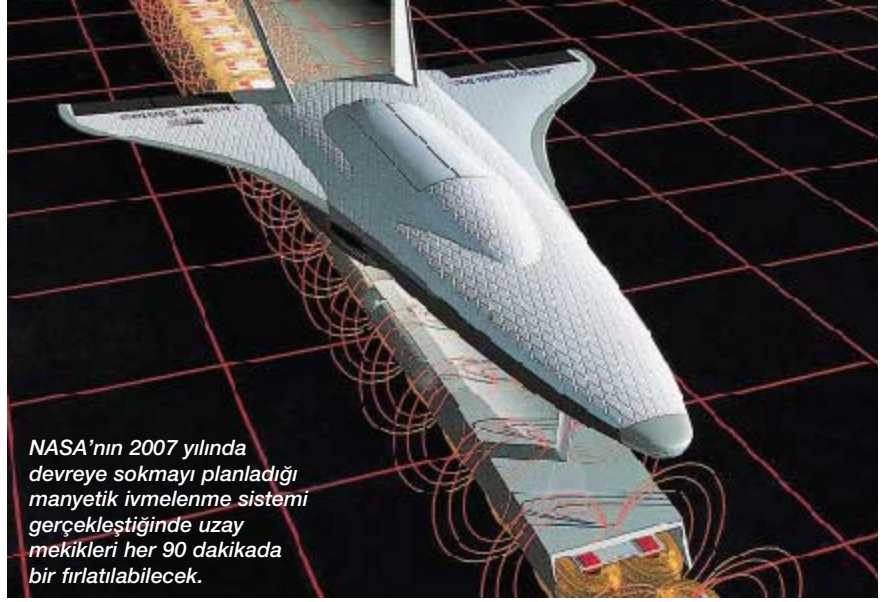
Uzaya gönderilecek araç için geliştirilmiş birçok düşünce var aslında. Bunlardan biri de STATO reaktörler denen bir sistemle çalışacak uzay araçları. Bu sistemde uzay aracı dünya atmosferinden kurtuluncaya kadar yapacağı uçuş sırasında ihtiyaç olan oksijeni atmosferden emecek ve bunu kullanacak. Bu sistemde uzay aracına yüklenen yakıttan daha fazlasının atmosferden emilmesi planlanmış.

Bütün bu projeler gelişmeyi ve ilerlemeyi de beraberinde getirecek kuşkusuz. Bu bağlamda 10 yıl içinde kalkış ve yörüngeye oturtma gibi konularda büyük bir ilerleme bekleniyor.

Yolculuğun ikinci aşamasıysa uzayda yolculuk etmeyi içeriyor. Burada sorunlar daha büyük. Mekiklerin ışık hızına asla yaklaşamayacağı bilinen bir gerçek. Aracın taşınması gereken yakıt her zaman düşündürücü olacak. Bugün uzay araçlarında kimyasal kökenli yakıt kullanılıyor. Hidrojen ve oksijenin yanmasıyla sağlanan itme uzay aracına hareket verir. Fakat böylesi bir itme yöntemi çok ağır yakıt yükü getirir beraberinde. Bu da uzayda uzak mesafelere yolculuğu olanaksız kılıyor.

Uzay uçuşları sırasında gerek duyulan enerjiyi sağlamada bir diğer seçenek olarak da antimadde yakıtlar çıkar karşımıza. 1996'da ilk kez Cenevre'deki CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) laboratuvarlarında antimadde atomu elde edildi. Antimadde, maddeye çok benziyor. Yalnızca elektrik yüklerinde (+) ve (-) yükler ters durumda. Böylelikle antidyünya (+) yüklü antielektronlar, (-) yüklü antiçirkeç çevresinde dönüyorlar. Maddeyse bu durumun tam tersi özellikler gösteriyor. Bu da bize iki dünyanın birleşmesinde müthiş bir patlama yaşanacağını anlatıyor. Yarım gramlık bir maddeyle, aynı miktardaki antimaddenin birbirini yok etmesi bize 1 kg plütonyumun parçalanmasından meydana gelen ya da 30 ton oksijen-hidrojen bileşiminin yanmasından ortaya çıkacak enerji kadar enerji sağlıyor.

"Eğer bir gün yeterince yakıt taşıyarak ışık hızına yakın bir hızda yolculuk etmek istersek antimadde en iyi çözüm



yolu olacaktır..." diyor ABD'li fizikçi Lawrence Krauss. Ancak yeterli sayıda antimaddeyi üretmeyi henüz bilmiyoruz. Üstelik şu an için bunu yapmak da son derece pahalı. Bu durumda şimdilik yakın gelecekte farklı bir itiş yöntemiyle yetinmek zorundayız. Kısa süre içerisinde kendi Güneş sistemimizin kapıları önümüzde açılacak ama tüm evrenin kapılarının aralanması için henüz beklememiz gerekiyor.

Yakıt sorunu aşıldığında karşımıza çıkacak en büyük sorunlardan biri de evrenin genişliğiyle ilgili olacaktır. Bize en yakın yıldız olan Proxima Centauri'ye saatte 30 000 km hızla ve çok hızlı bir ivmeden kaçınarak (Daha fazlası astronotların ölümüne neden olacaktır) yapılacak bir yolculuğun süresi insan ömrünün çok çok üzerinde olacaktır. Yalnızca kendi gökadamızda en az 100 milyar yıldız olduğunu anımsarsak, önümüzdeki zorlukların derecesi anlaşılabilir.

Bunların yanı sıra, uzay hakkında bilinmeyen pek çok şey var hâlâ. Astrofizikçilerin anlamaya çalıştığı şeylerden



biri de "karanlık madde". 1930'lu yıllarda Samanyolu Gökadası'nın teleskopla görülenden çok daha fazla madde içerdiğinin anlaşılması büyük şaşkınlık yaratmıştı. Bu bilinmeyen ve yıldızlar gibi ışık saçmayan madde, karanlık madde olarak adlandırıldı. Bu maddenin evrenin %90'ından fazlasını oluşturduğu ileri sürülüyor. Karanlık maddenin varlığının kanıtları için günümüzde Samanyolu benzeri sarmal gökadalardan incelenmesi sürdürülüyor. Araştırmalar sırasında gündeme gelen soru şu: Bu maddenin yapısı ne? Evrende bu maddenin yapısını anlamak için bakılan nesneler kahverengi cüceler, karadelikler, sönmüş yıldızlar olan beyaz cüceler gibi gök cisimleri. Genel olarak "ağır kompakt hale cisimleri"(MACHO-Massive Astrophysical Compact Halo Objects) olarak adlandırılan bu cisimler Dünya'yla bir yıldız arasına girdiğinde çekim alanları ışığın yolundan sapmasına yol açıyor. Bu sapma çok küçük olduğundan anlamlı bir veri elde etmek için bu gibi milyonlarca yıldızın gözlenmesi gerekiyor. Bazı kuramcılarsa karanlık maddenin, bizim tanıdıklarımızdan farklı egzotik parçacıklardan oluştuğunu düşünüyorlar. Bunlara zayıf etkileşimli kütleli parçacıklar (WIMP-Weakly Interacting Massive Particles) deniyor. Bunların araştırılmasında günümüzde sodyum iyodür (NaI) ışınlam dedektörleri kullanılıyor. Bu dedektörler henüz geçerli bir kanıt elde edemese de bu konuda oldukça büyük ilerlemeler sağladı. Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi, California Üniversitesi, Moskova Teorik ve Deneysel Fizik Enstitüsü ve Torino Üniversitesi'nin yürüttüğü bir çalışma sonucu ZEPLIN adı verilen xenon dedektörleri

Üretilmeye başlandı. İlk geçtiğimiz yılın sonunda çalışmaya başlayan bu dedektörler yardımıyla karanlık



maddenin varlığına ilişkin kanıt elde etme ümitleri güçlendi.

Geleceğin bilimi ve teknolojisi dendiğinde akla gelen şeylerden biri de lazer silahlarıydı. Bilimkurgu filmlerinde gördüğümüz bu silahların yavaş yavaş gerçekleştirildiğini görüyoruz günümüzde. Ya da geliştirilebileceklerine ilişkin ipuçlarına sahibiz. Sözgelimi bugün bilimimiz artık lazer silahları yapabilme aşamasındadır. ABD'nin "Space Based Laser program" adını verdiği projesinde bunun gerçekleşme aşamasında olduğunu görüyoruz. Bu proje ABD hava kuvvetlerinin 1999 yılında resmi olarak başlattığı bir program. Proje kapsamında Dünya'nın yörüngesinde bulunan ve yerden 1200 kilometre yüksekte sabit yörüngelere yerleştirilmiş ve lazer silahları taşıyan 20 uydu bulunuyor. Her biri yaklaşık 1 MW güce sahip olan bu lazerler 4000 km uzaklıktaki bir füzeyi bile yok edebilmek amacıyla tasarlanmış. Bu görevleri sırasında hareket hızlarının da önemli olduğu düşünülerek bu füzeyi 10 saniyeden daha az bir sürede yok etmeleri düşünülmüş. Savunma sistemi olarak düşünülen SBL projesi sayesinde ABD'nin füze saldırılarına karşı daha güvenli olacağını söylüyor uzmanlar. Bu sistem her türlü balistik füze saldırılarını engelliyor. Projeyi yürütme kapsamında üç firma çalışıyor. Bunlar: Boeing, Lockheed-Martin ve TRW firmaları.

Bu sistemin tamamlanıp devreye sokulmasının gerçekleşmesi ancak 2000 yılının bahar aylarında mümkün olacak. Bunun en önemli nedeni SBL projesinin oldukça pahalı bir proje olması. 1999 yılında ABD bütçesini altüst eden bu projeye bu yıl bütçeden daha fazla pay ayrılması



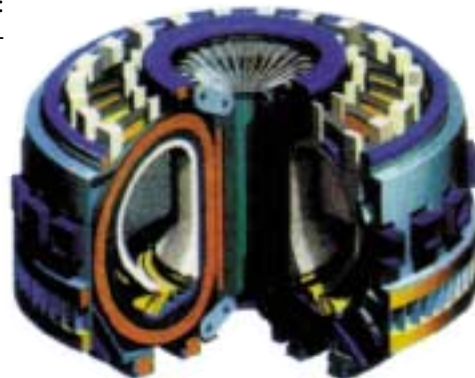
Evrenin büyük bölümünü oluşturan karanlık maddenin varlığını tespit edebilmek için sodyum iyodür ışınım dedektörleri kullanılıyor. ZEPLIN adı verilen xenon dedektörleri ise ortak bir proje.

düşünüyor. Bu kapsamda hükümetin bütçeden uzay teknolojilerine ayırdığı payın 6 yıl içinde % 13'ten % 30'a çıkarılması hedefleniyor.

Silah olarak kullanılması bir yana, lazer teknolojisi günümüzde pek çok alanda kullanılıyor zaten. Kompakt disklerin okunmasından göz cerrahisine, mesafelerin ölçülmesinden haberleşmeye değin birçok alanda lazer kullanılıyor zaten. Bilimkurgu düşkünleri lazer silahlarını bekleyedursun, lazer teknolojisi gelecekte enerji sorununa çözüm olabilir gibi görünüyor. Yüksek enerjili lazer demetleri kullanarak bazı maddeleri uyararak tekniği çok tepkin olan ara maddelerin ortaya çıkmasını sağlamıştı. Kullanılan deneysel düzeneğe oldukça karmaşıktı çünkü ilk lazer darbesiyle uyarılan maddeleri üretmek, ardından 200 femtosaniye ($1\text{fs}=10^{-15}$ saniye) sonra elde edilen maddenin özelliklerini gözlemek mümkündür. Aynı amaç için kullanılan bir diğer yöntem de tokamaktır. Tokamak yüksek enerjili plazmanın muhafaza edilmesi için kullanılan bir tekniktir. Süperiletken kablolar kullanılarak üretilen manyetik alanlarda yıldızların merkezine benzer ortamlar yaratılmıştır. Bugün için hafif çekirdeklerden oluşan bir plazmanın hiçbir yere

dokunmadan tutulmasını ve milyonlarca dereceye kadar ısıtılmasını sağlayan tokamak gibi manyetik hapsedme teknikleri olsun, bir döteryum tabletinin birçok lazer ışını demetine tutulmasıyla sağlanan eylemsizlikle hapsedme olsun henüz deneysel aşamadır ve laboratuvar dışına çıkamamıştır. Yine de bu tekniklerin geliştirilmesiyle elde edilebilecek sistemler gelecekte yeni enerji kaynakları olarak değer kazanabilirler.

Günümüzde geleceğe yönelik bir başka gelişme de, gezegen yüzeylerinde rahatça yol almayı sağlayan ve havada ilerleyen araçlar. Bunlardan birine yakın tarihlerde binerseniz sakın şaşırmayın. Henüz bir prototip olsa da havada ilerleyebilen otomobil üretildi. Bu otomobilin üreticisi olan Paul Moller, küçüklüğünde uçan arabaların düşünür kuran bir çocuktü. Birçok çocuk gibi o da otomobiliyle gökyüzünde dolaştığını, dünyaya tepeden baktığını düşlerdi. Diğer çocuklardan farklı olarak Moller bu düşünüyü gerçekleştirmeyi başardı. 36 yıldır sürdürdüğü bir projenin sonucu olarak prototipini ürettiği otomobili "Sky Car" yerden dikine havalanabiliyor ve gökyüzünde süzülüyor. Formula 1 araçlarını andıran bu otomobilin yanlarında uçuş türbinleri bulunuyor. Saatte 600 kilometreye çıkabilmesi düşünülen bu otomobilde yaklaşık 80 kW'lık gücünde 8 vankel motoru kullanılmış. Arka motorların içinde bulunan jaluzi benzeri bir düzenek sayesinde araca yön verilebiliyor. Bu düzenek motorların sağladığı itmenin ve hava akışının yönünü kontrol ederek bir çeşit direksiyon görevi görüyor. Jaluziye benzer düzeneğin kanatçıkları 45 derecelik bir hareketle eğildiğinde hava çıkışı geriye ya da aşağıya doğru verilebilir. Bu sayede otomobil yolda ilerlerken birden havalanabilir, havada ilerleyebilir ya da havada sabit kalabilir. Otomobilin güçlü sekiz motorundan birinin arızalanması durumunda diğer motorlar aracın havada kalmasını ya da güvenli yere inmesini sağlayacak şekilde tasarlanmışlar. Bununla birlikte daha da acil durumlar olabileceği düşünülerek araca iki de paraşüt yerleştirilmiş. Moller



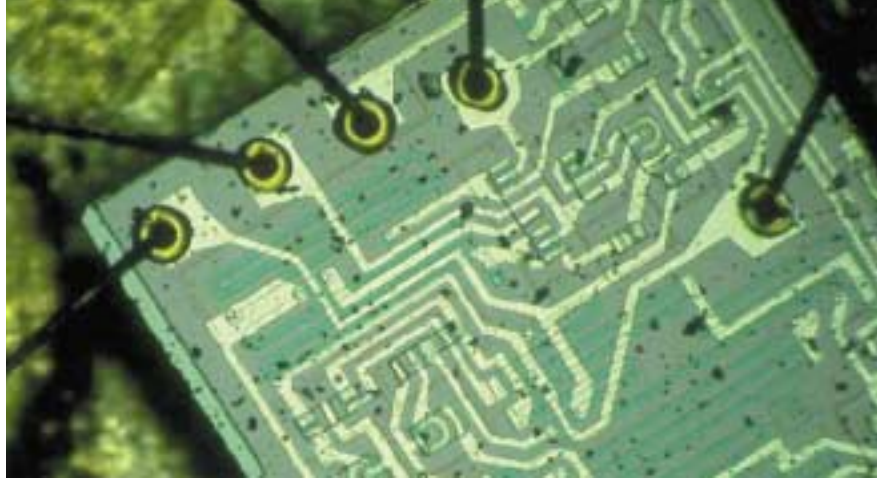
Tokamak, yüksek enerjili plazmanın muhafaza edilmesi için kullanılır. Süperiletken kablolar kullanılarak üretilen manyetik alanlarda, yıldızların merkezine benzer bir ortam yaratılmış olur.

bu buluşunun özellikle trafik yoğunluğunun azaltılması için oldukça yararlı olacağını düşünüyor. Bunun yanı sıra polis teşkilatı da bu aracın işlerini oldukça kolaylaştıracağını ve kamu güvenliği açısından yararlı olacağını belirtiyorlar.

Tıpkı uzay yolculukları örneğinde olduğu gibi, 20. yüzyılda bilimin ve teknolojinin birçok alanında devrimsel nitelikte yenilikler yaşandı. Bunlar çok kısa sürede yaşamımızı köklü değişikliklere uğrattı. Gelecekte bunların çok daha ileri düzeyde olacağını söylemek çok da yanlış olmaz. Sözgelimi bilgisayarların ortaya çıkması ve yaşamın birçok alanında kısa sürede belirleyici olması bu niteliktedir. 2000'e girerken yaşanan dijital kıyamet korkusu bu bağışlılığın en iyi örneği değil midir?

Intel firmasının kurucularından biri olan Gordon Moore, 1965 yılında bilgisayar çiplerinin hızlarının her 18 ayda iki katına çıktığını söylemişti. Bu elbette oldukça hızlı bir ilerlemeydi. Bilgisayar çiplerinin hızlanmasının temel nedeni daha küçük alana daha fazlasının sığdırılabilir olmasıdır. İşin sırrı minyatürleştirmede yatar. Peki gelecekteki makinelerden beklentilerimiz nelerdir? Daha hızlı olmaları mı, daha kullanışlı olmaları mı gerekiyor? Bilim adamlarına sorarsanız bilgisayarların daha hızlı olmaları gerekiyor. Fizikte, özellikle atomaltı dünyada olup bitenler konusundaki resmi netleştirmek için olağanüstü hesap gücü gerekiyor. Atom çekirdeklerinin içindeki proton ve nötronları, hatta bunları oluşturan temel parçacıkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvvetiyle ilgili hesaplar günümüzde bile en hızlı bilgisayarların milyonlarca yıl hesap yapmasını gerektiriyor. Oysa fizikçilerin şimdilik ilkel denebilecek tasarımlar üzerinde çalıştıkları kuantum bilgisayarlar, kuramsal olarak aynı hesaplamayı göz açıp kapayıncaya kadar yapabilecekler.

Sıradan kullanıcılar da daha alçakgönüllü beklentilere sahip. Bilgiye serbestçe ulaşma onlar için daha fazla önem taşıyor. Bu anlamda internet teknolojisinin geleceğini oldukça parlak görebiliriz. 1999 yılının başında internet kullanıcıları 100 milyon kişinin üzerindeydi. İnternetin hızla yayılmasına rağmen hâlâ çok yeni bir bilimsel gelişme olduğunu söyleyebiliriz. Dünya'nın en kalabalık nüfuslu ülkesi



Çin'in de internete girmeye hazırlandığı bu yıl, sanal ağ, insanları birbirine yaklaştıran bir köprü olma görevini sürdürecektir. İnternet sayesinde toplumun bilgiye ulaşımı, bilginin üretilip dağıtılması ve paylaşılması kolaylaşıyor. İnternet teknolojisinde gelecekte daha hızlı bilgi alış-verişinden söz etmek mümkün. Geleneksel bakır telefon kablolarının yerini fiberoptik kablolar aldıkça bu hızlanma artıyor. Fiberoptik kabloların taşıma kapasitelerinin artmasıyla birlikte gelecekte dünya üzerinde çok daha hızlı internet erişimine sahip olunması bekleniyor.

Bu da gelecek yüzyıldan olağanüstü gelişmeler beklememiz için haklı bir neden olarak görülebilir.

Bilimde gelecek yüzyılda olacağı tahmin edilen ya da asla olamayacağı söylenen birçok şey var. Yine de bu sözlerin yalnızca geleceğe yönelik tahminler olduğunu aklımızdan çıkarmalıyız. Geçmiş yüzyılın başlarında ya da 20. yüzyılda yaşanan birçok bilimsel yenilik hakkında içlerinde bilim adamlarının da bulunduğu birçok kişi değişik yorumlarda bulunmuştu. Sözgelimi en büyük mucitlerden biri olan Thomas Edison'un radyo hakkında "Radyo çılgınlığı yakında yok olacaktır." demesi ya da IBM bilgisayar firmasının başkanı Thomas Watson'un dünyada kul-

lanılması gereken bilgisayar sayısının en fazla 5 olduğunu söylemesi akla gelen ilk örneklerdir. Bunun yanında bugün önemli saygınlıkları ve güvenilirlikleri olan New York Times gazetesinin 1911 yılında Marshlıların iki yılda bir kanal inşa ettiğini ileri sürmesi, Science dergisinin 1984 yılında memeli hayvanların kopyalanmasının biyolojik açıdan olanaksız olduğu fikrine sayfalarında yer vermesi de benzer nitelikte şaşan tahminlerdir.

Bugün sahip olduğumuz bilime bakarak gelecekte olabilecekleri bu şekilde görüyoruz. Saydığımız örnekler çoğaltılabilir kolayca. Öte yandan şu da bir gerçek ki bilim her zaman insanlığın ve onun gereksinimlerinin hizmetinde oldu. Gelecek yüzyılın ortaya çıkaracağı sorunları çözmede, meydana getireceği gereksinimleri karşılamada bilimden başka sahip olduğumuz bir şey yok. Sözgelimi, ileride yaşanabilecek enerji krizini, açlık sorununu, aşırı nüfus artışını karşılamak için bilimsel çarelere daha bugünden gereksinim duyulmaktadır. Sorunlara çare bulmak, insanlığı çok daha ileri yaşam standartlarına taşımak bilim adamlarının görevidir. Geleceğin bilimini yaratacak bilim adamları yeni yetişen genç nesiller olacak. Gelecekte bilim ve teknolojinin ne boyutta olacağını anlamak için genç nesillere bakmak yeterli.

Gökhan Tok



Kaynaklar:

- Ball, P., The Speed of Computers, Nature, December 1999
- Butler, D., Computing 2010, Nature, December, 1999
- Goede, W., Keine Utopie Mehr: Das Fliegende Auto, PM Magazine, September, 1999
- Lissauer, J., How common are habitable planets?, Nature, December, 1999
- Smith, N., Spooner, N., The search for dark matter, PhysicsWorld, January, 2000
- Guerre des étoiles, Science&Vic, Octobre, 1999
- <http://www.boeing.com/defence-space/space/delta/delta2/ds1sucs.htm>
- http://science.nasa.gov/newhome/headlines/prop06apr99_2.htm

Sicimlerle Yeni Evrenler

Karanlık bir gecede başımızı gökyüzüne kaldırdığımızda görebildiğimiz, karanlık bir fon üzerinde ısıltılı binlerce küçük noktacık, bunların değişmeyen konumları arasında hayal gücümüzü zorlayarak oluşturduğumuz örüntüler, yani takımyıldızlar ve yazın hayal meyal görebildiğimiz ışıklı bir bulut. Milyarlarca yıldızdan oluşan bir gökadayı, keşke tam tepemizde, tüm sarmal kollarıyla, tüm görkemiyle izleyebilseydik. Ama evrenimiz gene de güzel, gene de engin. Fizikçilerin gördüğü, daha doğrusu görmeye çalıştıkları evrenlerse biraz farklı. Güzellik anlayışları da öyle. Her noktasında, sonsuz küçüklüklerde ayrı ayrı evrenler, birbirine dolanmış, karmaşık, biteviye titreşen sicimler, zarlar, düzgün ya da yamulmuş kürecikler. Birbiri üzerine kıvrılmış yepyeni boyutlar. Tanıdığımız boyutlarla karşılaştırılamayacak, hatta belki hiçbir zaman göremeyeceğimiz kadar küçük, ama bir yıldızı göstermek için kaldırdığımız kolumuzun gene de içinde yol aldığı boyutlar...Bu evrenler biraz hırçın, çalkantılı. Ama bunlar bizim duyularımızla algılayabildiğimiz dört boyutlu evrenimizden daha gerçek. Çünkü bu manzara her yerde aynı. Sonsuz büyüklük ve küçüklüklerde aynı zamanda geçerli, kozmik ve mikroskobik ölçeklerdeki her olayı açıklayan tek bir yasa var. Bu yeni evrenleri gözlerimizle görebilmemiz olanaksız. Ama fizikçiler, gökada boyutunda hızlandırıcılar olmadan da, bu yeni evrenlerin sırlarını heyecan verici bir kuram aracılığıyla çözmenin eşliğinde olduklarını düşünüyorlar.

EVRENİMİZ konusunda ki düşüncelerimiz, neredeyse evrenin genişleme hızına koşut bir hızla gelişiyor. Durağan bir evren düşüncesinden, son derece dinamik, çalkantılı, hızla genişleyen bir evren düşüncesine geldik. Kavrayışımızla ilgili değişiklik, yalnızca boyutla ya da uzay-zamanın dinamiğiyle ilgili değil. Evrenbilimcilerin çoğunu günümüzde uğraştıran tartışma, evrenin içeriği. Görebildiğimiz, yıldızlar, gökadarlar gibi ışıldayan maddenin, artık evrendeki maddenin çok küçük bir bölümünü oluşturduğunu biliyoruz. Maddenin belki de yüzde doksanı, göremediğimiz, karanlık cisimlerden ya da egzotik parçacıklardan oluşuyor. Işıyan ve ısımayan türleriyle bir arada bile madde, evrenin büyüklüğünü ve genişlemesini açıklayamıyor. Kuramcılar, Einstein'ın başta terk ettiği kozmolojik sabit düşüncesini yeniden canlandırarak, evreni dolduran ve kütleçekimin tersi, itici bir etki yapan bir boşluk enerjisi üzerinde duruyorlar. Evrenin yapısı ve geleceği kadar, onu oluşturan madde de fizikçilerin gündeminden çıkmıyor. Kamplardan biri, Standart Model'in boşluklarını doldurmak için umutlarını, maddeye kütle kazandıran Higgs parçacığına bağlamış. Gene bu parçacık aracılığıyla doğadaki temel kuvvetlerin özdeşleştirilebileceğinden umutlu. Kimiyse, bu parçacıkların, çok daha küçük, uzay zamanı dolduran sicimlerin titreşimlerinin bir biçimi olduğunu savunuyor. Evrenle ilgili daha

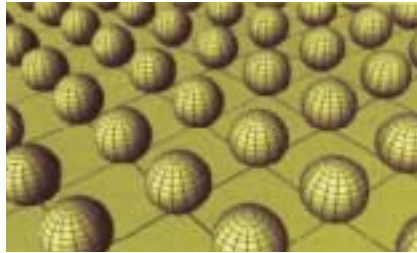
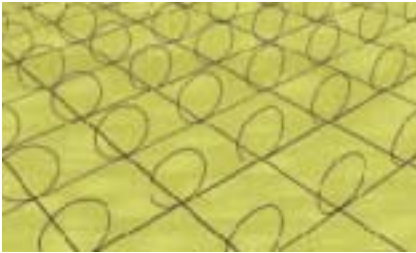
radikal bir önermeyse, evrenin, bizim algıladığımız üç uzay boyutu ve bir zaman boyutuyla varolamayacağı. Çok boyutlu bir evren, fizik dünyasının kapalı son kapılarını da açacak bir anahatar olarak benimsenmiş görünüyor.

Aslında son yıllar, evrenbilimcilerin ve parçacık fizikçilerinin, kütleçekimi araştırmalarında en cüretli önermelerine ve bunlar üzerinde yoğun çalışmalara tanık oldu. Özetle, düşünce, tanıdığımız 3 boyutlu genişleyen evrenimizi, çok daha büyük ölçülerde olabilecek daha fazla boyuttan oluşan bir uzay-zaman içinde gezinen üç boyutlu bir zar olarak tanımlamak. Bu zarlar, beş farklı sicim kuramını birleştiren ve 10 yerine 11 boyutlu bir evren resmi ortaya koyan M-kuramının öngördüğü, üç boyutlu topakçıklar. Düşüncenin tutarlı olup olmadığı konusu henüz havada. Ancak sicim kuramındaki göz alıcı ilerlemeler, bir zamanlar deli saçması sayılabilecek düşünceleri son derece doğallaştırıyor.

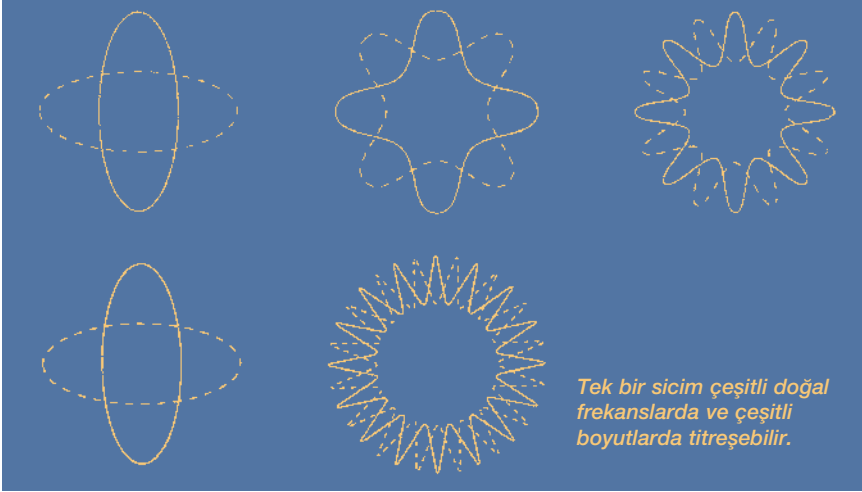
Uzay-zamanın fazladan uzay boyutları olduğu düşüncesi, neredeyse Einstein'ın görelilik kuramı kadar eski. İlk olarak, Königsberg Üniversitesi'nde Polonya asıllı bir Alman matematikçi, Thomas Kaluza, evrenimizin, Einstein'ın önerdiği 3 uzay ve bir zaman boyutundan daha fazla boyuttan oluşabileceğini düşündü. Kaluza'ya göre, bildiğimiz uzay boyutlarının farkındayız, çünkü bunlar büyük ölçekli. Ancak, nasıl çok uzaktan izlediğimiz bir çamaşır ipi yalnızca bir çizgi (tek boyutlu) görünüp, silindirik biçimini,



(bükülmüş ikinci boyutunu) bizden saklıyorsa, Thomas Kaluza, bu ek boyutların da uzay-zamanın her noktasında bükülmüş biçimde, bizim algılayamayacağımız küçüklüklerde bulunabileceğini önerdi. Einstein, genel göreliliği, üç uzay ve bir zaman boyutunun oluşturduğu bir evreni betimlemek için geliştirmişti. Ancak geliştirdiği denklemlerin matematiksel biçimselliği genişletilerek daha çok boyutlu evrenler için de benzer denklemler yazılabiliyordu. Thomas Kaluza, 1919 yılında bu denklemleri beş boyutlu (fazladan bir uzay boyutlu) evrene uyguladığında, ek boyut nedeniyle yeni bir dizi denklem ortaya çıktı. Kaluza bu denklemleri incelediğinde, bunların James Clerck Maxwell'in 1880'lerde elektromanyetik kuvveti betimlemek için yazdığı denklemlerden başka bir şey olmadığını gördü. Yalnızca bir boyut eklemekle Kaluza, Einstein'ın kütleçekim kuramını, Maxwell'in ışık kuramıyla birleştirmiş oluyordu. Kaluza, bu düşüncesini hemen Einstein'a bir mektupla bildirdi. Einstein, 21 Nisan'da yolladığı yanıtında, önermenin kendisini çok heyecanlandığını belirtti. Ancak bir hafta sonra, "çürütülecek bir yan görememekle birlikte, ileri sürülen argümanların yeterince doyurucu olmadığını" söyledi. Büyük usta, iki yıl sonra düşüncesini değiştirerek, Kaluza'ya yazdığı yeni bir mektupta, makaleyi akademiye sunmaya hazır olduğunu bildirdi. 1926 yılındaysa İsveçli matematikçi Oskar Klein, Kaluza'nın modeline o sıralarda yeni yeni gelişmekte



Süpersimetri ve sicim kuramları, tanıdığımız büyük ölçekli üç uzay boyutunun dışında, küçük, kıvrılmış boyutlar öngörüyor. Bunlara örnek, tek fazladan boyut (sol üst) ile iki fazladan boyut (sağ üst ve sağ alt) ve 6 fazladan boyut (sağ alt).



olan kuantum mekaniğinden öğeler kattı ve böylece model Kaluza-Klein kuramı adıyla anılmaya başlandı.

Ancak fizik dünyasındaki heyecan, ilk deneylerle birlikte söndü. Denklemlere elektron katıldığında, kuramın bu temel parçacığın kütlesi ve elektrik yüküyle ilgili önermeleri, deney verileriyle büyük ölçüde çelişiyordu. Bu kuramla fazla yol alamayacaklarını düşünen fizikçiler, kütleçekimini bir yana bırakarak, elektromanyetik kuvvetle, daha sonra keşfedilen şiddetli ve zayıf çekirdek kuvvetlerinin mikrodünyasını araştırmaya başladılar. Bu dünyadaki etkileşimlerin kuramsal temelini oluşturan kuantum mekaniğinin başarılı öngörülleri, her seferinde deneylerle doğrulandıkça, mikrodünyanın sırları büyük ölçüde çözüldü ve parçacıkların etkileşimlerini betimleyen Standart Model 1980'li yılların başlarına kadar olgunlaştı. Bu arada kuramcılar, elektromanyetik kuvvetle, zayıf çekirdek kuvvetinin özdeş olduğunu kanıtlandılar. Modeldeki boşlukların doldurulmasının ancak bir zaman ve yeterli enerjide yeni parçacık hızlandırıcılarının devreye girmesi sorunu olduğu sonucuna varan kuramsal fizikçiler, yeniden gözlerini kütleçekimine ve Kaluza-Klein kuramına çevirdiler. Çünkü baştaki deneysel uyumsuzluğa karşın modelin temel düşüncesi, kütleçekimsel etkileşimi, elektromanyetik ve zayıf çekirdek kuvvetlerinin özdeşleşmiş biçimi olan "elektrozayıf" etkileşim ve atom çekirdeği içindeki parçacıkları birbirine

bağlayan şiddetli etkileşimle özdeş-tirmek için günümüzde yürütülen tüm çabalara damgasını vuruyor. Bunlara örnek, elektrozayıf ve şiddetli etkileşimleri betimleyen Yang-Mills kuramları. Bunlara ek olarak süpersimetri denen ve bozon ve fermiyon sınıfından parçacıklar arasında bir simetriyle de birleşince bu modeller, kuantum mekaniğiyle de tutarlı olan bir kütleçekim kuramı oluşturuyorlar. Evrendeki tüm olaylar için geçerli olacağı varsayıldığı için "Her Şeyin Kuramı" (Theory of Everything – TOE) diye adlandırılan modeller içinde en popüler olan süpersicim kuramı da bunlar ara-

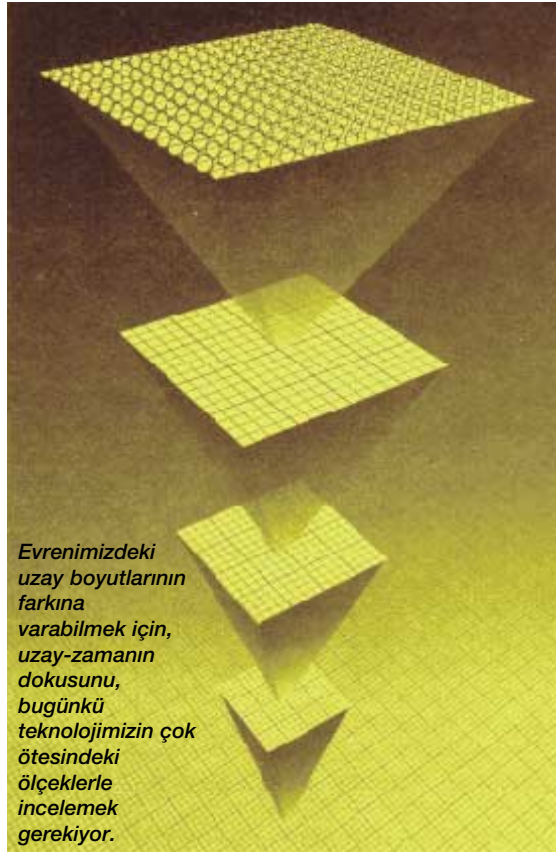
sında. ABD'nin Columbia Üniversitesi fizikçilerinden Brian Greene, "Zarif Evren" (The Elegant Universe) adlı kitabında, kuramın ayrıntılı bir betimlemesini yapıyor.

Adının da çağrıştırdığı gibi süpersicim kuramı, parçacık fiziğinde alışageldiğimiz nokta gibi ya da "sıfır boyutlu" varlıkların yerine tek uzay boyutlu uzamış cisimleri betimliyor. Ancak sicimlerin çok kısa olacağı varsayımından hareketle sicim kuramları, yüksek enerji fiziğinin alışılmış nokta parçacık modellerini yeniden üretiyorlar.

Kuram, temel etkileşimler ve bunların aracı parçacıkları için alıştığımızdan çok farklı, radikal bir resim çiziyor. Standart Model'de temel parçacıklar ve kuvvet taşıyıcı bozonlar, çeşitli kütlelerde "nokta-parçacıklar" olarak betimleniyor. Bu model içindeki TOE yaklaşımları da fazla boyutlar öngörüyor; ama parçacıklar arasındaki büyük kütle farkları, temel doğa kuvvetlerini özdeşleştirmek için gerekli simetriyi zorluyor.

Süpersicim kuramına göreyse, evrenimiz uzay-zamanda sürekli titreşen çok küçük uzamış cisimlerden oluşuyor. Bu titreşimler, tıpkı bir gitar telinin belirli bir düzende (doğal frekanslarında) titreşmesinin değişik notalar üretmesi gibi, değişik "parçacıklara", bunların kütlelerine, elektrik yükleri vb. gibi özelliklerine karşılık geliyor.

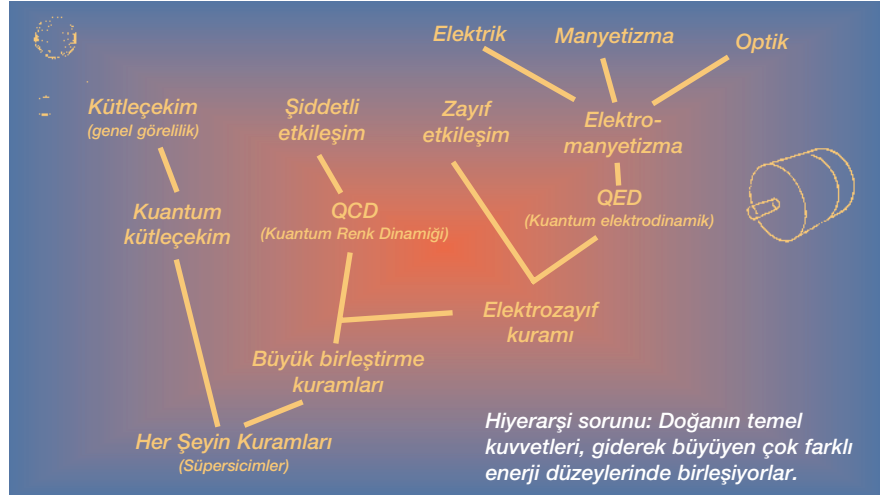
Ancak, sicimin üzerindeki gerilim, bir gitar telinin üzerindeki gerilimle karşılaştırılamayacak kadar büyük. Peki ne kadar büyük? Bir sicimin enerjisi, bir gitar ya da piyano telinde olduğu gibi titreşiminin şiddetine bağlı. Sicim kuramcıları Joel Scherk ve John Schwarz, bunu ilginç bir yolla hesaplamışlar. Bir sicimin, "sıfır kütleli" olarak tanımlanan ve kütleçekim kuvvetini iletmediği varsayılan graviton modu için titreşimiyle taşıdığı kuvvetin, sicimin gerilimiyle ters orantılı olduğunu buldular. Graviton'un taşıdığı kütleçekimi, uzak erimli olmasına karşın son derece zayıf bir kuvvet. Bu durumda, gerilim çok büyük olmalı. Gerçekten de yapılan hesaplara göre bir sicimin graviton modunda titreşme-



si için gereken gerginlik, 10^{39} ton. Kuramcılar bunu "Planck gerilimi" olarak adlandırıyorlar. Bu muazzam gerilimin de önemli üç sonucu oluyor: Birincisi, sicimlerin biçimiyle ilgili. Sicimler, gitar teli gibi iki ucundan sabit bir yere bağlanarak gerilmiş değiller. Uzay-zamanda serbest biçimde bulunduklarından bu muazzam gerilim, onların kendi üstlerine doğru bükülerek son derece küçük halkalar haline gelmelerine yol açıyor.

İkinci sonuç, sicimlerin enerjisiyle ilgili. Olağanüstü gerilim nedeniyle bir sicimin enerjisi de olağanüstü büyük. Einstein'ın ünlü denklemine göre aslında enerjiyle kütle özdeş olduğundan, bu durumda farklı frekanslara karşılık gelen "parçacık kütleleri" de çok büyük olmalı. Bu durumda, minimum sicim enerjisi olan Planck enerjisini, minimum kütleyle çevirdiğinizde, protonun 10^{19} katı bir kütle elde ediyorsunuz ki, bu, havada uçan bir toz zerreciği, ya da bir araya gelmiş bir milyon bakteri kadar bir şey. Üstelik evrendeki tüm parçacıklar, bu "minimum kütle"nin tam sayı katlarından oluşuyor. Peki bu durumda sicim kuramı, Standart Model'de bulunan ve kütleleri deneylerle doğrulanmış olan temel parçacık kütleleriyle nasıl bağdaşır? Şöyle: Kuantum mekaniğinin ünlü belirsizlik ilkesi uyarınca, uzay-zamanda hiçbir cisim tam olarak hareketsiz bulunamaz. Bu "kuantum titreşimler", sicimler için de geçerli. İşte bu titreşimlerdeki farklı büyüklükler, birbirlerini yok edebiliyor. Üstelik kuantum mekaniği, sicimlerin kuantum titreşimlerinin enerjisinin negatif olmasını gerekli kılıyor. Bu negatif enerji de, sicimlerin toplam enerjisinin, aşağı yukarı Planck enerjisi kadar bir bölümünü yok ediyor ve artakalan enerji de Standart Model'deki parçacıkların özelliklerini oluşturuyor.

Sicimlerin geriliminin yarattığı üçüncü sonuç, sonsuz çeşitlilikte titreşim biçimi olabileceği. Bunun da ussal sonucu, sonsuz çeşitlilikte "parçacık" olması gerektiği. Oysa Standart Model'deki parçacık envanteri oldukça sınırlı. Sicim kuramı bu durumu şöyle açıklıyor: Sicimin



olağanüstü gerilimi, yalnızca birkaç dışında, titreşimlere karşılık gelen parçacıkların son derece ağır olmasını gerektiriyor. Geriye kalan birkaç hafif parçaysa en zayıf titreşimlere karşılık gelen ve enerjilerinin çoğu az önce gördüğümüz nedenle yok olmuş parçalar. Çoğunluğu oluşturan ağır parçacıklardan söz ederken, Planck külesinden daha ağır parçacıklar kastediliyor. Ancak bunların saptanabilmesi için günümüzdeki parçacık hızlandırıcılarının erişebildiğinden 1 katrilyon kat daha yüksek enerji düzeyleri gerekli. Kuramcılar, bu düzeylerin evreni oluşturan Büyük Patlama'dan hemen

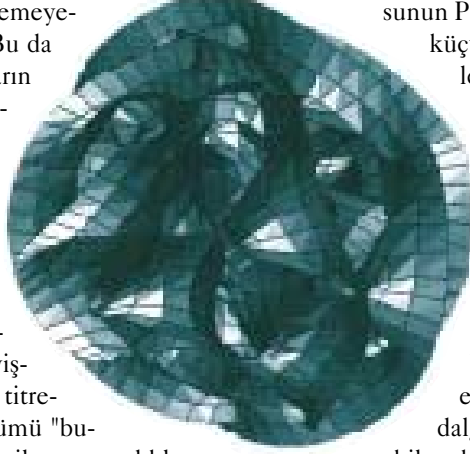
sonra, saniyenin çok küçük kesirlerinde varolmuş muazzam sıcaklıklarda oluştuğuna ve bu parçacıklardan çok sayıda ortaya çıktığına inanıyorlar. Ancak evren hızla genişleyip soğudukça, bu ağır ve kararsız parçacıkların gittikçe bozunarak en sonunda bizim tanıdığımız, görece hafif parçacıkları oluşturduğu düşünülüyor.

Sicim kuramının önemli bir savı da, elektrozayıf ve şiddetli etkileşimlerle, kütleçekimini, nokta parçacık modellerinin yapamayacağı bir biçimde birleştirerek, Her Şeyin Kuramı'nı gerçekleştirmek. Nokta parçacıklarla bu hedefin gerçekleştirilememesinin nedeni şu: Kütleçekimini açıklayan genel görelilik, düzenli bir biçimde bükülmüş bir evren geometrisini temel alıyor. Oysa mikrodünyadaki etkileşimleri betimleyen kuantum mekaniği, uzay-zamanda, gözlem ölçeği küçüldükçe şiddeti giderek artan kuantum dalgalanmalarıyla dolu bir evren öngörüyor. Planck ölçeğinin altına inildiğinde bu dalgalanmaların, çalkantıların şiddeti öylesine artıyor ki, uzay-zaman düzgünlüğünü yitiriyor ve genel görelilik kuramı geçerli olmaktan çıkıyor. Sicimlerin noktacık yerine uzay boyutlu olmaları, bu engelin aşılmasını sağlıyor. Nedeni, sicimin uzunluğunun, bu çalkantılı görüntüyü "bulandırması."

Atomaltı dünyada bir parçacığın niteliklerini öğrenmenin yolu, başka bir parçacığı bir sonda gibi ona çarptırarak özelliklerini incelemek. Ancak kuantum mekaniği bir parçacığın aynı anda hem momentumunun hem de konu-



munun belirlenemeyeceğini öngörür. Bu da sonda parçacıkların yapacağı ölçümlerde bir hata payı oluşturur. Bu hata payının sınırını belirleyense, bir parçacığın kuantum dalga boyu. Bir başka deyişle bir parçacığın titreşimi, yaptığı ölçümü "bulanıdırıyor". Fizikçiler, araştırdıkları parçacıklarla ilgili olarak daha duyarlı bilgiler almak için sonda olarak kullandıkları parçacıkların enerjisini arttırıyorlar. Böylece kuantum dalga boyu kısalıyor, ölçümdeki belirsizlik eşiği de daralmış oluyor. Ancak bu, kuantum mekaniğinin nokta parçacık yorumu için geçerli. Sicimlerinse boyutlu olması, burada önemli bir fark ortaya çıkarıyor. Mantığa da uygun olarak sicimler, kendi boylarından daha küçük bölgeleri tarayamıyorlar. 1988 yılında fizikçiler, sicimlerle ilgili olarak yaptıkları hesaplarda, enerjileri arttıkça bunların, nokta parçacıklar gibi daha duyarlı taramalar yapamadığını fark ettiler. Enerjisi artan bir sicim, gerçekten de önce daha küçük yapıları da incelemeye başlıyor. Ancak bir sicimin enerjisini, Planck uzunluğunun incelenmesi için gereken düzeyin üstüne çıkardığınızda, inceleme duyarlılığı artık artmıyor. Tersine, sicim "büyümeye" başlıyor. Kuramcılarına göre, sicimleri nokta parçacıklara göre farklı ve üstün kılan şey, iki ayrı bulanıklık özelliklerinin olması. Birinin kaynağı, nokta parçacıklarda olduğu gibi kuantum titreşimler, yani kuantum dalga boyu. Bunun üstüne sicimin bir de kendi boyutunun sağladığı ek bir bulanırması var. Sicimlerin normal boyutu, Planck uzunluğu kadar. Planck uzunluğunun altındaki ölçeklerdeki evrende neler olduğunu aramak için sicimin enerjisini yükselttiğinizde, dalga boyunu ve bunun sağladığı bulanıklığı azaltabiliyorsunuz. Ama enerji arttıkça, bir yandan da sicim büyümeye başlıyor. Dolayısıyla ne yaparsanız yapın, bir sicimle Planck uzunluğunun altındaki ölçekteki evreni araştırmanız olanaksız. Oysa, genel görelilikle, kuantum mekaniği arasındaki uyumsuzluk, uzayın doku-



sunun Planck uzunluğundan küçük ölçekteki özelliklerinden kaynaklanıyor. Ama eğer evreni oluşturan temel madde, Planck ölçeği altındaki uzunlukları göremiyorsa, ne o, ne de ondan yapılmış herhangi bir şey, çok kısa erimli yıkıcı kuantum dalgalanmalarından etkilenemez.

Gelelim yine boyutlara. Doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirmek için fazladan boyutlara gereksinim olduğunu ve bu boyutların, bizim tüm algılama teknolojinin ötesindeki küçükliklerde kıvrılmış olarak bulunduğunu gördük. Nasıl bizim tanıdığımız üç uzay boyutu (ileri-geri, sağ-sol, üst-alt) uzayın her noktasında varsa ve zaman boyutuyla birleşerek bizim referans çerçevimizi oluşturuyorsa, bu fazladan boyutlar da gene uzayın her noktasında bulunuyor. Kaluza'nın modeli, bir fazla boyuttan yola çıkarak, kütleçekimiyle elektromanyetizmayı özdeşleştirmeye yönelik bir çabaydı. Gene gördük ki, modelin matematiği, deneylerle örtüşmedi. Bunun üzerine kuramsal çalışmalar, birden daha fazla ek boyutlar üzerinde yoğunlaştı. Fazladan her boyutun oluşturabildiği değişik geometriler ortaya çıktı. Ancak ortaya bir de sorun çıktı: Kuantum mekaniğine göre bir olayın gerçekleşme olasılığının "0" ile "1" arasında bir yerde bulunması gerekirken, ek boyutlu bazı modellerde olasılık hesapları negatif çıkıyordu. Sonunda fizikçiler dokuz uzay boyutlu bir evrende bu olumsuz sonuçların ortadan kalktığını fark ettiler. Bu nedenle ötedenberi, süpersicim kuramlarının ancak 10 boyutlu uzay zamanlarda geçerli olabileceği düşünül-

lüyordu. Bu boyutlardan dokuzu uzaysal boyutlar, biriyse zaman boyutu. Gene süpersicim kuramına göre, tanıdığımız büyük ölçekli üç boyutun dışındaki altı küçük uzay boyutu, birbirlerinin üzerine bükülmüş biçimde tanıdığımız boyutlara yapışık olarak her noktada bulunuyorlar. Uzay-zamanda titreşip duran sicimler, tanıdığımız üç boyutun yanı sıra, bu altı ek boyut içinde de titreştiğinden, nasıl bir müzik aletinin içinden geçen hava, aletin iç yapısındaki kanallardan geçip engellere çarparak sonuçta bir ses oluşturuyorsa, boyutların birbiri üzerine bükülü yapısı da titreşimlerin biçimini ve dolayısıyla da bunlara karşılık gelen nokta parçacıkların özelliklerini belirliyor. Ek boyutlar çok çeşitli yapılar alabiliyor. Kimi tek delikli çörek biçimli, kimi ikili ya da üç delikli çörekler, ya da çok daha fazla delikli yapılar biçiminde oluşabiliyor. Delik sayısı, 480'e kadar çıkabiliyor. Sicim kuramı, bu geometrilerin, daha doğrusu şekillerdeki delik sayısının, Standart Model'de, birbirlerine çok yakın özellikler taşıyan parçacıkların oluşturduğu "aile"leri ya da "nesilleri" belirlediği iddiasında.

Bu sarılmış altı boyutun çok çeşitli geometrilerine, bu karmaşık biçimleri hesaplayan matematikçiler olan Pennsylvania Üniversitesi'nden Eugenio Calabi ile, Harvard Üniversitesi'nden Shing-Tung Yau'nun onuruna Calabi-Yau Uzayları, Calabi-Yau Şekilleri, ya da Calabi-Yau manifoldları deniyor. Uzay zaman içinde hareket eden her şey, bizim tanıdığımız üç boyutun içinden geçtiği gibi, aynı anda bu ek altı boyutun oluşturduğu kapalı yüzeyin içinden de geçiyor. Örneğin en basit biçimlerinden biri, "8" biçimli bir çöreğin daha yüksek boyutlu bir benzeri sayılabilecek bu manifoldun, $R_{Calabi-Yau}$ denen bir ölçeği var. Fazladan boyutları deneysel olarak izleme yeteneğimizle çelişmesin diye bu ölçeğin son derece küçük olduğu varsayılmış. 10^{-33} cm olarak kabul edilmiş bu ölçek, kütleçekimin kuantum kuramındaki Planck uzunluğuna eşit. Bu da, elektrozayıf parçacık fiziği deneylerinde incelenmiş en küçük uzunluk olan 10^{-17} cm'den (santimetrenin yüz katrilyonda biri) çok daha küçük bir ölçek.

Şimdiye değin, evrende Hubble Yarıçapı (10^{28} cm ya da yaklaşık 10 milyar ışık yılı) içindeki gözlemleri, evren daha

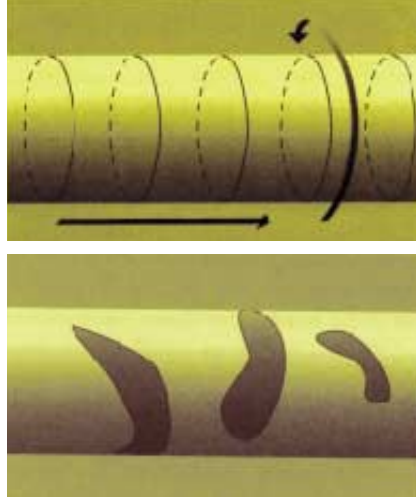


Calabi-Yau şekillerindeki deliklerin sayısı, "parçacık"ların özelliklerini belirliyor.

yalnızca birkaç Planck uzunluğundayken geçerli olan özellikleriyle açıklamak isteyen evrenbilimciler, sicim kuramını ya tümüyle dikkate almadılar, ya da kuramla gözlemleri bağdaştıramadılar. Böyle olunca da Calabi-Yau modeli, olgusal parçacık fizikçileriyle Büyük Patlama evrenbilimcilerin dünya görüşlerinin çerçevesi dışında kaldı.

Ancak son zamanlarda işler biraz değişmeye başladı. Parçacık fiziğinin "hiyerarşi sorunu" ile ilgili yeni yeni düşünceler ortaya çıktı. Bu sorun, elektrozayıf etkileşimlerin ölçeği (10^{-17} cm) ile, Büyük Birleşme (Grand Unified Theory – GUT) ölçeği (10^{-28} cm) arasındaki uyumsuzluk. Kuantum mekaniğindeki belirsizlik ilkesine göre incelemek istediğiniz ölçek ne kadar küçükse, kullanmanız gereken enerji de o ölçüde büyük. Bu durumda küçük Planck ölçeğini inceleyebilmek için gerekli enerji, 10^{19} GeV. Yani 10 milyar kere milyar kere milyar elektronvolt!..Bu, günümüzdeki hızlandırıcılarda elde edilebilen enerji düzeylerinden 100 trilyon kat fazla. Böylesine muazzam enerjileri oluşturacak parçacık hızlandırıcıları da elbette o ölçüde görkemli olacak. Bazı fizikçiler, böyle bir hızlandırıcının, gökadamız boyutlarında olması gerektiğini hesaplıyorlar. Kimilerine göreyse, bu iş için evren genişliğinde bir parçacık hızlandırıcısı gerekli. Açık ki, ne Büyük Patlama'nın ilk anlarında varolabilmiş böylesine enerji düzeylerine, ne de gökada büyüklüğünde hızlandırıcılara sahip olabileceğiz. Bu durumda mikrodünyanın sırları, sır olarak kalmaya mahkum mu? Sicim kuramı, kanıttan yoksun mu kalacak? Doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesi, Her Şeyin Kuramı, birer fantezi olarak mı kalacak?

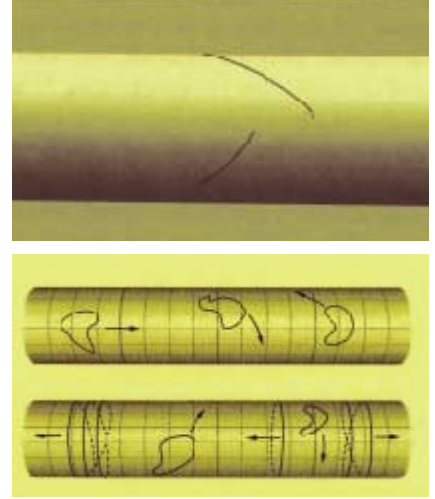
Galiba değil... Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de görevli fizikçiler, yürüttükleri kuramsal çalışmalarda, elektrozayıf ve şiddetli kuvvetlerin, 10^{16} GeV enerji düzeyinde de



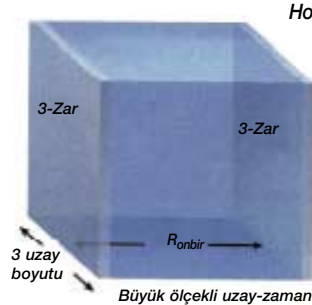
Sicimler, boyutlar üzerindeki konumlarına göre farklı biçimler alabiliyorlar: Tek boyutlu, iki ya da daha çok boyutlu, açık ya da halka biçimli olabiliyor.

birleşebileceğini gösterdiler. Hatta aynı kuramcılara göre biraz daha zorlanınca, büyük birleştirme 1TeV (trilyon elektronvolt) gibi, günümüz parçacık hızlandırıcılarının erişmek üzere oldukları bir enerji düzeyinde de gerçekleşebilir. O halde bu kuvvetlerin özdeşleştirilmesini sağlayacak süper parçacık eşleri de tünelin ucunda. Bunun için de, CERN fizikçilerine göre tanıdıklarımızın dışında bir beşinci boyut bile yeterli. Ancak bunun için süpersicim kuramını da biraz zorlamak gerekiyor. Hatırlanacağı gibi kuram, fazladan boyutları Planck ölçeği büyüklüklerinde betimliyor. Oysa beşinci boyut 10^{33} (Planck) ölçeğinde değil de, çok daha büyük, örneğin 10^{17} cm ölçeğinde olursa, mikrodünyadaki kuvvetlerin büyük birleşmesi gerçekleşiyor.

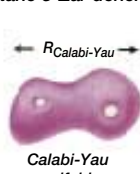
Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Nima Arkani-Hamed ve Savas Dimopoulos ile, İtalya'nın Trieste kentindeki Abdus Salam Uluslararası Kuramsal Fizik Merkezi'nden Gia Dvali, daha da radikal bir düşünce ortaya atıyor. Bu kuramcılara göre beşinci boyutun ölçeği, bir milimetre bile olabilir. Bu, bırakın hızlandırıcılardaki dedektörlerin, çıplak gözün bile görebileceği bir ölçek!.. Üç kuramcının bu



iddialı önermeye ulaştıran hedef, "hiyerarşi sorunu"nu çözmekti. Yani elektrozayıf birleşmenin düşük enerjisi (100 GeV) ile, öteki birleştirme düzeyleri arasındaki uçurumu kaldırmayı hedefliyorlardı. Araştırmacılar, zayıf kütleçekimin öteki kuvvetleri kadar güçlendiği (özdeşleştiği) Planck ölçeğinin, elektrozayıf ölçeğine (100 GeV) indirilmesiyle sorunun çözülebileceğini düşündüler. Ancak bunun için iki ya da daha fazla ek boyut gerekiyordu. Bu boyutların ölçekleriye bir milimetrenin biraz altında olmalıydı. Böylesine büyük boyutları algılayamıyor olmamızıysa, aynı kuramcılar, bunların yalnızca kütleçekimince algılanmasıyla açıklıyorlardı. Arkani-Hamed ve arkadaşlarının önerdiği mekanizma şöyle işliyor: Kuantum mekaniğine göre temel parçacıklar, aynı zamanda birer dalga gibi davranabiliyor. Bu parçacıklar, uzay zamandaki ek boyutların içinden geçerken de, sicimler, birbirleri üzerine kıvrılmış küçük ek uzay boyutları içinden geçerken, bu parçacıklara karşılık gelen dalgalar, boyutların kıvrımları içinden geçerken bir takım yankılara yol açıyorlar. Kaluza-Klein ya da kısaca KK durumları denen bu yankılar da bize yeni parçacıklar gibi görünüyor. Arkani-Hamed ve arkadaşları, düşüncelerini işte bu Kaluza-Klein yankılarına bağlıyorlar. Kuramcılara göre kütleçekiminin taşıyıcı parçacığı olan gravitonun KK yankıları, normal olarak "0" kütleli bu parçacığı 100 mikrometrenin (1 mikrometre=metrenin milyonda biri) milyonlarca kat kuvvetlendiriyor ve hatta itici hale getiriyor. Stanford üniversitesinde bu öner-



Horava ile Witten'in 11 boyutlu uzay-zamanı. Altı boyut kıvrılarak bir Calabi-Yau manifoldu oluşturuyor. Bu topağın ölçeği, karakteristik $R_{Calabi-Yau}$ ölçeği. Geri kalan 4 uzay boyutuyysa, iki tane 3-Zar denen üç boyutlu ayna yüzeyi içeriyor.



Soldaki 3-Zarın her noktasıyla ilintili olacak bir Calabi-Yau manifoldu (sağda) bulunuyor. Yeni gelişmeler, R_{onbir} uzaklığının 1 mm kadar büyük olabileceğini gösteriyor. Alternatif bir kurama göreyse evren, sonsuz büyüklükte bir uzayda gezinen tek bir 3-Zar içerebilir.

meyi sınavacak deneyler için çalışmalar yürütülüyor.

1996 yılında Edward Witten, bazı açık sicim kuramlarında, ek (11.) bir boyutun, sicim ölçeğini 10^{16} GeV (yalnızca elektrozayıf ve şiddetli kuvvetler için olan) enerji düzeyine indirebileceğini söyledi. Fermilab'dan Joseph Lykken ise, sicim (Her Şetin Kuramı) enerji ölçeğinin, 1 TeV düzeyine indirilebileceğini önerdi. Evreni her ölçekte açıklayabilecek tek bir kural elde etme dürtüsü öylesine güçlü ki, henüz bırakın yeterli deney araçlarını, yeterli bir matematiği bile bulunmayan kuramlarda biraz düşünce cambazlığı kaçınılmaz oluyor. CERN'den Keith Dienes'e göre ek boyutlardan bir-ikisi, büyük birleştirme enerji düzeyini, geriye kalanlar da (1 mm'ye kadar olan ve yalnızca kütleçekiminin gördüğü boyutlar) Planck ölçeğini düşürmek için kullanılabilir!..

Özetle, bu yeni düşüncelere göre boyutların küçülmüş ölçekleri çok daha büyük olabilir. Ayrıca bu yeni öneriler, geçerli kozmolojik düşüncelerimizin de radikal biçimde gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koyuyorlar.

Bu arada sicim kuramında şiddetli-zayıf birleşme dualiteleriyle ilgili başka kuramsal ilerlemeler de kuantum Yang-Mills kuramıyla ilgili anlayışta da büyük ilerlemeler sağladı. Dualitelerin gerisindeki temel düşünce, görünürde tümüyle farklı iki kuramın (örneğin farklı boyut sayıları üzerinde geliştirilmiş), aslında aynı olmasa bile birbirleriyle yakından ilintili olabilmesi.

California Üniversitesi (Santa Barbara) kuramsal fizikçilerinden Joe

Polchinski, bu dualitelerden yararlanarak, 1995 yılına kadar yalnızca zayıf etkileşimler için önerilen sicim modelini, şiddetli etkileşimler için de kullanılabilir olacak yararlı bir araç haline getirdi. Bunun aracı da, gene kendisi tarafından 1989 yılında betimlenen D-zarları. Bunlar, değişken özellikli nesneler. Bazı D-zarları tek boyutlu, sicim biçimli olurken, ötekiler, iki, üç ya da daha çok boyutlu olabiliyor. Polchinski, D-zarlarının genel tanımını, "bir yüzey üzerinde sona eren sicimler" olarak veriyor ve daha iyi anlaşılması için bir masa ve ona bitişen ayaklarını örnek gösteriyor. D-zarların özelliği, ikisinin yan yana geldiklerinde aralarındaki elektromanyetik itimle, kütleçekiminin birbirlerini götürmesi. Böylece bu zarlar, kuramsal olarak birbirleri üzerine eklene eklene istenen boyutta yapılar elde edilebiliyor. Yani çok-boyutlu D-zarlarını, çok boyutlu küçülmüş uzayların (Calabi-Yau şekilleri) üzerine dolayabiliyorsunuz. Ve bunları yeterli sayıda ve doğru biçimde üst üste koyarak muazzam yapılar elde edebiliyorsunuz. Bu (lego) yapılar, büyük ölçeklerde, bir kara deliğin muazzam çekim gücüne de sahip olabiliyor. Yani salt sicimlerle yapıldığı halde genel görelilikçe betimlenen kütleçekiminin özelliklerini sergileyen yapılar...

Petr Horava ve Edward Witten de, dualiteler yardımıyla 10-boyutlu Calabi-Yau modeliyle, yukarıda sözedilen 11 boyutlu uzay-zaman arasındaki ilintiyi ortaya koymayı başardılar. Yaptıkları, 11. bir yön eklemek. Bu doğrultu üzerinde ayna yüzeyler (R_{onbir} eşit uzaklığında diziliyor. R_{onbir} $R_{Calabi-Yau}$ en

az bin kat ve belki de çok daha büyük. Eğer 6 boyutlu küçük Calabi-Yau manifoldunu dikkate almazsak, artakalan beş boyutlu uzay-zaman iki tane düz ayna yüzey içeriyor ve Kaluza ile Klein'in düşüncelerini büyük ölçüde yansıtıyor. Aslında her ayna yüzey statik, üç boyutlu bir zar. Bunlardan birisi bizim evrenimiz, ötekiyse bazı fenomenologların "gizli sektör" diye adlandırdıkları, gene maddeden oluşan ama bizim evrenimizle yalnızca zayıf biçimde, o da genel olarak kütleçekimsel kuvvetlerle etkileşen bir evren.

Son sıralarda ortaya atılan daha da radikal bir önermeye, küçülmüş boyutlar varsayımının tümüyle terk edilebileceği düşüncü yeniden canlandırılan Randall ve Sundrum'dan geliyor. İki fizikçi, evrenimizin, sonsuz büyüklükte bir uzay zaman içinde gezinen yalıtılmış bir 3-zar olarak tasarlanması gerektiğini söylüyorlar. Gerçi Randall ve Sundrum'un beş boyutlu evreninin gene de karakteristik yarıçaplı küçük bir eğriliği var, ama bu evren dört uzay boyutunda da sonsuz. Bizim yapılı olduğumuz maddeyse, bir tele dizilmiş boncuklar gibi 3-zar üzerinde bulunuyor. Kütleçekimi, tüm boyutlarda etkili. Ancak Randall ve Sundrum'un başarılarından biri, kütleçekiminin bizim üç boyutlu evrenimizde doğru biçimde davranabildiğini göstermiş olmak. Bu iki fizikçinin çalışmalarından önce hiç kimse, böyle bir modelin, Newton'un kütleçekim için geliştirdiği ters kare yasasıyla tutarlılık göstereceğine inanmıyordu. Ancak Randall ve Sundrum artık bu konudaki kuşkuları büyük ölçüde gidermiş görünüyorlar.

Tümüyle doyurucu bir evrenbilim için daha yapılması gereken çok şey var. Ancak gerek Randall ve Sundrum, gerekse de halen bu alanda çalışmakta olan başkaları, küçük ek boyutlara dayalı zar evren senaryolarının, hem Büyük Patlama sırasındaki çekirdek sentezi, hem de yeni parçacıkların varlığı konusunda evrenbilimcilerce doğrulanacak ya da çürütülecek sınanabilir önermeler yapabildiğini açıkça göstermiş bulunuyorlar.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Chown, M., "Five and Counting", New Scientist, 24 Ekim 1998
Gibbons, G., "Brane Worlds", Science, 7 Ocak 2000
Greene, B., "The Elegant Universe", W. W. Norton Company, Londra, 1999
Taubes, G., "String Theorists Find a Rosetta Stone", Science, 23 Temmuz 1999
<http://www.sciam.com/1999/1299issue/1299weinberg.html>

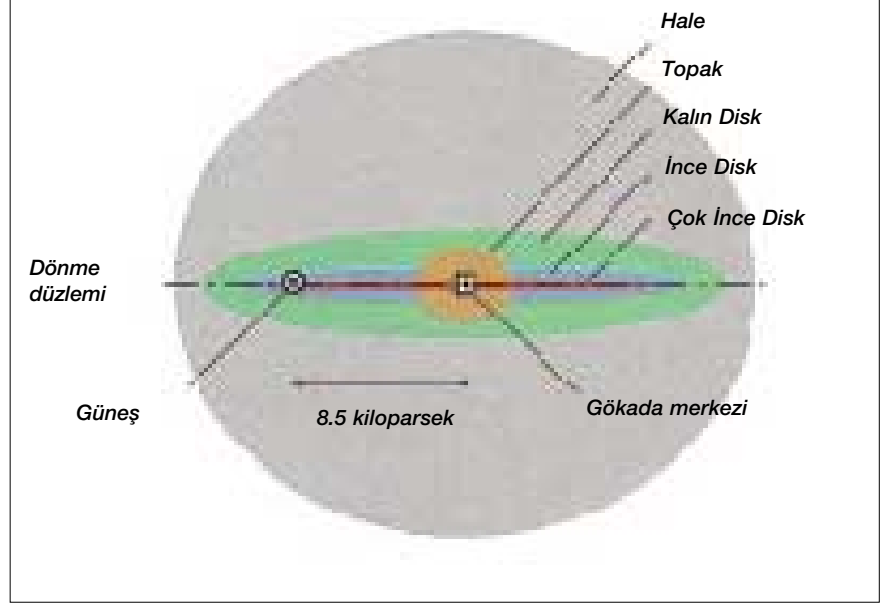


Bir Gökada Portresi Samanyolu

Geniş bir evde oturuyoruz. Dünyamızın içinde yer aldığı Samanyolu, en az 100 milyar yıldızıyla, evrende görebildiğimiz en büyük sarmal gökadalardan. Belki en güzeli değil. 12 milyar küsur yıllık yaşına karşın hâlâ oluşumunu sürdürüyor. Bu da gördüğümüz öteki sarmalların, gökada merkezi üzerine sarılmış ve genç mavi yıldızlarla ısıll ısıll kollarının sergilediği güzelliği ortadan kaldırıyor. Kütleçekimiyle birer birer avladığı cüce uydu gökadalara, simetrisini bozuyor. Güneş sistemimizin Orion kolu üzerindeki konumu nedeniyle gökadamızı ancak yatay olarak görebiliyoruz. Eğer Samanyolu'nu dev bir küre gibi çevrelemiş halesi üzerindeki bir yıldız çevresinde dönseydik, gökadamızın büyük bir olasılıkla Eridanus takımyıldızındaki üç kollu NGC 1232 gökadasına benzediğini görecektik. Samanyolu'nu ancak kendi düzleminde görebiliyoruz. Bu durumda kollarını doğrudan gözleyip sayılarını belirleyemiyoruz. Ancak, gökbilimciler, genellikle sarmal kollarda toplanan büyük hidrojen bulutlarının 21 cm dalgaboyundaki ışınımını izleyip gökadanın gerçeğe yakın bir haritasını çıkarabiliyorlar. Samanyolu Gökadası, kendi sınıfı içindekilerin en güzeli olmayabilir. Ama en özeli olduğu kesin. En azından şimdilik. Gökadamız, içinde yaşam yaratmış, bilinen tek gökada.

SAMANYOLU, "Yerel Grup" diye adlandırılan küçük bir gökada kümesinin üyesi. Küme, Virgo (Başak) süper-kümesinin dış sınırına yakın bir bölgede bulunan pek çok başka grup ya da kümeden yalnızca biri. Yerel Küme'nin merkezinden 450 000 parsek (1 parsek= 3.26 ışık yılı) uzaklıkta, kümenin bugün bilinen yaklaşık 40 üyesinin yarısını oluşturan grup, iki büyük sarmal gökadanın, Samanyolu ile Andromeda'nın çevresinde toplanmış bulunuyor. Samanyolu'nun bilinen 11 uydusu arasında en parlak olanları, sırasıyla 50 ve 60 kiloparsek uzaklıkta bulunan Büyük ve Küçük Magellan Bulutları. Güney yarımküreden çıplak gözle izlenebilen bu gökadalardan Büyük Magellan Bulutu, yaklaşık 10 milyar yıldızdan oluşmuş büyük bir gökada. Samanyolu'nun kendisininse, en az 100 milyar yıldızdan oluştuğu sanılıyor. Bu sayıyı 300 milyara kadar çıkaran gökbilimciler de var. Samanyolu'nun, muazzam kütleçekimiyle yönettiği öteki uydularıysa, düşük kütleli ve sönük, cüce gökadalardır. Bunlar, içinde gözlemlendiği, takımyıldızlar olarak bölünmüş gökyüzü bölümlerinin adlarını alıyorlar. Örneğin Samanyolu'ndan yalnızca 25 kiloparsek (25 000 parsek) uzaklıktaki Sagittarius (Yay) uydusu gökadası. Kısa süre önce keşfedilen bu uydusu gökada, halen gökadamız tarafından yutulmakta.

Gökadamızın ışıklı bölümü, birbiri içinde yer alan dört temel parçadan oluşuyor. Yıldızlardan oluşmuş seyrek ve hareketsiz, küresel bir hale, 100 kiloparsek (326 000 ışık yılı) yarı çaplı bir kabuk oluşturuyor. Gökada diskine



göre çok ağır bir hızla, hatta ters yönde dönüyor olabilecek bir yapı. Bildiğimiz sıradan maddeden oluştuğu için baryon halesi olarak da adlandırılan bu bölüm, son derece seyrek ve sönük. Güneş yakınlarındaki yüzey parlaklığı, "karanlık" gökyüzünden yüzlerce kat daha soluk ve bu nedenle özel aygıtlar olmadan saptanması güç. Baryon halesi, gökadanın toplam parlaklığının yalnızca yüzde 2'sini sağlıyor. Gökadanın toplam kütesine katkısıysa daha da küçük. Yalnızca binde 2. Halede 170 küresel küme de bulunuyor. Bunlar, bazılarında sayıları yüz binleri bulan sık yıldız kümeleri. Hale, ayrıca çok daha sık biçimde bir araya gelmiş yıldızlar ve açık yıldız kümelerinden oluşmuş, çeşitli kalınlıklarda, eş merkezli üç diski de çevreliyor. Haleye göre çok daha yoğun gaz ve toz bulutlarına sahip bu diskler, merkezde, hale çapının yalnızca dört-

te biri uzunluğunda bir yer kaplıyorlar. Kalın diskin ortasında ince disk yer alıyor. En ortada da bir zar gibi "çok ince disk" bulunuyor. Samanyolu'nun görünen ışığının %95'ini bu ince ve çok ince diskteki yıldızlar sağlıyor. Diskin gökada kütesi içindeki payıysa yalnızca yüzde beş. Çünkü geri kalan kütle, göremediğimiz bir maddeden oluşuyor.

Bu diskler, iç bölgelerinde yıldız sayısı bakımından yoğunlaşarak gökadanın merkezindeki topakla (bulge) birleşiyorlar. Çubuk biçimli olan topak, "yeni tip" gökadalarda olduğu gibi görece küçük ve kutu yapılı. Bu yapıdaki topaklarla ilgili bilgisayar modelleri, bunların disk içindeki kararsızlıklar sonucu oluştuğunu ortaya koyuyor. Topakta çok çeşitli yaşta yıldızlar bulunmakla birlikte, Hubble Uzay Teleskopu'na sağlanan görüntüler, merkez bölgenin genel olarak yaşlı, 8-12 milyar yaşında olduğunu ortaya koydu. Metal oranı, genel olarak diskteki metalce zengin, yaşlı yıldızlardaki oranlara yakın.

Gökadanın nasıl oluştuğu konusunda modeller çok kesin değil. Nedeni, çok değişken öğeler içeren iç ve dış dinamiklere bağlı olmaları. Bu oluşum sürecini belirleyebilmek için, yukarıda sayılan gökada parçalarının özelliklerinden yola çıkmak da fazla bir şey kazandırmıyor. Çünkü bunun için çeşitli disk katmanlarının dağılımını incelemek gerekiyor ki, salt bu bile son derece güç bir iş. Nedeni, bu katmanların birbirlerinden çok belir-





Yeni modellere göre büyük gökadarlar, küçük parçacıkların birleşmesinden oluşuyor.

gin sınırlarla ayrılmamış olmaları. Diskler birbirlerinin içine geçmiş durumda. Örneğin Güneşimizin yakınlarındaki bölgede hem disk yıldızları, hem de hale yıldızları bulunuyor. Bu durumda yıldızların hareket biçimlerine ve hızlarına bakmak, hangi katmanlara ait olduklarını belirlemek için daha akılcı bir yol. Bunun için yıldızların, daha garantili bir yol olarak da örnekleme gruplarının, hız dağılımlarını belirlemek gerekiyor. Bu verilerle çeşitli gruplardaki yıldızların gökada çevresindeki yörüngelerinin, farklı açı, büyüklük ve eliptik özellikleri belirlenebiliyor. Bütün bunlar, yıldızların gökada içinde uzun süre "oturdukları" yerleri ortaya çıkarıyor. Böylece de Samanyolu'nu oluşturan parçaların biçimleri ve büyüklükleri elde edilebiliyor.

Güneş'in yakınlarındaki ince disk yıldızlarını bu gruba sokan, saniyede ortalama 220 kilometre gibi yüksek yörünge hızları. Bu hız onları gökada merkezi çevresinde neredeyse dairesel bir yörüngede ve aşağı yukarı aynı düzlem üzerinde tutuyor. Buna karşılık bu yıldızların Gökada düzlemine dik olan hızlarıysa son derece düşük; saniyede yaklaşık 20 kilometre. Bu nedenle zaman zaman bulundukları diskin üstüne ya da altına yaptıkları gezintinin maksimum uzaklığı yaklaşık 300 parseği (1000 ışık yılı) geçmiyor. Bu nedenle ince disk, son derece basık. Kalınlık/yarıçap oranı yaklaşık 1/10 düzeyinde.

Buna karşılık kalın diskte yer alan yıldızların karakteristik özellikleri, gökadamızın merkezi çevresindeki dönüş hızlarının görece düşük, buna karşılık dik hareketlerinin oldukça hızlı

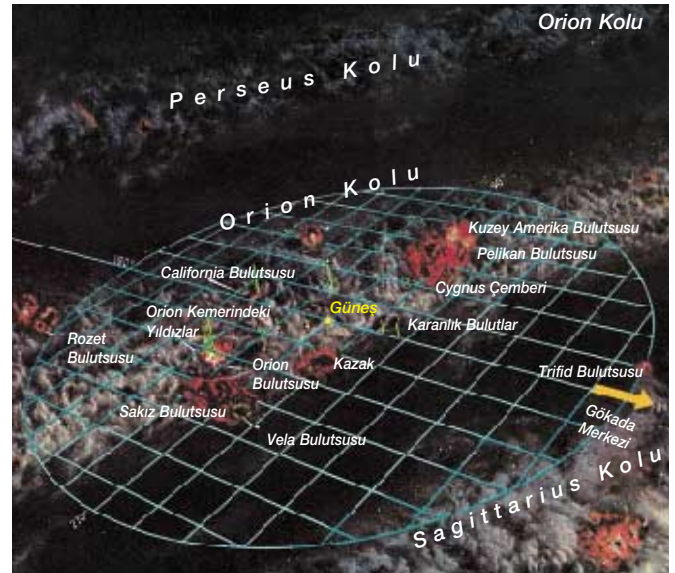
olması. Bu nedenle gökadanın merkez düzleminde yaklaşık 1 kiloparsek kadar uzaklaşabiliyorlar. Bu nedenle kalın diskin yarıçapı, aşağı yukarı ince disk kadar olsa da, eksen yönündeki kalınlığı, ince diskin yaklaşık üç katı.

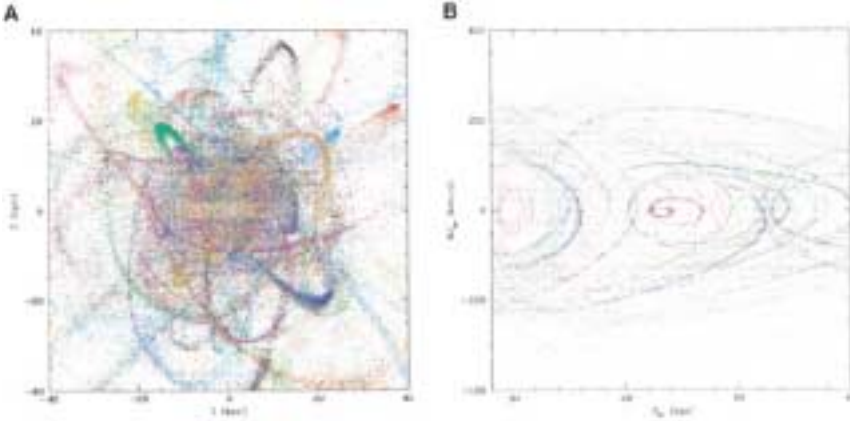
Şimdilik Güneş yakınlarında bulunan hale yıldızlarının tümü, düşük yörünge hızlarına, buna karşılık çok yüksek dikey hızlara sahip. Bunlar, disklerin merkez çevresindeki dönüş hareketlerine katılmak yerine, çok eğik ve son derece eliptik yörüngelerle, gökada disklerini yarıp geçiyorlar, daha sonra gökada düzleminin çok uzaklarında yeniden yükselerek, içinde doğmuş oldukları haledaki yerlerine geri dönüyorlar.

Aslında gökadamızın parçalarının özelliklerini daha iyi kavrayabilmek için, yıldızlarının ne zaman ve nasıl ortaya çıktıklarını da bilmek gerekiyor. Samanyolu, çok daha geniş bir kütle-

çekim potansiyeli olan bir karanlık madde bulutu içindeki normal maddenin bir araya toplanması sonucu ortaya çıkmış olmalı. Dolayısıyla Gökadanın parçaları da, ya evrenle birlikte ortaya çıkmış, işlenmemiş gazdan, ya önce bulut içinde birer birer oluşup sonra bir araya toplanmış olan yıldızlardan, ya da her ikisinden birden oluşmuş olabilir. Bugün disk düzleminin ortasındaki en ince disk diye adlandırılan katmanda yıldız oluşumu sürüyor. Gökbilimciler arasında tartışma konusu olan sorunsu, gökadamız daha oluşmadan ya da oluşuktan sonra, dışarıda bir yerde doğup da sonradan Samanyolu'na katılmış yıldızların olup olmadığı. Çünkü, bu "kökü dışarıda" yıldızların da daha küçük kümelerde ortaya çıkmış olmaları gerekiyor. Aslında her yıldız, içinde doğduğu kümenin ortak imzasına katkıda bulunuyor. Gözlenen tayfları, yıldızın ana bulutundan doğduğu sıralarda yıldızlararası ortamın kimyasal bileşimini gösteriyor. Yıldızlar, içinde oluştuğu buluttan aldıkları hidrojen gazını daha ağır çekirdeklere dönüştürerek yaşamlarını sürdürebiliyorlar. Büyük kütleli yıldızlar merkezlerindeki hidrojen yakıtını çok daha hızlı bir sürede (birkaç yüz bin yıl) daha ağır elementlere, ya da gökbilimdeki kullanımıyla "metallere" dönüştürüp, sonunda bunları şiddetli süpernova patlamalarıyla uzaya saçıyorlar. Böylelikle yıldızları oluşturacak gaz bulutları, bir nesilden ötekine giderek metal bakımından zenginleşiyor. Yıldızlar, teker teker oluşmak yerine genellikle kümeler

Güneşimizin Samanyolu'nun Orion Kolu üzerindeki yeri. Gazca zengin sarmal kollar, büyük ölçüde yıldız oluşumunun gerçekleştiği bölgeler. Güneş yakınlarında bulunan Orion Bulutsusu, çok sayıda yıldızın bir arada ortaya çıktığı, hareketli bir bölge. İleri yaşına karşın, gökadamızda her yıl ortalama 1 yıldız doğuyor...





Bilgisayar modellerine göre Samanyolu'nun, yuttuğu uydu gökadalardan sonra aldığı biçim.

halinde oluşuyorlar. Böylece bu yıldızların, daha doğrusu içinde bulundukları kümeciklerin tayfları, bize bu yıldızların oluşum tarihlerini oldukça doğru bir biçimde veren bir takvim sağlıyor. Bu takvime göre metal bakımından fakir bir yıldız, metalce zengin bir yıldızdan daha önce doğmuş oluyor. Yani metalce fakir yıldızlar daha yaşlı. Küresel kümeler ve açık yıldız kümeleri, gökada sakinlerinin yaşlarını belirlemede iyi birer ölçek görevi yapıyorlar. Bu sayede, Güneş çevresinden çok uzaklardaki hale ve disk yıldız kümelerinin özelliklerini ve nüfuslarını daha kolaylıkla belirleyebiliyoruz. Ayrıca bu kümeler sayesinde gökadamızın metal takvimini giderek daha güvenilir hale getirebiliyoruz. Her küme, aynı dev buluttan, ya da onun bir parçasından, hemen hemen aynı süre içinde doğuyorlar. Bu nedenle, bir küme içindeki yıldızların hepsi aynı metal oranına sahip oluyorlar. Ayrıca, bir küme, yalnızca içindeki

yıldızların yaşını belli etmekle kalmıyor. Bize aşağı yukarı eşit uzaklıkta bulunan binlerce yıldızın ortalamasının alınmasına olanak sağladığından, bunların renk ölçek diyagramları, tek bir yıldızla oranla uzaklıklarının çok daha kolay ve güvenilir biçimde saptanmalarını sağlıyor. Bu araçların yardımıyla gökbilimciler, 1950'li yıllarda gökada yapısının parçalarının uzaysal ve kinematik özelliklerinin, metal zenginlikleriyle ve yaşlarıyla yakından ilintili olduğunu gördüler.

Gökadamız Nasıl Oluşturdu?

Aslında Samanyolu için yarım yüzyıl öncesinde oluşturulan resim, bugün de büyük ölçüde geçerliğini koruyor: Haledeki yıldızlar ve küresel kümeler, metalce zengin ve çok yaşlı. Yaşlarının yaklaşık 12 milyar yıl olduğu hesaplanıyor. Kalın diskteki yıldız-

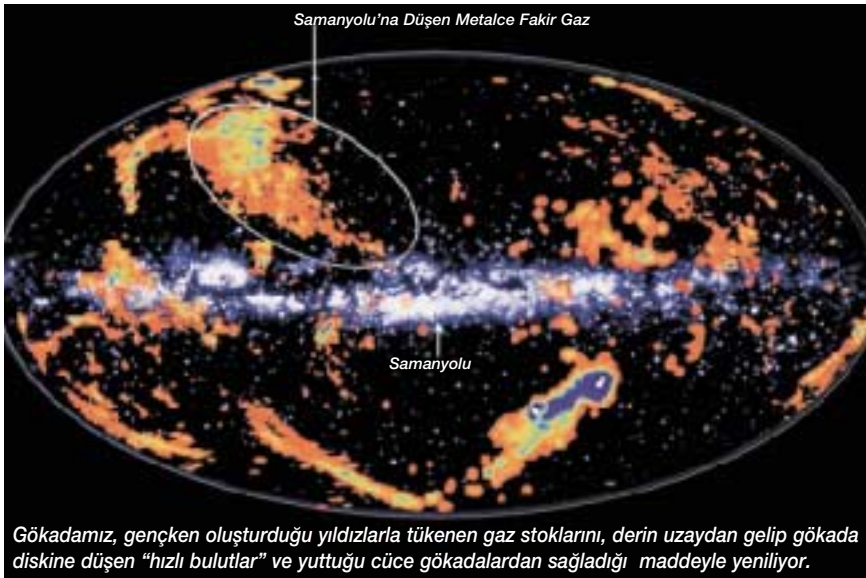


Samanyolu gökadası, cüce uydularından Sagittarius'u yutuyor.

lar ve küresel kümelerin yaşları, aşağı yukarı haledekiler kadar. Ancak bunlardaki metal oranı orta düzeylerde. İnce diskteki yıldızlar ve açık kümelere gelince, bunlar metal bakımından oldukça zengin. Yaşlarıysa, 10-1 milyar yıl arasında değişiyor. Daha genç yıldızlarsa, bugün bile gaz ve toz bulutlarının içinde oluşumunun yaşandığı çok ince disk üzerindeki doğum yerlerinden fazla uzaklaşamamışlar.

Merkezdeki yoğun topaksa, gökadamızın değişken yapıda bir parçası. Ortalamaya vurulacak olursa, yoğun yıldız nüfusu, metalce zengin ve yaşlı. Ama gerek metal oranı, gerekse yaşlar kendi kategorileri içinde büyük değişiklikler de gösterebiliyor.

Samanyolu'nun bu genel krokisi içinde yıldız ve kümelerdeki metal oranı, gözlenebilir ve ölçülebilir bir büyüklük. Farklı gökada parçalarındaki yıldız ve küme yaşları küçüldükçe, metal oranının düzenli bir artış göstermesi, Samanyolu'nun düzenli bir süreç içinde ortaya çıkıp geliştiğinin işareti. Bu modelin savunucuları, ABD'li ünlü gökbilimci Alan Sandage'in, 1963 yılında Olin Eggen ve Donald Lynden Bell ile birlikte geliştirdiği ve kısaca LSE denen modele göre, Samanyolumuzu oluşturacak süreç, metalce fakir, küresel bir gaz bulutunun, kütleçekim merkezine doğru çökmeye başlamasıyla açılıyor. Bulutun yarıçapı giderek küçüldükçe, enerjinin dağılımı ve dönüş hızının giderek artması nedeniyle küresel biçim bozuluyor ve dönüş ekseninin çevresinde gitgide daha basık hale gelen bir yapı oluşuyor. Süreç, sonunda merkezde bir topak ve çevresinde hızla dönen ince bir diskin ortaya çık-



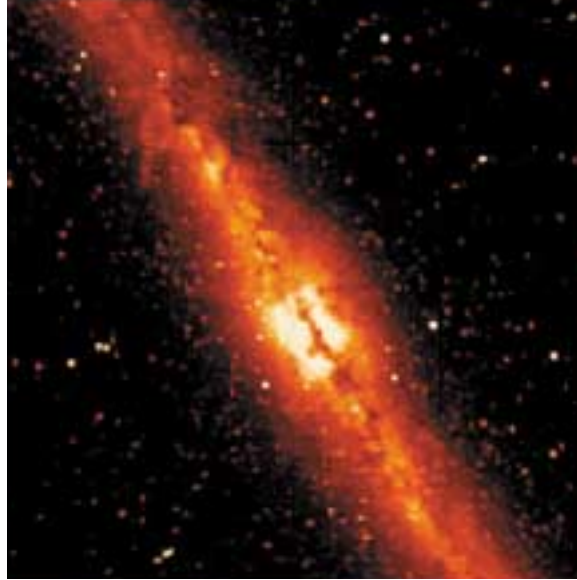
Gökadamız, gençken oluşturduğu yıldızlarla tükenen gaz stoklarını, derin uzaydan gelip gökada diskine düşen "hızlı bulutlar" ve yuttuğu cüce gökadalardan sağladığı maddeyle yeniliyor.

masıyla noktalanıyor. Gene modele göre, gökadamızın en eski yıldızları ve yıldız kümeleri, bulutun çöküşü sırasında ortaya çıktılar ve 200 milyon yıl alan "hızlı çöküş" süresince oluşup patlayan dev yıldızlar, diski oluşturan gazı metalce zenginleştirdiler. Bu nedenle haledeki yıldız ve küresel kümeler, metal bakımından daha fakir kalırken, diskteki yıldızlarda bu oran giderek artış gösterdi. LSE kuramcılarının modellerine destek olarak gösterdikleri bir başka kanıt da, en yüksek hızlara ve en eliptik yörüngelere hale yıldızlarının sahip olmasıydı. Sandage ve arkadaşları, bunu, hale yıldızlarının bulut içinde çöküş sırasında oluşmalarına bağlıyorlardı. Yıldız, yörüngesinin hız ve biçimini, bu luttan miras aldığından, çöküş, dairesel yörüngeleri bozarak uzamış elipsler haline getiriyordu.

Ancak zamanında şık bir kuram olarak alkışlanan LSE'nin basitliği, yeni gözlemlerin oluşturduğu karmaşık Samanyolu tablosuyla çelişmeye başladı. Görüldü ki, gökadamız, yalıtılmış bir sistem değil. Yerel Grup içinde hâlâ çevresiyle etkileşim içinde. Daha önce gördüğümüz gibi Sagittarius cüce uydusu Samanyolu'na yutulmakta. Gökadamız, bu uydusundan dört küresel kümeyi çalıp kendi envanterine katmış bile. Uzun süredir Samanyolu'nun sanılan bu kümelerin, yutulan gökadamaya ait olduğu daha yeni anlaşıldı. Görülüyor ki dev gökadamız, farklı zamanlarda, farklı yerlerde doğmuş ve yaşamlarının çoğunu farklı gökadalardan farklı ortamlarında geçirmiş metalce fakir yıldızları toplamayı sürdürüyor. Bu kümeler de gökadanın daha derinlerinden geçmeye başlayınca, kütleçekimsel etkiler bunları dağıtacak ve sonunda bunlar da daha önce yutulmuş cücelerin kaderini paylaşacak. Gökadamız çevresindeki küre biçimli bazı cüce gökadalalarla genç küresel kümelerin, daha önce aynı etmenlerle dağılıp Samanyolu'na yutulmuş uydu gökadalardan artıkları olabileceği düşünülüyor. Gökbilimciler ayrıca Güneş sistemi yakınlarında ama gökada diskinin çok üstünde birlikte

hareket eden bazı yıldızların, hale yıldızlarından çok daha genç, orta yaşta, ve metalce fakir mavi yıldızlar olduğunu belirlediler. Yaklaşık üç milyar yıllık yaşlarına karşın yıldızların kısa ömürlü dev mavi yıldızların renginde (dolayısıyla sıcaklığında) olmalarını, gökbilimciler, bunlarda çok düşük metal oranları nedeniyle bir morötesi ışınlam fazlalığı ortaya çıkmasına bağlıyorlar. Bu yıldızların da Samanyolu'na yakın uydu gökadalardan Karina'ya benzeyen, metalce fakir, başka bir gökadanın artıkları olduğu sanılıyor.

İki modelin de güçlü yanları bulunduğundan, kaçınılmaz olarak günümüzde her iki düşünceyi bağdaştıran modeller benimsenmiş görünüyor.



Karanlık Hale

Samanyolu'nun yaz geceleri hayal meyal görebildiğimiz sarmal kollarından küçük bir parça bile, güzelliğiyle, görkemiyle seyredenleri büyülüyor. Güney yarımküredeki daha şanslı. Çünkü Sagittarius (Yay) takımıyıldızı yönünde uzanan kol bizim güney yönündeki ufkumuzda kaybolurken, güney yazlarında gökadamızın koca merkez topağı rahatlıkla görülebiliyor. Biz kendi gökadamızı, Yerel Grup içindeki kardeşi Andromeda gibi, biraz açılı da olsa, tepeden göremediğimiz için, biçimini tam olarak bilmiyoruz. Ama içindeki yıldız sayısı, sarmal kollarının yapısı, kaç tane olduğu, merkezinin uzamış çubuksu yapısı gibi ayrıntıları, ya doğrudan gözlemleyerek, ya benzer özelliklere sahip öteki

gökadalaları izleyerek, ya da salt hesap yoluyla biliyoruz. Oysa, eğer yakınlarımızda varsa, duyuları bizimkinden farklı akıllı canlılar için samanyolu ve tüm öteki gökadalalar çok daha farklı görünebilir: Bizim görebildiğimizden çok daha büyük boyutlarda, koca ışık topları biçiminde... Ne yazık ki, bu koskoca küreler bizim için tümüyle karanlık. Bunlar ışıma yapmayan, büyük olasılıkla tanımadığımız, evrenimizin ilk ortaya çıkış anlarında oluşmuş ağır ve farklı yapılarda madde biçimleri olabilir. Ya da çok daha basit bir yapıyla karşı karşıya kalabiliriz. Bu durumda deminki uzaylılar için ortalık biraz karacak ama, bu karanlık madde, bizim tanıdığımız, sıradan maddeden oluşmuş, ancak ya yeterince kütlesi

olmadığı için ışımayan cisimler (çok uzun süre önce sönmüş yıldızların artıkları beyaz cüceler, yıldız olabilecek kadar kütleli toplayamadıkları için merkezlerinde nükleer tepkimeler başlamamış kahverengi cüceler, dev gezegenler vb.) ya da çok büyük kütleli oldukları için çöküp sıkışan nötron yıldızları gibi ağır cisimler olabilir. Gökbilimciler bu arada sık sık yapılan bir yanlışla dikkat çekiyorlar. O da, kara delikleri bu kategoriye sokmak. Oysa kara delikler, teknik anlamda maddeden yapılmış sayılmıyorlar. Hangisidir bilmiyoruz, ama bildiğimiz, bu karanlık maddenin yalnız gökadalaların çevresini değil, evrenin tümünü doldurduğu. Evrenbilimcilerce yapılan hesaplar, tanıdığımız ışıyan maddenin, evrendeki tüm maddenin yalnızca %10'unu oluşturduğunu gösteriyor.

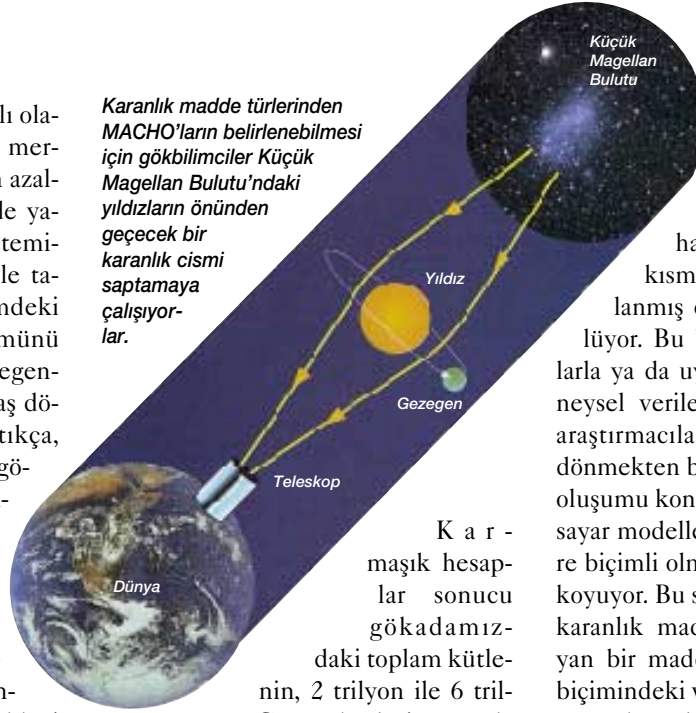
Gökadamızı tam olarak göremediğimiz için, Samanyolu'nu çevreleyen karanlık halenin varlık kanıtlarını, yaklaşık boyutlarını ve biçimini dolaylı yoldan, ya öteki gökadalaları inceleyerek, ya da kuramsal modeller oluşturarak belirleyebiliyoruz.

Karanlık maddenin varlığı için temel gösterge, sarmal gökadalardaki yıldızların hareketi. Yaklaşık 1100 gökada üzerinde radyoteleskoplarla yapılan gözlemler sonunda, disk üzerindeki yıldızların dönme hızlarının, merkezden uzaklaştıkça, beklendiği gibi değişmediği ortaya çıktı. Oysa

ışık, gökadamdaki maddeye orantılı olarak dağılmış durumda olsaydı, merkezden uzaklarda dönme hızının azalması gerekti. Gökadalar üzerinde yapılan bu gözlemler, Güneş sistemi-mizdeki gezegenlerin hareketiyle taban tabana zıt. Güneş, sistemdeki kütle- nin çok büyük bir bölümünü kendi taşıdığı için uzaktaki gezegenler, yakındakilere göre daha yavaş dö- nüyorlar. Gezegenler uzaklaştıkça, hızları da azalıyor. Gökadalarda gö- rünen maddenin dağılımı ile bek- lenen dönüş hızları arasındaki tutarsızlık, göremediğimiz, ka- ranlık bir maddenin varlığını açıkça ortaya koyuyor.

Kendi gökadamızdaki karan- lık haleye gelince, yaptığımız in- celemeler, bir kere karanlık maddeyi göremediğimiz, ayrıca da bu madde topağının ve oluşturduğu kütleçekim- sel potansiyel kuyunun içinde oldu- ğumuz için karmaşılaşıyor. Gene de araştırmacılar, gaz bulutlarının, tek yıldızların, küresel yıldız kümelerinin ve karanlık hale içinde Samanyo- lu'nun görünür diski çevresinde dö- nen sekiz küçük uydu gökadanın ha- reketlerini inceleyerek, bazı sonuçlara varabiliyorlar.

Karanlık madde türlerinden MACHO'ların belirlenebilmesi için gökbilimciler Küçük Magellan Bulutu'ndaki yıldızların önünden geçecek bir karanlık cisim saptamaya çalışıyor- lar.



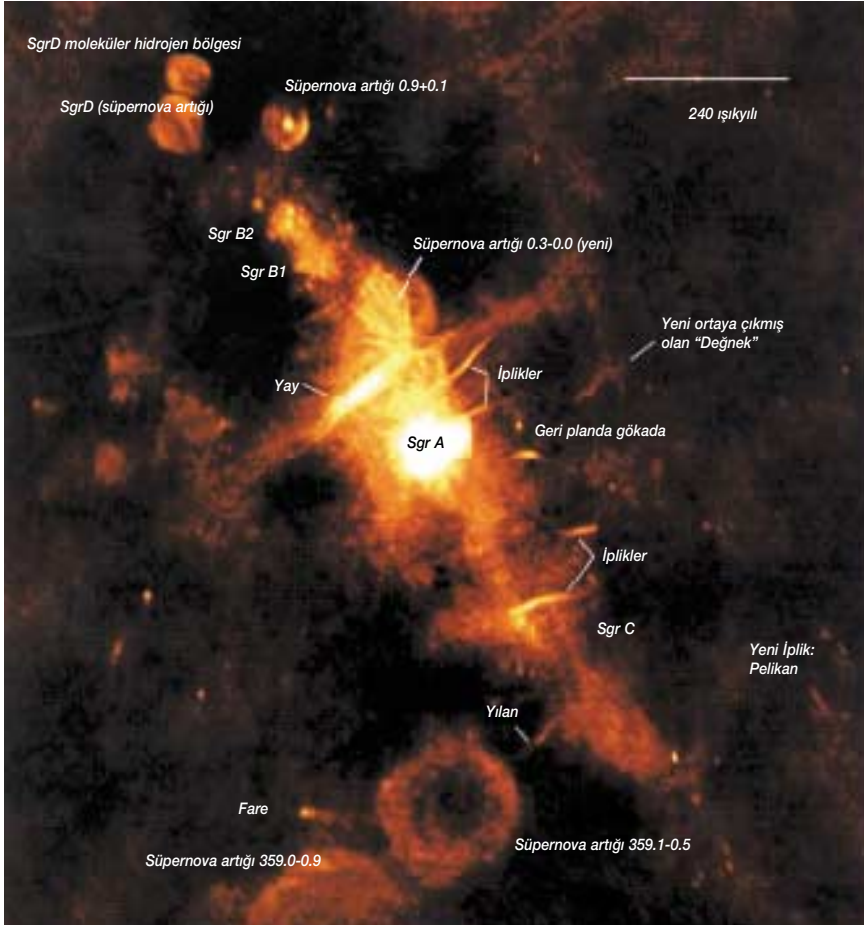
K a r - maşık hesap- lar sonucu gökadamız- daki toplam kütle- nin, 2 trilyon ile 6 tril- yon Güneş kütlesi arasında olduğunu belirleyen gökbilimciler, karanlık halenin, gökada merkezinden 200 kiloparsek, yani 650 bin ışık- yıldan daha ötelere uzandığını söylü- yorlar. Bunun anlamı, karanlık mad- denin, ışıyan maddeden en az 20 kat daha fazla kütleyle sahip olduğu.

Gökbilimciler, karanlık halenin bi- çimi konusunda daha az güvenli konu- şuyorlar. Nedeni, yeterli gözlemsel ve- ri olmaması. Halenin iç kesimlerinden

sağlanan veriler, ge- nel olarak Gökada diskinden derlenmiş durumda. Oysa karanlık halenin kütle- sinin büyük kısmının dış bölümünde top- lanmış olması gerektiği düşünü- lüyor. Bu bölgelerdeyse tek yıldız- larla ya da uydu gökadalara ilgili de- neysel veriler yetersiz. Bu durumda araştırmacılara, kuramsal modellere dönmekten başka yol almıyor. Gökada oluşumu konusunda geliştirilmiş bilgi- sayar modelleri, karanlık halelerin kü- re biçimli olmalarını gerektiğini ortaya koyuyor. Bu sonucu sağlayan etmense, karanlık maddenin, kolayca saçılma- yan bir madde türü olması gerektiği biçimindeki varsayım. Bu özelliğinden ötürü karanlık madde, kütleçekimsel çöküş sırasında sıradan maddenin yap- tığı gibi iç enerjisini dışarı saçmıyor. Kanıtsal verilerin eksikliğine karşın araştırmacılar, Samanyolu'nu bir küre biçiminde saran karanlık halenin hac- minin, yıldız diskinin hacminden 1000 kat fazla olduğunu düşünüyorlar.

Karanlık haledaki maddenin bile- şiminin ne olduğuna az önce değinil- mişti. Hatırlatalım, bunlar Güneş ben- zeri yıldızların sönmüş artıkları, yıldız- laşacak büyüklüğe erişememiş gaz kü- releri, nötron yıldızları vb. gibi, ısıma- yan ama tanıdığımız (baryonik) mad- deden yapılmış cisimler olabiliyor. Bunlara "Ağır ve Küçük Hale Cisimle- ri" (MACHO) deniyor. Gerçi bunlar biraz ışık yayabiliyorlar; ama ölçek, bi- zim bugünkü teknolojimizle algılaya- bileceğimiz eşğin altında. Gene hatırlayalım: Bir başka karanlık madde tü- rüyse, evrenin ilk oluşum anlarında or- taya çıkmış, bizim duyularımızla algı- layabileceğimiz bir ısıma yapmayan egzotik ve ağır temel parçacıklar. Bun- lara da Zayıf Etkileşimli Ağır Parçacık- lar (WIMP) deniyor. Peki bunların gerçekten var olup olmadıklarını nasıl anlayacağız? MACHOlar için iş biraz zahmetli ve sabır gerektiriyor; ama so- nuçta daha kolay. Yapılacak iş telesko- pu uzak bir yıldızla çevirip, önünden bir MACHO geçmesini beklemek. Yıldızın, bizim gökadamız dışında ol- ması daha iyi; çünkü karanlık halenin dışında olacağından, önünden bir MACHO geçmesi olasılığı daha fazla. Ancak bu zorunlu değil. Teleskopları- nı tam ters yöne, Samanyolu'nun mer-





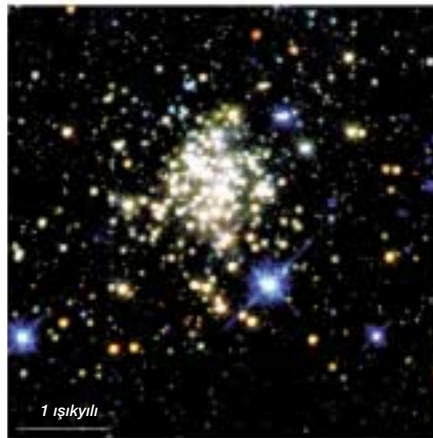
Samanyolu'nun merkezi, birbirleriyle etkileşim halinde değişik türden cisimlerin bulunduğu çok hareketli bir bölge. Radyo dalgalarıyla oluşturulan yukarıdaki görüntü 1500 ışık yılı genişliğinde bir alanı kapsıyor. Merkezdeki karadelik adayı Sgr A* ile çevresindeki yıldızlar kalın toz bulutlarıyla maskelenmiş. Parlak cisimler, yıldız kümeleri ya da süpernova şok dalgalarıyla ısıtılıp iyonize edilen gazdan oluşuyor. SgrA* karadelik adayının, 2.6 milyon Güneş kütlesinde olup, Güneş Sistemi'nden daha küçük bir alana sıkışmış bir madde topağı olduğu sanılıyor.

kezine doğrultup MACHO arayanlar da var. Arayanların bulmayı umdukları şey, bir kütleçekimsel mikro-merceklenme olayı. Bu olay için gereken malzemeyse, bir nokta ışık kaynağı, tercihen bir yıldız, gene noktasal ve kütleli bir ışık bükücü (MACHO) ve bir de gözlemci. Bu düzenekte, MACHO, fondaki yıldızın önünden geçtiğinde, onun gözlenen ışığında gözlenebilen bir artışa yol açıyor. Şimdiye değin dört araştırma grubu bu konuda çalışmalar yapmış. Gerçi bazı mikro-merceklenme olaylarına rastlanmış, ama sonuçlar yoruma açık. Bazılarındaysa, fon yıldızının ışığındaki artışın, araya giren küçük bir gökadanın etkisiyle ya da açıklanabilir başka nedenlerle ortaya çıkmış olabileceği de düşünülmüyor. Bu durumda yapılacak şey, gözlem sayısını arttırmak. Gök bilimciler bunun için Samanyolu'nun büyük uyduları olan Magellan Bulutları'ndaki yıldızlardan milyonlarcasını aynı anda

gözleyecek düzenekler tasarıyorlar. Ancak mikro-merceklenme olayı konusunda heyecan verici yeni bir yöntem bulundu. Bazı gökbilimciler, Güneş benzeri yıldızlardan arta kalan beyaz cüce yıldızların soğurken, sanılan tersine, mavi ışık yayacağını gös-

terdiler. Ekip daha sonra bu tür ışıma yapan noktalardan bazılarını, Hubble Uzay teleskopunca yapılan Derin Uzay Gözlemi'nde oluşturulan görüntülerde saptadı. İki yıl sonra aynı uzay bölgesinden alınan görüntülerde, bu ışık noktalarından ikisinin yer değiştiği gözlemlendi. Bu noktalar, Hubble'ın gözlediği ve evrenin çok genç olduğu zamanlardaki gökadarlar arasında bulunamayacağına göre, açık ki, bunlar bizim karanlık halemizdeki beyaz cüceler. O halde, sayısı, oranı fazla olmasa bile, MACHO'ların en azından karanlık maddenin bir bölümünü oluşturduğu kanıtlanmış oluyor.

WIMP, ya da öteki adıyla "soğuk karanlık maddeyi" bulmaksa, çok daha zor ve masraf gerektiren bir çaba. Nedeni, bu maddelerin varsayımsal bir gerçeklik taşımaları. Özellikleri, yoğunlukları bilinmiyor. Ancak kuram bazı ipuçları vermiyor değil. Deneyler de iki olası aday, *nötrino* ve *axion* üzerinde yoğunlaşmış durumda. Bunlardan *nötrino*, fizikte temel kuvvetleri özdeşleştirmeyi amaçlayan ve bunun için fermiyonlarla kuvvet taşıyıcı temel parçacıklar olan bozonlar için farklı kütlelerde eş parçacıklar öneren süpersimetri kuramında yer alıyor. Kısa süre öncesine değin kütleli olduğu sanıldıktan sonra şimdilerde çok küçük kütleleri olabileceği söylenen nötrinoların eş parçacığı. *Nötrino*nun kuramsal ağırlığı iri bir atom ya da küçük bir molekül kadar. Kütle, proton kütlelerinin 30 ile 10 000 katı arasında, ancak bildiğimiz maddeyle ancak zayıf çekirdek kuvveti aracılığıyla etkileşebiliyor. *Nötrino*, soğuk karanlık madde için ideal bir aday. Büyük Patlama



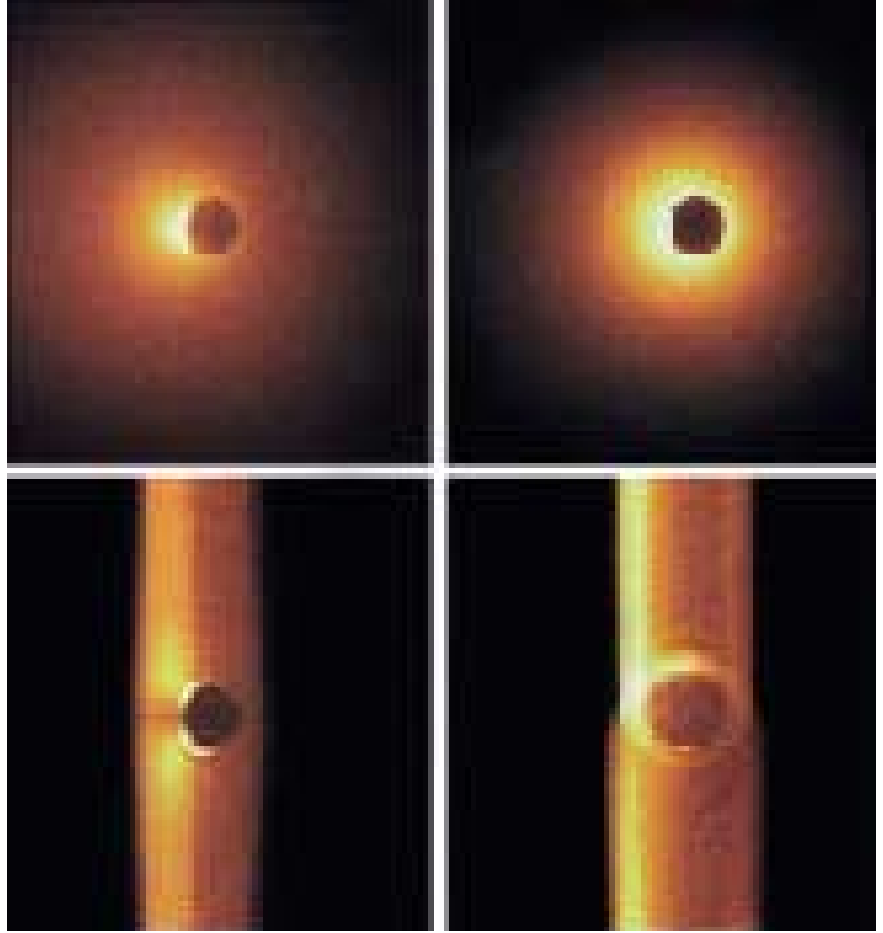
Samanyolu'nun merkez bölgesinde yıldız kümeleri. Beklenenin tersine bu kümelerde çok sayıda dev kütleli mavi yıldız saptandı.

sırasında çok miktarda oluştuğu ve evrendeki karanlık maddenin büyük bölümünü oluşturduğu düşünülüyor. Bunun için yaratıcı deneyler hazırlanıyor. Ancak *nötralinonun* tanıdığımız bir madde parçacığıyla etkileşme oranı çok düşük. Bu oran, günde, bir kilogram madde parçacığı için bir kez olarak betimleniyor. Bir kg madde parçacığı ise katrilyonlarca parçacık demek. Ancak daha gelişkin deneyler hazırlayan fizikçiler, önümüzdeki on yıl içinde *nötralinonun* ya ortaya çıkacağını, ya da bir karanlık madde adayı olarak defterden silineceğini söylüyorlar.

Karanlık madde için çok farklı bir aday da, *axion*. *Nötralinon* ne kadar büyükse, bu da tersine, alabildiğine küçük. Atom çekirdekleri içindeki temel parçacıkları bir arada tutan şiddetli etkileşimi betimleyen Kuantum Renk Kuramı'ndaki bazı hesapların üstesinden gelebilmek için önerilmiş. Ama sonradan bunların da Büyük Patlama sırasında yoğun olarak üretilmiş olabilecekleri anlaşılmış. *Axion* çok hafif bir parçacık. Kütlesi , yalnızca bir elektronvoltun binde ya da milyonda biri kadar. Bu kütlesiyle bir elektronun 20 milyarda, *nötralinonun* ise 300 trilyonda biri!.. *Axion*'un bir özelliği, ışık birimi olan fotonlarla etkileşmesi. Bu son derece zayıf etkileşmeyi belirlemek için deneyler sürdürülüyor; ilk sonuçların, kozmik *axion*ların özellikleri ve bolluğu konusunda önermelere izin verecek nitelikte olmasına karşın, fizikçiler daha alınacak çok yol olduğu konusunda uyarıda bulunuyorlar. Ancak genel kanı, WIMP olsun, MACHO olsun, karanlık maddenin av menzili içine girdiği yeni deney araçları, yeni uydular ve yeni teleskoplar sayesinde, karanlık maddenin sırlarının en az bir kısmının önümüzdeki 20 yıl içinde ortaya çıkacağı biçiminde.

Merkezdeki Dev

Gökadanın uzaklarından, tam ortasına dönecek olursak, bir başka karanlıkla karşılaşacağız: Dev kütleli bir karadeliik. Karadeliik diyoruz, ama aslında



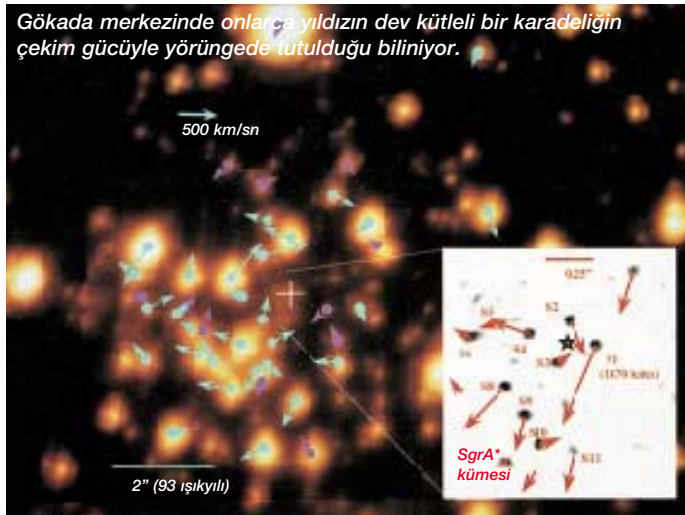
Bilgisayar modellerinde Sagittarius A*'nın olay ufku görüntüleri.

da kara delik adayı demek daha doğru. Çünkü tam ve net bir kanıt henüz elde edilebilmiş değil. Karadeliik adaylığıysa, böylesine küçük bir alana sıkışmış böylesine büyük bir kütleli karadeliikten başka bir şey olamayacağı varsayımından kaynaklanıyor. Kütlesi 2,6 – 2,8 milyon Güneş kütlesi kadar. Aslında karanlık, belki de içine düşen her şeyi yutup yok eden bu doymak bilmez canavarın olası olay ufkunun

boyutlarında. Yoksa, en az 100 000 ışıkyıl çapındaki gökadamızın merkezindeki 30-40 ışıkyıl genişliğindeki alan, alışıktığımız enerji kaynaklarının karşılıklı etkileşimiyle sıcak ve hareketli bir kazan görünümünde. Bunların başında, Sagittarius A* adlı karadeliik adayı geliyor. Bunun çevresinde ömürlerini tamamlamak üzere kırmızı dev aşamasında bir yıldız kümesi, genç yıldızlardan oluşan bir yapı,

moleküler ve iyonize gaz bulutları ve bir süpernova artığına benzeyen güçlü bir ışınım kaynağı yer alıyor. Yoğun gaz ve toz bulutları, gökada merkezini optik teleskoplara kapatıyor. Ama, son yıllarda hızlı bir gelişme gösteren kızılötesi gökbilim araçları sayesinde, bu hareketli bölgenin net bir görüntüsünü elde edebiliyoruz.

İlk kez 25 yıl önce güçlü bir radyo dalgaları kaynağı olarak keşfedilen Sagittarius A*. Yaşamlarının



Gökada merkezinde onlarca yıldızın dev kütleli bir karadeliğin çekim gücüyle yörüngede tutulduğu biliniyor.



son aşamasında iki dev yıldız grubunun arasına sıkışmış. Bu yıldızların ve gazın, karadelik adayına yaklaştıkça artan hız dağılımları, 2,6-2,8 milyon Güneş kütesine denk bir kütlelenin, yaklaşık Güneş Sistemi kadar bir alana sıkışmış durumda bulunduğunu ortaya koymuş. Ancak, kısa süre önce yeryüzünün değişik noktalarındaki radyoteleskoplarla elde edilen verileri birleştiren Çok Geniş Tabanlı Dizge (VLBA) tekniğiyle yapılan görüntüleme, karadelik adayı için ilk belirlenen bölgenin derinliklerinde, 1000 Güneş kütesinde ve yaklaşık 600 milyon kilometre yarıçapında bir yapı saptamış. Bazı gökbilimciler, bu son verilerin merkezdeki karanlık maddenin, beyaz cüceler, nötron yıldızları ve küçük (10 Güneş kütleli) karadelikler arasında paylaşılmış olabileceğini düşünüyorlar. Bazı kuramcılarsa, gökadamızın merkezindeki karanlık maddenin yoğunluğunun, bir ışıkyıl çapındaki bir bölge için 1 trilyon Güneş kütesi olduğuna işaret ederek, böyle bir yoğunlukta ayrı karadeliklerin birleşip tek bir karadelik oluşturmadan geçirebilecekleri sürenin 100 milyon yılı aşamayacağını, bunun da gökadamızın yaşından çok daha kısa olduğunu vurguluyorlar.

Merkezde, Sgr A* karadelik adayı üzerine yığılmış karanlık madde, Samanyolu'nu da Aktif Çekirdekli Gökadalar (Active Galactic Nuclei - AGN) sınıfına sokuyor. Samanyolu ile AGN'ler arasındaki başka bir ortak özellik de, merkezi yalnızca beş-on yıl

uzaklıkta, bir halka gibi çevreleyen ve nötr gazdan oluşmuş bir kuşak. 10 000 Güneş kütesinden oluşan bu kuşak, (Kızılötesi Işınım Kaynakları) IRS 16 adlı bir sıcak yıldız kümesinin çevresinde, saniyede 110 km hızla dönüyor. Yaklaşık iki düzine mavi yıldızın oluşturduğu bu küme, saniyede 700 km hızda bir güneş rüzgârının kaynağı. Küme, bu rüzgârla her yıl binde dört Güneş kütesi kadar kütle yitiriyor. Bu mavi yıldız kümesi de, ana kol evresinden çıkıp (merkezdeki hidrojen yakıtını tüketip) kırmızı dev haline gelmiş daha soğuk bir yaşlı yıldızlar kümesinin içinde yer alıyor. Bu yaşlı yıldızlar, merkezdeki topak içinde yaklaşık 1600 ışıkyıl genişliğinde bir bölgeyi kapsıyor. Mavi yıldızlardan oluşan IRS 16 kümesiye gökadamızın merkezden yalnızca beş-on ışıkyıl yarıçap uzaklığında bir bölgede yer alıyor.

Moleküler gaz kuşağının oluşturduğu boşluğun içinde bir de iyonlaşmış gazdan oluşmuş üç kollu bir yapı yer alıyor. Sagittarius A Batı (Sgr A West) adı verilen bu yapı, karadelik adayı Sgr A* çevresinde dönüyor.

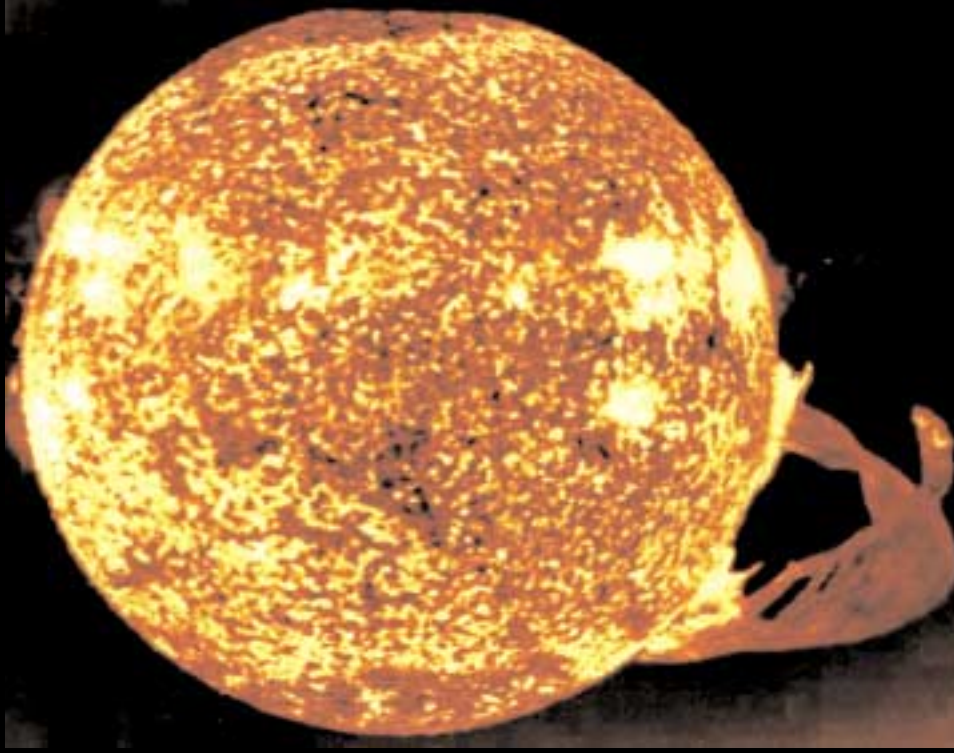
Sgr A*'nın son derece küçük alanı, bu karadelik adayının bir nokta cisim kabul edilebileceğinin göstergesi. Böyle cisimlerin muazzam kütleçekimleri, kaynağa doğru her adımda hızla yükseldiğinden, içine düşen gazın sıcaklığını bir milyar dereceye kadar yükseltecek bir enerji sağlıyor. Bu enerji düzeyleri de Sgr A* noktasından çıkan emisyonla örtüşüyor.

Merkezde tek bir nokta karadelik modelini savunan Samanyolu uzmanları, öteki modellerin öne sürdüğü türden 10 Güneş kütleli küçük karadelikler dizgesinin, Sgr A* noktasından çıkan ışınmı açıklayamadığına dikkat çekiyorlar. Karadelikçe yakalanan yıldız rüzgârlarındaki plazma (iyonlaşmış gaz) olay ufkuna yaklaştıkça daha güçlü bir biçimde çekilir. Öteki gökadalardaki daha büyük kütleli karadeliklerin merkezinden yükselen güçlü ışınmı, çekilen gazın bir bölümünü uzaya geri püskürtür. Oysa gökadamızın merkezinde Sgr A*, düşen gazın bir kısmını geri püskürtecek kadar şiddetli ışınmı yayamıyor. Dolayısıyla merkezde, bir ışıkyılın onda biri çaplı bir bölgeye giren gazın tümü, nokta biçimli "tekillik" tarafından tümüyle çekiliyor. Gözlemcileri şaşırtan bir nokta, Sgr A*'dan yayılan ışınmının oldukça zayıf olması. Gökbilimciler bunu, tekilliğin potansiyel kuyusunun derinliğine ve karadeliğin, IRS 16 kaynağından gelen plazma rüzgârının ancak çok küçük bir bölümünü yakalamasına bağlıyorlar.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar

- Buser, R., "The Formation and Early Evolution of the Milky Way Galaxy", *Science*, 7 Ocak 2000
Crowell, K., *The Alchemy of the Heavens, Searching for the Meaning in the Milky Way*, First Anchor Books Trade, ABD, Mart 1996
Freeman, K., Hawthorn, B., J., "The Baryon Halo of the Milky Way: A Record of its Formation", *Science*, 7 Ocak 2000
Irion, R., "A Crushing End for Our Galaxy", *Science*, 7 Ocak 2000
Smith, N., Spooner, N., "The search for dark matter", *PhysicsWorld*, January, 2000
Stokstad, E., "Into the Lair of The Beast", *Science*, 7 Ocak 2000
Wardle, M., Melia, F., Zadeh, F., Y., "The Galactic Center: An Interacting System of Unusual Sources", *Science*, 7 Ocak 2000



Uzay Meteorolojisi Gelişiyor Ama...

Güneş'in Öfkesine Hazır mıyız?

Güneş fırtınası korkunç bir şey olabilir. Milyonlarca kilometre genişliğinde dev bir plazma ve manyetik alan dalgası, Güneş'ten üstümüze doğru geliyor. Uzayın derinliklerinde, Dünya'nın manyetik alanına hapsolmuş elektrik yüklü parçacıkların oluşturduğu kalkan çatırıyor. Dünya'ya yaklaştıkça, uzaydan yağın parçacıklar, astronotları ve uçak yolcularını hem yüksek radyasyon yağmuruna tutuyor hem de radyo haberleşmesini etkiliyor. Atmosferden ve yerküreden geçen akımlar, teknolojik bir kaos yaratıyor; uydular, hatta tüm elektrik dağıtım şebekeleri işlemez hale geliyor. 1989 Mart'ında olağanüstü şiddetli bir Güneş fırtınası-

nın, Kanada'nın Quebec eyaletinde tüm elektrik sistemini 9 saat süreyle felç ettiği gibi...

Bu fırtına Güneş'in 11 yıllık döngüsünün son doruk noktasında meydana gelmişti. Bu yıl, döngü yeni bir doruğa ulaşacak. Anlamı, Güneş fırtınalarının sıklığının ayda birkaçtan, haftada birkaç taneye çıkması. Bunlardan çoğunun fazla etkili olması beklenmiyor. Ancak içlerinden en güçlülerinin, 1989 fırtınasının şiddetine erişebileceği, hatta bunu geçebileceği düşünülüyor. O zamandan bu yana elektrik dağıtım şebekelerindeki genişleme, yörünge-deki uyduların sayısındaki artış (bu yıl sonuna kadar 800'e ulaşması bekleni-

yor), astronotların Uluslararası Uzay İstasyonu'nu inşa etme takvimi göz önünde tutulursa, insanlığın uzaydaki "kötü hava"nın etkilerine her zamankinden daha açık olduğu ortaya çıkıyor. ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF) Üst Atmosfer Araştırma Bölümü Başkanı ve Ulusal Uzay Meteoroloji Programı Eşbaşkanı Richard Behnke bu konuda karamsar. Şöyle diyor: "Uzaydaki meteorolojik olayların kötü birtakım şeylere yol açacağı kesin gibi; uydular bozulacak, elektrik dağıtım şebekeleri çökecek".

Ancak, bir fırtına uyarısı, limandaki teknelerin güvenceye alınması ve pencerelerin kapıların sıkıca örtülmesi için nasıl yeterli zaman sağlıyorsa, uzayla ilgili meteorolojik uyarılar da , teknisyenlere zararın bir kısmını önleyebilmelerinde yardımcı olabilir. Örneğin, elektrik şebekeleri tam kapasitenin altında çalıştırılarak Güneş fırtınalarının yol açacağı ani güç artışlarının vereceği zararlar önlenabilir. İletişim uyduları işleten şirketler, uydulardaki kalıcı ya da geçici bozukluklar için zamanında önlem alabilirler. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları Dairesi (NOAA) Uzay Çevre Merkezi (SEC) Başkan Yardımcısı Ron Zwickl, "çok kısa önceden yapılacak bir uyarı bile büyük yararlar sağlayabilir" diyor.

Uzmanlara göre, uzay meteoroloji uzmanlarının Güneş fırtınalarını önceden tahmin etme becerileri, 1960'lı yıllardaki meteoroloji yetkililerinin Dünya'daki fırtınaları tahmin yeteneklerinden daha ileri değil. Son 35 yıldır SEC, uzay meteorolojisinde önemli bir olgu olan Güneş parlamaları konusunda güvenilirliği giderek artan günlük tahminlerde bulunuyor. Bunlar, Güneş'in üst atmosferinde oluşan ve sıkışmış manyetik enerjinin serbest kalmasıyla tetiklendiği sanılan patlamalar. Ancak zarar potansiyeli en yüksek fırtınalar konusunda güvenilir uyarılar, ancak bir saat önceden yapılabilir. Bunun için bir plazma bulutunun Dünya'dan Güneş'e doğru 1.5 milyon kilometre uzaklıktaki "Advanced Composition Explorer" (ACE)'e ulaştığında yapılabilir. Bu uydunun görevi, plazma bulutunun bileşimini belirlemek. SEC yöneticisi Ernie Hildner'e göre, Güneş parlamalarıyla ilgili olarak bir gün öncesinden tutarlı tahminler yapabiliyoruz; hatta dalganın yolu üzerindeki ölçümlere

dayanarak dalga dünyaya erişmeden bir saat önce bile %90 isabetli tahminlerde de bulunabiliyoruz. "Ancak Güneş fırtınalarını birkaç gün öncesinden tahminde zorlanıyoruz".

Erken uyarı yeteneğinde "muazzam ilerlemeler" yolda. Ama gene Hildner'e göre, gelişmelerin bu yılki maksimumu yakalaması olanaksız. NASA, Dünya'yı etkileyebilecek Güneş fırtınalarını izlemek üzere yeni araştırma uyduları fırlatmayı planlıyor. NOAA ve ABD Hava Kuvvetleri de meteoroloji uydularına, erken uyarı için gerekli bilgileri toplayacak yeni aygıtlar yerleştirecekler. Elde edilen bilgiler, 1995 yılında NASA, NSF, NOAA ile Savunma, Enerji ve İçişleri Bakanlıklarının, on yıl içinde güvenilir "uzay meteorolojisi" tahminleri yapabilmek için ortaklaşa başlattıkları Ulusal Uzay Meteorolojisi Programı'na yükleniyor. 1997 yılında ilgili kuruluşlar, Güneş'te fırtına oluşumlarını önceden haber verecek ve bunların uydularla, elektrik dağıtım şebekeleri üzerindeki etkileri konusunda tahminlerde bulunmak üzere tek ve kapsamlı bir bilgisayar modeli geliştirmek için Kurumlararası Eşgüdümlü Modelleme Merkezi oluşturmaya başladılar. Merkez, NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nce yönetiliyor. Yetkililer, model tamamlandığında Ulusal Meteoroloji Servisinin, Dünya'daki hava koşullarıyla ilgili tahminlerine benzer tahminlerin uzay için de yapılabileceğini umuyorlar.

Uzaydaki meteorolojik koşulları, temel olarak Güneş'te meydana gelen üç olay belirliyor. İçlerinde etkileri en hafif olanı, taç lekeleri. Bunlar, Güneş'in üst atmosferinde, ya da alıştığımız adıyla "korona" (taç) katmanında, şiddetli morötesi ya da X-ışınlarıyla gözlemlendiğinde çevrelerine göre daha karanlık görünen bölgeler. Bunlar, Güneş'in yerel manyetik alanının, yüzeyi doğrudan uzay boşluğuna bağladığı bölgeler. Bu delikler sayesinde Güneş rüzgârını oluşturan yüklü parçacıklar, başka bölgelerdeki gibi bükülmüş manyetik alan çizgilerince yavaşlatılmadan, bir itfaiye hortumundan çıkar gibi uzaya fıskırabiliyor. Güneş döndükçe, bu delikler de kendisiyle birlikte döndüğünden, arada sırada bunlardan fıskıran plazma (iyonlaşmış gaz) gezegenimizin yörüngesini tarıyor.



Dünya'nın manyetosferi, yani manyetik alanı içinde hapsolmuş elektrik yüklü parçacıklarla dolu bölge, plazma fıskırmasının darbesiyle önce büzülüyor, plazma geçip gidince yeniden genişliyor. Bu büzülme ve genişlemelerse yeryüzünde elektromanyetik karmaşıklıklara yol açıyor.

Gezeganimizi etkileyen ikinci olgu, Güneş parlamaları. Bunlar, Dünya'nın üst atmosferini, Güneş'in sakin dönemlerinde yayımladığından 1000 kat daha şiddetli olabilen enerjik parçacıklar, X-ışınları ve şiddetli morötesi ışınım bombardımanına tutuyorlar. X-ışınları ve morötesi ışık Dünya atmosferinin üst kesimlerinde elektronları atom çekirdekleri çevresindeki yörüngelerinden koparıyor. Serbest kalan düşük enerjili elektronlar da uzay araçlarının dış kaplamaları üzerinde birikecek, "tıpkı halı üzerinde çorapla yürünmesine benzeyen" bir etki yapıyor. Biriken statik elektrik boşalınca uydunun elektronik devrelerine zarar verebiliyor.



Ara çözüm: NASA'nın 10 Ocak'ta Antarktika üzerinde bir balonla üst atmosfere gönderdiği Flare Genesis teleskopu Güneş yüzeyini, yer teleskoplarının 50 katı çözünürlükle izleyecek.

Yüksek enerjili protonlar ya da daha ağır çekirdeklerse, atmosfere X-ışınlarından 20 dakika ya da birkaç saat daha geç ulaşıyor ve yanlarında daha büyük sorunlar getiriyorlar. Bunların enerjileri, Güneş rüzgârının olağan iyonlarından bir milyon kat yüksek olabiliyor. Gerçi Dünya'nın manyetik alanı bunların çok büyük bir bölümünü yollarından saptırarak gezegenimize ulaşmasını engelliyor; ama gene de küçük bir bölüm, bu manyetik kalkanı delip manyetosfere girebiliyor. Bu da uydular ve yeterli radyasyon kalkanlarıyla korunmamış astronotlar için ciddi bir tehlike demek. Zwickl'a göre "en büyük parlamalarda, enerjik parçacıkların sayısı, normal düzeyinin 10 milyon katına kadar çıkabiliyor; bu da insan olsun, ya da makine, o sırada uzayda bulunan her şey için bir radyasyon tehdidi anlamına geliyor."

Uzay meteorolojisindeki en olumsuz koşullarıysa, Taçtan Kütle Atımı (Coronal Mass Ejection-CME) denen üçüncü olgu yaratıyor. CME'lerin çoğu Güneş parlamalarıyla ilgiliyse de, bu her zaman böyle değil. Bir CME'yi, Güneş'ten fırlayan ve on milyonlarca ton gazın yanı sıra Güneş'in manyetik alanının bir bölümünü taşıyan bir balon olarak düşünebilirsiniz. Bunlar uzaya fırladıklarında hızla genişliyor. Hildner, "elimizdeki bilgiler, bunların manyetik olaylardan kaynaklandığını gösteriyor diyor." Aynı uzmana göre "Güneş, manyetik alanla dolmuş atmosferinin bir bölümünü uzaya fırlatarak fazla enerjisinden kurtulmak istiyor."

Genişleyen, manyetize olmuş bir CME balonu, Güneş'ten fırladıktan birkaç gün sonra Dünya'nın manyetosferine çarptığında, Zwickl'a göre "kızcıca kıyamet kopuyor". Araştırmacılar, uydularda bulunan manyetometre ve ışınımölçerler sayesinde olup bitenle-

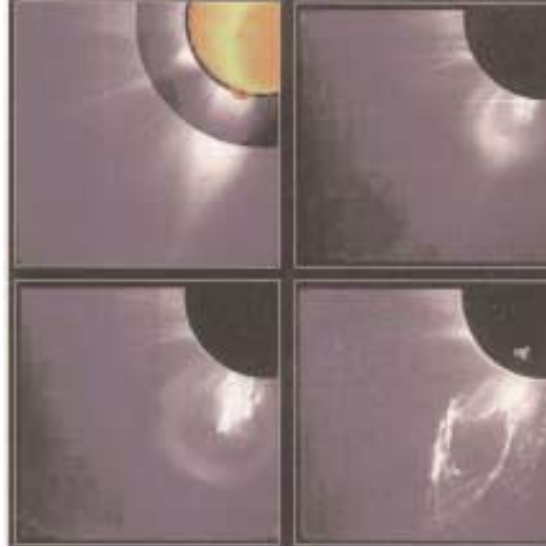
rin bir resmini oluşturabilmişler. Balonun manyetik alanının, Dünya'ninkine göre aldığı yöne bağlı olarak çarpışma, Dünya'nın manyetik alanını büyük ölçüde çarpıtıyor. Hareketli bir manyetik alan da bir elektrik akımına yol açtığından, kırbaç gibi inip kalkan alan çizgileri, iyonosfer denen, Dünya üst atmosferinin iyonlaşmış bölgesinde bir akım oluşturuyor. Bunun sonucunda iyonosfer ısınıp genişliyor ve alçak yörüngelerdeki uydular üzerindeki sürtünmeyi artırıyor. Balonun çarpmasıyla geriye itilen manyetik alan, ayrıca iyonosferdeki elektronları da hızlandırarak bunları, uydulara derinlemesine girip onları kalıcı olarak felce uğratan "katil" elektronlara dönüştürebiliyor.

Geriye itilen manyetik alanın Dünya yüzeyindeki etkisi, enerji iletim hatlarındaki akım yükselmeleri biçiminde ortaya çıkıyor. Fırtınadaki manyetik alan ne kadar büyükse, iletim hatlarındaki dalgalanmaların hızı da o ölçüde artıyor. Ve iletim hatlarının uzunluğu arttıkça da endüksiyon akımının (manyetik alandaki değişimlerin yarattığı akım) şiddeti de artıyor. Bu akım, elektrik dağıtım şebekesindeki alternatif akımın dengesini bozabiliyor ve sonuçta voltaj düzenleyicileri kapanıyor, devre kesiciler etkisiz kalıyor ve tüm sistem, 11 yıl önce Quebec'te olduğu gibi çöküyor.

NOAA, Apollo Ay seferlerinin sürdüğü yıllarda ilk kez uzay meteorolojisiyle ilgilenmeye başladığında araştırmacılar, "Güneş lifleri"ni izleyerek bu üç olguyu önceden kestirebilmeye çalışıyorlardı. Güneş lifleri, yıldızın diskinden yükselen ipelik görünümünde parlak gaz sütunları. Bu lifler zaman zaman Güneş yüzeyinden koparak atmosferinin üst katmanlarında kayboluyor. Bunun, Güneş'in manyetik alanının yapısında bir değişikliğe işaret ettiği sanılıyor. Bu olay, bazen bir CME ile çıkıyor. SEC'in baş uzmanı Joe Kunches, eski günleri anlatırken, "ne zaman bir lif ortadan kaybolursa, NOAA uzay hava tahmincileri Güneş'in bir CME yayımladığı sonucuna varırlardı" diyor. Aynı uzmana göre yapılan iş "boş atıp dolu tutmaya çalışmak"tan başka bir şey değildi.

Bugünse SEC, özel Web sitesi (www.sec.noaa.gov) aracılığıyla, uzay

meteorolojisiyle ilgili olası gelişmeleri bir hafta öncesinden bildiriyor. Ayrıca bir gün önceden somut tahminlerde bulunuyor. Dahası, başlamış ya da başlamak üzere olan Güneş fırtınaları konusunda anında uyarılarda bulunuyor. Bu bültenlere temel oluşturan bilgilerse, meteoroloji uydularından, yeryüzünde bulunan aygıtlardan ve özellikle de çok önemli iki uzay aracından, 1995 sonlarında fırlatılan Güneş ve Heliosfer Gözlemevi (SOHO) ile, iki yıl sonra fırlatılan ACE uydusundan sağlanıyor. Gerçi bunlar uzay meteorolojisi için tasarlanmış değiller; ama her ikisinde de şimdi bu iş için kullanılan aygıtlar var. Gene Dünya'dan Güneş yönünde 1.5 milyon km uzaklıkta bulunan SOHO'nun tahmin gücü, büyük ölçüde "Geniş Açılı



1980'de gözlemlenen bir CME

Spektrometrik Koronagraf" (LASCO) adlı bir teleskoptan geliyor. Teleskop, küçük bir opak diskle yapay bir güneş tutulması oluşturuyor ve bu sayede Güneş'in çok daha sönük olan taç tabakasını inceleyebiliyor. Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı Güneş fizikçisi Simon Plunkett, LASCO'yla bakıldığında CME'lerin, taç tabakasından ayrılan parlak balonlar biçiminde görüldüğünü söylüyor. Eğer bir CME doğrudan Dünya yönünde ya da tam ters yönde yayılmışsa, genişleyen beyaz bir halka biçiminde görünüyor. Buna "haleli CME" deniyor. Ancak sorun, LASCO'nun tek başına CME'nin Dünya yönünde mi, yoksa ters yönde mi hareket ettiğini belirleyememesi.

İlerleme yönünü saptayabilmek için SOHO araştırmacıları Şiddetli Morötesi Görüntüleme Teleskopu adlı ikinci bir araçtan yararlanıyorlar. Bu araç, Güneş'i morötesi dalga boylarında izleyerek bizim yönümüzde ilerleyen bir CME'nin "ayak izlerini" saptamaya çalışıyor. Örneğin, morötesi ışınının yoğunluğundaki bir azalma, taç tabakasından sıcak bir kütlenin koparak dışarıya doğru harekete geçtiği anlamına geliyor. Eğer sönükleşme, Güneş'in merkezi yakınlarında görülüyorsa, bu kütlenin Dünya yönünde ilerlediğine işaret. Plunkett, "Bu yolla, Dünya'ya çarpması olası bir CME konusunda oldukça güvenilir bir saptama yapabiliyoruz; uydunun Güneş diskini ve dış atmosferini görüntüleme yeteneklerini birleştirerek CME'nin nereden geldiğini ve dış doğru yönelirken izlediği yolu belirleyebiliyoruz" diyor.

Hildner, hale CME'si biçimindeki kütle atımının, gezegenimize ulaştığında Dünya'nın manyetik alanını bir biçimde etkilediğini belirtiyor. Ancak şiddetli bir uzay fırtınasını önceden haber verebilmek için, yaklaşan bulutun manyetik alanının, Dünya'nın manyetik alanıyla ters yönde olup olmadığını belirlemek gerekiyor. Çünkü manyetik alanlar ancak ters yönde oldukları zaman birleşebiliyorlar. SOHO uydusuysa, manyetik alanın doğrultusunu saptayamıyor. Bu iş, Dünya'ya SOHO'dan bir saat daha yakın olan ACE uydusuna düşüyor.

Bu uydu, CME'nin Dünya'ya çarpıp çarpmayacağı ve çarpmanın şiddeti hakkında uyarıda bulunuyor. ACE ayrıca, geçen bulutun yoğunluğunu, içeriğini ve hızını da belirliyor. NASA'nın Jet İtki Laboratuvarı Direktörü ve ACE Proje Yönetici Ed Stone, "San ki Dünya'nın 1,5 milyon km ötesinde oturuyor gibiyiz; buradan da muazzam bir basınç dalgasının gezegenimize yaklaştığı konusunda gerekli uyarıyı zamanında yapabiliriz" diyor.

Uzay meteorolojisi tahminlerinin güvenilirliğini arttırmak için araştırmacılar Güneş'i daha yakından inceliyorlar. Bu yolla, CME'lerin yayımlanmak üzere olduğu konusunda tahminler yapabilmeyi, ayrıca bunların büyük ve hızlı mı, yoksa fazlaca etkisi olmayan küçük ve yavaş oluşumlar mı oldukları-

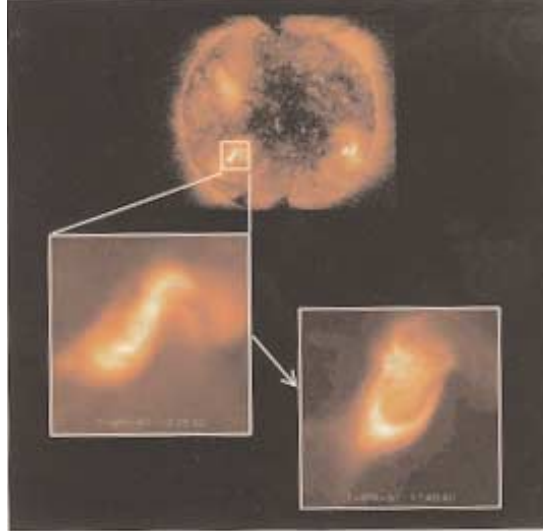
nı kestirebilmeyi umuyorlar. Bunu anlayabilmenin bir yolu, Güneş yüzeyindeki güçlü manyetik alanları incelemek. Hildner, "eğer çok güçlü ve birbirlerine çok yakın ters yönlü manyetik alanlar varsa, bunların birbirlerini yok etmesi ve büyük yıkıcılıkta bir enerji boşalımı için potansiyel var demektir" diyor. Araştırmacılar, manyetograf denen bir aygıt yardımıyla alanların güç ve konumlarını izleyebiliyorlar. Bu aygıt, Güneş ışığının manyetik alan nedeniyle polarizasyonunu ölçüyor. Eğer alan yeterince güçlüyse ve yeterince bükülmüşse, çok geçmeden çözüleceğini ve bu süreç sırasında da bir CME yayımlayacağını bilebilirsiniz.

1998 yılında biri Montana Devlet Üniversitesi Güneş fizikçilerinden Dick Canfield, öteki de NASA'nın Marshall Uzay Uçuş Merkezi'nden Ron Moore yönetimindeki iki ayrı grup, daha güvenli CME uyarıları için Güneş manyetik alanını incelemenin yeni yöntemlerini açıkladılar. Canfield'in ekibi, Japonların 1991 yılında fırlattığı Yohkoh uydusundan sağlanan X-ışını verilerinden yararlandı. Taç katmanında yoğun manyetik alanlara sahip bölgeler çevrelerine oranla daha sıcak plazmayla dolu olduklarından, daha çok X-ışını yayıyorlar. Bu etki de hem manyetik alanın şiddetini, hem de doğrultusunu ortaya koyuyor. Canfield ve ekip arkadaşları, kıvrık yapılarıyla sarılmış durumda ve patlamaya hazır görünen "S" biçimli manyetik alanlar üzerinde duruyorlar. Araştırmacılar, bunların CME'ye dönüşme olasılıklarının, belirgin bir biçimi olmayan sıcak noktalara oranla iki, üç kat daha fazla olduğunu saptamışlar. Moore ise bu sürecin zorunlu olarak böyle işleyeceği konusunda bir garanti olmadığı vurguluyor. Moore ve ekibi, Güneş manyetik alanının hem şiddetini hem de üç boyutlu olarak yönünü ölçebilen bir manyetograf kullandıklarında benzer bir etki saptamışlar.

Daha doyurucu veriler sağlamak için NOAA, ileride fırlatılacak bir meteoroloji uydusuna bir X-ışını kamerası yerleştirmeyi planlıyor. Zwickl, "şimdilik Yohkoh uydusundan günde birkaç X-ışını görüntüsü alabiliyoruz; oysa yeni X-ışını aygıtlarıyla günde 24 saat,

her birkaç dakikada, bir görüntü alabileceğiz" diyor. "Böylelikle ilk kez taç katmanını sürekli olarak X-ışını dalga boyunda gözleyebileceğiz; bu da 'hava' tahmincilerine bir parlamanın yerini tam olarak görme, aktif bölgelerde bir hareketlenmenin başladığını izleme ve taç katmanında ortaya çıkan değişimleri görme olanağı sağlayacak".

Bir CME yayımlanır yayınlanmaz "Stereo" adıyla tasarlanan bir çift yeni uydu tarafından izlenmeye alınacak. Bunlardan biri, Güneş çevresinde dönüşü sırasında Dünya'nın önünden, ötekiye ardından gidecek. Aynı aygıtlarla donatılmış iki araç bir arada, Dünya-Güneş ortamını stereoskopik olarak inceleyecek. Boston Üniversitesi uzay fizikçisi George Siscoe, "ideal olarak gaz bulutlarının Dünya'ya doğru geliş-



Güneşin manyetik alanındaki "S" biçimli yapılar CME oluşumunu haber verebilir. Yohkoh uydusunun sağladığı görüntüler, manyetik bir "S"yi CME yayımından önce ve sonra gösteriyor.

lerini izleyebilecek, hızlarını ölçebilecek ve gerek duyduğumuz her türlü bilgiyi elde edebileceğiz" diyor.

Bir CME'nin Dünya'ya doğru yola çıktığını ve bulutun büyüklüğünü belirledikten sonra meteoroloji tahmincilerinin yapacağı şey, bu bilgileri gezegenimizin manyetosferi ve iyonosferiyle ilgili bilgisayar modellerine aktarmak ve yeryüzü ile yakınlarında ortaya çıkacak etkiler konusunda somut tahminler oluşturmak. Ancak bu, olağanüstü karmaşık ve zorlu bir iş. Nedeni de gerek manyetosferin, gerekse de iyonosferin aynı derecede karmaşık bir yapıda olmaları. Colorado Üniversitesi

atmosfer ve uzay araştırmacılarından Dan Baker, durumu şöyle betimliyor: "çok soğuk ve manyetik alanların yoğun olarak bulunduğu iyonosferden, Güneş rüzgârını karşılayan manyetosferin üst katlarına kadar ulaşan bu bölgede son derece değişik koşullar var; örneğin büyük bir uzay parçasının farklı bölgelerini dolduran gazlar ve bu bölgelerdeki manyetik alanlar için son derece değişik nitelikler".

Bazı modeller, bu karmaşık öğeleri dikkate almaksızın, yalnızca geçmişte aynı koşullarda neler olduğuna bakarak bir Güneş fırtınasının Dünya'daki etkileri konusunda uyarılarda bulunmak üzere tasarlanmış. Bazılarıysa uzaydaki meteorolojik gelişmeleri, başlangıç koşullarından yola çıkarak modelliyor. Bunlar, Güneş rüzgârı ve manyetosferi, birbirleriyle karşılıklı etkileşim içinde bulunan, manyetize olmuş akışkanlar biçiminde değerlendiriyorlar. Her iki yaklaşımın da sakıncaları yok değil. Şöyle ki; bazı fırtınalar için, tahminlere yardımcı olacak geçmiş örnekler bulunmuyor. Öte yandan uzay meteorolojisinin karmaşık fiziği de, başlangıç koşullarıyla model oluşturma çabalarına sekte vuruyor. Kurumlararası Eşgüdümlü Modelleme Merkezi'nin amacı, halen geliştirilmekte olan türlü modelleri birleştirerek, yeryüzündeki hava tahmin modellerinin tutarlılığında tek bir model oluşturmak. Merkezin yöneticisi Michael Hesse, birleştirmenin başarılabileceği konusunda güvenli.

Ancak aynı yetkiliye göre, etkilenecek bölgeleri kesin olarak belirleyen ve şiddet konusunda kesin öngörülerde bulunabilecek tahminler "şimdilik çok, çok, çok uzak".

Baker'a göre, böyle bir model geliştirilip uygulanmaya konsa bile, tahminlerinin tutarlılığıyla ilgili önemli bir boşluk olacak. Yeryüzü meteorolojisinde olduğu gibi, önceden tahmini en zor olanlar, az sayıda meydana gelen en şiddetli olaylar. Oysa en ağır sonuçları doğuranlar da bunlar. Demek oluyor ki, geçen ekim ayında büyük sel baskınlarına yol açan Floyd kasırgasının uzaydaki benzeri bizi apansız yakalayacak.

Taubes, G., "Forecasting the Storms and Showers of Space", *Science*, 24 Aralık 1999

Çeviri: Raşit Gürdilek

Ozon Tabakasının Dünü, Bugünü, Yarını...

Atmosferdeki Delik

Ozon tabakasındaki delinmenin sonuçlarını kabaca artık herkes biliyor: Küresel ısınma ve Güneş'ten gelen zararlı ışınların engellenememesi. Bir ara herkesin gündeminde olan ozon tabakası, neredeyse unutulmaya yüz tuttu. Ancak bu durum tehlikenin geçtiğini değil önemsenmediğini gösteriyor. Ozon tabakasındaki deliğin büyümesinden kaynaklanan tehlike gerçekliğini koruyor. Hâlâ çevre örgütleri ve akademisyenler, geleceğimizi karartabilecek bu tehlike üzerine çalışmalar yapıyorlar. Peki bu çalışmalar sonucunda dünden bugüne ne değişti ve ne gibi gelişmeler oldu?

Ozon tabakası, kloroflorokarbonların (CFC) yol açtığı bozulmaya çok uzun süredir maruz kalıyor. CFC'ler soğutucularda kullanılan gazın ana maddesi. Ayrıca, özellikle batı toplumlarında yaygın olarak kullanılan deodorant spreyle de bunları yoğun olarak içeriyor. 1928'de keşfedilen CFC'lerin kullanım alanları çok geniş ve yaşam süreleri çok uzun. Kullandıktan sonra atmosferde yükselerek stratosfere kadar çıkan CFC'lar ozon kabakasının oluşturan üçlü oksijen moleküllerinin yapısını bozuyor.

Ozon tabakasında Antarktika'nın üzerinde oluşan delik, 1977'den beri söyleniyor olmasına rağmen ancak 1985'te gündeme geldi. Viyana'da yapılan toplantıda ozon tabakasının koruma altına almak ve araştırmaları sürdürmek için bazı kararlar alındı. 1987'de klor ve bromidin stratosferdeki ozonu bozduğu kabul edildiğinde, zarar veren maddelerin azaltılması Montreal Protokolü ile kabul edildi. Daha sonraki yıllarda da süren bu uluslararası çalışmaların sonucunu Montreal'de 1 Ocak 1999'da yapıldı. Tüm bu toplantılar sonucu CFC'lerin kullanımında sınırlamalara gidildi ve araştırmalara hız verildi.

Geçtiğimiz yıla kadar bilim adamları, küresel ısınma ve dolayısıyla sera etkisiyle ilgili çalışmalarını daha çok atmosferin alt katmanları, yani troposfer üzerinde yoğunlaştırmışlardı. Bu çok anlaşılabilir bir şey. Troposfer 12-15 kilometre genişli-

ğinde olsa bile atmosferin % 75'lik kütlelerini içinde barındırıyor. Troposferde hava olayları meydana geliyor, uçakların büyük çoğunluğu burada uçuyor ve en önemlisi, burada biriken gazların sera etkisi yarattığını gösteren kanıtlar artıyor.

Ama uzamsal açıdan bakacak olursak, troposfer atmosferin yalnızca bir parçasını oluşturuyor. Böyle olunca, troposferdeki olaylar dışında, daha yukarılardaki stratosfer, mezosfer ve termosfer katmanlarında olanların da sera etkisini arttırdığını düşünebiliriz. Aslında 1999'da bilim adamları, atmosferin üst katmanlarında olan değişikliklerin, aşağıdakilerden daha önemli olduğunu buldular. Ve çok daha sıcak olması gereken üst katların tersine soğuduğunu keşfettiler.

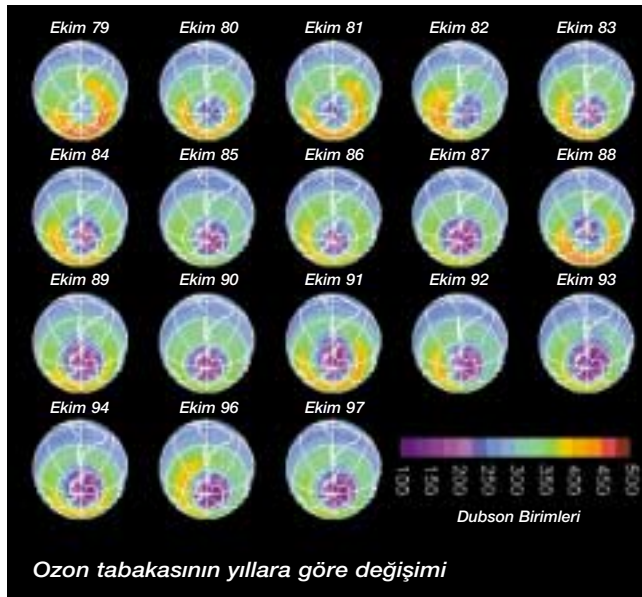
Örneğin stratosferi ele alalım. Bu katman troposferin hemen üzerinde yeryüzünden 15 ile 50 kilometre yukarıda bulunuyor ve bizi Güneş'in zarar-

lı morötesi ışınlarından koruyan ozon tabakasını da içeriyor. Bilim adamları sürekli olarak bize bu konuda uyarıda bulunuyorlardı. Ancak son bir kaç yılda uyarının biçimi değişti: Eğer sera etkisi yaratan gazlar atmosferde birikmeye devam ederse, stratosferdeki soğuma ozon tabakasındaki yıkımı hızlandıracak ve Arktik ozon deliği Antarktik ozon deliği kadar genişlemiş olacak.

Bu arada mezosferde olanlar da bize birşeyler anlatmaya çalışıyor. Herkesin tahmin ettiğinden çok daha hızlı (her yıl 1 derece) soğuyan mezosfer, küresel iklimin değiştiğini gösteren en son ve büyük işaret.

Bu nasıl oluyor? Güneş ışınları atmosferi yukarıdan başlayarak ısıtmıyor mu? Burada önemli olan, yerkürenin yansıttığı ısının ilk katmanda yani troposferde hapsediliyor olması. Üst katmanların ısınamayıp soğuyor olması gerçek bir sera etkisinin başlamış olduğunu gösteriyor. Seranın üst camı (ki bu camı troposferde biriken metan ve karbondioksit gazlar oluşturuyor) troposferin üstünde mezosfere ve daha yukarıya ısının aktarılamamasına neden oluyor.

Sıcak havanın her zaman yükseldiği öngörüsü de burada işe yaramıyor. Çünkü sıcak hava, yukarı çıkamıyor. Troposferde yükselmeye başlayan sıcak hava ozon tabakasına yaklaştığında bakıyoruz ki artık kendisi çevresindeki havadan daha sıcak değil hatta serin; çünkü Güneş'ten gelen ısıyı soğuran ozon tabaka-



sı, etrafı iyice ısıtmış. Böylece yine atmosferin üst katmanları ısınmamış oluyor. Bilim adamları küresel ısınma dışında bir terim daha kullanmaya başlıyorlar: Radyoaktif soğuma.

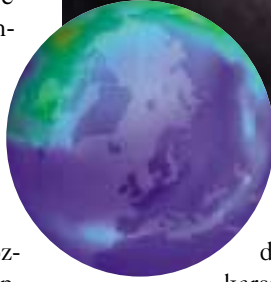
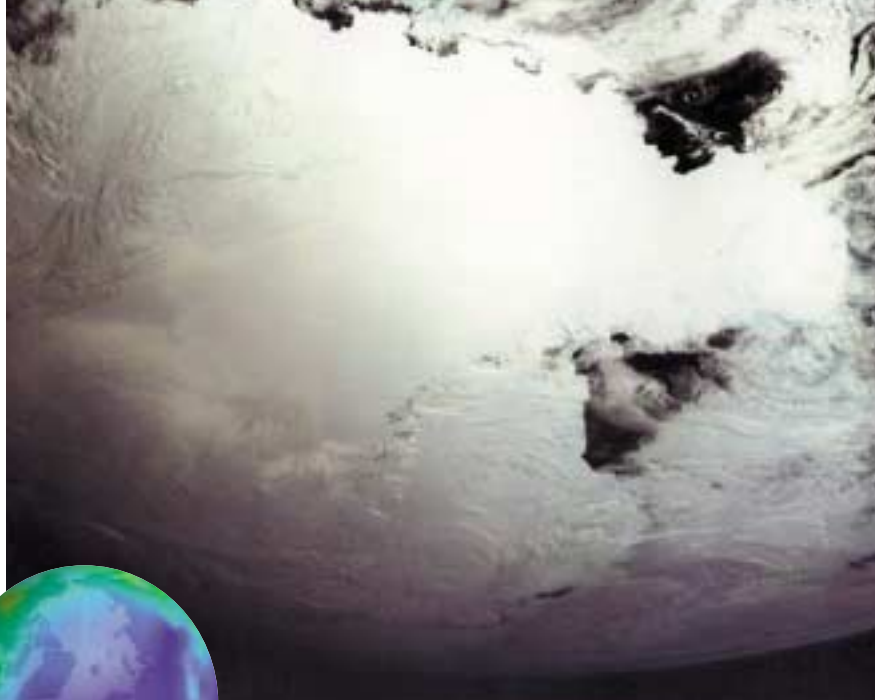
Radyoaktif soğumayla birlikte daha önceden düşünülmemiş olasılıklar gündeme gelmeğe başladı. İngiliz Antarktik Araştırmaları grubundan bilim adamlarının geçen yıl Journal of Geophysical Research'de yayınladıkları bir rapora göre, bu soğumayla atmosferin üst katmanlarındaki gazlar yoğunlaşmaya başladı. Bu da gazların daha az yer kaplaması nedeniyle atmosferin küçülmesi anlamına geliyor. Ölçümlere ve araştırmalara göre, mezosferin Antarktika'nın üstüne denk gelen kısmında son 40 yılda 8 kilometrelik bir incelmeye olduğu gözlemlendi. Benzer veriler, Avrupa üzerindeki bölgede de elde edildi.

Sıcaklıktaki ani değişimler, atmosferin bazı bölgelerinde günden güne dramatik genişlemelere ya da daralmalara yol açıyor. Ayrıca ölçümlere dayalı başka bir öngörüye göre yeni yüzyılda karbondioksit oranındaki yüzde yüzlük bir artış, yerküre uzay boşluğuna 20 km daha yaklaştıracak. Atmosferdeki bu daralma ve seyrelmeyle havanın aerodinamik direnci de yarıya düşeceği için yörüngedeki bazı uyduların önümüzdeki bir kaç on yıl içinde orada duramayacaklarını ve bu uyduların yeni tip tasarımlara gereksinimleri olacağı düşünülüyor. Bu tür senaryolar dışında iyileştirme sonucunda ozon tabakasının yeniden düzeleceğini öngören senaryolar da var.

Ozon Tabakasını İyileştirmek

CFC'ler içinde bulunan klor hem doğa hem insan üretiyor. Ama doğanın ürettiği klor suda çözünebilen kısmı, stratosfere kadar ulaşamıyor.

İnsan yapımı klor ve bromid düzeyi düşmediği sürece, ozon tabakasının zarar göreceği açık. Ancak bilim adamları, sınırlamalara uyulduğu takdirde ozon tabakasının bu yüzyılın ortalarında kendini yenileyerek normal seviyesine ulaşacağı görüşündeler. Tamir sürecinin bu kadar uzun olmasının nedeni de CFC ve diğer zararlı bileşiklerin ömürlerinin uzun olması.



1999 yılı Kasım ayında NASA uydularından alınan Antarktika üzerindeki ozon tabakası görüntüsü (solda). Antarktika (üstte).

CFC'ler dışında tarım zararlılarına karşı kullanılan bazı pestisitler de ozon tabakasını etkiliyor. Hatta 1997 Ağustos'unda bilim adamlarının Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na gönderdiği mektupta bu tehlikeli pestisitlerde kullanılan metil bromid adlı kimyasal maddeyle ilgili bir rapor bulunuyor. Bu rapora göre, madde toprağa zarar verdiği gibi, ozon tabakasının yıkımında da onda bir oranında sorumlu. Fakat bu konuyla ilgili önlemler ancak 2001 yılında yürürlüğe girebilecek ve kısıtlama şimdilik dörtte üç oranında olacak. 2001'den sonraki yıllarda metil bromidin kullanımının tamamen kaldırılması ve daha katı kurallar getirilmesi bekleniyor.

Ozon tabakasını etkileyen kimyasalların başında temizlik malzemelerinin içinde bulunan trikloroetan (CH_2CCl_3) geliyor. Bu maddenin kullanımının günümüzde sınırlandırılmış olması ozon tabakasında belli bir iyileştirmeye yol açacak. Ancak diğer ha-

lokarbonların da azaltılmasına ivedi gereksinim var. Diğer halokarbonların başında da CBrClF_2 (halon-1211) geliyor. Ozon tabakasını en çok etkileyen bu gazın kullanımında herhangi bir azalma olmamış.

Yine de bazı iyileşmeler olmuyor değil. Bilim adamlarının yaptığı hesaplamalara göre ozon tabakasına zarar veren maddeler, 1997 yılıyla 80'lerin sonlarını karşılaştırdığımızda epey azalmış durumda. Bilim adamları bu azalmanın yine de daha dikkatle gözlenmesi görüşündeler. Çünkü aerosollerde, yangın söndürücülerde ve temizlik malzemelerinde kullanılan çözücülerin atmosfere salınımı, kullanım biçimleri açısından çabuk olurken, buzdolapları ya da havalandırmalarda kullanılanların (geçmişte CFC-11 ve CFC-12 kullanımının yaygın olduğu alanlar) atmosfere salınımı yıllar sonra oluyor.

Kullanımı en çok azalan maddeler temizlik malzemelerinde kullanılan çözücüler (CFC-13 ve CH_3CCl_3). Burada önemli olan, piyasaya sürülmüş ve henüz hiç kullanılmamış ozona zarar verebilecek maddelerin oluşu. Ayrıca göz önünde tutulması gereken başka bir önemli nokta da, bu maddelerin ne kadar süre atmosferde etkilerini korudukları. Tüm bunlar birleşince, üretimi durdurulan ya da azaltılan zararlı maddelerin tehlikesi daha iyi anlaşılıyor.

Özgür Ergin

Kaynaklar:

Montzka, S., Butler, J., Elkins, J., Thompson, T., Clarke, A., Lock, T., "Present and Future Trends in Atmospheric Burden of Ozone-Depleting Halogens", *Nature*, 22 Nisan 1999, Pearce, F., "Promising The Earth", *New Scientist*, 30 Ağustos 1997 Pearce, F., "Chill in the Air", *New Scientist*, 1 Mayıs 1999 <http://www.unep.org/ozone/> http://www.ec.gc.ca/ozone/protect/sect5_e.html

Kimyasallar	Endüstriyel ya da çok bilinen isimleri	Ömürleri (yıl)
CCl_2F_2	CFC-12	100
CCl_3F	CFC-11	45
$\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$	CFC-113	85
CH_2CCl_3	Metil kloroform	4,8
CCl_4	Karbon tetraklorit	35
CBrF_3	H-1301	65
CBrClF_2	H-1211	16
CHCl_2F	HCFC-22	12
CH_3CClF_2	HCFC-142b	19
$\text{HC}_3\text{CCl}_2\text{F}$	HCFC-141b	9

Atmosferik halokarbonların kaç yıl etkin kalabildiklerine ilişkin tablo.

Elektrozayıf Etkileşmelerin Kuantumlu Yapısı

Geçtiğimiz yüzyılın son Nobel Fizik Ödülünü Hollandalı iki teorik fizikçi, Gerardus 't Hooft ile Martinus J. G. Veltman kazandılar. Ödülü veren İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi, ödül için, iki kuramcının fizikte elektrozayıf etkileşmelerin kuantumlu yapısını açıklığa kavuşturmalarını neden gösterdi. Nobel ödülü kazanan bu çalışma, aslında 1971 yılında Utrecht Üniversitesi'nde Veltman'ın yanında doktora yapmakta olan 't Hooft'un hazırladığı tez çalışmasıydı. O sıralar 24 yaşında bir öğrenci olan 't Hooft'un, bu zor problemi orijinal matematik yöntemler geliştirerek çözebilmesi fizik toplumunda Türkiye'ye dek uzanan büyük yankılar bulmuştu. Bu yazının tanıtımaya çalışacağı G. 't Hooft, sona eren yüzyılın sezgileri en güçlü teorik fizikçilerinden birisidir. Bu yönüyle belki ancak ünlü Dirac'la karşılaştırılabilir. Fakat daha önce 't Hooft ve Veltman'ın kazandıkları ödülün biraz gecikmiş olduğu, zaten yıllardır beklendiği belirtilmeli. Kendiliğinden simetri bozulması yoluyla kütle kazanımı sağlayan elektrozayıf etkileşme modelleri, 1960'ların başından beri gündemdediydi. Bu modeller arasından birisi, 1967'de Amerikalı Steven Weinberg ve İngiltere'de bulunan Pa-

kistan'lı Abdus Salam tarafından önerilen ve bugün standard model adını alan bir tanesi, zamanla öne çıktı. Ancak başlangıçta, henüz kuantumlu ayar alan teorileri olarak bu tür modellerin kesin hesaplamalara imkan verip vermedikleri bilinmemekteydi. Yani bir elektrozayıf bozunma için yarı-süre veya bir parçacık saçılımı için tesir kesiti, kuantum elektrodinamiğinden bilinen yöntemlerle hesaplanırsa, bu hesaplardan belli sayılar bulunacağı, yani bir öngülerinin olup olmadığı henüz kuşkuluydu. Utrecht Üniversitesi'nde teorik fizik profesörü olan Martinus Veltman bu zor ve uzun bu hesapları yapabilmek için ilk bilgisayarla sembolik hesap program paketi olan SCHOONSCHIP'i geliştirmişti. Onun yanında bu



1999 Nobel Fizik Ödülünü kazanan Hollandalı iki teorik fizikçi, Gerardus 't Hooft (solda) ve Martinus J. G. Veltman (sağda).

programı kullanan öğrencileri G. 't Hooft ve P. van Nieuwenhuizen, şimdilerde tanınmış fizikçiler. 't Hooft, sonsuz çıkan Feynman integrallerinin boyutsal regülerizasyonunu yaparak, standart model türü kuantumlu ayar alan teorilerinin renormalizasyonunu gösterdi. Dolayısıyla bu modellerin belirli ve kesin öngörülerinin hesaplanabileceğini kanıtlamış oldu. Standart modelin öngördüğü elektrik yüksüz zayıf akım etkilerinin, 1973 yılında İsviçre'nin Cenevre kentindeki CERN laboratuvarlarında gözlenmesi önemli bir dönüm noktasıydı. Nitekim Sheldon Glashow, Steven Weinberg ve Abdus Salam, bu deneysel kanıtın bulunması sonrasında 1979 yılı Nobel fizik ödülünü kazandılar. Standard modelin doğrulanması için, yaklaşık proton kütlelerinin 100 katı kütleleri olması beklenen ve W^+ , W^- , Z^0 ile gösterilen zayıf ara bozonlarının varlığı gerekiyordu. Bunlar, tam beklenen kütle değerlerine sahip olarak 1983 yılında, yine CERN laboratuvarlarında gözlemlendiler. Bu büyük deney de bir Nobel fizik ödülünü getirdi. Deney grubunun liderleri Carlo Rubbia ile Simon van der Meer, 1984 ödülünü aldılar. Bütün bu gelişmelere temel düzeyde katkıda bulunan G. 't Hooft ve M.

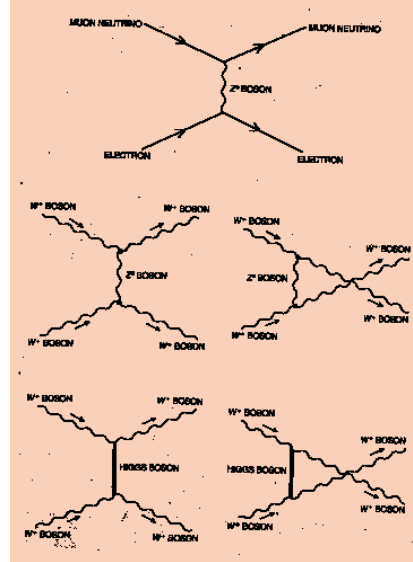
Veltman'ın Nobel fizik ödülünü kazanmaları doğaldı. Aslında, elektrozayıf etkileşmeler konusunda 2-3 Nobel Fizik ödülü daha sahiplerini aramakta. Varlığı öngülen τ - (tau) nötrinოსunu keşfedecek olanlarla, Higgs mekanizmasının sonunda (fotonun kütlesinin sıfır kalması nedeniyle) geride fiziksel bir parçacık olarak kalması beklenen Higgs bozonunu keşfedecek olanlar, kesin bu ödülü hak edeceklerdir.

Bir Kuantumlu Alanlar Teorisinin Renormalizasyonu Ne Demek?

Bu soruya yanıt vermeden evvel kuantumlu alanlar teorisi nedir? Nasıl bulundu? Nasıl gelişti? Bunları kısaca bir gözden geçirelim. Bunu üç dönemde incelemek gerek. Kabaca II. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla biten birinci dönem, kuantum mekaniğinin keşfini izleyen senelerde, elektrik ve manyetik alanların da kuantumlanması gayretleriyle geçti. Biliyoruz ki kuantum mekaniği dalga-parçacık ikiliği üstüne kurulmuştur. Elektromanyetik dalgaların parçacık nitelikleri, kendini foton adı verilen enerji kuantumlarıyla gösterir. Klasik bir parçacık olan elektronun dalga nitelikleri ise, kuantum mekaniğinin temel denklemi olan Schrödinger denklemini sağlayan elektron dalga fonksiyonuyla gösterilir. Şimdi bir elektromanyetik alan içinde bulunan hidrojen atomuna ne olur diye düşünelim. Bunu elektron-foton etkileşmeleri ile tam olarak tarif edebilmek için nasıl elektronu kuantumluyorsak, elektromanyetik alanlar da kuantumlanmalıdır. Yani, kuantum dünyasında hem klasik parçacıkları, hem klasik kuvvet alanlarını beraber kuantumlamak gerekir. Bu teoriye kuantumlu elektromanyetik alanlar teorisi, ya da kısaca kuantumun elektrodinamiği (QED) adı verilir. Kuantumlu alan teorilerinin kuantum mekaniğinden farkı, bir kuantumun yok olmasını veya var olmasını tarif edebiliyor olmasıdır. Schrödinger mekaniği kapsamında bir elektron dalga fonksiyonu varsa hep vardır. Yoksa var edilemez. Oysa, kuantumlu alanlar teorisinde, örneğin bir foton gelip, elektronu taban düzeyinde bulunan bir

hidrojen atomuna çarpı diyelim. Çarpışma sonrasında foton ile taban düzeyindeki elektron yok olur. Yerlerine uyarılmış düzeylerden birisinde bir elektron ortaya çıkar. Bu süreçte enerji, momentum ve açısal momentum korunmuştur. Kuantum mekaniğini bulanlar arasında öne çıkan isimlerden İngiliz Paul A. M. Dirac, İtalyan Enrico Fermi ve Alman Pascual Jordan'ın 1928'den başlayan, fakat 1939'da II. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla kesintiye uğrayan çabalarıyla kuantum elektrodinamiği ve sonsuzlukları, daha o zamandan kabaca ortaya çıkarılmış oldu.

Kuantum elektrodinamiğinin ikinci dönemi, savaşın sona ermesinin ardından fizikçilerin tekrar bu konulara geri dönmesiyle başladı. Artık bilimin ekse-



Feynman diyagramlarıyla, elektrozayıf kuramın renormalizasyonu, Higgs bozonunun varlığını gerektiriyor.

ni Amerika Birleşik Devletlerine kaymıştı. Teorik fizikte söz sahibi olanlar, Los Alamos'taki atom bombası projesini yönetmiş olan Julius Oppenheimer'la oradaki teori bölümünün başı Hans Bethe'ydі. Bethe, savaş öncesinde Almanya'da kuantum elektrodinamiğinin sonsuzluklarını ilk hesaplayan fizikçiler arasındaydı. Julius Oppenheimer ise, 1920'lerde Almanya'da yetişmiş ve 1943 yılında atom bombası projesine girmeden önce, Berkeley'de çevre yapmış, Amerika'nın kuantum mekaniğini bilen ilk teorik fizikçisiydi. Olaylı bir şekilde atom bombası projesinden ayrılması sonrasında, 1933'de kurulmuş ve o tarihten beri ünlü Albert Einstein'a ev sahipliği yapmakta bulu-

nan Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nün başına geçmişti. Yine Alman kökenli Isadora Isaac Rabi'nin başını çektiği deneycilere, New York'taki Columbia Üniversitesi'nde toplanmışlardı. Buradaki öğrencilerden Julian Schwinger'ın geliştirdiği relativistik hesap yöntemleriyle, kuantumlu alanlar teorisinde yeni atılımlar başladı. Schwinger, elektronun manyetik momentine kuantum elektrodinamiğinden gelen küçük katkısı, pertürbasyon hesabıyla ilk yaklaşıklıkta belirledi. Deneysel fizikçi Norman Kroll ve diğerleri ise, bunun ölçümünü yaparak kuantum elektrodinamiğinin ilk ve en çarpıcı başarısını gerçekleştirdiler. Çünkü hesaplanan ve ölçülen değerler, virgülden sonraki 10. haneye dek uyuy-maktaydılar. Öte yandan, o sırada Cornell Üniversitesi'nde, Bethe'nin yanında bulunan Richard Feynman, iz integralleriyle kuantumlama yöntemlerini geliştirmekteydi. Bu çalışmaları sırasında, pertürbasyon açılımındaki her bir terimin fiziksel yorumuna olanak veren Feynman diyagramlarını buldu. Adıyla anılan hesap kurallarını çıkardı. 1947'de toplanan Shelter Island konferansı Schwinger ve Feynman'ın buldukları kuantum elektrodinamiğini tüm dünyaya tanıttı. Bu arada bir sürpriz de yaşandı. Savaş biter bitmez Japonya'dan Princeton'a yollanan bir koli fizik dergisi arasından Shinishiro Tomonaga'nın kuantum elektrodinamiğinin relativistik formülasyonu üstüne 1943'de yayınladığı makaleler çıktı. 1920'lerde Almanya'da çalışmış olan Y. Nishina'nın çevresinde Japonya'da oluşmuş bir teorik fizikçi grubu kuantum mekaniğini biliyordu. Nitekim bunlardan birisi olan Hideki Yukawa, 1937'de mezonların varlığını ilk kez öne süren fizikçi olarak Nobel ödülünü kazanmıştı. Tomonaga da, Kyoto'da savaş koşulları altında dünyadan kopuk çalışmış ve kuantum elektrodinamiğinin relativistik formülasyonuna herkesten önce ulaşmıştı. J. Schwinger, R. Feynman ve S. Tomonaga, kuantum elektrodinamiğini bulmuş olmaları nedeniyle 1962 yılı Nobel Fizik ödülünü kazandılar.

Bu çalışmalarla kuantum elektrodinamiğindeki sonsuzlukların, esas olarak pertürbasyon açılımındaki 3 diyagramdan kaynaklandığı açığa çıktı: Elektron özenerjisi diyagramı, foton

özenerjisi diyagramı ve elektron-foton köşesi düzeltimi diyagramı, sonsuz kuantum geçiş genlikleri vermektedirler. Ancak Schwinger ve diğerleri, bu sonsuzlukları formel olarak elektronun kütle, elektrik yükü ve kuantum dalga vektörü tanımları içine atarak sonlu terimler hesaplayabilmekteydiler. İlk bakışta sonsuzlu sonsuzdan çıkarmak gibi gelen ve fizikçilere bile rahatsızlık veren bu yöntemle renormalizasyon denmekteydiler. Savaş sırasında İngiltere’de matematik doktorası yapıp, hemen ardından Amerika’ya gelmiş olan Freeman Dyson, 1949’da Feynman diyagramlarının sonsuzluk mertebelerini sınıfladı. Eğer yukarıdaki üç terimin renormalizasyonu yapılsa, geriye başka sonsuzluk kalmayacağını kanıtladı. Renormalizasyonu yapılabilen kuantum elektrodinamiği, o günden bu güne diğer tüm kuantumlu alanlar teorileri için bir örnek oluşturuyor. Çünkü herhangi bir nedenle renormalizasyonu yapılamayan teorilerde, fiziksel olasılık genlikleri hesaplamak olası değildir. Yani, bu teorilerle laboratuvarlarda ölçülebilecek sayılar hesaplanamaz.

Renormalizasyon teorisi daha sonra Amerika dışında, Orta Avrupa ve Rusya’da gelişti. Zürih’te savaş sonrası sonrası kurulan iki teorik fizik kürsünün başlarına geçen Wolfgang Pauli ve Gregor Wentzel’in çevresinde toplanan genç fizikçilerle başlayan gelenek, günümüze kadar uzanmıştır. Bir kuantumlu alanlar teorisinin renormalizasyonu için, sonsuz integralleri hasaplama yarayan bir regülarizasyon kuralı bulmak ilk şarttır. Kalkülüs derslerinde de gösterilen en basit yol, integralleri üst/alt sınırlarında keserek hasaplamak, sonra limit almaktır. Kuantum elektrodinamiğinin 4 boyutlu momentum uzayında alınan Feynman integralleri için, üst sınırdan patlayan integrallere morötesi (UV) kesintisi, alt sınırdan patlayanlarına ise kızılötesi (IR) kesintisi gerekir. Hem UV, hem IR kesintisi gerektiren kuantum elektrodinamiği, sonsuzluklar konusunda özellikle sorunludur. UV kesintisi, Pauli-Villars denen bir regülarizasyon yöntemiyle halledilirken renormalizasyon kütlesi adı verilen ve fiziksel olmayan bir kütle ölçeği teoriye getirilmiş olur. Diğer taraftan, hem fotonun kütsüz olması nedeniyle bir IR kesintisi şarttır; hem de yine aynı nedenle teorisinin sahip olduğu ayar değış-

mezliğinin regülarizasyon sırasında korunması gerekir. IR kesintisi için, fotona kütle verilmesi demek, elektromanyetik dalgaların fiziksel olan iki adet enine salınım kipinin yanısıra, fiziksel olmayan bir boyuna salınım kipinin de ha getirilmesi demektir. Gupta-Bleuler adı verilen yöntemle, bu teknik sorun da aşılr. Bu aşamada, 1950’lerin başlarında kuantum elektrodinamiğinin sonlu renormalizasyonlarının bir grup yapısına, ancak bilinenlerden farklı olan ve renormalizasyon grubu denen bir grup yapısına sahip oldukları fark edilmişti. Bunu ilk fark eden, Feynman diyagramlarını da bağımsız olarak bulmuş ve kullanmakta olan çok ilginç bir fizikçi, E.C.G Stueckelberg’di. Zürih’te renormalizasyon sürecini formel bir temele oturtabilmişti. Fakat bu çalışmalarının etkisi o sıralar duyulmadı. Kendini duyurabilenler Moskova’daki Nikolay N. Bogolyubov ve çevresindeki fizikçilerin çalışmaları oldu. Bu formel gelişmeleri izleyenler ise daha çok Almanya’daki Kurt Symanzik gibi matematiksel fizikçilerdi.



Kuantumlu Ayar Alan Teorileri

Kuantumlu alanlar teorisinin üçüncü dönemi, 1954-1973 arasındaki dönemdir. Klasik ayar alanlarının Yang ve Mills tarafından bulunmasıyla başlayan bu dönemdeki gelişmeler, kendiliğinden simetri bozulması gösteren, kuantumlu ayar alanları teorilerinin renormalizasyonunun ‘t Hooft ve Veltman tarafından yapılmasıyla doruk noktasına ulaşmıştır. Günümüzde Yang-Mills teorileri dediğimiz teorileri, 1954’de Amerika’ya yerleşmiş bir Çinli teorik fizikçi olan C.N. Yang, Stony Brook’ta-

ki New York Devlet Üniversitesi’nde R. L. Mills’le beraber çalışırken buldu. Ancak aynı fikirler pek çok yerde aynı sıralarda düşünülmekteydi. Hatta 1938’de savaşın eşğinde Varşova’da toplanmış olan, fakat o günün karışıklıkları arasında gözden kaçmış bir bilimsel toplantının notlarından, Oscar Klein’in daha o yıllarda SU (2) ayar teorilerini düşündüğü görülüyor. Araya giren savaş nedeniyle bu konuya ancak 1950’lerde tekrar dönülebilmmişti. Japonya’da R. Utiyama, düşüncelerini yazmak için 1954 sonbaharında gideceği Princeton’a ulaşmayı beklemiş ve geç kalmış. İngiltere’de R. Shaw, bulgularını Cambridge Üniversitesi’ne verdiği doktora tezine yazmış, ama makale haline getirmemiş. Rusya’da F. Berezin, düşüncesini hocası ünlü matematikçi I. M. Gelfand’a açmış. O da ünlü fizikçi Lev Landau’nun görüşünü almak istemiş. Landau, ayar değışmezliğinin, ancak ayar bozonlarının kütsüz kalmaları halinde olası olduğunu fark edince, “doğada kütsüz bozon yoktur” diye kestirip atmış. Aynı eleştiriyi C. N. Yang’da karşılaşmış. Princeton’da verdiği seminer sırasında, Pauli sözünü bir kaç kez keserek, ayar bozonlarına nasıl kütle vereceğini sormuş; Yang’dan, “henüz düşünmedim” yanıtını alınca, “böyle bahane olmaz” diye kızmış. Ancak Oppenheimer, Yang’a destek çıkarak devam etmesini söylemiş. İyi de etmiş. Çünkü kuantumlu ayar alanlarının matematiği ve fiziği çok önemli olup, 20. yüzyılın kuantum mekaniğinden sonraki ikinci büyük paradigması, ayar teorileri olmuştur. Paradigmanın oluşması aşağı yukarı 20 yıl almış, 1974-1975 yılındaki dönüm noktasının, fizikçilerin çoğunluğu tarafından fark edilmesi için de, neredeyse bir o kadar süre gerekmiştir. Başlangıçta ayar alanları teorilerini bekleyen iki büyük sorun şunlar olmuştur: Teorinin kuantumlanması ve renormalizasyonu nasıl sağlanır? Teorinin yukarıdaki niteliklerine zarar vermeden ayar bozonlarına nasıl kütle kazandırılabilir? Her iki sorunun da bir sonuca bağlanması yıllar aldı. Yang-Mills alanlarının kuantumlanması, iz integralleri yöntemiyle ancak 1967’de iki Rus matematiksel fizikçisi L. Faddeev ve V. Popov tarafından sağlandı. Böylece, Feynman kuralları tutarlı olarak elde edildi. Ayar teorilerinin renor-



Eğer Higgs bozonu varsa, kuramsal manyetik monopoller (tek kutuplu mıknatıslı) gerçeklik kazanır. Tanıdığımız, klasik evrenimizdeyse manyetik monopoller bulunmaz; çünkü, bir mıknatısı ortadan böldüğünüzde gene kuzey ve güney kutupları oluşur.

malizasyonunda ilk adım olan sonsuz integrallerin regülarizasyonu ise, 't Hooft'un bir buluşuyla halledildi. 't Hooft, momentum uzayında Feynman integrallerini 4 boyutta değil, $4 - \epsilon$ boyutta hesaplayarak, sonsuzlukların $\frac{1}{\epsilon}$ ve bunun katları halinde $\epsilon \rightarrow 0$ limitinde yakalandıklarını fark etti. Bu yöntem boyutsal regülarizasyon adı verildi. Ayar değişmezliğine dokunmayan boyutsal regülarizasyon yardımıyla, 't Hooft ve Veltman, Yang-Mills teorilerinin renormalizasyonunu gösterebildiler.

Asimptotik Özgürlük Nedir?

Kuantumları kütsüz olan alan teorilerinde, ölçekleme serbestisi vardır. Bunu anlatmak için kütsüz parçacıkların yörüngelerinin boşlukta ışık hızıyla hareket ettiklerinden, hep uzay-zamanda çizilen ışık konisi üstünde bulunduklarını hatırlayalım... Uzay - zaman koordinatlarının, ışık konisini değiştirmeyen en genel dönüşümleri ise, 15 parametrelilik konformal ölçekleme dönüşümleridir. Bunlar arasında en ilginç olanı tek parametrelilik ölçekleme dönüşümleridir. Bunun fiziksel anlamı nedir? Örneğin bir elektronun, sabit manyetik alan içinden geçerken, doğrusal yörüngesinden sapmasını düşünelim. Deney aygıtlarının boyutlarını 10 kez büyültsek, elektronun ilk hızını ve manyetik alan şiddetini, yine 10 ile uygun biçimde ölçeklesek, aynı sapma 10 kez büyütülmüş olarak görünür müydü? Yani elektron yörüngesini görüntüler ve 10 kez küçültürsek fotokopisini çekersek, ilk yörüngesinin aynısını bulur muyuz? Bulursak, bunu incelediğimiz fiziksel olgunun ölçek değişmezliği vardır diye ifade edeceğiz. Evrendeki tüm parçacıklar kütsüz olsaydı ve bunlar arasındaki kütleçekimi ihmal edilebilseydi ölçek belirleyecek hiç bir

fiziksel nicelik olmayacağı için, ölçek değişmezliği ve daha genelde konformal invaryans beklerdik. Ancak evrende kütleli tanecikler var. Örneğimizdeki elektronun kütlesi bellidir ve bu ölçek belirler. Gerçek dünyanın konformal invaryansı yoktur; çünkü, örneğin bildiğimiz elektronun kütlesini 10 gibi herhangi bir çarpanla değiştiremeyiz.

Parçacık çarpışma ve saçılmaları deneylerinde çok yüksek enerjilere çıkıldığında, durum değişmeye başlar. Toplam enerjiyle karşılaştırıldığında kütle (yani $m c^2$) ihmal edilebildiği oranda, evren konformal gözüktür. Oysa, bir kuantumlu alanlar teorisinin renormalizasyonu sırasında yapılan UV kesintisi, ölçek belirler. μ ile göstereceğimiz ve renormalizasyon kütlesi diyeceğimiz bu ölçek parametresi, sadece sonsuzlukları çıkarmak için başvurulan bir referans parametresidir. Gözlenebilecek bir etkisi olmamalıdır. Kuantum elektrodinamiğinde renormalizasyon sonrasında konformal ölçek değişmezliğini koruyabilmek için, teorisinin fiziksel parametrelerinin, Callan-Symanzik denklemi (renormalizasyon grubu denkleminin bir özel halidir) adı verilen aşağıdaki birinci dereceden diferansiyel denklemi sağlamaları istenir:

$$\mu \frac{dg(\mu)}{d\mu} = \beta(g(\mu)).$$

$\beta(g(\mu))$ tanımı burada gerekmeden Callan-Symanzik β -fonksiyonudur. Yeni bir kavram olarak $g(\mu)$, kayan bağlanma sabiti adını alır. Korunumlu elektrik yükü, bağlanma sabitinin işlevsel tanımıyla ilgilidir. Örneğin, bir atom çekirdeğinin toplam elektrik yükü nasıl ölçülür? Bu amaçla, artı işareti q birim elektrik yükü taşıyan bir test taneciğini, sonda (prob) olarak kullanabiliriz. Yani E enerjisi ile atomun üstüne yollayıp, enerji korunumuyla minimum yaklaşma mesafesini belirleriz. Prob enerjisi düşürsek, çekirdeğin elektrik yükü,

çıplak yükünden küçük çıkacaktır. Çünkü atomun elektronları, perdeleme yaparak probun geçmesine engel olacaktırlar. Prob enerjisi arttıkça ölçülen çekirdek yükü Q , o oranda artar. Dolayısıyla bir prob yardımıyla ölçülen çekirdeğin elektrik yükü, prob enerjisinin fonksiyonu haline gelir ve $Q(E)$ diye yazılabilir. Verilen örnekte, prob ile çekirdek arasındaki etkileşime elektromanyetik ters kare Coulomb kuvvet yasası ile belirlenmektedir. Kayan elektrik yükünün limit değeri olarak Q_∞ çekirdeğin çıplak elektrik yükü adını alır. Çünkü bu limitte elektronların perdelemesi kalkmıştır.

Kuantum elektrodinamiğinin renormalizasyonu için, elektronun çıplak elektrik yükünün bir sanal foton bulutuyla perdelendiği kabul edilir. Elektronun çıplak elektrik yükü,

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \mu_0 = -\infty$$

alınırsa, μ_0 ile gösterilen sonlu bir referans parametresindeki renormalize edilmiş yükü fiziksel (giydirmiş) elektrik yüküdür:

$$\lim_{\mu \rightarrow \mu_0} \mu = e_0.$$

Callan-Symanzik denkleminin çözümleri, kayan bağlanma sabitini renormalizasyon kütlesinin fonksiyonu olarak belirler. Bu denklemdeki esas girdi, pertürbasyon açılımında merteye merteye hesaplanabilen β -fonksiyonudur. Bir sonuç alabilmek için birinci ve ikinci mertebeden hesaplar yeterli olur. Kuantum elektrodinamiğinde $\beta(e)$ fonksiyonunun bir seri açılımdaki ilk terimin işareti, yukarıdaki Coulomb karakterli davranışı öngörür.

1972 yılında Marsilya'da toplanan büyük bir kuantumlu alanlar teorisi konferansında, Kurt Symanzik'in yaptığı bir konuşma sonrasında, dinleyiciler arasında bulunan 't Hooft, Yang - Mills β -fonksiyonunun işaretinin, pertürbasyon açılımında kuantum elektrodinamiğinde bulunana göre ters işaretli çıktığını söyledi. Bunun anlamı, statik

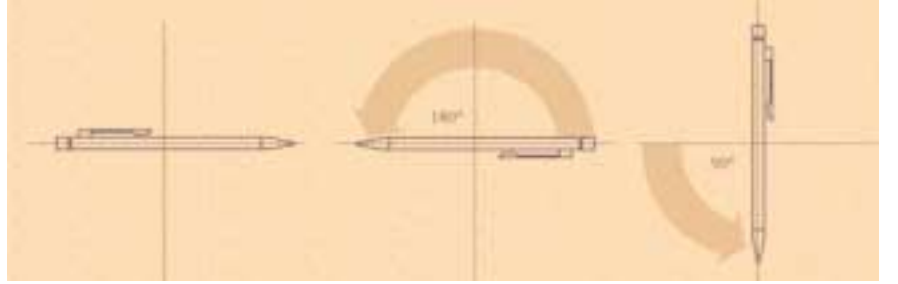
Yang-Mills ayar kuvvetlerinin, ters kare Coulomb kuvvet yasasından tamamen farklı bir nitelikte olması demekti. Sana bozonlar, aralarındaki etkileşmeler nedeniyle çıplak yüke perdeleme değil, tersine anti-perdeleme yapıyorlar demekti. Daha açık ifade etmek gerekirse, bu kuvvetler duran iki yük arasındaki mesafe azalırken sıfıra gider; tersine mesafe artarken sonsuza gitme eğilimi gösterirler. Konferans sonrasında, çalışmalarına hız veren Harvard'dan David Politzer ve Princeton'dan Franck Wilczek, kuantumlu Yang-Mills ayar alanlarının asimptotik özgürlüğü denen bu niteliğini kanıtlamış oldular. Bu buluş, hadronların yapıtaşları olarak kuarkları 1961'de önermiş olan Murray Gell-Mann tarafından 1973'de öne sürülen hadronların üç renkli kuark modeliyle beraber ele alınınca, önemli gelişmelere neden oldu. Şimdilerde kuantum renk dinamiği (QCD) adıyla bilinen, hadronları oluşturan kuarkları bir arada tutan kuvvetler, gluonlar adı verilen ve renk yüküne sahip Yang-Mills ayar bozonlarının alınıp verilmesinden kaynaklanırlar. Bu kuvvetlerin asimptotik özgürlüğü vardır. Dolayısıyla hadronlar içinde serbest gibi düşünülebilen oluşturuç kuarklardan (ki büyük bir önsezi ile Feynman bunlara parton denmesini önermişti) birisini ayırarak, hadrondan dışarı çekmek isteseydik, hemen şiddetlenen kuvvetler buna engel olurdu. Çok daha basit bir deyişle, duran iki parton arasındaki etkileşme potansiyel enerjisi, r kuarklar arasındaki mesafe olmak üzere, kr gibidir. Kuark etkileşmelerinin asimptotik özgürlüğü Amerika'da bulunan Japon teorik fizikçisi Yoichiro Nambu'nun "sürekli kuark hapsi" varsayımına yol açtı. Böylece yalıtılmış olarak tek kuarkların gözlenememesi bir açıklamaya kavuştu. Geline bu noktadan itibaren kuantumlu ayar alanlarına dayalı modeller, daha bir güvenle ele alınır oldular. G. 't Hooft'un hesapları gerçek bir atılımı başlatan kıvılcım olmuştu.

Kütle Kazandırımı için Higgs Mekanizması

Ayar bozonlarına ayar değişmezliğini bozmadan kütle kazandırabilmek, elektromanyetik ve zayıf etkileşmelerin birliğini gösterebilmek için en te-

mel adımdır. Kuantum teorisi kapsamında elektromanyetik kuvvetler, elektrik yüklü parçacıklar arasında fotonların alınıp verilmesinden kaynaklanır. Bu kuvvetlerin eriminin sonsuz olması, fotonun kütlesinin tam sıfır olmasıyla açıklanır. Radyoaktif bozunmaya neden olan zayıf kuvvetler ise, kısa erimlidirler. Eğer bu kuvvetlerin kaynağı bir takım ara bozonların alınıp verilmesidir dersek, o zaman bunların kütleleri, erimleriyle ters orantılı olarak çok büyük olmalıdırlar. Fotonun külesizliğine karşı ara bozonlarının kütlelerinin çok büyük olması, ilk bakışta elektromanyetik ve zayıf etkileşmeler arasında bir simetri bulunmadığı izlenimi verir. Üstelik elektromanyetik ve zayıf etkileşmeler arasında sağ-sol simetrisine ilişkin başka bir farklılaşma daha vardır. Elektromanyetik kuvvetler için taneciklerin kutuplanmaları, yani sol-elli mi veya sağ-elli mi oldukları farketmez. Oysa, zayıf etkileşmelerde

bu'dan geldi. Nambu, İtalyan G. Jona-Lasinio ile birlikte elektron çiftlerinin oluşması ve yoğunlaşması üstüne dayalı bir dinamik model kurmak istedi. Fakat temel parçacıklar fizikinde uygulama bulan relativistik bir modeli, İngiliz fizikçi Jeffery Goldstone inşa etti. Bu modelde dinamik değişken, bir kompleks değerli skalar bozon alanıdır. Skalar alanın fazını değiştirmek, sistemin enerjisini değiştirmez. Dolayısıyla faz simetrisi vardır. Ancak potansiyel enerji fonksiyonuna bakıp, bunu minimum yapan sabit skalar alan değerleri nedir diye sorarsak, sonsuz sayıda birbirine eşdeğer seçenek arasından birisini tercih etmek zorunda kalırız. Sistemin enerjisinin faz simetrisi vardır ama belli bir taban durumunun seçimi faz simetrisini koruyarak yapılamaz. Bu ve buna benzer problemlerde kendiliğinden simetri bozulmasından söz edilir. Aslında bu olguya günlük yaşamımızda bile pek sık rastlarız. Örneğin bir kale-



sol-elli tanecikler tercih edilmektedir. Nötrinolar sadece zayıf etkileşmelere girerler ve daima sol-ellidirler. Doğada sağ-elli nötrino yoktur. Bütün bu ciddi farklarına karşın, elektromanyetik ve zayıf etkileşmeler arasında bir gizli simetri bulunabilmesi gerçekten hayret vericidir.

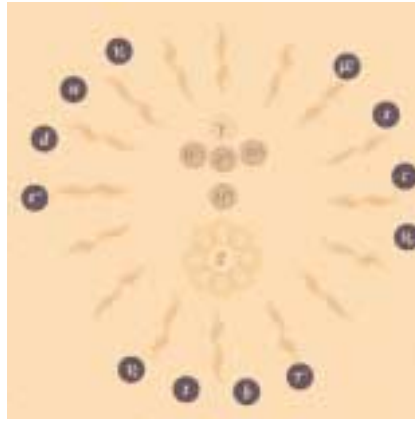
Önce şunu soralım: Fotonun kütleli gibi davrandığı, yani eriminin sonlu kaldığı olaylar var mıdır? Gerçekten böyle olaylara raslanır. Düzgün bir manyetik alan ortasına yerleştirilmiş süperiletken bölge içine manyetik alan giremez. Buna süperiletkenlikte Meissner etkisi denir. Sınırdan içeriye doğru manyetik alan şiddeti üstel olarak azalarak sıfıra düşer. Sızma derinliğini fotonun erimi gibi yorumlarsak, bunun tersine, fotonun kütlesi denebilir. Süperiletkenlik benzeştirmesinin ayar bozonlarına kütle kazandırmak için kullanılabileceği fikri, ilk kez 1961'de Japon teorik fizikçi Y. Nam-

mi masa üzerinde dik olarak dengeye getirip durdurun. Kalemin düşey eksen etrafında dönel simetrisi vardır. Ancak bir kararsız denge konumundadır. Ufak bir üflemeyle kalem yıkılarak masa üstünde yatay konuma, yani kararlı denge konumuna kendiliğinden düşer. Artık yatay düzlemde bir yön seçilmiş, sistemin önceden var olan dönel simetrisi kendiliğinden bozulmuştur. Bu basit problemde bile, olay neredeyse bütün ayrıntılarıyla gözükmemektedir. Kalemin simetrik ve simetrik olmayan iki halini, sistemin enerjisi bakımından karşılaştırsak, simetrik halde enerjinin minimum olmadığını, bu nedenle kalemin kararsız dengede kaldığını anlarız. Simetrik olmayan halinde ise, enerji minimuma gelmiştir. Kalem kararlı dengededir. Fiziksel olarak bir hal değişimi gerçekleşmiştir. Tıpkı suyun donması veya tersine buzun erimesi gibi bir hal değişimidir bu. Başka bir örnek, küçük bir demir parçasının mıknas-

tıslanması olacaktır. Demiri oluşturan atomların elektrik dipol momentlerinin yönelimleri, genelde düzensizdir. Bir bütün olarak külçenin dışarısında net manyetik alan oluşmaz. Eğer bu külçe yeteri şiddetle bir dış manyetik alan içine konulursa, atomlarının dipol momentleri hep aynı yöne dizilir. Düzensiz halden farklı, bir düzenli hale geçiş olmuştur. Artık dış manyetik alan kaldırılrsa bile, atomlar düzenli halde kalabilir. Çünkü, demir kütlesi mıknatıslanmıştır. Burada hal geçişi bir önceki örnektekinin ters yönündedir. Başlangıçtaki düşük enerjili ve simetrisi olmayan (yani düzensiz) halden, sondaki simetrik (yani düzenli), fakat enerji açısından bir kararsız denge haline geçilmiştir. Bu hal değişimi kendiliğinden olmamış, sistemin dışında bir manyetik alanı oluşturmak ve bir süre sonra yoketmek gerekmiştir. Simetrik hal düzenlidir. Entropisi düşüktür. Simetrik olmayan hal ise düzensizdir. Entropisi büyüktür. Termodinamiğin ikinci yasası uyarınca, entropisi büyük olan fazdan, entropisi küçük olan faza geçişi sağlamak için, dışarıdan sisteme enerji verilmelidir. Oysa, tersine bir faz değişiminde simetrik fazdan simetrik olmayan faza geçişler kendiliğinden olabilir. İşte bu nedenle, Goldstone modelinde faz simetrisinin kendiliğinden bozulması söz konusudur. Şimdi sorunu bir de serbestlik dereceleri açısından ele alalım. Bir kompleks skalar alan, aslında iki gerçel salınım kipi (serbestlik derecesi) demektir. Bunlara ϕ_1 ve ϕ_2 diyelim. Kompleks toplamalarını kutupsal gösterime geçirirsek $\phi_1 + i\phi_2 \equiv \rho e^{i\theta}$ yazarak ρ ve θ diye iki skalar serbestlik derecesi tanımlarız. Kutupsal serbestlik dereceleri ρ tek serbestlik dereceli (reel) fiziksel bir skalar alana karşı gelirken, θ kütsesiz bir skalar alan olup, fiziksel olamaz. Buna Goldstone skaları denir. Genelde Goldstone türü bir skalar model tarafından indüklenen her kendiliğinden simetri bozulması süreci, bir kütsesiz Goldstone skalarının varlığını gerektirir. Dolayısıyla kendiliğinden simetri bozulması fikri tek başına pek gerçekçi değildir.

Ara bozonlarına kütle kazandıracak bir yöntem, ilk kez 1964 yılı yaz aylarında değişik yerlerde öne sürüldü. Brüksel Üniversitesi'nden Francois Englert ve Robert Brout, relativistik kuantum alanları kapsamında kütle ka-

zandırımı göstermeye çalışırken, Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs, sorunu klasik alanlar düzeyinde ele aldı. Bugün Higgs mekanizması adı verilen bu yöntem, aslında elektrodinamik teorisi kapsamında bir serbestlik dereceleri aktarımı olayıdır. Yukarıda bir kompleks skalar alan için verilmiş serbestlik dereceleri analizinin benzerini, bu kez elektromanyetik alanlar için yapalım: Elektromanyetik dalgaların fiziksel salınım kiplerinin sayısı ikidir. Fotonun kütsesiz olması nedeniyle, sadece iki kutuplanması vardır. Bunların her ikisi de dalgaın yayılma yönüne dik olan düzlem içerisinde tanımlıdır ve enine serbestlik dereceleri temsil ederler. Kütleli bir vektör alanının ise, üç serbestlik derecesi bulunur. İki enine salınım kipine ek olarak, bir de dalgaın hareket yönüne paralel salınımlarını temsil eden, bir boyuna ser-



Maddenin temel parçacıkları altı lepton ve altı kuarktan oluşur. Standart modelde bunların aralarındaki kuvvetler, kuantum alan teorileriyle betimlenir. Elektrozayıf kuvvet, dört kütsesiz parçacıktan, foton ile, W^+ , W^- ve Z^0 oluşur. Şiddetli kuvvet 8 ayrı gluon (g) tarafından taşınır. Teori bu 12 taşıyıcı parçacığın yanısıra, ağır bir Higgs (H^0) parçacığı öngörür. Bu parçacığın tüm parçacıklara kütlelerini kazandırır.

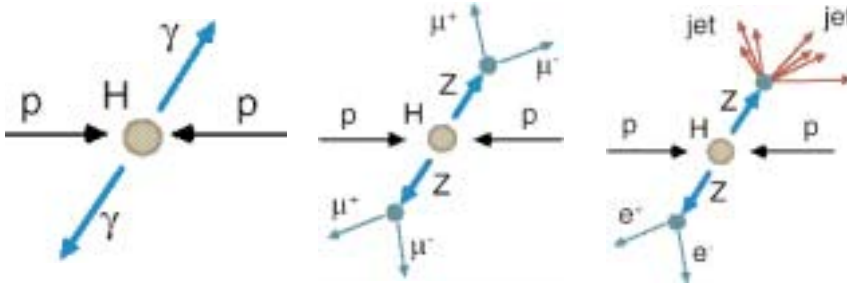
bestlik derecesi daha vardır. Higgs'in önerisi, elektromanyetik alanlara minimal bağlanmış bir kompleks skalar alanla işe başlamaktır. Modelin yerel ayar dönüşümleri altında değişmezliği bulunur. Bu haline modelin *R-fazı* diyelim; kuantumlu alanlar teorisi olarak renormalizasyonunun yapılabilmesi bakımından. Bu fazda 2 serbestlik derecesi elektromanyetik potansiyellerden, 2 serbestlik derecesi de kompleks skalar bozondan gelmek üzere, toplam 4 fiziksel serbestlik derecesi vardır. Şim-

di skalar alanın kutupsal gösterimine geçelim ve elektromanyetik potansiyelleri yeniden tanımlayarak, θ skalarını bir vektör bozonu alanının boyuna bileşeni gibi yorumlayalım. Harvard Üniversitesi'nin ünlü hocası Sidney Coleman, bunu "kütsesiz vektör alanı Goldstone skalarını yiyerek şişmanlar!" diye anlatıyor.

Modelin bu fazına da fiziksel serbestlik dereceleri açık olarak gösterdiği için, U-fazı adını verelim; üniter anlamına. Toplam serbestlik derecesi yine dört, fakat bu sefer bunlar değişik bölünüyorlar. Kütleli vektör alanının 3 serbestlik derecesinin yanısıra, fiziksel 1 serbestlik derecesi taşıyan (gerçel) skalar bozon alanı kalıyor ki, buna da Higgs bozonu adı verilmekte. Higgs, 1966 yılında son halini verdiği bu makalesinden sonra aktif olarak araştırma yapmakla birlikte, başka hiç bir şey yayınlamadı. O kadar ünlü olmuştu ki, her halde adını daha fazla duyurması gerekmiyordu!

Elektrozayıf Kuvvetlerin Standard Modeli

Kendiliğinden simetri bozulması fikrini kullanarak elektrozayıf etkileşmelerin modellenebileceği fikrini, daha Higgs mekanizması anlaşılmadan önce ilk ortaya atan, Amerikalı yüksek enerji fizikçisi Sheldon Glashow olmuştur. 1973 yılına dek pek çok model öne sürülmüştür. Abdus Salam'ın ve Steven Weinberg'in birbirlerinden bağımsız olarak 1967'de inşa ettikleri model bunlar arasında sadece birisiydi. Salam ve Weinberg'in modelinde, R-fazında 4 adet kütsesiz ayar bozonu bulunur. Bunlardan izospin simetrisi ile ilgili olanlarını A^1 , A^2 , A^3 ve hiperyük ile ilgili olanını B diye gösterirsek, her birisinin 2 adet enine serbestlik derecesinden toplam 8 serbestlik derecesi eder. Kendiliğinden simetri bozulmasını indüklemek için, bir kompleks Higgs skaları çifti alınır ki, buradan da 4 reel serbestlik derecesi gelir. Böylece bozon serbestlik derecelerinin R-fazındaki toplamı 12 olur. Higgs mekanizmasını çalıştırıp, ara bozonlarına kütle kazandırdıktan sonra U-fazında serbestlik dereceleri şöyle dağılır: Kütleli $W^\pm \equiv A^1 \pm iA^2$ ve Z^0 ara vektör bozonlarının üçer-



Higgs parçacığı (H^0) 80-140 GeV arasında bulunması halinde büyük olasılıkla iki fotona bozunacaktır (solda). Kütle 130-700 GeV arasındaysa (M_{H^0}), önce iki Z^0 bozonuna sonra da, iki μ^+ ve iki de μ^- müonuna bozunması bekleniyor (ortada). CERN'de yapımı süren Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda Higgs'in en ağır kütesinin (M^0) 0,5-1 TeV arasında ortaya çıkarak iki elektrona ve iki parçacık jetine bozunması bekleniyor.

den toplam 9 serbestlik derecesine, kütsüz kalan fotonun 2 enine serbestlik derecesini ekleyince, bir reel serbestlik derecesi daha kalır ki, bunu geriye kalan tek bir Higgs skalar bozonu taşır. Ara bozonlarının kütsesi modelden bellidir. Ancak Higgs bozonunun kütsesi hakkında modelin bir öngörüsü yoktur. Bu ara bozonlarının alınıp verilmesinden kaynaklanan elektrozaıf etkileşmelere giren leptonların kendileri, 3 nesil halinde bulunurlar. Birinci nesil elektron ve elektron nötrinosundan, ikinci nesil muon ve muon nötrinosundan, üçüncü nesil ise τ -leptonu ve varlığı öne sürülen τ -nötrinosundan oluşur. Bu nesiller arasında, nesilden nesile giderek artan kütlelerinden başka bir fark bulunmaz. Kütsesiz kabul edilen nötrinolar sadece sol ellidir. Elektronlar ise kütle kazanacakları için hem sol-elli hem sağ elli olabilirler. Salam-Weinberg modelinde elektron alanının sol elli bileşeniyle, elektron nötrino alanı, bir izospin çifti gibi, elektronun sağ-elli bileşeniye, bir izospin tekli olarak alınır. Higgs mekanizmasıyla leptonların da kütle kazanımını sağlamak için, Higgs alanlarıyla leptonların özel bir biçimde etkileşmeleri gerekir. Buna Yukawa bağlanması adı verilmektedir. Ancak sonuçta Yukawa bağlanmasının ne olacağını belirleyen bir kural olmadığından, lepton kütseleri modele yine elle konmuş olmaktadır. Gözlemlere uydurularak değerleri belirlenecek 26 tane serbest parametresinin bulunması, Salam-Weinberg modelinin bugün bile bütünüyle tatmin edici bulunmamasının esas nedenidir.

Ancak ilk yıllarında elektrozaıf modellerin çok daha temel bir ortak eksikliği belirgindi. Hepsini aynen Higgs'in yaptığı gibi klasik alanlar düzeyinde ele alınmış oldukları için, birer tutarlı, yani renormalizasyonu yapılabilen, ku-

antumlu alanlar teorisi verip vermedikleri henüz bilinmiyordu. Bu bilinmeden güvenilir hesap yapılamadığı için, modellerin hangisinin parçacık içeriğinin ve bunların birbirleriyle etkileşimlerinin gözlemlerle uyuşup uyuşmadığına karar verilemiyordu. Böylece aralarında bir tercih yapılamadan pek çok model öne sürüldü. Bu modellerin bir yararı olacak mıydı? Tam bu noktada gelen önemli bir katkı, 1971 yılında Veltman ve öğrencisi 't Hooft'un çalışmalarıyla kuantumlu Yang-Mills alanları teorisinin renormalizasyonunu göstermeleri olmuştur. Bunun hemen ardından, bu sefer 't Hooft tek başına Higgs mekanizmasıyla kütle kazandırmanın, teorisinin renormalizasyonunu etkilemeyeceğini de gösterince, artık elektrozaıf etkileşmeler modelleriyle çeşitli öngörülerin hesaplanmasında bir belirsizlik kalmadı. Nitekim, aradan çok süre geçmeden 1973'te CERN laboratuvarlarında gözlenen nötral akım etkilerinin analizi sonunda en gerçekçi modelin Salam-Weinberg modeli olduğu anlaşıldı. Bu modele bugün standard elektrozaıf etkileşmeler teorisi adı verilmektedir. 20. yüzyılın en önemli bir bilimsel ürünü olan standard modelin keşfi nedeniyle Glashow, Weinberg ve Salam 1979 yılı Nobel Fizik Ödülünü kazandılar. Bunun 20 yıl ardından 't Hooft ile Veltman'ın da elektrozaıf etkileşmeler teorisine katkıları nedeniyle onurlandırılmaları, konuyu bilen fizikçilerin yıllardır beklediği bir olaydı.

Higgs bozonunun varlığı nasıl kanıtlanır? Bunun için bilinmesi gereken en önemli şey, kütsesinin ne olduğudur. Bunu standard modelin öngörememesi, en büyük sıkıntıyı yaratmaktadır. Eğer Higgs bozonunun kütsesi bir kaç GeV olsaydı şimdiye dek gözlenemez miydi? Bu hala bir olasılık, çünkü

Higgs bozonunun lepton ve kuarklarla etkileşimlerinin gücü, kütsesinin küçüklüğü oranında zayıftır. Eğer etkileşimleri daha güçlü olacak şekilde daha ağır, fakat örneğin Z^0 bozonundan hafifse, $Z^0 \rightarrow H^0 + e^+ + e^-$ gibi bozunumlar da görülebilir. Higgs bozonu bundan da ağırsa, bugünkü parçacık hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarının kapasitelerinin üst sınırı civarına gelmiş oluyoruz. İlke olarak Higgs bozonunun kütsesi arttıkça, etkileşmeleri güçlenir. Ama burada da bir başka limit var. Bu sefer de giderek yaşam süresi küçük çıkmaya başlar. Örneğin Higgs bozonunun yaşam süresi 10^{-28} saniyeden daha küçükse, kütsesi tam belirlenemez.

Higgs bozonunun varlığının kanıtlanması önemli. Eğer şu anda beklenen nitelikleriyle keşfedilirse, Goldstone'un ve Higgs'in varsayımları doğrulanmış olacak ve bundan öteye daha güvenle benzer varsayımları yaparak ilerleyeceğiz. Sorun, eğer Higgs bozonları bulunamazsa bu olumsuz sonucun nasıl yorumlanacağı konusunda düğümleniyor. Aslında Goldstone ve Higgs'in yorumlarına başından beri katılmayan, Higgs modelini sadece bir matematiksel araç gibi gören pek çok fizikçi var. Bir temel parçacık olarak Higgs bozonuna gerek olmadığını savunan bu bilim adamlarının en önemlisi Nobel Fizik ödülünü 't Hooft'la paylaşan ve onun hocası olan Veltman'ın ta kendisi. Tekrar süperiletkenlik benzeştirmesini hatırlarsak, Higgs bozonu aslında tüm uzayı dolduran ve kuantumlu ayar alan teorilerinin boşluğunu tanımlayan bir skalar alan. Yani kuantum teorisinde boşluk dediğimiz, belki de klasik fizikteki basit anlamında anladığımız gibi hiç de boş değil. Bu bakış açısından 20. yüzyıl kapandığında hal ve gidiş 19. yüzyıl sonundaki "eter" teorilerini çağırıyor. İki seçenek var. Higgs bozonu yakın zamanda bulunursa zaten sorun kalmayacak. Ama ya bulunamazsa? O zaman 21. yüzyıl fiziğinde ilginç gelişmeler olacağını tahmin edebiliriz. Tıpkı olumsuz sonuç veren ünlü Michelson-Morley deneyinin, Einstein tarafından özel görelilik teorisinin inşası için gerekçe gösterilmesi gibi devrimsel fikirler üstüne kurulacak yepyeni teoriler bizleri bekliyor olabilir.

Tekin Dereli
Prof. Dr., ODTÜ Fizik Bölümü

Matematikte Gösterilemeyen Gerçekler Gödel Paradoksu

Her şey, 1900 yılında matematikçiler arasında akademik bir tartışmaya başladı. İngiliz mantıkçısı ve 1950 Nobel edebiyat ödülü sahibi Bertrand Russell (1872-1970), barutu ilk ateşleyen oldu. Russell paradoksu şundan ibarettir: Bir editör, kendi adını içermeyen bütün katalogların katalogunu yapmak istiyor.

Kendi adını içermeyen kataloglara bir örnek verelim. Örneğin elimizde bir “Fransız Şarapları Kataloğu” olsun. Bu kitap, şarap olmadığından kendi adını içermeyecektir. Buna karşılıklı bir “Kitaplar Kataloğu” kendi adını da içermelidir; çünkü kendisi de bir kitaptır. Yukarda sözünü ettiğimiz editör, bir “Kitaplar Kataloğu” oluş-

turmak peşinde değil. O, Kendi Adını İçermeyen Katalogların Katalogunu yapmak istiyor. Russell Paradoksu şundan ibaret: Kendi Adını İçermeyen Katalogların Katalogu, kendi adını içermeli midir?

Bu katalog, kendi adını içerirse, kendi adını içeren kataloglar grubuna girer; oysa bu, Kendi Adını İçermeyen Katalogların Katalogudur; demek ki bu katalog kendi adını içeremez. Fakat bu katalog kendi adını içermese, kendi adını içermeyen kataloglar grubuna ait olur ki o zaman da kendi adını içermesi gerekir. Bu, açıkça bir paradokstur; çünkü mantık “Kendi Adını İçermeyen Katalogların Katalogu’nun hem kendi adını içermesini, hem de içermemesini emretmektedir. İki doğru olamayacağına göre burada paradoks vardır.

Russell Paradoksu ünlü Giritli paradoksuna benzemektedir. Bir Giritli “ben hep yalan söylerim” diyor. Giritli gerçekten yalancıysa, bu söylediği de yalandır; yani aslında hiç yalan söylememektedir; bir başka deyişle doğrudur. Fakat Giritli doğrucuysa bu son söylediği de doğrudur; yani aslında o bir yalancıdır. Mantık bize Giritliyi doğrucu kabul edersek onun yalancı, yalancı kabul edersek doğrucu olması gerektiğini emrediyor. Demek ki Giritlinin yalancı mı, doğrucu mu olduğuna karar veremiyoruz. Bu tam bir paradokstur; çünkü birbirine karşıt iki yanıt da doğru sonuç veriyor, oysa gerçek tektir; Giritli hem yalancı, hem de doğrucu olamaz.

Russell paradoksu neden matematik tarihindeki en büyük bunalımlardan birini başlattı? Çünkü bu paradoks, kümeler kuramına dayanmaktadır. Bir katalog, elemanlar içeren bir küme olarak düşünülebilir. “Kendi Adını İçermeyen Katalogların Katalogu”, küme kuramında şöyle ifade edilir: “Eleman olarak kendini içermeyen bütün kümelerin kümesi” (Russell bu paradoksu böyle ifade etmişti).

Kümeler kuramını İtalyan mate-



Bilimin iki kutsal devi yan yana. Kurt Gödel nazilerden kaçarak ABD'ye sığınmış bir göçmendi. Dehası sayesinde hızla Albert Einstein'ın profesör olduğu Princeton Üniversitesiyle bütünleşti. İki büyük beyin arasında derin bir dostluk oluşmuştu.

matikçisi Guiseppe Peano (1858-1932) öne sürmüştü. Bu kuram Antikite'den bu yana elde edilmiş bir çok matematiksel sonucu birleştiriyor ve düzene koyuyordu. "Kuram"a el konmuş olduğu düşünülüyordu. Ama işe bakın ki bu düzenleyicinin (küme kuramının) kendisi, düzen yerine paradoks yaratabiliyordu. Paradoks bir matematikçi için karabasıdır. Matematik tek doğru yanıt ister.

Ortaya iki seçenek çıkıyordu: Ya matematik binasının tamamı çökecekti, ya da bir yerde bir yanlış saklanıyordu; onu ortaya çıkarmak ve düzeltmek gerekecekti. Bu yüzyıl başlarının en büyük matematikçilerinden biri olan Alman David Hilbert (1862-1943), Fransız matematikçisi Henri Poincaré ile birlikte "matematığın temellerine" doğru bir yarış başlattılar.

Bu basit bir iş değildi. Hilbert "Program"ında bu araştırmanın planını çizmişti: "Anlamlarından soyutlanmış matematik sembolleri birbirine bağlayan bağların tutarlı ve çelişkisiz olduğunu göstermek". Böylece Hilbert "meta-matematik"i başlattı. Meta-matematik, matematik konularının değil, matematiğin kendisinin incelenmesi olacaktı.

Hilbert'in Program'ı bir tartışma başlattı. Hilbert, ilk ve son defa, matematiği "mekanik" bir şekilde ifade etmek için gerekli mantık kurallarını bulmak istiyordu. Bu başarılabilirse, matematiğin bütün sonuçları bu kurallar "körü-körüne" uygulanarak elde edilebilecekti. Modern terimlerle ifade edersek Hilbert'in programı bütün matematik teoremlerini bir bilgisayar tuşuna basarak elde etmek anlamına geliyordu. Bu mutlaka matematiği daha sağlıklı kılacaktı; fakat onu sonsuza dek kısırlaştırmak pahasına!

Ne var ki Programı'nın başarısına bir mantık kuralı engeldi. Örneğin dil uzmanları, gramer kurallarının temellerini oluşturmak isterken, sözcüklerin anlamını dışlasalardı kendilerini bir paradoks içinde bulurlardı. Gramerin temelini oluşturmak için hem sözcüklerin anlamına (anlambilim),



Paradoksun resmi: Ünlü Hollandalı matematikçi ressam Maurits Cornelis Escher tarafından çizilen ünlü Çizen El gravürü. Bu gravür "kendini kaynak gösterme" (otoreferans) çelişkisini ifade ediyor. B eli, A elini çiziyorsa, A eli B elini çizemez. "Gödel teoremi" benzer bir kavrama dayanmaktadır.

hem de gramer kurallarına (sözdizimi) gerek vardır. Kısacası burada bir kısır döngü söz konusudur. Bundan kurtulmak için önce birkaç sözcüğün anlamını ve "çok açıkça bel-

Gödel teoremi, mantık tarihinin en önemli kilometre taşlarından biri oldu. Resimde Gödel, 1972'de kendisine Rockefeller Üniversitesince verilen onursal (honoris causa) doktora kıyafeti içinde görülüyor.

li" bazı gramer kurallarını önceden kabul etmek gerekir.

Hilbert oyunun kurallarını koydu: Sağlam bir mantığın temelleri olarak tamsayılar ve onların elemanter özellikleri, örneğin $1+1=2$ alınabilirdi. Hilbert basit mantık kuralları kullandı; açıkça belli matematik kavramlardan (bunlara "gerçek matematik" diyordu) aşağıdaki sonuca vardı: "Doğru matematik sonuçların hepsine gerçek matematikten yola çıkarak varılabilir" (Aslında burada aritmetik yüceltiliyordu).

"Principia Mathematica" adlı 3 ciltlik dev matematiksel mantık kitabının yazarı İngiliz matematikçi filozofu Bertrand Russell, kümeler kuramında bir mantık paradoksunu tanımlayarak matematikte bir bunalım oluşturdu. Bu bunalım, Gödel'in mantıkta "ne doğru, ne de yanlış" sayılabilecek kavramlar olduğunu göstermesiyle derinleşti.

Hilbert mantık kurallarını gerçek matematiğe uygulamak istiyordu. Örneğin "İnsanlar ölümlüdür. Sokrat da insandır. O halde Sokrat da ölümlüdür" önermesi Hilbert'e göre $2 \times 3 = 6$ tipinden basit bir işleme eşdeğerdir. Böyle bir sistemin kurulmasındaki zorluk, mantık önermeleriyle sayısal işlemler arasında bir yakınlık gerektirmesiydi. Örneğin m ve n gibi iki mantık önermesinin sonucu $m \times n = p$ olmalıydı. Bunun olabileceğini, o zaman 25 yaşında olan matematikçi Kurt Gödel gösterdi: Her türlü mantık önermeleri, Gödel sayıları denen (bunlar asal sayılar ve onların kuvvetleriydi) sayıların basit işlemleriyle gösterilebilirdi.

Mantıkta her önerme ya yanlış ya da doğrudur. Örneğin A önermesi "insan bir ağaçtır" yanlıştır; bunun karşıtı anti-A ise doğrudur: "İnsan bir ağaç değildir". Bu özelliğe dayanarak Gödel, G önermesini yaptı: "Öyle bir A önermesi bulunabilir ki ne A, ne de A'nın karşıtı (anti-A) doğrudur". (Russell ve Giritli paradoksları gibi). Sonra G önermesine karşılık olan sayıyı hesapladı; bu sayının iki tam sayının çarpımı olduğunu gösterdi. Böylece bomba patlamış oldu: Matematikte daima gösterilemeyen gerçekler olacaktı. Modern terimlerle söylersek bir bilgisayara hayal edilebilecek bütün matematik kuralları verilse bile, bilgisayar bazı problemleri asla çözemeyecektir (1936'da İngiliz matematikçisi Alan Turing, Gödel'in buluşunu genelleştirdi. Turing şunu gösterdi:



bir bilgisayar, kanıtlanamayacak bir matematiksel gerçeğe karşılaşırsa, sonsuza dek çalışır, durmaz). David Hilbert, Gödel'in 1931'de yayımlanan çalışmalarıyla o kadar yıpranmıştı ki hayatının kalan bölümünü Gödel'in yanıldığını kanıtlamaya çalışmakla geçirdi. Hilbert, Gödel'in sarstığı tek kişi değildi. Gödel, görüşlerini 1930 Eylül'ünde, Turing'le birlikte ileride bilgisayarı bulan John von Neumann'a anlatmıştı. O gün von Neumann mantığı terk etmeye karar verdi.

"Gödel teoremi" yavaş yavaş kendini kabul ettirdi ve matematiğin sınırlarını aştı. Gödel şunu kanıtladı: "Bir dilin tam tanımı, aynı dilde yapılamaz; çünkü bu yolla bir cümlelerin doğruluğu tanımlanamaz". Matematik, filoloji ve felsefeye açılıyordu.

Bazı yorumcular bu teoremi metafiziğe uygulamak istediler; hiçbir sistem gerçeği yakalayamıyor; akıl, bilinç ve ruh, insan tarafından algılanamıyordu. Yalnız dünya dışı güçler gerçeğe erişebilirdi. Aynı kural psikolojide de uygulandı: İnsan çözümsüz bir problemle (ya da bir paradoksla) karşılaştığı zaman şizofrenik bir davranış gösterir ve bu durumdan ancak tedavi edilerek çıkabilir. Bu kuram ABD'de "Palo Alto ekolü"nce bazı akıl hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. (Şizofrenlerde karşıt değerlilik-ambivalens-

$$\text{Cons}(\mathcal{L}) \rightarrow \text{Dem}_2(17 \text{ Gen } \tau)$$

$$\text{Cons}(\mathcal{A}) \rightarrow (\lambda)Q(\lambda, \tau)$$

Gödel teoremi (yukarıda formülleri görülüyor) Alman matematikçisi

David Hilbert'in (1862-1943) (üstte sağda) matematiğin "temellerini" bulma çabalarını sifıra indirgedi. Gödel teoreminin kurbanlarından biri de bilgisayarı bulan Macar asıllı Amerikan matematikçisi John von Neumann oldu; von Neumann, Gödel teoreminden o kadar etkilendi ki mantık çalışmalarını terketti.

**Viyana valsî: Kurt Gödel
Avusturya'dan ABD'e kaç-
madan az önce Adèle
Porkert ile evlendi. Eşi de
onunla birlikte Amerika'ya
kaçtı ve Kurt'un ölümün-
den üç yıl sonra hayata
veda etti.**



denen bir belirti vardır; bu, bir şizofrenin birbirinin karşıtı olan durumların ikisini de doğru kabul edebilmesidir. Bir şizofren bir şeyi hem var, hem yok, bir canlıyı hem yaşar, hem ölü; bir insanı hem dost, hem düşman vb. kabul edebilir. Görüşlerinde hem modern, hem de tutucu olabilir. Şizofreni mantığına göre Russell ve Giritli problemleri bir paradoks oluşturmaz).

Aslında Gödel teoremi böyle bir genellemeye elverişli değildir; o, yalnız klasik gerekirci mekanik kurallarına göre çalışan makinelere uygulanabilir. Bu teoremin insan ruhunun problemlerini yanıtlamaktan uzak olduğu kesinse de içeriği o kadar zengindir ki uygulamaları giderek daha yaygınlaşmaya başlamıştır.

Başlangıçta matematikçilerin çoğu, bu kadar garip ve soyut bir sonucu küçümsediler. Fakat yavaş yavaş orada burada çözümsüz problemler ortaya çıkmaya başladı. İşte çözümsüz problemlerden biri daha: "bir düzlemin döşenmesi". Elinizde değişik geometrik şekillerde (kare, eşkenar dörtgen...) bir yığın kağıt parçası olsun; ardarda rastgele şekiller alarak, delik ve örtüşme oluşturmada düzlemi tamamen döşeyebilir misiniz?

Bu problem matematikle çözülemez. Gerçek şudur ki parçaların şekillerini içeren bir algoritma (bir enformatik programı), size "bunlarla bir düzlem deliksiz ve örtüşmesiz döşenebilir veya döşenemez" diyemez. Fizik gibi matematik de özel olgulardan çok, genel kurallarla ilgilendiğinden, "karar verilemez" durumlarla ilgilenmeye başladı.

Bir diğer "karar verilemez" durum enformatiğe aittir; fakat insanlara da uygulanabilir. Bu, diğerlerinden de zordur: "bir enformatik (bilgisayar) programının asla hiçbir şeye ya-

ramayan ve bir sonuca varamayacak komutlardan oluşup oluşmadığını önceden (a priori) belirleyebilecek hiçbir yöntem yoktur". İnsan genomundaki baz sırasını belirleme çalışmaları- bu yüzyıl sonlarının en önemli projelerinden biri- bu matematiksel olanaksızlık duvarına çarpılmaktadır. Bir gün genlerin şifresi çözülsün bile, genetikçiler, görünüşte bir işe yaramayan genom baz sırasını bulmak için bilgisayarların gücünü kullanamayacaklardır; çünkü hiçbir bilgisayar programı asla bütün genlere uygulanamaz.

Daha da karmaşık olan bir problem "hayat oyunu"dur. 1960'lı yıllarda Amerikan matematikçisi John Conway'in bulduğu bu oyunda bir satranç tahtası üzerinde rasgele bir sayıda piyonlar vardır. Oyun iki kurala göre oynanır: Birinci kural: Eğer boş bir kare, üç piyonla çevriliyse gelecek hamle oraya bir piyon konulabilir. İkinci kural: Bir piyonun komşusu olan piyonların sayısı ikiden azsa ya da üçten fazlaysa o piyon tahtadan çıkartılır.

İlginçtir ki 1970'lerde bu oyunun sonucunun "karar verilemez" cinsten olduğu kanıtlandı. Bir başka deyişle, başlangıçtaki piyon dağılımı ne olursa olsun, bütün piyonların tahtadan kaldırılacağı mı (sonuçta boş tahta), yoksa oyunun sonsuza kadar devam edeceği mi (tahta üzerinde her zaman piyonlar bulunması) önceden söylenemez. (Hayat oyununun ayrıntıları için bkz. Matematiğin Gizli Dünyası, David Wells, çev. Selçuk Alsan, Sarmal Yayınevi 1996).

Bu oyun piyon içeren birimlerin biçimlerini (daire, kare, üçgen vb) ya da piyonlar arasındaki rekabet kurallarını değiştirilerek daha karmaşık hale getirilebilir. Bunlarla "karar verilemezlik" daha da artar. Bu oyuna bakarak hayvan türlerinin (insan dahil) evrimi belirlenmek istenirse bu simülasyon (taklit) söz konusu türlerin yok mu olacağı, devam mı edeceği konusunda bizi aydınlatamaz. Bu problem bilgisayara verilirse sonsuza dek beklemek gerekir.

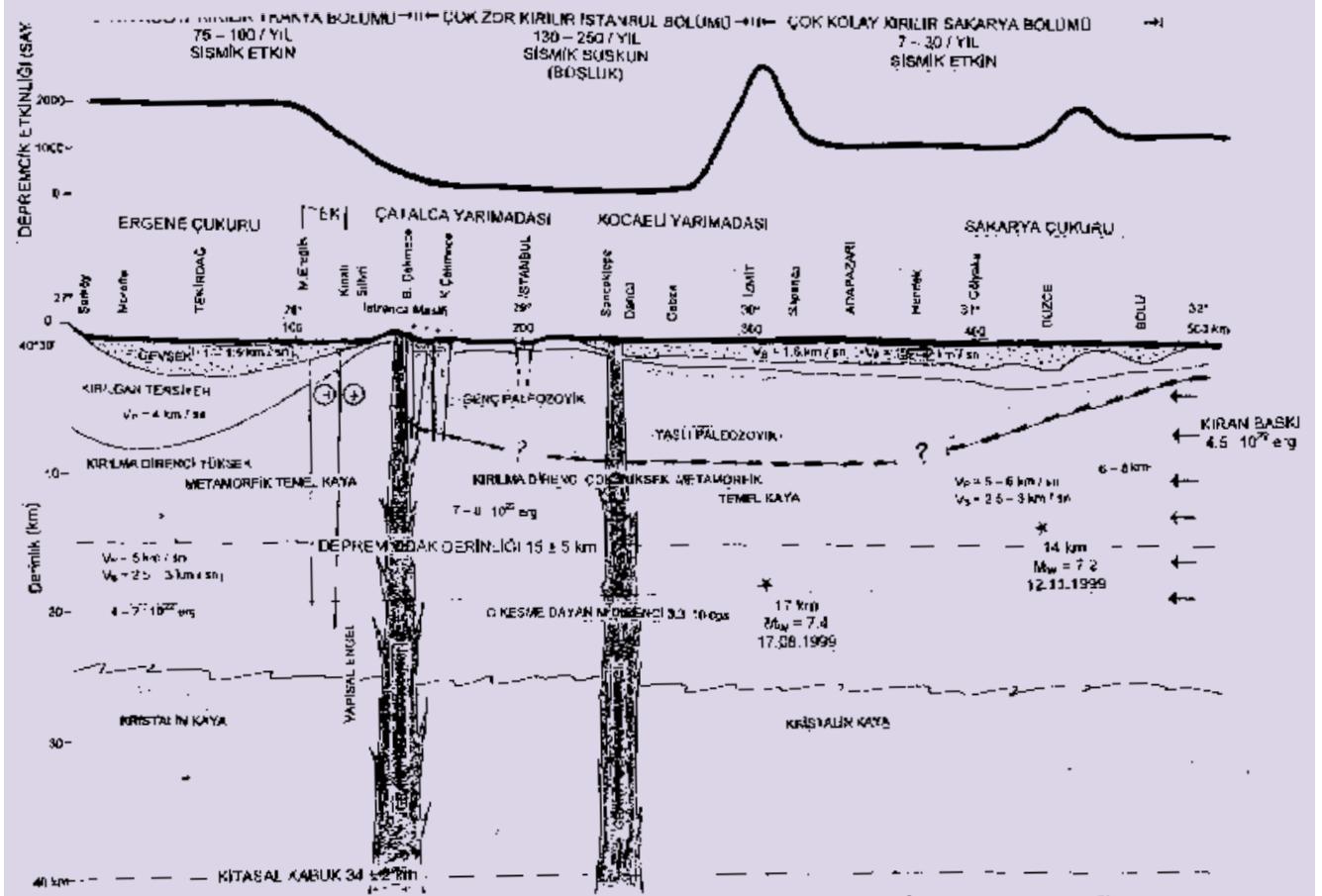
Science et Vie, Nisan 1997
Çeviri: Selçuk Alsan

Bütün mü Kırılacak, Yoksa Parçalı mı? Marmara Fayı

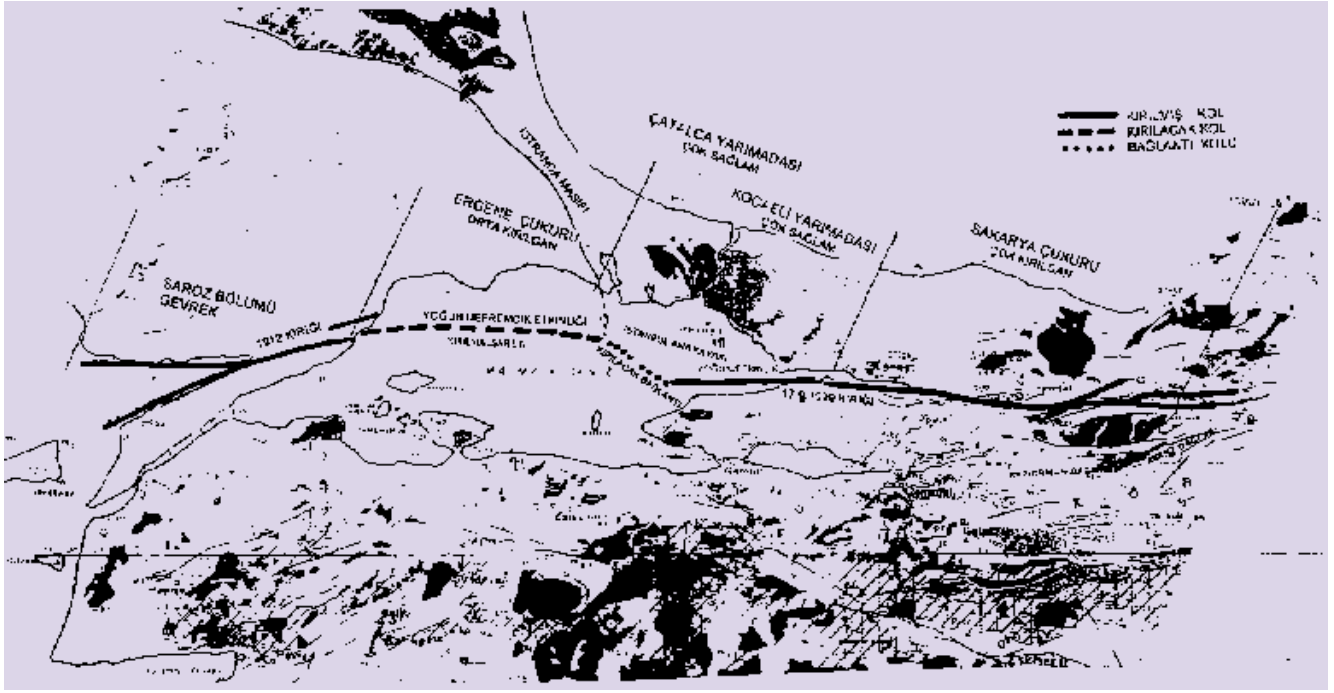
Kuzey Anadolu Kırığı (KAK), Marmara'da sanki bir sağ elin parmakları gibidir. Bingöl'den Sakarya çukuruna dek, tek bir kolla gelen kırık, buradan dört kola ayrılarak Marmara'ya girmektedir. 3.5 milyon yıldır, yaklaşık her yüzyılda 1500 km'lik yolu boyunca yaklaşık 35000 kez, kıra kıra ovaları, çukurları, yamaçları yapan kırık, Sapanca, İzmit, Ulubat ve Manyas göllerini de oluşturmuştur. Bunlardan en büyüğü iç deniz olan Marmara denizidir. Ana gerilme kollarının geçtiği yerlerde kırık; İzmit, Gemlik ve Saroz körfezlerini doğu-batı uzanımlı olarak oluşturmuştur. Marmara içinde 1000-2000 metre derinlikli çukurların, doğuya uzanımı, İzmit-Sapan-

ca-Akyazı genç tortullarının altında sürmektedir. Uzaysal yer belirleme (UYB-GPS) dizgesiyle belirlenen Marmara'nın, sanki Çanakkale Boğazından güneye doğru bükülerek dönmesi, Marma içinde düz atımlı kırık görüntülerine neden olmaktadır. Bunun üzerine, KAK'ın doğu-batı doğrultuda sağ atımlı kırılma devinimi binmektedir. 3.5 milyon yıldır, binlerce kez Marmara'nın içi ni çenten KAK, TPAO ve MTA-Sismik-1'in haritalarında görülen bol kırıklı, 70-80 km genişliğinde, 150-160 km boyunda Marmara denizi ve içinde irili ufaklı ada ve yarım adaları yaratmıştır. Her 100-250 yılda bir, doğudan dalga dalga gelen yergerilmeleri, Marmara içindeki

ana kırılma kolları boyunca, ya da onu çevreleyen kuşak içinde yeni bir yerde boşalarak süregitmektedir. Son yüzyılda KAK, kırıla kırıla körfezi Çınarcık'a dek yırtmıştır. Kırılmayı bekleyen son parça Çınarcık-Mürefte arasındır. yeni depremin ille de eski kırık boyunca olması beklenemez. Eğer böyle olsaydı, Marmara denizi olmazdı, ya da içinde tek bir kırık görülürdü. Deniz içindeki eski kırıkların belirlenmesi, eski depremlerin büyüklüğü ve davranışı üzerine bigi verebilir. Ancak olacak bir depremin önceden belirlenmesini sağlamaz. Yeni kırılmanın nerede olacağını belirlemek için, aynı Marmara denizi çevresindeki MARNET sarsıntı dinleme



Batıda Saroz'dan, doğuda Bolu'ya dek, yeraltı taslak yapısı altta) ve deprem etkinliği ve kırılma dönemseliği



ağı gibi, deniz altı sarsıntı dinleme ağı oluşturulabilir. 17 Ağustos 1999 Gölcük deprem kırığının deniz içinde uzanımını jeofizik yöntemlerle araştırmak, çok daha önemli olup, yırtılmanın nereden başlayarak süreceğini aydınlatması bakımından çok önemlidir.

Jeofizik ve jeoloji bilim adamlarınca en çok merak edilen konu da, İstanbul ve Tekirdağ önlerinde (Marmara'da) deprem olup olmayacağı değil, nerede ve kıyından ne kadar uzakta olacağı ve Marmara'nın kaç depremle boydan boya yırtılacağıdır.

Bu konuda dört olasılık vardır:

1. Kuzey kırığı boyunca: (İzmit-Hereke-Darıca-Yassı Ada-Mürefte-B. Çekmece kolu)
2. Marmara Ortası: İmrallı Kuzeyi, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Çınarcık'a dek kırıdığı parça, Çınarcık önünden, Mürefte-B. Çekmece kolu ile birleşecektir.
3. İznik-Gemlik Kolu: Akyazı-İznik-Gemlik-Bandırma-Biga-Ezine
4. Ulubat-Manyas Kolu: Akyazı-Osmanlı-Bursa-Ulubat Gölü-Manyas Gölü-Gönen.

Hangisinin yırtılacağını bulmak için önceki kırıklara bakmak ve bu kırıklar dolayında öncü depremciğin etkinliğini izlemek gerekir. Öncü depremler, o kırığın diri olduğunu ve yeniden hareket edebileceğini gösteren en güçlü işaretlerdir.

Bu dört kol içinde üzerinde en çok öncü depremciğin bulunan kol parçası, Ergene koludur. Bu kol Mürefte ile Büyük Çekmece önü (kıyından 20 km) arasında uzanır. Boyu 97 km'dir ve üzerinde yılda 1500-2000 küçük deprem ($M=2-4$ Richter) olmaktadır. Bu olgu, Ergene kolunun deniz içinde kırılacağını gösterir. En çok Tekirdağ'ı etkileyecek bu kırılmanın $M=7.2$ büyüklüğünde deprem üretmesi beklenir. Kolun doğusu, ister Yassı Ada, isterse İmrallı'dan gelsin, büyük bir olasılıkla Ergene koluna birleşecektir.

Yassı Ada kolu: İzmit-Darıca-İstanbul Adaları-Büyük Çekmece önüne uzanır. Boyu 115 km'dir. Bu kol 7.3-7.4 büyüklüğünde deprem üretebilir. 1984, 1766, 1509 yılı depremlerinin bu kol üzerinde patladığı sanılmaktadır. Ancak, Yassı Ada kolu, kırılma işareti olan yoğun depremciğin üretiminden yoksundur. Kaldı ki, bu kolun geçtiği yol boyu, Kocaeli ve Çatalca yarımadaı olup, kırılması en zor yaşlı ve temel kayalardan oluşmuştur. Kuzey Anadolu kırığı, yırtılırken her seferinde aynı yolu izlemeyebilmektedir. Yassı Ada kolu çalışmazsa, deprem İstanbul'a 20-35 km'den uzak olacak demektir.

İmrallı kolu: Gölcük-Yalova-Çınarcık üzerinden gelen kol, 1999 öncesi kırılmıştır ve karada izlenmiştir. Yeni kırık, Gölcük-Hersek-Çınarcık kuzeyinden 17 Ağustos 1999'da ge-

çip İmrallı kuzeyine dek deniz içinde MTA-Sismik-1 jeofizik gemisiyle belirlenmiştir. Demek ki Gölcük depremi, eski Çınarcık kolu üzerinden değil, körfez içinden yürümeyi yeğlemiştir. Çünkü, baskı altında yer, nereden kolaysa oradan kırılır. Körfez içinde doğu-batı boyu 90 km'ye varan bu kırık, en yüksek olasılığı olan, İstanbul deprem beklentisini yansıtan, tek görsel ve algısal belirti olan koldur. Diğer bir deyimle, Gölcük depremi, Marmara'yı kırma-ya başlamış ve şimdiye kadar 90 km'lik yolu da kat etmiştir. Bunun sarsıntılarını ve yıkımını, İstanbul 17 Ağustos'ta duymuştur. Kırılmayı boydan boya tamamlamak için, İmrallı kuzeyine gelen bu kol, Ergene kolu ile birleşecektir. İkisi arasındaki bağlantı boyu sadece 30 km'dir. Ergene koluna, Büyük Çekmece önünden bağlanacak bu kırığın üretebileceği deprem $M=6.3$ 'tür. İstanbul'a uzaklığı ise 35-40 km'dir. Bir kısmı halihazırda yarılarak, Marmara yırtılma yolunu göstermiş olan körfez kırığı, diri olduğunu üzerindeki artçı ve öncü depremlerle göstermektedir. İmrallı'dan Mürefte'ye tek parça kırılırsa (127 km), üreteceği deprem $M=7.4$, İmrallı-B.Çekmece ve Ergene kolları olarak iki parçalı kırılırsa, üreteceği depremler $M=6.3$ ve $M=7.2$ dolayında olacaktır. "İstanbul depremi" diye beklenen deprem de bu kırık üzerinde olacaktır.



Marmara bölgesi büyük ölçekli deprem bölgelendirme haritası. Kırmızı çizgiler diri kırıklardır.

Bandırma kolu: 17 Ağustos 1999'da deniz içinden gelerek Çınarcık önlerine ulaşmış kırığın, Arar jeofizik gemisiyle incelenmesi sonucu, kırığın Armutlu önünden-İmralı doğusundan Bandırma'ya doğru yöneldiğinin de işareti elde edilmiştir. Kuzey Anadolu Kırığı, kırılmayı bu kol üzerinden geçerek de tamamlayabilir. Bu durumda deprem odağı, İstanbul'a 70-80 km, Bursa'ya 40-50 km uzaklıkta olacaktır. Bu aralıktaki yırtılma $M=7$ büyüklüğünde bir deprem üretecektir. Bandırma'dan karaya girecek kol, Sarıköy, Etili kırığı dolayından Ezine'den Ege'ye ulaşacaktır.

İznik kolu: Günümüzde bu kol üzerinde öncü depremcik etkinliği oldukça yüksektir. Geçmişte de bir çok büyük depreme tanıklık etmiş bu kol boyunca oluşacak kırık, batıda Gemlik üzerinden Bandırma koluna birleşecektir. Bu kol 7 ile 7.3 büyüklüğünde depremlere gebedir.

Bursa kolu: Kuzey Batı Anadolu'da belki de en etkin olan koldur. Geçmişte 7-7.4 büyüklüğünde depremleri ile Ulubat ve Manyas göllerini, Bursa ve M. Kemalpaşa ovalarını oluşturan KAK'ın en güneyindeki bu kolu, bütünüyle karadan geçmektedir. Güncel deprem etkinliği oldukça yüksek olan bu kol, önümüzdeki dönemde deprem yuvalanmaları için adaydır.

Sonuç

Son 100 yılda kağıt gibi Bingöl'den yırtıla yırtıla körfezden Marmara denizine giren KAK'nın kırılmayan son parçası, Çınarcık-İmralı-Mürefte parçasıdır. 17.8.1999 Gölcük depremi körfez içinde 90 km'lik kırıkla yürüyerek, beklenen Marmara depreminin etkisini azaltmıştır. Marmara içinde kırılma, İstanbul ana kayasının kırılma direncinin büyüklüğü nedeniyle adalar güneyinden değil, Çınarcık'ta kaldığı yerden sürecektir. Eğer böyle olursa, kırılma boyu Mürefte'den-İzmir'e 200 km ile $M>7.7$ büyüklüğünde bir deprem üreteceğine, yeni Çınarcık kolu batısından Mürefteye birleşerek, 127 km boylu bir kırıkla 7.4 büyüklüğünde bir deprem üretebilecektir.

Marmarada geçmişteki depremlerde olduğu gibi, kırılma bir defada tek parça değil de, az zaman farkı ile iki depremle olursa, bugünlerde yoğun deprem etkinliği ile diriliğini tanıtan Ergene kolu (Tekirdağ önü), 97 km ile $M=7.2$ büyüklüğünde bir deprem üreterek önce Büyükçekmece'ye dek kırılacaktır. Hemen ardından 30 km'lik Büyükçekmece-Çınarcık ara bağlantısı, $M=6.3$ büyüklükte bir depremle tamamlanacaktır. Böyle bir kırığın,

B.Çekmece-Kartal arasında İstanbul kıyılarına uzaklığı 18 ile 35 km arasında olacaktır. Yüzyıllık KAK yırtılmasının son parçasını oluşturan, yırtılma 21. yüzyıla sarkmıştır. Oluşumun 25-30 yıl içinde bitirilmesi beklenmektedir.

Bunun için yapılması gereken, MARNET-İZNET karasal deprem izleme ağına yanısıra, deniz içi deprem dinleme ağına kurulması ve Marmara çevresindeki kentlerdeki insanları kurtarmak için erken uyarı dizgesi kurulmasıdır.

Ahmet ERCAN

Prof. Dr., İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl.

Kaynaklar

- Alpar, B., Akkargan, S., Gündoğdu, O., 1999, Arar Gemisinin Marmara Bulguları, *Cumhuriyet Bil. Teknik*, 25 Aralık 1999, s. 666, 18-19.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1988, The Saros-Marmara Earthquake of 9 August 1912. *Earthquake Eng. Struc. Dyn.* 15, 189-211.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1990, The Marmara Sea Earthquake of 1509. *Terra Nova* 2, 167-174.
- Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7, 663-684.
- Emre, Ö., Taymaz, T., Duman, T.Y., Doğan, A., 2000, Gölcük ve Düzce Depremleri Yüzey Kırıkları ve Sismolojik Özellikler, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, s. 386, s. 38-42.
- Ercan A., 1999, En Az Büyüklük: 7.3 Azami Süre: 30 yıl, Kuzey Anadolu Fayının Batıdaki (Bitinya) İlginç Davranış Kimliği, *Cumhuriyet Bilim Teknik*, 4 Aralık s. 663
- Le Pichon, X., Taymaz, T., ve Sengör, C., 1999, Büyük Marmara Fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir. 20 Kasım 1999, *Cumhuriyet Bil. Tek.*, s. 661, s.8-11.
- Okay, A., Görür, N., Demirbağ, N., Güney A., Kaşlılar, A., Okay, N., Kuşçu, İ., 1999, Otuz yıl içinde üç faydan birinde. *İ.T.Ü. Vakıf Dergisi*, Aralık, s. 30, 50-53
- Okay, A.T., Demirbağ, E., Kurt, H., Okay, N. ve Kuşçu, T., 1999a, An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian Fault in Turkey. *Tectonics* 18, 129-148.
- Saroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992, Türkiye aktif fay haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2 pafta, 1.200.000 ölçekte.

İzmit ve Düzce Depremlerinde Jeotermal Değişimler



Yurdumuzda fay zonlarında yoğunlaşmış durumda çok sayıda sıcak ve mineralli su kaynağı bulunuyor. Bunların ortaya çıkış ve akış düzenleri, içlerindeki mineral ve yanıcı gazların miktarı, deprem öncesi ve sonrasında değişiklikler gösteriyor. Depremlerin olduğu derinliklerin yakınlarından kaynaklanan bu suların düzenli biçimde gözlenmesi, bir erken uyarı sistemi oluşturulmasını sağlayabilir.

ALP-HİMALAYA tektonik kuşağı üzerinde yer alan Türkiye’de, son 100 yıl içinde meydana gelen 80 büyük depremde yaklaşık 80 000 kişi hayatını kaybetmiştir. En son olarak 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 tarihlerinde 7.4 ve 7.2 büyüklüğünde oluşan depremler 1200 km uzunluğundaki Kuzey Anadolu Fayının Doğu Marmara bölümünde yer almıştır (Şekil 1). Odak derinliği 9-14 km olan depremlerle oluşan kırıklarda maksimum 5.30 m’ye varan doğrultu atım ve 3.00 m’ye varan düşey atım ölçülmüştür (MTA, 1999). Her iki depremdeki yüzey kırıklarının toplam uzunluğu 220 km dir. 17 Ağustos depremi İzmit-Gölcük-Yalova -Adapazarı ve Düzce’de 17 387 can kaybı, 12 Kasım 1999 depremi ise Düzce ve Bolu’da 839 can kaybı ve ağır hasara neden olmuştur (Şekil 2).

Afrika plakasının kuzeye hareketi ile sıkışan Anadolu plakası, sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı boyunca batıya doğru hareket etmektedir. Yapılan ölçümlere göre, Anadolu plakası yılda 22 mm hızla batıya doğru hareket etmektedir (Straub and Kah-

le, 1997). Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Anadolu plakasının batıdaki yükselmesi ve genişlemesi ile oluşan graben bölgeleri Türkiye’de 1. Derece Deprem kuşaklarıdır.

Türkiye’de deprem kuşakları üzerinde sıcaklıkları 20-101°C arasında 1500 dolayında kaynak ve sıcaklıkları 30-242°C arasında değişen 400 kuyudan sıcak ve mineralli su çıkışı mevcuttur. Türkiye’deki bu jeotermal kaynaklar başlıca Kuzey Anadolu Fay hattında, Batı Anadolu grabenler sistemi üzerinde, Orta ve Doğu Anadolu’daki volkanik bölgelerde ve yoğun tektonik zonlarda yer almaktadır (Şimşek 1997, Pfister vd. 1998).



Yalova Termal’de, yeni sıcaksu çıkışı olan Ilıca Deresi’nin görünümü.

17 Ağustos 1999 depreminin olduğu Adapazarı, İzmit ve Yalova hatında Yalova termal ve Sakarya-Akyazı Kuzuluk’ta ve 12 Kasım 1999 Düzce depremi ile Efteni ve Bolu Küçükkaplıca jeotermal alanlarındaki kaynak ve kuyularında bazı değişiklikler gözlenmiştir (Şekil 2). Benzer değişikliklerin 13 Mart 1992 Erzincan depreminde bölgede yeralan sıcak ve mineralli su kaynaklarında da olduğu bilinmektedir (Yıldırım, 1992).

Dünyada depremlerin önceden tahmin edilmesi amacıyla yer kabuğunun derinliklerinden gelen termal sular ve gaz çıkışları özellikle Çin ve Japonya’da gözlem altında tutulmaktadır. Ayrıca, aktif volkanların yer aldığı İtalya, Japonya ve Hawaii’de volkanlardaki gaz çıkışlarından volkanların püskürme zamanları belirlenebilmektedir.

Depremlerle İlgili Jeotermal Kaynaklarda Yapılan Gözlem ve Ölçümler

17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinde bazı jeotermal kaynak ve kuyu sularında fiziksel ve kimyasal değişimler izlenmiştir. Bu değişiklikler; bulanıklık, koku, tat, renk, sıcaklık, basınç, debi, yeni kaynak oluşumu ve kimyasal değişimlerdir (Tablo 1).



Şekil 1: Türkiye’de genç tektonik hatlar, sıcak ve mineralli su (maden suyu) kaynaklarının dağılımı

17 Ağustos 1999 Depremi İle İlgili Değişimler

Yalova Termal Su Kaynakları:

Yalovanın 10 km güney batısında yer alan termal su kaynakları Atatürk’ün emriyle koruma altında olup bugüne kadar burada herhangi bir kuyu açılmamıştır. Dere içinde kaptaj altına alınan kaynakların sıcaklığı 64.5 °C ve debisi 13 lt/sn’ dir. Ayrıca dere içinde sızıntı ve küçük debili kaynaklar da mevcuttur. Termal kaynaklar tarihsel çağlardan beri kaplıçalarda kullanılmaktadır. 18 Eylül 1963 yılında 6.2 büyüklükte oluşan Çınarcık depreminde kaynak debileri önemli ölçüde azalmıştır. 17 Ağustos 1999 depreminden 15 gün önce 2 Ağustos 1999’da termal su kaynaklarının yer aldığı fay zonunda mevcut bir kırıkta, sıcaklığı aynı olan 1lt/sn debili ilave bir kaynak çıkmıştır. Dolayısıyla sahadaki toplam debi artmıştır. Halen bu yeni kaynakta-ki çıkış devam etmektedir.

Sakarya-Akyazı Kuzuluk

Sahası : Kuzuluk sahası Dokurcun segmenti üzerinde olup sahada 79 °C sıcaklıklı (kuyu çıkış sıcaklığı) kaynaklar mevcuttur. Sahada kurulan termal tesislere su sağlanması ve ısıtılması için 180-320 m derinliğindeki 5 kuyudan üretim yapılmaktadır. Önceleri sahada mevcut kaynakların, kuyulardan akışkan üretimi yapılması sonucu bugün debileri

azalmış ve bir bölümü ise kaybolmuştur. 17 Ağustos depremi ile birlikte kuyulardan gelen suda bulanma olmuştur. Ayrıca, sıcaklık önce 79 °C’den 80 °C’ye yükselmiş, 2 hafta sonra 77 °C’ye düşmüş daha sonra yeniden 79 °C’ye gelmiştir. Kuyularda 0.8 bar olan basınçta 1 barlık artış ölçülmüş ve kuyu başı basınçları 1.8 bara yükselmiştir (A. Gülgör sözlü görüşme).

12 Kasım 1999 Depremi İle İlgili Değişimler

Düzce-Efteni Kaynakları: Efteni kaplıcası, Düzce ilçesinin 10 km güney batısında Düzce fayı üzerinde yer almaktadır. Kaynağın sıcaklığı 42.3 °C ve debisi 3.5 lt/sn’dir. Depremden 1 gün önce, kaplıcada doğrudan kullanılmakta olan kaynak suyunda bulanıklık ve debi artışı gözlenmiştir. Depremden sonra ise, doğuda kaynaklarla aynı

fay üzerinde yeralan Eften gölünün güney kenarında sıcaklığı 25 °C olan yeni bir ılık kaynak çıkışı saptanmıştır. Kaynakta yoğun karbondioksit (CO₂) ve göl tabanındaki genç çökeller ve bataklık içinde birikmiş olan organik kökenli metan (CH₄) gazı çıkışı görülmüş ve kaynak suyunun üzeri metan gazı çıkışı nedeniyle 1 hafta süre ile yanmıştır. Efteni kaynağında depremden 1 hafta sonra bulanıklık kaybolmuş ve debi eski düzeyine gelmiştir.

Bolu Küçük Kaplıca: Bolu’nun 10 km güney batısında yer alan kaplıca yöresinde açılmış üç adet kuyudan 43.7 °C sıcaklığında ve 30 lt/sn debide üretim yapılmaktadır. Termal sular mevcut tesislerde sağlık amacıyla kullanılmaktadır. Depremle birlikte önce debi azalması daha sonra artışı olmuştur. Daha önce artezyen yapmayan bir kuyuda artezyen akışı başlamıştır.

Diğer Sahalardaki Değişimler

Deprem oluşturan kırıklar üzerinde ve yakınında yer alan ve yukarıda değişiklik gösterdiği belirtilen kaynaklar dışında, Bolu-Mudurnu’daki kaplıca sularında (40°C) 17 Ağustos 1999 daki depremlerle birlikte iki gün süreyle bulanıklık ve debi artışı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Bursa- Armutlu kaplıcalarındaki 75oC termal su üretilen ve



Yalova Termal’de, Ilıca Deresi’ndeki yeni kaynak çıkışının görünümü.



Düzce-Eftendi kaplıca kaynağının üzerinde yer aldığı fay hattında gelişen deprem kırığı (Düşey atım yaklaşık 65 cm.) ve yeni oluşan sıcak su çıkışları (Sarımsı kahverenkli)

12 Kasım 1999 dan önce su seviyesinin kuyu ağzından aşağıda olduğu A-2 nolu kuyuda su seviyesinin yükselerek artezyen akışına geçtiği öğrenilmiştir.

Kuzey Anadolu Fayının doğu bölümünde 13 Mart 1992'de Erzincan'da meydana gelen deprem 6.8 büyüklüğünde olup 600 can kaybına neden olmuştur. Kaynaklar ve kuyulardan 31°C sıcaklığında 6 lt/sn debide akışkan üretilmektedir. Erzincan'daki sıcak ve mineralli su kaynakları, hem termal amaçlı hem de şişelenerek maden suyu olarak kullanılmaktadır.

Depremden 1 hafta önce jeotermal sularda bulanıklık, koku ve tatta farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Su kimyasında ise, deprem öncesi ve sonrası arasında önemli farklılıklar oluşmuştur (Yıldırım, 1992). Deprem sonrası EC, Ca, Mg, Na, HCO₃ ve SO₄ değerlerinde önemli artışlar belirlenmiştir (Tablo1).

Sonuçlar ve Öneriler

Türkiye'de 17 Ağustos-12 Kasım 1999 ve 13 Mart 1992'de meydana gelen depremlerde jeotermal kaynak ve kuyulardaki gözlemlere göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1. Sıcak ve mineralli su kaynakları genellikle derin dolaşimleri nedeniyle oluşabilecek bir depremin önceden belirlenmesi için diğer verilerle birlikte dikkate alınması gerekli önemli parametrelerden biridir. Deprem kuşağındaki Çin ve Japonya gibi birçok ülkede bu kaynaklardaki değişimler ya-

kından takip edilmektedir.

2. Sıcak ve mineralli su kaynakları ve kuyularda çıkan sularda deprem öncesi, sırasında ve sonrasında değişiklikler oluşabilmektedir. Bu değişiklikler bulanıklık, koku, renk, tat, sıcaklık, debi değişimleri, yeni kaynak oluşumları ve kimyasal olarak iyon ve gaz değişimleri şeklinde görülebilmektedir.

3. Yeraltısuyu bileşimlerindeki fiziksel ve kimyasal değişimlerin deprem öncesinde oluşan ilk sarsıntılarla başladığı ve enerji boşalımı ile maksimum değerine ulaştığı, sonra zamanla normale döndükleri görülmektedir. Deprem öncesi, depremle birlikte ve deprem sonrası yeni kaynak oluşumları veya mevcut kaynakların kaybolması da olağandır.

4. Sıcak ve mineralli su kaynaklarındaki değişimlerden depremin önceden belirlenebilmesi amacıyla sağlıklı olarak kullanılabilmesi için, bu kaynak bölgelerinin ayrıntılı jeolojisi ve hidrojeolojisinin bilinmesi gereklidir.

5. Jeotermal suların kimyasal analizlerine göre yapılan jeotermometre hesaplamaları sonucu Yalova ve Kuzuluk jeotermal sahasında yaklaşık 100°C rezervuar sıcaklığı olduğu tahmin edilmektedir. Buna göre; bu bölgede yer alan jeotermal suların dolaşım derinliği en az 3 km dir. Türkiye'deki bazı jeotermal alanlarda 242 °C ye varan rezervuar sıcaklıkları belirlenmiştir. Bu alanlardaki jeotermal suların dolaşım derinliklerinin yaklaşık 8 km'ye ulaşabileceği hesaplanmıştır. Deprem öncesi, öncü hareketlenme

TARİH	SAHALAR	GÖZLEMLER	BULANIKLIK KOKU RENK TAT	SICAKLIK °C	YENİ KAYNAK ÇIKIŞI	DEBİ ARTIŞI	AÇIKLAMA
17 AĞUSTOS 1999	* TERMAL YALOVA	1	+	84,5	+	≈ 1 lt/sn	2 Ağustos 1999 da yeni bir sıcak su kaynağı çıkmıştır. Toplam debi artmıştır.
		2	+	84,5	+	≈ 1 lt/sn	
		3	-	84,5	+	≈ 1 lt/sn	
	** KUZULUK AKYAZI SAKARYA	1	-	79			Kuyularda debi ve sıcaklık değişimi gözlemlenmiştir.
		2	+	77-78		+ 1 bar basınç artışı	
		3	-	79			
12 KASIM 1999	*EFTENDİ DÜZCE	1	+ bir gün önce	42,3		3,5 lt/sn	Göl kenarında tıh kaynak gözlemlenmiştir. Metan gazı ve CO ₂ çıkışı gözlemlenmiştir. Bir hafta sonra yine gözlemlenmiştir.
		2	+	42,3	+ 25 °C ılık kaynak	≈ 4,0 lt/sn	
		3	-	42,3	+ 25 °C ılık kaynak	3,5 lt/sn	
	** K. KAPLICA BOLU	1	-	43,7			Depremle birlikte önce debi azalması daha sonra artış olmuştur (Kuyuda artezyen başlamıştır).
		2	-	44,0		-	
		3	-	44,0		+	
13 MART 1992	* ERZİNCAN	1	+	31		+	EC, Ca, Mg, Na, HCO ₃ , SO ₄ değerlerinde önemli artışlar belirlenmiştir.
		2	+	31		+	
		3	-	31		-	

*: Kaynak **: Kuyu + değişiklik var - normal ~~~~~ Deprem

Yıldırım 1992, Yıldırım 1999, Şişek 1999

1- Deprem Öncesi 2- Deprem Sonrası 3- Bir hafta sonrası



Şekil 2: Doğu Marmara Bölgesinin aktif fayları ve sıcak su kaynaklarının dağılımı haritası. Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve 17 Ağustos 1999 ile 12 Kasım 1999 depremlerinin yüzey kırıkları. MTA-Emre ve diğerleri (1999)'nden değiştirilerek alınmıştır. Açıklamalar. Kuzey Anadolu Fay Zonu: 1. Abant Segmenti, 2. Dokurcan Segmenti, 3. İzmit-Adapazarı Segmenti, 4. Çınarcık Segmenti, 5. Geyve-İznik Segmenti, 6. Gemlik Segmenti, 7. Zeytinbağı Segmenti, 8. Düzce Fayı, 9. Hendek Fayı, 10. Ulubat Fayı, 11. Bursa Fayı, 12. Eskişehir-Bursa Fay Zonu

ile daha derinlerden gaz ve akışkan katılımı olabilmektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki deprem odak derinlikleri ortalama 9-14 km arasında olmuştur. Dolayısıyla, jeotermal kaynaklardaki (sıcaksu, buhar ve gazlar) kimyasal değişimler izlenebildiği takdirde deprem öncesi erken uyarı amacıyla önemli bilgiler edinilmiş olacaktır. Bu nedenle, sıcak ve mineralli su kaynakları ile soğuk yeraltısularının seviye ve kalite değişimleri gözlenmeli ve özellikle toprak ve sulara Rn, Hg, He, H₂S, CO₂ vd. gazların değişimleri izlenmelidir.

6. Jeotermal sularda köken ve karışımının belirlenmesi amacıyla izotop

ölçümleri yapılmalıdır. Bu konuda, Doğu Marmara Deprem Bölgesi ile ilgili olarak Hacettepe Üniversitesi-UKAM ve IAEA (Uluslararası Atom Enerji Ajansı) ortak projesi başlatılmıştır.

7. Fay hatları boyunca derin dolaşım sıcak ve mineralli suların izlenmesi de dahil olmak üzere Deprem Erken Uyarı Sistemleri kurulmalıdır. Deprem uyarı sistemleri ile ilgili yeni gelişmeler izlenerek finans , cihaz ve eğitim açısından uluslararası işbirliği olanakları araştırılmalıdır.

8. Jeotermal suların izlenmesi ile ilgili ölçüm cihazlarının hassas ve gözlem personelinin eğitimi olması gereklidir. Değişimlerin yanlış yorumlara

ve paniğe neden olmaması için ölçülerin sağlıklı alınıp alınmadığının ve diğer etkilerle (saha yakınında yol ve taş ocaklarındaki patlatmalar, yoğun yağış, sellenme, baraj yapımı gibi) ilgisi olup olmadığının araştırılması ve değerlendirmelerin buna göre yapılması gereklidir.

9. Türkiye'de bilinen bütün sıcak ve mineralli sularla ilgili kayıtlar, analizler ve envanterler Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA) bulunmaktadır. Bu nedenle sıcak ve mineralli sulardaki değişimlerle ilgili olabilecek ihbarların kısa sürede karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmesi için MTA'nın yurt çapındaki Bölge Müdürlükleri aracılığıyla veya doğrudan MTA Genel Müdürlüğü'ne yapılması sağlanmalıdır.

Şakir Şimşek

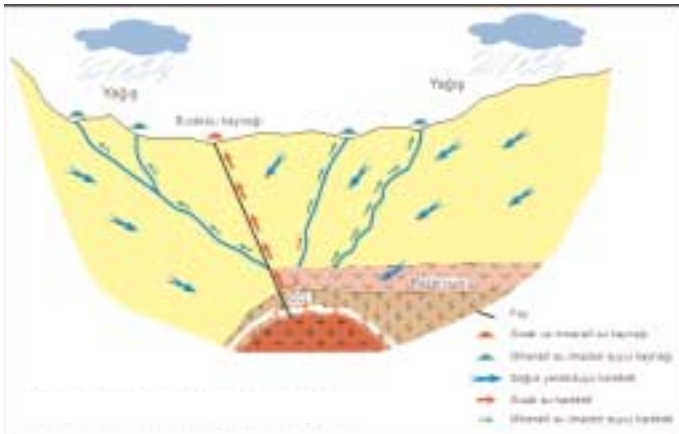
Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM)

Nazım Yıldırım

MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi

Kaynaklar

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası. Ankara.
- Eisenlohr, T., 1997. The thermal springs of the Amutlu peninsula (NW Turkey) and their relationship to geology and tectonic. Active Tectonics of Northwestern Anatolia, The Marmara Poly-Project, Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich. ISBN 3-7281-24525-7 pp 197-229. Switzerland.
- MTA, 1999, 12 Kasım Düzce Depremi Saha Gözlemleri ve Ön Değerlendirme Raporu, Ankara.
- Pfister, M., Rybach, L. and Şimşek, Ş., 1998, Geothermal Reconnaissance of the Marmara Sea Region (NW-Turkey); Surface Heat Flow Density in an Area of Active Continental Extension, Tectonophysics, 291, 1998, p. 77-89, The Netherlands.
- Straub, C. and Kahle, N.G., 1997, Recent crustal deformation and strain accumulation in the Marmara Sea region, NW Anatolia, inferred from repeated GPS measurements. Active Tectonics of Northwestern Anatolia - The Marmara Poly-Project, Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich. ISBN 3-7281-2425-7, p 417-47, Switzerland.
- Şimşek, Ş., 1997, Geothermal Potential of Northwestern Turkey, Active Tectonics of Northwestern Anatolia, The Marmara Poly-Project, Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich. ISBN 3-7281-2425-7, p 111-124, Switzerland.
- Yıldırım, N., 1992, 13 Mart 1992, Erzincan depreminde lokal yeraltısularında meydana gelen değişiklikler. Doğu Anadolu Ulusal Deprem Sempozyumu, 21-25 Ekim 1992, Erzincan.



Şekil 3. Sıcak ve mineralli su kaynaklarının oluşumu (üstte) 12 Kasım 1999 depremi sonucu Eften Gölü kıyısında oluşan ılık kaynaktaki (25°C) bol karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazı çıkışı (sağda).



Dünyamızın Ateşi Nasıl Ölçüldü?

Dünyamızın yaklaşık 5 milyar yıl önce, Güneş'i oluşturan gaz ve toz diski içinde çarpışıp giderek büyüyen kayaların birleşmesinden, ayrıca bu son derece şiddetli süreç sırasında diskin dışından gelen asteroid ve kuyrukluysıldızların çarparak bıraktıkları maddeden oluştuğunu biliyoruz. Bu hızlı çarpışmaların serbest bıraktığı ısı enerjisi, tüm gezegeni eritti. Gezegenimiz bugün hâlâ başta kazandığı bu enerjiyi salarak soğuyor. Meteoritlerden gelen demir gibisinden yoğun maddeler Dünya'nın merkezine gömülürken, görece hafif silikatlar, oksijen bileşimleri ve kuyrukluysıldızların getirdiği su yüzeye doğru yükseldi.

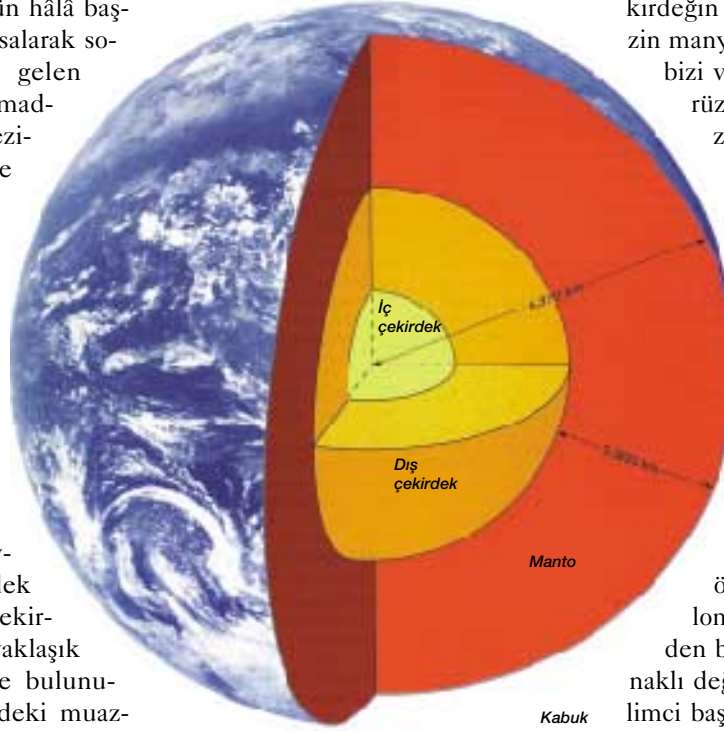
Dünya, başlıca dört katmandan oluşmuş durumda: Bunlar, iç çekirdek, dış çekirdek, manto ve kabuk. İç çekirdek esas olarak demirden oluşuyor ve öylesine sıcak ki, dış çekirdek erimiş durumda. Dış çekirdekte demirin yanı sıra, yaklaşık %10 oranında kükürt de bulunuyor. İç çekirdek, üzerindeki muazzam basınç nedeniyle sıcaklığına karşın katı durumda. Dünya'nın kütlelerinin çok büyük bir bölümü, manto tabakasında bulunuyor. Bu katman başlıca demir, magnezyum, alüminyum, ve oksijen ve silikat bileşimlerinden oluşmuş. Sıcaklığı 1000 °C'nin üstünde. Manto aslında katı, ama deforme olabiliyor. Kabuksa, öteki katmanlardan çok daha ince. Kalsiyum ve sodyum gibi hafif elementlerle, alüminyum-silikat bileşimlerinden yapıldı. Görece soğuk olan kabuk, kayalık ve kırılabilir. Bu nedenle depremlerle kırılabilir.

Dünyanın merkezini, daha doğrusu çekirdeğini nasıl keşfettik? İşte bu yüzeyde kırıklara yol açan ama daha derinlerden kaynaklanan depremlerden yararlanarak. Daha doğrusu depremlerin yol açtığı sismik dalgalarla ilgili kayıtları inceleyerek. Bir prizmanın ışığı kırıp saçtığı gibi, sismik dalgalarda değişik maddeler-

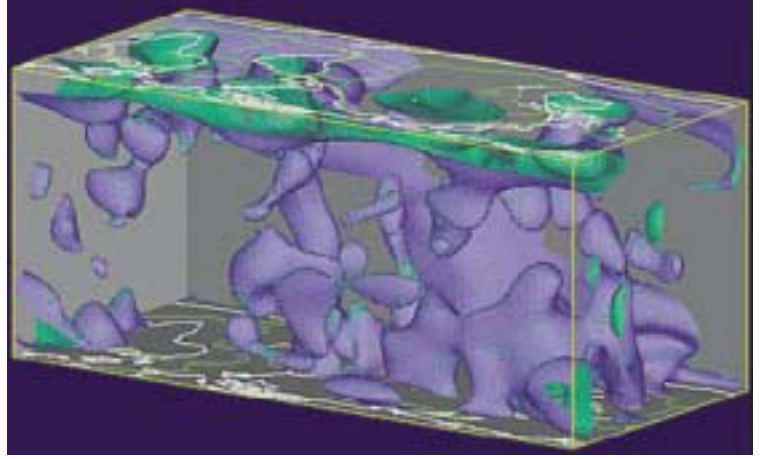
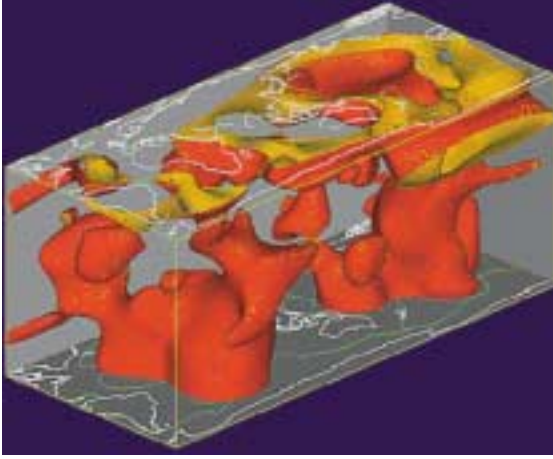
ği yol üzerinde sıvı bir katman bulunduğu sonucunu çıkarmışlar.

Üzerinde yaşadığımız gezegenin katı ve eriyik demir çekirdeği, merkezden gezegen yarıçapının yüzde 55'ine kadar uzanıyor. Başka bir deyişle çekirdeğin dış kenarı, ayaklarımızın altından 2900 km derinde. Buna karşın, bu demir çekirdeğin insanlık üzerindeki etkileri muazzam. Çekirdeğin sıvı dış kısmı, gezegenimizin manyetik alanını yaratıyor. Bu da bizi ve öteki tüm canlıları Güneş rüzgârından koruyor. Ayrıca bazı kuramlara göre de üzerindeki mantonun alt kenarına yeterli sıcaklık aktarıyor.

Buysa, tektonik hareketler, yanardağ oluşumu ve depremleri düzenleyen manto ısı dolanımını (konveksiyon) etkiliyor. Ancak bütün bu etkilerin büyüklüğü, çekirdeğin, üzerindeki mantodan ne kadar daha sıcak olduğuyla yakından ilintili. Ancak bu sıcaklığı ölçmek kolay değil. 2900 kilometrelik bir çukur kazıp içinden bir termometre sallamak olanaklı değil. Ancak bir Fransız yerbilimci başkanlığındaki bir uluslararası ekip, kuramsal verilerden hareket ederek "sanal bir termometre" aracılığıyla çekirdeğin sıcaklığını ölçtü. D. Alfé ve arkadaşlarının yerbilime yaptıkları katkının önemini anlamak için, önce Dünya'nın mantosunun sıcaklığını bir düşünmek gerekli. Derin bir maden kuyusundan aşağı bir kilometre kadar inebilecek olsaydınız, sıcaklığın, Dünya yüzeyindeki sıcaklıktan 20-30 °C daha yüksek olduğunu fark edecektiniz. Bu dikey ısı iletimi, Dünya'nın her saniye 42 trilyon joule değerinde ısı yitirmesini sağlayan mekanizmalardan biri. An-



den oluşan katmanların temas yüzeylerinde bükülüp yansıyor. Ayrıca depremdaki farklı dalgaların, Dünyamızın katmanları içinde aldıkları yol farklı. Basınç (P) dalgaları, hem sıvı, hem de katı maddeler içinden geçip kırılıyorlar. S dalgalarıysa, hava ve su gibi akışkanların içinde yol alamıyor. Dünyanın öte yüzünde meydana gelen bir depremin yol açtığı dalgaları inceleyen uzmanlar, P dalgalarının ulaşabildiği bir ölçüm aracına, S dalgalarının gelmediğini fark etmişler. Bundan da dalgaın izledi-



Gezegemizin katmanları sürekli ve dinamik bir süreç içinde bulunuyorlar. Soldaki şekilde kırmızı topaklar yoğunluğu görece az maddeden oluşan ve yüzeye doğru yükselen daha sıcak "sorguçlar". Şekilde doğrudan çekirdekten çıkan bir sorgucun Doğu Pasifik yükseltisi altında yayıldığı görülüyor. Dünya çekirdeğinin ısısının en büyük bölümü, hızla yayılan Doğu Pasifik yükseltisi aracılığıyla bırakılıyor. Sağdaki şekilde mavi topaklar mantoya gömülen görece yoğun maddeyi gösteriyor. Okyanus altındaki tektonik levhalar bu yolla mantoya daldıktan sonra, Okyanus sirtlarından yüzeye yükselen erimiş kaya yeni kabuk oluşturuyor.

cak, bugüne değin yanıtları çok iyi bilinmeyen sorular, bu ısınma eğiliminin derinliğe bağlı olarak ne kadar sürdüğü ve yüzeye ulaşan sıcaklığın ne kadarının çekirdekten kaynaklandığıydı. Derine inildikçe sıcaklık her kilometrede 20-30 derece artsaydı, birkaç yüz kilometre derinliğe inildiğinde kayaların buharlaşmaya başlaması gerekirdi. Oysa mantonun büyük bölümünde sıcaklık, termal konveksiyon yoluyla etkili bir biçimde dolanıyor. Bu mekanizma da derinliğe bağlı ısı artışını 2000 kat azaltıyor. Ancak dikey konveksiyon hızlarının fiziki sınırlarla yavaşlatıldığı durumlarda derinliğe bağlı doğrusal bir artış olabiliyor. Silikatlardan oluşan mantoyu, demir ve alaşımlardan oluşan çekirdekten ayıran sınırın yoğunluk farkı, atmosferle yer kabuğu arasındaki yoğunluk farkının iki katı. Bu durumda çekirdekten gelebilecek olan ısı mantonun tabanında termal bir sınır katmanı oluşturacaktır. Bu sınır boyunca ortaya çıkacak sıcaklık artışına tahmini bir değer vererek, yerbilimciler çekirdekten gelen toplam ısı akışıyla, çekirdeğin fiziki ve kimyasal özellikleri konusunda bilgiler edinebilirler.

Jeofizik, petrolojik, ve jeokimyasal verilerden yola çıkan bilim adamları, yüksek basınç deneyleri ve jeodinamik modellemelerden de yararlanarak, mantonun tabanındaki sıcaklığın 2500-3000 K arasında olması gerektiğini düşünüyorlar.

Çekirdeğin sıcaklığına gelince, bu konudaki öngörüler, katı iç çekir-

dekle sıvı dış çekirdek arasındaki sınırla, çekirdekteki malzemenin erime sıcaklığı olacağı varsayımına dayanıyor. Çekirdeğin %90 demir, %10 da daha hafif maddelerden oluştuğu ve (her ne kadar çekirdekteki oksijenin erime sıcaklığını yükselttiğini gösteren bazı kanıtlar olsa da) karışık maddelerin erime sıcaklığını düşürdüğü göz önünde tutulunca, demirin, iç çekirdek sınırındaki basınçta ya da yaklaşık değerlerde ölçülecek erime sıcaklığı, çekirdeğin sıcaklığı için bir üst sınır belirleyebilir. Bu gibi ölçümler, şok eritme, ya da elmas örs yüksek basınç hücrelerinde mikroskobik demir örneklerinin ısıtılması yoluyla yapılmışsa da deneylerin verdiği sonuçlar hayli tartışmalı. Sonuçlar arasında 2000 K'e kadar ulaşan farklar ortaya çıkıyor.

Alfe ve ekibiye, gözlemsel değerler yerine ab initio diye adlandırılan bir molekül dinamiği yöntemi kullanarak daha kesin bir değere varıyor. Bu yöntem, bir atomdaki tüm parçacıkların etkilerinin hesaplanması güçlüğü

karşısında kuantum kuramında basit parçacık modelleri (ör: hidrojen) için kullanılan Schrödinger Denklemi'nin yerine, Yoğunluk Fonksiyonu Kuramıyla yapılan hesaplamalara dayanıyor. Pek çok basitleştirmeye dayanan bu kuram, materyaldeki değişik parçacıklar yerine tek bir parçacığın, elektronun yoğunluğunu temel alıyor. Bu başarılı hesap yöntemiyle, molekülleri meydana getiren parçaların atom numaraları ve bilinen temel sabitler (Planck sabiti, elektron yükü vb.) esas alınarak denge yapıları, toplam enerjiler, durum denklemleri, titreşim enerjileri gibi hesaplanması güç değerler, gözlemlere uyan bir biçimde ortaya çıkarılabiliyor. Yöntemin başarısı, gezegenimizin sıcak içindeki uç koşullar altında çeşitli maddelerin sergilediği özellikleri inceleyen bilim adamlarınca giderek daha çok benimsenmesine yol açıyor.

Alfe ve ekibi, hem bu yöntemi hem de yeni geliştirilen bir "termodinamik entegrasyon" yöntemini birlikte kullanarak, katı ve sıvı demirin serbest enerjilerini, basınç ve sıcaklığın fonksiyonu olarak hesaplamışlar. Bu enerjileri karşılaştırarak da, varolan deney verilerine koşut kesinlikte bir erime eğrisi bulmuşlar. İç çekirdek sınırında 6670 ± 600 K sıcaklık gösteren bu eğrinin, şok dalgası ve elmas örs hücresi deney ölçümleriyle uyum içinde bulunduğu, Alfe ve arkadaşlarının vurgulanıyor.

Raşit Gürdilek



Mantonun, kabuk yakınındaki 50-100 km kalınlığındaki üst bölgesi özellikle yumuşak ve esnek. Kabuk üstündeki bir buzul kütlesi ya da sıradağ gibi ağır bir yük, litosferin, astenosfer içine batmasına yol açar. Buzul eridiğinde ya da dağlar aşındığında litosfer binlerce yıl süren bir süreç içinde yeniden yükselir.

Kaynaklar
Nature, 30 Eylül 1999
<http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/lonie/class/100/interior.html>



Jeotermal Enerji Kullanımına Tipik Bir Örnek...

Diyadin

Dünya'daki enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Buna karşılık yeni enerji kaynakları arama ve bulma, bunu kullanma yolları araştırılmaktadır. Dünya ülkelerinin ekonomik açıdan giderek gelişmeleri, enerji gereksinimlerini hızla artırmaktadır. Dolayısıyla ülkeler, bir yandan alışılmış enerji kaynaklarından daha ekonomik yararlanma yollarını ararken, öte yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarından çok kapsamlı biçimde faydalanması yollarını araştırmaktadırlar. Gerçekten de bilim adamları, son yıllarda yenilenebilir enerji (jeotermal, güneş, rüzgâr, gelgit gibi) kaynaklarından yararlanma yollarını bulmuş ve bu kaynaklardan bazılarını ekonomik olarak kullanmayı başarmışlardır. Söz konusu kaynaklardan daha ekonomik olarak yararlanmak için de, araştırmalar hızla sürdürülmektedir.

Ekonomik gelişme ve hızlı kentleşmeye bağlı olarak Türkiye'de enerji gereksinimi giderek artmaktadır. Özellikle de, kentlerin ısıtılması konusunda önemli güçlükler söz konusudur. Bunlardan petrol, kömür ve odun gibi ısınmada kullanılan alışılmış enerji kaynakları hem hızla tükeniyor hem de fiyatları artıyor. Ayrıca hava kirlenmesine yol açması bakımından da, önemli bir sorun yaşıyor. Her ne kadar bazı kentlerde doğal gaz ve kaliteli kömür kullanılarak hava kirliliği sorunu çözümlenmeye çalışılmaktaysa da, henüz yeterli başarı sağlanamamış-

tır. Böylece jeotermal enerjinin önemi daha iyi bir biçimde anlaşılmaktadır. Gerçekten de bu enerji kaynağı, hava kirlenmesine yol açmadığı gibi, maliyeti açısından da öteki enerji kaynaklarından daha ucuzdur.

Türkiye jeotermal enerji kaynakları açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu özelliği dikkate alınırsa, bazı kentlerin jeotermal enerji kaynağından yararlanılarak ısıtılacağı düşünülebilir. Oysa bu tip uygulamalar, ülkemizde pek yaygın değildir. Diyardin örneği, bu nedenle büyük önem taşımaktadır. Çünkü, Türkiye'de jeoter-

mal enerjiden yararlanılarak kentlerin ısıtılacağı konusunda en kapsamlı uygulamalardan biri Diyardin kasabasında gerçekleştirilmiş ve bugüne değin başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Jeotermal enerji kaynağından ısıtmada yararlanıldığı gibi; elektrik enerjisi üretiminde, sanayide ve turizm alanında da kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Jeotermal enerjinin Diyardin'de konutlarının ısıtılmasında ve yeni sanayi kuruluşlarında başarıyla kullanılması, bu enerji kaynağına sahip yörelerdeki yerleşimler için güzel bir örnek oluşturmaktadır.

Jeotermal Enerjinin Genel Özellikleri

Günümüzde yaygın olarak kullanılan petrol ve kömür gibi enerji kaynaklarının rezervlerinin hızla azalacağı ve yakın bir gelecekte tükeneceği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, yeni enerji kaynaklarının bulunması ya da alternatif enerji kaynaklarından daha geniş ölçüde yararlanılması yollarının araştırılması gerekmektedir. Böyle bir durumda jeotermal enerji, seçeneysel enerji kaynağı olarak dikkati çekmektedir.

Yeryüzündeki bütün volkanik bölgelerde ve hatta volkanik faaliyeti binlerce yıl önce sona ermiş bulunan yerlerde bile, sayısız sıcak su kaynaklarının, fumarollerin bulunması, o yörede yüzeye yakın kayaların altında ve daha derin yerlerde yüksek sıcaklığın var olduğunu gösteren delillerdir. Mağma hazinesi içinde serbest kalan gazların basıncının zayıfladığı ve dolayısıyla volkanik faaliyet sona erdiği zaman, mağma yavaş yavaş soğumaya devam eder. Bu soğuma sırasında, büyük ölçüde su buharı olmak üzere, hidroklorik asit, karbondioksit, hidrojen, amonyum klorür v.b. gibi gazlar çıkar. Bütün bu gazlar yeraltı suyu zonu içindeki yarıklardan geçerek yeryüzüne ulaşır. İşte bu volkanik etkinlik sırasında çıkan gazlar tarafından ısıtılan yeraltı suyu ve diğer karışımlar, yeryüzüne sıcak kaynaklar, gayzerler, fumaroller olarak ulaşır.

Yeryuvarlığının derinliklerindeki yüksek sıcaklık ile ilgili olan ve bu güçle ısınarak oluşan enerjiye, jeotermal enerji adı verilmektedir. Yerin de-

rinliklerine doğru inildikçe sıcaklığın yükselmesi, jeotermal enerji oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Bilindiği gibi, yerkabuğundan aşağıya doğru her 33 m derinliğe inildikçe, sıcaklık ortalama 1 °C yükselmektedir. Öyle ki, zeminin tektonik ve litolojik özelliklerine bağlı olarak, belirtilen derinlik miktarında bölgelere göre farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, yerkabuğunun deforme olduğu sahalarda 1°C sıcaklık artışı her 2-3 m derinlikte olmaktadır. Söz konusu alanlar, jeotermal enerji oluşumu için oldukça uygun koşullara sahiptir. Gerçekten de yeryüzünde jeotermal enerji kaynaklarının dağılışı ile tektonik kuşaklar, kırık sistemleri ve volkanik alanlar arasında yakın bir ilişki söz konusudur.

Jeotermal enerjinin klasik enerji kaynaklarına göre en önemli üstünlüğü, güneş, rüzgâr ve gelgit enerjisi gibi tükenmez bir enerji kaynağı olmasıdır. Diğer enerji kaynaklarında sıkça rastlanan çevreyi kirletme sorunu, bu enerji kaynağında söz konusu değildir. Bir başka üstünlüğüyse, jeotermal enerjinin üretim maliyetinin, diğer enerji kaynaklarından oldukça düşük olmasıdır.

Son yıllarda kullanım alanları giderek çeşitlenen jeotermal enerjinin önemi daha da artmaktadır. Nitekim, günümüzde seraların, konutların, havaalanı pistlerinin, hayvan çiftliklerinin ve yüzme havuzlarının ısıtılması, balık başta olmak üzere çeşitli yiyeceklerin kurutulması, deniz suyundan tuz elde edilmesi ve elektrik enerjisi üretilmesi gibi çeşitli faaliyet alanlarında jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Bununla birlikte, jeotermal enerjinin kullanım alanını ve potansiyelini belirleyen en önemli etken sıcaklık değeridir. Örneğin, 60°C' nin altındaki jeotermal suların elektrik enerjisi üretiminde yararlanmak mümkün değildir.

Dünyada tüketilen enerji miktarı içerisinde, jeotermal enerjinin payı henüz azdır. Ancak, son yıllarda kullanımda hızlı bir gelişme gösteren bu enerji kaynağının, yakın bir gelecekte, oldukça önemli oranda yaygınlaşması beklenmektedir. Teknik ve teknolojik



Araştırma Sahasının Lokasyon Haritası

gelişmelerle jeotermal enerjinin maliyeti düşmekte ve kullanım alanları da genişlemektedir. Özellikle yıllık elektrik enerjisi üretiminde, jeotermal enerjinin payı giderek artmaktadır. Dünyada jeotermal enerjiden en fazla yararlanan ülkelerin başında İtalya, İzlanda, Yeni Zelanda ve ABD gelmektedir.

Dünya ülkeleri arasında jeotermal enerjiden yararlanmayı ilk başlatan ülke İtalya'dır, ve bu hususta diğer dünya ülkelerine de öncülük etmiştir. Ülkenin özellikle Toskana ve Larderello bölgelerinde açılan kuyulardan yüksek sıcaklıkta buhar elde edilmiş ve ülke enerji ihtiyacının bir bölümü bu yolla karşılanmaya başlanmıştır. İzlanda'da da benzer uygulamalar görülür. Bu ülkede de gereksinim duyulan enerjinin yaklaşık %20'si jeotermal enerjiden karşılanmaktadır. Ülke nüfusunun yaklaşık yarısı, jeotermal enerji ile ısıtılan konutlarda oturmaktadır.

Dünya standartlarına göre jeotermal kaynaklar, 150°C nin üstünde yüksek sıcaklık, 150-70°C arasında orta sıcaklık, ve 70°C nin altında düşük sıcaklık kaynakları olarak sınıflandırılır.



Diyadin Jeotermal enerji sahasında MT-1 sondaj kuyusu

Ülkemizde 1200 sıcak su kaynağı mevcut olup, bunlardan 40°C'nin üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 jeotermal alan bulunmaktadır. Türkiye jeotermal enerji potansiyeli yüksek olan ülkeler arasında yer almaktadır. Özellikle Ege ve İç Anadolu Bölgeleri, jeotermal enerji yataklarının bulunabileceği alanların başında gelmektedir. Yapılan son araştırmalar Doğu Anadolu bölgesinin de jeotermal enerji yatakları bakımından oldukça zengin olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, bu potansiyelden henüz yeterince yararlanılamamaktadır.

Bir Örnek: Diyarbakir

Diyadin ilçesi Doğu Anadolu bölgesinin Yukarı Murat-Van bölümünde yer alır. Yönetim açısından ise, Ağrı iline bağlıdır. İlin güneydoğusunda yer alan Diyarbakir ilçesi, yaklaşık 1274 km² lik yüzölçümüne sahiptir. İlçenin kuzeydoğusunda Doğubayazıt; güneydoğuda Çaldıran, Muradiye; güneybatıda Erciş; batıda ise Taşlıçay ilçeleri bulunmaktadır.

İlçe, Doğu Anadolu bölgesinin dağlık, engebeli ve yüksek bir kesimindedir. Diyarbakir kasabası ise, tektonik kökenli bir çöküntü alanı olan depresyonun doğu kesimindedir. Diyarbakir ilçesinde Murat Nehri'nin aktığı vadiler, lav platolarındaki düzlükler, yer yer görülen tepeler ve yüksek dağlar başlıca yeryüzü şekillerini oluşturur. İlçe toprakları genel olarak kuzeyden güneye doğru yükselmektedir.

Yaklaşık 1800 m civarında yükseltiye sahip olan depresyon sahası ile, kenardaki dağlık sahalardan arasında yükselti farkı yer yer 1000-1100 m'ye kadar ulaşmaktadır. Diyarbakir depresyonu, tektonik kökenli olması nedeniyle, jeotermal enerji potansiyeli açısından oldukça uygun koşullara sahiptir.

Ağrı il merkezine 67 km uzaklıkta olan Diyarbakir kasabası, 1825 m yükseltide kurulmuştur. Alanın tarihi geçmişi yaklaşık M.Ö. 4000 yıl ve daha eskilere kadar uzanmaktadır. Bunu Diyarbakir kalesinin varlığı ve çevre köylerdeki kalıntılardan anlamak mümkündür.

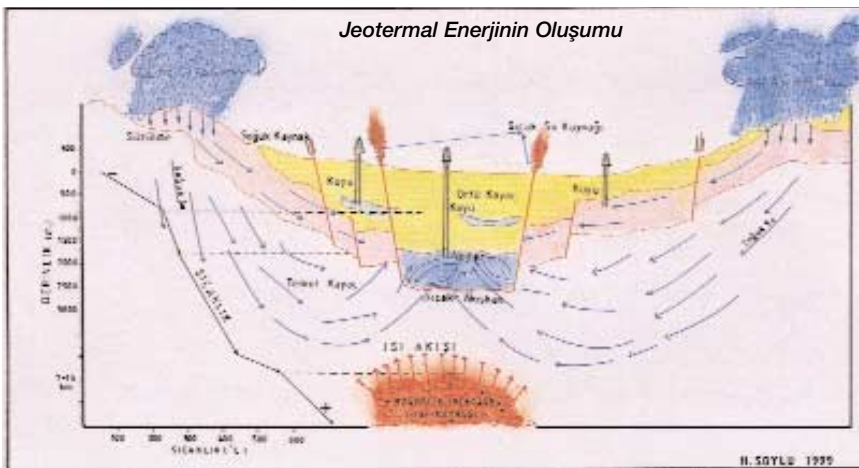
İlçede 1999 yılında tek kasaba yerleşimi (Diyadin) ve 59 köy yerleşimi

Alanda jeotermal kaynak oluşumu, büyük ölçüde yörenin tektonik özellikleri ile ilgilidir. Bu nedenle sahanın tektonik gelişimine, genel olarak değinmek gerekir. Doğu Anadolu'nun genel tektonik karakterlerine bakıldığında, bölgenin Üst Miyosen'den itibaren kuzey-güney yönünde sıkıştığı bilinmektedir. - Araştırma alanında gözlenen NNW-SSE açılma çatlakları bu N-S yönlü sıkışmanın sonucu yapılar olarak değerlendirilebilir. Ancak, E-W yönlü açılma yapıları alanın tektonik rejimiyle açıklanamayan bir karaktere bağlıdır. Alanda yer alan yaklaşık N-S yönlü olarak değerlendirilebilecek NNW-SSE yapılar, doğrudan boyunca izlendiğinde bugünkü kaynak çıkışlarının bu hatlar üzerinde gelişmiş olduğu görülür. Yarığın iki tarafında simetrik yapıda sırtlar oluşturan traverten çökellerinin geliştirdiği, aktif olarak traverten sırtı boyunca uzanan ve genişliği 0.5-1 m arasında olan yarık boyunca sıcaklığı 40-55°C arasında değişen kaynakların çıktığı tespit edil-

Yapılmış olan jeolojik, hidrolojik ve jeofizik araştırmalardan ve sondaj çalışmalarından, Davut, Tazekent ve Köprü Çermikleri arasında kalan ala-

Diyain'de Jeotermal Enerjiden Yararlanma

Diyadin, 'Türkiye'de jeotermal enerjiden yararlanılarak kentlerin ısıtılabilirliği konusunda tipik bir örnektir. Kasabada, jeotermal enerjiden yararlanılarak konutların ısıtılması çalışmalarına 1998 yılında başlanmış olup, sistemin büyük bir kısmı 1999 yılında tamamlanarak hizmete açılmıştır. Ancak, daha çok konut ve seranın ısıtılabilmesi için sondaj çalışmaları devam

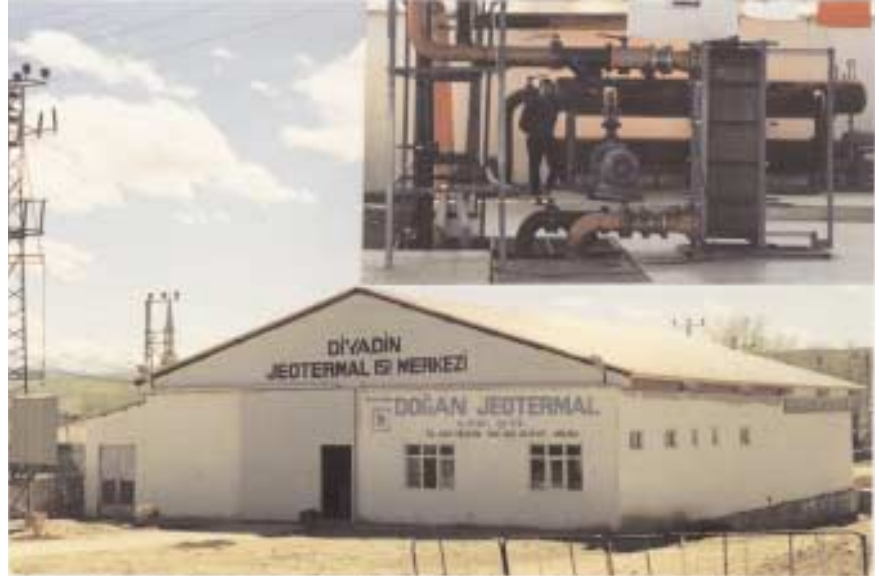


etmektedir. Diyadin jeotermal sahası 65°C sıcaklıkta, yüksek debide jeotermal akışkan üretilmesiyle Türkiye'nin ilk 15 sahası arasında yer almaktadır. Bu yönüyle de Türkiye'nin en kapsamlı jeotermal merkezi ısıtma projelerinden biri olan Diyadin jeotermal ısıtma sistemi, Diyadin Belediyesi ve Doğan Şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Diyadin kasabasının ısıtılmasında, Yılanlı Çermiği yakınlarındaki MT 98-1 kuyusundan yararlanılmaktadır. Kuyudan alınan buhar ve sıcak su karışımı jeotermal akışkan, fazla ısı kaybına neden olmayan özel borularla, yaklaşık 5 km uzaklıktaki dağıtım merkezine getirilmektedir. Bu merkezde akışkanın enerjisi tatlı suya aktarılmakta ve yaklaşık 60 °C'ye kadar ısınan su, yalıtılmış özel borularla kasaba içerisine gönderilmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Kuyu ile konutlar arasındaki mesafede sıcaklık kaybı, ortalama 3°C kadardır. Kasaba içerisinde, içme suyu ağına benzer bir sıcak su dağıtım ağı da oluşturulmuştur. Diğer yandan enerjisi alınan jeotermal su, yer altına döşenen borularla termal otel kompleksine götürülmekte, burada açılan sondaj kuyularına, sistemde çökelti oluşumunu ve muhtemel arızaları önlemek için, çeşitli kimyasal maddelerle birlikte enjekte edilmekte, ve daha sonra jeotermal akışkandan yararlanma yoluna gidilmektedir.

Jeotermal suların ısınmanın yanı sıra, kullanım amacıyla da faydalanılmaktadır. Bu nedenle, evlere kalorifer tesisatı ile birlikte sıcak su tesisatının da döşenmesi gerekmektedir. Her iki tesisatı da tamamlayan kişiler, merkezi ısıtma sisteminden yararlanmak için belediyeye müracaat etmektedirler. 1999 yılı Eylül ayı itibarıyla şehirde, jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılan konut sayısı 1000'i buluyordu. Bu konutların 20'sini resmî binalar, 180'ini iş yerleri ve geri kalan 800'ünü ise konutlar oluşturuyordu. Halen şehirdeki diğer konutların da merkezi sistemle ısıtılması için çalışmalar sürmekte olup, birkaç yıl içerisinde ilçe merkezinde bulunan yaklaşık 3000 konutun tamamının jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılması planlanmaktadır.

Daha önce kömür ya da sıvı yakıtla ısıtılan kaloriferli konutlar, basit bir-



Diyadin jeotermal ısı dağıtım merkezi.

kaç değişiklik yapılarak jeotermal enerji ile ısıtılmış sıcak su verilebilmektedir. Sobayla ısıtılan evlerse, öncelikle kalorifer ve sıcak su sistemi döşenmesi gerekmektedir. Gelir düzeyi yetersiz olan ailelerin söz konusu sistemi döşetmekte gecikmesi, kasabadaki konutların tamamının merkezi sistemle ısıtılmasını önlemektedir. Kasabada kalorifer tesisatı yeni döşenen evlerde, daha çok tabandan ısıtma sistemi tercih edilmektedir. Söz konusu sistem, kalorifer peteği kullanarak yapılan ısıtmaya göre, daha ekonomik ve daha kullanışlıdır.

Seraların Isıtılması: Jeotermal enerjiden yararlanılarak seraların ısıtılması konusunda, öncü olan ülkeler yine bu enerji kaynağını diğer alanlarda iyi kullanan ülkelerdir. Rusya, ABD, Japonya, Yeni Zelanda, İtalya, Macaristan ve İzlanda da seracılık faaliyetleri oldukça önem kazanmıştır. Bu enerjiden yararlanarak üretim yapılan turfanda sebzeçilik sahası Rusya'da 25 000 dönüm olup, bu alanlarda kış sezonunda bile bir milyon ton kadar sebze üretimi yapılmaktadır. Ancak Türkiye'de, yüksek jeotermal enerji potansiyeline rağmen, bu yönde yapılan uygulamalar sınırlı alanlara mahsus kalmıştır.

Diyadin'de jeotermal kaynakların seracılığa uygulanabilirliği konusunda da araştırma başlatılmıştır. Araştırma alanında öncelikle deneme amacıyla kurulmuş küçük çaplı 8 sera bulunmaktadır. Genişliği 10 metre uzunluğu ise 30 metreyi bulan bu seralarda domates, salatalık, biber gibi ürünler yetiştirilmektedir. Üzerleri polietilen muşamba ile örtülen seralarda çeşitli ürünlerin yetiştirilmesi planlanmaktadır. Üretime 1998 yılından itibaren deneme amaçlı başlayan seralarda nisan

ayından itibaren başlanan üretim kasım ayına kadar sürmektedir.

Seralarda yıllık üretilen ürün miktarı yaklaşık 160 ton kadar olup, üretilen ürünler başta Diyadin ilçesi ve yakın çevresi olmak üzere Ağrı şehrinde satışa sunulmaktadır. Jeotermal enerji ile ısıtılmış su seralar içerisine döşenmiş borularla pompalanmakta ve seraların ısıtılması sağlanmaktadır. Çevrenin sıcaklık koşullarına bağlı olarak sıcak su girişi hızlandırılmakta veya yavaşlatılmaktadır.

Bölgenin seracılık açısından uygun koşullara sahip olması ve mevcut seralarda oldukça verimli üretim yapılması, çiftçileri harekete geçirmiştir. Bu amaçla 2000 yılında, Ağrı Valiliği'nin öncülüğünde geniş kapsamlı seracılık projeleri geliştirilmektedir. Ağrı Özel İdare Müdürlüğü tarafından ilk etapta 100 000 m² alan üzerine sera yapılması planlanmaktadır. Yapımına 2000 yılı yazında başlanacak seralarda, en son teknoloji kullanılacaktır. Seralarda nem ve sıcaklık kontrolü bilgisayarlarla gerçekleştirilecek, tabandan ısıtma sistemi uygulanacak ve sulama borularla damla metoduyla yapılacaktır. Seralarda domates, salatalık, patlıcan, biberin yanı sıra çeşitli çiçek türlerinin de yetiştirilmesi düşünülmektedir. Isıtma için önemli bir masraf yapılmayacağından seralarda üretilen ürünlerin maliyetinin, Akdeniz Bölgesi'ndeki seralarda yetiştirilen ürünlere oranla daha az olacağı tahmin edilmektedir.

Kurutma İşleri: Diyadin'de jeotermal enerjinin bir diğer önemli uygulama alanını kurutma işleri oluşturur. Meyvelerin kurutulması ve konserve sterilizasyonu, deri kurutulması, mobilya ahşabı ve inşaat kerestelerinin kurutulması, selüloz ve kâğıt endüstrisinde ağartma işlemi; şeker, ilaç,



2000 yılında Ağrı Valiliğinin öncülüğünde Diyarbakir'de geniş kapsamlı seracılık projeleri geliştirilecektir.

pastörize süt ve bira endüstrisi gibi birçok uygulama imkânı vardır. Halen Diyarbakir'de AG-KAR sıvılaştırılmış karbondioksit ve kurubuz üretim tesisi ile presipite kalsiyum karbonat üretim tesisi yapım çalışmalarına başlanmıştır. Türk-Alman ve Türk-Amerikan işbirliği sayesinde Almanya tarafından finanse edilen bu yatırım projesi önümüzdeki yıllarda hizmete girecektir.

Sıvılaştırılmış karbondioksit ve kurubuzun, dünyada 200'ün üzerinde alanda kullanıldığı bilinmektedir. Bu kullanım alanlarından bazıları şunlardır: Gıda sanayiinde; seralarda bitki gelişimini hızlandırıcı olarak; gübre ve tekstil ve plastik sanayiinde; ilaç üretiminde, tıpta ve cerrahide.

Presipite kalsiyum karbonat üretim tesisinin yapımına ise 1999 Haziran ayı içerisinde başlanmış olup 2000 yılı içerisinde hizmete geçirileceği planlanmıştır. Burada üretilen maddelerin kullanım alanları ise şunlardır: Tıbbi kimya ve gıda sanayi; çiçek imalatı; efervesan tablet yapımı; kaliteli kâğıt yapımı; yağlı boya, matbaa mürekkebi üretimi; kozmetik, meşrubat sanayi; hayvan yemlerinin üretimi; kauçuk sanayi; PVC üretimi; elektrik kablolu üretimi ve şarap sanayi.

Jeotermal Enerji Kullanımının Yöreyle Olan Etkileri

Diyadin ilçe merkezinde jeotermal enerji kullanımına başlanmasıyla birlikte, olumlu yönde değişimler meydana gelmiştir. Öncelikle ısınma giderleri büyük oranda azalmıştır. Nitekim Diyarbakir'deki konutlar, kömür ve sıvı yakıtla ısıtılan konutlara oranla ortalama 8 kat daha ucuza ısıtılmaya başlanmıştır. Öte yandan sıcak su kul-

lanımı için de harcama yapmaya gerek kalmamıştır.

Jeotermal enerji kullanımının yöreye yapmış olduğu bir diğer olumlu katkıysa hava kirliliğinin önemli ölçüde azalmış olmasıdır. Geçmiş yıllarda konutların ısıtılmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar, havayı belirgin bir biçimde kirlletiyordu. Jeotermal enerji kullanımıyla birlikte evlerin içindeki kirlenme de büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Hava kirliliğinin azalması, toplum sağlığını da olumlu yönde etkilemiş ve insanlar kendilerini geçmiş yıllara oranla daha zinde hissetmeye başlamışlardır.

Diyadin kasabesindeki konutların jeotermal enerjiyle çok ucuza ısıtılması, ilçe merkezine olan göçleri hızlandırmıştır. Özellikle çevredeki kırsal yerleşimlerden göçlerin artması, ev fiyatlarının hızla yükselmesine neden olmuştur. Yurt dışında çalışan işçilerin de Diyarbakir'de ev almaya yönelmeleri, bu yükselmeyi daha da hızlandırmıştır. Diğer yandan, daha önce Diyarbakir'den büyük şehirlere göç etmiş bazı aileler de Diyarbakir'e geri dönmeye başlamıştır. Gerçekten de soğuk bir bölgede yer alan Diyarbakir'de evlerde devamlı sıcak suyun bulunması, ısınma harcamalarının düşük olması ve hava kirliliğinin azalması, kasabada yaşayan insanlara rahat bir yaşama ortamı sunmaktadır.

Jeotermal enerjinin seraların ısıtılmasında da başarı ile kullanılması yöre ekonomisini olumlu yönde etkileyecektir. Halen deneme üretimi yapılan seralardan başarılı sonuçların alınması, yöre halkını umutlandırmıştır; seracılığın gelecekte yöre için iyi bir gelir kaynağı olacağı anlaşılmıştır. Bu amaçla Ağrı Valiliği önümüzdeki yıllarda bu faaliyeti yöre genelinde yaygınlaştırmayı planlamaktadır. Diyarbakir Belediyesi de özel sera kurmak isteyen giri-

şimcilere, her türlü kolaylığı sağlamaktadır.

Diyadin'de yapılmakta olan AG-KAR 100 ton/gün kapasiteli CO₂ sıvılaştırma ve kurubuz tesisiyle presipite kalsiyum karbonat üretim tesisinin gerçekleşmesiyle yeni yeni sanayi alanları doğacaktır. Bu sayede hem Diyarbakir kasabası süratle büyüyecek ve kentleşme süreci hızlanacak, ve hem de halkın yeni iş kollarında istihdamı ile işsizlik azalıp, halkın gelir düzeyi yükselecektir.

Diyadin, Türkiye'de jeotermal enerji ile şehirlerin ısıtılabilmesinin mümkün olduğunu göstermesi açısından da tipik bir örnektir. Özellikle şehirlerde hava kirliliğinin önemli bir sorun oluşturduğu günümüzde, Diyarbakir örneğinin önemi daha da artmaktadır. Ülkemizin jeotermal enerjiye sahip olan yerlerinde bu kaynaklara yakın olan yerleşim yerlerinin ısıtılması çalışmaları devam etmektedir. Yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin kullanımının yaygınlaşması, ülkenin enerji gereksinimi açısından dışarıya olan bağımlılığının azaltılmasına katkıda bulunacaktır.

Hasbi Soyulu
Araştırma Görevlisi, Atatürk Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi

- Kaynaklar
Ağrı-Diyadin jeotermal Alanı jeolojik Etüt Raporu ve Jeotermal Potansiyeli, Doğan Jeotermal, Ankara.
Şenger, A.M.C. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, Department of Geological Sciences University of N.Y. at Albany, N. York 12222, USA, 1980.
Burçak, M., -Yıldırım, T., -Yücel, M. Ağrı-Diyadin Çermik Sahası Jeotermal-Jeofizik Etüt Raporu M.T.A. ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 1997.
Doğanay, H. Enerji Kaynakları (Ekonomik Coğrafya 2)Genişletilmiş 2.Baskı Şafak Yayınevi, Erzurum, 1998.
Facca, G. "Jeotermik Enerji Araştırmalar". M.T.A. Enst. Dergisi, Sayı:62,s.142-150, Ankara, 1964.
Göksu, E. Enerji Kaynakları I.İstanbul Teknik Üniv. Maden Fak. Yay. No:21, Maden Fak. Ofset Matbaası, İstanbul, 1986.
Günaltay, M. Ş. "Yakın Şark II." T.T.K., Ankara, 1987.
Hatunoğlu, Y.B., -Gül.A. Ağrı İli ve Havalisi Tarihi. Ağrı Valiliği Kültür Yayınları 1,Ağrı, 1999.
Sür, Ö. "Jeotermal Enerji." Ankara Üniv. D.T.C.F. Dergisi, Cilt: XXVIII. Sayı : 3-4, s.1-37, Ankara, 1997.
Şaroğlu, F., Yılmaz, Y. "Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ile ilgili Mağmatizması". Ketin Sempozyumu s. 149-162, Ankara, 1984.
Uysal, H. "İzlanda Jeotermik Enerji kaynakları ve Bundan Yararlanma Şekilleri" M.T.A. Enst. Dergisi. Sayı :76, s. 192-196, Ankara, 1971.

Çekirdek Nakli ve Embriyon Bölme

Kalıtsal hastalıklardan bazıları, örneğin mukoviskidoz ve orak hücreli kan-sızlık, belli genlerin eksikliğine bağlı. Bu gibi hastalara, eksik olan geni nakle-derek iyileştirebileceğiz. Fakat gen nak-liyle tedavi yeni yeni başlıyor. Gen nak-li araştırmalarında en büyük engeller-den biri, genetik olarak özdeş, yani DNA'ları birbirinin tıpkısı olan, deney hayvanlarının bulunamayışı. Bilindiği gibi her bireyin DNA'sı, parmak izi gibi, kendine özgü. Her bireyin bir "genetik kartvizit"i var. Bir bireyin bütün hücre-leri aynı genetik kartvizite (aynı DNA'ya) sahip. Genetik kartvizit, adli tıpta çok işe yararken (babalık saptan-ması, bir kıldan ya da çok az kandan, spermden vb suçlunun bulunması), de-neysel tıpta bir engel oluşturuyor. Bu-nun nedeni şu: Deney hayvanlarında yapılan her deney bir kontrol grubuyla, yani deney yapılmamış hayvanlarla kar-şılaştırılır ve bu karşılaştırmaya dayanı-larak istatistiksel analiz yapılır. Deneyle varılan sonuçların rastlantıya bağlı olup olmadığı, ancak bu istatistik analizle an-lanabilir. İşte bu noktada genetik kar-tvizit, bilimin işini zorlaştırmakta. Şöyle ki, her bireyin farklı DNA'sı olduğun-dan, kontrol grubunda genetik özdeşlik sağlanamamakta; bu ise deneyin doğru-luk derecesini azaltmakta. Son birkaç yıla kadar deneysel tıbbın elinde gene-tik olarak özdeş (DNA'ları aynı) iki grup canlı vardı: Tek yumurta ikizleri, üçüz-leri vb. ve binlerce nesil sonra genetik yapıları birbirine çok benzer bir hal al-mış fareler. Son yıllarda bunlara genleri özdeş makak maymunları eklendi; bun-lara kısaca GÖMM. diyeceğiz. GÖMM yaratılmasına yeni yeni başlanıyor. GÖMM. deneysel tıpta genetik özdeşlik sağlama sorununu çözecek. Böylece hem daha az sayıda deney hayvanına ge-rek olacak, hem de deney sonuçları da-ha doğru olacak.

Doğada GÖMM yok (ikizler vb ha-riç). Bu nedenle deneysel tıbbın kendi

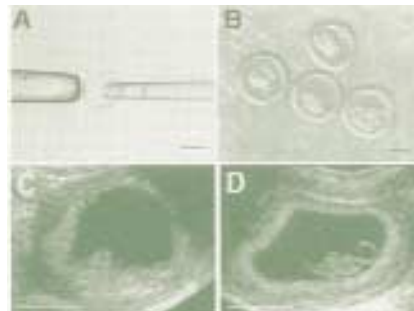


GÖMM'lerini yaratmak için araştırmala-ra başlamasına şaşmamak gerekir. GÖMM araştırmaları iki yönde geli-yor: Çekirdek nakli (nükleer transfer) ve embriyon bölme.

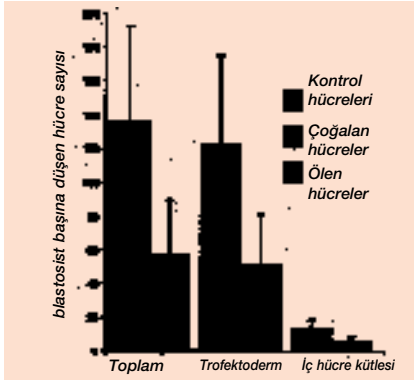
Embriyon bölmeyle GÖMM elde edilişi ilk kez A.W.S. Chan ve arkadaşla-rınca Science dergisinin 14 Ocak 2000 sayısında yayımlandı. Çekirdek nakliyse 1997'de başladığından, önce onu anlata-cağız. Nasıl bir insandan diğerine böb-rek, kemik iliği vb nakli yapılıyorsa, bir hücreden diğerine de çekirdek nakli ya-pılabiliyor.

İlk çekirdek nakli, 40 yıl önce kur-bağalarda yapılmıştı; fakat bunun arkası gelmedi. 1997'de ABD'de Oregon Sağ-lık Bilimleri Üniversitesi ve Oregon Maymun (Primat) Araştırma Merke-zinden Dr. Don Wolff yönetiminde Dr.

Richard Stouffer ve Dr John Ely, makak (rhesus) maymunlarında ilk çekirdek naklini gerçekleştirdi. Bunun için şöyle bir yöntem kullanıldı: Dişi maymunlara gonadotropin hormonu verilerek, ovü-lasyon (yumurtlama) uyarıldıktan sonra, bunların yumurtalıklarından ovum (yu-murta) alındı. Ovumun çekirdeği mikropipetlerle çıkarıldı, geriye ovumun zona pellucida denilen saydam zarı ve sitop-lazması kaldı. Bunu bir zeytinin çekir-değinin çıkartılması gibi düşünebilirsiniz. Bu çekirdeği çıkartılmış ovuma "çe-kirdek alıcı" diyelim. Şimdi bir de "çe-kirden verici" gerekecek. Çekirdek veri-ci olarak, bir başka dişi maymunun tüp-te döllenmiş ovumundan elde edilen embriyonun sıvı azotta dondurulmuş ya da taze hücreleri kullanıldı. Embriyo-nun erken dönem hücrelerine "blastomer" denir. [Embriyon, döllenmiş ovu-mun 2'ye, 4'e, 8'e ... bölünmesiyle, baş-lıca 3 evreden geçiyor: dut biçimi hücre yığını (morula), embriyon kesesi (blas-tosist) ve gastrula (bir kutbu eldiven parmağı gibi içeri çökmüş blastosist)] Tüp içinde döllenmiş ovumun oluştur-duğu 8 hücrelik embriyo alındı ve 8 blastomere ayrıldı. Her blastomer, çe-kirdeği çıkartılmış bir ovumun zona pel-lucidası, altına verildi. Sonra zayıf bir elektrik akımı verilerek kaynaşma sağ-landı. Böylece 8 blastomerle 8 çekirdek-siz ovumdan, 8 genetik olarak özdeş embriyon elde edildi. (Hatırlatalım ki bu 8 blastomerin hepsi aynı DNA'yı içe-rir). Genetik olarak özdeş embriyonlar sıvı azot içinde aylarca canlı olarak sak-lanabilir. Buzu çözülmüş embriyonlar 9 dişi maymunun döl yatağına, adet devri-nin uygun bir zamanında nakledildi. 9 maymundan 3'ünde gebelik oluştu; bir gebelik 30 gün sonra düşükle sonuçlan-dı. Diğer 2 gebelikten birer yavru may-mun doğdu; bu yavruların dişisine Neti ve erkekine Ditto adı verildi. Neti ve Ditto'nun DNA'sı tıpatıp aynı; yani bu iki yavru maymun genetik olarak özdeş.



Şekil 1- Embriyon bölme. A- İki blastomerin içi boş zona pellucida içine sokuluşu. B- Herbiri 2 blastomer taşıyan 4 embriyon, C- Plasentası normal, fetüsü gelişmemiş gebelik (ultrasonogra-fi), D- Tetra döl yatağı içinde (ultrasonografi)



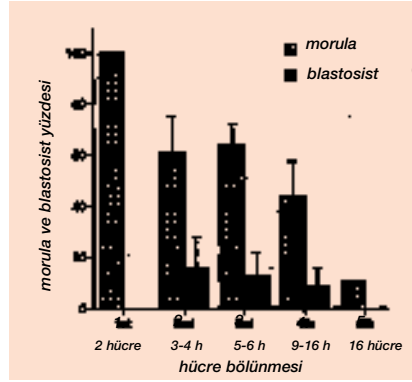
Şekil 3- Bölünmüş ebriyonda TE ve ICM sayısı kontrollere göre azalmıştır

Onları taşıyıcı anneleri emziriyor. Bu yavruların 20 yıl yaşayacakları tahmin ediliyor.

Oregon deneyleri tıpta yeni bir ufuk açtı. Bu deneylerin devamı gelecek. Amaç embriyonal kök hücreleri kullanarak (bunlar sonsuz bölünebilir), çok sayıda GÖMM elde etmek. Diğer hedefse, nakilden önce çekirdekte gen operasyonu yapmak; yani gen eklemek ya da gen çıkartmak; böylece transgenik (genleri değiştirilmiş) canlılar elde edilebilecek.

Çekirdek nakliyle 12'ye kadar GÖMM elde edilebilir; fakat deneyler için ikiz ya da üçüzlerin yeterli olduğu düşünülüyor.

Çekirdek nakli deneylerini, 1997'de İskoçya'da Ian Wilmut ve arkadaşlarıncı gerçekleştirilen klonlama deneyiyle karıştırmamak gerek. Dr. Wilmut, kuzu Dolly'yi klonlama yoluyla elde etmişti. Çekirdek nakliyle, klonlama arasındaki fark şu: Klonlamada, bir erişkinin vücudundan alınan bir hücrenin çekirdeği, bir başka erişkinden alınan çekirdeği çıkartılmış ovuma naklediliyor ve döllenmiş ovum, taşıyıcı annenin döl yatağına konularak yavru doğurtuluyor. Bu yavru, çekirdek verici annenin kopyası. Çekirdek nakli yönteminde, çekirdek verici bir erişkinin vücut hücresi değil, embriyon hücreleri (blastomer) kullanılıyor. Ayrıca çekirdek naklinde amaç bir canlıyı kopyalamak değil, genetik olarak özdeş ikizler, üçüzler vb. yaratmak. Bu genleri aynı ikizler, üçüzler vb. hastalık modelleri oluşturmada, yaşlılığı geciktirme, kanser, AIDS, depresyon ve alkolizm araştırmalarında, kalıtsal hastalıkların anlaşılması ve tedavisinde kullanılacak. Nesli tükenmekte olan hayvanlar bu yöntemle çoğaltılabilir. İnsan embriyon hücreleriyle deney yapmak etik açıdan yasak olduğundan maymun seçil-

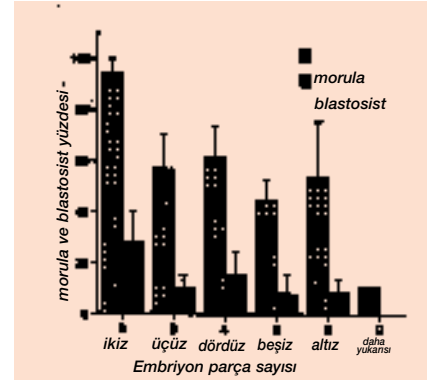


Şekil 4- 2, 4, 8, 16 hücreli embriyonlarda morula ve blastosist oranı

miştir. Ancak doğal olarak bu gibi deneylerin insanlarda da yapılması mümkün ve belki bir gün, insanlığın yararı için olmak şartıyla, insanda da çekirdek nakli kullanılabilir. Kuzu Dolly'nin doğumundan sonra sığır, fare ve keçilerde de klonlama yoluyla kopyalama başarıldı. Fakat klonlamanın can sıkıcı yönleri de var: Bir kere klonlamada fetüs ve yeni doğmuş ölümü çok sık. Sonra kopyalama yoluyla yaşlıların genç bir kopyasını oluşturma umudu söndü. 6 yaşında bir anneden kopyalanan kuzu Dolly 1 yaşında değil, 6+1= 7 yaşında. Dolly'nin yaşlı doğduğu, hücre çekirdeklerindeki telomerlerin kısalması olmasından anlaşıldı (kromozom uçlarındaki telomerler, yaş ilerledikçe kısalır).

Gerek klonlamada, gerekse çekirdek naklinde çekirdek, bir bireyden, sitoplazma ise başka bir bireyden geliyor, bu birleşme sonucu oluşan hücrenin çekirdeğindeki DNA ile sitoplazma mitokondrilerindeki DNA farklı bireylere ait. Bu iki yöntem ancak çekirdek DNA'sı bakımından özdeşlik sağlayabiliyor. Bu nedenle deneysel tıp hem çekirdek, hem de mitokondri DNA'sı bakımından özdeş bireyler yaratma gereği duydu. Bu da embriyon bölmeyle sağlandı.

Embriyon bölme de, ABD'de Oregon Bölgesel Maymun Araştırma Merkezi'nde başarıldı. Embriyon bölme şöyle yapıldı: Tüp içinde döllenmiş bir makak maymunu ovumu, 8 blastomerlik embriyon evresine kadar büyütüldü. Sonra mekanik yolla 8 blastomere bölündü. İçi boşaltılmış dört zona pellucida'nın (ovumun saydam zarı) herbiri içine 2 blastomer sokularak (şekil 1A), dördüz bir embriyon (şekil 1B) elde edildi. İki taşıyıcı anne maymunun herbirinin döl yatağına dördüz embriyon nakledildi. Her iki maymunda gebelik başladı. Bir gebelikte (şekil 1C) yalnız plasenta



Şekil 5- İkizlerden altızlara morula ve blastosist oranı

oluşturdu; fetüs gelişmedi. Diğer gebelikten Tetra adı verilen yavru doğdu (şekil 1D ve şekil 2). PCR yöntemiyle, gelişmeyen fetüsle Tetra'nın genetik olarak özdeş olduğu gösterildi.

Bu deneyde 107 makak maymunu embriyonundan 368 embriyon parçası oluşturuldu; 13 embriyon nakli sonucu 4 gebelik oluştu (gebelik oranı %31, tüp bebekteyse %53). 4 gebeliğin ikisi düşükle sonlandı; birinde yalnız plasenta büyüdü; birinden de Tetra doğdu.

Düşüklerin nedeni zona pellucida patlaması, mikro yöntemlerle hücrelerin rahatsız edilmesi ve küçük embriyondur. Embriyon hücreleri iki yönde gelişir: trofektoderm (TE) ve iç hücre kitlesi (ICM). Konfokal mikroskop ve 3 boyutlu incelemeyle blastosistde ortalama 6 ICM ve 51 TE bulundu (tüp bebekte bu sayılar 13 ve 122'dir). ICM ve TE sayısının azlığı ve apoptoz (programlı hücre ölümü) düşüğe yol açar (şekil 3). Apoptoz parçalanmış embriyonda ve özellikle ICM'de daha sık görülür. Deneyde kullanılan embriyonların morula ve blastosist oluşturmaları, 2 hücreli evreden 16 hücreli evreye kadar giderek azalır (şekil 4). Blastosist oluşması da ikizlerden altızlara doğru giderek azalır ve yedizlerde ve sonrasında sıfır olur (şekil 5). İkizlerde morula oluşturma oranı % 94 ve blastosist oluşturma oranı % 28'dir.

Embriyon bölme yöntemiyle, çekirdek ve sitoplazma DNA'sı bakımından özdeş ikizler, üçüzler vb. oluşturma yolu açılmış bulunuyor.

Selçuk Alsan

Kaynaklar:
Biol. Reprod. 57: 454-9, 1997
Science, 14 Ocak 2000
<http://www.cnn.com/TECH/9703/02/monkey.monkey>
http://augustachronicle.com/stories/011998/tec_124-6881_Shtml
http://www.accessscience.org/WN/SUA09_monkey397.html
<http://www.ohsu.edu/orpre/current/eti.htm>
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/Query?Nb=m_d
http://www.house.gov/science/smith_3-5.html

Bilişsellik ve Beyin

Öğrenme, bellek, dikkat, algı gibi bilişsel süreçlerin, beyinde hangi yapıların etkinlikleriyle örtüştüğü, yüzyılımızın en ilginç araştırma alanlarından biri. Bizler için beyin artık bir “kara kutu” olmaktan çok uzak. Bilişsel süreçlerin beyindeki “yerleri”, bu işlevlerin nasıl “gösterildiği” ve buralardaki sinir hücrelerinin nasıl çalıştığı konularında pek çok şey biliniyor. Bilinç ve beyin işlevi arasındaki ilişkiyse hâlâ gizemini koruyor. Kimi uzmanlar, bu alanda kullanılan teknolojik araçlar geliştirildiği takdirde, bilinç ve karar verme gibi üst düzey işlevlerin de beyindeki hangi yapıların hangi etkinliklerine bağlı olduğunu anlaşılabileceği kanısındalar.

Beynimiz, bilinç, zihin, akıl gibi bizi biz yapan her şeye ev sahipliği yapar. Beynin bu özellikleriyle birlikte zihinsel işlevlerin ve bilincin biyolojik temellerinin araştırılması, yüzyıllardır insanların ilgisini çeken bir konu olmuştur. Bilişsellik ve duyguların beyindeki büyük nöron sistemlerinin elektriksel etkinliklerinden doğduğunu biliyoruz. Bu oluşların bilimsel olarak incelenmesi, disiplinlerarası çalışma yöntemlerini gerektiriyor. Beyin bilimi olarak tanımlanan bu araştırma alanında, nörofizyoloji, bilişsel psikoloji ve bilgisayar teorisi gibi, birbirinden çok farklı alanlardan araştırmacılar bir araya gelerek, zihnimizin ve onun bilişsel süreçlerinin biyolojik temellerini araştırıyorlar.

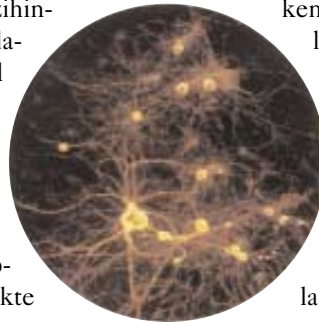
Geçtiğimiz on-yirmi yılda, algı, öğrenme, bellek, dikkat, karar verme, dil gibi bilişsel fonksiyonların nörolojik temelleriyle ilgili pek çok yeni bulgu

ortaya çıktı. Buna, duyguların ve güdülenmenin bilişsellik üzerindeki etkisinin anlaşılmasına başlanmasını da ekleyebiliriz. Örneğin, beyindeki belli bölgelerdeki nöronların etkinliklerinin, belli iç ya da dış uyaranlara göre düzenlendiğini biliyoruz. Günümüzde araştırmacılar, bazı durumlarda belli bir beyin yapısındaki nöronların etkinliğini elektrik ya da farmakolojik tekniklerle yapay olarak yönlendirip, davranışta beklenen bazı değişiklikleri yaratabiliyorlar. Ancak, birkaç ayrıcalıklı durumun dışında, zihindeki bu olaylar konusundaki bilgilerimiz yüzeysel kalıyor.

Bilim adamları, sinir sisteminin herhangi bir noktasındaki nöronların etkinliğinin nöron sistemleri arasındaki sinaptik etkileşimlerle gerçekte

nasıl üretildiğini anlama konusunda güçlüklerle karşılaşılıyorlar. Nature dergisinin 2 Aralık 1999 tarihli özel sayısında Nichols ve Newsome, bu konularda sahip olunan bilgiyi, geceleyin bir uçağın penceresinden aşağıya bakmaya benzetiyor: "Yeryüzüne dağılmış olarak kentlerden ve kasabalardan yayılan ışık demetlerini görüyoruz. Bu şehirlerin birbirine karayolları, demiryolları ve telefon şebekeleriyle bağlı olduğunu biliyoruz. Ancak, toplumu tanımlayan öğeler olan, kentlerin kendi içindeki ve birbirleriyle aralarındaki toplumsal, politik ve ekonomik ilişkiler hakkında çok az bilgiye sahibiz".

Peki, hangi bilişsel olayların beyindeki karşılıkları açıklanmaya çalışılıyor? Bu açıklamaların aldığı biçim ne, hangi

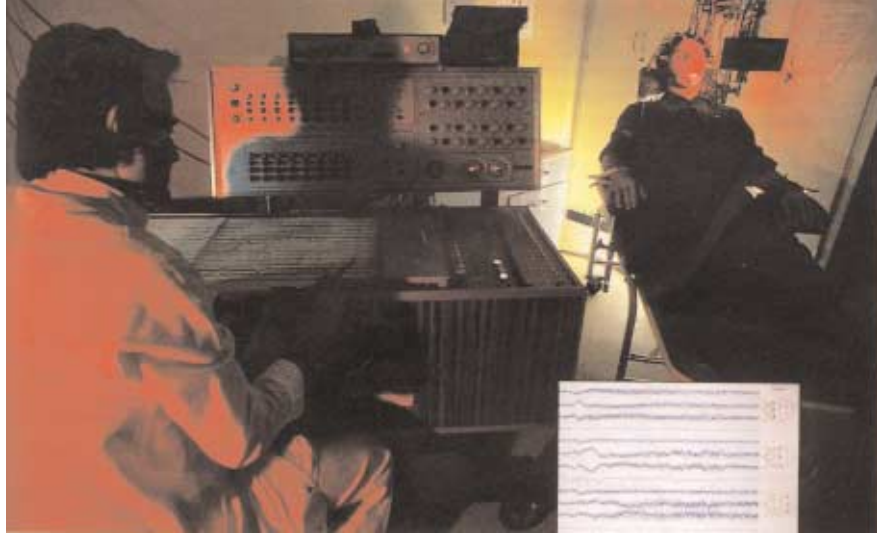


yöntemler kullanılarak bu açıklamalara varılıyor? Öncelikle, bu alanda çalışan uzmanların, hangi zihinsel olayların beyindeki temellerini bulmaya çalıştıklarına bir göz atalım. Aşağıdaki, görselliğe dayanan bilişsellik örneği, beyin konusunda çalışan bilim adamlarının anlamaya çalıştığı zihinsel olaylardan biri. Bir kızın bir piknik sepetinin önünde durduğunu hayal edelim. Sepetin içindeki elmaların arasından en büyük ve en parlak elmayı seçmek istiyor. Elmalara bakıyor, bir tanesini seçiyor ve uzanıp elmayı alıyor. Bize çok basit gelse de, aslında bu basit tanımlama, beynin bir sahneyi algılayarak, hareketin nasıl gerçekleşeceğine karar verirken ve daha sonra da onu gerçekleştirirken içine düştüğü karmaşık durumları da anlatıyor.

Verilerin Yapılandırılması

Öncelikle beynimiz, görsel çevremizdeki nesneleri doğrudan üç boyutlu olarak "görmez"; elma sepeti sahnesini, iki gözümüzün retina tabakalarına düşen iki boyutlu, karmaşık görüntülerle yeniden yapılandırmak zorundadır: Elmaların boylarının ve renklerinin belirlenebilmesi ve istenilen elmaya elin uzatılabilmesi için derinlik algısının gerçekleşmesi gerekir. Beyin de, retinaya düşen görüntülerdeki ipuçlarını kullanarak üçüncü boyutu yeniden kurar. (Örneğin, bu ipuçlarından biri, iki gözümüzün arasındaki mesafenin hesaba katılması ve iki retinaya düşen görüntülerin birbirinden biraz farklı olmasıdır.)

İkinci olarak, en büyük elmayı seçebilmek için kızın, elmaların büyüklüklerini tam olarak bilmesi gerekir. Retinaya düşen görüntülerinin büyüklükleri, elmaların her birinin kıza olan uzaklığına göre değişir. Görsel sistem, uzaklığı hesaba katar ve farklı uzaklıktaki nesnelerin gerçek büyüklüklerini otomatik olarak hesaplar. Üçüncü olarak, elmaların retinadaki görüntüsü, aslında bir çizgiler karmaşasıdır: Arka plan öğeleri, renk sınırları, gölgeler, yansımalar, elmaların üzerindeki kirler, vb. Elmaların sınırlarını belirleyebilmek için beynin tüm bunları da bir düzene sokması gerekir. Kızın görsel sistemi bu sahnenin bir benzerini



oluşturduktan sonra, daha üst düzey bir karar mekanizması bu bilgileri değerlendirerek tek bir elmayı seçmek zorundadır. Bunun için bilişsel sistem, elmaları sınıflandırır (ekşi elma, kırmızı elma, vb.) ve bunları, onlara karşılık gelen duygusal anlamlarla eşler. Bunun gerçekleşmesi için, elmaların renkleri, boyları ve biçimleri arasındaki farklılıklara dikkat etmek gerekir. Yani, kızın kararı, o anda edinilen "duyusal" veriler, görsel bellekten çağrılan, daha önceden öğrenilmiş elma sınıfları, ve deneyimlere bağlı olarak yapılmış sevilen-sevilmeyen sınıflandırmalarının birleşiminden oluşur. Buna ek olarak, alınacak kararla ilgisi olmayan başka öğeler ise gözardı edilmelidir. Son



Elma sepeti sahnesi. Sepete uzanıp parlak, kırmızı renkte bir elma seçebilmek için, görsel sistemden gelen verilerin yapılandırılması, öğrenilmiş elma kategorilerine başvurulması gibi bir dizi karmaşık hesaplama yapılır.

olarak da, beyin bu sahneyi bir kez yeniden yapılandırdıktan ve bir karara vardıldıktan sonra, elmaya ulaşmak için, istemli hareket sistemleri, uygun olan davranışı planlayıp gerçekleştirmesini sağlar; kız elini elmaya uzatarak onu alır.

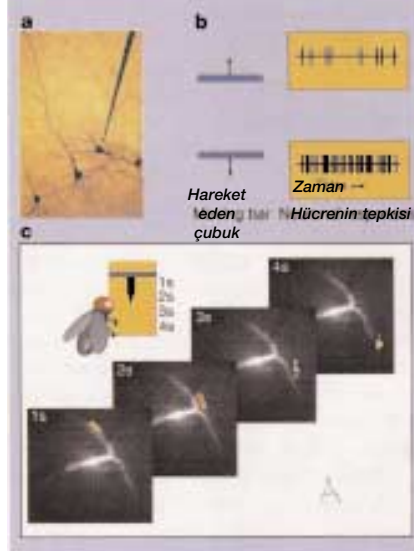
Bu küçük olayda bile beynimiz, istenilen sonuca ulaşabilmek için görsel sistemden gelen verileri, görsel bellekte bulunan, önceden öğrenilmiş elma kategorileri ve deneyimlerle kazanılmış "sevilenler-sevilmeyenler" bilgilerini bir araya getiriyor. Böyle karmaşık "hesaplamalar" yaparak hangi elmaya uzanılacağını belirliyor. İşte bilim adamları, bu türden bilişsel işlevlerin altında yatan beyindeki mekanizmaları anlamaya çalışıyorlar. Herhangi bir bilişsel işlevin beyindeki temellerinin anlaşılması, davranış gözlemleriyle, algı ve bilişsel psikoloji alanlarında çalışan psikologların bunlarla ilgili olarak geliştirdiği varsayımlarla başlar. Bu kavramsal çerçeveye uygun olarak nörofizyologlar, beynin çeşitli düzeylerde rolü üzerine çalışmaya başlarlar. Bu düzeylerin üç önemli aşaması vardır: İşlevin beyindeki yerinin belirlenmesi, işlevin nasıl ifade edildiğinin belirlenmesi ve bir mikrodavre olarak düşünülen sinir hücrelerinin nasıl çalıştığının belirlenmesi.

İşlevlerin "Yerleri"

Genelden özele doğru gidecek olursak, ilk sırada bu işlevlerin beyindeki "yerleri"nin belirlenmesi bulunur. Sözgelimi, görsel uyarıcılara tepki verilmesi sırasında (örneğin bir resme

bakarken) beyindeki hangi yapılar etkin duruma geliyor, dikkatimizi resmin türlü bölgelerine yönelttiğimizde özellikle nereler etken oluyor? Beyin araştırmalarında hangi işlevlerin beyin hangi bölgelerince yönetildiği, üzerinde en çok durulan araştırma konularındandır. Bunu, beyin haritasının çıkarılması olarak da düşünebiliriz. Bu çalışmalar, günümüzden 150 yıl kadar önce, Paul Broca ve Carl Wernicke'nin, beyin hasarına bağlı olarak konuşma güçlüğü çeken hastalarla çalışırken, beyin farklı bölgelerinin, konuşulan dilin farklı yönleriyle ilgili olduğunu bulmalarıyla başladı.

20. yüzyılın başlarında sinirbilimcilerin (nörologların), beyin belli bölgeleri hasar gördüğü zaman ortaya çıkan zihinsel bozuklukları tanımlamaya başlamasıyla bu yöntem önem kazandı. Günümüzde "yer" belirleme çalışmalarında en çok kullanılan yöntemlerse, PET (Positron Emission Tomography) ve fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) taramalarıyla yapılan ölçümler. Bu yöntemlerin her ikisinde de, kişi türlü bilişsel etkinliklerle uğraşırken, (sözgeliimi kitap okurken), beyin farklı bölgelerindeki kan basıncında oluşan değişimler ölçülüyor. Kan basıncının değişmesi, beyinde, söz konusu işlevle ilgili olan bölgedeki sinir hücrelerinin etkinliğinin artmasına bağlı olarak, metabolizmada oluşan değişimlere işaret ettiği düşünülüyor. Araştırmacılar, PET ve fMRI taramalarını kullanarak, insan beyinin küçük bir bölgesindeki (birkaç milimetre) sinir hücrelerinin birkaç saniyelik etkinliklerini görebiliyorlar. PET ve fMRI ile yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, beyin hasarlı hastalardan elde edilen verilerden çok daha fazla bilgi taşıyor. Bu yöntemlerdeki son gelişmeler sayesinde, beyinde hangi bölgelerin hangi zihinsel işlevlerimize karşılık geldiği konusunda geniş bir bilgi tabanımız var. Ancak, sorun şu ki, beyindeki her bir bölgenin ya da yapının hangi zihinsel/ bilişsel işlevlere karşılık geldiğini tek tek bulursak beynimizin nasıl çalıştığını anlamış olacak mıyız? Çünkü, bu veriler, bu yapılarda kodlanan sinyallerin doğası, yapılan hesaplamalar ve farklı yapılar arasındaki etkileşimler konusunda çok az görüş kazandırıyor.



İşlevlerin “Gösterilmesi”

Beynimizin bilgileri nasıl işlediği ve "gösterdiği", buradaki belli yapılar da minyatür elektrotlarla yapılan ölçümlerle elde edilebiliyor. Bu teknikler sayesinde araştırmacılar, bir tek sinir hücrelerinin, ya da etkinlikleri birbirlerininle ilişkili olan sinir hücrelerinden oluşan kümelerin elektriksel etkinliklerini doğrudan ölçebiliyorlar. Bu ölçümler sonucu, tek bir sinir hücrelerinin ya da sinir hücreleri kümelerinin etkinlikleri kaydedilerek, bu etkinliklerin, sözgeliimi, kırmızı rengin algılanmasıyla mı yoksa yay biçimli çizgilerin algılanmasıyla mı ilgili olduğunu bulabiliyorlar. (Örneğin, böyle bir kümede kimi hücreler aşağı doğru hareket eden görsel uyarıcılara karşı "seçici"yken, kimileri de başka yönlerde doğru hareket edenlere ya da belli renklere karşı seçici olabiliyor.) Sinir hücrelerinin bu seçicilikleri, görsel çevrede, belli özelliklerin, belli nesnelerin varlığına ya da yokluğuna işaret ediyor.

Bu bulgular, araştırmacılara herhangi bir bilişsel fonksiyonun altında yatan beyin sistemlerinin incelenmesi için anahtar görevi görüyor. Örneğin, denek kendisine verilen işi yaparken, belli bir bölgede birbirinin ardı sıra alınan ölçümler, tek bir sinir hücrelerinin taşıdığı bilginin geçirdiği değişimlerin anlaşılmasına yardımcı. Bu tür ölçümleri temel alarak araştırmacılar, bu değişimlerin nasıl gerçekleştiği konusunda sayısal modeller geliştirebiliyorlar. Bunun yanı sıra, beyindeki herhangi bir

a: Maymun beyindeki görsellik ile ilgili nöronlar. Resimde, hücre dışındaki olayları gözlemek için kullanılan mikroelektrot da görülüyor.
b: Aşağı doğru harekete karşı seçici olan bir sinir hücresinin aşağı- yukarı doğru hareket eden bir çubuğa (mavi çubuk) verdiği farklı tepkiler görülüyor. Çubuk aşağı doğru hareket ettiğinde hücre daha çabuk deşarj oluyor.
c: Bir sineğin görsel bölgesinde aşağı doğru harekete karşı seçici bir hücre, böyle hareket eden bir çubuğa tepki veriyor. Bu dört görüntü, çubuk kayarken hücrenin farklı bölgelerindeki elektriksel değişimleri gösteriyor. Hücre, öteki sinir hücrelerinden gelen elektrik akımının yol açtığı kalsiyum akışına tepki olarak parlayan kalsiyum yeşiliyle doldurulmuştur.

yapıdaki farklı sinir hücreleri kümelerini elektriksel ya da farmakolojik yöntemlerle etkinleştirerek, ya da etkinliğini engelleyerek, buraların işlevleri konusundaki varsayımlarını sınayabiliyorlar. Bu düzeydeki araştırmalar, belli sinir hücreleri türlerinin etkinlikleriyle belli zihinsel süreçler arasında neden-sonuç ilişkilerinin kurulmasına yardımcı.

Beyindeki Mikrodevreler

Ancak, bu yolla, hücreler arasındaki sinyallerin nasıl oluşturulduğunu, nasıl kodlandığını, ve tek bir sinir hücreleri ya da hücreler topluluğunca nasıl taşındığını açıklamak olanaksız. Örneğin, beynimizin korteks tabakasındaki sinir hücreleri, 3-10 bin başka sinir hücrelerinden sinyal alırlar. Deney ortamındaysa, nörofizyologlar, elektrotlarla yalnızca birkaç sinir hücrelerinin davranışını taklit edebilmektedirler. Bu kadar kısıtlı bir veri setiyle, bir sinir hücrelerinin aldığı binlerce verinin, nasıl "çıktı"ya dönüştürülerek öteki sinir hücrelerine iletilindiğini belirlemek güçtür. Beyin araştırmalarında kullanılan üçüncü bir araştırma düzeyiye, daha özele inerek, hücrelerin mikrodevrelerini ve tek bir sinir hücrelerinin etkinliklerini düzenleyen dinamik etkileşimlerin incelenmesine yönelik. Bu araştırmalarda, hücreler arasındaki etkileşimlerin gözlenmesine yarayan gelişmiş görüntüleme yöntemleri kullanılıyor. Böylelikle, sinir hücrelerinin başka sinir hücrelerinden gelen sinyal-

leri nasıl dönüştürdüğünü ve öteki hücrelere nasıl ilettiğini anlayabiliyoruz. Bunların yanı sıra araştırmacılar, sinir hücresi akımlarının zihinsel olaylarda nasıl rol oynadığını gözlemenin yanı sıra, bu moleküllerin üretiminden ve dağıtımından sorumlu genleri de tanımlayabiliyorlar.

Birçok araştırmacıya göre, kullanılan teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin, memelilerdeki karar verme mekanizması gibi üst düzeyde bir bilişsel işlevin altında yatan mikrodevrelerin anlaşılması çok uzak bir umut. Gerçekten de, örneğin, fMRI taramasıyla elde edilen verilerin zamansal çözünürlüğü gibi sorunlar var: Bu görüntüler, saniyelerle ölçülen kanın akış dinamiklerini gösterir. Fakat beyindeki işlemlerin tümü millisaniyeler içerisinde gerçekleşmektedir.

Yine de uzmanlar, ne olursa olsun, bu süreçlerin anlaşılması konusundaki çabaların, önümüzdeki yüzyılda toplum yapısına önemli etkilerinin olacağını düşünüyorlar. Bu yeni bulgular, özellikle nörolojik bozukluklar ve şizofreni gibi bazı psikolojik rahatsızlıkların sağaltımında etkili olabilir. Öğrenme, iletişim ve akıllı makinelerin tasarımıysa bu bilgilerin kullanılacağı başka alanlar. İnsan zihninin ve insan davranışlarının beyindeki biyolojik temellerinin bilimsel olarak anlaşılması, hem kendimizi, hem de içinde yaşadığımız toplumu anlayışımızı da etkileyecektir.

“Bilinç”

Araştırmacıların ilgi odağı olan başka zihinsel olaylarsa bilinç ve karar verme mekanizmaları. Bilinçli, yani yaptığımız şeyin farkında olmakla beyin işlevleriyle arasındaki ilişki, doğanın en büyük gizemlerinden biri olarak kabul edilegelmiştir. Bilim adamlarının mikroeletrotlar, mikroskoplar ve manyetik rezonans makineleriyle inceledikleri 1,5 kilogram ağırlığında bir doku, nasıl oluyor da bilinçimize ev sahipliği yapıyor? Ayrıca, "bilinç" derken bununla neyi kastediyoruz?

Klasik bir düşünce deneyi, bu konuya bir bakış açısı getiriyor: Gelecek-

te bir zaman, beyin biliminin, sinir sistemimizin ışığa nasıl tepki verdiğinden, görsellik ile ilgili davranışların nasıl ortaya konduğuna kadar, renk algısının altında yatan tüm biyolojik mekanizmaların bilim adamlarınca artık biliniyor olduğunu düşünelim. Bu dönemde yaşayan, renk körü bir beyin bilimcisi var. Bu kişi, normal bir insanın renkleri birbirinden nasıl ayırt ettiğini ve renkleri nasıl tanıdığı konusunda her şeyi biliyor. Şimdi de, bilim adamının renk körlüğünün mucizevi bir biçimde geçtiğini düşünelim. Sorumuz şu: Adam, yeşil rengi ilk kez gördü-



ğünde renk algısı konusunda yeni bir şey öğrenecek midir? Çoğumuz bu soruya "evet" yanıtını veririz. Adamın öğrendiği şey, yeşil rengin nasıl bir şey olduğunu bilinçli olarak denemiş olmasıdır.

Bilinç, zihinsel yaşantımızın öznel, birinci tekil kişi deneyimleridir. Peki, nasıl oluyor da, beynimizin etkinliklerinden "bilinç" adını verdiğimiz durum ortaya çıkıyor? Aslında bu, insanların çok uzun bir zamandır kafasını kurcalayan eski bir soru. Peki, bilinç üzerine bilimsel çalışma yapılabilir mi? 1990'lı yıllarda, beyin ve zihin konusunda psikolojinin ve beyin biliminde o zamana

kadar edinilen bilgilerin toplamından çok daha fazla şey öğrenilmiş. Bu durum gözönüne alındığında, kimilerine göre, doğru bir kuram ve yeterli teknoloji sağlanırsa, bilinçlilik durumunun nörofizyolojik temellerinin anlaşılmasının önünde hiçbir engel kalmayacak. Fakat, bu konudaki ilk sorun, herkesin kişisel deneyimlerinin yalnızca kendisince gözlenebilir olması. Aynı bedene ve aynı beyne sahip iki birey olduğunu varsayalım. Bu iki kişi, bedenleri ya da beyin konusunda birbirleriyle aynı gözlemleri yapıyor olabilirler. Ancak, üçüncü bir kişinin bu kişilerin zihinlerini gözlemesi olanaksızdır. Bedenimiz ve beynimiz başkalarının gözlenebilir; ancak, zihnimiz özel ve öznel bir durumdur.

Beyin araştırmalarında kullanılan yöntemlerin, gelişmiş beyin taramaları ve sinir hücrelerinin etkinlik desenlerinin ölçülmesine dayandığından söz ettik. Kimilerine göre, beyin işleyişinin ayrıntılı bir biçimde analiz edilmesi, zihnin karar verme, bilinçli olma durumunun, "ben" duygusu gibi durumların biyolojik açıklamasının değil, yalnızca beyin işleyişinin ayrıntılarını ortaya çıkarmaya yarıyor. Çünkü, algı başta olmak üzere birçok bilişsel işlevde ortaya çıkan ürün, çoğu zaman beyin, birbiri devamlı olmayan bölgeleri arasındaki etkileşimlerden ortaya çıkıyor ve ortaya çıkan bu sonuç, parçaların toplamından daha farklı oluyor. Buna karşın nörofizyologlar, nörobiyolojik olayların açıklamalarının henüz tam olmadığını hatırlatıyorlar. Gerçekten de bugün, sinir hücrelerinin işlevleriyle ilgili sayısız ayrıntı, ve moleküller düzeyde gerçekleşen elektrik akımları konusunda keşfedilmeyi bekleyen pek çok bilinmeyen bulunuyor. Onlara göre, zihinsel işlevlerle beyindeki biyolojik olaylar arasındaki bu uçurum, zihnin, üzerinde çok tartışılmış ve tartışılan bir konusu olmasına karşın, beyin biliminin sinirsel olayların açıklamalarını henüz tanımlayamamış olmasından kaynaklanıyor. Bu düşünceye göre, zihin ne kadar kişisel ve de öznel olursa olsun, o da biyolojik bir temele sahip olduğu için, eninde sonunda nörobiyoloji aradaki bu açığı kapatacaktır.

Karar Verme

Zihinsel işlevlerin biyolojik temelleri konusundaki araştırmalarda bilim adamlarının ilgilendiği bir başka konuya beynin, bilişsel sistemimizin karar verme işlevindeki görevleri. Maymunların denek olarak kullanıldığı araştırmalarda bilim adamları, karar vermeye ilgili olduğu bilinen bölgelerde kaydedilen sinirsel etkinliklere bakarak, maymunun basit bir nesneleri birbirinden ayırt etme işinde hayvanın vereceği kararı, o bunu davranışıyla ifade etmeden birkaç saniye önce tahmin edebiliyorlar. Peki, zihinsel yaşantılarımızın en gelişmiş yanları, bir elma seçmek için verilen karardan tutun, eş seçimine kadar, bilinçli deneyimlerimiz, sinir sistemimizdeki elektriksel etkinlikleri oluşturan moleküler ve hücresel etkinliklerden oluşuyorsa, kişisel özgürlük duygumuza ne olacak?

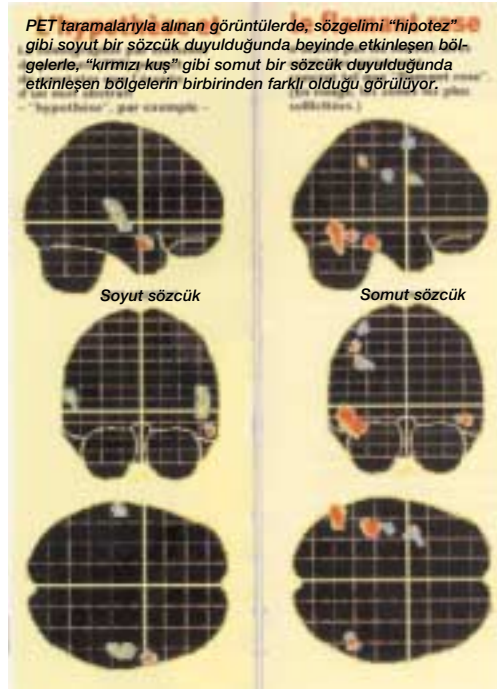
Günümüzden 300 yıl önce yaşamış olan Alman filozof G. Wilhelm Leibnitz, akılcı düşüncelerin tümünün birer formülle gösterilebileceğini düşünüyordu. Buna göre, insan düşüncesinin, en küçük birimlerinden bir "abece" oluşturulduktan sonra, matematikçiler bu karakterleri uslamla hesaba vurarak tüm bilimsel ve ahlaki sorunları çözebileceklerdi. Ona göre, bir kaç seçilmiş kişi, bütün bunları beş yıl içinde çözebilirdi. Bunlar bize gülünç gelebilir. Ancak pek çok kişiye göre, akılcı düşünce nesneldir ve matematiksel olarak analiz edilmeye de açıktır.

Akıl Nesnel midir?

Zamanımızda birçok araştırmacı da, aklın nesnel bir olgu olduğunu ve matematiksel olarak analiz edilebileceğini düşünüyor. Bu düşünceye göre, eğer yeterince düşünüp karar vermeyi engelleyen ya da sınırlayan etkenler olmasa, her zaman alınabilecek en iyi kararları alırdık. Ancak, ortada olan şu ki, bizler gündelik yaşantımızda tüm seçenekleri tek tek değerlendiren, en iyi fırsatı yakalamak için bekleyen "ideal" karar alıcılar olmaktan hayli uzağız. Max Planck Enstitüsü'nden Gerd Gigerenzer ve arkadaşları, evrimin bizleri hızlı karar verme

araçları olarak bir dizi zihinsel kestirme yollarla donatmış olduğu tezi üzerine çalışıyorlar. Uzun matematiksel işlemler yapabildiğimiz, kimi insanların bellek konusunda şaşırtıcı biçimde iyi oldukları doğru. Ancak, onlara göre, gündelik durumlarda, evrimin bizlere sağlamış olduğu "adaptif alet çantamız"da bulunan kestirme yolları kullanıyoruz. Gigerenzer ve arkadaşları, hem bu kestirmelerin bazılarının neler olduğunu bulmuşlar, hem de bunları sınımışlar.

Peki, bizler için en doğru kararı en doğru karar yapan şey nedir? Bilim adamlarına göre, gerçek yaşamda iyi bir karar çoğu zaman "en iyi" seçeneği bulmak değil, en iyi "işleyen" seçeneği



bulmayı gerektiriyor. Bedenlerimiz gibi zihnimiz de evrimle şekillendirildiği için, zihinsel "araçları" yaşamlarını sürdürmek ve üremek için çevresine uyum sağlamış olan atalarımızdan miras aldığımız düşünme yollarımız var. Herhangi bir karar verilmesi gerektiğinde tüm seçeneklerin hakkını vermek için durup inceden inceye düşünen bir ata, ya yemeğini ya da olası bir eşi, ve hatta yaşamını kaybedebileceği için, zihinsel süreçlerimiz hızlı ve sadedir. Bu sayede çok az bilgiyle ve basit kuralara baş vurarak hızlı karar verebiliriz. Bu araçların her biri belirli durumlarda belli tür bir ikilemi çözmek için tasarlanmıştır, yani sorun odaklıdır.

Bu araçların en hızlı ve en sade olanı, "önceden tanışık olma" aracı olsa gerek. Örneğin, yemeklerinin güzelliğiyle ünlü bir restorana gittiniz. Menüde, şefin spesiyali olduğu belirtilen "yeşil yumurta" ve hamburger var. Siparişinizi nasıl verirdiniz? Yapılan araştırmada pek çok kişinin hamburgeri seçtiği görülmüş. Tek ipucu olarak "tanışık olmayı" kullanıp yeşil yumurtaların gerçekten yenilebilir olup olmadığını denemeden ihtiyacınız olan kaloriyi hamburger yiyerek almak, en iyisi olmasa da, en iyi işleyen karardır.

Bu araçların başka bir türü de "tek bir neden" adını taşıyor. Uzmanlara göre doğada kuşların yavrularını besleme biçimleri, yiyeceğin kıt olduğu bölgelerle, rahatlıkla bulunduğu bölgelere göre değişkenlik gösteriyor. Yiyeceğin kıt olduğu yerlerde kuşların, soylarının devam etmesini garanti altına almak için yuvadaki en iri yavruyu besledikleri gözlenmiş. Yiyeceğin bol bulunduğu yerlerdeyse, en aç olan yavruyu beslemek ya da yavruları rastgele beslemenin daha başarılı bir yöntem olduğu gözlenmiş. İnsanlarda da, örneğin toprak paylaşımı konusunda buna benzer bir yaklaşıma rastlanıyor: Kaynakların sınırlı olduğu kültürlerde, genellikle toprak, ailenin en büyük oğluna kalıyor. Kaynakların bol olduğu durumlardaysa, toprağın çocuklar arasında paylaştırıldığı görülmüş.

Zaten, nörofizyologlar da, psikologlar ve ekonomistler tarafından uzun süredir bilinen bir gerçeğin artık farkındalar: Var olan duyuşal bilgilerin yanı sıra, deneyimlerimiz ve beklentilerimiz de aldığımız kararlarda önemli rol oynuyor. Eğer bu alet çantasını açacak olursanız, akıl denen şeyin ne kadar duygu yüklü, esnek ve tutarsız olduğunu görürsünüz, diyor, New Scientist'in 4 Eylül 1999 tarihli yazısında Kate Douglas .

Aslı Zülâl

Konu Danışmanı: Belgin Ayvazık

Doç.Dr., Ortadoğu Teknik Üniversitesi Psikoloji Bölümü

Kaynaklar:

Best, John B. Cognitive Psychology, 4. Basım, West Publishing Company, 1995.

Chalmers, D. J., "The puzzle of conscious experience"

<http://www.u.arizona.edu/chalmers/papers/puzzle.html>

Damasio, Antonio, R., "How the brain creates the mind" Scientific American, Aralık 1999.

Douglas, Kate "Basic instinct" New Scientist, 4 Eylül 1999.

Nichols, M. J., Newsome, W. T., "The neurobiology of cognition" Nature Supp., 2 Aralık 1999.

Kalıtım ve Bilişsellik



Son yılların en önemli bilimsel olaylarından biri, insanı insan yapan kalıtsal özelliklerin ayrıntılarının birer birer ortaya çıkarılmaya başlanması oldu. İnsan Genom Projesi olarak bilinen bu çaba, insan genomundaki genlerin bir haritasını çıkarmak üzere bir araya gelmiş bilim adamlarının ortak ürünü. Son otuz yılın bir başka özelliği, davranış bilimlerinde daha önceden baskın olan, insan davranışlarını çevresel etmenlere bağlama eğiliminin yavaş yavaş terk edilerek, bunun yerini, kalıtımın da insan davranışlarını belirlemede çevre kadar etkili olduğunun kabul edilmesi aldı. Bu değişim, önce davranış bozuklukları alanında görüldü. Bir toplulukta rastlanma sıklığı binde bir olan otizmden, yüzde bir görülme sıklığına sahip şizofreni ve okuma güçlüğü gibi daha sık rastlanan (ellide bir) bozukluklara yatkınlığın, çevre ve kalıtsal etmenlerin etkileşimiyle oluştuğu kabul ediliyor. Yakın zamanda da, kalıtsal çeşitliliğin, normal dışı kabul edilen davranışlar için olduğu kadar, normallik sınırları içinde yer alan bireyler arasındaki farklılıklara da etki ettiği kabul edilmeye başlandı. Buna ek olarak, aynı kalıtsal ve çevresel etkenlerin, hem normal davranışlardaki, hem de

bunun dışında kalan davranış örüntülerindeki çeşitlilikten sorumlu oldukları anlaşıldı. Örneğin, okuma güçlüğü, herhangi bir gendeki bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkan bir rahatsızlık değil: Okuma bozukluğunda, aynı genlerin etkileşimleri, hem "normal" davranıştan, hem de bunun dışında kalan durumlardan sorumlu. Bunlar, davranışlarımızdan sorumlu genlerin bulunması için yapılan araştırmalar açısından önem taşıyor; çünkü bu genler tek başına önemli olmadıklarından, tek başına büyük etkisi olan genlerden daha zor bulunuyorlar. Bir çok kalıtsal özelliğin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan bu tür davranış örüntülerinden en önemlisi, üzerinde çok tartışılan genel bilişsel yetenek olsa gerek.

Genel bilişsel yetenek (g), topluluklarda normal dağılım gösteren bir özellik. Uzaysal yetenekler, sözel yetenek, bilgiyi işleme hızı ve bellek gibi farklı bilişsel işlevlerin ölçümleri, birbiriyle bağıntılı durumda. Genel bilişsel yetenek, davranışlarımız arasında en tutarlı ve geçerli olarak ölçüleni. Çocukluktan sonra tüm öteki özelliklerden daha az değişiyor. Günümüzde genetik üzerinde çalışmayan bilim adamlarının da çoğu, genel bilişsel yeteneğin kalıtsal yönünün olduğu gö-

rüşünü paylaşıyorlar. Bu kalıtsal etkinin büyüklüğü konusundaysa rüşünce birliği yok: Tahminler % 40'la % 80 arasında değişiyor. Şu anda üzerinde anlaşılmış olan yüzdeyse, % 50. Yani kalıtsal özelliklerimiz, genel bilişsel yeteneğimizin yarısının belirlenmesinden sorumlu. Bu yüzdelere ilgili veriler yaşa göre sıralandığındaysa, kalıtımın bu etkisinin yaşa göre değişkenlik gösterdiği ortaya çıkıyor. Bebeklik döneminde bu etki % 20'yken, çocuklukta % 40'a çıkıyor. Yetişkinlerdeyse, 80 yaşın üzerindekielerde bile, % 60 oluyor. Kalıtımın etkisinin yaşa bağlı olarak artmasının nedeni, bireylerin kalıtsal yatkınlıklarına uygun olan ortamlar aradıkları, ya da bu ortamları yarattıkları biçiminde yorumlanıyor.

Psikologların çoğu, genel bilişsel yeteneği, zekanın en temel ölçütü olarak görüyor. Kimileriye, her bireyin performansında, güçlü ve zayıf olan yönlerin profilinin alınması gerektiğini düşünüyor. 1993 yılında yapılan bir taramaya göre, bugün kullanılan testler, 70'den fazla farklı yeteneği belirliyor. Aslında bu özellikleri hiyerarşik bir biçimde, genel bilişsel yetenek en üstte, altında da bu kümeye giren yetenekler olarak göstermek, zekâyı ifade etmenin yollarından yalnızca biri. Böyle bir "özet", bütün bağıntıların altında "g" gibi bir etmenin yattığı varsayımıyla tutarlı. Ancak, bu varsayımı kanıtlamıyor. Aslında, genel bilişsel yeteneğe dayanan bir "etkenler hiyerarşisi", yeteneklerimizin yapısı konusunda en çok kabul gören görüş olsa da, kimileri bunun doğru olmadığı fikrinde. Çünkü, bu farklı yetenekler, örneğin eğitimin etkileri gibi başka bir genel etken altında da toplanabilir.

Genel bilişsel yeteneğin ölçülmesinde kullanılan IQ testleri, örneğin en çok kullanılan testlerden biri olan, Wechsler Zekâ Ölçeği'nde uzaysal yetenek (renkli küplerle iki boyutlu desenler oluşturmak), sözel yetenek (sözcük dağarcığı), işlem hızı (sembollerle rakamları eşlemek), bellek (rakam dizilerini anımsamak), akıl yürütme (bir resmin eksik olan yönünü bulmak) gibi farklı becerileri belirler. Ön-

ceden söylediğimiz gibi, genetik bilişsel yetenek, zekânın tanımlamalarından yalnızca biri.

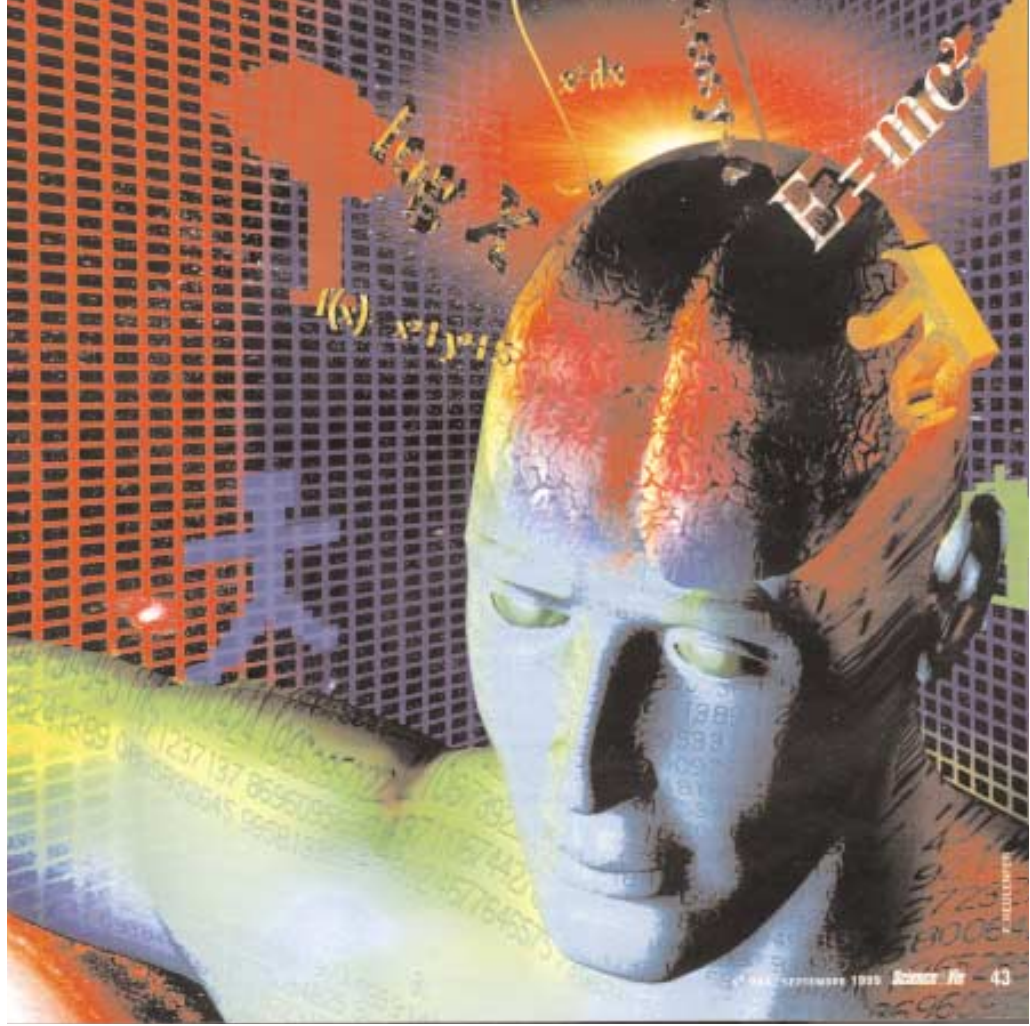
Kalıtımın genel bilişsel yetenek üzerindeki etkisini gösteren veriler, kalıtımla ilgisi olmayan çevresel etkenlerin önemini de gösteriyor. Örneğin son birkaç nesildir insanların IQ puanlarındaki artışlar, kalıtımla açıklanamayacak kadar kısa bir sürede gerçekleşti. Başka bir örneğe, sorunlu ailelerde yaşayan çocukların, bu ailelerden alınıp başka ailelere evlatlık olarak verildiklerinde, zekâ puanlarında artışlar olduğunun gözlenmesi.

Aslında, genetik araştırmalarında, kalıtımın insanların bilişsel yetenekleri arasında fark yaratıp yaratmadığı, ya da ne kadar farklılıktan sorumlu olduğu gibi konularla uğraşılıyor. Artık araştırmaların odağını, genel bilişsel yeteneğin doğası oluşturuyor. Farklı gen setleri, uzaysal beceriler, sözel yetenek, bellek ve işlem hızı gibi bilişsel süreçleri nasıl etkiliyor?

"Çok değişkenli kalıtsal analiz" olarak adlandırılan yöntemle, belli bilişsel yetenekler arasındaki ilişki incelenerek, herhangi bir bilişsel süreç üzerindeki kalıtsal etkiyle, ötekilere üzerindeki kalıtsal etki arasında bağlantı olup olmadığına bakılıyor. Bilim adamları bu yolla, farklı bilişsel süreçleri, birbirinden farklı gen setlerinin mi, yoksa aynı genlerin mi etkilediğini bulmaya çalışıyorlar.

Aslında genlerimizin ve çevrenin bireysel farklılıklarımızın ortaya çıkmasındaki rollerinden söz ederken, yanlış anlamalardan kaçınmak için, genlerin etkilerinin de her zaman bir "çevre"yi içerdiğini belirtmek gerekiyor. Bu en azından biyokimyasal, genellikle de ekolojik bir çevre. İnsanlar için bu çevre, kişilerarası ya da kültürel ekoloji. Yani, gözleyebildiğimiz özelliklerin tüm kalıtsal etkileri, çevrenin etkisiyle düzenlenip değişebiliyor. Aynı biçimde, bu özelliklerin gelişimini yönlendiren tüm çevre etkileri de, genlerin katkıda bulunduğu yapıları içeriyor. Çevre etkilerinin her zaman kalıtsal bir yönü de var.

Bireysel farklılıklara yol açan bu etkilerin oranları konusundaki tahminler, genotiplerle çevreyi birleştiren doğal ya da toplumsal durumların gözlenmesiyle ortaya çıkarılıyor. Tek yumurta ikizleriyle, çift yumurta ikizleri-



ni doğanın deneyleri olarak düşünebiliriz. Tek yumurta ikizleri, genleri ortak olan ve aynı ailelerde yetişen yaşlılar. Çift yumurta ikizleriye, genlerinin yarısı ortak olan, yine aynı koşullarda büyüyen yaşlılar. İkizlerin ayrı ayrı ailelere evlatlık olarak verildiği durumlar, davranışsal genetik alanında çalışan araştırmacıların ilgi alanına giriyor. Araştırmacılar, kalıtsal olarak farklı, fakat aynı ailelerde yetişmiş bireyleri, ya da kalıtsal olarak özdeş fakat farklı ailelerin büyüttüğü ikizleri birbirleriyle karşılaştırıyorlar. Başka bir araştırma konusuysa, ikisi de farklı aileler tarafından yetiştirilen tek yumurta ikizleri.

Üzerinde durulması gereken başka bir konuysa, eğer herhangi bir özelliğin gelişmesinde kalıtımın payı yüksekse, bunun, çevrenin (ya da öğrenmenin) bu gelişimde rolü olmadığı anlamına gelmediği. Örneğin, kişinin sözcük dağarcığındaki her bir sözcük öğrenme sonucu kazanıldığı halde, sözcük dağarcığının büyüklüğünün, önemli ölçüde kalıtımla belirlendiği bulunmuş. Herkesin "çevresi"nde bir çok sözcük olduğu bir toplumda bile, gerçekte bireylerin öğrendiği sözcük sayısının, daha çok, bu konudaki kalıtsal yatkınlıklarına bağlı olduğu biliniyor. Davra-

nışsal genetik olarak bilinen araştırma alanı, bireylerin, kendi çevrelerini seçmede ve yaratmada etkin rol oynayabileceğini vurgular. Kimileri, bunu etkin bir biçimde ya da tepkisel olarak oluşan "genotip-çevre" bağıntısı olarak tanımlıyor. Buna göre, bireyin kendi çevresini seçmesiyle, başkalarının onun kalıtsal özelliklerine verdiği tepkiler de önemli rol oynuyor.

Bireyler, boy, zekâ, kişilik gibi birçok özellikleriyle birbirlerinden farklılık gösterir. Bu farklılıklar toplumsal açıdan önemli. Birçoklarına göre asıl önemli olansa, genlerin ya da çevrenin herhangi bir özelliğin oluşumu için gerekli olup olmadığı. Başka bir deyişle önemli olan, herhangi bir bireyin genleri ya da çevresi değil, bu özelliğin, topluluktaki bireyler arasında gözlenen çeşitliliği.

Genom araştırmaları, yalnızca hangi genlerin ya da gen setlerinin genel bilişsel yetenek üzerinde etkisi olduğunun değil, bunların nasıl işlediğinin bulunmasını da kapsıyor. Bu araştırmaların sonuçlarının, toplumsal ve bilimsel açıdan önemli etkilerinin olacağı kesin.

Aslı Zülâl

Kaynaklar
Neisser, U., "Intelligence: Knowns and Unknowns", *American Psychologist*, Şubat 1996
Plomin, R., "Genetics and General Cognitive Ability", *Nature, Supp.*, 2 Aralık 1999



Kelebekler,
yusufçuklar, güveler,
bitler, tahtakuruları, sinekler,
çekirgeler, karıncalar...

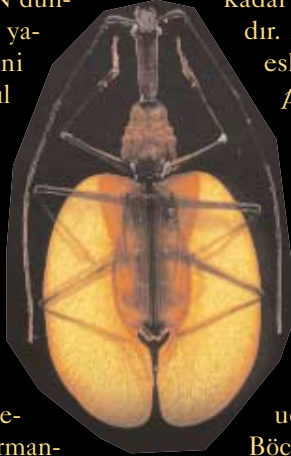
Başkalaşım, denge, uyum, üretkenlik,
çalışkanlık, zekâ, yaşama gücü... Böcekler,
tüm bu özellikleri kendinde birleştiren özel bir canlı
grubudur. İlk ortaya çıktıkları dönemden beri
varlıklarını sürdüren böcekler, olağanüstü uyum
yetenekleri sayesinde dünyanın her yerine
yayılmışlardır. Geo dergisi, Ocak 2000
sayısında Paris Doğa Tarihi Müzesi'ndeki
böcek koleksiyonundan
görüntülere yer vermiş.

Böcekler

BÖCEKLERİN dün-
ya üzerindeki ya-
şam serüveni
400 milyon yıl
önce başladı.

Bu küçük, becerikli can-
lılar ilk ortaya çıktıkla-
rından başlayarak yaşa-
ma dört elle sarıldılar ve
bugüne değin var olma-
yı başardılar. Hatta 65
milyon yıl önce dinazor-
ların yok oluşunu bile
gördüler. Dünyanın her ye-
rine yayıldılar. Yağmur orman-
ları, çöller, sıcak su kaynakları, ku-
tup bölgeleri, buzullar, büyük hay-
vanların topraktaki ayak izlerinde bi-
rikmiş sular, kozalaklar ve tohumlar
böceklerin yaşayabildikleri yerlerin
yalnızca bir bölümü. Çoğunlukla ka-
rasal olan bu hayvanların, az sayıda
olmakla birlikte suda yaşayan türleri
de vardır. Böceklerin yaşayamadığı
tek alan derin denizlerdir.

Yaklaşık 1 000 000 böcek türü, 32
takım altında incelenir. Ayrıca, 15 000



kadar fosil böcek türü de var-
dır. İskoçya'da bulunmuş en
eski böcek fosili *Rhyniella
praecursor*'a ait. Bilinen
en eski kanatlı böcek
fosiliyse *Delitzchala
bitterfeldensis*. Ancak,
bilim adamları, 320 mil-
yon yaşındaki bu böce-
ğin en eski kanatlı bö-
cek türü olmadığını
düşünüyorlar; çün-
kü çok gelişmiş bir
uçuş sistemi var.

Böcekler, başlangıç-
ta uçmuyorlardı. İlk
hareketleri zıplamaya be-
ziyordu. Uçma daha sonra
gelişti. Uçabildikleri için
düşmanlarından daha ko-
lay kaçmaya ve avlarını
daha kolay yakalamaya
başladılar. Uçma özellikleri
sayesinde yaşam alanları
da çok genişledi. İlk bö-
cekler bugünkü yusufçuk-
lara benziyorlardı. Daha



sonra kanatlarının biçimi değişik ye-
ni bir böcek grubu geliştirdi. Bu yeni
gruba Neoptera adı veriliyor. Günü-
müzde de var olan uçan böceklerin
yaklaşık % 97'sinin o dönemden kal-
dığı düşünülüyor.

Günümüzde var olduğu bilinen
hayvan türlerinin dörtte üçünü bö-
cekler oluşturuyor. Böceklerin top-
lam sayısının 1 trilyon, toplam ağırlı-
ğıninsa 2,7 milyar ton kadar ol-
duğu düşünülüyor. Bu ağırlık,
45 milyar insanın toplam ağır-
lığına eşit. Başka bir deyişle,
bugün yaşayan her insana
karşılık yaklaşık 170 milyon
böcek var. Böceklerin birey
sayısı öyle büyük boyutlara
ulaşmış ki bir domates bit-
kisinin üzerinde 25 000 yap-
rakbitine ya da bir arı kova-
nında 60 000 kadar arıya
rastlanabilir. Bir çekirge sü-
rüsü 2 milyar bireyden olu-
şabilir. Böceklerin sayıca
yüksek olmasının temel ne-
deni çoğalma özellikleridir; bir

defada yaklaşık 1000 yumurta bırakanları bile vardır.

İnsanlar, pek çok canlıdan olduğu gibi böceklerden de yararlanmanın yollarını bulmuştur. Balarılarının balı, ipekböceklerinin ipeği, bazı kabuklu bitlerin boyası bunlardan yalnızca bir bölümüdür. Dünyanın pek çok yerinde böcekler besin sorununa çare olarak görülür. Çok miktarda protein ve yağ içerdiklerinden bazı böcekler iyi bir besin kaynağıdır. Hatta kimi bilim adamları besin değeri olan böcekleri açlık sorununa bir çözüm olarak da önerirler. Böceklerin bir başka özelliği de ekonomik olarak verdikleri zararlarla ilgilidir. Hamamböcekleri, güveler, karıncalar, bitler, pireler, tahtakuruları, çekirgeler gibi çok sayıda böcek insanlar açısından birçok soruna yol açar. Özellikle bazı böceklerin bitkilere verdiği zarar zaman zaman büyük ekonomik kayıplara yol açar. Bundan başka, böcekler özel yapıları ve yaşam biçimleriyle insanlar için bir esin kaynağı da olmuş. Bunun bir örneği, yüz yıl önce Londra metrosunun yapımı sırasında görülmüş. Metronun kazısında

Culex pipiens adlı sivrisineğin hortumunun çalışma biçimi örnek alınmış.

Altı Bacaklılar

Bir yerde karşılaştığınız bol bacaklı küçük bir hayvanın böcekler sınıfından olup olmadığını anlamak belki başlangıçta zor gelir. Ancak, işin sırrı bacak sayısındadır. Bir böceğin yalnızca 6 bacağı vardır. Bu nedenle *Insecta* adı verilen böcekler sınıfına *Hexapoda* da (Yunanca *hexa*: altı, *pod*: ayak anlamına gelir.) denir. Altıdan fazla bacağı olan bir hayvan böcek değildir. Bacak sayısı 8 olan örümcekler de kimileri tarafından böcek olarak düşünülür. Bu düşünce yanlıştır; bilim adamları örümcekleri böcek olarak kabul etmeyip onları farklı bir grup olarak ele alırlar. Böceklerin bacakları farklı işlevleri yerine getirmek üzere farklı biçimler almıştır. Örneğin, çölde yaşayanların bacakları, bedenlerini yere değmeyi önleyecek kadar yüksek tutabilen bir yapıdadır. Böylece, sıcak kumların yakıcı etkisinden kendilerini korurlar. Böcekler, çoğunlukla çok hızlı ilerlerler. Güney Afrika'da yaşayan

Onymarcis gerçek bir hız rekortmenidir.

Bu böcek, yürüyerek saniyede 1 metre hızla ilerler.

Ayrıca, böceklerin çok güçlü kasları vardır. Bu kasları sayesinde özellikle arka bacaklarını kullanarak çok yükseklere sıçrayabilirler. Sıçrayabilenlerin arka bacakları daha gelişkindir. Yüzen bazı böceklerse bacaklarını palet gibi kullanırlar.

Böceklerin boyları 0,21 mm'den 30 cm'ye kadar değişebilir. Genellikle baş, gövde ve karın adı verilen bölümlerden oluşan vücutlarının oldukça basit bir yapısı vardır. Dış yüzeylerini çoğunlukla kitinden oluşan bir dış iskelet kaplar. Sert bir madde olan kitin bu dış iskelete sağlamlık verir ve onları dış etkilerden korur. Kitin, demirden yapılmış bir zırh kadar koruyucudur. Antenler, kanatlar, soluk boruları ya da tüyler kitin içerebilir. Kanatların kenarları kitin sayesinde keskin bir bıçak gibidir. Böcekler büyürken kitin kabukları aynı oranda gelişemediğinden, özellikle gelişme dönemlerinde bazıları deri değiştirmek zorunda kalır. Bu, birçok böcek türünde aşamalı olarak gerçekleşir. Vü-

bir yerde karşılaştığınız bol bacaklı küçük bir hayvanın böcekler sınıfından olup olmadığını anlamak belki başlangıçta zor gelir. Ancak, işin sırrı bacak sayısındadır. Bir böceğin yalnızca 6 bacağı vardır. Bu nedenle *Insecta* adı verilen böcekler sınıfına *Hexapoda* da (Yunanca *hexa*: altı, *pod*: ayak anlamına gelir.) denir. Altıdan fazla bacağı olan bir hayvan böcek değildir. Bacak sayısı 8 olan örümcekler de kimileri tarafından böcek olarak düşünülür. Bu düşünce yanlıştır; bilim adamları örümcekleri böcek olarak kabul etmeyip onları farklı bir grup olarak ele alırlar. Böceklerin bacakları farklı işlevleri yerine getirmek üzere farklı biçimler almıştır. Örneğin, çölde yaşayanların bacakları, bedenlerini yere değmeyi önleyecek kadar yüksek tutabilen bir yapıdadır. Böylece, sıcak kumların yakıcı etkisinden kendilerini korurlar. Böcekler, çoğunlukla çok hızlı ilerlerler. Güney Afrika'da yaşayan



cutlarının büyüklüğü değiştikçe kabuklarını da değiştirirler. Yaşamı boyunca 30 kez kabuk değiştiren bile vardır.

Böcekler, değişimin ve başkalaşımın simgesidir. Yaşamları birkaç farklı evreden oluşur. Pek çok böcek yaşamının ilk dönemlerini larva olarak geçirir. Böcekler, larva halindeyken vü-

cut yapıları çok farklı bir biçim gösterir. Bu dönemde sanki birer yeme makinesi gibidirler. Sürekli besin tüketerek olabildiğince çok enerji depolarlar. Bu dönemden sonra organları özelleşmeye başlar. Üreme organları, ağız, kanatlar iyice belirginleşir. Bu organların her biri bir amaca yönelik olarak işlevini gerçekleştirir. Artık tam bir ergindirler. Bazı böcekler larva evresiyle ergin evresi arasında pupa evresi denen sakın bir dönemde başkalaşım geçirirler. Yaşama davranışları tümüyle farklı yeni bireylere dönüşebilirler. Larva dönemindeyken yedikleri besinlerle erginleştikten sonra yedikleri birbirinden çok farklı olabilir. Örneğin, sivrisinek larvaları sularındaki bakterileri ve bitki parçacıklarını yerler. Gelişimini tamamlayıp erginleştikten sonra, kan ya da bitki özsuğu emmeye başlarlar. Bütün bunlar en fazla birkaç ay sürer. Ancak, zaman zaman bu sürenin uzadığı da görülmektedir. İngiltere'de bir merdiven aralığında

Buprestis aurulenta türünün larvası bulunmuş.



Merdivenin yapıldığı ağacın 47 yıl önce tropikal bir bölgeden getirildiği bildirildiğinden, bu larvanın merdivende en az 47 yıl geçirmiş olduğu düşünülmüş.

Birlikte Evrim

Böceklerin en büyük takımı kınkanatlılar denen gruptur. Kınkanatlılar, böcekler sınıfının yaklaşık üçte birini oluşturur. Kınkanatlıların iki çift kanadı vardır. Ön kanatları, sert olmaları ve kitin içermeleri nedeniyle daha çok koruyucu özelliğe sahipken, arka kanatlar uçmayı sağlarlar. Ayrıca, ön kanatlar uçuşta dengeyi sağlarlar. Kınkanatlı bir böcek uçuşunu tamamladıktan sonra kanatlarını kapalı tutar. Kanatların kapalı olduğu sırada arka kanatlar ön kanatla-

rın altına girer. Kınkanatlıların ilk olarak 250 milyon yıl önce ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ancak, tür sayısındaki artı-

şın 140 milyon yıl önce çiçekli bitkilerin gelişimiyle birlikte olduğu düşünülüyor. Evrimsel açıdan bu her zaman böyle olmuştur. Canlı, beslenmek için yeni bir besin kaynağı bulduğunda, rahat yaşama olasılığı artar. Buna bağlı olarak da sayıca çoğalır. Çiçekli bitki türleri sayıca çoğalıp geliştikçe böcek türleri de artıyor. Böceklerin çiçekli bitkilerle fazlaca ilgilenmesi, bitkilere daha çok zarar vermelerine yol açar. Bu nedenle tohumlarının çevresi kalın bir koruyucu tabakayla kaplı olan, yani meyveleri olan çiçekli bitkiler daha fazla yaşama şansına sahip olurlar. Sonuç olarak , böcek sayısının art-



ması, bir yandan da bitkilerde yeni yapıların gelişimini hızlandırıyor. Yapraklarının üzeri daha çok tüylü olanlar ya da zehirli maddeler içerenler böceklere karşı kendilerini koruyabildiklerinden, bunların da yaşama şansı yüksek oluyor. Bunun sonucunda, böceklerin yeme biçimlerinde yeni özellikler ön plana çıkıyor. Örneğin, fındık-kurdu fındığın içine girebilmek için o sert kabuğu delmek zorundadır.

Bu nedenle ağız yapısı kabuğu delebilecek bir yapıdadır.

Böcekler, bitkilerin tozlaşmasını sağlayan ilk hayvanlardır. Çiçekli bitkiler eşeyli olarak ürerler. Bu, dişi ve erkek organların farklılaşmasının bir sonucudur. Ancak, bu sonuç, erkek organdaki çiçektozlarının dişi organa taşınmasını gerektirir. Bazı

bitkilerde bu görevi rüzgâr, bazı bitkilerdeyse böcekler gerçekleştirir. Çiçekten çiçeğe konarak çiçektozu taşırlar. *Xanthopan morgani praedicta* adlı kelebek türü, 28 cm uzunluğundaki hortumunu Madagaskar orkidesinin çiçeğinin içine doğru uzatır. Amacı, bitkinin onun için çok lezzetli olan öz suyunu emmektir. Ancak, bu arada çiçeğin çiçektozları da hortumuna bulaşır ve bir başka çiçeğe geçtiğinde çiçektozlarını ona getirerek döllenmeye yardımcı olur.

Çiçektozu taşıyıcılarının en önemlilerinden biri de bazı arı türleridir. Toplam 30 000-40 000 kadar arı türü vardır. Arıların yaşamı bireysel değil, toplumsaldır. Arılar ve eşekarıları, 90 milyon

yıl önce ortaya çıkmışlardır; termit ve karıncalarsa 130 milyon yıl önce. Toplumsal olarak yaşayan arı türlerinde sıkı sıkıya tanımlanmış bir işbölümü söz konusudur. Toplumsal yapılanmaları bir devlet kadar karmaşıktır. Koloniler halinde yaşayan bu böcekler, sanki tek bir organizma gibidir. İşbölümünde rol alan her birey koloniye hizmet eder. Böylece dev topluluklar ortaya çıkar. Koloni olarak yaşayan böcekler dünyanın her yerine yayılmışlardır. Örneğin, Afrika savanlarında yaşayan termitlerin toplam ağırlığı otçul hayvanların toplam ağırlığından daha fazladır.

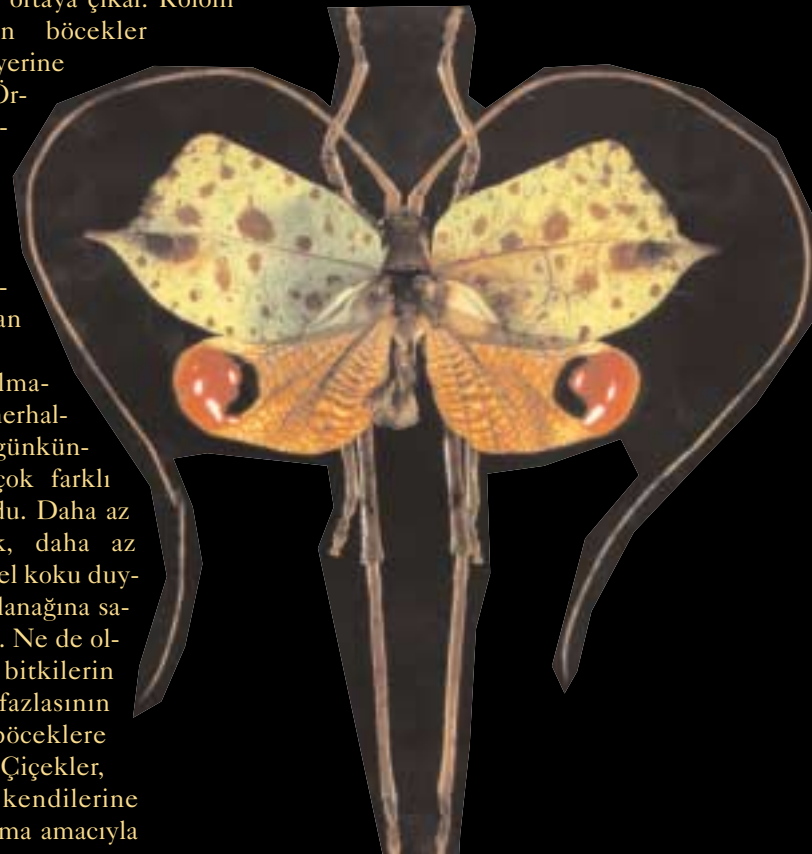
Böcekler olmasaydı, dünya herhalde bugünkünden çok farklı olurdu. Daha az renk, daha az güzel koku duyma olanağına sahip olurduk. Ne de olsa, çiçekli bitkilerin %80'inden fazlasının varlığını böceklere borçluyuz. Çiçekler, böcekleri kendilerine çekip çoğalma amacıyla

onlardan yararlanabilmek için daha renkli ve daha kokulu olma yönünde gelişmişlerdir. Böcekler olmasaydı, hoş kokulu, lezzetli meyveler de olmazdı. Böcekler olmasaydı, dünya kendi üzerindeki artıklarla da baş edemezdi. Çünkü, hayvan ve bitki ölümlerinin parçalanarak doğanın dengesinin korunmasında da böceklerin önemli bir işlevi vardır. Bunun dışında da çok özel işlevleri olan böcekler de vardır. Asya'da yaşayan *Lobocraspis griseifusca* gibi. Bu böcek ötekiler gibi bitki öz suyuna meraklı değildir. O, sığırların gözyaşlarını sever ve onunla beslenir.

Zuhal Özer

Konu Danışmanı: Neşet Kılınçer
Prof. Dr., TÜBİTAK, TOGTAG

Kaynaklar:
Demirsoy, A., *Yaşamın Temel Kuralları-Entomoloji*, 1997.
Mermet, G., "Klasse: Insecten", *Geo*, Ocak 2000.





Bir Hak mı?.. Ötanazi

Tedavisi olmayan umarsız bir hastalığa yakalanan kadının birkaç haftalık ömrü kalmıştı; ama kadın çektiği acılardan bir an önce kurtulmayı düşünüyordu. Çünkü artık dayanacak gücü kalmamıştı. Kadın, ölümünü çabuklaştıracak bir ilacın kendisine verilmesini istedi. Ötanaziye karşı çıkan doktoru, hakkında yasal bir işlem yapılmayacağı garantisini istedi. Bunun üzerine kadın, mahkemeye başvurarak doktoru hakkında dava açılması isteğinde bulundu. Doktor, kararı beklemeden, herhangi yasal bir güvence olmadan ilacı vermeyi kabul etti. Kadının yakınları, bu gelişmenin ülkelerinde ötanazinin yasallaşması yolunda atılan çok önemli bir adım olduğunu düşünüyorlar.

INSANLAR, farklı nedenleri olsa da, birbirlerinden hep bir şeyler isterler. Örneğin, arkadaşınız kendisi için, bir geceliğine gece nöbetini tutmanızı isteyebilir. Oğlunuz ya da kızınız, arkadaşıyla buluşacağını, bu nedenle köpeğini akşam turuna sizin çıkarmanızı isteyebilir. Doğaldır ki, anne ve baba olarak sizler de çocuklarınızdan isteklerde bulunursunuz.

Bunlar yaşam içinde, hepimizin her an karşılaşılabileceği durumlar. Tıpkı bir tüketici olarak üretenlerden kaliteli ürünler istememiz, ya da başımız sıkıştığında avukatımıza koşuşumuz gibi.

Yaşamın içinde her an karşılaşılabileceğimiz; ama beklemediğimiz durumlar da söz konusu olabilir. O durumlarla karşı karşıya kalındığında, istenmesi de, kabul edilmesi de çok zor bir istek gündeme gelebilir; elbette bazılarımız için.

Üzerinde duracağımız istek de hasta bir kişiyle doktoru ilgilendirir: Hastanın doktorundan kolay ya da rahat bir ölüm istemesi. Bu isteğin adını tıp dilinde ötanazi koymuşlar. Ötanazi tüm dünyada yıllardır tartışılıyor; özellikle de son otuz yıldır.

Acılar içinde kıvranan bir hastanın doktoruna "öldür beni" diye yalvarması ya da umudu kalmamış bu

hastanın tedaviyi kesmek istemesi durumunda, kendi haline bırakılıp ölümüne göz yumulması... Bu istek gerçekte, bir insanın kendi bedeni ve yaşamı üzerinde ne kadar özerk olabileceği sorusunu tartışma gündemine getiriyor: Ölümün kendiliğinden gerçekleşmesini beklemeden ölmeyi istemek, ya da hasta bilincini de kaybetmişse, yaşamının sona erdirilmesi konusunda kararı bir başkasının vermesi. Bu konuyla ilgili tüm tartışmalara karşın ötanazi genel anlamda yasadışı bir uygulama; ancak konuyu farklı yorumlayan ülkeler de var. Ama ne olursa olsun, isteyen de, isteği gerçekleştirecek olanın da en zorlandığı durum bu olsa gerek.

Bu istek öyle bir şey ki, yaşam öykünüzde her şey yolunda giderken geçirebileceğiniz, örneğin bir trafik kazasıyla her şey altüst olabilir.



Kaza sonunda beyniniz çalışır; ama vücudunuz artık sizin olmayabilir. Bu durum ne büyüdür ne de geçici bir şey. Siz artık ellerinizi, bacaklarınızı bırakın kullanmayı, kıpırdatamıyorsunuz.

Peki varoluşun anlamı nedir? Yalnızca nefes alıp vermek midir insanın yaşamda var olmasını anlamlı ve gerekli kılan şey?

"Bu kimin hayatı?" filmini izleyenler, bu örneği filmde de anımsayacaklar. Kaza geçiren bir heykeltraşın öyküsünü anlatan bu film, yaşamını sanat üzerine kuran bir adamın, salt biyolojik bir yaşam sürmek istemeyerek, ötanazi hakkı isteyişini konu ediyordu.

O halde yanıt aranması gereken soru şu: Kişi özgür iradesiyle ölmeyi isteme hakkına sahip midir, ya da sahip olmalı mı? Elbette bu sorunun yanıtını verebilmek için de, öncelikle ötanazi konusunda bilmemiz gereken kavramları incelememiz gerekiyor.

Neden Hayır, Neden Evet?

Ölme hakkı ya da ötanazi öteden beri çeşitli boyutlarda tartışılmış. Kimi grup yaşamın kutsallığı tezini öne sürerek ötanaziye kesinlikle



Kaliforniya'da yapılan bir anket, bu eyalettekilerin onda dokuzunun ötanaziden yana olduğunu ortaya çıkardı. Kaliforniya'da yaşayanlar, iyileşme ümidi olmayan hastaların, kendilerinin ve ailelerinin rızalarıyla bir doktor eşliğinde ötanazi yapılarak hayatlarına son verilmesinin doğal bir hak olduğunu savunuyorlar. ABD'de 45 eyalette ötanazi yapılıyor.

karşı çıkmış, hayır demiş. Hayır diyenler "kutsal" kavramını farklı farklı yorumlamışlar. Kimisi dinsel, kimisi de hukuksal boyutlarıyla konuyu yorumlamışlar. Dinsel bir bakışla yorumlayanlara göre, insan yaşamı diğer canlıların yaşamlarından üstündür; çünkü kutsaldır. Allah'ın buyruklarını değiştirmek, uymamak gibi bir durum söz konusu olamayacağından, ötanazi de kabul edilemez.

Yine aynı tezi hukuksal boyuttayla savunan grup, çıkış noktasını insan yaşamının dokunulmazlığından başlatmış. Bu gruba göre, dokunulmazlık elbette devlete ve ikinci kişilere karşı savunulacaktır. Ama ayrıca kişi, kendisini kendine karşı da savunmalıdır. Zaten laik bir ülkede, ülkenin hukuki düzenlemesi yaşamın dokunulmazlığından söz eder ve böyle bir hukuk düzenini korur. O halde ötanazi söz konusu olamaz.

Ötanaziye evet diyenler de, tıpkı hayır diyenlerde olduğu gibi, evet'i farklı yorumluyorlar. Yaşamın istenmeyen niteliği, yaşamı yaşamaya değmez hale getirebilir. Bu durumda yaşamla ölüm arasında bir seçim yapmak söz konusudur ki, insan bu seçimi yapabilme özgürlüğüne sahip olmalıdır.

Buraya kadar bir uzlaşma içinde olan evet'çileri birbirlerinden ayıran

yaklaşım şu noktada başlar: Bir grup, "kötü yaşamı uzatmamak gerekir" der. Diğer grupsa, bu konuda kişisel bir seçim yapılabileceğini söyler. Sonuçta yine birleşirler: Ötanazi, hukuka uygun olmalıdır.

Etkin ya da Edilgen; İstemli-İstemdışı

Ötanazi Yunanca bir sözcük. "Euthanatos" sözcüğünün başındaki *eu* kolay ya da iyi anlamına geliyor. *Thanatos* ise ölüm demek. Yani iyi ölüm. Ölümün iyisi biraz tuhaf geliyor; ama iyi ölüm de farklı farklı yaşanıyor. Bunlara adlar da verilmiş. Edilgen iyi ölüm ya da etkin iyi ölüm diye. Buna istemli ya da istemdışı ya da istemsiz iyi ölümler de deniliyor.

Bütün bu kavramlar ötanazi olaylarını ayırttırma yolları olarak tanımlanıyor. Örneğin, kişinin ölümüne izin mi verildi yoksa kişi öldürüldü mü? Eğer hasta tarafından izin verildiyse, edilgen ötanazi söz konusu. Ama hasta öldürüldüyse etkin ötanazi deniyor. İstemli ötanazi de aynı anlamı taşıyor. İstemli ötanazide hasta kendisi ölmeyi istiyor. Bunu da açıkça belli ediyor. İstemsizde, ölmeyi istemiyor ve bunu da açıkça belirtiyor. İstemdışı ötanazideyse kişinin ölmeyi isteyip istemediği bilin-

miyor. Özetlersek, edilgen ötanazide, hastanın bir süre daha yaşamasını sağlayacak tıbbi yardım ve tedavi, hastanın isteğiyle kesiliyor ve ölüm hızlandırılıyor. Etkin ötanazideyse, ani ölüme yol açacak bir ilaç, öldürücü dozda hastaya veriliyor ve ölüme neden olunuyor.

Dünyanın Ötanaziye Tavrı

Dünya ülkelerinin ötanazi konusuna bakışları, bazı ayrımlar olsa da şimdilik pek farklı değil. Ötanazi pek çok ülke tarafından suç kabul edilmekte. Ama suç kabul etmenin pek çok farklı yolu var. Suçun niteliği ve cezası ülkeden ülkeye değişiyor.

Türkiye, ötanazi ile ilgili herhangi bir özel hükmü ceza yasalarına koymamış. Ama pratikte ötanazi uygulayan kişinin yaptığı da kasten adam öldürme olarak kabul ediliyor. Ayrıca, Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi'nde de ötanazi uygulaması yasaklanmış. Bir de Sağlık Bakanlığı'nın Hasta Hakları Yönetmeliği var. Bu yönetmeliğe göre de ötanazi yasak. Yönetmelikte bu konu şöyle geçiyor: "Tıbbi gereklerden bahisle, veya her ne suretle olursa olsun, hayat hakkından vazgeçilemez. Kendi-

sinin veya bir başkasının talebi dahi olsa, kimsenin hayatına son verilemez."

Ülkemizdeki çoğu ceza hukukçularına göre de ötanazi suç olarak kalmalı. Bunu savunuyorlar, ama bir farkla savunuyorlar. Bu suç kasten adam öldürmeyle bir tutulmamalı. Böyle düşünenlerin yanı sıra bir de, hakimnin takdir yetkisinin genişletilerek, ya da bu konuyla ilgili ayrı bir suç tanımı yapılarak, ötanazi uygulayanlara daha hafif cezalar verilmesini savunanlar da vardır.

Ülkemizde konuyla ilgili kamuoyu araştırmaları da yapılmış. Örneğin, Ceza Hukuku, Kriminoloji ve İnsan Hakları Derneği'nin yaptığı bir kamuoyu araştırmasında katılımcılara "İyileşmez bir hastalığa yakalanan bir hastanın insan haysiyetine uygun bir şekilde ölmek istemesi (ötanazi istemesi) temel bir hak sayılmalı mıdır?" sorusu yöneltilmiş. Araştırma, Türkiye genelinde 8386 kişi arasında yapılmış ve yüz yüze görüşme yöntemi uygulanmış.

Araştırmanın sonucu şöyle: a) Evet insan yaşamak isteyip istemediğine kendisi karar verebilmelidir; yaşamak bir hak ise, sürünerek değil



insanca ölmek de bir haktır (%40,26). b) Hayır, ölmek istemek bir hak olamaz; belki tıp bilimi yeni bir buluş yapar ve iyileşmez hastalık iyileştirilebilir (%49,85). c) Fikrim yok (%9,89).

Araştırmanın sonucuyla ilgili yorumsa şöyle yapılmış: "Bu sonuçlar halkımızın ötanaziye sıcak bakmadığını açıkça ortaya koymaktadır. Fikrim yok diyen kararsızların oranının yüksekliği ise dikkatte değer bir husustur."

Halkımız bu araştırma sonucuna göre ötanaziye sıcak bakmıyor. Peki hekimlerimiz bu konuda ne düşünüyor? Bu soruya da yanıt aranmış ve 300 hekim arasında

Doktorlar mesleklerini yaparken ne gibi suçlar işler? Ülkemizdeki yasalara göre, bu suçlar kasten adam öldürme, adam yaralama, ötanazi, tıbbi gereklilikler dışında müdahalede bulunma. Kevorkian ise ötanaziyi uyguluyor. Ülkemizdeki ötanazi uygulaması bizdeki gibi değil. Edilgen ötanazi suç sayılmıyor. Ama Kevorkian etkin ötanazi uyguluyor. Ancak kendisi işin içine pek girmiyor; makinelerini kullanıyor. Nasıl mı? Kevorkian'ın geliştirdiği makinelerle, damara sokulan iğne aracılığıyla hastaya zehir enjekte ediliyor. Hastanın kendisi enjeksiyon için bir düğmeye basıyor. Böylece doğrudan etkin ötanazi uygulanmıyor. Yalnızca onun makineyi kullanmasına yardımcı oluyor.

bir araştırma yapılmış. Mayıs 1992'de, III. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi'nde sunulan bu araştırmaya göre, hekimlerimizin %48'i istemli edilgen ötanaziye evet yanıtını vermişler. İstem dışı edilgen ötanaziye ise %37'si evet demiş. Hekimlerimizin %89'u, etkin ötanaziye hayır yanıtını vermişler.

Bir başka araştırma, Ankara'da 1007 hekim arasında yapılmış. "Yaşam kalitesini artıramadığımız bir hastayı canlı tutmak, ona acı çektirmektedir." biçimindeki, hem edilgen hem de etkin ötanaziyi içine alan bu maddeye hekimlerimiz %44,8 oranında katılmışlar. Hekimlerimizin önemli bir kısmı, bu

Hipokrat Andı ve Ötanazi

Eskiçağın en ünlü hekimlerinden biri o. Hatta tıbbın babası sayılıyor. Yaşamı hep ders vermekle geçmiş; yetiştirdiği öğrencileri de onun öğretilerini yaygınlaştırmışlar. Adı Hipokrat; İÖ 460 yıllarında doğmuş. Tıbbın babası olmasının yanı sıra, günümüze kadar gelen ve onun adıyla anılan bir de andı (yemini) var. Bu hekimler için kutsal bir ant.

En kutsal inançlarım önünde öğretmenlerim, meslektaşlarım ve burada bulunanların önünde, kendimi ve onları tanık tutarak, söz verip, and içerim ki: Bu yüce sanatı bana öğreten öğretmenlerimi annem ve babam gibi tanıyacağım. Elimde olan iyiliği onlardan ve çocuklarından esirgemeyeceğim. Meslektaşlarım kardeşlerim olacaktır. Hekimlik mesleği bilgilerimi yasal hakkı olmayanlara öğretip, onların yasadışı hekimlik etmelerine destek olmayacağım. Benden zehir isteyeneye onu vermeyeceğim gibi, kimseye ölümün yolunu göstermeyeceğim. Yasal gerekler dışında çocuk döşürmeyeceğim. Yetkili olmadığım müdahaleleri yapmayacağım. Onları ehline bırakacağım. Kimsenin bedenini ve kişiliğini kötüye kullan-

mayacağım. Hastalarım-la cinsel ilişkide bulunmayacağım. Nereye gidersem gireyim hastaya yardım için gireceğim. Kasıtlı bütün kötülüklerden kaçınacağım. Gerek mesleğimi uygularken, gerekse onun dışında görüp işittiklerimi bir sır gibi saklayacağım; hiç kimseye açmayacağım. Bütün ömrümü dürüst ve temiz bir insan olarak geçireceğim. Eğer bu andımı tutar ve verdiğim sözden dönmezsem bütün insanlar arasında şerefle anılayım; verdiğim sözden dönersem, bunun tersine uğrayayım.

Yukarıdaki alıntı tıp fakültelerinden mezun olan hekimlerin andı. Bu andın değişik aktarımları da var. Binlerce yıldır uygulanan metinlerin hepsi Hipokrat ilkelerini yansıtıyor. Ancak konuyla ilgili olarak bu metinde önemli olan, "Benden zehir isteyeneye onu vermeyeceğim gibi, kimseye ölümün yolunu göstermeyeceğim" cümlesi. Yani Hipokrat andında da ötanazi yasak. Ama et-



kin ötanazi yasak.

Ancak bu andla ilgili tartışmalar da var. Örneğin, antta bulunan etkin ötanazi yasağının, Eski Yunan tıp pratiğiyle, o dönemde yazılan yazılarla, uygulamalarla ve halkın görüşleriyle uyumadığı düşünülüyor. Anttaki yasağın Pitagorasçılarının, yaşamın kutsallığı anlayışını yansıttığı, o düşüncenin ölüme karşı tutumunun anlatımı olarak görülüyor. Yani bu andın Hipokrat tara-

findan mı, yoksa Pitagorasçı bir başka hekim tarafından mı yazıldığının belli olmadığı öne sürülüyor.

Bu düşüncede olanlar ya da bu düşüncede olanların bir kısmı, ant hakkında düşüncelerini değiştirmişler. Onlara göre, artık hasta hakları da, hekim hakları da belirginleşti ve bu durumda mesleğin kuralları yeniden değerlendirilmeli. Hekim karar verirken, hastanın yaşama ve ölüme bakışını, hastanın yaşamaktan ne anladığını öğrenmek isteyebilirdi. Dolayısıyla hastanın istekleri onun için önemli olmalı. Eğer hekimin tüm yardımlarına karşın hasta tedaviyi reddediyorsa, hekimin müdahale etmeme yükümlülüğü kaçınılmaz bir görevdir ve bu bir çelişki değildir.

araştırmada, yaşam desteklerinin çekilmesi anlamında pasif ötanaziye kabuledilebilir bulmuş; edilgen ve etkin ötanaziye ise yarıdan fazlası hayır demiştir.

Ötanazi diğer pek çok ülkede yasaklanmış. Örneğin, Fransa, Belçika, İtalya, Yugoslavya, bu ülkelerden birkaçı.

İngiltere’de ise ötanazinin yasallaşması yolunda önemli gelişmeler yaşanıyor. Ama yine de genelde hakim olan düşünce yaşamı uzatmak için her türlü olanağı kullanmadan yana; buna modern teknoloji de dahil.

Avustralya’nın Kuzey Bölgesi’nde çıkarılan bir yasayla önce ötanazi uygulamasına izin verilmiş; ama sonra bu yasa yürürlükten kaldırılmış.

İstisna dediğimiz durumlarsa, örneğin Amerika’daki bazı eyaletlerde yaşanıyor. Bu eyaletlerden biri Oregon. Bir gazete haberine göre, Oregon Anayasa Mahkemesi, 16 Ekim 1997’de aldığı bir kararla, alt mahkemenin itirazını reddedip, doktorların hastanın durumunun kötüye gitmesi halinde, kişinin isteği de söz konusuysa, ölüm hakkının kullanılabilceğini kabul etmiş. Yine, Amerika’da ilk olarak California eyaleti, 1976 yılında Doğal Ölüm Yasası’yla, hastanın, hastalığın belli aşamalarına girmesi halinde ölmek istediğini belgeleyen, önceden vermiş olduğu direktifi göz önüne alarak, edilgen ötanazi uygulamasını kabul etmiş. Bu kabulleniş yıllar içinde de yaygınlık kazanmış. Hatta hasta, kendisiyle ilgili tıbbi kararlar konusunda birini vekil bile bırakabiliyor. Bu vekil gerektiğinde hastanın yaşamıyla ilgili kararları da alabiliyor. Şikago’da 250’den fazla hekimin katıldığı bir ankette, hekimlere yöneltilen bir soru ve alınan yanıtlar çok ilginç. Soru şu: Hekimler, şu anda tedavisi olanaksız bir hastalığa tutulmuş yetişkinlere ötanazi uyguluyorlar mı? Yanıtlara göre uyguluyorlar. Çünkü soruyu yanıtlayanların % 61’i evet demiş. Kısaca, bugün Amerika Birleşik Devletleri’nde edilgen ötanazi kabul görüyor. Ama etkin ötanazi yasal değil. Federal Yüksek Mahkeme, bu ikisi arasında fark olduğu hakkında kararları pek çok kez vermiş. Örneğin, bu kararlardan biri şöyle: Ya-

şam destekleyici tedaviyi kesen hekim, yalnızca hastanın isteklerini yerine getirmiştir. Ama ölümcül hastanın intiharına yardım eden hekim, öncelikle hastanın ölmesini amaçlamıştır.

Bu noktada hemen çoğumuzun adını bildiği bir Amerikalı hekime sözü getirelim. Çünkü istemli ötanazide kötüye kullanılabilecek ya da kötü sonuçlara yol açabilecek durumların söz konusu olabileceği hep belirtilir ve bu hekim de, bu sakıncanın tipik bir örneği. Adı John Kevorkian. O, ABD’de isteyen hastaların ölümlerine yardımcı oluyor. Kendi başına hasta ile görüşüyor ve birlikte ötanaziye karar veriyorlar. Ona



"Doktor Ölüm" ya da "intihar danışmanı" diyenler var. Emekli bir patoloji profesörü olan Kevorkian, yürüttüğü "ötanazi hakkı" kampanyalarıyla da adını duyurmuş. Hatta bu konuda kitaplar bile yazmış. 50’ye yakın hastanın ölümünde yol gösterici olan bu doktor ve onun gibileri, bilim adamlarınca tehlikeli ve yanlış yola sapmış kabul edilmekte. Çünkü hekimle hastası arasındaki ilişkide bir güç dengesizliği söz konusu olabilir. Bu durumda hekim hastasını objektif olarak aydınlatır. Ama ötanazi gibi hassas bir konuda hastaya sunulacak psikiyatrik yardımın yanı sıra, bir başka hekimin de kontrolü olmalıdır. Oysa Kevorkian ne bir psi-

kiyatristtir, ne de ikinci bir doktorla beraber çalışır. Ülkede etkin ötanazi yasak olmasına karşın, Kevorkian’ın icat ettiği intihar makineleriyle ölümcül hastalar yaşamlarını sona erdirmiş bulunuyorlar. Bu örnekte olduğu gibi daha birçok sakınca söz konusu.

Hollanda’da durum farklı. Bu ülkede etkin ötanazi de edilgen ötanazi de uygulanıyor. Ama biraz farkla. Etkin ötanaziyi uygulayan hekim, hastanın ölümünü bir ötanazi uygulaması olarak, özel bir bildirim prosedürüne uygun olarak savcılığa bildirmek zorunda. Edilgen ötanazi ise, bu ülkede doğal ölüm olarak kabul ediliyor ve kayda geçiyor. Hollanda’da ötanazi isteyen hastaların büyük bir çoğunluğu, bunu manevi acı çekme, onurlarını kaybetme durumunda kaldıkları için istediklerini belirtmişler. Fiziksel acı nedeniyle ötanazi isteyenlerse oldukça azmış. Bir de, ister evde, ister hastahane de uygulansın, ötanazi yapılan hastadan ücret alınmıyor!

O Halde...

Etkin ya da edilgen ayrımı yaparak, sonucu farklı olmayan bir gerçeği farklıymış gibi göstermek ne derece doğru? Ya da, yaşam dinsel ve toplumsal bir değer mi, yoksa kişinin özerk biçimde karar vermesi gereken bir konu mu?

Ülkemizde bu tartışmaların geçmişi çok yeni. Yaşam söz konusu olduğunda ölümle sonuçlanacak bir karara nasıl bakılmalı? Çok zor bir soru. Etik açıdan bakıldığında daha da zor yanıt vermek. Üstelik istismara da açık. Ama bir gerçek var: Ülkemizde ötanazi yasak. Etkiniyle, edilgeniyle! Siz en iyisi bu tartışmaların hangi yanında olacağınıza karar vermeden önce, kişisel seçiminizde sizi aydınlatacak kaynaklara başvurun. Örneğin Sibel Inceoglu’nun kitabı "Ölme Hakkı" bu kaynaklardan biri. Sonra ya yaşamı kutsal sayın, ya da kaliteli yaşamı savunun. Size kalmış.

Gülgün Akbaba

Kaynaklar
Inceoglu S. *Ölme Hakkı*, Ayrintı Yayınları, İstanbul, 1999.
Nuttall J. *Ahlak Üzerine Tartışmalar*, Ayrintı Yayınları, Ocak 1997, İstanbul
<http://www.thetribunenews.com/stories/0399/kevorkian27.htm>
<http://www.deu.edu.tr/Duyuru/insan/9.htm>
<http://www.hipokrat.org/hnet/menu/tip/tpdal/deontoloji/hekand2.html>
http://www.superonline.com/nethaber/19980727/articles/yasam_09.html



Corus Turnuvası

Bu ay sayfalarımızda Wijk aan Zee'de yapılan Corus Turnuvası'ndan oyunlar bulacaksınız. Ocak ayının 14'ünde başlayan turnuva dergi elinize ulaştığı günlerde son bulmuş olacak. Linares öncesi önemli bir turnuva olan Corus'a birçok güçlü oyuncu katılıyor. Şimdiden dört tur oynandı. İlk sırayı, bu dört turdan 3 puan çıkarmasını bilen Kramnik, Kasparov ve Piket paylaşıyor. 14 oyuncunun katıldığı turnuvada diğer oyuncularından bazıları Anand, Morozevich, Leko, Polgar J., Short, Korchnio. Bu ay yer darlığı nedeniyle Ödüllü Sorularımıza ara veriyoruz ancak Açılış Ansiklopedisi yan sayfada. Ayrıca FIDE'nin olaylı Ocak listesini de bulabilirsiniz.

Lputian, S-Piket, J ECO "E97"

1. Af3 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 Fg7 4. e4 d6 5. d4 O-O 6. Fe2 e5 7. O-O Ac6 8. d5 Ae7 9. Ad2 a5 10. Kb1 Ad7 11. a3 f5 12. b4 Sh8 13. Vc2 Af6 14. f3 axb4 15. axb4 c6 16. Ab3 fxe4 17. fxe4 cxd5 18. cxd5 Vb6+ 19. Sh1 Fd7 20. Aa5 Ag4 21. h3 Kxf1+ 22. Fxf1 Kf8 23. Fg5 Af2+ 24. Sh2 Axh3 25. Fb5 Axc5 26. Fxd7 Kf4 27. Ac4 Vc7 28. Fb5 Ag8 29. Sg1 Af6 30. Kf1 Kg4 31. Va2 Agxe4 32. Axe4 Kxe4 33. Va5 Kxc4 34. Fxc4 Vxc4 35. Vd8+ Ag8 36. Vxd6 e4 37. Ke1 Vd4+ 38. Sh1 Fe5 39. Vc5 e3 40. Vxd4 Fxd4 41. d6 Af6 42. g4 Axc4 43. d7 Fb6 44. Sg2 Sg7 45. Kd1 Fd8 46. Kd4 Af6 0-1

Timman, J-Anand, V ECO "E42"

1. d4 Af6 2. c4 e6 3. Ac3 Fb4 4. e3 c5 5. Age2 cxd4 6. exd4 O-O 7. a3 Fe7 8. Af4 d5 9. cxd5 Axd5 10. Acxd5 exd5 11. Fd3 Ac6 12. O-O Ff6 13. Fe3 g6 14. Ke1 Fg7 15. Fb1 Ae7 16. Ke1 Ke8 17. Vf3 Vb6 18. b4 Fe6 19. h4 Fd7 20. Fa2 Fe6 21. Axd5 Axd5 22. Fxd5 Fxd5 23. Vxd5 Kad8 24. Vc5 Va6 25. Fg5 Kxe1+ 26. Kxe1 Fxd4 27. Vc7 Kf8 28. Fe3 Fxe3 29. Kxe3 h5 30. g3 b5 31. Kf3 Sg7 32. Sg2 Sg8 33. Sh2 Sg7 34. Sg1 Sg8 35. Sg2 Sg7 36. Kc3 Ke8 37. Kf3 Kf8 38. Sh2 Sg8 39. Kc3 Ke8 40. Vc6 Vxc6 41. Kxc6 Ke6 42. Kxe6 1/2-1/2

Leko, P-Morozevich, A ECO "B33"

1. e4 c5 2. Af3 Ac6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Vb6 5. Ab3 Af6 6. Ac3 e6 7. Fd3 d6 8. f4 Fe7 9. Vf3 Ab4 10. Fe3 Axd3+ 11. cxd3 Va6 12. O-O O-O 13. e5 Ad7 14. d4 Ab6 15. exd6 Fxd6 16. Ac5 Va5 17. Kfe1 Ac4 18. A3e4 Axe3 19. Axd6 Ad5 20. f5 b6 21. Ab3 Vb4 22. Axc8 Kaxe8 23. Kxc8 Kxc8 24. fxe6 fxe6 25. Ve4 Ke8 26. Kc1 h6 27. h3 Vd6 28. Kf1 a5 29. a3 Vg3 30. Ad2 Ve3+ 31. Vxe3 Axe3 1/2-1/2

Kramnik, V-Adams, Mi ECO "E11"

1. d4 Af6 2. Af3 e6 3. c4 b6 4. g3 Fa6 5. b3 Fb4+ 6. Fd2 Fe7 7. Fg2 c6 8. O-O d5 9. Vc2 O-O 10. Kd1 Abd7 11. Ff4 Kc8 12. Ac3 c5 13.

cxd5 Axd5 14. Axd5 exd5 15. dxc5 Kxc5 16. Vd2 Af6 17. Fe5 Vd7 18. Fd4 Kc7 19. Kac1 Kxc1 20. Kxc1 Kc8 21. Ae5 Ve6 22. Kxc8+ Vxc8 23. Ad3 Ae4 24. Vb2 Fxd3 25. exd3 Af6 26. h3 h6 27. b4 Ve6 28. Vc3 Ae8 29. a4 Ff6 30. Sh2 Vd7 31. a5 Sh7 32. Fxf6 Axf6 33. Ve5 Vd8 34. a6 Sg8 35. d4 b5 36. Ff3 Sg8 37. Sg2 Sg8 38. h4 Vb6 39. Fxd5 Axd5 40. Vxd5 Vxa6 41. Vd7 Vg6 42. Ve8+ Sh7 43. d5 a5 44. bxa5 b4 45. d6 b3 46. d7 Vc6+ 47. Sh2 Vf3 48. Ve1 Vd3 49. a6 1-0

Piket, Je-Kasparov, G ECO "D97"

1. d4 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 d5 4. Af3 Fg7 5. Vb3 dxc4 6. Vxc4 O-O 7. e4 Aa6 8. Ff4 c5 9. d5 e6 10. d6 e5 11. Fxe5 Ab4 12. Kd1 Fe6 13. Vxc5 Ac2+ 14. Sd2 Ad7 15. Vc7 Axe5 16. Vxd8 Kaxd8 17. Sxc2 Ag4 18. Kd2 Fh6 19. Ke2 Kxd6 20. h3 Af6 21. g4 Ad7 22. e5 Kb6 23. Ad4 Ac5 24. b3 Kd8 25. Axe6 Axe6 26. Ke4 Ke6 27. Fe4 a6 28. Kd1 Kde8 29. Kd6 Ac5 30. Kxc6 Kxc6 31. Kd4 b5 32. b4 bxc4 33. bxc5 Kxc5 34. f4 Ff8 35. Kd7 Ka5 36. g5 h6 37. h4 hxg5 38. hxg5 Fb4 39. Ad5 Kxa2+ 40. Sb1 Kd2 41. e6 fxe6 1/2-1/2

Polgar, Ju-Van Wely, L ECO "B92"

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. d4 cxd4 4. Axd4 Af6 5. Ac3 a6 6. Fe2 e5 7. Ab3 Fe7 8. f4 b5 9. Ff3 Fb7 10. fxe5 dxe5 11. Vxd8+ Fxd8 12. Ac5 Fe6 13. a4 Fa5 14. Fd2 Abd7 15. Axd7 Sxd7 16. O-O-O Se6 17. Khe1 h5 18. h4 Khc8 19. axb5 axb5 20. Ab1 Fxd2+ 21. Kxd2 b4 22. Ke3 g6 23. b3 Ad7 24. c3 Kab8 25. Kc2 Fa8 26. Ad2 bxc3 27. Kexc3 Kxc3 28. Kxc3 Kb4 29. Sc2 Af6 30. Ke3 Ae8 31. Ac4 Ae7 32. g4 Ab5 33. gxh5 Ad4+ 34. Sb2 Axf3 35. Kxf3 gxh5 36. Kf5 f6 37. Kxh5 Fxe4 38. Kh8 Kb7 39. Ke8+ Sd7 40. Kg8 Se6 41. Ke8+ Sd7 42. Kg8 Se6 1/2-1/2

Korchnoi, V-Kasparov, G ECO "D85"

1. d4 Af6 2. c4 g6 3. Ac3 d5 4. cxd5 Axd5 5. Fd2 Fg7 6. e4 Ab6 7. Fe3 O-O 8. Fe2 Ac6 9. Af3 Fg4 10. d5 Fxf3 11. gxf3 Aa5 12. Fd4 Vd6 13. Fxg7 Sxg7 14. f4 Vf6 15. Vd2 c6 16.

dx6 Kfd8 17. Ve3 Aac4 18. Vc5 Kac8 19. c7 Kd7 20. Fxc4 Kxc7 21. Vg5 Kxc4 22. Vxf6+ Sxf6 23. Kc1 Kcd4 24. b3 Kd3 25. Se2 Kd2+ 26. Sf3 K7d3+ 27. Sg2 e6 28. Khe1 Se7 29. f5 Ad7 30. fxe6 fxe6 31. Sf1 Ae5 32. Ke2 g5 33. Aa4 Kd1+ 34. Ke1 Kxe1+ 35. Sxe1 Kd7 36. Se2 Ad3 37. Kc3 Af4+ 38. Sf3 Sf6 39. Ac5 Kc7 40. h4 e5 41. hxg5+ Sxg5 42. Kc4 b5 43. Kc1 b4 44. Kc4 a5 45. Aa4 Kf7 46. Se3 Ag2+ 47. Se2 Af4+ 48. Se3 h5 49. Kc5 Ag2+ 50. Se2 h4 51. Kxe5+ Sg4 52. Ke8 Af4+ 53. Se3 h3 54. f3+ Sh4 0-1

Lputian, S-Timman, J ECO "A34"

1. Af3 Af6 2. c4 c5 3. Ac3 d5 4. cxd5 Axd5 5. g3 Ac6 6. Fg2 g6 7. Va4 Fg7 8. Ag5 e6 9. Age4 Ab6 10. Vb5 O-O 11. Axc5 Ad4 12. Vd3 Ve7 13. Ab3 e5 14. O-O Fe6 15. Vb1 Kfe8 16. d3 Kxc3 17. bxc3 Axe2+ 18. Sh1 Axc3 19. Vc2 Kc8 20. Vd2 e4 21. d4 Ab5 22. Vg5 Ve8 23. Fe3 f5 24. Vh4 Fd5 25. g4 Ad6 26. Vg3 Abc4 27. Ff4 Ve7 28. Kac1 Kf8 29. Kfe1 g5 30. Fxd6 Axd6 31. gxf5 Kxf5 32. Kc2 Kf4 33. Kcc1 h6 34. Vc3 Ac4 35. Ad2 b5 36. Axc4 Fxc4 37. a4 a6 38. axb5 axb5 29. Ve3 Vd6 40. Kd2 Ff6 41. Ka1 Fd8 42. Ka7 Fc7 43. Vh3 Kf7 44. Kd1 Sg7 45. d5 Fd3 46. Vg3 Vb6 47. Ve3 b4 48. Vxb6 Fxb6 49. Kxf7+ Sxf7 50. Ff1 Fe2 51. Kd2 b3 52. Fc4 e3 53. d6+ Sff6 54. fxe3 Fe4+ 55. Kg2 b2 56. Fa2 Fxe3 57. h4 g4 58. d7 Se7 59. Sh2 Ff4+ 60. Sg1 Fxg2 61. Sxg2 h5 0-1

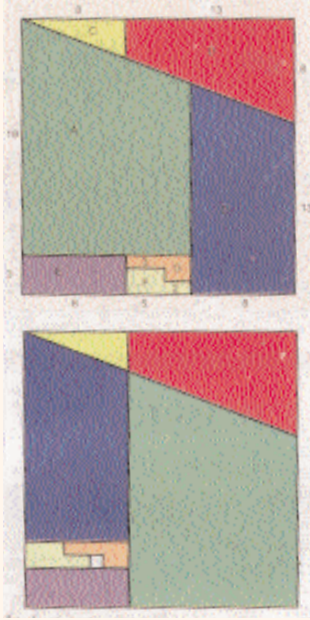
Van Wely, L-Korchnoi, V ECO "D20"

1. d4 d5 2. c4 dxc4 3. e4 Af6 4. e5 Ad5 5. Fxc4 Ab6 6. Fb3 Ac6 7. Ae2 Ff5 8. Abc3 e6 9. a3 Vd7 10. O-O O-O-O 11. Fe3 h5 12. Vc1 f6 13. Kd1 Vf7 14. exf6 gxf6 15. d5 exd5 16. Af4 Sb8 17. Axd5 Fd6 18. Fa2 Vg7 19. Axb6 axb6 20. Ae6 Fxe6 21. Fxe6 Ve7 22. Fd5 Ae5 23. h3 c6 24. Fe4 Fe5 25. Vc3 Sa7 26. b3 h4 27. a4 Fxe3 28. Vxe3 Vc5 29. Vxc5 bxc5 30. f4 Af7 31. Fg6 Ad6 32. Kac1 Khg8 33. Fh5 Ae4 34. Ff7 Kxd1+ 35. Kxd1 Kg7 36. Fe6 Ke7 37. Fc4 Sb6 38. f5 Sa5 39. Ke1 Ke8 40. Fd3 Ad6 41. Ke6 Kd8 42. Kxf6 Sb4 43. Ke6 Sxb3 44. f6 c4 45. Fg6 c3 46. a5 c5 47. g4 hxg3 48. h4 c4 49. Ke2 Kf8 50. Ke6 Ab5 51. Kb6 Sb4 52. h5 Sxa5 53. Kxb7 Ad4 54. h6 Af3+ 55. Sf1 g2+ 0-1

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Fibonacci'nin Şaşırtıcı Karesi



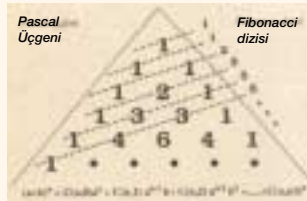
Fibonacci sayı dizisi şöyledir: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34,... Her sayı kendinden önceki iki sayının toplamıdır. Üstte kenarı 21 olan bir kare görüyorsunuz. Kare 7 parçadan oluşmuş: A, B, C, D, E, F ve G. Parçaların kenarlarına uzunlukları yazılmış. Görüldüğü gibi uzunlukların herbiri bir Fibonacci sayısıdır. Alt şekilde A, D, F ve G parçaları, aynı ölçülerde kalmakla beraber, yer değiştirmiş... Şaşılabilecek şey: Üst şekilde olmayan küçük beyaz bir kare belirmiş. Söylenildiğine göre Matematik İlahları ve İlaheleri, pencereden bakıp şaşırın insanlara gülerlermiş. Nasıl oluyor bu iş?

İki Yerine Üç Ceset

O gece Lord Hastings Kimberley'in şatosunda cinayet işlenmişti. Villaya ustalıkla giren caniler, Lord'un iki konukunu boğarak öldürmüşlerdi. Öldürülen bir baba-oğuldu. Caniler, cesetleri sessizce daha önce getirdikleri tabutlara koymuşlar, onları beraberlerinde getirdikleri cenaze arabasına yüklemişler ve son hızla uzaklaşmışlardı oradan. Olayın tek bir görgü tanı-

ğı vardı: şatonun en üst kulelerinden birinden cesetlerin tabutlara konulduğunu gören, fakat korkudan dili tutulduğu için bağırabilen ve yerinde donup kalan yarım akıllı uşak Chester Lincoln. Olaya Sherlock Holmes el koydu. Uşak durmadan şu ifadeyi tekrarlıyordu: "Tabutların birinin içinde 1, diğerinin içinde 2 ölü vardı". Bu, 3 ölü yapıyordu; oysa ortadan kaybolan 2 kişiydi. Kimse buna bir çözüm bulamıyordu. Görgü tanığına inanmak zorundaydılar. Biraz geri zekâlı olsa da olayı yalnız o görmüştü ve ifadesini yeminlerle tekrarlıyordu. Acaba şatoya gece meçhul biri mi girmişti? Yoksa caniler üç kişi gelip de tartışma çıkınca içlerinden birini mi vurmuşlardı? Dr. Watson'un kafası altüst olmuştu; bir yatıştırıcı hâpı yuttu. Holmes ise irili ufaklı pipolarını dizdiği sedef kutuyla oynuyordu. Birden ayağa kalktı ve "buldum" dedi. Holmes neyi bulmuştu?

Pascal Üçgeni Fibonacci Dizisi ve Binom Katsayıları



Pascal üçgeni şöyle elde edilir: Her sayı kuzeydoğu ve kuzeybatısındaki terimlerin toplamıdır; örneğin $3=1+2$, $4=1+3$, $6=3+3$ vb. Pascal üçgeninin yatay sıraları, binom (ikiterimli) parantezlerin n. kuvvetinin açılımlarındaki katsayılarıdır:

$$\begin{aligned}(a+b)^0 &= 1 \\ (a+b)^1 &= 1a + 1b \\ (a+b)^2 &= 1a^2 + 2ab + 1b^2 \\ (a+b)^3 &= 1a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + 1b^3\end{aligned}$$

$$\begin{array}{cccc}1 & & & \\1 & 1 & & \\1 & 2 & 1 & \\1 & 3 & 3 & 1\end{array}$$

Binom katsayıları şöyle de bulunur: Her katsayı a'nın üstüyle çarpılıp terim sırasına bölünerek bir sonraki terimin katsayısı elde edilir: $(a+b)^3 = 1a^3 + ((3.1)/1)a^2b + ((3.2)/2)ab^2 + ((3.1)/3)b^3$. (Yani $a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$; a'nın üsleri 3, 2, 1, 0 ve b'nin üsleri 0, 1, 2, 3 olarak gider). Binom katsayılarının toplamı $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, \dots$ diye gider: $1=2^0, 1+1=2^1, 1+2+1=2^2, 1+3+3+1=2^3$ vb. Pascal üçgenindeki sayıları çapraz olarak toplarsak Fibonacci dizisini elde ederiz. 1, 1, 2, 3, 5, 8,... Her terim kendisinden önceki iki terimin toplamıdır. (Yaşayan Matematik, T. Pappas, s. 29, 1993).

Bu Formül Neye Yarıyor?

$(p-1)! + 1$ sayısı p ile kalansız bölünürse p nasıl bir sayıdır?

Pisagor Üçlüleri

Kenarlarının uzunluğu tam sayı olan dik üçgenlerin kenarlarına Pisagor üçlüleri denir. Örneğin 3, 4, 5 bir Pisagor üçlüsüdür. 3 bir üçgen sayı, 4 bir kare sayıdır ve ikisi için de $n=2$ dir. Üçgen sayı formülü: $n(n+1)/2$. Kare formülü: n^2 . $n=2$ için üçgen sayı $2.3/2=3$ ve kare sayı $2^2=4$. (Üçgen sayıların tanımı: 1'den n'e kadar olan sayıların toplamı olan sayı n. üçgen sayıdır. $1, 1+2=3, 1+2+3=6, 1+2+3+4=10, 1+2+3+4+5=15, \dots$ gibi. Üçgen sayı denmesinin nedeni şudur: Her kenarı tam n dairenin yanyana getirilmesiyle oluşturulan bir eşkenar üçgen içindeki dairelerin sayısı n. üçgen sayıyı verir. Örneğin her kenarında 4 daire olan bir eşkenar üçgende 4. üçgen sayı kadar, yani $1+2+3+4=10$ daire vardır; en alt sırada 4, bir üstündeki sırada 3, bir sonraki sırada 2 ve tepede 1 daire bulunur). Sorumuz şu: 3, 4, 5'e benzer öyle bir Pisagor üçlüsü bulunuz ki kenarlardan biri

yine bir üçgen sayı ve biri de aynı dereceden bir kare olsun; yani hem üçgen sayı, hem de kare sayı için n aynı olsun.

Eşit Alanlı Diküçgenler

Alanları eşit 3 Pisagor üçgeninin (her kenarı tam sayı olan diküçgenler) kenarlarını bulunuz.

Sherlock Holmes ve Kasa

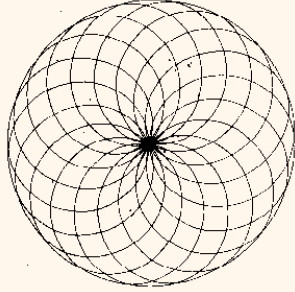
İş adamı Steiner Hard birinci kasasının şifresini $x^3 + y^3 + z^3 = 81$ olarak saptamıştı (x, y ve z pozitif sayılar). İkinci kasasının şifresi ise bu koşullarda $(x+y+z)$ ifadesinin alabileceği en büyük değerd. Bir gün iş adamı evde yokken ikinci kasa açılıp soyuldu. Yalanan sarhoş bir şüpheli suçunu itiraf etti; ikinci kasayı şifre olarak 19 rakamını vererek açmıştı. Holmes, ünlü piposundan halkalar savurarak ve Baker Street'de yanan havagazı lambalarının ışığında devleşen insan gölgelerine bakarak dostu Dr. Watson'a sordu: "Watson, bir hastalığın belirtileri diğerine çok benzerse ne olur?". Dr. Watson "Olan hastaya olur dostum. Teşhisin yanlış olma olasılığı artar". Holmes "Peki, ya doktor işinin kompetanı ise?". Dr. Watson "O zaman da olan hastalığa olur." Bundan sonra Holmes, Paris'te tatil yapmakta olan iş adamını bir sabıkalıyla suç ortağı olarak kendi kasasını soydurup sigortadan para aldığı için tutuklattı. Bunu nasıl anlamıştı?

Bir Buluşma

Cin Ruhi ile Sonsuz Solen sonbaharın güzelliğini birlikte seyretmek için bir ormanda buluşmaya karar verdiler. Ormanın karşıt kenarlarından girip düz bir yol üzerinde birbirlerine doğru yürüyeceklerdi. Ruhi saatte 3 km, Solen ise saatte 2 km hızla yürüyorlardı. Buluşmalarına 2 dakika kala deşet verici bir fırtına başla-

dı. Acaba bu sırada Ruhi ile Solen'in arasındaki uzaklık neydi? Koşarak birbirlerine kavuşabilirler miydi?

İlginç Eğriler



Bu Amerikalı matematikçi M.R.E. Moritz tarafından bulunmuş 38. dereceden bir süs eğrisidir. Polar denklemi:

$$\rho = \cos \frac{9}{10} \theta$$

Kartezyen denklemi:

$$R^9 (512R^5 - 1280R^4 + 1120R^3 - 40R^2 + 50R - 1)^2 - X^2 = 0$$

$$R = x^2 + y^2$$

$$X = x^9 - 3^6 x^7 y^2 + 12^6 x^5 y^4 - 84 x^3 y^6 + 9 x y^8$$

Diküçgen ve Kare

Öyle bir diküçgen bulunuz ki alanı hesaplandığında elde edilen sayı bir kare olsun.

Kaç Tane Diküçgen

a) Verilen bir A doğal sayısı, kaç primitif Pisagor diküçgeninin kenarı olabilir? (Primitif diküçgenden kenarları aralarında asal olan, yani kenarlarının ortak böleni bulunmayan diküçgeni anlıyoruz). b) Kaç primitif ya da primitif olmayan Pisagor üçgeninin kenarı olabilir?

Hipotenüs'ün Esrarı

Her sayı bir Pisagor dik üçgeninin hipotenüsü olabilir mi, olamazsa hangi sayılar hipotenüs olabilir? Bir hipotenüs üzerine kaç Pisagor üçgeni (x, y ve z doğal sayılar olmak üzere $x^2 + y^2 = z^2$) çizilebilir?

Torbadaki Yılanlar

Bir torbada zehirli ya da zehirsiz bir yılan vardır. Torbaya zehirsiz bir yılan atıyorum. Şimdi torbada iki yılan var. Torbadan zehirsiz bir yılan ka-

çıyor. Torbada kalan yılanın zehirli olması olasılığı nedir?

Paralelkenar

Aynı düzlem üzerinde n paralel çizgi m paralel çizgiyi kesiyor. Toplam kaç paralelkenar oluşur?

Borel Paradoksu

1899'da ünlü Fransız matematikçi, filozof ve siyaset bilimcisi Emile Borel (1871-1956) kendi adıyla anılan şu ünlü paradoksu buldu. "Bir çember içine rastgele bir kiriş çizilsin. Bu kirişin uzunluğunun bu daire içine çizilen bir eşkenar üçgenin kenarından daha uzun olma olasılığı nedir?"

Mısır Piramidinin Esrarı



Mısır piramitlerinden biri özel bir hesaplama yapılmış. Piramidin üçgen biçimi yanal yüzleri şu ölçülere uymaktadır: En üst sırada 1 taş, ikinci sırada 2+3 taş, üçüncü sırada 4+5+6 taş, dördüncü sırada 7+8+9+10 taş... var. 100. sıradaki taş sayısı kadar yıl sonra, Firavun Tutankamon'un dirilip Mısır'a döneceğine inanılıyormuş. Tutankamon kaç yıl sonra dirilebilir?

Zarif Eşitsizlikler

1) Negatif olmayan x_1, x_2, x_3 sayılarının toplamı 1 ise, kanıtlayınız ki:

$$x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_3 x_1 \leq 1/3$$

2) Negatif olmayan x_1, x_2, x_3 ve x_4 sayılarının toplamı 1 ise, kanıtlayınız ki

$$x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_3 x_4 + x_4 x_1 \leq 1/4$$

Şah ve At

Bir satranç tahtasında iki at var. Bu atlardan birinin olduğu kareden diğerinin olduğu kareye tam 4 sıçrayışta varılıyor. Bir şah, bu atlardan birinin olduğu kareden diğerinin olduğu kareye en az kaç hamlede gider? (İyi düşünün!).

Hangi Sayı Gelmeli?

Buradaki soru işareti yerine hangi sayı gelmelidir: a)

		1			
	1		1		
	1	3	1		
1	5	5	1		
1	7	13	7	1	
1	9	25	25	9	1
1	11	?	63	?	11

b) 1 ; 2 ; 6 ; 12 ; 60 ; 60 ; 420 ; 840 ; ?

c) 1 ; 2 ; 4 ; 8 ; 16 ; 31 ; ?

d) 1 ; 11 ; 21 ; 1211 ; 111221 ; 312211 ; 13112221 ; 1113213211 ; ?

e) 0 ; 01 ; 0110 ; 01101001 ; 0110100110010110 ; ?

Keşiş Suçlu Mu?

Ortaçağ'da bir manastırda bir keşiş canı sıkılınca sık sık şarap mahzenine iniyor ve şarap içiyordu. Başkeşiş olayı öğrenince keşişe ne kadar şarap içtiğini sordu. Keşiş şöyle cevap verdi: "Mahzende 100 litrelik bir şarap fıçısı vardı ve tarih 1 Haziran 1250 idi. Ben 1 Haziran'dan 30 Haziran 1250 akşamına kadar her gün 1 litre şarap içtim. Ama ne kadar şarap içtiğimi bilmiyorum. Siz bana söyler misiniz?" Başkeşiş fena halde kızdı: "Vay küstah! Beni imtihan mı ediyorsun? Tabii ki 30 litre." Keşiş "Hayır, hayır" dedi; "ben içtiğim her litre şarap yerine fıçıya 1 litre su koyuyordum". Başkeşiş sıkıntıdan kafasını kaşındı; iş çatallanmıştı. Bu hesabı dünyada yapamazdı. Buna rağmen kuralı açıkladı: "1 ayda 25 litre şarap içmeye hakkın var. Eğer 25 litreden fazla şarap içmişsen suçlu sayılacak ve yargılanacaksın". Keşiş kaç litre şarap içmişti?

Bavula Sığmayan Olta

Cin Ruhi tatilde balık tutmak için Fransa'nın Atlantik kıyısındaki güzel balıkçı köyü Marienbad'a gitti. Ancak dönüşte bir sorunla karşılaştı. Fransa Demiryolları, 3 metre-den uzun hiçbir eşyayı kabul etmiyordu. Ruhi'nin oltası ise 4 metre boyundaydı. Cin Ruhi aldırmadı; çarşıya gidip bir dükkâncıyla biraz bir şeyler konuştu. Sonra oltasını kırma-

dan ve bükmeden bagaja verip kompartmana kuruldu. Bunu nasıl başarmıştı?

Yer Değiştirme

Sınıfta 28 öğrenci var. Öğrenciler 14 sırada ikişer ikişer oturuyorlar. Öğretmen her ayın ilk günü öğrencilerin yerini değiştiriyor; öyle ki hiçbir öğrenci daha önce oturduğu eşle birlikte oturmuyor. Böyle bir yer değiştirme en çok kaç ay sürebilir?

Şeytanın Küpü

Şeytan özel bir küp yaptı. Bu küpün on iki kenarından herbirine farklı bir tamsayı yazdı. Bu küpün şu iki özelliği vardı: a) Sekiz köşenin herbirinde, o köşeye gelen üç kenarın toplamı aynıydı. b) Altı kare yüzün herbirinde dört kenarın toplamı aynıydı. Kenarlara yazılmış en küçük sayıları bulunuz.

Evin Numarası



Cin Ruhi ve Deli Ruhiye nasılsa aynı binada farklı dairelerde yaşıyorlar. Ruhi, daire numarasını soran Ruhiye'ye şu yanıtı verdi: "İki haneli ab gibi bir sayı. a ile b 'nin toplamına a ile b 'nin farkının karesini eklersen yine ab 'yi elde ediyorsun. Bil bakalım ben kaç numaradayım?" Cevabı Deli Ruhiye'den önce Kafaboş verince Ruhiye ağlamaya başladı. Cin Ruhi ona Bilim ve Teknik'in son sayısını hediye edince ağlamayı kesti.

Dört Nokta

Bir düzlemde A, B, C ve D noktaları verilmiş. Kenarları bu noktalardan geçen dikdörtgenlerin merkezlerinin geometrik yerlerini bulunuz.

Geçen Ayın Çözümleri

Diküçgenlerde 10 Kuralı

$N=p^2q$ (p ve q tek asal sayılar) ve $N=16p$ (p tek asal sayı) şeklindeki doğal sayılar, tam 10 Pisagor üçgeninin kenarı olabilir. Örneğin 48=16.3, 135=3³.5, 80=16.5 doğal sayıların herbiri 10 Pisagor üçgeninin kenarı olabilir. 48 ve 135, asal çarpan olarak 3 içerdiklerinden (4x-1 şeklinde asal çarpan) hipotenüs olamazlar. 80=16.5'de ise 5, 4x+1 şeklinde olduğundan, 80 sayılı tek bir Pisagor üçgeninin (48,64,80 tripleti) hipotenüsü olabilir. İspatı uzun olduğundan burada yer veremiyoruz.

Bir Başka Dünyadan

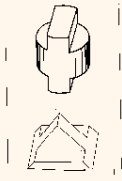
Bu şekillerin hiçbirisi gerçek dünyada varolmaz. Ressamın hayalinden doğmuşlar. Üçlü çatalda kahverengi ve sarı parça arasında boşluk yok; yeşil madde devam ediyor. Tek yarı yeşil ve kahverengi parçalar arasında; o zaman iki uç olması gerekir; oysa üç uç var. Sağdaki şekilde soldan üçüncü düşey tahta, en üst ve arka yataya böyle çıkılmaz. Nasıl sürrealist şiir, resim ve heykel varsa, bunlar nasıl tamamen anlamsızsa, bu şekiller de sürrealist. Gerçek varken ve son derece önemliyken insanlar neden gerçeküstüyle uğraşıyorlar dersiniz? Olsa olsa gerçeklerin yüzeye çıkmasını engellemek için.



Hangi Renk Daha Fazla?

Dokuzgene birbirine paralel üç yeni köşegen çizdik. 13 üçgen oluştu. Alanları eşit, renkleri farklı üçgenlere aynı numaraları verdik: 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. 13 tek kaldı. O halde kırmızı>beyaz.

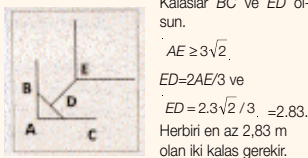
Tıpa



Ejderin Bir Haftası



Köprü



Kalalar BC ve ED olsun.
 $AE \geq 3\sqrt{2}$.
 $ED = 2AE/3$ ve
 $ED = 2.3\sqrt{2}/3 \approx 2.83$.
Herbiri en az 2,83 m olan iki kalas gerekir.

Bisiklet İzi



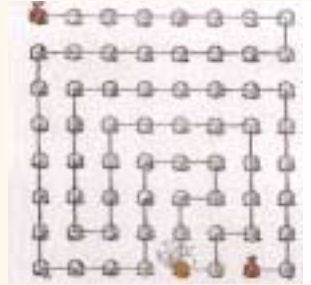
Bisikletin arka tekeri sabit, ön tekeri hareketlidir. Bu nedenle daha kıvrımlı yol (ince yol) ön tekerin, daha az kıvrımlı yol (kalın yol) arka tekerindir. Arka teker daima ön tekerin toprakla temas ettiği noktaya yöneliktir. Arka teker izinin her noktasının

teğeti ön teker eğrisine doğrudur ve bisikletin uzunluğu sabit olduğundan bu teğetin ön teker eğrisini kestiği noktalar arasındaki uzaklık (x) sabittir. Bisikletin soldan sağa gittiğini düşünersek, bu söylediklerimiz gerçekleştiremez. Bisiklet sağdan sola gitmektedir. Bisiklet düz bir çizgi, bir çember veya bir yay üzerinde hareket etseydi, onun yönünü belirleyemerdik.

Pudingleri Tatmak

Bunlar Nedir?

Bunlar dünyadan görüldüğü şekliyle sırasıyla



la Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün yörüngeleridir. Oysa genellikle gezegenlerin yörüngelerinin eliptik olduğunu düşünürüz.

Yok Olan Biyık

Resimde görünen biyık değil, bir sandalın uçlarıdır. Sandal sağa doğru gidince "biyık" kayboldu.

Bir Kartopu Savaşı

Her i çocuğunun ($1 \leq i \leq 15$) kendisine en yakın çocuğa uzaklığı d_i olsun. $d_{15} > d_{14}$ ise 15 No'lu çocuk isabet almaz. 14 No'lu çocuk kendine 15 No'lu çocuaktan daha yakın olan bir çocuğa kartopu atar. $d_{15} < d_{14}$ ise 15 Nolu çocuk kartopu yer. Kalan 13 çocuğa 15 numaranın mantığı ikiye ikiye uygulanırsa, 15 tek sayı olduğundan yalnız 1 çocuğun kartopu yemeden kalacağı anlaşılır.

16 çocuğusa her biri kartopu yer. Bunu şöyle düşünün: 16 çocuk 8 adet çift haline getirilsin ve çiftler birbirlerinden çok uzak olsun. Her çiftteki çocuk birbirini vurur; çünkü kendine en yakın olan çocuk karşısındakidir.

Cin Satrancı

Yazılan sayıların en küçüğü f olsun. f yazılı kareye ve komşu olan karelere a, b, c ve d yazılsın.

$f=1/4(a+b+c+d)$ veya $a+b+c+d=4f$. f en küçük sayı olduğundan af, bf, cf ve df . Bu eşitsizlikten birisi bile doğruysa $a+b+c+d > 4f$ olur ki çelişkidir. Ancak $a=f, b=f, c=f$ ve $d=f$ ise $a+b+c+d=4f$ gerçekleşir.

Kesişen Paraboller

Kesişen iki dairede $ZX^2 = ZP \cdot ZQ$ (ZPX ve ZXQ üçgenleri benzer). Aynı şekilde $ZY^2 = ZP \cdot ZQ$. O halde $ZX=ZY$.

Tangram

Düşenin Dostu Olmaz.



Perili Satranç

Toplamı diğer sıra ve sütunlara göre minimal olan bir yatay sıra alıp buna L diyelim. L 'deki 1'lerin sayısı k olsun. İlk olasılık vardır:

1) $k \geq 4$ 'dür. Her yatay sırada en az 4 tane 1 vardır. Tahtanın toplamı, 8 yatay sıra olduğundan $4 \times 8 = 32$ 'dir.

2) $k < 4$ 'dür. O zaman L yatay sırasında k tane 1 ve 8- k tane sıfır vardır. L 'nin sıfırından geçen bir düşey sütunu düşünelim. L 'nin toplamı k olduğundan (k tane 1 var) ve O 'dan geçen yatay sıra aynı O 'dan geçen düşey sütunun toplamı en az 8 olduğundan düşey sütunda 8- k tane 1 olmalıdır. $\{(8-k)+k\}=8$. Yatay sırada 8- k tane sıfır var ve her sıfır

dan geçen düşey sütunda 8- k tane 1 var. Yatay sıranın sıfırından geçen düşey sütunların toplamı $(8-k)(8-k)=(8-k)^2$ 'dir. Yatay sıranın sıfırından geçmeyen k düşey sütun vardır; bu sütunların herbirinde en az k tane 1 olmalıdır (çünkü L 'yi minimal aldık; hiçbir sütun veya sıra k 'dan az 1 içeremez). k düşey sütunun herbirinde k tane 1 var; toplam $k \cdot k = k^2$ eder.

Genel toplam $(8-k)^2 + k^2 = 2(32 - 8k + k^2) = 2[(k-4)^2 + 16]$. $k < 4$ olduğundan bu ifade daima 32'den büyük çıkar; yani toplam en az 32'dir.

Ruhi'nin Şakası

İki çözüm vardır: 1) $x=y=2$. 2) $x=2^5=32$ ve $y=2^4=16$. Denklemden hemen y^4 'ün çift olduğu görülüyor (sol taraf 2 ile çarpıldığından çift). $y=2m$ yazalım. $2x^3=16m^4$. Buradan x 'in de çift olduğu görülür. $x=2n$ koyalım. Denklem $n^3=m^4$ halini alır. Bir sayı hem 3., hem 4. kuvvette görülürse 12. kuvveti de olmalıdır: k^{12} . $n=k^4$ ve $m=k^3$. Bütün çözümler şunlardır:

$(x,y) = (2k^4, 2k^3)$; yani $x=2k^4$ iken $y=2k^3$. Kafaboş 1. çözümü geçerli saydı ve "mantıklarımız eşit senle Ruhi" dedi. 16 ve 32 sayıları hoşuna gitmemişti; Ruhi'nin yansı kadar mantıklı olmak onun kabul edilebileceği bir şey değildi. "Biz senle âdetâ zar attık; zarla tek sonuç olur" diyordu.

Işık Hızıyla Uzaya Girmek

Newton zamanının hep aynı hızda aktığını düşünmüştü. Einstein'dan önceki fizikçiler, ışık dalgalarının uzayda "eter" (esir) denilen ışıklı bir madde tarafından iletilildiğini sanıyorlardı; su veya havanın ses dalgalarını iletmesi gibi. Bu teoriye göre ışığın yönü değişince ışık hızının da değişmesi gerekiyordu. Fakat deneyler ışık hızının her yönde aynı olduğunu gösterdi. Einstein daha İsviçre Patent Bürosunda küçük bir memurken Sürelilik Teorisi'nin temellerini atmaya başlamıştı. Sürelilik'in getirdiği en büyük yeniliklerden biri şuydu: Hareket halindeki bir cismin o cismin dışındaki bir gözlemciye göre uzunluğu, kütlesi ve zaman akış hızı, cismin hızıyla orantılı olarak değişir. Şimdi sorularımıza geçelim: 1) Yakın bir gelecekte hızları ışık hızına çok yakın füzeler yapılabilecektir. Bugünkü füzele- rin ışık hızına erişmelerinin nedeni, bu hız erişilebilir için gereken yakıtın çok, çok fazla oluşudur.

2) Güneş Sistemimize en yakın yıldız 4 ışık yılı ve Samanyolu Galaksimizin çapı 100 000 ışık yılı olduğundan, gelecekte bu büyük mesafeleri aşmak ancak ışık hızına yakın bir hızla giden uzay araçlarıyla mümkün olacaktır. 3) Bir uzay cisminin hızı arttıkça onun içindeki zaman dışındaki zamana göre yavaşlar. Işık hızına yakın bir hızla giden bir uzay gemisinin içindeki bütün saatler son derece yavaşlayacaktır. Bu nedenle Samanyolu'nun öteki ucuna ışık hızıyla gidip gelmemiz, Dünya zamanı ile 100 000x2= 200 000 yıl, yani 2000 yüzyıl olacaktır. Işık hızıyla giden uzay gemisi içinde zaman yavaşlayacağından bu 2000 yüzyılda uzay gemisi içinde birkaç neslin ömrü kadar zaman geçmiş olacaktır. Uzayda çocuk yapma devam ederse, insanlar 3-4 nesil sonra Dünya'ya dönebilir; fakat bu sırada Dünya'da 2000 yüzyıl geçmiştir. Dönerken bıraktıklarından çok farklı bir uygarlıkla karşılaşacaktır. Bu 2000 yüzyıl sırasında bir felaket sonucu insanlık yok olmuş olabilir. Bilim kurgu yazarları böyle bir olasılığı işleyip duruyor. 4) Etik (ahlâk) açısından böyle bir yolculuğa karşı çıkarılar, şunu düşünüyorlar: Uzaydan dönen insanların hâli ne olacaktır? Bu insanlar delirebilir, öldürülebilir veya intihar edebilirler. Ayrıca geçen 2000 yüzyılda Dünya'da uzay hakkında, galaksi yolculuğundan dönenlerin anlatacağından çok daha fazla bilgi birikimi olabilir. O zaman bu yolculuk boşuna yapılmış olmayacak mıdır?

5) $L' = L \sqrt{1-v^2/c^2}$ formülüne göre hızla-

nan bir cismin rölatif (göreceli) boyu kısılır (L' =göreceli boy, L =gerçek boy, v =hız, c =ışık hızı). $v=c$ olduğunda cismin rölatif boyu (cismin, kendi dışındaki hareketli bir noktadan görülen boyu) sıfır olur. Hareket halindeki bir cismin rölatif boyu kısıldıkça kütlesi artar; $v=c$ olmasına iki büyük engel vardır: 1) $v=c$ olmasını sağlamak için gereken enerji sonsuzdur (bu, bir eğrinin altındaki alanı entegrele hesaplamakla kanıtlanabilir). 2) Rölatif boy kısıldıkça kütle artacak ve bu muazzam kütleyi daha fazla hızlandırmak olanaksızlaşacaktır. 6) Böyle ışık hızıyla giden bir geminin içinde nesillerin birbirini izlediğini düşünelim. Uzay gemisi, içinde

insan barındıran minyatür bir gök cismi halini almış gibidir. Fakat bu gemi böyle sonsuza kadar gide- mez. Eninde sonunda evren, ya sonsuza kadar genişleme veya büyük çökme ile karşılaşacaktır. Her iki hâlde de uzayda canlılar kalamayacaktır (ilkinde soğuma, ikincisinde ısınma sonucu). Kısacası insan nesli ne Dünya üzerinde ne de uzayda sonsuza kadar devam edebilir. 7) Teorik olarak ışık hızıyla çıkan bir yolculuktan dönüş olası değildir. Uzay gemisi içinde sıfıra yakın bir zaman geçerken, dıştaki Evren'de sonsuza yakın zaman geçmiş olacaktır. Bu ise insanın uzay-zamanı terketmesi demektir. Teoriye göre uzay-zaman "tek yönlü bir zar" gibidir; onu bir kere geçtik mi bir daha kendi Evren'imize dönmeyiz (ama başka Evrenler olabilir).

Kaosu Yakalamak

Video kamera imgeyi tekrar tekrar oluşturur. Biz bir hata oluşturduk: kamerayı eğik tutarak büyütme- yi 1/1'den farklı hale getirdik. Birkaç saniye içinde kamera imgeyi yüzlerce kere oluşturur; böylece hata hızla büyür. Birken hata son derece güzel bir görüntü verir (parmağınızı imgeye batırmaya çalışın, ne oldu?) Kameranın bir objedeki değişme- yi görmesiyle ekrana vermesi arasında bir an geçer. Bu zaman, imgenin imgesinde 2. imgenin imgesinin imgesinde 3 katına, vb. çıkar. Bu imgelerin üst-üste binmesi güzel bir dönmeye hareketi oluşturur. Mikrofon ve amplifikatör sistemlerindeki ani gıcırta- lara nedeni de budur; küçük sesler giderek büyür.

İrrasyonelle İniş

Bunun için Fermat'ın çok sevdiği ve isim babalığını yaptığı sonsuz iniş (infinite descent) yöntemini kullanacağız. Bir bu tümevarım yöntemidir. Problemın pozitif tam sayılarla çözümü olduğu gösterilir ve sonra bu çözüm- den, daha küçük sayılarla yeni bir çözüme gidilir; bu sonuncu daha küçük pozitif tam sayılarla mümkün izin verir vb. Pozitif tamsayılar sürekli azaltılamayacağından, başlangıç varsayımının yanlış olduğu anlaşılır; problem çözümsüzdür. Şimdi bunu $\sqrt{7}$ 'ye uygulayalım. $\sqrt{7} = m/n$, gibi rasyonel (kesir olarak ifade edilebilen) bir sayı olsun. $m, n \in$

N. Şimdi şunu kanıtlayalım: $\frac{7n-2m}{m-2n} = \sqrt{7}$

$m = n\sqrt{7}$, dir. Böylece

$$\frac{7n-2m}{m-2n} = \frac{7n-2n\sqrt{7}}{n\sqrt{7}-2n} = \frac{7-2\sqrt{7}}{\sqrt{7}-2} = \sqrt{7}$$

$\sqrt{7} = m/n$, 'den $2 < \sqrt{7} < 3$. (çünkü $4 < 7 < 9$

ve $2 < m/n < 3 \Rightarrow 2n < m < 3n$. Şimdi $m < 3n$ olduğundan $2(3n-m) > 0$ olur. O halde $7n-2m \in \mathbb{N}$. Fakat $m-2n < 3n-2n=n$. Demek ki $\sqrt{7} = m/n$ kesrini akla uygun olarak

$$\frac{7n-2m}{m-2n} = \sqrt{7}$$

$m-2n$, 'ye çevirdik. $m-2n < n$ bulduğumuzdan ilk kesrin paydası (m/n 'deki n) diğer kesrin paydasından ($m-2n$) büyüktür. Yani

$$\frac{7n-2m}{m-2n} = \sqrt{7}$$

$\sqrt{7} = m/n$, ve $\frac{7n-2m}{m-2n} = \sqrt{7}$ 'dir ve ikinci kesir birinciden küçüktür. Bu yöntemle kesirli küçültmeye devam edebiliriz, fakat bu küçültme bir süre sonra durur. Küçültme sınırlıdır. O

halde $\sqrt{7}$ rasyonel olamaz.

İki Dişli Çark

2 kere. Çünkü yaptığı hareket bileşik bir harekettir: hem dişli çarkın etrafında, hem de kendi merkezi etrafında dönmektedir. Aynı çaplı iki madeni paranın birini sabit tutup diğerine onun etrafında tam bir devir yaptırın. Para, sandığınız gibi kendi etrafında 1 kere değil, 2 kere döner. Benzer olarak iki dişli çarkın yançaplarının oranı n ise, büyük çark kendi etrafında 1 kere döndüğünde küçük çark kendi etrafında $n+1$ kere döner. Örneğin A dişli çarkının yançapı $R=100$ cm B dişli çarkının yançapı $r=10$ cm olsun. A bir kere dönerken, B 11 kere döner.

Kağıt Dantel

4 numara.

İlettikleriniz

Blimcilerin Türk Bilimi Hakkında Görüşleri

26 yaşında, edebiyatla uğraşan, aynı zamanda uzay çalışmalarını Bilim ve Teknik dergisinden izleyen biriyim. Günümüzde bilime ve bilim adamına dünya çapında gösterilen önem ortada; fakat ülkemiz standartlarında Türk bilimcilerine ve araştırmacılarına gereken önem verilmediği kanısındayım. Ama ülkemiz büyükleri, hemen her söylevinde bu konuya çok önem verdiklerini söylerler. Ancak, Avrupa'nın birçok ülkesinde buluşları yapan bilimci ve araştırmacılarının çoğu Türk. O halde ülkemizde bilim adamlarına gereken önem söylenildiği gibi verilmiyor. Bilimcilerimizin yurtdışına gitmeleri bunu göstermiyor mu?

Bu nedenle, Bilim ve Teknik derginizde, her ay, bir araştırmacının ülkemiz bilimi hakkındaki görüşlerini belirten bir sayfa açılmasını istiyorum.

A. Göksel Durmuş
Manisa

Yapacağımız Çok Şey Var

Akçaabat Anadolu Lisesi 1. sınıf öğrencisiyim. 15 yaşındayım. Derginizle bundan bir yıl önce tanıştım. Ne kadar hüznün verici! Daha önce neredeydim diyorum. Bilim ve teknolojiyi seviyorum. Nasıl anlatsam, küçük bir çocuk gibi her şeyi bilmek istiyorum. Derginizle tanışmadan önce bilim ve teknoloji hakkında konuşacağım, düşüncelerimi anlatacağım hiçbir arkadaşım olmadı. Ben de yalnızlığımı kendi başıma tatmin etmek için bu konuda yazılan haberleri okumakla, izlemekle işe başladım. Ama bu gazete eklerinden ve devamı gelmeyen belgesellerden öteye geçemedi. Sonunda Bilim ve Teknik dergisiyle tanıştım. Aman Allahım! Bilmek istediğim her şeyin yanıtını karşımda buldum. O gün bugün Bilim ve Teknik dergisinin sayılarını hiçbir ay kaçırmamaya çalıştım.

Hayalim astronomi-fizik okuyup Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi, NASA'da görev almak. Bilim tarihine Türk damgasını vurmak. Bu bazı insanlar için hayaldir. Çünkü bu bilim aşığı insanların barlarda harcayacak parası yoktur. Bu hayaller bilime ve öğrenmeye meraklı bizlere çok görülmemeli. Ama korkum hayallerin gerçekleşmemesidir. Bu sözleri belki de Türkiye'de yaşadığımız için söylemek zorunda kalıyoruz. Hantal bilim anlayışıyla, çaresiz bir döngüde bulunan ülkemizin bilime ve bilim adamına vereceği önem çok şeyler kazandıracaktır. Siyasete, saçma sapan davetlere ayrılacak paralarla, Türkiye'de şu anki gereksinimler nedeniyle komik görülen makam otomobillerinin benzin bütçesiyle bilime katkıda bulunulsa, herhalde Türkiye'nin içinde bulunmadığı bilimsel proje kalmaz.

Ülkemizdeki nüfusun çoğunluğunu gençler oluşturuyor, bu dinamik beyinler ve bilime açık meraklı kitlesi demektir. Biz bu potansiyeli uyuşturucularla yok edersek, göz göre göre 100 yıl daha geride kalmış oluruz. Ama hayat insana hiçbir zaman böyle cömert davranmaz. Bilime ve bilim adamına, hayata önem veren gerçekleri gören bir Türkiye'yi, yeni yüzyılda böyle başlangıçlarda görmek üzüntü verici değil mi?

Nice bin yıllara Tübitak, nice yıllara Bilim ve Teknik.

Yaşayacağımız geleceğe ve insanlığa adayacağımız çok şey var.

Yakup Yılmaz
Trabzon

Geleceğe Doğru Bilim ve Teknik

İzmir Buca Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, Matbaa Bölümü, 9. sınıfa gelmiş derginizden memnun bir öğrenciyim.

Tübitak'ın yarattığı dergiye 383. sayısından beri aboneyim; okuyorum ve bu dergiye aboneliğimden pişman değilim. Bu dergi, okuyanlarını geleceğe doğru aydınlatıp, niçin okuyorum deyip geçmeden okumasını sağlayan, kendisine çeken bir dergi; ben de bundan çok mutluyum.

Şimdiden bu dergiye ısındım bir sonraki sayının yolunu merakla gözlüyorum.

Derginizde en çok bilgisayar, gökyüzü ve fotoğrafları, biyoloji ve de depremle ilgili bölümlerinizi çok beğeniyorum. Çalışmalarınızın başarıyla devamını dilerim.

Umut N. Sönmez
Buca/İzmir

Posterlerde Fosfor Kullanım

Derginizi yaklaşık 3 yıldır izliyorum. Hepsisi olmasa da ilgimi çeken sayıların çoğunu aldım. Bilim ve Teknik dergisi-

nin bana kazandırdıklarının sadece bilim alanında değil, her yönden faydalı olduğuna inanıyorum. Ayrıca sınıf kütüphanesine her ay Bilim ve Teknik dergisi aldığımızı belirtiyim. Sınıfın bilgi seviyesinin günden güne arttığı bir gerçektir. Derginiz elden ele dolaşıyor.

Verdiğiniz posterleri çok beğeniyorum ve odamın her tarafına asıyorum; öyle ki odamın duvarı görülmaz oldu. Fakat posterlerin gökbilimle ilgili olanları fosforlu olursa, herkes tarafından daha büyük bir ilgiyle karşılanır; ben böyle düşünüyorum.

Bize çok şey öğrettığınız için size teşekkür ediyorum.

Muhammed Ali Çakmak
Konya

Gençleri Bilimle Tanıştırmak

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği ikinci sınıf öğrencisiyim. Derginizle tanışmam dört yıl önce annem sayesinde oldu Bu günü hayatımda bir dönüm noktası olarak nitelendirebilirim.

Bilimin hangi dalıyla ilgilenirse ilgilensin her bilim meraklısı için doyurucu bilgi içeren mükemmel bir kaynak. Derginizle ilk tanıştığım an bilim ve teknolojiye ne kadar uzak yaşadığımı fark ettim. Böyle bir dergiyle daha önce tanışmadığım için kendimi şanssız, daha da geç kalmadığım için şanslı hissediyorum. Arka-

Mektuplaşmak İsteyenler...

Edebiyat-Genel	İngilizce	Genel-Astroloji-Anatomi	Elektronik-Bilgisayar
Selma Çoban Karagöl Mah. Mezarlık Sok. No:22 Ardahan	Semiha Şentürk Birinci Cadde No:212 80820 Arnavutköy/İstanbul	Şevki Aliekborsoy Dumlupınar Yurdu 5. Blok Meşelik/Eskişehir	Özcan Bölük 50. P.A. Tnk. Tb. 2. Tnk. Bl. Güzelyurt/Kıbrıs
Bilgisayar-Madencilik	Gözde Özçelik	Uzay	Endüstri- İngilizce-Matematik-Fizik
Ersin Yüceyurt Topçu Atgım. 108. Topçu Alayı Malazgirt/Muş	Mecidiye Mah. Sarıbal Sk. 414 80840 Ortaköy/İstanbul	Demet Büyük Atatürk Mah. Çağdaş Sk. 80 Evler A1 Blok K:2 D:4 52300 Ünye/Ordu	Gülbahar Hatun Mah. Plevne Cad. Plevne Ortaokulu Karşısı Levent Apt. No:9 60100 Tokat
Astronomi	Demet Büyük	Edebiyat-Uzay	Şiir
Sena Almacioğlu Milli Egemenlik Mah. Güceylioğlu Sk. Almacioğlu Apt. No:3/5 Gaziantep	Atatürk Mah. Çağdaş Sk. 80 Evler A1 Blok K:2 D:4 52300 Ünye/Ordu	A. Göksel Durmuş Kapalı Cezaevi K.20 45020 Manisa	Demet Büyük Atatürk Mah. Çağdaş Sk. 80 Evler A1 Blok K:2 D:4 52300 Ünye/Ordu
		Salih Biyık Kapalı Cezaevi K.20 45020 Manisa	

daşlarıma ve çevremdeki insanlara özellikle çocuklara elimden geldiğince Bilim ve Teknik dergisini tanıtmaya çalıştım ve çalışıyorum. İnanıyorum ki gençlerimiz yönlendirildikleri her alanda başarılı olacaktır. Önemli olan ve bizlere düşen gençleri bilimle tanıştırmak ve sistemin ezberci yönteminden uzak, araştırmacı bir kimliğe kavuşturmaktır.

Yeteneklerin ve merakın bilgiyle buluşması yolunda Bilim ve Teknik dergisine başarılar diliyorum.

Derya Akçakaya
Tokat

Bilime Doğru Işık

Öncelikle siz Bilim ve Teknik dergisi çalışanları, bilim için verdiğiniz uğraştan dolayı dergimizin hayranları adına hepimize teşekkür ederim.

Nurettin Karaoğuz Vakfı Anadolu Lisesi son sınıf matematik-fen öğrencisiyim. Bilim ve Teknik dergisini 364. sayıdan itibaren izliyorum ve her satırını sıkılmadan zevkle okuyorum.

Bilimsel konular birçok arkadaşım gibi benim de çok ilgi mi çekiyor. Fakat yaşadığım çevrede hiçbir bilimsel etkinlik ve kuruluş bulunmadığı için bu merakımı sadece okuyarak geçirmeye çalışıyorum. Büyüklerimizin (yanlış anlaşılmasın bazıları hariç) bilime olan ilgisizliği ve kayıtsızlığı benim gibi birçok gencin ilgisinin kısıtlanmasına ve öğrenilenlerin sadece sözde kalmasına neden oluyor. Eminim ki olanaklar sunulsa aramızdan nice bilim adamları çıkacaktır. Bilime uğraş veren insanların ve siz dergi çalışanlarının bu karanlık yolda, bizlere bilime doğru ışık tutmanız çok güzel. İnanıyorum ki bilim aşığı insanların sayısı gün geçtikçe artıyor.

Tüm gerçekler ortada olduğu için dergimizi övme gereğini duymuyor insanlara bir şeyler kazandırdığınız oranda başarılı olduğunuza inanıyorum (tebrikler). Eleştirdiğim tek nokta ise gökbilime oldukça fazla yer ayırmazsınız. Bunu biraz azaltarak, daha başka konulara yer verirsiniz daha iyi olacağına inanıyorum.

Benim hayalimdeki tek şey “doktor” olmak. Dergide tıp hakkında daha geniş bilgi verirsiniz hatta Gökyüzü gibi bir de Tıp sayfası açarsanız ve de insan anatomisi vb. posterler yayımlarsanız çok sevinirim. Tüm bilimseverlere selamlar.

Selda Yurdakul
Ankara

Bilim Bir Sanattır

Eskişehir Subay Orduevi Müdürlüğü'nde vatani görevimi yerine getirmekteyim. Derginiz Bilim ve Teknik'i son 5 sayıdır izliyorum. Derginizle daha önceden tanışmak istedim. Çünkü ele aldığınız konular, deneyler, gözlemler, problemler, okuyucu ve satranç köşenizle mükemmel bir dergi oluşturmuşsunuz. Ayrıca okuyucularınızdan gelen düşünce, kuram, eleştiri ve de tebrik mesajlarını yayımlamanız kalitenizin bir eseridir. Sizi çalışmalarınızdan dolayı tebrik eder, başarılarınızın devamını dilerim. Derginizde olmasını istediğim birkaç şeyi sizlere iletiyorum: Makalelerde ve açıklamalarda yabancı olduğumuz birçok kesözcük var. Bunları derginizin sonunda açıklamanızı istiyorum. Ayrıca derginizde bir teori köşesi oluşturulmasının okuyucularınızdan, yani bizlerden gelen düşünce ve de teorilere, o konu hakkındaki uzmanlarla yanıt verilmesinin, okuyucunun bilimsel düşünce sisteminin boş bir heves uğruna geçirilmesini önleyeceği kanısındayım. “Bilim bir sanattır. Bunun için de herkes bir sanatkârdır. Herkes bildiği ya da bildiğini sandığı konu üzerinde söz hakkına sahiptir. Sahip olamadığı tek şey bilinmeyenin sırrıdır. Bunun çözücüsü de yine bilimdir.” Kısaca bilim her şeydir. Bilim Teknik'i oluşturan ekibiniz ise gerçek sanatkârdır.

Ramazan Göktaş
Eskişehir

Bilim ve Teknik Kapalı Bir Kutu!

Ben aslen sosyal bilimci olduğum halde, fen bilimlerine de ilgi duyuyorum.

Derginiz lisanüstü ve doktora üstü bir dergi. Bu haliyle

ilk ve ortaöğrenim düzeyindekiler için kapalı kutu görünümünde. Yani ilk ve ortaöğrenim düzeyindeki okuyucuya bir şey vermiyor. Bu sadece Bilim ve Teknik'te değil diğer kültür dergilerinde de gözlenmektedir. Bu da bize Türkiye'de ilk ve ortaöğrenim düzeyindekiler için bilim ve kültür dergilerinin olmadığı sonucunu vermektedir. Haliyle bilimsel merakı olanlar bilimsel merakını giderememiş oluyor.

Herkes gibi benim de tabii ki bazı bilimsel meraklarım var. Örneğin bugün öğrenci olan hocama: Bir hafta 7 gün değil de 10 gün olsa, bir ay 30 gün değil de 50 gün olsa, bir yıl 12 ay değil de 18 ya da 20 ay olsa ne olur diye sorarım.

Daha çok bilim ve kültür dergilerinin çıkması dileğiyle.

Osman Yılmazlar
Usunçiftlik/İzmir

CD Verin

Bilim ve Teknik dergisinin en yeni okurlarından biriyim. Bu dergiyi alabildiğim için kendimi şanslı hissediyorum.

Bu dergi sayesinde birçok konu hakkında çok daha fazla bilgiye sahip oldum.

Yayımladığınız yazılar, fotoğraflar ve posterler çok güzel. Bunların yanında posterler CD ile desteklenirse çok daha güzel olacağına inanıyorum. Gökyüzü, gökbilim, genetik, biyoloji, zooloji gibi konularla ilgili CD'lerin okurlar için faydalı olacağına inanıyorum.

Sevilcan Tokil
Pendik/İstanbul

Gençliğin Gözüyle

“Koyunun bulunmadığı yerde, keçiye Abdurrahman Çelebi” derlermiş; bundan ötürü derginizin devamlı bir okuyucusuyum. Derginizi her ay temin ederek, bir ay boyunca sindire sindire noktası virgüllüne kadar okuyup değerlendirmekteyim. Gerçekten her türlü bilimsel etkinlik adına edilgenlikten öteye geçemeyen Türkiye'de, gençliğin, daha doğrusu bir ideale sahip gençliğin ümit ışığı olmaktadır. Çünkü gerek yayınlarınız, gerek düzenlediğiniz bilimsel olimpiyatlar, gerekse de diğer şenliklerle gençlere,

“evet ülkemizde bilim o kadar da karamsar değil, bir çırpını var ve boğulmamak için bu çırpını ben de yer almak istiyorum” dedirtiyorsunuz. Sizi özellikle bu nedenden dolayı tebrik etmek istiyorum.

Benim ve izlediğim kadarryla arkadaşlarıma size bir önerisi var. Biz artık *Science et Vie*, *Nature*, *New Scientist*, *Scientific American* gibi dergilerden yaptığınız çevirilerin hepsininin derginizin ilerleyen sayfalarında değil de, Bilim ve Teknoloji Haberleri köşesinde kalmasını istiyoruz. Bunun yerine ilerleyen sayfalarda da seçtiğiniz konulara göre üniversitelerimizden belirlediğiniz konu danışmanlarından aldığınız bilgileri görmek istiyoruz. Ayrıca ben de biyoloji bölümü öğrencisi olarak, bu bilimin ilgi alanına giren konularda yazılarınızı artırmamızı istiyorum.

Yayın hayatınızda başarılar diler, bu kaliteyi sürdürmenizi temenni ederim. Saygılarımla.

Murat Kemeroğlu
Ankara

Başka Dünyanın Kapıları

Ben bilime ilgi duyan biriyim. Derginizle tanışmam altı yıl önce bir arkadaşımın sayesinde oldu. Bilim ve Teknik bana bilimi sevmeyi aşıladı. Böylece başka bir dünyanın kapıları bana açıldı. Bu dünyada okumak, araştırmak ve öğrenmek önemli.

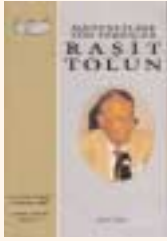
Şu an askerliğimi yaptığımdan bunların bazılarını fırsat bulamıyorum. İleride daha çok zaman ayırmayı düşünüyorum. Ben özellikle elektronik ve bilgisayar konularına ilgi duyarım. Bilgisayar konusuna yeterince yer ayırıyorsunuz, ama elektronik konusunda aynı ilgiyi göstermiyorsunuz. Önceleri elektronik bölümü vardı, bu bölümü tekrar yayımlarsanız çok sevinirim. Gelecek sayıda laserlerin çalışma prensiplerine değinirseniz benim için çok iyi olur.

Türkiye'deki bilime katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim. Ülkemizde bilim sizlerin sayesinde gelişiyor. Başarılarınızı devamlı olması dilekleriyle.

Özcan Bölük
Kıbrıs

Yayın Dünyası

Murat Dirican



Madencilik Yönergesi
Yönerge:
Raşit Tolun
Ayşe Oğuz
Yurt
Madencilik Geliştirme Vakfı Yayınları
İstanbul, 1999

Ülkemizin batılılaşma sürecinde kullanılan en önemli yollardan biri, yetenekli öğrencileri yurtdışında eğiterek Türkiye’de bilim, teknoloji, sanat ve diğer alanlardaki mayalanmayı sağlamak olmuştur. Tanzimattan bu yana sürdürülen bu uygulamanın belki de en başarılı örneklerinden biriye Prof. Dr. Raşit Tolun’dur. Öğrendiklerini, bilimsel, teknolojik ve sosyal anlamda ulusal politikalarımız doğrultusunda geliştirerek topluma geri vermiş, uluslararası boyutlarda kabul gören flotasyon teorisini geliştirerek bu konudaki ders kitaplarına geçmesini sağlamıştı. TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi’de göreve başladığında çok gerçekçi bir yaklaşımla coğrafyamızın en önemli yeraltı zenginliği olan bor minerali konusunda araştırma ve geliştirmeyi, kurduğu Kimya Mühendisliği Araştırma Bölümü için hedef haline getiren Tolun’un her ne kadar bu konudaki çabaları yanlış değerlendirilmiş olsa da, onun yaşamı her yönüyle genç bilim adamlarına örnek oluşturuşuyor.

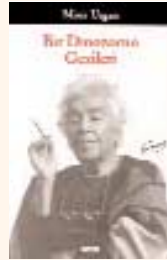


Rant Demokrasisi Çöktü
Deprem Yazıları
Oktay Ekinci
Anahtar Kitaplar
Yayınevi / Kent ve Çevre Dizisi
İstanbul, Kasım 1999

Ekinci’nin bu kitabı da daha önce aynı yayınevinde yayımlanan *Çevremiz de Demokrasi Bekliyor, İnsan Hakları ve Çevre, İstanbul’u Sarsan On Yıl, İstanbul Dosyaları* adlı kitapları gibi, kent ve çevre kültürü konularını irdeliyor. Prof. Dr. Emre Kongar, Ekinci’nin bu yeni kitabı için yazdığı önsözde şunları söylüyor: "...

Onun kitapta topladığı yazıları, bir yandan toplumsal vurdumduymazlığımızın, öte yandan tüm toplumu saran yozlaşmanın ve rüşvetin tarihsel belgeleri olarak kamuoyuna mal olacaktır. Oktay Ekinci, yalnız sorunlara işaret etmekle yetinmeyen, onların çözümünü için de hem kurumsal hem de uygulamalı çalışmalar yapan bir düşünürdür. Bu nedenle bu kitap sadece sorunları belirlemekle kalmayan, bu sorunların çözümü için neler yapılması gerektiğini de anlatan bir yapıt olarak, ülkemize çok yararlı olacaktır. Bütün sorun Ekinci’nin işaret ettiği çözümleri yaşama geçirebilecek bir toplumsal gücün ve siyasal iradenin seferber

edilebilmesinde yatmaktadır. Bunu da ancak siz okurlar gerçekleştirebilirsiniz!"



Bir Dinozorun Gezileri
Mina Urgan
Yayı Kredi Yay.
Edebiyat Dizisi
İstanbul, Ekim 1999

Mina Urgan
Bir Dinozorun Anıları

7’ni yazarken kitabının bu kadar çok okunacağını hiç beklememişti. "Benim gibi bir kocakarının hayatını kim merak eder ki..." demişti.

Oysa öyle olmadı. Yüzbinlerce kişi bu ufak tefek, aksağı, sigara içen, yürekli, komünist ve ateist olduğunu televizyon ekranlarında söyleyen İngiliz Edebiyatı profesörünün anılarını okudu. Okumakla da kalmadı, kendisiyle alay etmeyi bilen bu zeki kadını çok sevdi. Çünkü o, Türkiye aydınının sıcak ve zeki dilidir. İçtenlikli bir düşünce sahibinin, aykırı da olsa, tüm kesimlerde kucaklanacağını somut bir kanıttır.

Türkiye şimdi de onun yeni kitabı, *Bir Dinozorun Gezileri* ile yeryüzünde keyifli ve uygar bir yolculuk yapacak. "Dinozorca", yani az parayla, tadını çıkarmayı ve insanları tanımayı amaçlayarak yapılmış bu gezileri gülümseyerek okuyacak, okurken düşün-

cek, böylece hem yeryüzünü hem de kendini tanıyıp öğrenecek, sevecek.



Bilgi Sosyolojisi ve Hermeneutik
Mannheim, Gadamer, Foucault ve Derrida
Susan Hekman
Çeviri: Hüsamettin Arslan, Bekir Balkız

Paradigma Yayınları
İstanbul Kasım 1999

Bilgi problemi, "düşünenlerin" problemidir ve bu yüzden elinizdeki kitap hiç şüphesiz "bilgi"yi kendisi için entelektüel problem görenlerin kitabıdır. Adının ima ettiği gibi, bu kitap yalnızca bilgi sosyolojisi ve sosyolojinin ve bilgi sosyolojisinin felsefe ile derin iç bağlantılarını tartışan bir kitaptır da. Artık ne bilgi felsefesi olmaksızın bilgi sosyolojisi, ne de bilgi sosyolojisi olmaksızın bilgi felsefesi var olabilir. Susan Hekman, sosyolojik ortodoksini felsefeye soğuk tavır alışından uzak, Mannheim ile Gadamer arasında başka bir söyleşiyle Mannheim’la "felsefi hermeneutik" mümkün olduğunu öne sürüyor.

Kitapta ayrıca Gadamer’le Habermas, Gadamer’le Foucault, Gadamer’le Derrida arasındaki benzerlik ve farklılıkların açık ve kolay anlaşılır bir sunumu yapıyor.



Binyılı Sorgulamak
Popüler Bilim
Stephen Jay Gould
Çeviri: Tuncay Birkan
İletişim Yayınevi
İstanbul 1999



Kâğıttan Kediler
Karikatür
Selçuk Demirel
Pablo Neruda
Çeviri: Samih Rifat
YKY
İstanbul
Temmuz 1999



Deprem ve Toplum
İnceleme
Veysel Bozkurt
Alfa Basım Yayımları
Dağıtım
İstanbul Aralık 1999



Büyücüler Kraliçesi Belgariad
Bilim Kurgu
David Eddings
Çeviri: Bülent Somay
Metis Yayınları
İstanbul Aralık 1999

Bir Bakışta Microsoft Access 2000
Bilgisayar
Microsoft Press
Arkadaş Yayınları / Lisanslı Microsoft Çevirileri Dizisi
Ankara 1999



Füreya
Roman
Ayşe Kulin
Remzi Kitabevi / Günümüz Türk Yazarları Dizisi
İstanbul Aralık 1999



Marquis de Sade’in Uşağı
Roman
Nikolaj Frobenius
Çeviri: Mükerrrem Akdeniz
Güncel Yayıncılık / Edebiyat Dizisi
İstanbul, Aralık 1999



AutoCAD 2000
Bilgisayar
Gökbalp Baykal
Pusulay Yayıncılık ve İletişim Ltd.
Kim Korkar Dizisi
İstanbul
Aralık 1999

