



Alp Akoğlu - Çağlar Sunay

Uydu Kaplama

Kanadalı araştırmacılar, basit bir plastik kaplamayla yörüngedeki uyduların ömrünü uzatmayı planlıyorlar. Toronto Üniversitesi'nden kimyacı Ian Manners ve arkadaşları yeni bir plastik kaplama geliştirdiler. Bu plastik kaplama sayesinde elektronik aygıtlar, ani ve yüksek elektriksel boşalımlardan etkilenmiyor.

Araştırmacılar yörüngeye yerleştirilmesi planlanan yeni uyduların bu kaplamayla korunabileceğini söylüyorlar. Böylece Güneş patlamalarından kaynaklanan beklenmedik elektromanyetik etkilerin ve yüksek enerji yüklü parçacıkların uydular için oluşturduğu tehlike ortadan kalkacak. Yüksek enerjili parçacıklar uydulara çarptığında ortaya çıkan kıvılcımlar ve elektrik atlamaları uyduların içindeki elektronik aygıtları bozabiliyor. Önümüzdeki yaz aylarında da Güneş'ten gelen bu tür parçacıkların en üst düzeye çıkması bekleniyor. Eğer yörün-

gedeki iletişim uydularında bu yüzden bir bozulma olursa, telefon ve televizyon şebekelerinde karışıklıklar ortaya çıkabilir.

"Son 15 yılda Güneş etkinliğinin yükseldiği dönemlerde bu tür birkaç olay yaşanmıştı. İletişim ve uzaktan algılama uydularındaki sistemlerde sorunlar çıkmıştı" diyor, Arizona Üniversitesi'nden uzaktan algılama uzmanı Kurtis Thome.

Kanadalı bilim adamlarının geliştirdiği yeni plastik, demir içeren uzun silisyum atom zincirlerinden oluşuyor. Bu maddenin kimyasal adı *polyferrocenylsilane*.

Güneş'ten gelen yüksek enerjili parçacıklar uydulara çarptığında bir enerji boşalması oluyor. Ama bu plastiğe çarpan parçacıkların enerjisi uzun polimer zincirlerinde rastgele yönlerde dağıtılıyor ve zararsız hale getiriliyor. "Bu plastik kaplama uzay araçlarındaki istenmeyen elektrik boşalma-



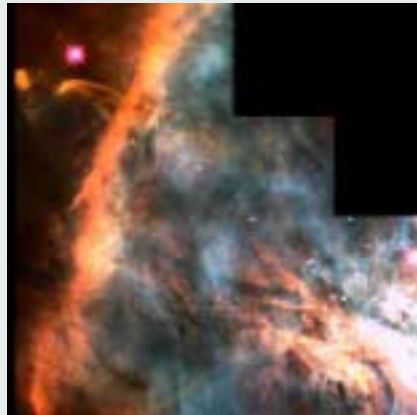
larını azaltacaktır" diyor Vanderbilt Üniversitesi'nden Venneth Galloway.

Ekip, buluş üzerindeki çalışmalarını hâlâ sürdürüyor. Bu nedenle önümüzdeki yaz olması beklenen Güneş etkinliklerine karşı uydular için yapılabilecek bir şey yok. Ama Güneş'teki bu aşırı etkinlik durumu, her on bir yılda bir ortaya çıkıyor. Belki de bir sonraki dönemde yörüngedeki birçok uydu bu kaplama sayesinde korunuyor olacak.

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

Avcının Gezegenleri

Hawaii'de İngiltere'ye ait Kızılötesi Teleskop'u kullanan İngiliz gökbilimciler, Orion (Avcı) Bulutsusu'nu konu alan en kapsamlı araştırmayı yürütüyorlar. Bulutsuyu inceleyen gökbilimciler geçen ayın sonlarında on üç gezegen keşfettiklerini açıkladılar. Araştırma sırasında ortaya çıkan gezegenlerin ilginç bir özelliği var. Araştırmayı yürüten bilim adamları Hertfordshire Üniversitesi'nden Dr. Philip Lucas ve Oxford Üniversitesi'nden Dr. Patrick Roche, bulunan



gökcisimlerinin herhangi bir yörüngeye sahip olmadıklarını, başı boş dolaştıklarını bildirdiler. Bugüne değin benzer özellik gösteren yalnızca iki cisim gözlenmişti. On üç gezegenin keşfi, küçük yıldızlarla büyük gezegenler arasında sanılandan daha çok ortak özellik olabileceğini düşündürüyor. Orion Bulutsusu'ndaki Trapezium kümesinde bulunan gezegenlerin en büyüğü Jüpiter'in sekiz katı kadar.

<http://news.bbc.co.uk>

Küresel Küme mi, Gökada Çekirdeği mi?

Gökadamızdaki 150 kadar küresel kümeden en büyük ve parlak Omega Centauri'nin, aslında Samanyolu tarafından yutulmuş küçük bir gökadanın hazmedilememiş çekirdeği olabileceği öne sürüldü. Küresel kümeler, yaklaşık 100 ışık yılı çapında bir alana sıkışmış 100 000 ile 10 milyon arasında yıldızdan oluşan topluluklara verilen ad. Gökadamızın merkezini çevreleyen bu kümeler genellikle çok yaşlı yıldızlardan oluşuyor. Ancak gökada çarpışmalarının sağladığı gazın ve şok dalgasının etkisiyle kütle halinde yeni yıldız oluşumları da gözlenebiliyor. Er-



boğa Takımyıldızı'nda bulunan Omega Centauri, 10 milyar kadar yıldız içeriyor. Bu yıldızlardan yaklaşık 50 000'ini inceleyen Güney Koreli gökbilimci Young-Wook Lee ve ekip arkadaşları, bu kümedeki yıldızların bir seferde değil, 2 milyar yıllık bir süre boyunca çeşitli aralıklarla oluştuğu sonucuna varmışlar. Araştırmacılara göre bunun anlamı, kümeden önce var olan kütlelerin, ilk kuşak yıldızları süpernova patlamalarıyla yok olduktan sonra bile yeni yıldız oluşumu için yeterli gazı içerebilecek kadar büyük olduğu. Öteki gökbilimcilerse, bunun tek başına kümenin atasının Samanyolu'na yutulmuş bir gökada olduğu yolunda yeterli kanıt oluşturamayacağı görüşündeler.

Sky & Telescope, Şubat 2000



Gökadamızın Sıcak Kozası

Samanyolu, patlayan dev yıldızlarının uzaya saçtığı büyük ve sıcak bir gaz örtüsüyle çevrili. Geçen haziranda NASA'nın Uzak Morötesi Tayf Kâşifi (FUSE) uydusunun gönderdiği veriler hem bu konudaki kuşakları giderdi, hem de onlarca yıldır gökbilim dünyasını meşgul eden bir tartışmayı da noktaladı. Tartışma konusu, yeni yıldızların metal (gökbilim dilinde hidrojen ve helyumdan daha ağır elementler) bakımından zengin gazı, çoktan ölmüş atalarından nasıl devrildikleriydi. 1956 yılında Princeton Üniversitesi astrofizikçilerinden Lyman Spitzer, Samanyolu'nun seyrek ama enerjik bir sıcak gaz örtüsüyle koza gibi çevrili olması gerektiğini ortaya attı. Araştırmacıya göre, ancak böyle sıcak bir gazın basıncı, gökbilimcilerin Samanyolu diskini çok üstlerinde, gökadanın ince hâlesi içinde saptadıkları yıldızlararası gaz bulutlarını yerlerinde tutabilirdi. 1970'li yılların ortalarında bu gazın niteliği ve kaynağı konusunda farklı görüşler oluşmaya başladı. Bazı gökbilimciler, birarada doğan ve yaşamlarını birbirine yakın süpernova patlamalarıyla noktlayan kısa ömürlü dev yıldızlardan atılan sıcak gazın, bir geyzer gibi gökada diskinden hâle tırmadığını öne sürdüler. Karşı bir grupsa, hâledeki gazın görece soğuk olduğu ve kaynağının da yeni doğmuş sıcak yıldızların yaydığı morötesi ışınların iyonize ettiği atomlar olduğu görüşünü savunmaya başladı. FUSE'un gönderdiği ilk veriler, sıcak geyzer modelini doğrular görünüyor. Uydunun algılayıcılarını kuasarlara gibi çok uzaktaki güçlü ışık kaynaklarına çeviriyor. Bu ışık Dünya'ya doğru yol alırken, aradaki gaz bulutlarının içinden geçiyor. Bulutun içindeki atom ve moleküller de ışığı belli dalga boylarında soğurarak tayf üzerinde kendi kimyasal imzalarını bırakıyorlar.

Uydunun derlediği veriler arasında gazın niteliği konusunda en belirgin kanıt Oksijen VI iyonunun varlığı. İyon, çekirdek çevresinde dönen elektronlarından birini ya da birçoğunu (yüksek sıcaklık nedeniyle) yitirmiş

atomlara verilen ad. Oksijen VI iyonunun özelliği ise, ancak 200 bin ve 1 milyon °C sıcaklıklar arasında var olabilmesi. Daha önce bu iyon, yıldızca zengin gökada diskinde gözlenmişti. Ancak daha önceki morötesi araştırma uyduları, aynı iyonu hâlede de gözlemleyebilecek duyarlılığa erişememişlerdi.

FUSE'un belirlemelerine göre sıcak gaz her doğrultuda var. 18 değişik yöne nişan alan uydu, bunların 17'sinde oksijen VI saptamış. Verilere göre sıcak gaz, gökada diskinden 5 000 ila 10 000 ışık yılı uzaklara kadar yayılıyor. Samanyolu diskinin çapıysa 100 000 ışık yılı. Uydunun saptadığı gaz, topaklı bir yapıda ve oldukça seyrek. Yıldızlararası ortamda bulunan gazın tipik yoğunluğu, her santimetreküp için 1 atom kadar. Oysa hâledeki sıcak gaz, bunun 10 000'de biri yoğunluğa sahip.

Oksijen VI iyonları, gazın kaynağı konusunu da aydınlatıyor. Bu iyon, atomdaki 8 elektrondan altısını yörüngelerinden koparan çok şiddetli astrofizik olayların ürünü. Johns Hopkins Üniversitesi'nden Kenneth Sembach'a göre, ancak dev yıldızların merkezlerindeki yakıtın tükenmesiyle, dış katmanlarını uzaya püskürten süpernova patlamaları, bu iyonu bol miktarda üretecek enerjide şok dalgaları yaratabiliyor. Birbirine yakın yer ve sürelerde meydana gelen 30-40 süpernova patlaması, sıcak gazdan oluşan dev balonlar oluşturuyor. Balon içinde basıncın yükselmesi ve gökada diskindeki gaz ve tozun direnci sonucu, gaz küresi, aşırı ölçüde şişirilen balonun en zayıf yerinden patlaması gibi, gökada diskinden koparak uzaya fırlıyor. Yükseldikçe soğuyan gaz, milyonlarca yıl sonra yeniden gökadanın üzerine düşüyor ve yeni yıldız kuşaklarını oluşturacak gaz bulutlarını metalce zenginleştiriyor. Colorado Üniversitesi astrofizikçilerinden J. Michael Shull, Samanyolu'nda bir yüzyıl içinde yalnızca bir ya da iki süpernova patlaması meydana gelmesine karşın, her yıl 20 Güneş kütlelerinde gazın, bu yolla işlendiğini söylüyor.

Science, 11 Şubat 2000

Kutuplar Eriyor

Bütün dünyada buzlar ve buzullar eriyor; hem de hızlı bir biçimde. Washington merkezli Dünya İzleme Enstitüsü bu konuda dünyanın her yanından gelen raporları topluyor. Raporlar, 1990'lı yılların, kayıtların tutulmaya başlandığı tarihten bu yana en sıcak on yıl olduğunu ve dünyadaki buzların erimesinin de hızlandığını ortaya koyuyor. Enstitü'deki bilim adamları, buzulların ve öteki buz yapılarının sıcaklık değişimlerine çok duyarlı olduğunu ve erimelerin hızlanmasının küresel bir ısınmaya işaret ettiğini söylüyorlar.

Buz erimesindeki artışın en kolay gözlenebildiği yerlerden birisi, Antarktika. Antarktika'nın batısındaki buz tabakaları 1973 ile 1993 arasında % 20 küçülmüş. Wordie, Larsen A ve Prens Gustav buz şelfleri (kıta sahanlığındaki kalın buz tabakası) tümüyle parçalanmış. Antarktika'nın başka iki bölgesindeki buz şelfi de, tahmin edilenden çok daha hızlı ufalanıyor. Antarktika'nın doğusundaki Larsen B buz şelfiyle güneybatısındaki Wilkins buz şelfinin yüzölçümleri toplamı 3000km². Araştırmayı yürüten Amerikalı ve İngiliz bilim adamları iki şelfin de "tam geri çekilme" durumunda olduğunu söylüyorlar. Bunun çok ciddi bir sorun olduğunun farkında olan bilim adamları, buluşlarını duyurmak için ilk bilimsel kongreyi bile beklememişler.

Uydu görüntüleri, Larsen B'nin 1998'deki küçük geri çekilmeden son-

ra sürekli ufalandığını ortaya koyuyor. En az dört yüz yaşındaki buz şelfi, o tarihten bu yana 1715 km² kaybetmiş. Wilkins şelfi de yalnız geçen yıl 1100 km² küçülmüş. Bilim adamları bir küçülme olacağını bekliyorlardı. Ne var ki böylesine hızlı bir küçülmeyi kimse tahmin etmiyordu. Cambridge'deki British Atlantic Survey'de çalışan Dr. David Vaughan "On-on beş yılda oluşabilecek bir küçülme yalnızca bir yıl içinde oldu. Bu iki şelf, son elli yıl içinde toplam 7000 km² küçüldü" diyor.



Kimi bilim adamları buz şelflerinin bu geri çekilmelerin bölgesel ısınma eğiliminden kaynaklandığını düşünüyorlar. Son yirmi yılda, buzların eridiği yıllık sıcak dönem 2-3 hafta kadar uzamış. 1940'tan bugüne değin bölgenin hava sıcaklığında da yıllık ortalama 2,5°'lik bir artış olmuş. Bugün, yazın ortalama sıcaklık, suyun erime sıcaklığı olan 0°'nin biraz üstüne çıkabiliyor.

Buz şelflerinin kalınlıkları 300 m'yi buluyor. Bu nedenle yüzeydeki ısınmanın şelfin erimesi için yeterli ol-

maması gerek. Ama yüzeyde oluşan su, buzdaki çatlak ve yarıklardan girerek onları parçalıyor. Sonuç olarak da buz şelfi, binlerce buzdığına dönüşüyor. Buz şelflerinin yüzen buzdıklarına dönüşmesi deniz yüzeyini yükseltmiyor. Bilim adamlarını asıl korkutan şelflerin arkasındaki buzulların erime olasılığı. Önlerindeki şelflerin sağladığı korumayı yitiren buzullar, çok daha çabuk eriyebilir. İşte bu da denizlerin düzeyinin yükselmesine yol açabilir. Son yüzyılda deniz düzeyinin 10 cm kadar yükseldiği biliniyor. Eğer dünyadaki tüm buzullar erirse -ki çok uzak bir olasılık- o zaman denizlerin düzeyi 80 m yükselir.

Dr. Vaughan gibi kimi bilim adamları son yıllardaki hızlı erimeye bakıp hemen karamsar bir tablo çizmenin doğru olmadığı kanısındalar. Bu sayılar, çok büyük bir alanı olan Antarktika için gerçekte pek de büyük değil. Dr. Vaughan "Meteorolojik kayıtlar çok az; kesin sonuçlara varmak için yetersiz. Bölgede yıldan yıla sıcaklık değişiminin de çok sık olduğunu biliyoruz. Bu nedenle burada bir ısınma eğiliminden kesin olarak söz etmek zor. Kimi bilim adamları, son elli yılda Antarktika'daki ısınmanın çok hızlı olduğunu söylüyorlar. Bu doğru. Ne var ki bunun küresel bir ısınmanın bölgesel bir ısınma mı olduğunu ortaya koymak çok zor" diyor.

<http://news.bbc.co.uk>

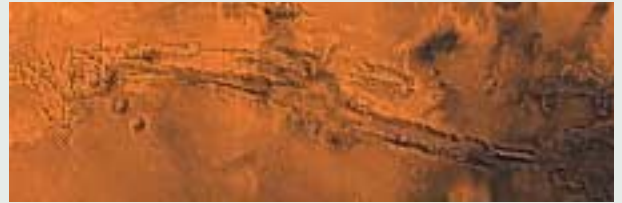
Mars Hiç Isınmadı mı?

Mars'ta bir zamanlar bolca su bulunduğu düşüncesi, temelde, yüzeyindeki birbiriyle bağlantılı vadilerden kaynaklanıyor. Bu, aynı zamanda, Mars yüzeyinin eskiden, günümüzde olduğundan çok daha sıcak olduğu anlamına geliyor. Aslında, vadilerin varlığı dışında, Mars'ın bir zamanlar ılıman bir iklime sahip olduğuna dair elde pek veri yok.

NASA gezegenbilimcisi Pascal Lee, Mars'taki vadilerin gerçekten sıvı suyun aşındırmasıyla mı, yoksa başka bir biçimde mi oluştuğunu bulmak için çalışıyor. Bunun cevabı, Mars kadar uzakta değil gibi görünüyor. Lee, Mars'ın geçmişindekine benzer koşul-

lara sahip olduğunu düşündüğü, Kanada'nın Kuzey kutbuna yakın Devon adasında incelemeler yapıyor. Bu bölge, erimekte olan buzulların oluşturduğu, kanyon ve birbiriyle bağlantılı küçük vadilerden oluşan çok sayıda yapıya sahip.

Mars'taki vadilerin ortak özelliği, baştan sona, hemen hemen aynı derinliği korumaları, düz tabanlı olmaları ve dik duvarlara sahip olmaları. Durum, Devon adasında da benzer. Yeryüzünün çeşitli bölgelerinde, suyun oluşturduğu vadilere bakıldığında, bu türden oluşumlara pek rastlanmıyor.



Eğer, Lee'nin Devon adasındaki gözlemleri sonucu ortaya attığı varsayım doğruysa, Mars, belki de hiçbir zaman ılıman bir iklime sahip olmadı. Buzulların oluşması için su gerekiyor doğal olarak. Ama bu buzulları oluşturan su, büyük olasılıkla soğuk bir iklimde, kar halindeki yağışlarla bu bölgele- re taşınıyordu. Lee, şimdi, eriyen buzulların Mars'daki vadileri oluşturma biçimi üzerine çalışıyor.

New Scientist, 25 Mart 2000

Galileo'nun Sonu

Jüpiter, Güneş sistemindeki en büyük gezegendir. Hacmi, Dünya'nın hacminin yaklaşık 1300 katıdır. Kütlesi, sistemdeki öteki sekiz gezegen, onların uyduları ve asteroitlerin toplamından daha fazladır. Zaten, "Güneş sistemi, Güneş, Jüpiter ve çeşitli enkazlardan oluşur" diyenler de vardır.

Bu dev gezegene yönelik kapsamlı ilk araştırma projesi Galileo'dur. Bu projede, Galileo adlı uzay aracının Jüpiter'e gönderilmesi, gezegeni ve uydularını incelemesi, beraberinde götürdüğü sondayı Jüpiter'e bırakması planlanmıştır. Galileo 1986'da fırlatılacaktı. Ama o yılın Ocak ayında uzay mekiği Challenger faciası oldu. Bu olay, NASA'nın planladığı birçok proje gibi, Galileo projesinde de kimi değişikliklere yol açtı. Her şeyden önce fırlatma tarihi 3 yıl ileri atıldı. Galileo'yu Jüpiter'e götürecek roket sistemi değiştirildi; daha güvenli ama daha az güçlü katı yakıt roketleri kullanıldı. Böyle olunca yolculuk süresi iki yıldan altı yıla çıktı. Bu değişiklik nedeniyle, 18 Ekim 1989'da fırlatılan Galileo, doğrudan Jüpiter'e değil de önce Venüs'e yöneldi. Venüs'ün kütleçekim etkisinden yararlandıktan sonra Dünya'ya doğru gitmeye başladı. İki kez de Dünya'nın kütleçekim etkisinden yararlandı. Bu manevralarla yeteri kadar hız kazanan uzay aracı Jüpiter'e yöneldi.

Galileo, 1995'ten bu yana Jüpiter'i ve uydularını inceliyor. Bu incelemelerde, bilim adamları için çok şaşırtıcı ve umut verici veriler toplandı. Galileo'nun beraberinde götürdüğü küçük uzay sondası, Jüpiter'e bırakıldı. Gezegene düşen son-



da, yüksek basınca uzun süre dayanamadı. Ama çalıştığı süre boyunca gezegenin yapısına ilişkin çok değerli bilgiler gönderdi. Örneğin Jüpiter'de Dünya'dakilerden yüzlerce kez daha şiddetli fırtınaların olduğu anlaşıldı. Galileo da yalnızca gezegenin çevresinde dolanıp ona yönelik bilgiler toplamakla kalmadı; uyduları da inceledi. Örneğin Güneş sisteminin en aktif cismi Io'nun birçok fotoğrafını çekti, sıcaklık ölçümleri yaptı. Bu ölçümler sayesinde Io'daki aktif yanardağların Dünya'dakilerden daha sıcak olduğu ortaya çıktı. Bu da uydu yüzeyinin altındaki lav tabakasının magnezyum açısından zengin olduğunu gösteriyor.

Bir başka uyduyu, Europa'yı, inceleyen Galileo orada da şaşırtıcı gerçeklerle karşılaştı. Jüpiter'in bu büyük uydusunda Dünya'daki bütün suların toplamından daha çok su vardı. Bilim adamları, donmuş yüzeyin altında tuzlu okyanusların bulunabileceği ve belki de oralarda yaşamın

ortaya çıkmış olabileceğini düşünüyorlar.

Galileo'nun incelemeleri Callisto'da da yüzeyin altında tuzlu su okyanusları olabileceğini düşündürüyor. Uzay aracının bir başka keşfi de Güneş sistemindeki en büyük uydu olan Ganymede'nin kendi manyetik alanının bulunması.

Böyle değerli bilgiler gönderen Galileo, bir buçuk milyar dolara mal olmuştu. Görev süresi de iki yıldır. Bu süre iki yıl uzatıldı. Bu yıl Ocak ayında bu süre doldu. NASA yetkilileri yeteri yakıtı bulunan ve içindeki bilimsel aytıkları sağlam Galileo'ya, 2002'ye değin sürecek yeni görevler verdiler. Bu görevleri de yerine getirdikten sonra, Galileo'nun düşürülmesi planlanıyor. Uzay aracı için böyle bir sonun düşünülmesinin nedeni, Galileo'nun bozulup, yanlışlıkla Europa'ya düşmesini önlemek. Bilim adamları bu uyduda kimi yaşam biçimlerinin gelişmiş olabileceğini düşünüyorlar. Dünya'dan ayrılmadan önce özel olarak bir temizleme işleminden geçmeyen Galileo, Dünya'ya özgü mikroorganizmalar taşıyor olabilir. Galileo'nun yanlışlıkla Europa'ya düşmesi de bu mikroorganizmaların orada çoğalmasına ve Europa'nın özgün ekosisteminin bozulmasına yol açabilir. Bu nedenle görev süresi 2002'de dolacak Galileo'nun, doğrudan Jüpiter'e ya da Io'ya düşürülmesi planlanıyor.



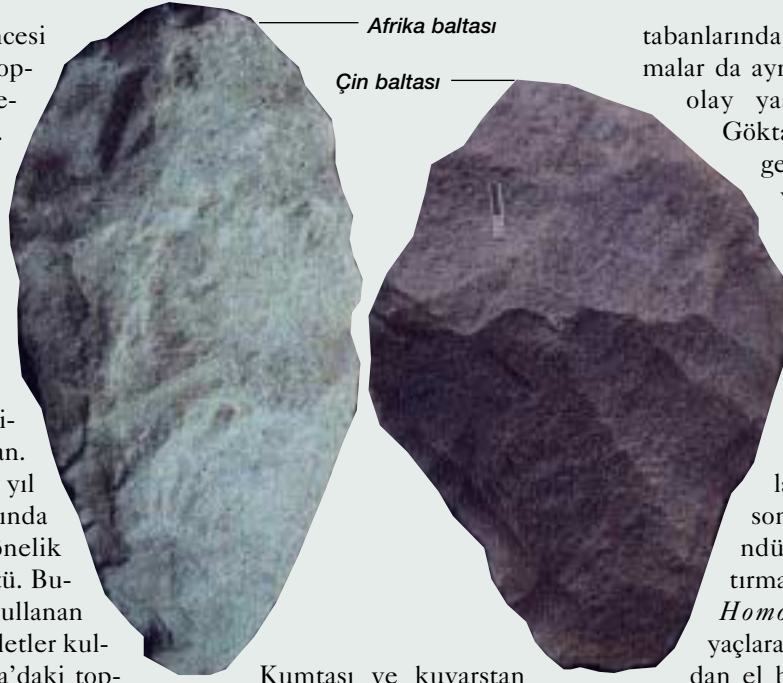
<http://www.nasa.com>
<http://news.bbc.co.uk>

800 000 Yıllık Balta

Yeni bulunan tarih öncesi aletler Asya'daki insan topluluklarının gelişimine yeni bir bakış açısı getiriyor. El baltaları olarak adlandırılan, büyükçe, kesici taş aletler, Hindistan'dan Avrupa ve Afrika'ya kadar uzanan bölgedeki tarih öncesi arkeolojik alanlarda sıkça bulunmaktadır. Nitekim 1944'te Harvardlı insanbilimci (antropolog) Hallan. L. Movius Jr., 1,6 milyon yıl ile 200 000 yıl önce arasında yaşayan topluluklara yönelik bir varsayım ileri sürmüştü. Buna göre, bu tür aletler kullanan topluluklarla daha basit aletler kullanan Orta ve Doğu Asya'daki topluluklar, sanki coğrafi bir çizgiyle birbirlerinden ayrılıyorlar. Arkeologlar bu düşsel çizgiyi Movius Hattı diye adlandırdılar. Ne var ki geçen ay Çin'in Vietnam sınırına yakın Guanxi Zhuang Özerk Bölgesi'ndeki Bose Havzası'nda, 800 000 yıllık el baltaları bulundu. Buluşu Pekin'deki Çin Bilimler Akademisi'nden Hou Yamei ile Washington'daki Smithsonian Enstitüsü'nden Richard Potts ve ekipleri gerçekleştirdi. Buluntuların tarihlenmesi de California'daki Berkeley Jeokronoloji Merkezi'nce argon izotoplarının bozunumları incelenerek yapıldı.

Birçok araştırmacı, insanların ilk basit aletleri 2,5 milyon yıl önce Afrika'da yapmaya başladığına inanıyor. Yaklaşık bir milyon yıl sonra da el baltaları gibi daha gelişmiş aletler ortaya çıktı. Bunların benzerleri Avrupa'daki kazılarda da bulunmuştu. Ne var ki aynı yaşam düzenine ait benzer aletler Asya'da hiç bulunamamıştı.

Bu buluşa değin, Asya'daki toplulukların aynı dönemde Avrupa ve Afrika'da yaşayanlara göre daha az gelişmiş olduğu düşünülüyordu. İki bölge arasında kültürel bir kopukluk olduğu sanılıyordu.



Kumtaşı ve kuvarstan

yontularak yapılan bu ilkel kesme aletleri, modern teknolojinin ilk öğeleri olarak kabul ediliyor. "Bu tür aletlerin Çin'de ortaya çıkması beklenmedik bir olay" diyor Potts. Aynı tarihlerde Afrika'da üretilen taş aletlerle aynı gelişmişlik düzeyinde olan bu el baltaları, Avrupa'dakilerden daha gelişmiş.

Yamei, Potts ve arkadaşları Bose Havzası'ndaki 24 kazı alanında ortaya çıkartılan insan yapımı 991 aleti incelemişler. Bunlar arasında, iki keskin kenarlı 35 el baltası da var. Kazı alanlarının üçünde bulunan taş aletlerin, çok yüksek sıcaklıkların etkisinde kalmış olduğu anlaşılmış.

Aletler üzerinde laboratuvarlarda yapılan argon izotopu analizleri de bu yüksek sıcaklığa neden olan ısınmanın, 803 000 yıl önce olduğunu ortaya koymuş. Bilim adamları kayalardaki bu ısınmanın, Çin'in güneyinde, büyük olasılıkla Endonezya yakınlarında atmosferde patlayan ya da yere düşen bir göktaşından kaynaklandığını düşünüyorlar. Bölgede, tektitler, yanmış odun parçaları, odun kömürü ve bitki artıkları bulunmuş. Bu çalışmalardan bağımsız olarak okyanus

tabanlarında yürütülen başka çalışmalar da aynı tarihlerde böyle bir olay yaşandığını gösteriyor.

Göktaşının, ormanlık bölgeyi yerle bir edip, kayaların yeryüzüne çıkmasına yol açtığı tahmin ediliyor.

O dönemde bu bölgede *Homo erectus* gruplarının yaşadığı biliniyor. Böyle bir olaydan çok korkmuş ve etkilenmiş olmaları. Ne var ki bir süre sonra bölgeye geri döndükleri anlaşıyor. Araştırmacılar, bölgede yaşayan *Homo erectus*ların bu kayalara şekil vererek bunlardan el baltaları ürettiğini düşünüyorlar.

Afrika ve Avrupa'da el baltalarının boyutları ve tasarımları yaklaşık bir milyon yıl boyunca hiç değişmemiş. Çin'de bulunanlarla bunlar arasında ilk bakışta ayırt edilemeyecek küçük farklılıklar var. Potts ve arkadaşları alet yapımındaki farklılaşmanın kültürel farklılaşmadan kaynaklandığını düşünmüyorlar. Öte yandan, kimi insanbilimcilerse, alet yapımının doğrudan kültürel yapının bir yansıması olduğu görüşünde.

"Bose el baltalarının keşfi, Movius hattının her iki tarafındaki insanlarda da benzer teknik, kültürel ve bilimsel yetenekler olduğunu gösteriyor. Bu keşif, ilk insanların davranış biçimlerinde, kültürel farkların etkin olmadığını ortaya koyuyor. Benzer koşullarda dünyanın değişik yerlerindeki insan toplulukları benzer taş aletler geliştirmişler" diyor Potts. Yani Asya'da 800 000 yıl önce yaşayan *Homo erectus* grupları aynı dönemde Avrupa ve Afrika'da yaşayanlar kadar gelişmiş, benzer kültürler geliştirmişti. California Üniversitesi'nden insanbilimci F. Clark Howell da Asya'da yaşayan *Homo erectus* gruplarının, uygun kayalar buldukları zaman, kendi el baltası geleneklerini geliştirdiğini söylüyor.



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

A Vitamini Beyin için Gerekli

Araştırmacılar, A vitamini olarak bilinen retinoik asidin, yaşamımızda, yüzlerde yaşlanmakla oluşan kırışıklıkları gidermekten çok daha önemli bir rolü olduğunu belirlediler: Bu madde, hem yüzün, hem de düşünme ve us yürütme işlevlerini yöneten ön beynin sağlıklı gelişmesine yardımcı oluyor.

Tıp uzmanları daha önce de beyin ve yüz yapısındaki bozuklukların genellikle birlikte ortaya çıktıklarının farkındaydılar. Ancak her iki yapının da ortak gelişme genlerine sahip olduğu bilinmiyordu. Beyin aynı zamanda yüzün yapısında bir kalıp işlevi gördüğü için, beynin gelişmesinde ortaya çıkan bir aksaklığın, yüzü tutunacağı bir yapıdan yoksun bırakacağı ve dolayısıyla yüzün biçimini bozacağı sanılmaktaydı. Ancak, ABD'nin Maryland Eyaleti Bethesda kentindeki Ulusal Dentoloji ve Kranofasiyel Araştırmalar Enstitüsü gelişim biyologlarından Harold Slavkin'e göre yeni bulgular, tek bir genin işleviyle ilgili sorunların aynı anda hem yüz, hem de beyinde bozukluklara yol açtığını ortaya koydu.

Sözkonusu olan, "sonik kirpi" (*sonic hedgehog*) diye adlandırılan, gelişme sürecinde farklı işlevler gören, çok yönlü bir gen. Önce kol ve bacakların gelişimindeki etkisi nede-

niyle tanınmış, ancak daha sonra başın ilk gelişme evrelerinde de etkili olduğu belirlenmiş. Ama şimdiye değin bilinmeyen, bu geni neyin harekete geçirdiği. Kol ve bacaklarda re-



tinoik asit, sonik kirpi genini harekete geçirip kapatıyor. Aynı işlevi yüzde de yapıp yapamadığını belirlemek için California Üniversitesi (San Fransisco) gelişim biyoloğu Jill Helms, gelişmekte olan civcivlerin

baş bölgesine retinoik asit almaçlarını tıkayan bir molekül aşılamış. Bu işlem sonunda yüz ve ön beyini oluşturması gereken hücre toplulukları gerekli genleri kodlayamadıklarından bölünmeleri durmuş ve programlanmış hücre ölümü sürecine girmişler. Civcivlerde ön beyin, alın, burun ve göz oluşamamış. Ancak araştırmacılar daha sonra normalin üstünde retinoik asit ya da başka bir büyüme etkeniyle birlikte daha yüksek dozda sonik kirpi geni aşıladıklarında, civcivlerin başları yeniden normale yakın bir görünüme kavuşmuş.

Helms, araştırmacıların daha önce oluşma evresindeki ön beyin ve yüzde retinoik aside rastlayamamalarını, bu proteinin ancak geçici bir süre için ve gelişimin ancak çok kısa bir döneminde var olabilesine bağlıyor. Araştırma ekibi gelişimin biraz daha ileri evresindeki civcivlere almaç ketleyici molekülü uyguladığında istenen sonuç alınamamış. Araştırmacılar, çalışmaların kısa sürede önemli pratik yararlar sağlayacağına inanıyorlar. Helms, hamileliğin önemli aşamalarında doğru oranlarda alınacak A vitamininin, bazı doğum bozukluklarını önleyebileceği görüşünde.

Science, 3 Mart 2000

Portakalın Fazlası

Sağlıklı yaşam fanatikleri, dikkat! Yaşamınız sandığınız kadar sağlıklı olmayabilir. Amerikan Kalp Derneği'nin mart başında San Diego'da yapılan yıllık toplantısında, aşırı dozda C vitamininin damar tıkanıklığına yol açabileceği belirtildi. Orta yaşlı 573 erkek ve kadın üzerinde yürütülen araştırmaya göre, günde 500 miligram C vitamini (10 portakala karşılık geliyor) alanların atardamarları, almayanlara göre 2.5 kat kalınlaşıyor. Sigara içenler için durum daha da tehlikeli: Bunlarda aşırı C vitamini kullanımının yol açtığı damar kalınlaşması 5 kat yüksek. Araştırmayı yürüten Güney Kaliforniya Üniversitesi'nden John Dwyer, aşırı dozda vitamin kullanmamayı önemle vurguluyor.



New Scientist, 11 Mart 2000

Önden Buyurun...

Kuş Yavruları arasında, genellikle, kıyasıya bir yemek kavgası vardır. Birbirlerinin gözünün yaşına bakmazlar. En çok bağırarak yavru, anneden ya da babadan yemeği kapar. Kardeşleri açlıktan ölecek olsa bile.

Peçeli baykuşlarda (*Tyto alba*) durum farklı. Bu kuşun yavruları başka kuşların tersine birbirine son derece saygılı. Gelen yemeği önce aç olan kardeşin yemesine izin veriyorlar.

İsviçre Bern Üniversitesi araştırmacıları, peçeli baykuş yavrularının beslenmeleri üzerine bir dizi deney yaptılar. Deneyler süresince yaptıkları gözlemlerde, en aç kardeşin karını doyana kadar, diğerlerinin fazla bağırmadığını fark ettiler. Aç kardeş yemekte verildiğinde ise sıradakinin sesi fazla çıkmaya başlıyordu. Ya-



ni, peçeli baykuş yavruları, aralarında iletişim kurarak kimin en aç olduğunu biliyor ve ilk yeme sırasını ona veriyorlar.

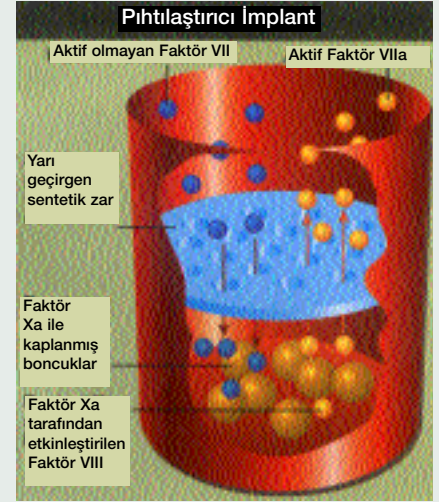
New Scientist, 18 Mart 2000

Hemofiliye Karşı Yeni Teknikler

Hemofili (kanama) hastalarının uyumak zorunda oldukları sıkıcı ve tehlikeli bir rutin, AIDS'e yol açan HIV gibi virüsleri bulaştırabilecek enjeksiyonlar. Ancak deneme aşamasında olan iki yeni teknik, bu bağımlılığı ortadan kaldırmayı vaat ediyor.

Bu hastalığı taşıyanların kanlarında iki önemli pıhtılaştırıcı protein olan Faktör VIII ve Faktör IX'dan biri eksik oluyor. Bu faktörlerin ikisi birden olmadan hastaların kanı pıhtılaşmıyor ve en ufak bir kesik sonucu bile ortaya çıkan kanama normalin çok üstünde sürüyor. Bu tür hastaların baş etmek durumunda kaldıkları daha büyük bir tehlikeyse, eklemlerde kan birikmesi sonucu hareket kaybına yol açan iç kanama. Hemofili hastaları için uygulanan geleneksel tedavi, eksik faktörü enjeksiyon yoluyla vermek. Bu faktörse, başkalarının bağışladığı kandan süzülerek elde edilebildiğinden, virüs bulaşması sık rastlanan bir olay. İkinci bir yol, eksik faktörü yapay olarak üretmek. Bu tedaviyse herkesin harcı değil. Öyle ki bir yıllık maliyeti ABD'de bile 100 000 doların üzerinde. Üstelik pek çok kimsenin bünyesi, yapay faktöre karşı antikor üretip tedaviyi etkisiz kılıyor.

Soruna etkili bir çözüm bulabilmek için, ABD'nin Maryland Eyaleti Birleşik Hizmetler Üniversitesi Tıp Fakültesi hücre biyologu Harvey Pollard, her iki faktöre de bağımlılığı giderecek bir implant geliştirmiş. Yüksek büyüklüğündeki teflon implantın içinde, insan pıhtılaştırıcı faktörü Xa ile kaplanmış küçük boncuklar bulunuyor. Bunlar, hemofili hastalarının kanında bulunan Faktör VII'yi, aktif bir pıhtılaştırıcı tür olan Faktör VIIa'ya dönüştürüyor. Pollard, düzeneğin bir tuzluk gibi çalıştığını belirtiyor. Yarı geçirgen bir zar, Faktör VII'nin implanta girmesine ve Faktör VIIa'nın da dışarı çıkarak dolaşım sistemine dönmesine izin veriyor. Ancak zar daha büyük molekülleri geçirmiyor ve böylece boncukları olası bir bağışıklık tepkisinden koruyor. İmplant yaşamsal organları çevreleyen periton zarına yerleştirilerek, yeterli ölçüde kanla beslenmesi sağlanıyor. Düzenek koyalardan sonra bir Rhesus maymununda da başarıyla denenmiş. Araştırmacılar, şimdi deneyleri insanlara taşımaya hazırlanıyorlar. Ama bundan önce implantın boyutlarının ve etkinliğinin artırılması gerektiğini vurguluyorlar.



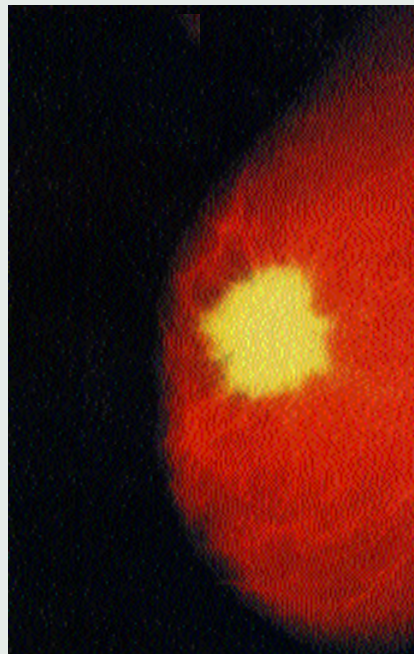
Başka araştırmacılar da gen tedavisi yöntemini deniyorlar. Stanford Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Mark Kay, deneme aşamasındaki bir yöntemle iki ağır hasta üzerinde olumlu sonuçlar elde etmiş. Hastaların bedenleri, normal insanların kanında bulunan Faktör IX oranının yüzde birinden daha azını üretebiliyor. Kay ve ekibi, hastaların bacak kaslarına, içine Faktör IX üretecek gen yerleştirilmiş bir virüs aşılamışlar. Üç denek hastadan ikisinde Faktör IX iğnelerine duyulan gereksinim 100 gün süreyle % 75-80 arasında azalmış.

New Scientist, 11 Mart 2000

Kanser Tedavisinde İntihar Genleri

İngiliz araştırmacılar, kanserli hücrelere girerek intihar etmelerine yol açan genler aracılığıyla, kadınların korkulu rüyası olan meme kanserine karşı etkili bir tedavi yöntemi denediklerini açıkladılar. Yalnızca kanserli hücreleri etkileyen intihar genlerinin farklı bileşimler halinde kullanılmasıyla, yöntemin öteki kanser türlerine de yaygınlaştırılabileceği umuluyor. Londra'daki Hammersmith Hastanesi endokrinoloji uzmanı Nicholas Lemoine ve ekip arkadaşları, tedavilerine temel olarak kanserin normal hücrelerde yol açtığı değişimi almışlar. Bunun için de yalnızca kanserli hücrelerde etkin hale geçen intihar genleri aşılamışlar. Aşılanan genler, zararsız ilaçları kanser hücrelerini öldüren etkili zehirlere dönüştüren enzimler kodluyor. Genler genellikle teşvik edici (promotör) denen DNA parçacıklarıyla birlikte bulunurlar. Araştırmacıların

yararlandıkları, erbB2 adlı, cenin gelişmesinde önemli rol oynayan; ama ye-



tişkinlerde uyku durumuna geçen bir gen. İngiliz ekibi, göğüs kanserine yakalanmış hastaların %20'sinde hücrelerin bu geni yeniden ürettiklerini belirlemişler. Bunun üzerine erbB2 geninin teşvik edici DNA bölümünü alan araştırmacılar, bunu intihar genlerine eklemişler. Sağlıklı hücreler erbB2 promotörünü tanımadıkları için tepki göstermiyorlar. Ancak tümör hücreleri promotörü bildiklerinden kendilerini yok edecek olan enzimlerin üretimine girişiyorlar. Lemoine ve ekibi, bu yöntemi 12 kanserli hasta üzerinde başarıyla denemiş. Düşündükleri gibi intihar genleri yalnızca kanserli hücrelerde harekete geçmiş. Ekip şimdi de birden çok intihar genini değişik bileşimlerde bir arada kullanarak hem tümör ölümünü hızlandırmayı hem de tedaviye direnci ortadan kaldırmaya çalışıyor.

New Scientist, 18 Mart 2000

Havuz Pisliğinden Enerji

Aracınızın yakıt deposunu, bahçenizdeki havuza daldırdığınız bir hortumla doldurduğunuzu düşünün. Bilim adamlarının Güneş enerjisi kullanan mikroplar aracılığıyla suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırarak çeyrek yüzyıldır gerçekleştirmeye çalıştıkları bir düş bu. Çünkü hidrojen, bilinen en temiz yakıt. Yanma ürünü, bildiğimiz su. Dolayısıyla havayı kirletmesi söz konusu değil. Üstelik yanma artığı su yeniden ayrıştırılarak yakıt yeniden üretilabiliyor. Araştırmacılar hidrojen üretebilen mikroplarla deneylerine 1973 petrol bunalımının ardından başladılar. Örneğin, elektroliz sürecinin biyolojik biçimiyle suyu hidrojen ve oksijene ayırıştıran 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.

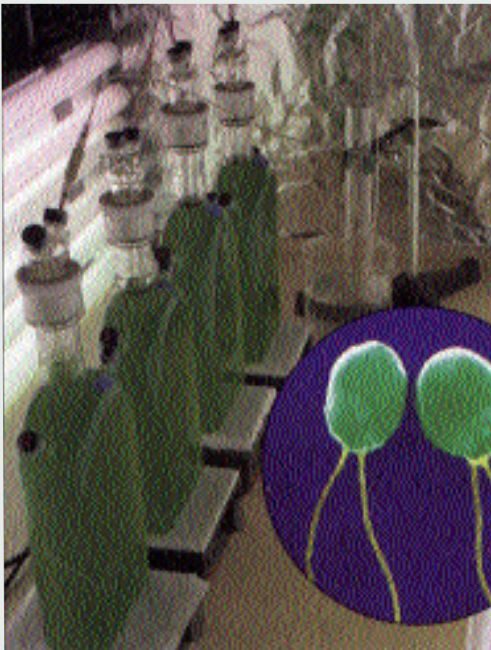
Amerikan Bilim İlerletme Derneği'nin (AAAS) Şubat ayında yapılan toplantısında açıklanan iki yeni yöntem, bu darboğazın aşılma üzere olduğunu müjdeliyor. California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarından Tasios Melis ve Yenilenebi-

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 suyununda 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.

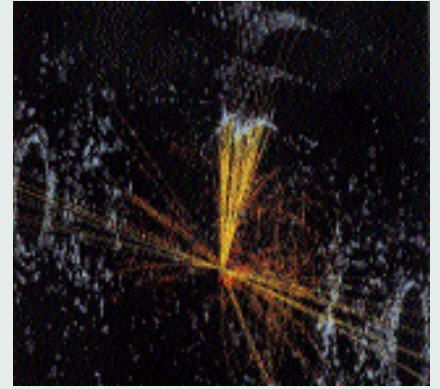
Ancak tüm bu ilerlemelere karşın araştırmacılar, hidrojen üretiminin hâlâ kuramsal modellerde öngörülen düzeyin çok gerisinde olduğunu belirtiyorlar. Ayrıca üretim on kat artırıl-sa bile, tek bir otomobile yetecek hidrojen yakıtı için bahçenizde 45 metrekaare alanlı sığ bir havuz gerekiyor. Üstelik havuzun 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, fizikğin önemli sorularını yanıtlamak için ABD'yle yarışan Avrupa bilim merkezinin hizmetine girmiş olacak. Bir başka deyişle CERN için İnternet, hem dev bir bilgisayar, hem de veritabanı haline gelecek.

Nature, 16 Mart 2000

Iridium'un Sonu

Dünya'nın herhangi bir noktasıyla, uydular aracılığıyla iletişimi sağlayan Iridium sistemi 17 Mart günü verdiği hizmeti kesti. Böylesi kapsamlı bir iletişim ağı kurma düşüncesi ilk olarak 1987'de ortaya atılmıştı. Düşüncenin ortaya atılmasından da yalnızca 11 yıl sonra 66 iletişim uydusu Dünya çevresindeki yerlerini almış ve çalışmaya başlamışlardı. Iridium ekibi uyduları birer birer yörüngeye gönderirken, rakipleri de yeryüzünde daha ucuz iletişim ağı kuruyor, genişletiyor ve iletişim protokollerini standartlaştırıyorlardı.

Iridium'un pazarlama kampanyasında Büyük Sahra Çölü'nün ortasındaki bir Iridium abonesiyle Sibirya'daki bir abonenin rahatlıkla telefon görüşmesi yapabilecekleri vurgulanıyordu. Ne var ki dünyanın bu tür ırak bölgelerinde bulunup da 1,5 milyar liralık telefonu alacak ve dakikası 600 000 liralık konuşmayı yapabilecek çok fazla müşteri yoktu. Ayrıca Iridium 2,4 kbit'lik iletişim hızıyla da yavaş kalmıştı.

Sonuç olarak sistem, yalnızca 55 000 kişinin ilgisini çekebildi. Projenin ken-



di maliyetini kurtarabilmesi için bile daha en azından birkaç yüz bin aboneye gereksinimi vardı. Son olarak baş vurulan, konuşma ücretini düşürme planı da bir işe yaramadı ve şirket yaklaşık 4,4 milyar dolarlık borçla battı. Uydular için de hiçbir müşteri çıkmadı. Alçak Dünya Yörüngesi'ndeki 66 uyduyu bulundukları konumda tutabilmek için para gerekiyor. Bu para da Iridium'da yok. O yüzden kısa bir süre sonra -büyük bir olasılıkla bu ay içinde- uydular düşürülecek.

<http://www.beyond2000.com/news>
<http://news.bbc.co.uk>

Mars: Bir Başka Bahara

NASA, 2010 yılından önce Dünya'ya Mars kaya örnekleri getirme projesinden vazgeçti. Bu projenin ertelenmesi Mars'a insan gönderme planlarının da ertelenmesi anlamına geliyor. NASA'nın gezegen araştırmaları programının yöneticisi Dr. Carl Pilcher, "Mars'a düşmeden inebilecek uzay araçları geliştirene değin Kızıl Gezegen'deki yaşamı araştırmaya

yönelik çalışmalarımız biraz yavaşlayacak" diyor. NASA yetkililerinin bu kararı almalarında, geçen yıl Mars'a gönderilen iki uzay aracının başarısız olmasının etkisi büyük. Önümüzdeki yıl Mars'a indirilmesi planlanan uzay aracı projesi iptal edildi. Onun yerine Pasadena'daki Jet İtke Laboratuvarı'nda daha küçük bütçeli sondalar göndermeye yönelik projeler hızla hazırlanıyor. Mars yörüngesinde dolanacak uzay aracı projesiye hala sürdürülüyor.

Mars Polar Lander (Mars Kutup Yüzey Aracı) geçen yıl kaybolmadan önce, Mars kaya örneklerinin Ekim 2008'de Dünya'da olması planlanıyordu.

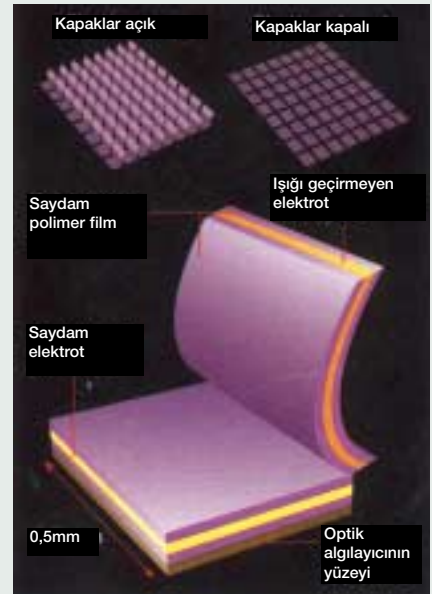
<http://news.bbc.co.uk>



Casus Uydulara Göz Kapakları

Casus uydularının sorunu, düşmanın gönderdiği bir lazer ışınıyla kameralarının kullanılamaz hale getirilmesi. Uyduya yöneltilen güçlü bir lazer, optik algılayıcılarına ciddi hasar veriyor.

Kimse, trilyonlarca lira değerindeki bir uydunun ertesi gün bir başkası tarafından kullanılamaz hale getirilmesini istemez. Bunun için, bir elektronik firması olan MCNC'den Gary McGuire bir çözüm bulmuş gibi görünüyor. McGuire'nin çözümü, optik algılayıcıları, çok kısa sürede kapanabilen bir "göz kapağı" ile korumak. Göz kapağı, indiyum-kalay oksitten yapılmış saydam elektrotların bir cam tabakaya iliştirilmesiyle yapılıyor. Her saydam elektrot, ışığa geçirgen olmayan



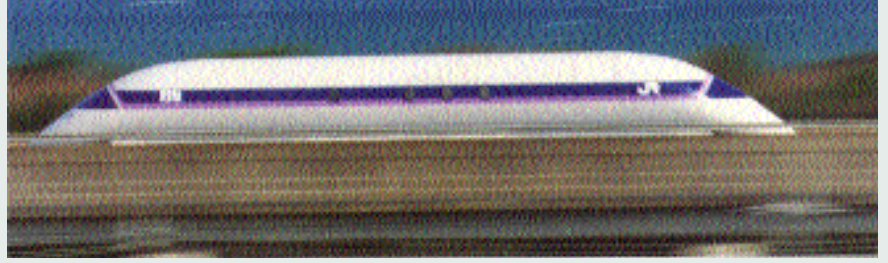
bir başka elektroda bir kenarından iliştiriliyor. Geçirgen olmayan elektrotlar, özel bir polimerle kaplanıyor. Daha sonra, 400 dereceye ısıtılan tabaka, soğuduğunda, polimerin büzülmesiyle "açık" konuma geliyor. Kapakları kapatmak içinse, elektrostatik etkiden yararlanılıyor. Yani, kapağı oluşturan ışık geçirgen elektrotlarla yüzeydeki saydam elektrotlara zıt gerilim uygulandığında, birbirlerini çekiyorlar ve kapaklar kapanıyor. Gerilim kesildiğinde, kapaklar yeniden açık konuma dönüyor. Yapılan testler, kapakların saniyede yaklaşık 4000 kez kapanıp açılabilmesini gösteriyor.

New Scientist, 18 Mart, 2000

Uçan Trenle Az Yakıt, Temiz Çevre

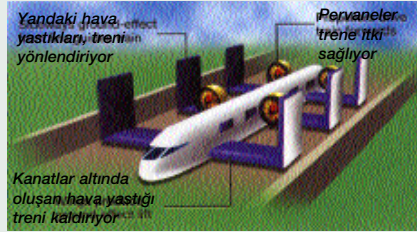
Japon mühendislerce denemeleri yapılan yeni bir uçan tren, hızlı bir yolculuğun yanı sıra önemli ölçüde enerji tasarrufu ve daha temiz bir çevre vaat ediyor. Japonlar, daha önce de manyetik itimle raylara dokunmadan havada yol alan bir hızlı tren geliştirmişlerdi. Ancak "Aerotrain" (hava treni) diye adlandırılan yeni tasarım, uçaklar gibi kanat altındaki havanın basıncından yararlanıyor. Üstelik manyetik itim yönlemine oranla dört kat daha az bir enerji gerektiriyor.

Yeni trene esin sağlayan, uçan cisimlerin yere yaklaştıkça altlarında yüksek basınçlı bir hava yastığı oluşması. Bu durumda, rüzgar direncinin ötesinde herhangi bir sürtünmeyle karşılaşmadan yol alabilen tren, çok daha az yakıt tüketiyor. Hava treninin 8.1 metre boyundaki araştırma modelinin deneyleri, Tohoku Üniversitesi Akışkan Bilimi Enstitüsü'nde gerçekleştirildi. Aracın ön ve arkasında birer çift kanat ve bunların ucunda da dikey kanatçıklar bulunuyor. Modele henüz motor takılmamış. Kenarları yükseltilmiş özel yolunda bir kamyon tarafından itiliyor. Aracın hızı saatte 50 km'yi bulunca, kanatları altında oluşan hava yastığının etkisiyle havalanıyor. Aynı hava yastığı dikey kanatçıklarıyla pistin duvarı arasında da olduğundan, araç



neredeyse hiç bir komuta gerekmeden kendi kendine yol alıyor. Araştırma projesini yöneten Yasuaki Kohama, Rusların aynı etkiden yararlanarak geliştirdikleri deniz araçlarını incelemiş. Araştırmacı, denizde yol alan araçların, dalgalardan korunabilmek için hava yastığının optimal düzeyde olacağı yüksekliğe inemediklerini, karada aynı sorun olmayacağı için de hava treninin yerin 5-10 cm üzerinde yol alabileceğini söylüyor.

Kohama, bir sonraki adımın, trenin havalanması için ulaşması gereken hızı düşürmek olduğunu söylüyor. Bu da sürtünmeyi ve enerji tüketimini azaltacak.



Daha az enerjyise daha az kirlilik demek. Hedef, yeni trenle atmosfere verilecek karbondioksit miktarını, her yolcu için kilometre başına 3.6 grama düşürmek. Bu oran, manyetik itimli trenlerde 12.2 gram. Manyetik hava trenleri, özel yolları boyunca döşenmiş elektromıknatıslar gerektiriyor ve yüksek yakıt tüketimine sahip. Hava yastıklı trense, öyle az enerji kullanacak ki, ilerideki yıllarda üzerine yerleştirilecek güneş panelleri ya da yol boyunca döşenecek rüzgar türbinleriyle hareket edebilecek.

Kohama ve ekibi, şimdi üç çift kanadı ve iki çift pervanesi olan hareketli bir model yapmaya hazırlanıyorlar. Bu düzenekle aracın saate 150 km hıza erişmesi bekleniyor. Sonraki aşama, saate 300 km hızla yol alacak altı kişilik bir model. Son hedefse, 2020 yılına kadar 335 yolcu saate 500 km hızla taşıyacak bir araç.

New Scientist, 11 Mart 2000

Plastik Tank

İngiliz askeri tasarımcılar, geçtiğimiz ay plastik ve cam elyafından yapılmış hafif ve çevik bir savaş tankının tanıtımını yaptılar. Devrimci tasarımda yeni malzemeler kullanılmış. Bunlar, tank gövdelerinde şimdiye değin kullanılan çelik ve alüminyumun yerini alıyor.

Yeni tank, sıradan benzerlerine göre yüzde 10 daha hafif. Bu nedenle oldukça hızlı. Ancak, askeri uzmanlara göre, ağır silahlara dayanıklı olabilmesi için gene de çelik bir zırhla kaplanması gereki-

yor. Tasarımı geliştiren Savunma Değerlendirme ve Araştırma Dairesi (DERA) yetkilileri, plastik tankın çok daha sessiz çalıştığını da vurguluyorlar. Bu da sürücü ve mürettebat için ek konfor anlamına geliyor. Ancak DERA araştırmacılarının, ilerideki yıllar için daha büyük bir amaçları var: Tankı, özellikle uçaklara ve helikopterlere

karşı olabildiğince görünmez kılmak. Bunun için de plastik gövdeye dökme kalıplarla radar sinyallerini dağıtıcı yapılar yerleştirmeyi planlıyorlar.

New Scientist, 18 Mart 2000



Cyborg Hücre

Cyborg sözcüğünün anlamı, biyoloji ile metal mühendisliğinin ve elektronüğün evliliği. Bu tür düzenekler, beyin, göz, kas, kemik nakillerinde kullanılmaya başlandı bile. Son olarak, California Üniversitesi araştırmacıları, canlı bir insan hücrelerini bir bilgisayar yongasıyla birleştirdiler. Araştırmacılar böylece istedikleri ilacı hücre içine kolayca sokabilmeyi umuyorlar. Ancak sorun, doğru voltajı uygulayabilmek. Ekip, sorunu çözmek için hücreyi çip üzerinde iki iletken çözelti arasına yerleştirmiş. Böylece, delikler açıldığında ortaya çıkan voltaj değişimini ölçerek optimal düzeyi belirleyebiliyor. Ekip, geliştirilen yongaların insan bedenine yerleştirilerek hastalıklı hücrelerin kontrolünü sağlayacağına inanıyor.

New Scientist, 11 Mart 2000



Ay'da Gezinti

Geçtiğimiz ay başladığımız gezintimizde, Ay'ın yeniaydan ilkdördüne kadar olan evrelerinde gözlenebilecek denizleri tanımiştık. Bu ay, yine aynı evrelerde gözleyebileceğimiz bazı belirgin kraterleri ve dağları tanıyacağız. Önümüzdeki aylarda, son dördün – yeniay evreleri arasında gözlenebilecek yüzey şekillerine değineceğiz.

Kraterler

Thales: Yüzeyin kuzeyinde yer alan krater, dolunayda ya da dolunaya yakın evrelerde gözlemlendiğinde parlaklığıyla dikkati çeker.

Endymion: Ay yüzeyinde en kolay seçilen kraterlerden biri. Karanlık tabanıyla dikkat çekiyor.

Aristoteles: Soğuk Deniz'in güneyinde yer alan bu krater, Ay'daki en belirgin kraterlerden biri. Kraterin kenar duvarlarının yüksekliği, tabandan 4000 metre. Aristoteles'in çapı yaklaşık 88 km.

Atlas ve Herkül: 87 km çaplı Atlas ve ondan biraz daha küçük olan ve batısında yer alan Herkül, güzel bir ikili oluşturuyorlar. İkili, en iyi hilâl ve ilkdördün evreleri arasında gözlenebilir.

Cleomedes: Bu krater gece ile gündüzü ayıran sınıra yakın olduğunda yüzeydeki en belirgin kraterlerden birisi. Krateri görebilmek için, Bunallımlar Denizi'nin kuzeyine bakmak gerekiyor.

Hipparchus: Albategnius'un hemen üzerinde yer alan bu büyük krater, ondan biraz daha büyük olmasına karşılık, daha az belirgindir. Hipparchus,

eski bir krater olduğundan, üzerinde pek çok küçük krater bulunuyor.

Cyrillus ve Theophilus: İkili, Nektar Denizi'nin batısında yer alıyor. Cyrillus, çok eski bir krater. Bu nedenle, onun üzerinde başka kraterler de bulunuyor. Bunlardan en belirgin olanı, yaklaşık onunla aynı büyüklükteki Theophilus.

Albategnius: 130 km çapındaki krater, dürbünle gözlemciler için çok kolay bir hedef. Çarpmanın etkisiyle oluşan krater-

üzerinde yükseldiğinde, krater, sanki ateş almış gibi parlar.

Aliacenis ve Werner: Bu iki krater, ilkdördün evresinde, tam gece – gündüz sınırında yer alıyorlar. Bu evrede çok belirgin olan kraterler, ilerleyen günlerde Güneş'in burada yükselmesiyle zor seçilir oluyor.

Fracastorius: Yaklaşık 120 km çaplı bu büyük krater, Nektar Denizi'nin kenarında bir körfeze benzer. Kraterin kuzey duvarı, Nektar Denizi'ni de dolduran lavların altında kalmıştır. Bu krater, bu bakımdan, türünün en iyi örneklerinden biridir.

Piccolomini: Yeniaydan yaklaşık dört gün sonra aydınlanan krater, ilkdördüne kadar gözlem için iyi durumdadır. 86 km çaplı Piccolomini'yi gözlemek için, basit bir dürbün yeterli ancak, merkezindeki tepeyi görebilmek için, en azından 10 kez büyüten bir dürbün gerekiyor.

Stevinus: Yeniaydan yaklaşık üç gün sonra, Güneş ışınları bu krateri aydınlatmaya başlar. Bundan birkaç gün sonraysa, ışık krateri biraz daha dik gelmeye başladığında, çevresinde çarpışmanın etkisiyle oluşmuş ışınlar belirginleşir.

Fabricius ve Metinus: Ay'ın güneyinde yer alan iki krater birbirine bitişik konumda. Biri 85, öteki 77 km çaplı kraterler, basit bir dürbünle kolaylıkla görülebilir. Daha yüksek büyütmeli dürbün ya da teleskopla bakıldığında, Fabricius'un tabanındaki tepeler oldukça belirgindir. Metinus'un tabanıysa Fabricius'unkine göre daha düzdür.

Dağlar ve Öteki Yüzey Şekilleri

Caucasus Dağları: Durgunluk Denizi'yle, Imbrium Denizi'ni ayıran



rin, merkezindeki tepeler yaklaşık 4600 metre. Bu tepeler, oldukça belirgin olduğundan, dürbün ya da küçük bir teleskopla kolaylıkla seçilebilir.

Langrenus: Bolluk Denizi'nin güneybatı kenarında yer alan bu krater, çoğu kraterin aksine, ilkdördünle dolunay evreleri arasındaki evrelerde en iyi görünür. Güneş, bu kraterin

dağlardır. “Deniz seviyesinden” yüksekliği, en yüksek tepelerde, 5800 metreyi bulur. Bu dağlar, özellikle gece-gündüz sınırındayken çok etkileyici görünürler.

Haemus

Dağları: Sessizlik Denizi’nin güneyinde yer alan pek de ilgi çekmeyen dağlardır. En yüksek tepeler yaklaşık 3500 m yüksekliktedir.

Sinüs Düzlüğü:

Uzunluğu 320, eni 160 km olan oval bir düzlüktür. Ay’ın Dünya’dan görünen yüzünün hemen hemen ortasında yer alır.

Rheita Vadisi: Yaklaşık 350 km uzunlukta, ilginç bir yapıdır. Ay yüzeyinde, büyük bir yırıtığı andırır. Gözlem için en uygun olduğu dönem, Güneş’in henüz vadinin dibini tam aydınlatmadığı, hilâlden ilkdördüne kadar olan evrelerdir.

Lacus Somniorum (Hayaller Gölü): Durgunluk Denizi’nin kuzey-

genişliğiyle, 150 km genişlikteki Hayaller Gölü’nden biraz daha büyüktür.

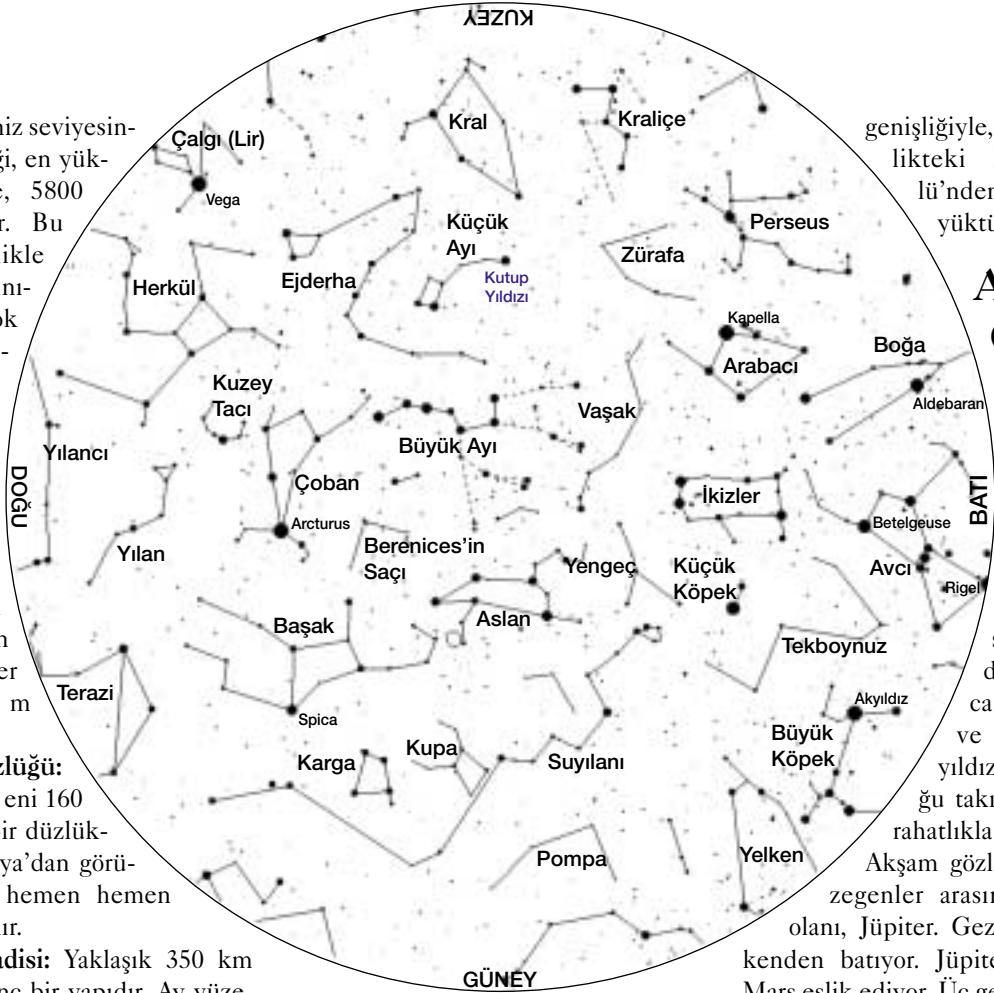
Ayın Gök Olayları

Yaz takımyıldızları gökyüzünde gideerek yükselirken, kış takımyıldızları artık erkenden batıyor. Ancak, kış üçgeni ve onu oluşturan yıldızların bulunduğu takımyıldızlar hala rahatlıkla gözlenebiliyor.

Akşam gözlenebilecek gezegenler arasında en parlak olanı, Jüpiter. Gezegen, artık erkenden batıyor. Jüpiter’e Satürn ve Mars eşlik ediyor. Üç gezegen, ayın ortalarına doğru, birbirlerine iyice yaklaşacaklar. Üç gezegen de yaklaşık 5° çaplı bir alanın içinde olacak.

Ay, 4 Nisan’da yeniay, 11 Nisan’da ilkdördün, 18 Nisan’da dolunay ve 26 Nisan’da sondördün evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu



15 Nisan 2000 Saat 22⁰⁰’de gökyüzünün genel görünüşü

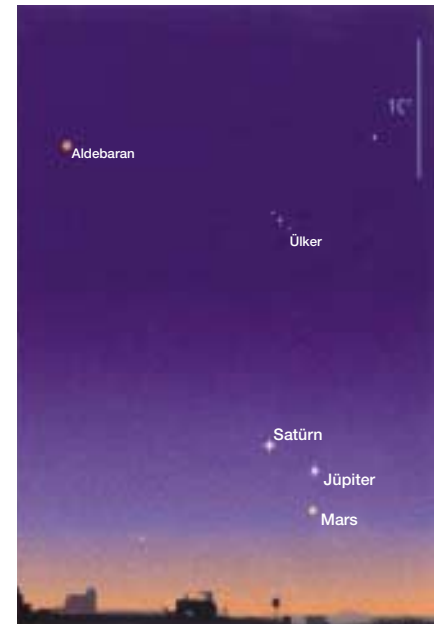
doğusunda yer alan bir körfezi andırır. Durgunluk Denizi’yle karşılaştırıldığında, biraz daha aydınlık görünür.

Lacus Mortis (Ölümler Gölü): Hayaller Gölü’nün kuzeyinde yer alır ve onun devamı gibidir. Yaklaşık 160 km

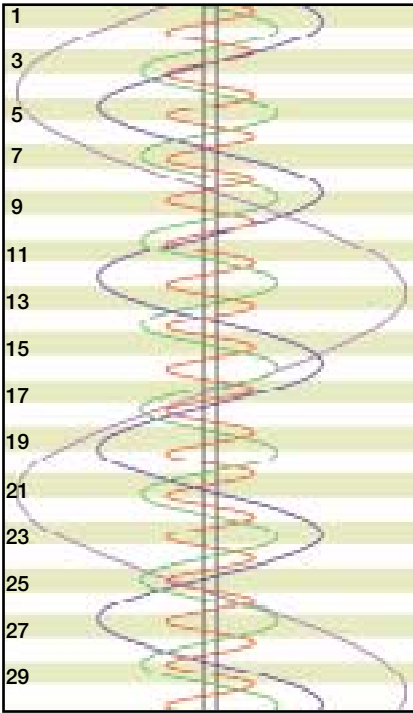
Nisan ayında Jüpiter’in “Galileo Uyduları” olarak adlandırılan dört büyük uydusunun Jüpiter’e göre konumları.



5-7 Nisan akşamları Ay ve gezegenler



10 Nisan akşamı gezegenler



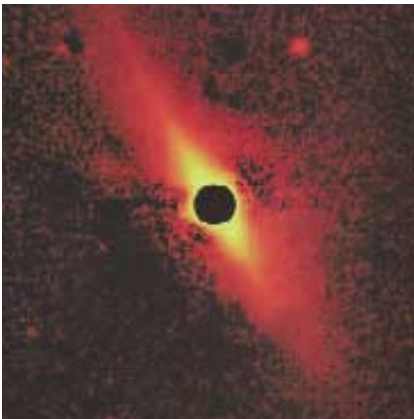
— Io — Europa — Ganymede — Callisto

Güneş Dışı Gezegenler

Dünya dışı akıllı varlıklardan ses duymak isteyenler heyecan içinde. SETI'nin radyoteleskoplarla yürüttüğü elektronik sinyal avının yanı sıra, gezegen avcıları da optik teleskoplarla gezegen yakalamaya çalışıyorlar. SETI araştırmacılarının yaşamı fazla renkli değil. Yaptıkları, masaları başında süper bilgisayarların analiz sonuçlarını sabırla incelemek. Oysa ileri teknoloji sahibi uzaylı kardeşlerimizi duymak değil de, olası evlerini "görmek" isteyenlerin yürüttüğü av daha heyecanlı. Üstelik oldukça da bereketli. Güneş sistemimiz gibi öteki yıldızlar da kütleçekiminin etkisiyle çöküp disk biçimini alan bir gaz ve toz bulutunun merkezinde doğuyorlar. Dünyamız ve

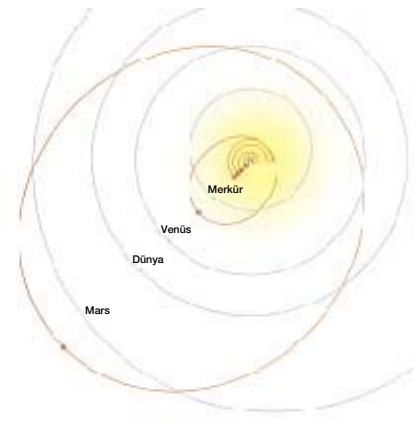
kardeş gezegenlerimiz de işte bu disk içinde uzun ve şiddetli bir süreç içinde geliştiler. Aslında gökbilimciler daha önce de bu diskleri genç, ya da henüz oluşma sürecindeki yıldızların çevresinde gözlemişlerdi. İlk kez 1984 yılında görece genç ve sıcak bir yıldız olan Vega (A türü, 26,4 ışık yılı uzaklıkta) çevresinde gözlenen toz diskini daha sonra yakınlardaki 100 kadar yıldızın çevresinde de gözlemlendi. Ancak gezegenlerin bu disk içinde oluşmak için fazlaca da zamanları yok. Uluslararası bir gökbilim ekibince 84 yıldız üzerinde yapılan bir araştırma, 400 milyon yıldan daha genç yıldızların %60'ının toz disklerine sahip olduğunu, yaşları 1 milyar yılı aşan yıldızlar-

daysa bu oranın %10'a düştüğünü ortaya koydu. Sonuç: Bir gaz ve toz diskinin ömrü, yalnızca 300-400 milyon yıl. Daha sonra toz diskini çeşitli öğelerin etkileşimiyle dağılıyor. Disk içindeki toz zerrecikleri, başka zerreciklerle çarpışarak iyice ufalıyor. En küçükleri yıldızdan gelen ışınlam baskısıyla uzaya atılıyor. Daha büyükleriyse, yıldız ışığıyla etkileşim sonucu sarmal hareketlerle yavaş yavaş yıldızın içine düşüyorlar. Disk içinde oluşmaya başlayan gezegen adayları ve oluşmuş gezegenler de, kütleçekimleriyle bunları ya yıldızlararası uzaya, ya da yıldızın içine atıyorlar. O halde, yıldız çevresindeki toz disklerinin görece hızlı bir biçimde yok olmasının önemli bir ne-



Beta Pictoris, yakınımızdaki yıldızlar arasında en parlak ve en geniş toz diskiye sahip olan yıldız. Disk, merkezdeki yıldızın maskelenmesiyle gözlemlenmiştir. Diskin yarıçapı 1300 astronomik birime kadar uzanıyor. 60 ışık yılı uzaklıktaki yıldız, yalnızca 20 milyon yaşında (solda)

Güneş sistemi dışındaki gezegenler, genellikle yıldızlarına çok yakın yörüngelerde dönen gaz devleri (sağda). Karşılaştırmak için iç Güneş sistemindeki gezegenlerin dairesel yörüngeleri siyah çizgiyle gösteriliyor.





deni, gezegenlerin varlığı. Bu da Güneş sistemi dışında gezegen arayışlarına ek bir güçlük getiriyor. Gezegenleri arayan teleskopların, mutlaka gezegen yatağı olabilecek toz disklerine sahip çok genç yıldızlara çevrilmesi gerekmiyor. Tozdan kurtulmuş olgun yıldızlar da, hatta belki daha da büyük bir olasılıkla, gezegen sistemlerine sahip olabilirler.

Bu güçlük, gökbilimcilerin sabrı ve geliştirilen yaratıcı bir teknikle aşılabildi. Son yıllarda disklerin içinde ya da ergin yıldızların çevresinde saklanan gezegenler birer birer ortaya çıkarılmaya başlandı. İlk gezegen adayı 1995 yılı ekim ayında, 50 ışık yılı uzgımızdaki 51 Pegasi yıldızının çevresinde belirlendi. Araştırmacılar, gezegenin yaklaşık Jüpiter büyüklüğünde, ama yıldız çevresindeki yörüngesinin, bizim Merkür'ün Güneş'e olan uzaklığından sekiz kat daha yakın olduğunu belirlediler. Elbette bu yakınlıktaki gezegen, cehennem gibi sıcak olmalı. O günden bu yana keşfedilen yeni gezegenlerin sayısı hızla arttı. Teleskopların ayna çaplarının giderek artması, ve milyonlarca yıldızın aynı anda gözlenmesini sağlayan bilgisayar programları sayesinde son yıllarda gezegen keşiflerinde bir patlama yaşandı. Bu gün neredeyse gün geçmiyor ki, Güneşimize yakın yıldızların çevresinde dönen bir gezegen bulunmasın. Hatta Güneş sistemimizde olduğu gibi, çevresinde birden çok gezegenden oluşan bir yıldız bile belirlendi. Gezegen avı, birbirine rakip iki ayrı grupça sürdürülüyor. Birincisi, Geoffrey Marcy ve R. Paul Butler adlı iki Amerikalı gökbilimcinin yönettiği bir ekip. İkinci grubuysa, Didier Queloz ve Michel Mayor adlı İsviçreli gökbilimciler yönetiyor. İki grubun kullandığı yöntem de, gezegenlerin kütleçekimleriyle ana yıldızın hareketinde küçük ama ölçülebilir

Su Bulutlu Gezegenler

Bunlar, şimdiye değin keşfedilen gaz gezegenler arasında en soğukları ve Güneş sistemimizdekilere en çok benzeyenleri. Bunlar içinde bazıları, sıvı suyun oluşabildiği yaşam kuşağı içinde bulunuyorsa da, hiçbirinin yaşamı destekleyebileceği sanılmıyor. Ancak, eğer varsa uyduları üzerinde yaşam olabilir. Jüpiter gibi bu gezegenlerin atmosferlerinin de üç bulut katmanından oluştuğu düşünülüyor: Atmosferin en üstünde amonyum sülfat katmanı, daha sonra amonyak bulutlarından oluşan bir ara katman ve daha altta da su, su buharı ve buzdan oluşan bulutlar. Bu bulutların gezegen atmosferlerini Venüs'ünki kadar yansıtıcı yapabileceği sanılıyor. Bulut katmanları arasında kuşaklar, rüzgârlar, siklon ve antisiklon sistemleri biçiminde karışımlar olabilir.

Gliese 876
Yeri: Kova takımyıldızı;
Dünya'ya uzaklığı: 15 ışık yılı
Kütlesi: 670 Dünya
Yılı: 60.85 gün
Yıldızına uzaklığı: 32 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -93 °C
Keşif tarihi: 22 Haziran 1998
Bu yıldız, bir gezegene sahip olan Güneş'e en yakın yıldız. Ancak, bir kırkı cüce olan Gliese 876, Güneş'ten 2800 derece daha soğuk, 100 kat daha soluk ve kütlesi Güneş kütlesinin 1/3'ü. Gezegeni yaşam kuşağında bulunuyor

HD134987
Yeri: Libra takımyıldızı;
Dünya'ya uzaklığı: 82 ışık yılı
Kütlesi: 334 Dünya
Yılı: 259,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 120 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 42 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999
Yaşam kuşağında yer alıyor.

HD210277
Yeri: Kova Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 69 ışık yılı
Kütlesi: 391 Dünya
Yılı: 436,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 173 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -23 °C
Keşif tarihi: 9 Eylül 1998
Gezegenin yörüngesi, uzaklık ve periyot açısından Dünya'ninkini andırıyor; ancak büyük ölçüde eliptik.

16 Cygni B
Yeri: Kuğu Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 70 ışık yılı
Kütlesi: 483 Dünya
Yılı: 804 gün
Yıldızına uzaklığı: 256 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -83 °C
Keşif tarihi: Ekim 1996
Gezegenin yıldızı 16 Cygni B, kendisinden biraz daha büyük olan 16 Cygni A yıldızının çevresinde dönüyor.

47 Ursae Majoris
Yeri: Büyükayrı Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 46 ışık yılı
Kütlesi: 760 Dünya
Yılı: 1088 gün
Yıldızına uzaklığı: 320 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -83 °C
Keşif tarihi: 17 Ocak 1996
Yaşam kuşağında yer alan soğuk bir dünya olabilir. SETI çerçevesinde radyo sinyalleri için taranıyor.

HD209458
Yeri: Kanatlıat Takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 153 ışık yılı
Kütlesi: 200 Dünya
Yılı: 3,52 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,72 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1037 °C Keşif tarihi: 12 Aralık 1999
Yıldızı önünden geçerken görülen ilk gezegen

HD10697
Yeri: Balık takımyıldızı;
Dünya'ya uzaklığı: 100 ışık yılı
Kütlesi: 2020 Dünya
Yılı: 1072,3 gün
Yıldızına uzaklığı: 315,2 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -9 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999

HD37124
Yeri: Boğa takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 108 ışık yılı
Kütlesi: 331 Dünya
Yılı: 155,7 gün
Yıldızına uzaklığı: 81,6 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 54 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999, Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen ancak, Dünya'dakine yakın bir sıcaklıkta

Iota Horologii
Yeri: Saat takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 56 ışık yılı
Kütlesi: 718 Dünya
Yılı: 320 gün
Yıldızına uzaklığı: 138 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -23 °C
Keşif tarihi: 29 Haziran 1999
Yaklaşık bir milyar yaşındaki yıldız, gezegeni olanların bilinen en genci. Gezegen yaşam kuşağında yer alıyor aylarında yaşama uygun sıcaklıklar ve sıvı su bulunabilir.

HD177830
Yeri: Tilkicik takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 192 ışık yılı
Kütlesi: 388 Dünya
Yılı: 391,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 160 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 88 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999
Gezegen yaşam kuşağında

HD222582
Yeri: Kova takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 137 ışık yılı
Kütlesi: 1680 Dünya
Yılı: 575,8 gün
Yıldızına uzaklığı: 200 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -39 °C
Keşif tarihi: Kasım 1999
Bilinenler arasında en eliptik yörüngeye sahip gezegen.

14 Herculis
Yeri: Herkül takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 59 ışık yılı
Kütlesi: 1000 Dünya
Yılı: 1607 gün
Yıldızına uzaklığı: 368 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -143 °C
Keşif tarihi: 6 Temmuz 1998
Bilinen en uzun yıla sahip gezegen. Yüzey sıcaklığı Jüpiterinkine eşit olabilir.



Fırınlar

Kendi gezegen sistemimizde Jüpiter, Saturn, Uranüs ve Neptün gibi gaz devleri, yıldızımıza uzak ve çok düşük yüzey sıcaklıklarına sahip bulunuyorlar. Güneş dışındaysa işler tersine gibi görünüyor: Sıcak gaz devleri, ana yıldızlarına olağanüstü yakınlıkta yörüngelerde bulunuyor. "Fırınlar" diye adlandırılan gruba giren bazıları, yıldızlara yalnızca üç beş milyon km uzaklıkta. Bu yakınlıkta yıldızın kütleçekimi öylesine güçlü oluyor ki, bir yüzü sürekli olarak yıldız bakıp pişiyor. Bu gezegenler birer cehennemi andırıyor. Yüzey sıcaklıkları 1400 derece. Şiddetli morötesi, kızılötesi ve parçacık radyasyon bu gezegenlerin atmosferlerini ısıtıyor. Göğün manzarası, Dünya'dakinden çok farklı. Silikatlardan oluşan bulutlardan kum taneleri ve erimiş demir yağmurları yağıyor. Gezegen içlerindeki çok büyük basınç ve sıcaklık, hidrojeni metal hale getiriyor ve ısı dolanımı (konveksiyon) büyük manyetik alanlar yaratıyor.

salınımları izlemek. Basit anlatımıyla olan, yıldızın, gezegeniyle arasındaki kütleçekimsel etkileşim nedeniyle belirli aralıklarla Dünya'ya yaklaşıyor, ya da uzaklaşıyor gibi görünmesi. Doppler etkisi nedeniyle bu yaklaşma ve uzaklaşma, yıldızın ışığında kırmızı ya da maviye kayma biçiminde ortaya çıkıyor. Tabii ki yüzlerce trilyon kilometre uzaklıktaki yıldızlardan gelen ışıktaki böylesine ufak değişimleri izlemek son derece güç. Ancak spektroskop (tayf ölçme) teknikleri ve araçlarında sağlanan olağanüstü gelişme sayesinde gökbilimciler bir yıldızın hareketindeki en küçük değişimi bile saptayabiliyorlar, hatta bu teknikle gezegenin yıldız olan uzaklığını, dönme hızını ve sıcaklığını bile belirleyebiliyorlar.

Gene de, tekniğin mükemmelliğine karşın sağlanan veriler, gezegenlerin varlığı konusunda ancak dolaylı bir kanıt oluştuyordu. Yıldız ışığında (dolayısıyla hareketinde) ortaya çıkan değişime gezegenlerin yol açtığı konu-

51 Pegasi
Yeri: Kanatlı takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 50 ışık yılı
Kütlesi: 140 Dünya
Yılı: 4,23 gün
Yıldızına uzaklığı: 8 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 850 °C
Keşif tarihi: 6 Ekim 1995
Güneş sistemi dışında keşfedilen ilk gezegen.

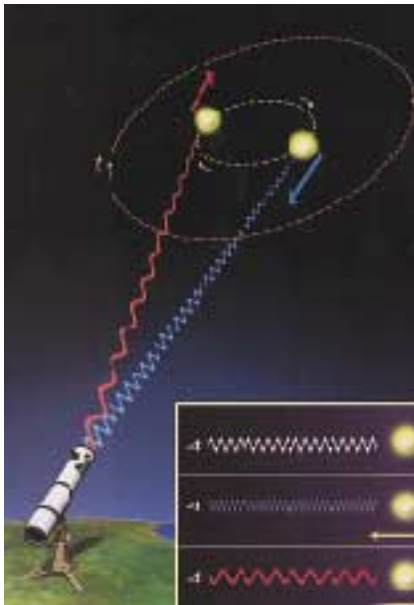
Tau Bootis
Yeri: Çoban takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 50 ışık yılı
Kütlesi: 1230 Dünya
Yılı: 3,31 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,88 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1200 °C
Keşif tarihi: 14 Haziran 1996
"Fırın" grubundaki gezegenlerin en büyüğü ve olası en sıcak. Gezegenin yıldızı, Güneş'ten 3 kat daha parlak.

HD187123
Yeri: Kuğu takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 156 ışık yılı
Kütlesi: 150 Dünya
Yılı: 3,097 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,24 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1054 °C
Keşif tarihi: 9 Eylül 1998
En hızlı yörünge periyotlu gezegen. Güneş'e benzeyen yıldızın çok yakınında dönüyor. Gökbilimciler bu yıldız çevresinde ikinci bir gezegen olabileceğini düşünüyorlar.

HD75289
Yeri: Yelken takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 95 ışık yılı
Kütlesi: 130 Dünya
Yılı: 3,51 gün
Yıldızına uzaklığı: 6,88 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1115 °C
Keşif tarihi: 1 Şubat 1999
Güneş sistemi dışındaki gezegenlerden bilinen en hafifi. Yıldızı, metalce Güneş'ten daha zengin.

HD217107
Yeri: Balık takımyıldızı
Dünya'ya uzaklığı: 64 ışık yılı
Kütlesi: 404 Dünya
Yılı: 7,12 gün
Yıldızına uzaklığı: 11 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 675 °C
Keşif tarihi: 10 Ekim 1998
Jüpiter'in 4 katı büyüklüğünde ikinci bir gezegenin de aynı yıldız çevresinde dönüyor olabileceği düşünülüyor.

sundaki son kuşklar da geçen yıl sonlarında elde edilen ilk doğrudan kanıtlarla ortadan kalktı. Gene Geoffrey Marcy'nin yönettiği bir ekip, Kanatlı At (Pegasus) takımyıldızında HD209458 diye tanınan bir yıldızın



önünden geçen gezegenin, Dünya üzerine düşen çok küçük gölgesini belirledi. Başka bir deyişle bu, yıldızın ışığında gezegenin geçişi sırasında meydana gelen çok küçük bir azalma. Gökbilimciler, gezegenin kütlesinin, Dünya'ninkinin 200 katı olduğunu hesapladılar. Gezegenin varlığına kanıt, gökbilim ekibinin önceden belirlediği anda ışıktaki bu azalmanın gözlenebilmiş olması. Daha da doğrudan bir kanıt, bir ay sonra İngiliz gökbilimcilerce ortaya çıkarıldı. Ekip Çoban takımyıldızındaki Tau Bootis çevresinde dönen sıcak bir gaz gezegeninin yüzeyinden yansıyan ışığı gözlemlediler.

Sonuç olarak, Güneş Sisteminin dışında saptanan gezegenlerin sayısı, bu yılın başında 29'u buldu. Daha önemlisi, bunlardan bazıları, ne fazla sıcak, ne de fazla soğuk olan ve "yaşam kuşağı" denen bir bölge içinde yer alıyorlar. Gökbilimciler, daha birçok tek gezegen ve güneş sistemi adayı üzerinde çalışmalarını sürdürüyorlar. Bütün bunlar, Güneş'in hemen yakınında, çok küçük bir alan içinde bulundu. Bu durumda, yalnızca kendi gökadamız Samanyolu'nda en az 100 milyar yıldız bulunduğu ve evrende de en az 100 milyar gökada bulunduğu göre milyarlarca yıldızın çevresinde milyarlarca gezegenin dönmesi, ve bunların en azından bazılarında yaşam barındıracak koşulların bulunması, bunların bir bölümünde de yaşamın, akıllı uygarlıklara kadar gelişmesi gerekmez mi?

Ancak gökbilimciler, Dünya benzeri gezegen bulma umudunu korumakla birlikte, yaşamın, hele akıllı uygarlıkların ortaya çıkıp gelişmesi için çok özel koşulların bir araya gelmesi gerektiğini vurguluyorlar. Yıldızlar, "O" ve "B" sınıfı sıcak mavi yıldızlardan başlayarak, kütleleri ve buna bağlı olarak da yüzey sıcaklıkları giderek

Gezegen avcılar, avlarını uzak yıldızlarca yayılan ışıktaki çok küçük değişimleri izleyerek saptıyorlar. Yıldız çevresinde dönen bir gezegenin kütleçekimi, yıldızda küçük bir yalpalamaya yol açar. Yıldız Dünya'ya doğru yalpaladığında, yaydığı ışık dalgaları akordiyon gibi sıkışarak daha kısa mavi dalga boylarına doğru kayar. Buna "Doppler Kayması" denir. Yıldız ters yöne yalpa yaptığında ışığı, daha uzun kırmızı dalga boylarına kayar. Bu etkiyle gökbilimciler gezegenin yıldız çevresindeki yörünge periyodunu, gezegenin uzaklığını, minimum kütlesini ve sıcaklığını hesaplayabilirler. Jüpiter'in çekimi, Güneşimizin dönmelerini ancak saatte 27 km kadar frenleyebilir. Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen bir yıldızdan gelen ışığı ancak 10 milyonda bir oranında sıkıştırıp genişletebilir.

azalan "A" (beyaz), "F" (sarı-beyaz) "G" (sarı), "K" (turuncu) ve M (kırmızı) diye belirlenen sınıflara ayrılıyorlar. Her sınıf içindeki yıldız da, daha küçük kütle ve sıcaklık farklarına göre 10 alt gruba bölünüyor. Güneş, G-2 sınıfından sarı bir yıldız. Yüzey sıcaklığı yaklaşık 5500 derece. Orta büyüklükte sayılmasına karşılık gene de Samanyolu içinde sarı yıldızların oranı yüzde 4 kadar. Mavi, beyaz ve sarı-beyaz yıldızlarsa, hep birlikte gökada nüfusunun yalnızca yüzde 1'ini oluşturuyorlar. Geri kalanlarsa, turuncu (%15) ve kırmızı (%70) yıldızlar. Mavi yıldızlar, büyük kütleli olduklarından, kütleçekimini dengeleyebilmek için merkezlerindeki çekirdek tepkimelerinin basıncı da o ölçüde büyük olmak zorunda. Bu nedenle yakıtlarını çok çabuk tüketiyorlar; birkaç milyon yıl içinde ömürlerini süpernova patlamalarıyla noktlayıp ya 20-30 km çapında son derece yoğun nötron yıldızı, ya da yakınlarındaki ışığı bile hapsedecek ölçüde güçlü kütleçekimine sahip karadelik haline geliyorlar. Bu tür yıldızlar, daha gençliklerinde bile çok güçlü rüzgârlarla çevrelerindeki disk kısa sürede dağıttıklarından etraflarında gezegen oluşmuyor. Öteki gruptaki yıldızların ömürleri daha uzun. Beyaz yıldızların yaklaşık 1 milyar yıl, Güneş benzeri sarı yıldızların 10 milyar, kırmızı yıldızlarınsı birkaç trilyon yıla kadar varabiliyor. Bu yıldızlar, merkezlerindeki hidrojen yakıtını tükettince, önce helyum, ve daha sonra oluşturdıkları daha ağır elementleri, soğan kabuğu gibi giderek dışa doğru yükselen katmanlarda yakarak ısınıyorlar ve genişleyerek kırmızı dev haline gelip yakınlarındaki gezegenleri yutuyorlar. Örneğin bizim yıldızımız Güneş, yaklaşık 4.5 milyar yıl sonra kırmızı dev haline geldiğinde, Dünyamız yıldızın içine girip buharlaşacak. O halde yaşam için gezegenlerin doğru yıldızın (yeterince sıcak, kararlı, kırmızı dev evresine gelmemiş, yeterince uzun ömürlü) çevresinde, yaşam için önemli sıvı su için uygun sıcaklığın oluşabileceği yeterli bir uzaklıkta dönmesi gerekiyor.

Güneş çevresinde saptanan gezegenler, istatistiksel olarak umut vermekle birlikte, yaşam için gerekli koşulların yaygınlığı konusunda hiç de iç açıcı bir tablo sunmuyorlar. Bir kere

Açık Gökler

Bu sınıftaki gezegenler, ana yıldızlarına 11 ile 130 milyon km arasında değişen uzaklıktaki yörüngelerde dönüyorlar. Bunların atmosferleri, silikat bulutlar için fazla soğuk, buna karşın su bulutları için de fazla sıcak. Bu gaz devlerindeki yüzey sıcaklıklarının 500 derece ile 110 derece arasında değiştiği düşünülüyor. Kükürt ve klor bileşiklerinden, hatta bildiğimiz tuzdan oluşmuş açık ya da puslu atmosferleri olabilir.

<p>Rho Coronae Borealis Yeri: Kuzey tacı takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 54 ışık yılı Kütlesi: 350 Dünya Yılı: 39,65 gün Yıldızına uzaklığı: 33,6 milyon km Yüzey sıcaklığı: 325°C Keşif tarihi: 24 Nisan 1997 Bu gezegenin yıldızı Güneş benzeri, ama 10 milyar yaşında bir yıldız.</p>	
<p>Gliese 86 Yeri: Irmak takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 36 ışık yılı Kütlesi: 1600 Dünya Yılı: 15,83 gün Yıldızına uzaklığı: 16 milyon km Yüzey sıcaklığı: 325°C Keşif tarihi: 24 Kasım 1998 Gezegen bir ikili yıldız sisteminde bulunuyor. Gliese 86 A adlı, Güneş'ten hafif ve soluk bir yıldızın çevresinde dönüyor.</p>	
<p>HD192263 Yeri: Kartal takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 65 ışık yılı Kütlesi: 250 Dünya Yılı: 24,36 gün Yıldızına uzaklığı: 22,4 milyon km Yüzey sıcaklığı: 215 °C Keşif tarihi: 28 Eylül 1999 Yıldızı görece soğuk. Gezegen de, benzer uzaklıklara göre soğuk</p>	
<p>HD130322 Yeri: Başak takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 97 ışık yılı Kütlesi: 343 Dünya Yılı: 10,72 gün Yıldızına uzaklığı: 13,12 milyon km Yüzey sıcaklığı: 475 °C Keşif tarihi: 6 Eylül 1999, Gezegen güneşine Merkür'den 4 kat daha yakın, ama "fırın" değil. Çünkü yıldızı, Güneş'in yan parlaklığında.</p>	
<p>55 Cancri Yeri: Yengeç takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 44 ışık yılı Kütlesi: 600 Dünya Yılı: 14,7 gün Yıldızına uzaklığı: 16 milyon km Yüzey sıcaklığı: 355 °C Keşif tarihi: 12 Nisan 1996 Yıldızın büyük bir toz diski var. Diskin çapı milyarlarca kilometre uzunluğunda. 15-20 yıllık yörünge periyodunda, daha büyük ikinci bir gezegenin bulunabileceği düşünülüyor.</p>	

büyük çoğunluğu, Jüpiter'den kat kat büyük gaz devleri. Kimisi yıldızlarına çok yakın, kimisi de hayli uzak yörüngelerde dönüyorlar. Gerçi bunların saptanabilmelerinde önemli bir öge, yıldızın dönme periyoduna etki yapan büyüklükleri. Peki aynı yıldızın çevresinde, onun hareketine etki edemeyecek kadar küçük başka gezegenler olmaz mı? İşte NASA, Dünya benzeri gezegenler bulabilmek için 2011 yılında uzaya iddialı bir teleskop göndermeye hazırlanıyor. Aslında bir teleskop dizisi demek daha doğru. Karasal Gezegen Kaşifi adıyla tasarlanan araç, bir ana gemiyle, toplam bir futbol sahası kadar alan içinde ana gemiyle bağlantı-



<p>70 Virginis Yeri: Başak takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 59 ışık yılı Kütlesi: 2100 Dünya Yılı: 116,7 gün Yıldızına uzaklığı: 64 milyon km Yüzey sıcaklığı: 100 °C Keşif tarihi: 17 Ocak 1996 Aşırı eliptik yörüngesi nedeniyle yüzey sıcaklığı büyük ölçüde değişkenlik gösteriyor.</p>	
<p>HD114762 Yeri: Berenisin saçı takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 91 ışık yılı Kütlesi: 3500 Dünya Yılı: 184,02 gün Yıldızına uzaklığı: 56 milyon km Yüzey sıcaklığı: 206 °C Keşif tarihi: 22 Nisan 1996 Yakın yörüngede böylesine dev bir gezegen, başka gezegenleri olasılık dışı bırakıyor. Varsa bile bunlar, ya uzaya fırlamış, ya da bu dev gezegence yutulmuş olmalı.</p>	
<p>HD195019 Yeri: Yunus takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 122 ışık yılı Kütlesi: 1100 Dünya Yılı: 18,2 gün Yıldızına uzaklığı: 20,32 milyon km Yüzey sıcaklığı: 398 °C Keşif tarihi: 10 Ekim 1998 Bu gezegenin yıldızı, neredeyse Güneş'in ikizi.</p>	
<p>HD168443 Yeri: Yılan takımyıldızı Dünya'ya uzaklığı: 108 ışık yılı Kütlesi: 1600 Dünya Yılı: 57,9 gün Yıldızına uzaklığı: 41,12 milyon km Yüzey sıcaklığı: 376 °C Keşif tarihi: 2 Aralık 1998 Bu gezegenin yıldızı, neredeyse Güneş'in ikizi. Gezegenin, yıldızın en yakın noktası 22,4 milyon, en uzağı da 67,2 milyon km olan aşırı eliptik yörüngesi büyük mevsim değişikliklerine yol açıyor olmalı.</p>	

lı dört dev teleskoptan oluşacak. Teleskoplar, eşgüdüm halinde Dünya'dan 50 ışık yılı uzaklığa kadar olan yıldızlara dönecekler, yıldızın güçlü ışığını perdeleyerek çevresindeki olası gezegenlerden yansıyacak küçük ışık noktalarını arayacaklar. Teleskopların algıladığı ışık ana gemiye ulaştırılacak ve burada dört teleskoptan sağlanan veri birleştirilerek yüksek çözünürlükte bir görüntü oluşturulacak.

Ancak şimdiye değin saptanan dev gezegenlerin, yıldızlarına olan yakınlığı bir sorun yaratıyor: Bilinen yıldız ve gezegen oluşum modellerine göre bunların bu kadar yakında bulunmaları gerekiyor. Çünkü gaz ve toz



Upsilon Andromedae güneş sistemi, anlaşılan bir istisna. Bilgisayar modellerine göre büyük kütleli 3 gezegen uzun süre aynı yıldızın çevresinde dönüyor. Yukarıdaki simülasyonda, Jüpiter kütleli 3 gezegen güneşlerine 5.0, 7.3, ve 10.2 astronomik birim (1 AB= 150 milyon km) uzaklıkta, yaklaşık aynı düzlemdeki yörüngelerinden yola çıkıyorlar. Ama, kütleçekim etkileşimleri yörüngelerini düzensiz hale getiriyor ve tipik olarak gezegenlerden biri (mavi eğri) sistem dışına atılıyor. Bu sürecin, daha hafif biçimde Güneş sistemimizi de etkilediği anlaşılıyor.

diskinin merkezinde oluşmakta olan yıldız, diskin kendine yakın bölgelerindeki gazı kendi kütleçekimiyle topluyor ve yakın çevresinde, giderek birleşerek önce iri topakçıklar, sonra gezegen adayı büyük kaya parçaları ve sonunda da çarpışmalarla birleşip kayasal gezegenleri oluşturan, toz zerrecikleri kalıyor. Ancak diskin merkeze uzak ve dolayısıyla soğuk bölgelerinde buz zerreciklerinin birleşmesiyle oluşan gezegen nüveleri çevredeki gazı toplayarak büyük kütleler kazanabiliyorlar. O halde keşfedilen bu gaz devleri, yıldızlarının böylesine burnu dibinde ne arıyorlar? Bu soruya gökbilimciler farklı yanıtlar veriyorlar. Bir görüşe göre, çevrelerinde dev gaz gezegenlerin keşfedildiği yıldızlar, metal (gökbilimde hidrojen ve helyumdan daha ağır elementlere verilen ad) bakımından Güneşimizden hayli zengin. Böyle olunca da metalce zengin yıldızların, dev gaz gezegeni oluşturmaya daha eğilimli olabilecekleri düşünülüyor.

Ancak daha yaygın kabul gören bir açıklamaysa, bu gezegenlerin önce yıldızı oluşturan gaz ve toz diskinin dış

bölgelerinde oluştukları ve zaman içinde yıldızla yaklaştıkları biçiminde. Bu gaz devleri muazzam kütleçekimleriyle çevrelerindeki daha ufak gezegenleri sağa sola fırlatıyorlar. Güneş Sistemi'yle ilgili yeni modeller de, Jüpiter'in önce diskin dış bölümlerinde oluşup daha sonra bugünkü yörüngesine yerleştiği, buna karşılık Uranüs ve Neptün'ün de , başlangıçta Güneş'e daha yakinken, Jüpiter ve Satürn'ün sapan etkisiyle dışarıya savrulduğunu gösteriyor. Güneş'e 5 astronomik birim (AB) yani Dünya ile Güneş arasındaki 150 milyon km uzaklığın 5 katı mesafede bulunan Jüpiter'in, bugünkü yörüngesine çok uzaklardan gelerek yerleştiğine kanıt, içindeki xenon, argon ve kripton gibi gazların miktarı. Gökbilimciler Jüpiter'in bugünkü yörünge uzaklığındaki uzayın, bu gazların gezegende gözlenen miktarda bulunması için fazla sıcak olduğu görüşündeler. Araştırmacılara göre Jüpiter, Güneş'e 30-40 AB uzaklıkta oluştuktan sonra zaman içinde bugünkü konumuna gelmiş olmalı. Uranüs ve Neptün'ün Güneş Sistemi'nin dışına doğru göçtüklerine kanıt olarak da,

Güneş'in oluşum evrelerinde yıldızımızı saran gaz ve toz diskinin, iki gezegenin bugün bulunduğu uzaklıklarda dev gezegenler oluşturabilecek kadar yoğun olmadığı gerçeği.

Son yıllarda geliştirilen bu gezegen göçü modeli, keşfedilen Güneş dışı gezegenlerin yıldızlarına neden bu kadar yakın olduklarını da, bu yıldızların metal zenginliklerini de açıklıyor. Dev gezegenler,

kendi güneşlerine yaklaşıırken, yaşama daha elverişli olabilecek küçük kardeşlerini ya uzayın uçsuz bucaksız boşluğuna fırlatmış, ya da yıldızın içine "süpürmüş" olmalı. Yutulmuş bu gezegenler ve öteki disk artıkları da, yıldızı normalin üstünde zenginleştirmiş olmalı.

Aslında gökbilimciler, bu yamyamlığı belirleyecek yöntemler geliştirmiş bulunuyorlar. Bir yıldızın, kendi gezegenlerini yutmasının, gözlenebilir üç sonucu oluyor. Bunlardan birincisi, sıcaklığının artması. İkincisi, dönme hızındaki yükselme. Suçüstü yapmaya en elverişli üçüncü kanıt, yıldızda ortaya çıkan lityum bolluğu. Büyük patlama sırasında ortaya çıkan bu element, yıldızlardaki yüksek sıcaklıkta fazla yaşayamıyor. Dolayısıyla normal olarak gözlenen yıldızlarda çoktan tükenmiş olması gerek. Bu durumda yıldız tayflarında bu elementin gözlenmesi, onların yakınlarındaki gezegenleri yuttuğunun göstergesi.

Yakın çevremizde gözlenen dev gaz gezegenlerin konumları ve büyüklükleri, bu gezegen göçünün istisna değil kural olduğunu gösteriyor. Bu durumsa, yaşamın, evrendeki görünür gezegen bolluğuna karşın çok cömertçe dağıtılmış bir ayrıcalık olmadığını, pek çok rastlantının bir arada gerçekleşmesiyle ortaya çıkabildiğinin, nasıl bir pamuk ipliğine bağlı olduğunun bir kanıtı. Demek ki biz yaşamımızı, Jüpiter ve öteki dev kardeşlerimizin göçlerini Güneş'ten doğru uzaklıkta sona erdirmelerine borçluyuz. Demek ki bu kardeşlerimiz bizi yalnızca Güneş'in içine ya da uzaya fırlatmadıkları için değil, aynı zamanda kütleçekimleriyle bize doğru gelen göktaşlarını, meteorları, kuyruklu yıldızları kendi üstlerine çektikleri, bize siper oldukları için yaşıyoruz. Ve gene demek ki, keşfedilen Güneş dışı gezegenlerin bolluğu bize belki de koca evrende tek başına olmadığımızı gösterirken, çok özel gezegenimizin de, çok güç kavuşulabilen yaşamın da değerini bilmemiz gerektiğini öğretiyor.

Raif Gürdilek

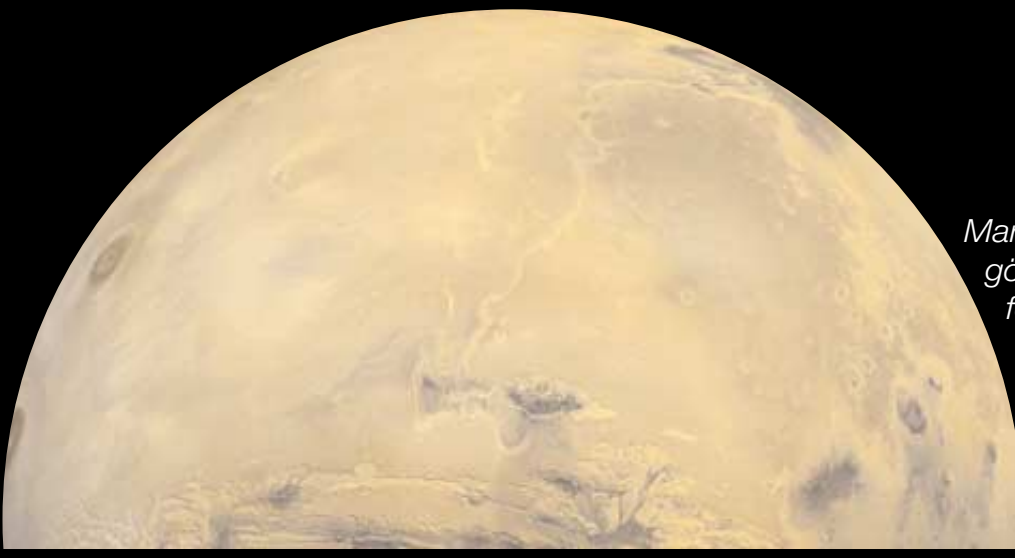
Bir Başka Güneş Sistemi

Upsilon Andromedae b
Kütlesi: 230 Dünya
Yılı: 4,617 gün
Yıldızına uzaklığı: 8,8 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 1027 °C
Tipik bir "fırtın" Yüksek sıcaklık ve hızlı, neredeyse dairesel bir yörünge.

Upsilon Andromedae c
Kütlesi: 671 Dünya
Yılı: 241,2 gün
Yıldızına uzaklığı: 123,2 milyon km
Yüzey sıcaklığı: 77 °C
Yıldız uzaklık ve yörünge periyodu Venüs'e benzeyen bir gaz dev

Upsilon Andromedae d
Kütlesi: 1470 Dünya
Yılı: 1,266,6 gün
Yıldızına uzaklığı: 368 milyon km
Yüzey sıcaklığı: -73 °C
Serin bir su bulutu gezegeni. Yörüngesi kardeşlerine göre en eliptik olanı

Şimdiye değin Güneş dışında birden çok gezegenden oluştuğu belirlenen tek sistem. Üç gaz dev, Dünya'dan 44 ışık yılı uzaklıkta, Güneş'ten biraz daha sıcak bir yıldız olan Upsilon Andromedae'nin çevresinde dönüyor. Bir ya da iki yeni sistemin yakında açıklanması bekleniyor.



Mars'tan geldiği düşünülen bir göktaşının üzerinde bulunan fosil bakteri, gezegenin kutuplarında buz bulunması, ince de olsa bir atmosfere sahip olması kızıl gezegende yaşam olup olmadığı konusunda bilim adamlarının aklını kurcalıyor. En azından bir zamanlar gezegenin koşulları yaşama daha elverişliydi. Uzmanlar bu dönemden kalma yaşam formları bulunabileceği olasılığını savunuyorlar. Tüm bunlar komşumuzu çok ilginç bir gezegen yapıyor ve gözleri üzerine çevirtiyor.

Hedef Mars

YENİ bir keşif heyecanı bu. Mars yeni bilinmeyen topraklar olarak görülüyor artık. Bu aşamada artık Mars'a insan gönderilmesi düşünülüyor. Peki bu işi yapan robotlar varken neden insan gönderilsin? Sözelimi Mars yüzeyinde bir zamanlar sıvı suyun bulunduğu tezine önemli bir kanıt sağlayan Mars Global Surveyor ya da Pathfinder gibi araçlar NASA'nın "daha hızlı, daha iyi, daha ucuz" sloganını haklı çıkarmış ve başarılar elde etmişlerdi. Ne var ki son zamanlarda yaşanan kazalar umut kırıcı. 125 milyon dolar harcanan Mars Climate Orbiter ve 165 milyon dolar harcanan Mars Polar Lander araçlarının Mars'ta yitirilmesi robot araçlarla çalışmanın ne kadar zor ve pahalı olduğunu gösteriyor. Aslında NASA gönderdiği ve göndermeyi planladığı robot araçlarla insanlı bir uçuşa hazırlanıyor. Böyle bir uçuş için de en erken

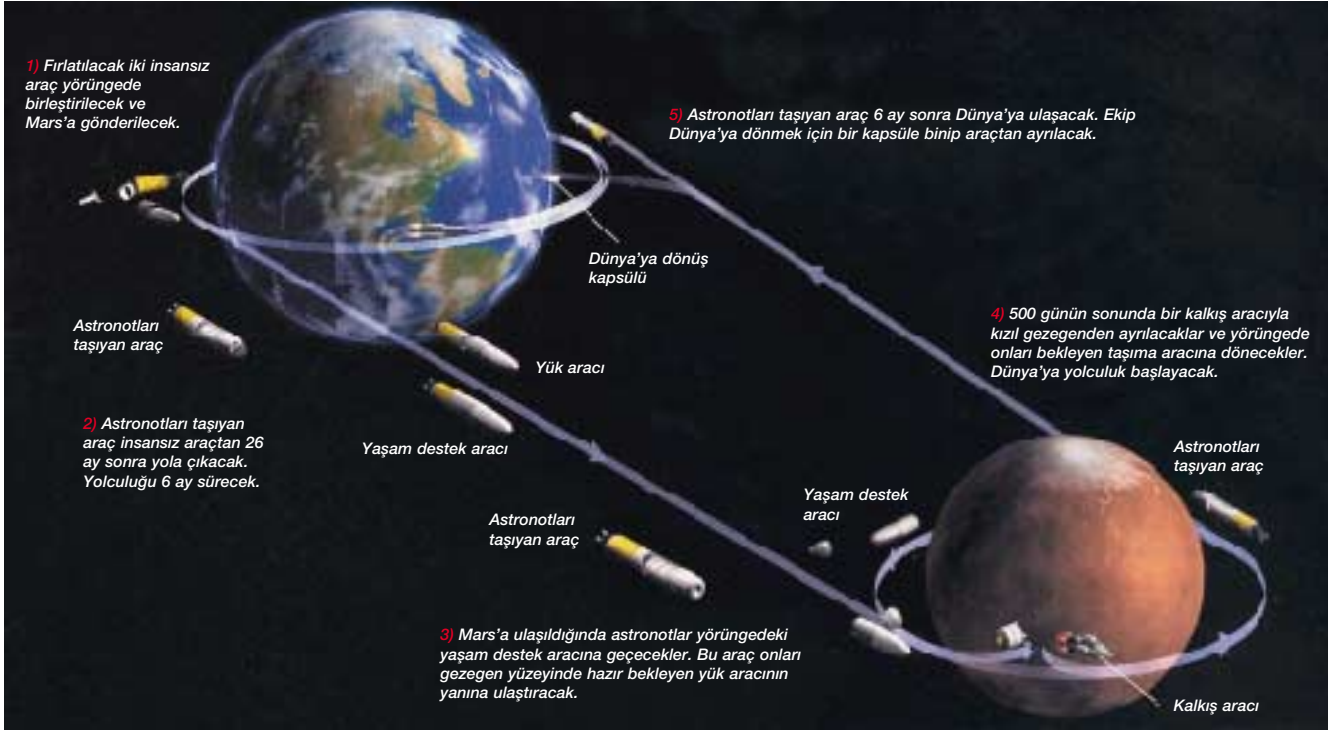
2020 yılı düşünülüyor. Kızıl gezegen hakkındaki bilgilerimizin insanlı bir görevden sonra patlama yaşayacağını düşünmek çok da abartılı sayılmaz. Robot araçların becerileri ne kadar gelişmiş olursa olsun bir insanınkiyle kıyas kabul etmiyor. Ayrıca insanların gezegen yüzeyinde uzakta kumanda ile yönetilmeye gereksinimleri yok. Kendi kendine karar verebilen insan,

robotlardan daha hızlı araştırma yapabilir. Mars'ta eğer yaşam varsa bunun mikroskobik boyutlarda olduğu düşünülüyor. Böyle bir durumda bir insanın bu yaşam formunu bir robottan daha iyi ayırt edebileceği de başka bir gerçek.

İnsanlı görevin dezavantajların biri çok pahalı olması. Böyle bir görev için kimse kesin bir rakam söyleyemiyor; yine de maliyetin 20 ila 55 milyar dolar olacağı düşünülüyor. Yine de bu rakam, görev sonucu elde edilecekler düşünüldüğünde çok sayılmamalı.

NASA yetkilileri Mars'a insan göndermenin robot bir araç göndermekten en az on kat daha pahalı olacağını söylüyorlar. Buna karşılık gezegenden robot bir aracın toplayabileceğinden yüz kat daha fazla malzeme toplanacağını; araştırılan alanın on bin kat daha geniş olacağını belirtiyorlar. Bu elbette robot araçların gözden çıkarılması anlamında söylenmiyor. Bugün kabul edilen şu ki





Mars'ın keşfi insan ve makinenin uyumlu bir çalışmasıyla gerçekleşecek.

Nasıl Gitmeli?

Mars'a gitmenin önemi ortada. Ne var ki bunu gerçekleştirmek oldukça güç. NASA bilim adamları Mars'a astronot gönderebilmek çeşitli yollar önerdiler. Bunlardan en tutulana Doğrudan Mars Planı (Mars Direct Plan) olarak biliniyor. Bu plana göre kırmızı gezene önce adına Dünya'ya Dönüş Aracı (Earth Return Vehicle-ERV) denen bir araç gönderilecek. Adından anlaşılacağı gibi bu araç astronotları Dünya'ya geri getirmek için hazırlanmış. Ne var ki araç ilk seferini insansız yapacak. 2005 yılında yola çıkacak aracın beraberinde 6 ton hidrojen yükü, 1 set kompresör, otomatikleştirilmiş bir kimyasal işleme birimi birkaç orta boy rover (hareketli yüzey aracı) taşıyacak. Araçta ayrıca bir de metan-oksijen karışımıyla çalışacak, ardına nükleer reaktör eklenmiş büyük bir rover daha bulunacak.

ERV, hareketinden sekiz ay sonra kırmızı gezegene ulaşacak. Eğer bir terslik olmazsa araç ısı kalkanları ve Mars atmosferi arasındaki sürtünme yoluyla hızını azaltacak. Hava freni adı verilen bu yöntemin ardından paraşütler açıl-

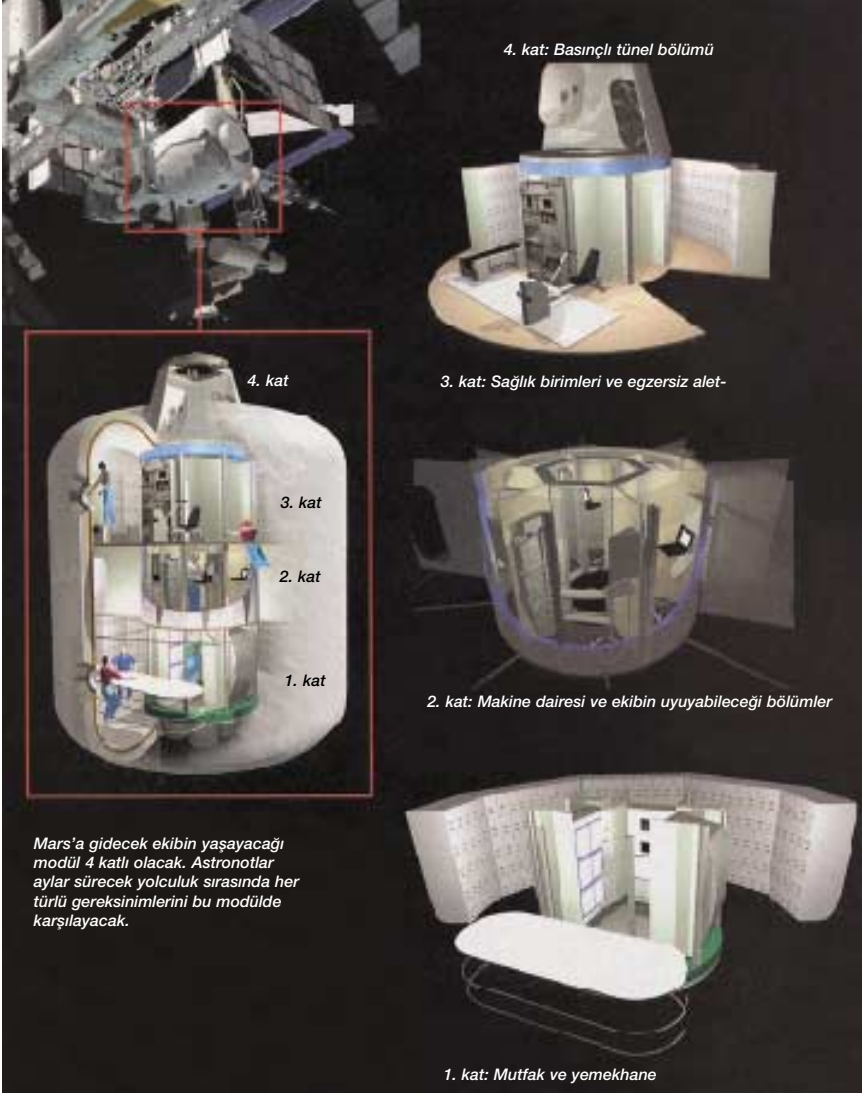
cak, frenleyici roketler çalışacak ve araç yüzeye inecek.

ERV yere iner inmez kontrol Dünya'ya geçecek. Araçtaki büyük rover ilişkisindeki reaktörü iniş yerinin birkaç yüz metre ötesine götürecektir ve reaktör çalışmaya başlayacak. Bu yolla Dünya'dan getirilen hidrojen, % 95'i karbondioksit olan Mars atmosferiyle etkileşime girecek. Bu süreç sonunda ortaya su ve metan çıkacak. Böylece sıvı hidrojeni uzun süre saklama zorluğu ortadan kalkmış olacak. Metan sıvılaştırılıp depolanacak ve su da elektrolize edilecek. Elektroliz yoluyla hidrojen ve oksijen sağlanacak. Oksijen sonradan kullanmak için saklanacak ve hidrojenden yeniden su ve metan elde etmek için yararlanılacak. Metanlaşma ve elektroliz yoluyla 48 ton oksijen ve 24 ton metan elde edilecek. Her iki madde de astronotların dönüş yolculuğu için yakıt olarak kullanılabilir. Böylece. Ayrıca metanı oksijen karışımı yakıtın iyi yanmasını sağlamak için Mars atmosferinden karbondioksiti işleyerek 36 ton daha oksijen sağlanacak. Bütün bu işlerin 10 hafta sürmesi planlanıyor. Bu işlemler sonunda Dünya'ya dönüş ve roverlerin işleyişi için yakıt, astronotların soluyabilmeleri için oksijen, hatta gerekti-

ğinde içmeleri için su sağlanabilecek. Bu maddelerin Mars atmosferinden sağlanması sürdürüldüğünde Dünya'dan eskisi kadar çok yaşam destek ünitesinin komşumuza gönderilmesi ne gerek kalmayacak.

Mars'a gidiş planları arasında kırmızı gezegenin uydularına üsler kurma düşüncesi de var. Deimos ve Phobos adlı iki uyduya kurulacak istasyonlar yardımıyla Mars görevi sürdürülebilir. Astronotlar robot araçları buradaki kontrol merkezlerinden yönlendirebilirler.

Mars'a ulaşmak için önerilen yollardan bir diğeri de "Otobüs Planı" olarak biliniyor. Bu projede gezegenlerin yörüngelerinin uzay aracına sapan etkisi yapacağı düşünülmüş. Daha önce Voyager uzay araçlarında olduğu gibi merkezkaç kuvveti araçların hızını artırabilir. Uzmanların "kaleler" adını verdiği yaşama alanları Mars'la Dünya arasında bir otobüs seferi gibi gidip gelecek şekilde yerleştirilebilir. Astronotlar bu araca sonradan bir taşıyıcıyla nakledilir. "Kale" Dünya'ya yaklaştığında araca geçen astronotlar, Mars'a yaklaştığında yine bir taşıyıcı araçla kaleden ayrılıp Mars'a yönelirler ve görevlerinin bitiminden sonra bir sonraki "otobüse" binip Dünya'ya geri dönerler.



Nasıl Bir Ekip Hazırlanmalı?

Peki, Mars'a gönderilecek ekip kaç kişilik olmalı? Bünyesinde kimleri barındırmalı? Bu görevde yakıtın ne kadar büyük bir sorun olduğu düşünülürse, gereksiz ağırlıklardan olabildiğince kaçınılacağı açık. Bu ağırlıklar arasında insanlar da var elbette. Bu nedenle olabildiğince az ama birçok alanda uzmanlaşmış kişilerin bu göreve katılması planlanıyor. Aracı kullanacak pilotlardan başka bir makine mühendisi, bir elektrik mühendisi, bir yerbilimci, bir biyolog, astronotların ruh ve beden sağlığıyla ilgilenecek bir doktor gerçekleştirilecek ilk insanlı Mars uçuşunda hazır olması

beklenen astronotlar. Bunların yanında ayrıca iletişimi, veri aktarımını, navigasyonu sağlayacak kişilere de gereksinim olduğu muhakkak. Bu ekibe bir bilgisayar mühendisi ve bir aşçı da eklenebilir.

İnsanlı bir uçuş görevinin başarılı olması için astronotların sağlığı ve güvenliği de önem taşıyan bir başka öğe. Görevi planlayanların olası sağlık so-

runlarını ve olası tehlikeleri önceden düşünüp bunlara karşı önlem almaları gerekli. Sözgelimi Mars'ın ince atmosferinin önleyemediği kozmik ışınların astronotlarda görüş bozukluklarından kansere kadar birçok hastalığa neden olabileceği biliniyor. Kaldı ki aylarca sürmesi planlanan böyle bir görevde astronotların uzun süre ağırlıksız ya da düşük çekimli ortamlarda yaşaması gerekiyor. Bu da onların bedenlerinde bir süre sonra kemik ve kas erimelerine neden olacak. Aynı nedenden dolayı astronotlar Dünya'ya döndüklerinde normal yerçekiminden dolayı bedenlerinde uzun süre şiddetli ağrılar, kasılmalar duyacaklar.

İnsanlı bir Mars uçuşunda astronotların ağırlıksız ortamdan etkilenmemeleri için uzmanlar bazı çareler düşünmüş. Bunlardan biri Mars'takine eşit çekimi yapay olarak uzay aracının içinde sağlamak. "Mars Direct" projesi çerçevesinde bu sorun için astronotların bulunduğu modülle itici roketin en üst seviyesi arasına yerleştirilecek bir zincir kullanılması düşünülüyor. Böylece uzay aracı yolculuğu sırasında kendi çevresinde dönecek. Dakikada bir tur olarak planlanan dönüşün astronotlar için yapay bir kütleçekim ortamı hazırlayacağı düşünülüyor. Astronotların kozmik radyasyondan korunabilmesi için de içerden 12 santimlik bir su kalkanı kullanılması planlanıyor.

Mars'ın gezegen yüzeyinde hareket etmek de aslında çok kolay sayılmaz. Bugüne değin astronotların uzayda giydiği giysiler birçok değişiklikten geçti. Merkür görevlerinde kullanılan giysilerden bu yana elbise tasarımcıları astronotların güvenliğini ve rahatlığını düşünerek son derece gelişmiş uzay elbisesi modelleri tasarladılar. Ancak unutulmamalı ki, bu elbiseler

ya Dünya yörüngesindeki görevlerde ya da düşük kütle çekimli Ay üzerinde kullanıldılar. Bu giysilerin her biri astronotların taşıdığı yaşam destek birimleriyle birlikte yaklaşık 100 kg ağırlığında. Düşük çekimlerde sorun olmayan ağır giysiler, kütleçekimi Dünya'nınkinin 3/8'i kadar olan Mars'ta kullanılamayacaklar. Bu soruna çözüm olarak ortaya

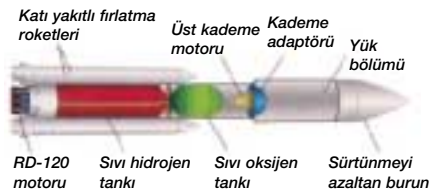


atılan düşüncelerden biri astronotların Mars'ta basınçlı kabinlerde görev yapmaları. Mars yüzeyinde hareket edebilen basınçlı kabinler içinde astronotlar çevre koşullarından etkilenmeden çalışabilirler. Uzmanlar ana üsten 500 km kadar uzaklaşabilecek hareketli bir basınçlı kabinin yapılabileceği kanısındalar. Böyle bir aracın iki astronot tarafından kullanılması tasarlanmış. Ayrıca âcil bir durumda araç 4 insanı taşıyacak kapasitede olacak biçimde düşünülmüş. Hareketli basınç kabinlerinin astronotların çevrelerini görebilmeleri için pencereleri, aydınlatma için ışıkları, kameraları ve mekanik kolları olması da planlanmış. Yine de insansız gerçekleştirilebilecek görevlerde robot roverlerin kullanılması da sürdürülecek.

Dünya'dan Ayrılış

Mars'a gönderilecek insanlı bir uzay aracı tasarlanmanın en önemli sorunlarından biri de yakıt ve motorla ilgili kuşkusuz. Günümüz teknolojisi insanlı bir Mars görevi için kullanılacak uzay aracının yakıtını henüz istenilen ölçüde azaltabilmiş değil. Bu da henüz hiçbir roketin böyle bir uzay aracını Mars'a gönderemeyeceği anlamına geliyor. Uzay mekiğini Dünya dışına taşıyan roketler ya da Titan 4B gibi roketler Mars görevi için gerekli

Magnum roketi



olan taşıma kapasitesinin oldukça altında. Mars için gerekli yakıtın 130 ton olması gerekiyor. Oysa en güçlü roketlerden biri olan Titan 4B, 25 tonluk yakıt kapasitesine sahip. Bunlardan başka böyle bir motor ve bu kadar fazla yakıtın maliyeti de Mars projesini yürüten bilim adamlarını kara kara düşündüren ayrı bir konu elbette.

Havacılık alanında faaliyet gösteren firmalar Delta 4 gibi maliyeti daha düşük ya da Venture Star gibi yeniden kullanılabilir roketler üzerinde çalışıyorlar bir süredir. Ne var ki hiçbirinin kapasitesi 130 ton yakıtı taşıyabilecek gibi değil. Bu koşullar altında



geriye kalan tek bir çözüm yolu var: Mars'a gidecek aracı parça parça uzaya yollamak ve Dünya yörüngesinde birleştirmek. Astronotlar da bir uzay mekiği aracılığıyla uzayda bir araya getirilen uzay aracına bindirilir ve yolculuk başlar.

Mars'a gönderilecek uzay aracını başarıyla birleştirebilmek için mümkün olduğunca az parça olmasına önem veriyor bilim adamları. Bunun için de NASA'nın Huntsville'deki Marshall Uzay Uçuşları Merkezi'ndeki mühendisler yeni bir roket tasarımı geliştirdiler. Magnum adı verilen roketler şimdiye kadar tasarlanan en büyük roket olacak. 80 ton yakıt taşıyabilecek kapasitede olacak bu roketler sayesinde Mars'a yapılacak insanlı sefer için gereken 130 ton yakıt sorunu iki roketin uzayda birleştirilmesiyle çözülecek.

Yol Seçimi

Yüksek itiş gücüne sahip roketler aynı zamanda çok miktarda yakıt harcar. Bunlar için Mars'a gitmenin en verimli rotasına "Hohmann Nakli" adı veriliyor. Bu rota her iki gezegenin de yörüngelerini sıyrıp geçiyor ve gezegenlerin yörüngesel hareketleriyle ilgili. Bu rotada uzay aracı Mars Dünya'nın 45 derece karşısına geldiğinde

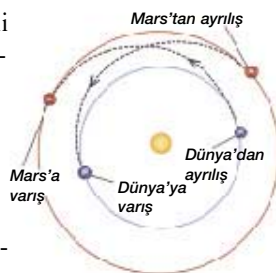
havalanır. Bu her 26 ayda bir tekrarlanan bir zamanlamadır. Araç uzayda yol alır ve Mars'ı Güneş'in öbür yanında, Dünya'nın tam karşıt konumunda yakalar. Geri dönüş için astronotlar Mars'ın Dünya'nın 75 derece önüne gelmesini bekler ve yola çıkarlar. Bu rotaya bağlaç rota denir.

İzlenebilecek bir başka rotaysa karşılaşma rotasıdır. Dünya'yla Mars birbirine en yakın konuma geldiğinde uzay aracı Mars'a doğru yola çıkar. Yolculuk roketlerin bugünkü itme gücüyle bir buçuk yıl sürer: 220 gün gidiş, 30 gün Mars'ta kalış ve 290 gün dönüş. Bu yolculuk gezegende yalnızca 30 gün kalabilmek için oldukça uzun görünüyor. Gelecekte daha güçlü roketler kullanıldığında bu sorun aşılabılır.

Mars'a gidiş için düşük itiş gücüne sahip roketler için de bir rota düşünülmüş. Bu roketler daha zayıf ve yavaş olduğu için yörüngelerini yavaş yavaş genişletmeleri gerekiyor. Spiral bir rota izleyen araç aslında dağa tırmanan bir otomobile benzetilebilir. Bir görüşe göre düşük itişli bu araçlar yalnızca yük taşımak için kullanılmalı. Bir başka görüşse aracın yörüngeden kaçış noktasına kadar boş gönderilmesi. Bu noktadan sonra daha hızlı bir araçla gelen astronotlar gemiye biner, daha güçlü bir başka roket ateşlenir ve yolculuk başlar.

Yolculuk

Mars'a giden astronotlar arasında yer almak çok heyecan verici olmalı. Uzayın insan ayağı basmamış bölgelerini keşfetmeye giden ekiple olmak bir insan için elde edilmesi çok güç, değerli bir şanstır. Öte yandan en iyimser tahminle astronotları zor, sorunlarla dolu bir yolculuk bekliyor. En büyük zorluklardan biri yolculuğun uzun sürecek olması. Bir-bir buçuk yıl süreceği düşünülen yolculukta astro-



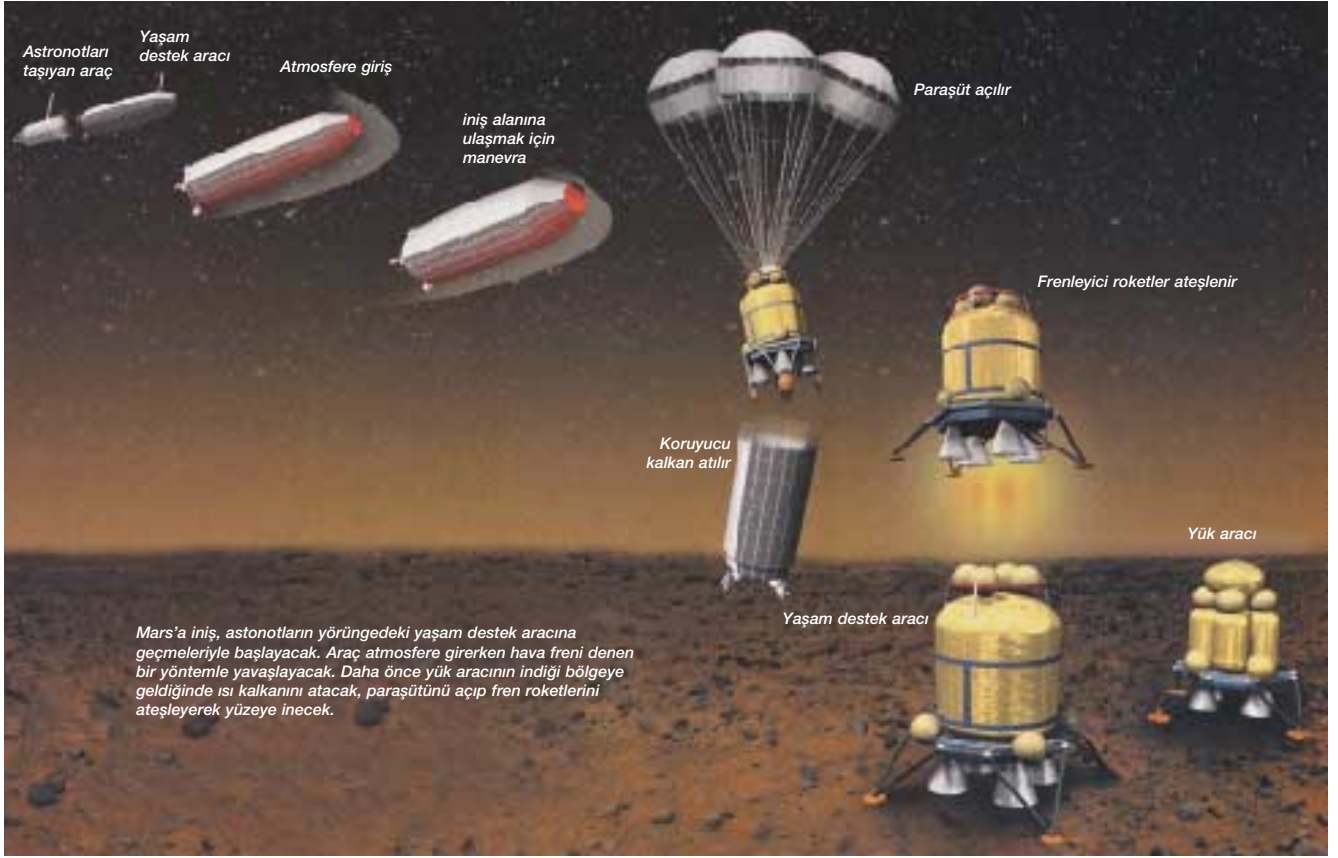
Bağlaç rota, diğer adıyla "Hohmann Nakli"



Karşılaşma rotası



Düşük itişli araçlar için rota



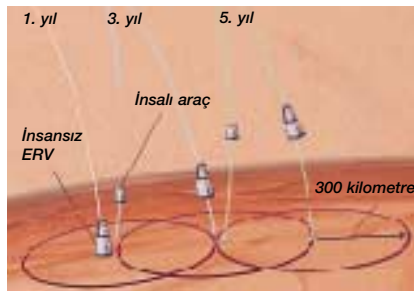
notlar, yerçekiminden yoksun olmaları nedeniyle kas ve kemik erimesi sorunuyla karşı karşıyalar. Buna çözüm olarak uzay aracını sürekli döndürerek yapay bir çekim sağlanması düşünülüyor. Ne var ki böyle bir durumda aracın manevra kabiliyetinin azalacağından da korkulmuyor değil. Bunun yanında antenin sürekli yer değiştirmesi Dünya'yla kurulan iletişimi etkileyecektir.

Yolculuk sırasında astronotların kozmik radyasyon ve güneş patlamalarından kaynaklanan radyasyon tehlikesiyle karşı karşıya olduğu da bir başka gerçek elbette. Uzayda bir astronot yılda 75 rem radyasyon alır. Uzay aracında 6 cm kalınlığında alüminyum bir kalkan bulundurmamak bu sayıyı % 20 azaltacak güçte. Yine de astronotların gelecek 30 yılda kansere yakalanma riskleri çok yüksek. Güneş patlamalarından kaynaklanan radyasyon miktarı daha da yüksek. Neyse ki radyasyondan korunmanın etkili bir yolu var: Aracın içine hidrojen bakımından zengin maddelerden yapılmış bir kalkan bu sorunu çözebilir. Sözgelimi su ya da polietilen, radyoaktif parçacıkları etkisizleştirebilir. On cm'lik su kalkanı olan uzay aracında bir astronot yalnızca 20 rem radyasyon alır. Bu da sigara

içmekle aynı kanser riskine sahip olmak anlamına geliyor.

Mars'a İniş ve Kalkış

Mars'a inmek kolay olmayacak. Bir karşılaştırma yapmak gerekirse Ay'a inen Apollo modülünden çok daha zor olacak bu iniş. Mars'ın bir atmosferi olması ve Ay'dan neredeyse iki kat fazla çekim gücüne sahip olması bunun nedeni. Mars'a bugüne dek yalnızca üç robot araç başarılı iniş yapabildi: Viking 1-2 ve Pathfinder. Oysa insanlı bir araç daha önceden gönderilmiş kargo gemisinin yakınına inmek için daha fazla çaba göstermek zorun-



İnsansız araçlar Mars üzerinde yakıt üretecek. Böylece kızıl gezene gelecek astronotlar, dönüş yolculuğu için gereken yakıtı hazır bulacak.

da. NASA'nın bu soruna karşı düşündüğü çare astronotları önce kızıl gezegenin yörüngesine sokmak ve buradan uzay mekiği benzeri bir personel taşıyıcıyla gezegen yüzeyine taşımak. Bu şekilde pilotlar inmek istedikleri yere güvenli şekilde ulaşabilir, aracın paraşütleri ve inişlerini yavaşlatacak roketleri ateşleyerek güvenli bir biçimde gezegen yüzeyine inebilirler. 500 gün sonra görevleri tamamlandığında aynı araçla havalanır, yörüngedeki uzay aracına ulaşır Dünya'ya doğru yolculuklarına başlayabilirler. İlk inişlerinden sonra dönüşte kullanacakları yakıtı da gezegende hazırlanmış bulmalarıysa işlerini kolaylaştıracak bir etken olacak.

Mars'ta Yaşam Var mı?

Mars'a olan ilginin kökeninde bu gezegende canlı olup olmadığı sorusu hâlâ etkili. İlk olarak Percival Lowell'ın İtalyan gökbilimci Schiaparelli'nin bulgularını yanlış yorumlayıp Mars'ta kanallar olduğunu ortaya atmasıyla başlamıştı bu görüş. Önceleri Mars'ta bir zamanlar yaşamış olan fakat gittikçe görkemini kaybeden, öl-

mekte olan bir uygarlık öyküsü atıldı ortaya. Bunu Marslı işgalciler düşüncesi izledi. Günümüzde bile Marslı dendiğinde insanların aklına şakayla karışık ilk gelen yeşil ve antenleri olan Marslılar. Oysa bilimsel araştırmalar, Mars'ta canlı organizmalar olabileceği olasılığına hâlâ yer verse bile, bugüne değin bunların hiçbiri keşfedilebilmiş değil. Mars üzerinde ilk araştırmalar Viking uzay araçlarının yürüttüğü biyolojik tarama sırasında yapılmıştı. Viking araçlarının her birinde gezegenin yüzeyinden malzeme örneği toplayacak bir kol vardı. Toplanan malzemeler üzerinde beş ayrı deney yapılıyordu. Bu deneylerden biri toprağın inorganik kimyasal yapısını, bir başkası kumun ve tozun organik moleküllerini geri kalan üçü de mikroorganizma ölçeğinde canlıların olup olmadığını inceledi. Mikrobiyoloji deneylerinin üçü de değişik sorular sormaktaydı. Ama beklenti aynıydı: Eğer Mars toprağında mikroorganizmalar varsa besin alıp gaz çıkarmaları ya da atmosferden gaz alıp onları yararlı maddeye çevirmeleri söz konusu olacaktı. Bu amaçla uzay aracıyla gönderilen sterilize durumdaki bir çorba Mars toprağıyla karıştırıldığında bir şey çorbayı kimyasal olarak çözdü. İkinci bir deneyde Dünya'dan Mars'a gönderilen gazlar, kimyasal bakımdan toprakla bir bileşim meydana getirdiler. Bütün bu sonuçlar mikroorganizmalar varmışçasına elde edilmişti; ama sonuçlar olumsuzdu. Hiçbir canlı organizmaya rastlanmamıştı. Bu da bilim adamlarının kuşkularının sürmesine yol açtı. Belki de Mars toprağında öyle değişik bir inorganik kimya yapısı vardı ki mikrop bulunmamasına karşın yiyecekleri okside edebilmekteydi. Belki de atmosferik gazları ayrıştırıp onları inorganik moleküllere dönüştüren cansız bir katalizör vardı Mars toprağında.

Soruya yanıt olabilecek bulgular Mariner 9'dan gelmişti. Mars'taki toz fırtınalarından birinde Mariner 9'un kızılötesi spektrometrelerinin cam levhaları üzerinde tozlar birikmişti. Carl Sagan'ın da içlerinde olduğu bir grup bilim adamı bu levhaları incelediğinde biriken tozun bazı tür killere benzediğini ortaya çıkardı. Bu Mars kilinin yüzeyinin karmaşık bir etkinliğe sahip olduğu görüldü. Bilim adamları bunun gaz alıp vermeye ve kimya-



Mars'tan geldiği anlaşılan bir göktaşı üzerinde bulunan kurt biçimindeki bir yapı bilim adamlarına bunun bir mikroorganizma fosili olduğunu düşündürmüştü. Uzmanlar göktaşı çarpmaları sonucu Mars'tan kopup Dünya'ya gelen bu yapının bir zamanlar kırmızı gezegende yaşam olduğunun kanıtı olabileceğini öne sürüyor.

sal tepkimeleri katalize etmeye yatkın olduğu sonucuna vardılar. Ne var ki bu, Viking deneylerinin sonucunu organik kimyayla açıklamaya yetmiyordu.

Bugün için Mars'ta yaşam olması olasılığı çok düşük. Ama gökbilimciler Güneş sisteminin ilk dönemlerinde Mars'ta su ve daha yoğun bir atmosfer bulunduğunu, sıcaklığın da daha yüksek olduğunu düşünüyorlar. Bu nedenle de Mars'ta bir zamanlar yaşam olabileceğine inanıyorlar. Hatta bu görüşe kanıt olarak Mars'tan Dünya'ya geldiği sanılan ve ALH 84001 adı verilen bir göktaşının üzerinde gözlemlenen kurt biçimindeki bir yapı ileri sürülüyor. Kimi gökbilimciler bunun çok eski dönemlerde yaşamış bir Mars mikroorganizmasının fosili olduğunu düşünüyorlar. Bu görüşe katılmayan bilim adamları da var. Yine de bu görüş Dünya'da yaşamın başlamasıyla ilgili ortaya atılan tezlerden biri niteliğinde. Buna göre göktaşı çarpmaları sonucu



Mars'tan kopan kaya parçaları içlerinde taşıdıkları mikroorganizmaları Dünya'ya kadar taşımış olabilirler. Bunun tam tersi biçimde Dünya'daki benzer nitelikli kayalar aynı süreçlerden geçerek Mars'a taşınmış olabilir. Bu olasılık bir süredir bilim adamlarınca inceleniyor. Finlandiya'da Turku'daki gözlemevinde biyologlardan ve gökbilimcilerden oluşan uluslararası bir ekip ilkel yaşam biçimlerinin gezegenler arasında taşınmış olup olamayacağını araştırıyor. Araştırmacıların vardığı sonuç kuramsal olarak böyle bir yolculuğun yapılabileceği yönünde. Uzmanlar beş trilyona yakın kayanın göktaşı çarpmaları sonucu fırlatıldığını ve Mars'a gittiğini hesapladılar. Bu da Dünyalı mikropların Mars'a gitmiş olabileceği anlamına geliyor. Bu sorunun yanıtı Mars'la ilgili birçok konuda olduğu gibi kırmızı gezegenin kendisinde saklı. Bu da Mars'a gidilmesi için bir başka neden. Gezegen üzerinde daha ayrıntılı çalışmalar yapılmadan, hatta belki insanlı bir uçuş gerçekleştirilmeden bu sorulara net bir yanıt alınamayacaktır.

Mars'ta şimdiye kadar herhangi bir yaşam biçimine rastlanmadı. Bununla birlikte bilim adamları hâlâ keşfedilmemiş mikroskobik yaşam biçimleri olabileceğini düşünüyorlar. Bu mikroplar Dünya'ya geldiğinde meydana gelebilecek felaketler konusunda bizi uyarıyor bilim adamları. Büyük bir olasılıkla Dünya koşullarından çok uzakta yaşayan böyle bir canlının yer-



yüzünde herhangi bir salgın hastalığa yol açmayacağı görüşünde birleşiliyor. Yine de böyle bir risk hiç yok değil. Bu tür bir durumla karşılaşılması için karantina programları geliştiriliyor ve robotik araçların izolasyonlarına son derece dikkat ediliyor. Öte yandan bir önlem olarak ileride gönderilecek astronotların robot araçların tümüyle güvenli olduğunu belirttikleri bölgelere inmeleri de bu sürecin bir parçası.

Mars'ta mikrop bulunması durumunda bunların daha iyi laboratuvar koşullarında incelenmesi için Dünya'ya getirilmesi çok tehlikeli olabilir. Amerika'nın keşfi sırasında iki kıta arasında gidip gelen çiçek hastalığı ve frengi mikropları birçok insanın ölümüne neden olmuştu. Dünyamızdaki çok farklı ortamlarda yaşayan olası Mars mikroplarının Dünya canlıları için bir tehlike olması olasılığı az da olsa vardır. Böyle bir durumda mikrop, gezegen çapında bir salgın hastalığa yol açmadan durdurulabilir de. Yine de böyle bir durumda karantina koşullarına dikkat edilmesi insanlığı korkulu düşten koruyacaktır.

Gelecek Mars Görevleri

NASA, bir süredir ardı ardına yitirdiği uzay araçlarından sonra gelecekteki Mars görevlerini yeniden gözden geçirme kararı aldı. Eylül 1999'da Mars Climate Orbiter adlı uzay aracı yön belirleme hataları yüzünden Mars'ın atmosferine girip parçalanmıştı. Bir süre sonraysa Mars'ın kutup bölgelerini incelemek amacıyla hazırlanıp gönderilen Polar Lander uzay aracı Dünya'yla tüm bağlantılarını keserek yok oldu. Polar Lander'dan alınan en son sinyal araç gezegene ulaşmadan hemen önce gelmişti. Polar Lander'ın Mars yüzeyine indikten sonra bir sinyal daha



göndermesi gerekiyordu; fakat bu mesaj hiç gelmedi. Araçla bağlantının tümüyle kesildiğini saptayan Mars yörüngesinde bulunan uzay aracı Mars Global Surveyor, Polar Lander'ın inmesi olası yerleri araştırırsa da hiçbir ize rastlayamadı. Bununla birlikte NASA yetkilileri umutlarını tümüyle yitirmiş değiller. Yine de arka arkaya gelen kayıplar projelerin yeniden gözden geçirilmelerine neden oldu. Planlanan programa göre 2001 yılında Mars'a iki uzay aracı daha gönderilecekti. Mars Surveyor 2001 Orbiter adlı birinci araç bir yörünge aracı olacaktı ve gezegen yüzeyinin mineral yapısının bir haritasını çıkaracaktı. Mars Surveyor 2001 Lander aracıysa ekvatorda yüzeye inecek ve yüzey araştırmaları yürütecek biçimde planlanmıştı. Yüzeye inen bu aracın aynı zamanda Marie Curie adlı bir rover taşıması da tasarlanmıştı. Bu araç 1997 yılında Mars'a gönderilen Pathfinder uzay aracındaki Sojourner'in daha gelişmiş modeli olarak düşünülmüyordu. Kaybolan araçlardan sonra bu projelerin uygulanması da tehlikeye girdi. Mars'a gelecekte gönderilmesi düşünülen araçlar bu kadarla sınırlı değil. 2003 yılında kızıl gezegene Mars Polar Lander'dan ve 2001 yılında yüzeye inmesi planlanan araçtan daha büyük bir araç gönderilmesi de planlanıyor. Bu aracın içinde de bir rover bulundurulacak. Bu rover sayesinde gezegenden toprak ve kaya örnekleri alacak uzay aracı yanında getir-

diği bir roketle toplanan örnekleri yörüngeye gönderecek. Sonraki görevler sırasında yörüngede dolaşan bu örnekler alınacak ve incelenecek. Aynı yıl bu araca bir de Avrupa'lı arkadaş gelmesi olası. ESA tarafından planlanan Mars Express adlı yörünge aracının da 2003 yılında Mars'ta olması planlanıyor. Mars Express'in İngilizler tarafından tasarlanmış bir de yer aracı var. Bu yer aracının adıysa Beagle 2 olarak düşünülmüş. 2003 yılında Mars trafiği hayli işlek olacak gibi görünüyor; çünkü aynı yıl Japonlar da Nozomi adlı uzay aracının Mars'a ulaşmasını planlıyorlar. 1998 yılında uzaya fırlatılan Nozomi'nin Mars'a bu yıl içinde ulaşması hedeflenmişti. Ancak itici motorlarında ortaya çıkan bir sorundan dolayı bu araç Mars yörüngesine gecikmeli olarak girecek.

NASA'nın uzun vadeli projelerinden biri de Fransızlarla birlikte tasarladıkları ve 2005 Mars'a gönderilmesi düşünülen bir yörünge aracıyla ilgili. Fransızların yapıp bir Ariane 5 roketiyle Mars yörüngesine oturtacakları bu araç, daha önce Amerikan araçlarının yörüngeye gönderdikleri yüzey örneklerini toplayıp Dünya'ya geri getirmek için düşünülmüş. Bütün bu planlar da Mars Polar Lander aracının kaybolmasının ardından tehlikeye düştü. Yine de bilim adamları bu projeleri gözden geçirip uygulamayı sürdürmeyi düşünüyorlar. Mars Climate Orbiter'in yaşadığı yönlendirme sorunları, Polar Lander'dan radyo sinyallerinin alınmayışı uzmanları bu sorunları çözmek üzerinde yoğunlaştıracak. NASA yöneticisi Dan Goldin son zamanlarda yaşadıkları sorunlar üzerine, her şeyi yeniden gözden geçireceklerini, gerekirse 2001 yılındaki görevlerin iptal edileceğini söylüyor. Ama sözleri aynı zamanda NASA'nın gelecekteki tavrını da göz önüne seriyor. Gerekirse bakış açılarını değiştirerek projeler üstünde yeniden düşünmeyi hesaplayan NASA, eninde sonunda Mars'a gitmeyi kafasına koymuş görünüyor.

Gökhan Tok

Kaynaklar:

Sagan, C., Kozmik Bağlantı, e yayınları, Çev: Dinçer, M., 1986
Sagan, C., Kozmos, Altın Kitaplar, Çev: Aşçıoğlu, R., 1993
<http://www.sciam.com/2000/0300issue/0300alpertbox6.html>
<http://www.spaceviews.com/2000/03/01a.html>
<http://bildung.freepage.de/cgi-bin/fecet/41030x030A/rewrite/redplanet/mars1.html>
<http://www.spaceviews.com/1999/12/07c.html>



Yaşam Kitabımız Bellek

Çoğu insana göre bellek, tıpkı bir kitaplık gibi bilgilerin raflarına düzenli olarak yerleştirilip saklandığı bir yapıdır. Ancak, gerçekler ve olaylarla ilgili anılarımız zamanla daha zor anımsanır duruma gelir. Bunun yanı sıra geçmiş deneyimlerle ilgili anılarımız da, içinde bulunduğumuz ruh haline ve duygusal durumumuza göre renk değiştirebilir. Çağdaş araştırmacılar belleği, edilgen bir depo değil, kendine özgü süreçleri olan bir yapılar sistemi olarak değerlendiriyorlar.

ANIMSAMAYA ÇALIŞTIĞIMIZ bir şeyi anımsamakta zorlandığımızda ya da anımsayamadığımızda, sık sık şuna benzer bir tümce kullanırız: "Ben zaten oldum olası adları aklımda tutamam ki..." Çoğumuza göre bellek, tıpkı bir kitaplık gibi, bilgilerin raflarına düzenli olarak yerleştirildiği bir yapıdır. Yeri konusunda elde yeterli ipucu bulunursa anılarımız kolaylıkla anımsanabilir. Çoğu insan, öyle ya da böyle, belleğin, yaşadığımız şeylerin birer kopyasını sakladığını düşünür. Bu görüşü, belleğin "kopya kuramı" olarak adlandırabiliriz. Anımsamaya ça-

lışıp da bir türlü anımsayamadığımız o ad, aslında bilişsel sistemimizin bir yerlerinde kayıtlıdır. Yapmamız gereken şey, onu anımsamaya çalışmaktır. Kopya kuramı, günümüzde geçerliliğini yitirmiş bir kuram. Anılarımız gerçekten bilişsel sistemimizin bir yerlerinde bu şekilde depolanmış mıdır?

Modern araştırmacılara göre bellek, pasif bir depo değil; sözelimi, kimi zaman gelen bilgileri var olan şemalara uydurarak kaydeden, kimi zaman da şemalarını gelen uyarılara göre değiştiren, kendine özgü süreçleri olan bir sistemler bütünüdür. Farklı özellikteki anılar, bellekte farklı biçimlerde düzenlenir.

Kuramlar ve Modeller

Kuramları ve modelleri, herhangi bir konunun bilinen yönlerinin özeti olarak düşünebiliriz. Ayrıca bunlar, eldeki verilerin açıklanabileceği bir bakış açısı ortaya koyar ve bir olayın açıklanamayan yönlerinin açıklanması için de yol gösterir. Bir bakıma bunları haritalara da benzetebiliriz: Şöyle ki, haritalar da, modeller ve kuramlar da, açıklamaya çalıştıkları olayın tam bir kopyası değildir. Bunlar yalnızca belli bir amaca hizmet eder. Örneğin, Londra metrosunun haritası, Londra'da metroyla gezmeniz için iyi bir

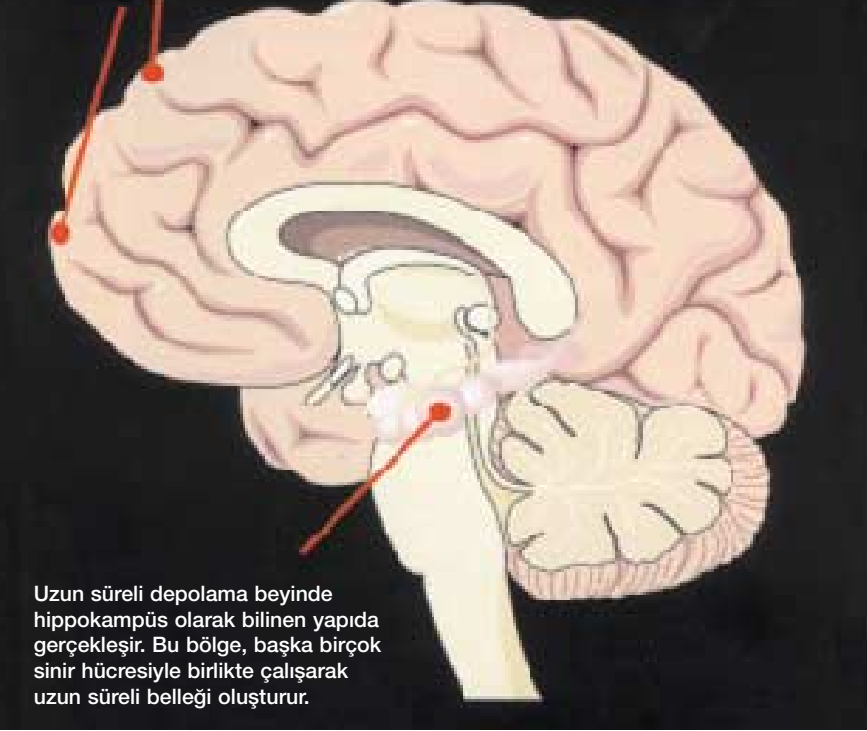
araçtır. Ancak, metro haritasındaki bilgileri kullanarak otobüsle Londra'yı gezmek isterseniz, bu harita sizi yanıltır. Nasıl ki Londra'nın farklı amaçlar için hazırlanmış farklı haritaları bulunuyorsa, bellek konusunda da bellek sisteminin farklı yönlerini ele alan farklı kuramlar bulunuyor. Sözelimi, uzun süreli deponun nörokimyasal temelini başarıyla açıklayan bir kuram, belleğin psikolojik özelliklerini açıklamakta yetersiz kalabilir. Bilişsel psikolojide, kuramlar ve modeller önemlidir. Bu alandaki bilim adamlarının çoğu, ya yeni modeller, ya da var olan modellerin öne sürdüğü görüşler üzerinde çalışır. Bu modeller, açıklamaya çalıştıkları yapının ya da süreçlerin tüm ayrıntılarını doğrulamak zorundadır. Konu olarak ele aldıkları sistemlerin yapısını ve bu yapılar arasındaki ilişkileri ve süreçleri açıklarlar.

Aslında modelleri, teknoloji geliştiğçe değişen benzetmeler (analojiler) olarak da düşünebiliriz. Bellek konusunda eski benzetmelerin kimileri, doğada yapılan gözlemlere dayandırılmış. Sözelimi, eski zamanlarda insanlar, bellekte birbirine benzeyen anıların aynı türden kuşların sürüler oluşturması gibi, bir araya gelerek kümelendiğini öne sürmüşler. Öte yandan, tıpkı bir tablet üzerine çizilen bir işaret gibi, anılarımızın da beynimizde kalıcı izler bıraktığını düşünmüşler. 17. ve 18. yüzyıllarda, saat mekanizmasının öğrenilmesiyle, mekanik benzetmeler yapılmaya başlanmıştır. 20. yüzyılın başlarında, telefon santrallerinin geliştirilmesiyle, öğrenmede uyarıyla tepki arasındaki bağın kurulması aynı zamana rastlamış. Bugün, ilk ortaya konduğu halinden ne kadar farklı durumda olursa olsun araştırmalarda baskın olan anlayışsa, belleğin bilgi işleme kuramıdır.

Bilgi İşleme Kuramı

İnsan belleğini, hem duyularımız yoluyla edindiğimiz bilgiyi depolamak hem de gerektiğinde bunları "bulup getirmek" için çalışan bir sistem olarak düşünebiliriz. İnsan belleği konusunda bilgi edinmenin bir yolu, görsel ve işitsel uyarıların hangi işlemler yoluyla bellekte tutulduğunu ve daha sonra nasıl anımsandığını incelemektir. Belleğin bilgi işleme kuramına göre bel-

Prefrontal korteks olarak adlandırılan bu bölgenin kısa süreli belleğe aracılık ettiği gösterilmiştir. Bu kortekste, beynin başka birçok bölgesine etki eden sinir hücreleri vardır.



Uzun süreli depolama beyinde hipokampus olarak bilinen yapıda gerçekleşir. Bu bölge, başka birçok sinir hücresiyle birlikte çalışarak uzun süreli belleği oluşturur.

lek, farklı yapısal birimlere sahip, ancak birbirine bağlı parçalardan oluşan ve birbirinden farklı süreçleri içeren bir sistemdir. Belleğin farklı yapısal birimlerden oluşması, anıların özelliklerinin ve düzenlenişlerinin birbirinden farklı olması anlamına gelir. Kimi za-

man, bir telefon numarasını, sonradan anımsamak için kendi kendimize ne kadar tekrar edersek edelim aklımızda tutamayız. Başka şeylerse çok daha akılda kalıcı olabilir. Sanki, farklı türden anılar belleğimizin farklı yerlerinde saklanıyor gibidir. Anılarımızın kalıcılıkları da, sanki bu farklı depoların yapısını gösterir.

1960'lı yılların sonlarında Atkinson ve Shiffrin, belleğin bilgi işleme kuramını ortaya koydular. Buna göre, belleğin yapısı, üç farklı depolamadan oluşuyor. Bunlar, duyuşsal kayıt, uzun süreli depolama ve kısa süreli depolama olarak adlandırılıyor. "Depo" olarak adlandırılan bu bölümlerin her biri, farklı bilişsel "kod"ları oluşturur. Bu üç deponun kapasiteleri, kayıtları tutma süreleri ve işlem özellikleri birbirinden farklıdır. Farklı bölgelerde depolanmış anıların değiştirilmesi ve bir yerden bir yere aktarılması için kullanılan bilişsel işlemlerle "süreç"leri oluşturur.

Bilgi işleme kuramına göre, duylardan toplanan uyarıların geldiği ilk yer, depoların da ilki olan "duyuşsal kayıt" bölümüdür. Duyuşsal kayıt olarak adlandırılan yerde kayıt yapılabilmesi için kişinin dikkatini gelen uyarılara yönlendirmesine gerek yoktur; Bu kendiliğinden gerçekleşir. Bu yüzden duyuşsal kaydın kapasitesi çok geniş-

Kara Kutu

Filozoflar bellek konusunda en az 2000 yıldır görüşler ileri sürüyorlar. Bellek konusundaki bilimsel araştırmaların yapılmasınaysa, günümüzden 100 yıl kadar önce başlamıştır. Algi çalışmalarında kullanılan yöntemleri, daha üst düzeydeki zihinsel etkinlikler, özellikle de insan belleğinin araştırılmasında kullanmaya karar veren Hermann Ebbinghaus, bellek üzerinde çalışan ilk bilim adamı olmuş. Günlük yaşamda belleğin kullanıldığı durumların karmaşıklığı ve zenginliğiyle uğraşmak yerine Ebbinghaus, bellek araştırmalarında kullanmak üzere özel materyaller geliştirmiş. Öğrenme ve hatırlama ile ilgili kontrollü deneylerde kendisini denek olarak kullanarak öğrenme ve unutma mekanizmalarını araştırmaya başlamış. Onun çalışmalarının önemi, deneysel yöntemin, insanlarda öğrenme ve bellek gibi karmaşık kabul edilen konuların araştırılmasında kullanılabileceğini göstermiş olmasıdır. Basite indirgenmiş ve kontrollü koşullar altında, karmaşık zihinsel olaylar üzerinde çalışabileceği düşüncesi, günümüzde de geçerliliğini koruyor. Duylardan gelen bilgilerin nasıl işlendiğini, ne gibi değişikliklerden geçtiğini, nasıl depolanıp nasıl elden geçirildiğini ve nasıl kullanıldığını inceleyen bilişsel psikolojinin önemli konularından biri de bellektir.

tır; gelen tüm uyarıların burada kısa bir süre için tutulduğu varsayılır. Bu amaçla çabucak bir bilişsel "kod" oluşturulur. Duyusal kayıta görsel, işitsel ve öteki duylardan gelen uyarılar farklı yerlerde tutulur. Duyusal kayıta görsel uyarılar 4-5 saniye, işitsel uyarılarsa bunun 10 katı kadar bir süre tutulurlar. Bu süre geçtikten sonra duyusal kayıta tutulan kayıtlar silinir.

Bilgi işleme kuramına göre, kayıtların taşındığı bir sonraki yer, "kısa süreli depolama"dır. Buradaki bilgiler, sözselsel ya da sözel olarak kaydedilir. Gelen uyarı, yani duyusal kayıttan buraya aktarılan uyarı görsel bir uyarı da olsa kayıt, akustik ya da sözel olarak yapılır. Kısa süreli depolamanın kapasitesi sınırlıdır. Elden geçirilmeyen, ya da buradan "uzun süreli depolama"ya aktarılmayan kayıtlar silinir. Kayıtların kısa süreli depolamadan uzun süreli depolamaya aktarılması, "yineleme" yoluyla olur. Kısa süreli depolamadaki kayıtlar, yineleme yoluyla tazelenerek, orada daha uzun süre tutulabilir. Öte yandan yineleme, buradaki kayıtlardan, uzun süreli depolamada saklanmaya uygun kayıtlar oluşturulmasını sağlar. Kısa süreli deponun, "işlek bellek" olarak rol oynadığı da düşü-

nülmüş. İşlek bellek, öğrenme, akıl yürütme ve yorumlama gibi bilişsel işlevlerin parçası olarak, bilginin geçici bir süre için alınarak manipüle edildiği sisteme verilen ad.

Uzun süreli depolamanın kapasitesi de duyusal kayıta olduğu gibi sınırsızdır. Uzun süreli depolamaya bir kez aktarıldıktan sonra, malzemelerin burada kalıcı olduğu düşünülüyor. Uzun süreli depolamadaki kodların düzeni, öteki depolardakinden farklıdır. Buradaki malzemeler "anlamlarına göre" kodlanırlar. Kalıcı bellek olarak da adlandırabileceğimiz uzun süreli depolama, anılarımızın saklandığı yerdir. Anılarımız, algıladığımız şeylerin kayıtları olduğu için, kokular, gördüğümüz ya da işittiğimiz şeyler, ipucu yerine geçerek çoğu zaman anımsadıklarımızı etkiler. Uzun süreli depolamada bulunan kayıtların anımsanmasında karşılaşılan güçlüklerse, başka kayıtların bunları engellemesi ya da bastırmasına bağlıdır.

Belleğin bilgi işleme kuramı, son otuz yılda pek çok

değişikliğe uğramış olsa da, hâlâ belleğin açıklanması konusunda önem taşıyor. 1970'li ve 80'li yıllar boyunca bilişsel psikologlar bellekle ilgili kuramlarını geliştirmeyi sürdürdüler. Duyusal kayıttaki bilgilerin, gelen uyarının türüne ve kişinin seçtiği stratejiye göre farklı hızlarda değerlendirildiği anlaşıldı. Kısa ve uzun süreli depolamanın içeriği konusunda da daha ayrıntılı bilgiler elde edildi. Önceleri psikologlar, kayıtların içeriğinin, depolamanın yapısını etkilediğini düşünüyorlardı. Daha sonra, gelen uyarıların bellek sistemindeki herhangi bir noktada çok farklı yollarla kodlanabileceği anlaşıldı. Bugün, kısa süreli depolamayla uzun süreli depolama arasında kesin bir ayrım yapılmıyor. Belleğin, gelen uyarıların nasıl kaydedildiği, nasıl depolandığı ve nasıl "bulunup getirildiği" konularında da çok esnek olduğu ortaya çıktı.

Hepimiz her gün pek çok şeyi unuturuz. Öğle yemeğinde ne yediğimizi, telefon numaralarını, filanca toplantıda tanıştığımız birinin adını... Aslin-



Unutkanlık Üzerine

Hepimiz günlük yaşamda belleğimizin yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşırız. Belleğimiz kimi zaman da bizi biz farkında olmadan yanıltır. Unutkanlık ve "yanlış" anılar da, bilim adamlarının üzerinde çalıştığı konulardandır. Bellek konusundaki araştırmalarıyla tanınan Daniel L. Schachter bir makalesinde, belleğimizin günahları olarak andırdığı bu durumları özetliyor.

Belleğimizdeki bilgilerin zamanla ulaşılabilirliği azalır. Yani, gerçekler ve olaylarla ilgili anılarımız, zamanla daha zor anımsanabilir duruma gelir. Deneyimlerimizin belleğimizde kalıcı bir biçimde kaydedildiği düşüncesi, psikologlar arasında bile çok yaygındır. Ancak, araştırmalara göre, anılarımızı bulup getirmek ve bunları yinelemek, bunların hatırlanacağını mı, yoksa çabucak unutulacağını mı ya da hangi yönlerinin daha iyi anımsanacağını belirlemede önemli rol oynar. Yani, yinelenmeyen ve zaman zaman geri çağırılmayan anılar zamanla yok olur. İnsanlarla yapılan çalışmalardan elde edilmiş doğrudan bir bilgi yok bu konuda. Ancak, omurgasız hayvanlarla yapılan deneylerde, zaman içinde beyinde sinaptik bağlantıların kaybolduğu görülmüş.

Unutkanlıklarımızın önemli bir bölümü, kaydetme ya da bulup getirme sırasında gelen uyarıya pek dikkat etmemiş olmamızdan kaynakla-

nır. Dalgınlık, günlük yaşamdaki bellek yetersizliklerimizin bir bölümünden sorumludur; örneğin herhangi bir nesneyi nereye koyduğumuzu bulamamak gibi. Araştırmalarda, kodlama sırasında dikkati bölmenin, hedeflenen bilgi için zayıf bir bellek oluşturduğu görülmüş. Bu konudan söz ederken, literatürde "değişiklik körlüğü" olarak adlandırılan olaydan söz etmeden geçmemek gerekiyor. Değişiklik körlüğü araştırmalarında, insanlar bir sahneyi ya da bir nesneyi izlerken, buradaki kimi elemanlar birdenbire bir başkasıyla değiştirilir. İnsanlar bu değişikliği farketmezlerse buna değişiklik körlüğü adı verilir. Örneğin, bir araştırmada, basit bir iş yapan bir adamın gösterildiği bir filmde, sahnenin bir yerinde, deneklerin bilgisi dışında, sahnedeki adamın yerini başka bir oyuncu almış. Deneklerin yalnızca üçte biri bu değişikliği fark edebilmiş. Değişiklik körlüğü üzerinde yapılan başka bir araştırmada izlenen yöntemse şöyle: Araştırmacılar, bir kampüsteki insanlardan herhangi birine yol sorarken, konuşmanın orta yerinde, iki kişi bir kapi taşıyarak aralarından geçiyor. Bu sırada, kapının arkasında kalan araştırmacı, başka bir araştırmacıyla yer değiştiriyor. Araştırmaya katılan 15 kişiden yalnızca yedisi bu değişikliği fark edebilmiş. Yol soran kişinin değiştiğini fark etmeyenlerin hepsinin orta yaşlı ya da orta yaşın üzerinde kişiler olduğu dikkati çekmiş. Bu kişilerin, yol soran kişiyi "bir üniversite öğrencisi" olarak genel bir kategoriye sokmuş olabileceğini, bu nedenle de değiştiğini fark etmediklerini düşünmüşler. Araştırmacılar ayrıca üniversite

öğrencilerinin, eğer deneyde yol soran kişi, kendileri için genel bir kategoriye (örneğin yapı işçisi) sokulabilecek birisiyse nasıl davranacaklarını merak etmişler. Bunun için, ikinci bir deney hazırlanmış. Gerçekten de, yol soran kişi bir yapı işçisi olduğunda, öğrencilerin on ikisinden yalnızca dördü değişikliği fark edebilmişler.

Kimi zaman, anılarımızı yanlış bir zaman, yer, ya da kişiye yönlendiririz. Örneğin kimi zaman insanlar herhangi bir şeyi ya da gerçeği doğru anımsayıp bunun kaynağı konusunda yanıltılır. Kimi araştırmalarda insanların, deneyi düzenleyenlerden duymuş oldukları bir bilgiyi daha sonradan gazetede okuduklarını anımsamaları gibi. Araştırmalar, yaşlıların bu tür yanlışlıklarla gençlerden daha sık karşılaştığını bulmuş.

Başka bir tür yanlış yönlendirme de, insanların kimi zaman aslında hiç "gerçekleşmemiş" olayları anımsamaları ya da var olmamış şeyleri "tanımlar". 1970'li yıllarda yapılan birçok araştırmada, insanların önceden kendilerine gösterilmemiş sözcükleri, görüntüleri, ya söylenmemiş ya da gösterilmemiş tümceyi tanıdıkları gözlenmiş. İnsanlar, anlamca birbirleriyle ilişkili sözcüklerden oluşan listelere çalıştıktan sonra, bunları anımsamaya çalıştıklarında, kendilerine gösterilmemiş, fakat anlamca ilişkili sözcükleri de anımsıyorlar.

1995 yılında yapılan başka bir araştırmada, deneklere önceden söylenmemiş bir konuyla ve anlamca da birbirleriyle ilgili on beşer sözcükten oluşan listeler verildi. Deneyin ikinci aşamasında, bu söz-

da bir şeyleri unutup olma her zaman çok önemli olmasa da, anımsamaya çalıştığımız şeyleri unutmuş olmak bizi rahatsız eder. Böyle zamanlarda çoğumuz, belleğimiz üzerinde ne kadar az kontrol sahibi olduğumuzu fark edip şaşırırız. Kimi zaman aklımızda tutmaya çalıştığımız kimi şeyleri unuttuğumuz. Kimi zaman da, hiç aklımızda yokken, anımsamaya çalışmasak da, bir şey birdenbire aklımıza gelir; kokular, sesler, başımızdan geçmiş bir olay, bir yüz, bir manzara...

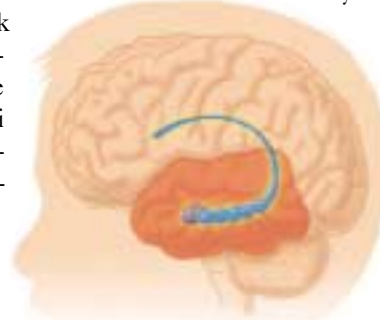
Bir şeyi anımsadığımız zaman, o şeyi anımsadığımızın farkında oluruz. Aslında bu duygu, her zaman o şeyi anımsamanın önemli bir bölümü olmayabilir. Otomobil kullanmayı ele alalım: Otomobil kullanırken çoğu zaman trafik işaretlerinin anlamlarını ya da yapacağımız işlerin sırasını anımsarken, bunun bilincinde olmayız. Kimi zaman da biz bilinçli olarak deneyimlerimiz arasına koymamış olsak bile kimi bilgiler belleğimizde kaydedilir. Peki, insanlar bilgileri (ya da uyarıları) belleklerinde tutmak ve daha sonradan, gerektiği zaman bunları bulup geri getirmek için ne yaparlar? Bilgi işleme kuramına göre, insanlar anılarını "çalıştırmak" için, üç tür bellek işlemi

yapar. Bunlar, kaydetme, depolama, ve bulup getirmedir.

Uyarılar Bellekte Nasıl Kaydediliyor?

Kayıt, bir uyarının, bilişsel sistemi-miz tarafından tutulacak bir biçime getirilmesidir. Bir anıyı daha sonradan bulup getirmek, onu anımsamak için ne kadar çabaladığımıza değil, bilginin nasıl kaydedilmiş olduğuna bağlıdır. Anlamları göz önüne getirilerek kaydedilen bilgiler, daha kalıcı olur.

1979 yılında Jacoby, Craig ve Begg'in yaptıkları bir araştırmaya göz atalım. Bu araştırmada deneklere, "at-keçi" gibi, bilinen adlardan oluşan sözcük çiftleri gösterilmiş. Kimi sözcük çiftlerinde sözcükler arasındaki farklılık az, kimi çiftlerdeyse çokmuş. Deneklerden, bu sözcükler arasındaki farklılığı, 1'den 10'a kadar derecelendirmeleri istenmiş. Derecelendirmeleri



yaptıktan sonra deneklere sürpriz bir test uygulanmış: Deneklerden, gösterilen sözcükleri anımsamaları istenmiş. Araştırmacının sonunda deneklerin, aralarındaki farklılık daha az olan sözcük çiftlerindeki sözcüklerin çoğunu anımsadıkları ortaya çıkmış. Araştırmacılara göre bunun nedeni, birbirine çok benzeyen nesnelerin adlarından oluşan sözcük çiftlerinde deneklerin, farklılığın derecesini belirleyebilmek için, daha "derin" bir kayıt yapmış olması. Yani, "anlamlarına göre" kaydedilen sözcüklerin, daha sonradan anımsanma olasılığı artmıştır.

Yapılan yinelemenin türü de, kaydın kalıcı olup olmayacağını belirler.

İki tür yineleme vardır. Birinci tür yineleme, kalıcı bir anıya yol açmayan, yalnızca istenilen malzemenin belleğinizde ulaşılabilir kalmasını sağlayan yöntemdir. Bunda, uyarının yalnız sesle ilgili yönleri ön plandadır. Telefon defterinizden baktığımız numarayı telefona varıncaya kadar kendi kendi-

cüklerin gösterilen birçok sözcük arasından tanınması istenmiş. Bu test için düzenlenen listelerde, deneklerin çalışmış olduğu sözcükler, çalışmadıkları ve anlamca önceki listelerdekilerle ilgisiz sözcükler, ve anlamca önceki listelerdekilerle ilgili sözcükler bulunuyormuş. Araştırmanın sonunda deneklerin, kendilerine daha önceden gösterilmemiş, fakat konuyla ilgili sözcüklere verdikleri evet yanıtıyla, çalıştıkları sözcüklere verdikleri evet yanıtlarının birbirine eşit olduğu görülmüş. Üstelik, deneklerin hepsi, bu sözcüklerin de çalıştıkları listelerde bulunduğu emin olduklarını söylemişler. Bu etki, katılımcıların, çalıştıkları sözcüklerin genel anlamca özelliklerine dayandıklarını gösteriyor. Çalışılan sözcükler birbirine bağlanarak ilişkiler oluşturuluyor ve böylece, çalışılan listenin iyi düzenlenmiş bir temsili oluşturuluyor. Bu temsile uyan, konuyla ilişkili sözcüklerin de, yanlış tanıma oranı artıyor. Yaşlı kişilerin, yanlış tanıma hatası olarak adlandırabileceğimiz bu hataya daha sık düştükleri görülmüş.

Yanlış anıların, içinde bulunulan durumun, kavramsal olarak önceki durumla benzer olduğunda arttığını biliyoruz. Belleğimiz, yanlış yönlendirici sorular gibi, başkaları tarafından verilen bilgilerle işbirliği yapma yönelimine sahiptir. Literatürde, özellikle görgü tanıklığı sırasında verilen kimi yanlış yönlendirici bilgilerin etkisinin araştırıldığı pek çok araştırma bulunuyor. 1998 yılında yapılan bir araştırmada, deneklere işlenen bir suçu gösteren bir film izletiliyor. Daha sonra, filmdeki silahlı adamı, bir dizi fotoğraf arasından

tanımları isteniyor. Fakat aslında, bu fotoğraflar arasında filmdeki silahlı adamın bulunmuyor. Seçimi yaptıktan sonra deneklerin bir bölümüne, adamı doğru tanıdıkları söyleniyor; öteki deneklereyse hiçbir şey söylenmiyor. Daha sonra, tüm deneklere, izledikleri filmde anımsayabildikleri şeyler soruluyor. Birinci aşamada kendisine silahlı kişiyi doğru teşhis ettiği söylenmiş olan deneklerin, anıları konusunda kendilerine daha çok güvencikleri, silahlı adam ve onun yüz hatları konusunda daha çok görüntü anımsadıkları görülmüş. Birçok başka araştırmada da, insanlara çocukluk anılarıyla ilgili, aslında olmamış anıların anımsatılabileceği gösterilmiş.

Anıların kaydedilmesi ve bulunup getirilmesi, önceden var olan bilgilerimiz ve inançlarımıza bağlıdır. Bunun yanı sıra, geçmiş deneyimlerle ilgili anılar, içinde bulunduğumuz ruh haline ve duygusal durumumuza göre de renk değiştirebilir. Özellikle, insanların anıları, geçmiş ve şimdiki zamandaki tutumları, inançları ve duyguları arasında tutarlılık sağlamaya yöneliktir. Buna karşın, insanların, zaman içinde değişmek için bir nedenleri varsa, geçmiş tutumlarıyla şimdiki zamandaki tutumları arasındaki farklılıklar abartılı bir biçimde anımsadıkları görülmüş. Önyargı, başka insanlar ve gruplar hakkındaki yargılarımızın, geçmiş deneyimler tarafından yönlendirilmesi biçimine de bürünebiliyor.

İnsanların, unutmayı tercih ettikleri bir gerçeği ya da olayı anımsadıkları da olur. Kimi zaman, bir şeyleri unutamamak, insanlar için bir şeyleri anımsayamamaktan çok daha engelleyici

ci olabilir. Kalıcılık, içinde bulunduğumuz ruh hali ve duygularımız tarafından yönlendirilebilir. Örneğin, pek çok araştırmada, depresif bireylerin, geçmişleriyle ilgili olumsuz olayları, olumlu olaylardan daha sık ve daha iyi anımsadıklarını ortaya koymuş. Aslında bu tür olayların depolanması, yaşamı sürdürme açısından önem taşır.

Schachter'e göre, belleğimizin bizi zor durumda bıraktığı durumları, evrim yoluyla düzelebilecek sistem yanlışlıkları olarak görmek yanlıştır. Aslında, bellek hatalarını, belleğimizin gerçekte uyum sağlamaya yönelik özelliklerinin yan ürünleri olarak görebiliriz. Örneğin, başımızdan geçenlerin zamanla unutulması, aslında bir uyum sağlama mekanizmasından başka bir şey değildir. Eski telefon numaraları, ya da otomobilimizi önceki gün nereye park etmiş olduğumuz gibi, artık bizim için gerekli olmayan bilgileri unutmak, aslında uyum sağlama davranışlarıdır. Kimilerine göre, zaman içerisinde unutmak, çevrenin yapısına uyumu yansıtır. Bu görüşe göre, uyum sağlamış bir sistem, içinde çalışmak zorunda olduğu çevrede en çok ihtiyaç duyacağı bilgi türünü tutmalıdır. Kimi anıların anımsanmasının başka anılar tarafından ketlenmediğini düşünelim. İçindeki tüm bilgilerin, uygun bir ipucu söz konusu olduğu zaman hemen aklı geliverdiği bir sistem olsun. Kuşkusuz böyle bir sistem yaşantımızı çok daha zor hale getirirdi. Çünkü, günlük yaşamda, aslında gündelik deneyimlerimizin geçtiği koşullarla ilgili ayrıntılara gereksinim duymayız.



mize yinelemek, bu tür yinelemeye iyi bir örnektir. İkinci tür yinelemeyse, bir uyarının, daha derin bir biçimde, kalıcı anılar oluşturmak üzere yinelenmesidir. Bunda uyarının anlamıyla ilgili yönleri ön plana çıkar.

Kaydetmenin içinde yapıldığı çevre ve koşullar da, gelen uyarıların nasıl kaydedildiğini etkiler. Buna örnek olarak iki farklı araştırmadan söz edeceğiz. Araştırmada denekler, iki gruba ayrılarak, her grup farklı fiziksel koşullar altındayken, birbiriyle eşlenmiş sözcüklerden oluşan sözcük listelerini öğrenmeye çalışmış: Birinci gruptaki denekler, listeleri üniversite kampüsü dışındaki bir binada, geniş fakat penceresiz bir odada öğrenmişler. Deneyi uygulayan araştırmacı, takım elbiseliymiş; listeler de görsel olarak sunulmuş.

İkinci gruptakilerse, sözcükleri kam-püsün içindeki küçük bir odada ve listeleri bir teypten dinleyerek öğrenmiş. Aynı uygulayıcı, bu kez spor giysilerle deneklerin başında durmuş. Listelerin öğrenilmesinden bir gün sonra, deneklerin tümüne öğrendikleri sözcüklerle ilgili bir test uygulanmış. Her iki gruptaki deneklerin de yarısı, teste daha önceden sınıf olarak kullandıkları yerde, yarısı da öteki grubun sınıfında girmiş. Sonuçlar deneklerin, teste listeleri öğrendikleri sınıfta girerlerse daha başarılı olduklarını göstermiş.

1975 yılında yapılmış ve buna benzer bir etkiyi gösteren başka bir araştırmaya göz atalım: Araştırmada, hepsi de aletli dalış yapabilen deneklerin yarısı, 40 sözcükten oluşan bir listeyi su altında, yarısı da aynı listeyi karada öğrenmiş. Daha sonra, her iki gruptaki deneklerin yarısından sözcükleri öğrendikleri ortamda (sualtında ya da karada), yarısından da öteki grubun öğrenmiş olduğu ortamda anımsaması istenmiş. Sözcükleri su altında öğrenmiş olan deneklerin, bunları su altındayken, karada öğrenmiş olanların da karadayken çok daha kolay anımsadıkları görülmüş. Aslında içinde bulunulan koşulların anımsama üzerindeki etkisi yalnızca fiziksel çevreyle sınırlı değildir. Bir şeyleri öğrenirken kişinin için-

de bulunduğu ruh hali de bunda önemli rol oynar. Anımsama sırasında, kişi yine öğrenme sırasındaki ruh halindeyse, öğrenilenlerin daha iyi anımsandığı bilinmektedir. Örneğin, insanların, alkolün etkisindeyken öğrendikleri şeyleri alkollü olduklarında anımsama olasılıkları daha fazladır. Bunun yanı sıra, yapılan kayıtların daha sonradan hangi koşullar altında anımsanması gerektiğini bilmek de kişinin yapacağı kayıt türünü etkilemektedir. Söz gelimi, daha sonradan ne tür bir sınava (örneğin, çoktan seçmeli mi yoksa serbest çağrışım mı) gireceğini bilmek, kimi zaman biz farkında olmasak da nasıl kayıt yapacağımızı yönlendirir. Başka bir deyişle, belleğimizin düzeni hem kaydetmeyi hem de bulup getirmeyi içine alır.

Günlük Yaşamda

Aslında günlük yaşamımızda, birbiriyle ilgili sözcük çiftlerinden biri verildiğinde ötekini anımsamak gibi sınavlarla pek karşılaşmayız. Bunun yerine, örneğin, genellikle okuduğumuz metinlerin mümkün olduğunca fazla bölümünü aklımızda tutmamız gerekir. Kimi araştırmacılar da, bu tür durumlarda gerçekleşen kaydetme üzerinde çalışıyorlar. Thorndyke'ın

Düzenlemenin Önemi

Öğrenmede düzenlemenin önemli olduğunun gösterilmesi, 1960'lı yılların önemli gelişmelerinden biri oldu. İnsanların, öğrenme sırasında edilgin bir alıcı olmaktan çok, malzemeleri etkin bir biçimde işleyip düzenlediği, günümüzde herkes tarafından kabul ediliyor.

Düzenlemenin öğrenme açısından önemli olduğu üç tür bulguya dayanıyor. Birincisi, pek çok deney ve gözlemlerde, düzenlenmiş olan malzemelerin çok daha kolay akılda kaldığı görülmüş. Öte yandan, araştırmalarda kendilerine aralarında hiçbir ilgi olmayan malzemeler verilip bunları akılda tutmaları istendiğinde, deneklerin genellikle bunları kendi kendilerine düzenlemeye çalıştıkları görülmüş. Üçüncüsü de verilen malzemeyi düzenleyerek öğrenmeye çalışmaları söylendiğinde, bunun da öğrenmeyi artırdığı görülmüş.

Anımsanması gereken şeyleri gerektiği gibi anımsayabilmek için insanlar eskiden beri birçok yöntem geliştirmişler. Örneğin Romalılar, konuşmacının konuşmasının parçalarıyla ilgili hayali odaların canlandırıldığı bellek tiyatrolarını kullanırlardı. Bu odalarda, konuşmanın farklı bölümlerini gösteren nesneler bulunurdu. Örneğin,



neğin, konuşmacı, konuşmaya mısır fiyatlarından söz ederek başlayacaksa, odanın hemen girişinde bir mısır koçanı bulunurdu. Bir sonraki konu vergilerin ağırlığı olduğunda, mısırın hemen yanında, ağır bir yük taşıyan bir insan görüntüsü durduğu hayal edilirdi.

Anımsanması güç şeyleri, bildiğimiz bir yapıyla eşlemek de eski bir yöntemdir. Takımyıldızları ele alalım. Takımyıldızlar, yıldızların temel konumlarını anımsatarak, bu bilgiyi yön bulmada kullanmak üzere geliştirilmiş sistemlerdir. Güney Pasifik'te yaşayan Puluwat halkı, takımyıldızlarla birlikte, çevrelerinde bulunan şeylerin içsel gösterimlerinin birleştirilmesine dayanan bir yön bulma sistemi oluşturmuşlar. Puluwat denizcileri, adaların ve önemli işaretlerin akıldaki gösterimiyle birlikte, bir adayı ötekine bağlayan yıldız desenlerini de anımsayarak, denizde yollarını bulabiliyorlar. Denizciler, kanoyla

ne kadar yol kat ettiklerini, zihinlerindeki bu haritayı kullanarak bulurlar. Çünkü adalar, birbirine uzak olduğu için, gerçek yolculuk sırasında görülememektedir.

Avustralya çöllerinde yaşayan Aborijinler de çöllerde yönlerini bulmak için buna benzer bir yöntem geliştirmişler. Ancak, Aborijinler'in yön bulma yetenekleri yalnızca görsel-uzaysal yeteneğe dayanmıyor. Çöllerdeki yolların tüm ayrıntılarının, kutsal şarkılarında geçtiği görülmüş. Bir totem ya da atalardan birinin çıktığı bir yolculuğu anlatan bu şarkıların anlamı çıkararak, yolcu, belli bir yere giderken kahramanın kaç ırmağı vb. geçtiğini ve ne kadar yolunun kaldığını hesaplayabiliyor. Binlerce yıldır değişmeyen bu bilgiler, Avrupalılar'ın kıtaya gelmesinden önce kuşaktan kuşağa aktarılan dinsel bilgilerdi.

Öğrenilecek malzemeleri sınıflandırmak da düzenlemenin bir yoludur. Bunun bir yolu, malzemeleri sabit bir sıraya sokmaktır. Örneğin, Avrupa'daki başkentleri alfabetik sıraya sokacak olursanız, bunları öğrenmenin artık daha kolay olduğunu görürsünüz. Başka bir düzenleme yoluysa, anımsanması gereken malzemelerin içinde geçtiği bir öykü hayal etmektir. Söz gelimi, kabalak ve uçak gibi birbiriyle ilgisiz iki sözcüğü birlikte anımsamanız gerekiyorsa, bunları birbiriyle ilişkilendirmek için, ikisiyle ilgili bir sahne düşünebilirsiniz; Örneğin, kocaman bir kabağın üzerinde uçan bir uçak gibi.

1977 yılında yaptığı bir deneye bakalım. Çok sayıda denek grubunun bulunduğu araştırmada, ilk gruba aşağıdaki öykü verilmiş:

"Bir çiftçinin, ahırına girmesini istediği bir ineği varmış. Bunun için ineği itmeyi denemiş; fakat ineği hareket ettirememiş. Sonra, köpeğinden havlayarak ineği ahıra girmesi için korkutmasını istemiş. Köpek, çiftçi ona biraz yiyecek vermedikçe, havlamayı reddetmiş. Böylece, çiftçi yiyecek getirmek üzere evine gitmiş. Yiyeceği köpeğe vermiş. Köpek havlamış, inek de korkarak ahıra girmiş".

Thorndyke, öyküyü, öteki denek gruplarının her birine, öyküde küçük birer değişiklik yaparak vermiş. Örneğin, gruplardan birinin okuduğunda, çiftçinin amacıyla ilgili tümce en sona kaydırılmış. Kimi gruplara verilen öykülerde tümcelerin yerleri değiştirilerek neden-sonuç ilişkileri ortadan kaldırılmış. Kimi grupların öyküsünden çiftçinin amacıyla ilgili tümce çıkarılmış, vb. Thorndyke, bu değişikliklerin, öykünün anımsanmasını etkilediğini görmüş. Bu değişiklikler, deneklerin öyküyü daha az anımsamalarına yol açmış. Üstelik, öykünün kimi biçimlerinde sözcükler okuma yükünü hafifletecek ölçüde azaltıldığı halde, bu değişmemiş. Bunu deneklerin, öykünün nasıl süreceği konusunda önceden bir fikre sahip oldukları ve kaydetme için bunu temel aldıkları biçiminde yorumlayabiliriz. Eğer bir öykü, insanların, kahramanlarının güdülerini, ve olayların zaman sıralamasıyla ilgili, önceden bilinen kalıplara uygunsa; bu öykü deneklerin zihinsel çerçevesine daha iyi uyuyor ve böylece daha iyi kodlanıyor.

Yetişkinlerin basit öyküleri nasıl kaydettikleri ve nasıl kavradıklarıyla ilgili de pek çok araştırma bulunmakta. Örneğin, Thorndyke'in başka bir araştırmasında, iki gruba ayrılmış olan denekler, ikişer farklı öyküyü öğreniyorlar. Birinci gruptaki deneklerin yarısının okuduğu öyküde, ikinci öykünün kahramanları, birinci öykünün kahramanlarıyla aynı; fakat öykülerin yapısı birbirinden farklı. İkinci grup içinse, iki öykünün yapısı aynı, fakat öykülerin kahramanları farklı. Eğer öyküler belli kahramanlara göre kaydediliyorsa, deneklerin, aynı karakterlerin olduğu ikinci öyküyü daha iyi anımsamala-



rı gerekti. Fakat araştırmada, farklı yapıdaki öykülerde aynı karakterlerin kullanılmasının, öykülerin anımsanmasını güçleştirdiği görülmüş. Bu da, en azından yetişkinlerin, öykünün yapısına karakterlerin adlarından daha duyarlı olduğunu gösteriyor.

Depolama

Çoğu insan belleğin, deneyimlerimizin "aklımıza yazılması"ndan ibaret olduğunu düşünür. Bu görüşe göre, bellek, deneyimlerinin bir tür nörolojik kopyasının çıkarılarak saklandığı yerdir. Bir şeyi anımsarken, beynimizin başka bir bölgesi bu nörolojik kopyayı araması için yönlendirilir. Yapılması gereken şey, kopyanın bulunarak



Herhangi bir uyarıyı tekrar tekrar görmek onun belleğimize "gireceği" anlamına gelir mi? Solda, ABD'de kullanılan bozuk paraların gerçek görüntüleri var. Sağdaki- lerse, bir araştırmada, deneklerin anımsadıkları kadlarıyla çizdikleri.

yeniden canlandırılmasıdır.

Beyindeki bu fiziksel izler üzerine çalışan araştırmacılar, bellek sistemiyle beyin arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışıyorlar. Bu alandaki ilk bilgiler, 1950'li yıllarda, Karl Lashley'nin çalışmaları sonucu ortaya çıkmıştır. Lashley'in bulgularına göre, eğer beyinde küçük bir miktarda doku kaybı olursa, bunun yeri önemli değildir ve beyin bu kayıpla başa çıkabilir. Büyük miktarda doku kaybı olursa, bunun yeri de önemli değildir, fakat bu kayıp bellek bozukluklarıyla sonuçlanabilir. Ancak bunlardan, beynin neresine hasar verildiğinin hiç önemli olmadığı anlamı çıkarılmamalı. Örneğin, beyinde dil ya da görme merkezlerinde, göreceli olarak küçük bir hasar olması bile, kalıcı bozukluklara yol açabilir. Beynin tüm bölgelerinin eşit olduğu düşüncesi, ancak bir yere kadar doğrudur.

Lashley'in çalışmaları, beynin belli bir bölgesindeki bellekle ilgili bir özelleşme bulamamıştı. Başka araştırmalarsa, beyindeki hipokampus ve amigdalanın maymunlarda bellek kaybıyla ilgili olduğunu ortaya koydu. Bu bulgular, nöropsikologların, hipokampusu zarar görmüş hastalarda gözlediği bellek hasarlarıyla da tutarlılık gösteriyor. Aslında belleğin depolamayı nasıl yaptığının araştırılması, fizyolojik bir incelemenin yapılmasını gerektiriyor. Haritalarla ilgili benzetmemizi anımsayacak olursak, bu konuda elde edilecek bilgiler, ancak bellekle ilgili başka bir haritanın oluşturulmasında kullanılabilir.

Bulup Getirme

Aslında bellekte bulup getirmeden söz ederken, bunu "tanımak" ve "geri çağırma" olarak ikiye ayırabiliriz. Tanımak, birden çok seçeneğin arasından daha önceden kaydedip depolamış olduğumuzu bulmaktır. Geri çağırmadaysa, bu tür ipuçları bulunmaz, kişi, bir şeyi anımsamak için gereken ipuçlarını kendisi bulur. Bu iki işlemi tanımlamak için ortaya atılmış bir modele göre, herhangi bir şeyle (örneğin, bir sözcük listesindeki herhangi bir sözcük) ilgili belleğimiz, birbiriyle ilişkili parçalardan oluşur. Bu parçalardan biri, kaydetme sırasında içinde bulunan koşullar ve kişinin ruh durumu

gibi değişkenlerdir. İkinci parça, o şeyin kendisidir. Depolanan bilgilerin bir parçası da, kişinin kodlama sırasında yaptığı ilişkilendirmelere, örneğin o sözcüğün kişiye çağrıştırdığı şeylere aittir. Bunların bütününeyse "imge" diyoruz.

Bunu bir örnekle açıklamaya çalışalım. Diyelim ki "kayık-köpek" gibi birbiriyle eşlenmiş sözcük çiftlerinden oluşan bir listeyi bellemeye çalışıyorsunuz. Sizden, "köpek" sözcüğünü öğrenip daha sonradan anımsamanız isteniyor. Bu sözcükle ilgili belleğiniz, birkaç parçadan oluşur. Bunlar, içinde bulunduğunuz durumla ilgili olarak kodlayabildikleriniz, "köpek" sözcüğünün kendisi, ve "kayık" sözcüğüyle birlikte olma ilişkisinin kaydedilmesinden oluşur. "Köpek" için belleğiniz, imge olarak depolanır. Böylece, bir şeyi anımsamayı çalışırken, alınan ipuçları, eğer bizim köpek imge-mizde var olan ilişkilerle örtüşüyorsa, anımsamaya çalıştığımız imgenin anımsanma olasılığını artırır. Fakat kimi zaman da, ipuçlarının sayısı arttıkça, bunların etkisi, daha az ipucuyla sağlanan yardımdan daha az olur.

Peki, insanların herhangibir şeyi kaydetmeden önce bildikleri şeyler, kaydedilen yeni şeylerin anımsanmasını nasıl etkiliyor? Öykülerin ve yaşanmış olayların nasıl depolandığı ve nasıl anımsadığı konularında çalışmalar yapmış olan Bartlett'in araştırmalarına değinelim. Bartlett'in, çoğu kez çalışma arkadaşlarını ve öğrencilerini denek olarak kullandığı bu çalışmalarda, deneklere, genellikle başka kültürlerle ait bir öykü veriliyor. Denek öyküyü okuduktan ya da çalıştıktan 15 dakika sonra, kendisinden öyküyü anlatması isteniyor. Daha sonra, düzensiz aralıklarla (kim zaman birkaç ay içinde, kimi zaman yıllar sonra) Bartlett, arkadaşlarından bu öyküyü yeniden anlatmasını istemiş. Bu yolla, deneklerinin anılarındaki çarpıtmaların ve kayıpların doğasını ortaya çıkarmaya çalışmış.

Bartlett'in araştırmada en çok ilgilendiği konu, deneklerin yaptığı hatalar olmuş. Örneğin, "Hayaletlerin Savaşı" adlı bir kıvırdırılı öyküsünü okuyan deneklerin çoğu, öyküde geçen

kanoyu kayık, yerlilerin işini de balık avlamak olarak anımsamış. Bartlett, deneklerin öyküde yaptıkları değişikliklerin, öyküyü, İngiliz kültürü açısından daha "akılcı" yapmaya yönelik olduğuna dikkat etmiş. Bartlett'e göre denekler, kaydettikleri olayları anımsarken, bunları önceden varolan deneyimlerinin etkin düzenlenmesinden ayırt etmekte şöyle ya da böyle zorlanıyorlar. Pek çok araştırmacıya göre, gerçekten de insanlarda, ek bilgileri belleklerinde var olan şemalara uydurma eğilimi var. Bu bilgiyi anımsama zamanı geldiğinde de öncelikle, aslında bilgilerimizin düzenlenmiş bir kümesi olan şemamız çağırılıyor ve bilgiler bu şemanın rehberliğinde anımsanıyor. Bunun yanı sıra, araştırmalarda, insanların şemalarını da kimi durumlara uydurabildiği görülmüş.

İnsanların yalnızca duydukları



cümleleri, aradan zaman geçtikten sonra sözcük sözcük anımsayamadıklarını gözlemişsinizdir. Bu konuyla ilgili de pek çok araştırma bulunuyor. Örneğin, 1977 yılında yapılan bir araştırmada denekler, aşamalı bir biçimde düzenlenmiş bir parça okumuşlar. Konunun ana hatları yazının başlarında belirtilmiş. Deneklerin bir bölümüne yazıyı okuduktan hemen sonra, bir bölümüne de 25 dakika sonra öyküyle ilgili sorular sorulmuş. Gecikmeli olarak test edilen deneklerin, duydukları metinde geçen cümlelerin anlamıyla ilgili sorulara daha hızlı yanıt verdikleri gözlenmiş.

Okulda öğrenciler genellikle, herhangi bir konunun ayrıntılarıyla ilgili sorulardan değil de, genel bilgilerden sınava girdikleri için, öğrencilerin performansını, yeni öğrenilen materyalle,

kalıcı bellekteki diğer malzemeler arasında ilişki kurarak artırılabilir. Ayrıca, ayrıntıları aklınızda tutmak için uğraşmıyorsanız, sınavdan önceki son dakikaya kadar kitabınıza bakarak bir şey kazanamayacağınız da anlaşılıyor.

Özetle söylemek gerekirse, insanlar, sözel malzemeleri yalnızca sınırlı bir süre için akıllarında tutabilirler. Bilgiler kalıcı bellekte işlenirken, işittiğimiz şeyler anlamı çıkarılarak depolanır. Bu nedenle duyduklarımızı sözcük sözcük anımsamakta zorlanırsınız. Ancak, özellikle sözcüklerin kendisi, anlamı açısından önem taşıyorsa, bu bilgiler de depolanır.

Genellikle bilgileri kodlayarak geri çağırırken belleğimizi kullandığımızın bilincindeyizdir. Ancak, bir şeyleri anımsamak için gerçekten de bilinçli olmamız gerekir mi? Bilişsel sistemimizin önceden kodlanmış olduğu bilgileri çağırarak kullandığı ve bizim bunun farkında bile olmadığımız durumlar da vardır.

"Örtük bellek", daha önceden edinmiş olduğumuz deneyimlerin, yaptığımız işi, bu deneyimlerin, ya da onları bulup getirdiğimizin bilincinde olmadan etkilediği durumları tanımlar. "Açık bellek"teyse, kişi belleğini kullanırken bunun farkındadır. Araştırmalar, açık belleği yönlendiren değişkenlerin, örtük bellek üzerinde ya çok az etkili, ya da etkisiz olduğunu göstermiş. Aslında, kimi araştırmacılara göre bellek, birbiriyle ilişki içindeki birkaç sistemden oluşur.

Bir zamanlar olduğu gibi bir "kara kutu" olarak görülmesi de, bugün hâlâ insan belleğinin pek çok bilinmeyen yönü var. Ancak, bu konudaki bilimsel çalışmaların 40-50 yıl gibi kısa bir süre önce başladığı göz önüne alınırsa, günün birinde belleğin bilinmeyen yönlerinin de ortaya çıkarılacağına kesin gözüyle bakılabilir.

Aslı Zülâl

Konu Danışmanı: Hasan Gürkan Tekman
Doç.Dr. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Enformatik Enstitüsü

Kaynaklar
Baddeley, A. D., *Human Memory: Theory and Practice*. Boston: Allyn and Bacon, 1997.
Best, John B., *Cognitive Psychology*. West Publishing Company, 1995.
4. Başım
Schachter, Daniel L., "The seven sins of memory". *American Psychologist*, Mart 1999.

TÜBİTAK-TBAG Beyin Dinamiği Multidisipliner Çalışma Grubu V. Çalıştayı

Alzheimer Hastalığına

Multidisipliner Yaklaşım

Toplumda çoğu zaman düşünüldüğü gibi, unutkanlık ve bunama yaşlılığın doğal bir sonucu değildir. Bunama, teknik terimiyle demans, bir hastalıktır ve bunun çok değişik türleri vardır. Demans çeşitleri arasında ilk sırayı, %56 görülme oranı ile, Alzheimer tipi demans (ATD) almaktadır. Yüzde 5'i kalıtsal kökenli olan Alzheimer hastalığı (AH) ayrıca uzun süren bir hastalıktır. Belirtilerin 65 yaşın üstünde başladığı bireylerde kaçınılmaz son, A.B.D. ortalamasına göre 8.5 yılda gelmekte, bu süre, belirtilerin 65 yaşın altında başladığı bireylerde ortalama 10.8 yıla uzamaktadır. Bir Alzheimer hastasının A.B.D.'de topluma maliyeti 174 000 USD olarak hesaplanmaktadır (Medina, 1999).

Hayatta kalma süresi sosyoeconomic düzey ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Nitekim günümüzde 65-75 yaşındaki bireyler, bilimsel olarak, 'genç yaşlı' olarak nitelendirilmektedir. Beri yanda 65 yaşın üstündeki her on bireyin birinde, 85 yaşın üstünde ise her on bireyden beşinde AH görülmektedir. Sinsi bir unutkanlık ve dikkatsizlikle başlayan ancak en son evresinde kişide tam bir yıkıma yol açan AH 'çağın vebası' olarak nitelendirilmektedir.

Ülkeler için büyük bir sosyal ve ekonomik sorun olan, hastanın yakınları ve onun bakıcısında ise travmatik yaşantılara yol açabilen AH, 21 Şubat 2000'de TÜBİTAK Mustafa İnan Salonu'nda yapılan bir çalıştayda ele alınmıştır. TÜBİTAK'ın Beyin Dinamiği Çalışma Grubu'nun bilimsel toplantılarından beşincisi olan AH çalıştayı, grubun üyelerinden, Gazi Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ceyla İrkeç ve çalışma arkadaşları tarafından düzenlenmiştir. Çalıştaya konuşmacı olarak Dokuz Eylül, Ege, Erciyes, Gazi, Hacettepe, Lübeck Tıp ve Trakya Üniversiteleri ile Gülhane Askeri Tıp Akademisinden

13 öğretim üyesi konuşmacı olarak katılmıştır.

AH: Multidisipliner Yaklaşım, Temel İlkeler ve Klinik Yaklaşımlar başlıklı V. Çalıştayda, konu multidisipliner bir yaklaşım altında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda AH, nörolojiden, nörofizyoloji, nöroradyoloji, biyokimya, farmakoloji, fizyoloji, psikiyatri ve nöropsikolojiye kadar uzanan geniş bir bilimsel yelpazede ele alınmıştır. AH konusunda bütün bu dallarda mevcut en son bulgu ve teknolojiler açıklanmıştır.

Beyin Dinamiği Multidisipliner Çalışma Grubu V. Çalıştayı'nın açılış konuşmasında Prof. Dr. Ceyla İrkeç AH'yi ele almada multidisipliner yaklaşımın önemini vurgulamış, Prof. Dr. Erol Başar ise Çalışma Grubu tarafından yapılan bilimsel araştırmalar, yayın ve bildirilerle eğitim-öğretime yönelik faaliyetleri açıklamıştır. Çalıştayda öncelikle yaşlanma ve demans kavramları, bunların tanımları ve farklılıkları üzerinde durulmuş, yaşlanmanın doğal bir süreç, demansın ise bir hastalık olduğu vurgulanmıştır (Prof. Dr. Ceyla İrkeç). AH'nin etyopatogenezi ele alınmış, beyinde meydana gelen amiloid plaklar ve nörofibriler yumaklarla karakterize nörodejeneratif değişikliklerin temelinde yatan biyokimyasal faaliyetler, genetik bileşen ve süreçler açıklanmıştır (Doç. Dr. Görsev Gülman Yener). AH'nin klinik ve patolojik bulguları üzerinde durulmuş, Alzheimer hastalarında gözlenen elektrofizyolojik, radyolojik, bilişsel ve duygusal bozukluklar ve bunların görüldüğü beyin alanları ana hatlarıyla özetlenmiştir (Doç. Dr. Ayşe Bora Tokçer). Daha sonraki konuşmalarda AH'nin çeşitli yönlerinin ayrıntılarına girilmiştir. Bu doğrultuda, hastalığın çevresel nedenleri üzerinde durulmuş, hastalığın temelinde yatan biyokimyasal süreçler ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Prof. Dr. Fatma Kutay ve arkadaşları). AH'nin tıbbi görüntülenmesinde hip-

pokampal yükseklik, koroid fissur ve temporal boynuz genişliği gibi lineer ölçümler yerine, daha yüksek duyarlılığa sahip volümetrik ölçümlerin gerçekleştirilmesi ve fonksiyonel süreçlere yönelik güncel görüntüleme yöntemlerinin kullanılması gerekliliği üzerinde durulmuştur (Yard. Doç. Dr. H. Muammer Karakaş). AH'ye eşlik eden psikiyatrik belirtiler ele alınmış, emosyonel bozukluklar ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Doç. Dr. Nahit Özmenler). AH'nin özellikle erken evrelerinde, erken tanıya yönelik olarak kullanılabilecek ve ülkemiz için standardizasyonu yapılmış bulunan nöropsikolojik testler açıklanmıştır (Prof. Dr. Sirel Karakaş). Pek çok nöromediatör sistemin etkilendiği AH'de, bilişsel bozuklukların tedavisinde kullanılabilecek ilaç türleri açıklanmış; diğer emosyonel bozuklukların tedavisinde ise, ayrıca, antipsikotik, antidepresan ve antikonvülsan ilaçların kullanılabileceği belirtilmiştir (Prof. Dr. Sevim Ercan). Son konuşmanın konusunu, AH'nin tedavisinde halen kullanılmakta olan ilaçlarla yeni farmakolojik ajanların etkilerini test etmede hayvan modellerinin önemi oluşturmuştur (Doç. Dr. Asuman Gölge).

Alzheimer Çalıştayı'nın genel tartışma bölümünde, tüm konuşmalardaki kritik konular özetlenmiş, bunların bilimsel araştırmalar ve klinik uygulamalar için doğruları üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, nörolojik, nöroradyolojik, elektrofizyolojik ve nöropsikolojik ölçümlerin bir arada kullanılabileceği bir Alzheimer araştırma projesinin gerçekleştirilmesi karara bağlanmıştır. Klinik uygulamalar açısından da, bir AH evrelendirme ölçeğinin seçilerek Türk kültüründe standardizasyon çalışmalarının tamamlanmasının önemi üzerinde durulmuştur.

Sirel Karakaş
Prof. Dr., HÜ Deneysel Psikoloji Anabilim Dalı Başkanı
TÜBİTAK Beyin Dinamiği Çalışma Grubu Başkan Yardımcısı



Bellek Bozuklukları

BELLEK bozukluklarını anlatabilmek için bazı olguları örnek olarak vereyim: Bunlardan ilki psikolog A.R. Luria'ya ait "S." adındaki olgudur:

S.'nin eksplisit (bilinçli) bellek oluşturmakta olağanüstü yeteneği vardı. Hiçbir şeyi unutmuyordu. S., gazete muhabiriydi. Diğer muhabirlerin yaptıkları gibi hiçbir toplantıda not almıyor, konuşulanları unutmuyor, sorulduğunda tüm konuşulanları sözcüğü sözcüğüne yineleyebiliyordu. S., kendisinde bir tuhaflık ya da farklılık hissetmiyor, sadece diğer kişilerin neden not alıp durduklarına şaşıyordu. Ancak patronunun ısrarı üzerine bir psikoloğa başvurdu (Luria) ve bu psikolog 30 yıl süreyle S.'yi inceledi; sonuçları "Bir mnemonistin anlayışı" ismiyle yayınladı. (Mnemo-

nist, belleği artırma yöntemleri kullanan kişi. Ancak çoğu kez, ezberci ya da tekerlemeci diye de çevrilmekte).

S., ortalama 52 verili sayı, isim, harf listelerine 2-3 dakika kadar baktıktan sonra (bir defasında 16 yıl sonra) olduğu gibi anımsıyabiliyor, sütunlar halinde yazılmış bu listeleri yukarıdan aşağı, aşağıdan yukarı ya da çapraz olarak ezbere okuyabiliyordu. S., bu listelere bir kez baktıktan sonra artık onları anlayışında bir resim olarak görüyor ve bu içsel resmi istenildiği gibi okuyabiliyordu. S., ayrıca, sayılara ya da sözcüklere bir ses, renk, tat gibi duyuşsal anlamlar da yüklüyor, böylece anımsamayı kolaylaştırıyordu. Örneğin, sayılara şu özellikleri veriyordu: 1, Kendine güvenen, iri yarı bir adam; 2, keyifli bir kadın; 3, sıkıntılı biri; 6, ayağı şiş bir adam; 7, bıyıklı bir adam, 8, babaya-

ni bir kadın (çuval üstüne çuval binmiş gibi). 87 sayısının kendisine şişman bir kadınla, bıyığını buran bir erkeği anımsattığını söylüyordu. Bu bulgulara göre, S.'nin kısa süreli belleğinin olmadığı, her şeyi uzun süreli bellekte depoladığı söylenebilir.

Giderek S., unutmamaktan yaktır olmuş ve unutmak için yöntemler bulmağa çalışmış. Örneğin unutmak istediklerini (telefon numaraları, isim listeleri gibi) normal insanlarda olduğu gibi yazmağa başlamış. Ancak bu kez de yazdıklarını kafasının içinde görür olmuş.

S.'nin, bu yeteneğine karşılık kayıpları oldu mu? Luria bu soruya evet diyor ve S.'nin yaşamdan bir amacı olmayan, yüzeysel ve donuk bir kişiliği olduğunu söylüyor. Yine Luria, S.'nin usa vurma, sınıflandırma, nesneleri önemine göre sıralama gibi ye-

Belleğin Fizyolojisi

Korkut Yaltkaya

Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı Başkanı

Bellek, öğrenmeyi, usa vurmaya, bilinci ve dolayısıyla kişinin bütünlüğünü sağlayan temel bir beyin işlevidir. İnsan bilginin, karmaşık ve çok yüzlü bir yönüdür. Descartes'ın "Düşünüyorum öyleyse varım" sözünden esinlenerek "Anımsıyorum öyleyse varım" demek çok yanlış olmaz.

Belleğin oluşumundaki temel birimler; beyindeki sinir hücrelerinin (nöron) ve bunların uzantılarının diğer sinir hücreleri ile oluşturduğu değme noktalar (sinaps). Nöron ve sinaps sayısı ne kadar çoksa bellek o denli güçlüdür. İnsanlarda, sadece beyin kabuğunda (neokortekste) 100 trilyon ile 10 katrilyon arasında sinaps vardır; ve bu sayı ömür boyunca olası bilgi girişini depolamaya yetecek şıganın çok daha üstündedir. Sinapsların işlev görebilmeleri için çok az bir enerjiye gereksinimleri olması da bir avantajdır; böylece az bir enerji ile bellek depolarını sürdürebilir.

Belleği, kabaca ve anlaşılma kolaylığı yönünden, kısa ve uzun süreli olarak ikiye; uzun

süreli belleği de, bilinçli ve bilinçsiz (örtülü) olarak tekrar ikiye ayırabiliriz. Kısa süreli belleğin bilgileri depolama süresi milisaniyeler ya da saniyelerle ölçülürken uzun süreli bellekte anıların kalış süresi varsayımsal olarak sonsuzdur. İkisi arasında daha birçok farklar varsa da biz burada bellek oluşumunun fizyolojisini ön plana aldığımızdan, bu farkların üstünde durmayacağız.

Kısa süreli belleğin fizyolojisini şöyle açıklayabiliriz: Sürtünmenin olmadığı bir ortamda, birbirini devindiren bir çok dişli çarkın bir çember boyunca dizildiğini ve son dişli çarkın, ilk dişli çarkı etkilediğini varsayalım. Con Ahmet'in devridaim makinasına benzeyen böyle bir düzenekte, dişli çarklardan birini çevirdiğimizde tüm çarklar dönmeye başlar ve bu durum sürer gider. Sinir sisteminde de benzer sinir devreleri vardır (Şekil: 1). Bunlara yansımali devreler denir. Ancak bu devrelerde devrim yoktur, elektrik akımı dolaşır. Sinir devresini oluşturan yüzlerce nörondan birinde elektriksel aktivite başlayınca, bu elektriksel aktivite komşu nörona geçer ve bu böylece sürer gider. Nöronlar çemberinin son hücresi elektriksel aktivitenin başladığı nöronu tekrar aktivite eder, elektrik akımının çember boyunca dolaşıp durmasını sağlar. Yansımali devrelerde bazen aktivitenin sönmeden 14-18 saate kadar sürdüğü bilinir. Devrede dolaşıp duran bir akım şeklindeki bu

sinyal, belirli bir özelliği olan anıyı temsil eder. Böyle birçok yansımali devre bir araya gelip, anılar dizisini belirli bir süre canlı tutabilir.

Uzun süreli belleğin oluşmasındaki temel olay "uzun süreli potansiasyon" dur (Long-term Potentiation-LTP). Bir sinir yolu, üst üste kısa süreli ve güçlü olmayan elektriksel darbelerle uyarıldıktan bir süre sonra, tek tek uyarılara daha yüksek genlikli yanıtlar vermeğe başlar. Yani bu sinir yolu güçlenmiş, potansiyalize olmuştur. Bu olguyu başka türlü söylersek, bir bilgi üst üste yenilenerek öğrenilmişse, sinir sisteminde kendine bir yol açar. O bilgi ile ilgili bir uyarı geldiğinde bilginin yolu belli ve açık olduğundan, bilginin tümü birden anımsanır. Bir kum yığını düşünün: yığının tepesinden bir kova su dökersek, su tepenin eteklerine doğru kendine yollar açarak akar (LTP oluşturur). Fazla vakit geçirmeden tepedeki aynı yere bir kova daha su dökersek, bu ikinci su birincisinin açtığı oluklar boyunca akar gider. Bu anımsama olayını temsil eder.

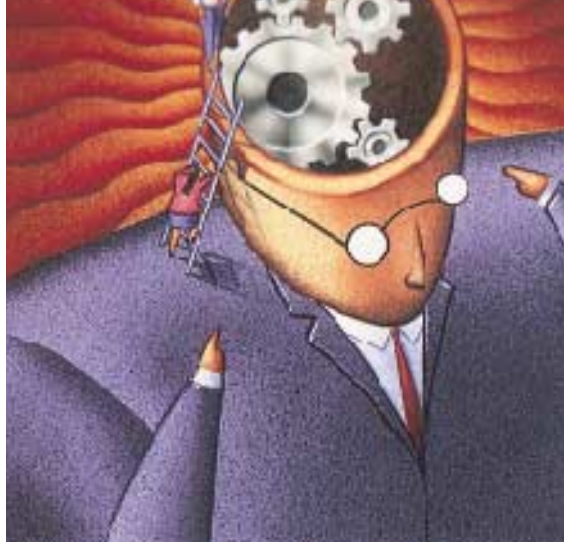
İlk kanallar açıldıktan sonra, uzun süre ikinci su dökülmezse kanallar kapanır. Bu unutmadır. Kum tepeliğinin bir kısmını kazarsak, bellekte bir bozukluk oluşturmuş oluruz, ancak bu durumda belleğin bir kısmı yiter, tümü yitmez.

LTP nasıl oluyor? Sinapslarda oluşan bazı şekilsel değişiklikler, hatta yeni sinaps oluşumları, enzimatik etki ve yeni protein üretimi,

teneklerden yoksun olduğunu, soyut kavramları (şiir, mizah ya da benzetme deyimler gibi) anlamakta güçlük çektiğini ya da anlayamadığını söylüyor. Bu gözlemlerden de anlaşılıyor ki “Her şeyi anımsamak, bir tür deliliktir”.

S’nin bu eksiklikleri bize kısa süreli belleğin usavurmada, kıyaslamada, sınıflandırmakda; kısaca bilgiyi değerlendirilmede ne kadar önemli olduğunu da gösteriyor.

Oliver Sacks’ın ikizler olgusu da benzer özellikler taşır: 26 yaşında olan bu ikizler geri anlaklıydı ve yedi yaşından beri bir hastanede bakılmaktaydılar. İkizler, kendi yaşam deneyimlerine dair en ufak bir ayrıntıyı unutmuyorlar ve bilinmeyen bir takvimsel algoritmayı kullanarak 80 bin yıl içinde herhangi bir senenin herhangi bir gününün, haftanın hangi günü olduğunu (salı çarşamba gibi) bilebiliyorlar ve eğer bu tarih yaşadıkları süre içinde ise o gün havanın nasıl olduğunu ya da ne türlü olayların yer aldığını anımsayabiliyorlardı. Sacks, şahidi olduğu bir olayı şöyle anlatıyor. “Bir gün masalarında duran bir kibrit kutusu yere düşüp kibritler yere saçıldığında ikisi de kendilikle-



rinden ‘111’ diye bağırdılar... ‘Nasıl bu kadar çabuk saydınız’ diye sordum. ‘Saymadık, 111’i gördük’ dediler...”. Anımsarsanız benzer bir sahne, otistik bir adamı canlandıran Dustin Hofmann’ın “Yağmur adam” filminde de vardır. İkizlerin; tüm bu yeteneklerine karşın çarpma-bölme yapamayacak kadar geri anlakları, üzücü ya da sevindirici olayları duygulanımdan yoksun, hem aynı ses tonu ve donuk yüz ifadesi ile çocuksu bir biçimde ve gereksiz ayrıntıları ile anlatan, gelişmemiş kişilikleri vardı.

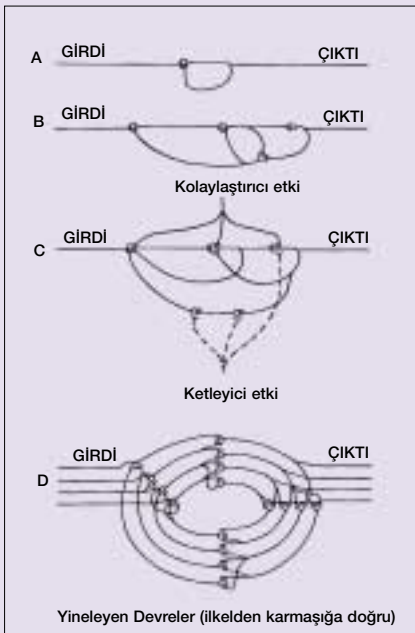
Bu iki olgu aşırı anımsama ya da hiperamnezi denilen durumu örneklemektedir. Bellek kaybına amnesi, yetersizliğine ise hipoamnezi denilmektedir.

Amneziye örnek olan bir diğer olgu öyküsü tüm dünya literatüründe

ünlü olmuş H.M.’ye aittir. H.M., 1953 yılında giderek artan ve sıklaşan epilepsi nöbetleri nedeniyle ameliyat edilmiş ve her iki taraflı şakak loblarının iç kısımları (bu kısımlar hippokampus, amigdala gibi bölümlere ayrılır) çıkarılmıştı. Bu operasyon sonucunda, hastada derin bir anterograd amnezi (ileriye dönük unutkanlık) gelişti; ve bunun üzerine, böyle

bir operasyon o tarihten bu yana bir daha hiç yapılmadı. 35 yıldan beri tıbbi olarak izlenmekte olan bu hastadaki bellek bozukluğu tüm ayrıntıları ile incelenmiştir. H.M.’nin, yukarıdaki örneklerden farklı olarak normalin üstünde bir anlayışı vardı. H.M.’nin geçmişiyle ilgili olayları anımsıyor fakat operasyondan sonra olup bitenleri anımsamıyordu. Operasyondan sonraki olayların izleri, suya atılan bir taşın oluşturduğu halkalar gibi hemencecik kayboluyordu. H.M. yeni anılar depolayamamakta, yeni anıları pekiştirememekteydi. Kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe geçiş, yani kısa süreli bellekte geçici olarak tutulan anıların uzun süreli belleğe geçerek uzun süreli depolanması olayı bozulmuştu. (Bu olaya konsolidasyon-pekiştirme deni-

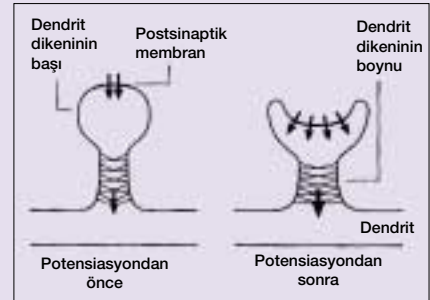
uzun süreli bellek oluşumundaki başlıca etkenlerdir. Bu akademik konuyu basitleştirecek, olayda en önemli başlangıç, nörona yeterli miktarda kalsiyumun girmesidir. NMDA reseptörleri ve glutamat molekülünün karşılıklı ilişkileri sonucu, kalsiyum iyonu hücre içine girdikten sonra, protein eriten ve calpain ismi verilen bir enzimi oluşturur. Nöronun ana uzantısından başka kısa kısa saçakları vardır. Bunlara dendrit denir. Çoğu sinapsları bu dendritler oluşturur. Dendritin içinde proteinden bir iskelet vardır (spectrin). Calpain, bu isketeli yıkar ve böylece dendritin uç kısımlarının şekli değişir: konveks durumdan konkav duruma geçer (Şekil: 2). Böylece sinapsın yüzeyi genişlemiş olur; elektrik akımına karşı direnci azalır. Bilgi (elektrik akımı) bu kısımlardan daha kolaylıkla geçer.



Yine protein üzerinden oluşan bu şekilsel değişikliğin yanı sıra, bellek depolanmasında rolü olan başka proteinler de vardır: S-100, vasopressin vb.

Bellek oluşumunda sinaptik düzenlemeler, öğrenme olayına bağlı olarak yaşam boyunca gelişir ve çeşitlenir. Embriyonun gelişimi sırasında da sinaptik bağlantıların bir ilk düzeni söz konusudur. Bu düzen doğuştan gelen içgüdülerin temelini oluşturur ve nöral Darwinizm çerçevesi içinde oluşur. Bu iç güdüler en eski bellek kalıpları olarak kabul edilebilir.

Doğuştan gelen içgüdüsel davranışların evrimini; bir çeşit öğrenme olarak düşünebiliriz. Öğrenmenin temelinde de bellek vardır. Bu öğrenmeyi sağlayabilmek için genom, çevre ile



karşılaştıkça, çevreye uygun, başarılı stratejiler üretmekte, böylece giderek öğrenmektedir. Bir bakıma genom, “geçmiş anımsayarak” embriyolojik gelişimi kontrol eder ve bu işi protein üreterek yapar. Proteinleri üreten bu erken etkili genlere C-fos denilmektedir. Uzun süreli belleğin devamı için C-fos ürünü proteinlerin artması gereklidir.

Özetle; uyarının oluşturduğu nöronal plastisite aynı zamanda gen ekspresyonu değişikliği ile beraberdir. Protein sentezi uzun süreli belleğin kodlanmasında önemlidir. Bir takım beceriler öğretilen hayvanlarda, yinelemeler yapıldıkça bu öğretiler giderek pekişir. Fakat öğrenme egzersizinin hemen arkasından protein oluşumunu durduran maddeler verilirse öğrenme ileri derecede bozulur.



yor). Bu bulgudan, temporal lobların bu kısımlarının konsolidasyon olayından sorumlu oldukları ortaya çıkıyordu.

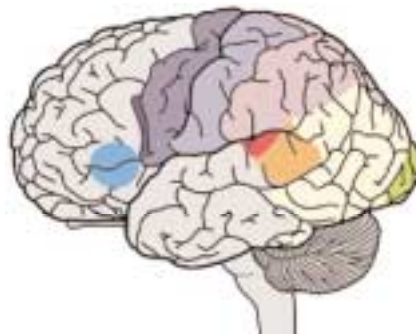
Bellek kaybı çeşitli nedenlere bağlıdır: depresyon, yaşlanma, devamlı gerginlikler, bazı nörolojik hastalıklar (başta kafa travması, demanslar ve inme gelmek üzere), yoğun korku, ağır fiziksel travmalar, saldırıya uğrama, çocuklukta cinsel kullanım gibi... Hatta soğuk suya batırılma veya yoğun cinsel aktivite geçici amnezilere neden olabilir. Nedenlere bağlı olarak amneziler çeşitli derecelerde gelişebilir. Kimliğini unutacak derecede global olabileceği gibi, salt travma anını ya da travma anından evvelki ve sonraki bazı basit ayrıntıları anımsamıyacak derecede hafif de olabilir.

Kafa travmasına bağlı amnezileri tipik bir örnek olarak alırsak; travma anında gelişen ve günlerce ve bazen aylarca süren beyin işlevsizliği dışında amnezileri (unutkanlıkları), anterograd ve retrograd olarak ikiye ayırmak olasıdır. Anterograd amnezi beyin işlevlerinin yetersiz olması sonucu, bilgilerin yeterli şekilde işlenememesine ve depolanamamasına bağlıdır. Hastalar, çevreleri ile uyumlu görünürler ve doğru yanıt verirler; ancak, anlık belleği pekiştirip kısa süreli ve uzun süreli belleğe aktarmakta güçlük çekerler.

Post-travmatik amnezi her zaman global olmaz. Selektif de olabilir. Örneğin görsel nedenlerle ilgili amnezi olmayabilir; buna karşılık sözel amnezi vardır. Ya da her ikisi de bozulur,

motor ve emosyonel öğrenme sağlam kalabilir. Anterograd amnezinin süresi çok kısa olabileceği gibi, 10-20 yıla kadar uzayabilir. Arada, amnezide düzelmeler ve yinelenmeler de olabilir.

Retrograd amnezide (RA) ise travmadan önceki anılar silinir. Bu durum travmanın şiddetine, dejeneratif yozlaşmanın yaygınlığına ya da emosyonel travmanın derecesine göre, bir kaç dakikayı, ya da günleri, ayları, hatta yılları kapsayabilir. RA'de, yakın geçmiş, uzak geçmişe oranla daha çok unutulur. Hasta kişiliğini ve emosyonel anılarını unutsa bile, eskiden öğrendiklerinin bir kısmını (bazı olayları, kent isimlerini, okuyup-yazmayı) unutmaz. Ancak bu seçicilik, beyindeki lezyonun yerine göre değişir. RA'nin süresi beyindeki lezyonun derecesine göre değişir. Lezyon ne derece ağırsa, RA de o kadar gerilere gider. RA süresi içinde belleğin sağlam kaldığı adacıklar olabilir. Öyle ki, hasta dikkatli sorgulanmazsa, yanıtlarını bu sağlam kalan adacıklara göre veren hastanın belleğinin sanıldığı kadar bozuk olmadığı düşünülebilir. RA, her olguda sürekli de-



ğildir. Zamanla kapsamı daralır ve anılar geri dönmeye başlar. Ancak dejeneratif bozukluklarda gerileme yerine belleğin tümünden kaybı oluşabilir.

Derin anestezi almış ve operasyon uygulanmış bazı kişilerin, anestezi süresi içindeki bazı olayları, bilinç yerine geldikten sonra anımsadıkları bildirilmiştir. Anestezi sırasında oluşan amnezi daha çok sözel materyalle ilgilidir. Sözel olmayan, seslerle (melodi gibi) ve şekillerle ilgili bellek, anestezi süresince kısmen daha sağlam kalmaktadır.

Son olarak kadın ve erkek belleklerindeki farklar üzerinde duralım:

Emosyonların (heyecanların, duyguların) kaynağı limbik sistem olduğundan ve kadının amigdala bölümü bu yönüyle erkeğinkinden üstün olduğundan kadınlar erkeklerle oranla daha empatik, sempatik, özverili, duyarlı ve sevecendir. Kadınların emosyonel iç dünyaları da daha zengindir; ve erkeklerle oranla sosyal emosyonel nüansları daha iyi algılar ve ifade ederler.

Kadınların bellekleri, daha emosyonel içeriklidir, ve sosyal ve kişiler arası ilişkilere daha fazla yöneliktir. Dolayısıyla, kadınlar emosyon yüklü olayları anımsamakta erkeklerden daha üstündür. Öyle ki, kocalarının ya da erkek arkadaşlarının "öyle bir olay olmadı" diye yemin ettikleri anıları doğru olarak anımsayabilirler.

Amigdala-temporal lob aktivasyonu, aynı zamanda dinsel yönelim derecesiyle de ilgilidir. Bu nedenle kadınlar sadece daha emosyonel değil, aynı zamanda daha dindardırlar. Dinsel toplantılara daha çok katılırlar, çocuklarının dinsel eğitimiyle daha fazla ilgilenirler ve dinde bağnazlığa daha çok eğimlidirler.

Limbik sistemde görülen cinselle ilgili bu değişiklikler, kadınların daha kolay emosyonel stress altına girmelerine, daha çabuk deprime olmalarına, histeri ve kronik yorgunluk sendromu gibi hastalıklara yakalanmalarına yol açar. Nitekim, affeksiyon (duygulanım) bozukluğu hastalıklarına, kadınlarda, erkeklerle oranla iki-üç kat daha fazla rastlanmaktadır.

Korkut Yaltkaya
Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi Nöroloji
Anabilim Dalı Başkanı

Protonun Yaşam Gizi

Proton, görünüşte evrendeki en sıradan parçacık. Hesaplanan sayısı, yalnızca kendi gökadamızda bile 10^{68} kadar. Evreni dolduran uçsuz bucaksız hidrojen bulutları, aslında birer proton bulutu bile sayılabilir. Çünkü en hafif ve en bol element olan hidrojen, artı yüklü bir proton ve eksi yüklü bir elektrondan yapı. Evrendeki tüm protonları da, elektronunu yitirmiş, iyonize olmuş hidrojen sayabilirsiniz. Böylesine sıradan bir madde, nasıl oluyor da fiziğin en zor problemlerinden biri olma özelliklerini koruyor? Ömrü nedeniyle... Proton gibi sıradan bir parçacık olan, ve onunla birlikte daha ağır atomların çekirdeklerinde bulunan nötron, serbest kaldığında ancak 10 dakika kadar bozunmadan kalabiliyor. Gelgelelim protonların en az 12 milyar yıl önce büyük patlamayla ortaya çıkmış olmalarına karşın, şimdiye değin bir tekinin bile bozunduğu görülmemiş. Anlaşılan daha uzun süre de görülemeyecek; eğer bazı fizikçilerin hesapları doğruysa, protonun ortalama yaşam süresi trilyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon (10^{72}) yıl. Ama merak etmeyin; başkaları, bu sürenin 10 milyar kere trilyon kere trilyon yıl olduğunu söylüyorlar!..

RAHATLAYABİLİRİZ; evrendeki tüm yıldızlar söndükten, karanlık gök-adalar koca karadeliklerce yutulduktan sonra bile boşlukta, tanıdığımız evrenden bir anı olarak, bir miktar başıboş proton kalacak. Karanlıklara gömülüp yok olmadan evrenin sırlarını çözmek isteyen fizikçilerinse rahatlayacak halleri yok. Doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirmek için kurdukları kuramsal modellerin tutarlılığı için, protonun bozunması, ve daha da iyisi, bozunmuş birkaç protonun gözlenmesi gerekiyor. Doğanın temel kuvvetlerini özdeşleştirmek, daha açık bir söylemle bunların aynı temel gücün değişik görünüşleri olduğunu göstermek; böylece evrendeki tüm olayları açıklayacak, her soruyu yanıtlayabilecek, her durum için geçerli tek bir kuram elde etmek, fizikçilerin düşü. Çünkü kendi alanlarında son derece başarılı iki kuram, tanıdığımız boyutlardaki evrende geçerli kütleçekimini açıklayan genel görelilikle, atomlar ve bunları oluşturan

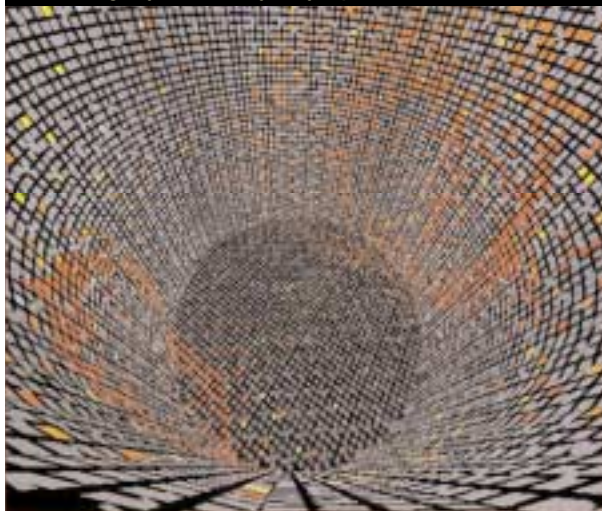
parçacıkların ve kuvvetlerin etkileşimini açıklayan kuantum mekaniği, birbirleriyle bağdaşmıyor. Fizikçiler, aradıkları her şeyin kuramı (Theory Of Everything – TOE) için işe, atomaltı dünyadan başlamış bulunuyorlar. Bu dünyada etkin olan kuvvetler, atom çekirdeklerini oluşturan parçacıkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvveti, atomları bir arada tutan (çekirdeklerle, çevrelerinde dönen elektronları bağlayan) elektromanyetik kuvvet ve atomların bozunmasına yol

açan zayıf çekirdek kuvveti. 1960'lı yıllarda fizikçiler, elektromanyetik kuvvetle, zayıf çekirdek kuvvetinin, "elektrozayıf" adlı daha kapsamlı bir kuvvetin parçası olduğunu kanıtlamayı başardılar. Elbette bundan sonra tüm çabalar, şiddetli çekirdek gücünü de bu birliğe katarak en azından mikroskopik dünyadaki etkileşimleri tümüyle açıklayabilecek tek bir kuram elde etme üzerinde yoğunlaştı. Her şeyin kuramı için bir ilk adım olacak bu ara hedef, fizikçilerce Büyük Bir-

leştirme Kuramı (Grand Unified Theory – GUT) olarak tanımlanıyor. Ancak günümüze değin bu konuda kuramsal öngörülerin dışında elle tutulabilir bir gelişme sağlanabilmiş değil. Nedenine gelince, şiddetli çekirdek kuvvetiyle, elektrozayıf kuvvetin ancak büyük patlamanın ilk anlarında var olabilmiş enerji (sıcaklık) düzeylerinde birleşebileceğini gösteren hesaplar.

Ancak GUT için geliştirilen modeller, deneysel darboğazların dışında ve belki de daha önemli olarak kuramsal bir engele takıldı. GUT kura-

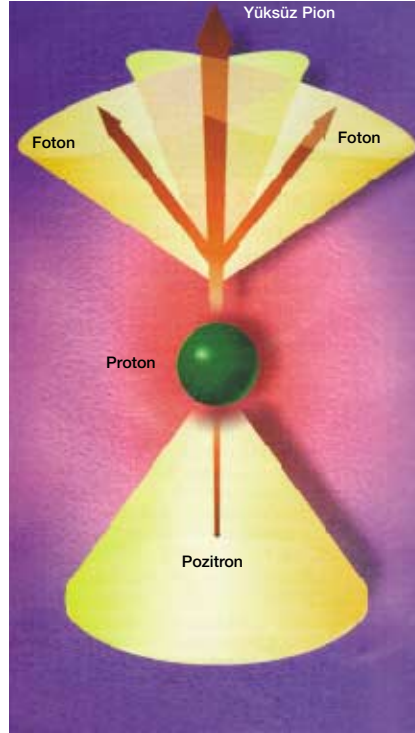
Japonya'daki Super Kamiokande detektöründe bilgisayar simülasyonu ile proton bozunması.



mının ussal bir sonucu olarak, protonların bozunması ve atomların dağılması gerekiyordu. Atomaltı dünyadaki parçacık ve etkileşimleri başarıyla açıklayan standart modele göre, şiddetli kuvvetten etkilenen tüm maddenin, zayıf kuvvetle ilgili olan, elektron ve nötrino gibi parçacıkların oluşturduğu lepton grubu maddelerle bir biçimde özdeşleşmesi gerekli. Yani, birbirinden çok farklı parçacıkların birbirlerine dönüşebilmeleri gerekli. O halde, kuarklar leptonlara dönüşebiliyorsa, kuarklardan yapılmış tüm parçacıkların, bu arada protonların da leptonlara dönüşebilmesi gerek. Bu da, o zamanki yaygın inanın tersine, protonların da kararsız oldukları ve bozunabilecekleri anlamına geliyordu. İlk kez, elektrozayıf kuvvetin kuramcılarının Abdus Salam'ın ortaya attığı bu görüş, fizik dünyasında yeterli ilgi görmedi. Daha sonra, Abdus Salam'la birlikte Elektrozayıf kuramını geliştiren ve Nobel ödülünü paylaşan Amerikalı fizikçi Sheldon Glashow da, GUT çalışmaları kapsamında protonun bozunması gerektiğini, simetri modellerinden yararlanarak ortaya koydu. Glashow'un vardığı sonuç, artı elektrik yüklü protonun, standart modelde elektronun karşı parçacığı olan ama artı elektrik yük taşıyan bir pozitron ile, yüksüz bir pion parçacığına dönüşmesi gerektiği yolundaydı. Ama bu da deneysel çalışmaları yeterince harekete geçirmekte başarısız kaldı.

Glashow'un kullandığı simetri modeline göre, protonun bozunma süreci, elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerinin özdeşleşebileceği GUT enerjisiyle ilişkiliydi. Ancak, birleşme için gereken 10^{29} K sıcaklık, daha önce de değinildiği gibi, deneysel fizikçilerin hayallerinin bile erimi dışında bir enerji düzeyi. Üstelik Amerikalı fizikçinin hesapları, protonun ortalama ömrünün 10^{31} (10 katrilyon kere katrilyon) yıl olduğunu gösteriyordu.

Peki, protonun ömrü böyle akıl almaz derecede uzunsa, ve de evrenimizi oluşturan büyük patlama'dan bu yana yalnızca (!) 12 milyar yıl geçtiyse, araştırmacılar, neyi arıyorlar? Protonun ömrünü deneysel olarak ölçmek mümkün mü? Fizikçilere göre mümkün; çünkü proton da, eğer bozunuyorsa, bozunan öteki radyoaktif maddeler gibi rastlantısal bir süreç içinde bozun-



Süpersimetri modeli geliştirilmeden, protonun bir pozitron ile yüksüz bir piona bozunacağı, pionun da daha sonra iki fotona dönüşeceği düşünülüyordu.

yor olmalı. Bu durumda her protonun, herhangi bir yılda bozunması için 10^{31} 'de 1 olasılık var. Üstelik evrende öylesine çok sayıda proton var ki, bu ilk bakışta sanıldığı gibi uzak bir olasılık değil. Yapılacak şey, 10^{31} protonu bir araya getirerek, içlerinden birinin bozunmasını beklemek. Bu da yapılamayacak bir şey değil. Bu kadar çok sayıdaki proton, yüzme havuzu büyüklüğünde bir tank içinde bir araya getirilebilir. Ama neredeyse 20 yıla yakın bir süre geçmesine karşın, dünyanın çeşitli yerlerinde yürütülen deneylerde, tek bir protonun, pozitron ve piona dönüşmesine tanık olunamadı. Sonuçta, protonun ortalama ömrünün, 1000 kat fazla olması gerektiği kanısına varıldı. Bu arada, GUT konusundaki kuramsal çalışmalar da giderek artan ölçüde, süpersimetri denen bir modele dayandırılmaya başlandı. Bu model, birbirlerinden temel farklarla ayrılan iki tür parçacığın, fermiyon denen madde parçacıklarıyla, kuvvet taşıyan (elektromanyetik kuvveti ileten foton, zayıf kuvvetin taşıyıcıları $W(+)$, $W(-)$ ve $Z(0)$ bozonları ile, şiddetli çekirdek kuvvetinin aracısı 8 ayrı tür gluon) parçacıkların birbirlerine dönüşebilmelerini öngörüyor. Ancak bu modelin matematigi, fermiyon olsun,

bozon olsun bilinen tüm parçacıklar için, kuramsal birer "süper" kardeş öngörüyor. Örneğin elektronun süperkardeşi "selektron", kuarkın "skuark", fotonun "fotino" vb. Bu ek parçacıkların kuramsal varlığı, elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerinin özdeşleşeceği GUT enerjisinin düzeyini de 30 kat artırıyor. Kurama göre protonun ömrü de bu enerji düzeyiyle çok yakından ilgili (GUT enerjisinin 4. kuvveti). Böyle olunca, şimdiye kadarki olasılık hesaplarının öngörüsünün tersine, hiçbir proton bozunması olayı gözleyememiş fizikçiler biraz rahatlıyorlar; çünkü artık yeraltı havuzlarındaki protonlardan birinin bozunması olasılığı daha düşük: Yılda $1/10^{34}$. Yani proton bozunmasının görünmemesi nedeniyle kuramlarını yanlış diye pencereden dışarı atmaları gerekmiyor.

Ancak süpersimetri kuramı, neden hiç proton bozunmasına rastlanmadığı soruna rahatlatıcı bir yanıt getirirken, bunun yanı sıra rahatsızlık yaratan başka bir sorun çıkarıyor; süpersimetrisinin öngörülleri temel alınacak olursa, şimdiye değin proton bozunmasının izleri için yanlış bir yere bakılmış. Kurama göre protonun, bir pozitron ve nötr pion'a bölünmek yerine, pozitif kaon diye adlandırılan bir maddecikle bir antinötrinin bileşimine dönüşmesi gerekiyor. Sorun bununla da bitmiyor. Protonun bu yeni bozunma ürününe dönüşebilmesi için Higgs renk üçlüsü kütlesi denen bir değer gerekli. Fizikçilerin çoğu, bu kütlenin, proton kütlesinin 1000 katından fazla olamayacağına inanıyor. Sorun, bu kütle ne kadar küçük olursa, protonun ömrünün de o ölçüde kısa olması gerektiği. Yaklaşık 1000 proton kütlesine karşılık gelen değer formüller uygulanınca da protonun yaşam süresi 500 000 yıl gibi, gözlemlerle, hatta kendi varlığımızla ters düşen bir değere iniyor. Eğer proton 500 000 yılda bozunuyor olsaydı, evrenimizin şimdiye değin yok olması, ya da çok farklı bir yapı kazanması, sonuçta da bizlerin ortaya çıkmamız gerekmez miydi?

Proton bozunmasının şimdiye değin belirlenememiş olmasını açıklamak için Higgs renk üçüzü kütlesi için öngörülen değeri trilyonlarca kat artırmanın bir yolunun bulunması gerekiyor. Princeton Üniversitesi İleri



Araştırmalar Enstitüsü fizikçilerinden Frank Wilczek, bu sorunun çözülebileceği konusunda umutlu. Wilczek, güvenini parçacıklara kütle kazandırdığı varsayılan Higgs parçacıklarına bağlamış görünüyor. Ama Wilczek, meslektaşı Stefano Dimopoulos ile 1980'lerde üzerinde çalıştığı bir etki sayesinde, Higgs renk üçüzlü kütesinin, gerektiği düzeye kadar yükseltilebileceği, böylece sorunun çözülebileceği görüşünde.

Başka bazı fizikçilerse, proton bulunmasının ancak daha üst bir özdeşleştirme düzeyinde, mikrodünyada etken üç kuvveti kütleçekimle özdeşleştiren her şeyin kuramı çerçevesinde anlaşılabilirliği görüşünü savunuyorlar.

Cornell Üniversitesi (ABD) kuramcılarında Henry Tye, "kütleçekimini öteki kuvvetlerle özdeşleştirmenin bildiğimiz tek yolu da, süpersicim kuramı" diyor. Bu kurama göre tanıdığımız parçacıklar, aslında uzay-zamanda birbirleri üzerine kıvrılmış ek boyutlar içinde titreşen ve titreşimlerinin değişik biçimleriyle parçacıklara tanıdığımız özelliklerini veren tek, iki, hatta üç boyutlu, neredeyse sonsuz küçüklükte sicimlerden oluşuyor. Süpersicim kuramına göre, atomaltı düzeyde etken kuvvetlerle kütleçekiminin birleşmesini önleyen çok küçük ölçeklerdeki kuantum çalkantıları, sicimlerin titreşim özellikleri nedeniyle ortadan kalkıyor ve özdeşleşme gerçekleşiyor. Ancak burada da yeni bir sorun karşımıza çıkıyor. Kuramın öngörülerine göre protonun ömrü, süpersimetride olduğu gibi özdeşleşme enerjisi düzeyinin 4. kuvvetiyle değil, 24. kuvvetiyle artıyor. Bu da protonun ortalama ömrünü 10^{72} yıla çıkartıyor.

Yaşam süresi ister 10^{34} olsun, isterse 10^{72} , bazı fizikçileri düşündüren, protonun kaç yıl yaşayacağı değil, neden bu kadar kararlı olduğu. İsviçre'nin Cenevre kenti yakınlarındaki Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de 2005 yılında hizmete girecek olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC)'nin bu konuya ışık tutması

bekleniyor. 1.3 milyar dolara mal olacak hızlandırıcıda proton ve antiproton demetleri, 27 kilometre uzunluğundaki tünellerde, süperiletken mıknatıslar yardımıyla ters yönlerde hızlandırıldıktan sonra kafa kafaya çarpıştırılacak. Fizikçiler, dört dev detektörle inceleyecekleri çarpışma ürünleri arasında, ünlü Higgs parçacığının yanı sıra, protonun yapısına da ışık tutacak izler bulabilmeyi umuyorlar.

Aslında protonun yapısıyla ilgili düşünceler, parçacığın ilk kez 1919 yılında Ernest Rutherford tarafından bulunmasından bu yana sürekli değişti. Rutherford'un "maddenin bölünemez temel bir yapıtaşı" olarak tanımladığı protonun, 1930'larda gerçekleştirilmeye başlanan ilk çarpıştırma deneyleri sonunda bir yapısı ve kütlesi olduğu ortaya çıktı. Deneyler sürdükçe, protonun, varlığı sezilen, ancak açıklanamayan bazı alt parçalardan oluşabileceği kuşkusu güçlenmeye başladı. Nihayet 1960'larda California Teknoloji Enstitüsü araştırmacılarından Murray Gell-Mann ve eski öğrencisi, CERN araştırmacısı George Zweig, protonların, nötronların ve mezon denen kısa ömürlü parçacıkların hepsinin kuark adı verilen temel parçacıklardan oluştuğunu ortaya koydular. Standart modelin temelini oluşturan bu tabloya göre, proton ve nötronlar üçer kuarktan, mezonlarsa birer kuark ve birer de antikuarktan oluşuyor. Protonu oluşturanlar iki "yukarı" kuark ve bir de "aşağı" kuark.



Nötrondaki bileşimse bunun tam tersi: iki aşağı kuark ve bir yukarı kuark. Kuarkların her biri kesirli bir elektrik yüküne sahip. Bu yüklerin toplamı, protona sahip olduğu pozitif elektrik yükünü verirken, nötronu yüksüz bırakıyor. Bu kuarkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvveti, gluon adlı sanal parçacıklarca taşıyor.

Bu düzgün model, standard modelin pek çok sorununu çözsede yeterliliği kısa sürede anlaşıldı. CERN'de yürütülen hızlandırıcı deneylerinde, proton içinde kuarkların yanı sıra antikuarkların varlığı da belirlendi. Üstelik üç kuarkın aralarında değiş tokuş ettikleri gluonların da parçalanarak, daha başka gluonlar ya da kuark-antikuark çiftleri oluşturduğu meydana çıktı. Anlaşılan, proton içindeki üç temel kuark, çevrelerindeki boşluğu etkileyerek, kısa ömürlü gluon, kuark ve antikuarklardan oluşan çalkantılı bir deniz yaratıyorlardı.

Almanya'nın DESY parçacık fiziği laboratuvarıyla, ABD'nin Fermi Ulusal Laboratuvarı'nda 1990'lı yıllarda başlatılan ve günümüzde de sürdürülen deneyler, protonun yapısının ve iç dinamiğinin sanılandan da karmaşık olduğunu, üç temel kuarkın oldukça yüksek momentum taşımalarına karşılık daha alt momentum düzeylerinde ortaya çıkan "deniz" kuarklarıyla gluonların sayısının büyük ölçüde arttığını ortaya koydu. Deneyler, ayrıca "deniz" kuarkları içinde, görece daha hafif olan yukarı, aşağı ve garip kuarklar lehine bir dengesizlik bulunduğunu, daha ağır kütleli olan üst, alt ve garip kuarklarına daha güç ortaya çıktıklarını ortaya koymuş bulunuyor. Bir dengesizlik de, proton denizi içindeki kuarklarla gluonlar arasında ve daha çok gluonlar lehinde.

Araştırmacılar, daha güçlü hızlandırıcılarda yapılacak yeni deneylerle, bir zamanlar en basit yapıya parçacık gibi görünen protonun karmaşık ve hareketli iç dünyasının daha net bir görüntüsünün ortaya çıkacağını umuyorlar.

Kimbilir, proton, akıl almaz uzunluktaki ömrünü, yüzeysel basitliğinin gizlediği bu hareketli dünyasına borçlu.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Matthews, R., "Rock Solid" New Scientist, Mayıs 1999
Watson, A., "Exploring the Proton Sea", Science 22 Ocak 1999

Optik Karadelikler

Karadelikler, Einstein'ın kütleçekimini açıklayan genel görelilik kuramının öngördüğü ve evrende etkileri yoluyla varlıklarını kanıtlayan cisimler. Bir başka deyişle kütleçekiminin, içinden ışığın bile kaçmasına izin vermeyen en uç değerleri. Einstein'ın kuramına göre, her kütle uzay-zaman dokusunu, gerili bir çarşaf üzerine konmuş ağır bir top gibi çukurlaştırıyor. Bu bükülmüş uzay-zamandan geçen başka bir kütle, "kuyu"nun merkezine doğru bir çekilme duyuyor. Eğer hızlıysa çukurun üzerinden geçerken yalnızca bir sapmaya uğruyor; yavaşsa içine düşüyor. Ancak karadelikler öylesine yoğun kütleli ve uzay-zamanda yarattıkları kuyular da öylesine derin ki, ışık hızıyla bile gitseniz, olay ufku denen bir sınırı geçerseniz, uzay-zamandaki dipsiz kuyuya düşüyor ve bir anlamda evreni terk ediyorsunuz.

Ancak İsveçli bir bilim adamı, karadelikleri, hiç de evrenden ayrılmaya gerek kalmaksızın rahatça laboratuvarınızda oluşturabileceğinizi ve bu yolla araştırmacıların onyıllardır çözemedikleri bazı temel fizik sorularını zahmetsizce yanıtlayabileceğinizi öne sürüyor.

Büyük kütlelerine ve güçlerine karşın karadeliklerin bile yakalamakta en çok zorlandıkları şey ışık. O halde laboratuvar koşullarında ışık nasıl kaçamayacağı bir tuzağa hapsedilecek? İsveç Kraliyet Teknoloji Akademisi

araştırmacılarından Ulf Leonhardt'a göre, soruna tersinden yaklaşmak yeterli. Eğer evrende hız rekorunun rakipsiz sahibi olan ışığı yakalayacak kadar büyük kütleyle sahip değilseniz, neden ışığı yavaşlatmayı denemiyorsunuz?

Aslında Leonhardt'ın önerisi gerçekleştirilmiş bulunuyor. Işık, saniyede 300 000 km'lik sabit hızına ancak boşlukta ulaşabiliyor. Daha yoğun ortamlarda bu hız, önemli ölçüde azalıyor. Su bile ışığı neredeyse üçte bir oranında yavaşlatıyor. Geçen yıl bilim adamları bunun çok daha ötesini gerçekleştirerek, rubidyum atomlarından oluşan bir buhar içinden geçirdikleri ışığı saniyede 8 metreye kadar yavaşlattılar. Daha sonraki bir deneydeyse, mutlak sıfır (-273°C) yakınlarına kadar soğutulmuş bir Bose-Einstein Yoğuşması kullanarak ışık hızını saniyede 50 cm'ye kadar düşürdüler. Leonhardt, ve çalışma arkadaşı Paul Piwnicki, daha önce ışığı yavaşlatan bir ortamın hareket ettiğinde ışığı birlikte sürükleyebileceğini gösterdiler. Dolayısıyla yavaşlatılmış ışık, yeterince hızlı bir rüzgârla karşılaştığında geri bile gidebilir. Leonhardt ve Piwnicki, böyle bir ortam içinde dönen bir girdap (vorteks) yaratabildikleri taktirde bunun, ışığı içine çekip yok edebileceğini düşünüyorlar. Eğer girdap yeterince hızlı dönüyorsa, merkezine yaklaşan bir ışık



Saat yönünde dönen bu girdaba çok yaklaşan ışık, yakalanıp sarmallar çizerek merkezde kayboluyor.

demeti yakalanacak ve bir daha çıkmamak üzere merkeze çekilecektir. Öyleyse gerçek karadelikler gibi, optik kara delikler de bir olay ufkuna sahip oluyor. Işığı ilk kez yürüme hızına kadar yavaşlatan ekibi yöneten Harvard Üniversitesi araştırmacılarından Lene Hau, düşüncüyü "heyecan verici" olarak nitelendiriyor. Lau, gene Bose-Einstein yoğuşması kullanarak ışığı bu kez saniyede birkaç cm'ye kadar yavaşlatabilmeyi umuyor. Ancak Bose-Einstein yoğuşması, girdap oluşturma açısından sorunlu. Çünkü yavaşlatılmış ışığı hapsedebilmek için girdabın, ışıktan çok daha hızlı dönmesi gerekiyor. Işık hızı saniyede 1 cm'ye düşmüş olsa bile, karadelik oluşturmak için girdabın dönmesi gereken hız saniyede 2 metre. Bu hızda, Bose-Einstein yoğuşması içindeki atomlar merkezkaç kuvvetiyle ortada bir boşluk oluşturacaklar, ve merkezde ışığı hapsedecek bir ortam kalmayacak.

Ancak Leonhardt ve Piwnicki, so-runun soğuk yerine sıcaklıkla çözülebileceğini düşünüyorlar. Araştırmacılar, sıcak bir gazla, örneğin 100 dereceye kadar ısıtılmış rubidyum atomlarıyla da aynı sonucun alınabileceği görüşündeler. Bunun için girdabın saniyede 300 m gibi yüksek bir hızla dönmesi gerekiyor, ama iki fizikçi bu ve benzeri bazı sorunları aşılmaz güçlükler olarak görmüyorlar. Deneyin beş yıl içinde başarıyla gerçekleştirilebileceğini öne süren Leonhardt ve Piwnicki, böylece kütleçekimin kuantum kuramının sınanabileceğini, hatta gerçek karadeliklerde var olduğu kabul edilen Hawking Işımasının doğrudan kanıtı kavuşturulabileceğini söylüyorlar.

New Scientist, 18 Mart 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek



Küresel Yıldız Kümelerinin Kökeni

KÜRESEL KÜMELERİN oluşumu ve gökadalaraın görünen biçimlerini nasıl aldıkları, gökbilimin tam olarak yanıtlayamadığı konular. Bunlar şimdiye değin birbirinden bağımsız konular olarak değeriendirilmekteydi. Ancak Hubble Uzay Teleskopu'nun kısa süre önce sağladığı veriler, iki süreç arasında yakın bir ilintinin varlığını ortaya koydu. Bulgular, çarpışıp birleşen gökadalaraa üzerine yapılan gözlemlerden elde edildi.

Küresel kümeler, sayıları 100 000 ile 10 milyon arasında değışen yıldız-

ların oluşturduğu son derece yoğun yapılar. Bunca yıldızın nasıl olup da yaklaşık 100 ışıkyılı çapındaki küreler içinde, neredeyse aynı zamanda ortaya çıkabildiğı, uzun süredir gizini koruyordu. Kendi gökadamız Samanyolu'nda, bu görkemli yıldız topluluklarından yaklaşık 150 tane var. Hepsinin de yaşı neredeyse evrenin ki kadar; yani 10-14 milyar yıl.

1960'lı yıllarda gökbilimciler, öteki gökadalardaki küresel kümelerin de bizimkiler kadar yaşlı olduklarını, hatta çevresinde yer aldıkları gökadalardan daha önce oluşmuş

olabileceklerini düşünüyorlardı. Ancak bu varsayım ile ilgili sorunlar ortaya çıkmakta gecikmedi. Bir kere, bu kümelerdeki metal (gökbilim dilinde hidrojen ve helyum dışındaki tüm elementler) düzeyleri, evrenin başlangıcında ortaya çıkmış yapılar da olması gerektiğı gibi çok düşük değildi. Tersine, evsahibi gökadalardaki metal bolluğuy ile orantılı görünüyordu. Üstelik bazı yakın gökadalarda, hem yaşlı, hem de oldukça genç küresel kümeler bir arada bulunuyordu. Bu durumda doğal olarak küresel kümelerin başlangıçta oluş-



Çarpışarak birleşen NGC 4038 ve NGC 4039 gökadaları. Son 500 milyon yıl içinde bu çarpışma nedeniyle yüzlerce yeni küresel yıldız kümesinin ortaya çıktığına inanılıyor.

olabileceklerini düşünüyorlardı. Ancak bu varsayım ile ilgili sorunlar ortaya çıkmakta gecikmedi. Bir kere, bu kümelerdeki metal (gökbilim dilinde hidrojen ve helyum dışındaki tüm elementler) düzeyleri, evrenin başlangıcında ortaya çıkmış yapılar da olması gerektiği gibi çok düşük değildi. Tersine, evsahibi gökadalardaki metal bolluğuyla orantılı görünüyordu. Üstelik bazı yakın gökadalarda, hem yaşlı, hem de oldukça genç küresel kümeler bir arada bu-

oluşmuş küresel küme saptandı. Bu gözlemler, küme oluşumu sürecini daha güçlü bir biçimde aydınlattı.

Görünen o ki, küresel kümeler önemli ölçüde biçim değişikliğine uğrayan gökadalarda ortaya çıkan dev gaz bulutlarından oluşuyor. Samanyolu ya da komşusu Andromeda gibi sarmal gökadalardan yaklaşık 100 milyar yıldız barındıran dönen disklerinde, düşük yoğunlukta bir atomik hidrojen katmanı bulunuyor. Bu katman içinde de yer yer daha yoğun

moleküler yapıda hidrojen bulutları yer alıyor. İşte Dev Moleküler Bulut (Giant Molecular Cloud-GMC) diye adlandırılan bu H_2 bulutları, ortalama 100 000 ile 10 milyon Güneş kütlelerinde gaz içeriyor ve kütleçekimine karşı uzun süre direnebilecek kararlı bir yapıda bulunmuyorlar. Sarmal bir gökadamada bulunan bu türden 1000 – 2000 kadar bulut ağır işleyen bir süreç içinde yoğunlaşarak yıldız oluşturmaya başlıyor. Ancak iki sarmal gökada çarpışıp birleştiğinde iş çığırından çıkıyor. Düşük yoğunlukta atom yapılı hidrojenin basıncı hızla yükseliyor. Bu da bir yandan gökada ölçeğinde yaygın yıldız oluşumuna yol açarken, bir yandan da moleküler hidrojen bulutlarını bir şok dalgasıyla sıkıştırarak küme biçiminde yıldız oluşumunu sağlıyor. Bunun kanıtı, yeni oluşmuş kümelerin kütle dağılımlarının, genellikle bulutların kütle dağılımlarıyla örtüşmesi.

Peki, bu sürecin elips biçimli gökadalarda oluşumuyla ilgisi ne? ABD'li gökbilimci Edwin Hubble'ın gökadalara biçimsel bir dizgeye yerleştirmesinden bu yana gökbilimciler, neden dizgenin bir ucundaki gökada-



Omega Erboğa, gökadamız Samanyolu'nda bulunan 150 kadar küresel kümenin en büyüğü. 10 milyon yıldız içeriyor. Gökadamızdaki kümelerin büyük çoğunluğu gibi Güneş'ten yaşlı ve daha küçük yıldızlardan oluşuyor (solda). Dev eliptik gökada M87'nin, iki büyük sarmal gökadanın çarpışması sonucu oluştuğu düşünülüyor (sağda).





Samanyolu'nun uydusu Büyük Magellan Bulutu'ndaki genç bir küresel küme içindeki yıldızlar. Samanyolu'nda başlangıçta binlerce küresel yıldız kümesi bulunduğu, ancak bunların çok büyük çoğunluğunun birbirleriyle çarpışarak, ya da gökada merkezindeki toprak tarafından yutulularak yok olduğu düşünülüyor. Bu kümeler, yaklaşık 12 milyar yıl yaşında. Yenileri oluşmuyor; çünkü gerekli koşullar artık yok. Oysa Büyük Magellan Bulutu'nda hâlâ küresel küme oluşturabilecek ortam var. NGC 1818 kümesi de yalnızca 40 milyon yaşında.

ların sarmal, öteki ucundakilerinse elips biçimli olduğunu merak edip durmuşlardır. Önceleri, elips biçimli gökadalardan büyük patlamadan kısa süre sonra düşük hızda gezinen gazın çökmesi sonucu oluştuğu düşünülüyordu. 1972 yılındaysa Alar ve Juri Toomre, eliptik gökadalardan, benzer kütlelere sahip sarmal gökadalardan arasındaki şiddetli, yıkıcı çarpışmaların ürünü olabileceği varsayımını ortaya attılar. Günümüzdeyse giderek artan sayıda gökbilimcinin, gökadalardan, daha küçük yapıların adım adım birleşmesi sonucu ortaya çıktığına inanmasına karşın, eliptik gökadalardan evrenin ilk evrelerinde gaz bulutlarının çökmesiyle mi, yoksa gaz bakımından zengin iki büyük sarmal gökadanın çarpışmasıyla mı oluştuğu konusundaki tartışma henüz biri ya da öteki lehine sonuçlanmış değil. İşte gökada ve küresel küme oluşumu da bu noktada çıkışıyor.

Elips biçimli gökadalardan, birim parlaklık için sarmal gökadalara göre iki ya da dört kez daha çok küresel kümeye sahip olduğu, 20 yıla yakın bir süredir bilinmekteydi. Bu durum, önceleri eliptik gökadalardan, sarmalların birleşmesiyle oluşmadı-

ğına kanıt olarak gösterilmekteydi. Ancak gökbilimcilerin, küresel kümelerin gökada birleşmelerinde sıkışan gazdan oluşabileceğini kavramaları ve gökada çarpışmalarıyla ilgili gözlemlerin de bunu doğrulamasıyla, aşırı sayıda küresel kümenin varlığı, birleşme modelinin kanıtı haline dönüştü. Ancak bu durum, evrenin gençlik evrelerinde gaz kütlelerinin çarpışmasının da, daha sonra iki büyük gökadanın çarpışması kadar küresel küme ortaya çıkarabilmesi olasılığını ortadan kaldırmıyor.

Son gözlemler, dev eliptik gökadalarda farklı kimyasal yapılarda iki ayrı tür küresel küme bulunduğunu ortaya koydu. Birinci grubu, metalce Samanyolu'ndakiler kadar fakir olan mavi kümeler oluşturuyor. İkinci tür küresel kümelerse kırmızı renkli ve metal bakımından öncekilerden 10 ilâ 50 kat daha zengin. Bu iki biçim yapı, küresel kümelerin iki farklı evrede oluştuğunu düşündürüyor. Daha sonraki evre için geçerli olabilecek tek açıklama var: İçlerindeki gazı, yıldızlarda sentezlenen ve sonra uzaya saçılan metallerle zenginleştirmek için yeterli zaman bulmuş, iki ya da daha çok sayıda sarmal gökada-

nın, evrenin tarihinde görece geç dönemlerde birleşmesi. Bu mekanizma, görece yakın zamanlarda oluşmuş birleşme ürünlerinde neden metal bollukları Güneş'ininkine yakın olan genç küresel kümelerin bulunduğu; dev eliptik gökadalarda iki farklı hareket biçiminin kalıntıları'nın gözlemlenmesi ve metal bakımından zengin küresel kümelerin, metalce fakir olanlara kıyasla gökada merkezine daha yakın konumlarda toplanması olgularını da açıklıyor. Model, metalce zengin küresel kümelerin, fakir olanlara oranla çok daha genç olmalarını da öngörüyor. Küresel kümelerin farklı renklerinin yorumu, milyarlarca yılı bulan yaş farklarını ortaya koyuyorsa da, bu durumun kesin olarak belirlenebilmesi için 6-10 metre çaplı yeni kuşak teleskoplarla yeni gözlemler gerekiyor.

Elips biçimli gökadalardan nasıl oluştuğu tartışmasında, metalce zengin küresel kümeler, büyük sarmal gökadalardan birleşmesi tezi yönünde kanıt oluşturuyorlar. Hâlâ oluşan bu çarpışmaları evrenin yakın bölgelerinde gözleyebiliyoruz. Ancak metalce fakir kümelerin tabloya nasıl oturduğu o kadar kesin değil. Bu tür küresel kümeler, evrenin her yerinde çok yaygın olarak, en cüce olanlar dışında, hemen her gökadamda görülüyorlar. Bu nedenle bunlar büyük çarpışmalar sonucu ortaya çıkmış olamazlar. Zengin gökada kümelerinin merkezlerindeki bazı nadir süperdev eliptik gökadalardaki metalce fakir küresel kümeler, olağanüstü büyük sayılarda gözlemleniyor. Bu durum, Samanyolu hâlesi için öne sürülen modellerde olduğu gibi, gökadanın evrenin erken dönemlerinde görece küçük gaz kütlelerinin bir araya gelmesiyle oluştuğunu mu gösteriyor, yoksa bu kümeler, zaman içinde büyük gökadalara çevreleyen uydu cüce gökadalardan mı devşirildi? Bir başka soru da, bu kümeleri doğuran dev moleküler gaz bulutlarının, evrendeki hangi güçler tarafından sıkıştırılmış olduğu. Büyük çaplı yeni teleskopların sayısı arttıkça bu soruların yanıtları da herhalde kısa süre içinde ortaya çıkacak.

Schweizer, F., "Galaxy-Scale Mergers and Globular Clusters", *Science*, 25 Şubat 2000
Çeviri: Raşit Gürdilek

17 Ağustos 1999 İzmit Depremi Sonrasında Marmara'da Deprem Riski



17 Ağustos 1999 İzmit depremi, doğuda Karlıova'dan başlayıp batıda Yunanistan'a kadar uzanan ve uzunluğu yaklaşık 1600 km olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde meydana gelmişti. Anadolu ile Avrasya levhaları arasındaki sınırı oluşturan ve yılda 2-3 cm/yıl hızla sürekli hareket eden KAF üzerinde, bugüne değin pek çok yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Yalnızca geçtiğimiz yüzyılda bile fayın 900 km'lik bölümü bir dizi yıkıcı depremlerle kırılmıştır (1999 İzmit depremi dışında). Depremler nedeniyle oluşan gerilme değişimini haritalayarak aktif fay haritası yardımıyla yorumlayan araştırmacılar, 1999 İzmit depreminin önce bölgenin yıkıcı bir deprem için çok yüksek risk taşıdığını başarıyla kestirmişlerdi. Bu çalışmamız 1999 İzmit depreminin bölgede var olan gerilme

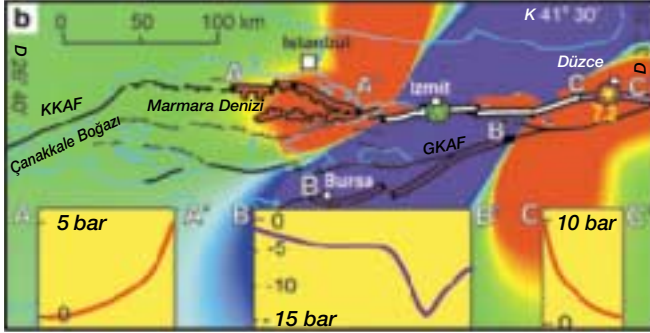
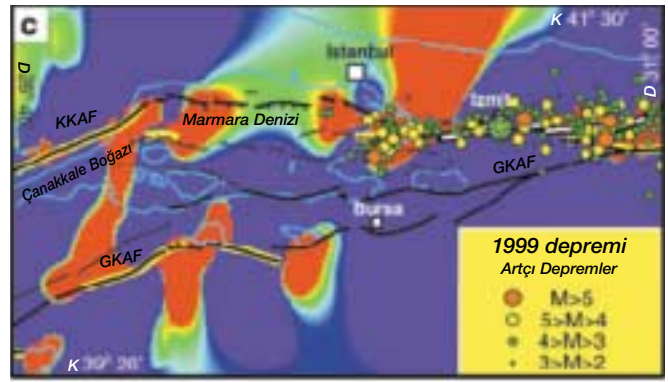
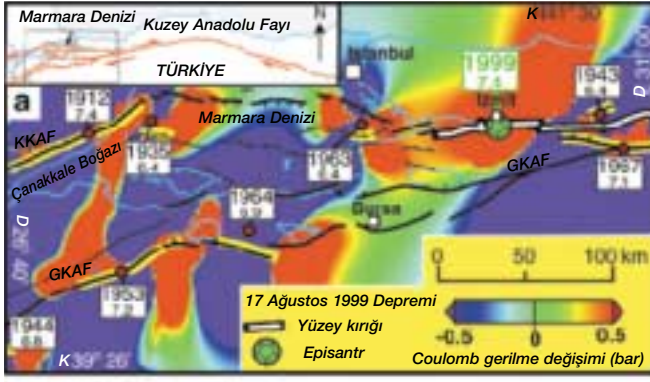
dağılımını önemli ölçüde değiştirdiğini göstermektedir. Gerilme alanı modellerinde 1700'lü yıllardan günümüze kadar meydana gelen ve büyüklüğü, $M_s=6$ ve daha büyük bütün depremler göz önüne alınmış, ayrıca depremler arasında intersismik dönemlerdeki küresel tektonik hareketler nedeniyle meydana gelen kalıcı gerilme birikimi, küresel konumlama sistemi (GPS) sonuçlarının yardımıyla çalışmaya eklenmiştir. Elde edilen gerilme dağılımı, KAF'ın uzun bir dönemdeki zaman-mekân davranışını ortaya koymuştur. Önümüzdeki birkaç on yılda (en fazla 30-40 yıl), Marmara Deniz'inin kuzey yarısında bir ya da iki ve yaklaşık 1999 İzmit depremi büyüklüğünde depremlerin olma olasılığının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

KAF, İzmit'in 70 km doğusunda iki ana kola ayrılmaktadır. KAF'ın kuzey kolu (KKAF) Marmara Denizi içinden geçerken, güney koluysa (GKAF) denizin güneyinde karada devam etmektedir. Bu kollar üzerinde 1900'den İzmit depremi öncesine kadar büyüklüğü $6 \leq M < 7$ olan beş, $M \geq 7$ olan üç deprem olmuştur. Bu dönemde meydana gelen $M > 7$ dep-

remlerinin her birinde, birden fazla fay parçası kırılmıştır. Bu depremler tarihsel dönemde meydana gelen $M > 7$ depremlerin atımlarının kestirilmesinde kılavuz olarak kullanılmışlardır.

1900'den 1999 İzmit depremi öncesine değin bölgede meydana gelen ve büyüklükleri $M \geq 6$ olan depremlerin neden olduğu gerilme değişimi

Şekil 1a'da görülmektedir. 1963 Çınarcık ve 1967 Mudurnu Vadisi depremleri, 1999 İzmit depremi episantır bölgesine 0.5 ile 2 bar arasında bir gerilme yüklemesi yapmıştır. Bu bölge, daha önceki çalışmalarda deprem tehlike riski yüksek bir bölge olarak vurgulanmıştı. Kandilli Rasathanesi verilerine (İzinet deprem gözlem ağı) göre son birkaç yıldır mikrodep-



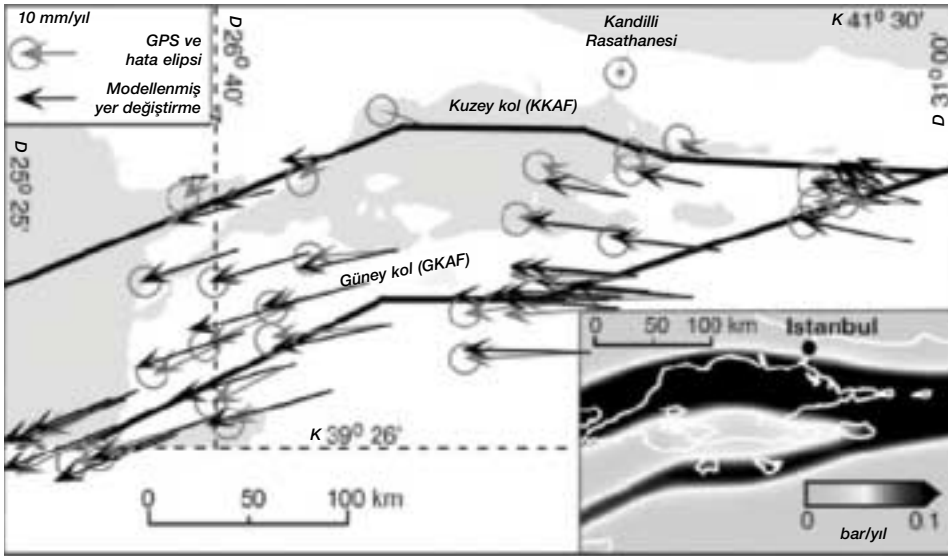
Şekil 1. Bu yüzyılda Marmara bölgesinde oluşan depremler nedeniyle optimum geometrideki kayma yüzeyleri üzerinde 6 km derinlikteki gerilme değişimi: a) 1999 İzmit depremi öncesi meydana gelen ve büyüklüğü, $M > 6$ olan depremler için. Modellemede kullanılan fay parçaları sarı renkte, episantrları ise içi kırmızı dolgulu daireler ile ifade edilmiştir. Çalışma alanı sol üst köşedeki şekilde gösterilmiştir. b) 1999 İzmit depremi sırasında hareket eden dört fay parçası nedeniyle oluşan gerilme değişimi (içi beyaz renkli fay parçaları). Kırılma batıya İzmit Körfezi girişine doğru devam etmiş olabilir; ancak bu modele dahil edilmemiştir. İzmit kırığının doğu ucunun devamında bulunan fay parçaları (C-C' boyunca ve pembe renkli) İzmit depremi nedeniyle çok yüksek oranda gerilme yüklemesine maruz kalmış ve 12 Kasım 1999 Düzce depremi ($M=7.2$) sırasında hareket etmiştir. İzmit kırığının batı ucunda yer alan ve içi kırmızı renkle ifade edilen fay parçaları da yüksek oranda gerilme yüklenmiştir. Küçük pencere şekillerde A-A', B-B' ve C-C' kesitleri boyunca meydana gelen Coulomb gerilme değişimleri gösterilmiştir. A-A' kesiti içi kırmızı renkli her iki fay boyunca gerilme değişimini göstermektedir. Çünkü her iki fay da hemen hemen aynı oranda gerilme yüklemesine maruz kalmışlardır. c) 1900 yılından günümüze meydana gelen bütün depremler nedeniyle oluşan gerilme değişimi. Artçı şoklar dikkat çekecek şekilde gerilme yükseliminin olduğu bölgelerde birikmişlerdir. Bununla birlikte, 1963 Çınarcık depreminin gerilim boşalttığı gölge bölgesinde hemen hemen hiç deprem olmamıştır.

rem aktivitesinin İzmit depremi episantır bölgesinde yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. İzmit depremi, gerilme yüklemesinin olduğu bölgeden başlamış ve dört ana kırık üzerinden en az 110 km uzunluğunda ve 5 m'ye varan sağ-yanal atımla meydana gelmiştir (Şekil 1a). 1999 İzmit depremi, civarındaki gerilme dağılımını önemli ölçüde değiştirerek, Adalar ve İstanbul'un güneyinden geçen KKAf'ın 25 km'lik kısmı üzerinde 5 ile 1 bar arasında, yaklaşık üç ay sonra Düzce depreminin meydana geldiği fay üzerindeyse 10 bar'a varan bir yükleme yapmıştır (Şekil 1b). 12 Kasım 1999 Düzce depremi 5 m'ye varan sağ-yanal ve kısmi olarak 4 m'ye varan düşey bir faylanmayla meydana gelmiştir. Her iki büyük deprem üzerinde Bursa'nın da yer aldığı KAF'ın güney kolunun (GKAF) 120 km'lik bir bölümünde, gerilmeyi 15 ile 3 bar arasında azaltarak, bu kol üzerinde gelecekte olası bir depremi, daha ileriki bir tarihe erteleyerek bölgeyi rahatlatmıştır (Şekil 1b). Kandilli Rasathanesi'nin kaydettiği büyük artçı şoklar, 1999 İzmit depremi gerilme haritası ile karşılaştırıldı-

ğında, artçı şokların ya ana fay parçaları üzerine ya da gerilmenin en çok arttığı deprem kırığının her iki uç bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 1c). Daha önce oluşan depremler modellemeye dahil edildiğinde, 1999 İzmit depremi kırığının batı ucuna yakın bir yerde meydana gelmiş olan, 1963 Çınarcık depremi kırığı boyunca oluşan gerilmenin düştüğü gerilme gölgesi bölgesine hemen hemen hiç artçı şok düşmemektedir. Buysa aradan geçen 36 yıl sonra bile gerilme gölgesinin etkisinin sürdüğünü göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın sismik davranışı 1700 yılından günümüze kadar oluşan $M > 6$ bütün depremlerin gerilme alanlarının modellenmesi ile daha iyi anlaşılabilir (Şekil 3a). 1700-1900 yılları arası oluşan depremlerin yaptığı hasar dağılımıyla ilgili bilgiler elimizdedir. Bu bilgiler, haritalanmış aktif fay verileri ve faylanma-deprem büyüklüğü arasındaki amprik bağıntılarla birleştirildiğinde, gerilme alanı modelleme çalışmaları için gerekli giriş verileri elde edilebilmektedir. Küresel konumlama sisteminin (GPS) verilerine göre, küresel tektonik ha-

reketlerden (göreceli levha hareketleri) dolayı Kuzey Anadolu Fayı'nın yüksek bir yıllık kayma oranına sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu tektonik hareket, KAF boyunca ayrı bir gerilme alanı (seküler gerilme alanı) oluşturduğundan hesaplamalara dahil edilmiştir. Bu gerilme, kırılğan kabuğun altında plastik hareket gösteren alt kabuğun hareketi kaynak kabul edilerek, GPS verilerine göre hareket eden bir kayma yüzeyinin sonucu olarak modellenmiştir (çerçeve yazı ve Şekil 2). Gerek 1700 yılından 1999 İzmit depremi öncesine kadar oluşan bütün depremler ($M > 6$), gerekse tektonik hareketler nedeniyle oluşan gerilme dağılımı Şekil 3b'de görülmektedir. Modelleme, deprem sonrasında alt kabukta meydana gelen ve ortamı dengelemeye yönelik viskoz hareketlerin gerilme değişimini içermemektedir. İzmit depreminin olduğu gerilmeli bölge, 40 km ile sınırlıdır ve deprem episantırı ile batıya doğru gelişmiş bütün kırıkları içermektedir. Doğuya doğru uzanan kırıklar deprem öncesi homojen bir gerilme ile yüklenmemiştir. Fakat kırılma ilerledikçe gerilme ile yüklenmiş-



Şekil 2. Depremler arasındaki zamanda (intersismik dönemde) meydana gelen gerilme yüklemesi modeli. Kalın siyah çizgiler sismojenik derinliğin altında modele konan kayma yüzeylerini göstermektedir. Gri renkli oklar GPS'le saptanan yıllık tektonik hareketin hızlarını ve hata elipslerini gösterirken, siyah oklar model sonucu elde edilen ve gözlemlerle en iyi uyuşan hız oranlarını göstermektedir. Sağ alt köşedeki pencere şekil ise 6 km derinlikte bu tektonik hareket nedeniyle oluşan gerilme yüklemesini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu (KKAf) boyunca en büyük gerilme birikimi 0.4 bar/yıl iken güney kolu (GKAf) boyunca 0.1 bar/yıl'dır.

lerdir. İzmit depremi modellemeye katıldığında (Şekil 3c), gerilmenin arttığı bölge 160 km uzunluğunda Marmara Denizi'nin yer aldığı bölgeyle sınırlı kalmıştır. Bu karmaşık çek-ayır baseninin, 1766 depremlerinden sonra geçen 233 yıl boyunca üzerinde herhangi bir büyük deprem olmadan büyük bir gerilme biriktirmiş (yaklaşık 100 bar) ve kırılmaya yaklaşmış durumdadır. Deniz içindeki gerilme dağılımının büyük bir kısmını büyük ölçekli atım boşalması olmaması şekillendirmektedir.

Bu büyük ölçekli atım birikimi özelliklerini daha iyi araştırmak için KAF'ın kuzey kolu üzerinde biriken yer değiştirmelerin, depremler nedeniyle boşaltılmasının incelenmesi gerekir (Şekil 3d). Tarihsel dönemde (1700-1900) göreceli tektonik hareketin fay parçalarına paralel yer değiştirme bileşenlerinin, 1719 ile 1766 yılları arasında meydana gelen ve büyüklükleri, $M > 7$ olan büyük depremlerle boşaltıldığı görülmektedir (Şekil 3d). Bu depremler sırasında hangi fay parçalarının hareket ettiği kesin olarak bilinmesi de yukarıda bahsedildiği gibi eldeki bütün bilgiler kullanılarak yaklaşık olarak belirlenmiştir. Özellikle 1894 depreminin yerini belirlemede çok zorlanılmıştır. Bununla birlikte, depremin yerindeki olası farklılıklar, gerilme alanını çok fazla değiştirmemektedir. Aynı zorluk fay geometrisinin çok iyi bilinmediği Marmara Denizi için de geçerlidir. Bununla birlikte, denizdeki bütün aktif faylar 20-25 km'lik bir bölge içinde kalmaktadır. Farklı fay

parçaları da hareket etse, gerilme dağılımı yaklaşık aynı kalmakta, fayların yerine göre biraz yer değiştirmiş olmaktadır. Marmara Denizi'nin doğusunda KAF'ın 500 km'lik bir bölümü değişik depremlerle 1668 yılında kırılmıştır. Bu aktivitenin bir devamı olarak, 1719-1766 yılları arasında Marmara Denizi içindeki faylar, batıya doğru göç eden bir seri depremlerle, daha önceden biriken yer değiştirmeleri boşaltmışlardır. 1766 yılından sonra Marmara Denizi'nde yeniden gerilme birikimi başlamıştır. 146 yıl sonra KAF'ın kuzey kolu üze-

rinde 3.5 m'lik bir atım birikmiş ve 1912 de KKAf batı bölümü üzerinde Mürefte-Şarköy depremi ($M=7.3$) olmak üzere sadece bir deprem meydana gelmiştir. 1939 yılında KAF üzerinde doğuda Erzincan'dan başlayıp Marmara Denizi'nin doğusuna kadar devam eden büyük bir deprem göçü hareketi başlamıştır (Büyüklüğü $M > 7$ olan 1957 ve 1967 depremleri Şekil 3d de görülmektedir). Bu deprem dizisi başladığı sıralarda, KAF üzerinde 1766 yılından beri levha hareketleri nedeniyle hali hazırda 5 m'lik bir kayma birikimi var-

Metot

Coulomb Gerilme Modellemesi

Depremler nedeniyle oluşan gerilme alanı dislokasyon (yerdeğiştirme) teorisi kullanılarak hesaplanmaktadır. Buna göre her bir deprem geometrisi, boyutları ve atım miktarlarına göre hareket ettirilebilen birim ölçekte faylarla ifade edilebilir. Gerilmenin arttığı ve gelecekte olası depremlerin yerleriye Coulomb kriterine göre 6 km derinlikte hesaplanmaktadır. Bu kriterle gelecekte hareket edebilecek fay üzerindeki en büyük gerilme değişimi, ya da Coulomb gerilme değişimi ($\Delta\sigma_f$),

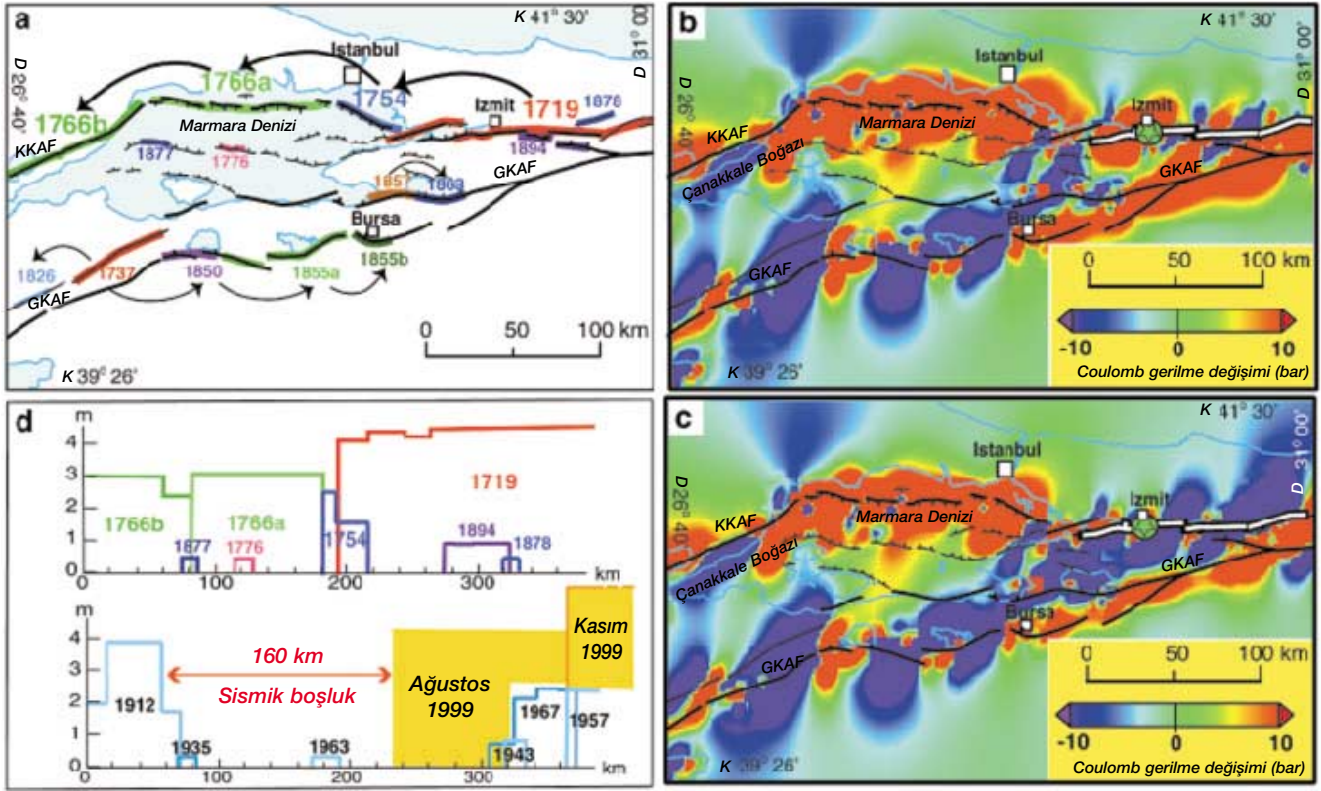
$$\Delta\sigma_f = \Delta\tau - \mu' \Delta\sigma_n$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\Delta\tau$ ve $\Delta\sigma_n$ sırasıyla bu fay boyunca kayma ve normal gerilmelerdeki değişimleri göstermektedir. μ' ise görünür sürtünme katsayısıdır ve hesaplamalarda genelde 0.4 ortalama değer olarak alınır. Faylar yüzeyden 15 km derinliğe uzanacak biçimde hesaplamalara eklenmiştir. Bu derinlik daha önceki çalışmamızda kullandığımız 12.5 km'den biraz daha fazladır. Nedeniyse tektonik hareketle oluşan yüklem modeliyle uyum sağlamak içindir.

Tektonik Yükleme Modeli

Levha hareketleri nedeniyle oluşan gerilme yüklemesi, tektonik yükleme olarak ad-

landırılmıştır. Bu gerilme yüklemesi 15 km derinden başlayıp litosfer kesitince oluşan elasto-plastik hareket nedeniyledir. Bu hareket dikdörtgen kayma yüzeyleri şeklinde simüle edilmiştir (Bu model astenosfere kadar olan ve 100 km derinliğe ulaşan plastik hareketin tanımlamasıdır). Levha kayma hız oranları jeolojik oranlar (2.0 cm/yıl), jeodetik oranlar (2.5-3.0 cm/yıl), önerilen Avrupa/Anadolu arasındaki dönme kutbuna ve Marmara Denizi civarında yerel olarak ölçülen GPS oranlarına uygun olarak seçilmiştir. Modelimizi bu verilerle karşılaştırabilmek için 3 cm/yıl'lık bir orana ihtiyaç duyulmaktadır (0.6 cm/yıl GKAf üzerinde ve 2.4 cm/yıl hareket KKAf üzerinde). Tektonik model sonucu elde edilen vektörleri yerel GPS vektörleri ile karşılaştırmak için KKAf üzerindeki hareketin açılma ya da normal bileşeni dönme kutbuna uyumlu olarak azaltılmıştır. Sismojenik derinlik ortalama değer olan 15 km alınmıştır. Gerçekte 10-20 km derinlikler arasında bir değer içinde GPS vektörleri ile bir çıkışma sağlanabilir. Ancak 10 km'lik bir sismojenik derinlik 7.4 büyüklüğünde bir depremi üretmek için çok küçüktür. Bununla birlikte 20 km'lik bir derinlik değeri için neredeyse 3.5 cm/yıl'lık bir hareket hızı gereklidir.



Şekil 3. 1700 yılından günümüze hem deprem hem de tektonik hareket nedenli gerilme değişimi. a) 1700 ile 1900 yılları arası oluşan depremleri modellemeye kullanılan fay parçalarının yerleri. b) 1999 İzmit depremi öncesi gerilme değişimi. İzmit depremi episantri yüksek gerilmeli bölgede yer almıştır (yeşil renkli yıldız). c) İzmit depremi sonrası gerilme değişimi. Gerilme Marmara Denizi altındaki faylar üzerinde artarken, GKAF üzerinde azalmıştır. d) 1700 yılından günümüze 26°40' ve 31°10' boylamları arasında kalan Kuzey Anadolu Fayı ve onun kuzey kolu (KKAF) üzerinde depremler sırasında oluşan kayma miktarlarının, göreceli levha hareketi yayına paralel olarak izdüşümleri. Buna göre 18. yüzyılda Marmara bölgesindeki bütün faylar boşluk bırakmayacak biçimde hareket etmişlerdir (üste). Yani 1766 yılına kadar biriken atım miktarları depremler ile boşaltılmıştır. Küçük depremler toplam birikimin küçük bir kısmını karşılamaktadır. 1900 yılından günümüze Marmara Denizi'nin doğu ve batı bölgelerinde yer alan büyük depremler ile biriken atım boşaltılırken (altta) Marmara Denizi içinde 160 km uzunluğunda biriken atımın boşaltılmadığı, bir sismik boşluk olarak ifade edilebilecek bölge kırılmadan kalmıştır. 1999 İzmit ve Düzce depremleri Marmara Denizi'nin doğu kısmındaki biriken atımları boşaltarak o bölgelerdeki boşlukları doldurmuşlardır.

dır. 17 Ağustos 1999 İzmit depremi, KKAF üzerinde biriken 5 m'lik bu kayma birikimini boşaltmıştır (Şekil 3d). 12 Kasım 1999 Düzce depremi ise İzmit depremi kırık zonunu doğuya KAF'ın 1944 yılında kırılan kesimine doğru uzatmıştır. KAF'ın Düzce bölümünün kırılmasıyla Erzincan ile Marmara Denizi arasındaki bölüm tümüyle kırılmış oldu. Kırılmanın niye Marmara Denizi'nde devam etmediği sorusu üç olasılık içinde yanıtlanabilir. İlk olasılık, 1963 Çınarcık depreminin oluşturduğu gerilme gölgesi koridorunun etkisi (Şekil 1a), kırılmayı durdurucu bir etki yapmış olabilir. İkinci olasılık Marmara Denizi'ndeki fayların geometrisiyle ilgili olabilir. 1719 ve 1999 depremlerinde hareket eden ve baskın olarak yanal hareket karakterinde olan faylar, Marmara Denizi'nin doğusunda aynı biçimde sürmüyor olabilir. Adaların ve İstanbul'un güneyinden geçen fayların hareket bileşenlerinin

büyük bir kısmının düşey hareket olması nedeniyle, farklı fay sistemlerine hareketin aktarılması kolayca mümkün olmayabilir. Son olasılık, fay parçalarının geometrisine ve atım bilgisine dayalı olan gerilme modellememizin gösterdiğine göre, hareket daha önceki depremlerin (1963 depremi dahil olmak üzere) neden olduğu gerilme düşümüyle ilgili olarak sürmemiş olabilir (Şekil 3b). Model İzmit depremi de dahil edildiğinde, 1766'dan günümüze Marmara Denizi'nde 160 km uzunluğunda, KKAF boyunca biriken 5.5 m'lik atım kendini göstermektedir. KKAF'ın tersine olarak, GKAF'ın 1700'den günümüze hangi dönemde tümüyle kırıldığı bilinmemektedir. Bununla birlikte, bu fay kolu boyunca Bursa'nın batısında büyük depremlerin olduğu bilinmektedir. Bu zaman aralığında Bursa'nın doğusunda hiçbir büyük deprem olmamıştır. Bursa'nın doğusunda olan en son büyük

yük deprem 1417'de meydana gelmiştir. Bu zamana kadar, GKAF'ın 125 km'lik bu kısmı boyunca 3.5 m'lik bir atım birikmiştir.

İzleyen modeller Marmara Denizi'ndeki fayların davranışı hakkında yaptığımız kabullerin doğruluğuna bağlıdır. Bölgede KAF'ın 3 cm/yıl bir hız ile hareket ettiği kabul edilmiştir. Bu oran çok yüksek görülebilir; ancak aksi halde, gerek Ganos (Tekirdağ) bölgesinde (ortalama deprem atımı 3-4 m), gerekse İzmit Körfezi'nde (4-5 m atım) meydana gelen depremlerin ortaya çıkardığı atımları açıklamak oldukça zordur. Gerek tarihi depremlerin atım miktarı, gerekse kollar üzerindeki levha hareketlerinin hızları olduğundan daha yüksek alınmış olabilir. KAF boyunca oluşan levha kayma hızını 2 cm/yıl aldığımızda, biriken atım miktarları 1/3 oranında azalacaktır. Buna karşın tarihi depremler için öngörülen atımların genliği azalsa da dağılımın şekli

bozulmayacaktır (Şekil 3d). Benzer bir genlik azalımı gerilme dağılımında da olacaktır. Yani öngörülen yıllık levha hareket hızlarının değişmesi modelimizi çok fazla etkilemeyecektir. Modelimizi önemli olarak etkileyecek tek etken, Marmara Denizi'nin altındaki faylarda büyük oranda krip (sürünme) ya da sünme hareketinin olmasıdır. Halbuki bu faylarda tarihsel dönem boyunca bir çok deprem olmuştur. Bu gerçek krip ihtimalini ortadan kaldırmaktadır.

Gerilme alanı değişimiyle atım birikiminin birlikte tartışılması, gözlemlerin önemini daha çarpıcı bir şekilde ortaya koyabilir. Marmara Denizi altındaki faylarda 5 m'lik bir atım birikimi bulunmaktadır. Bu birikim 1719 depremini izleyen 1754 ve 1766 depremleriyle ortaya çıkan atım miktarlarından daha büyük olabilir (Şekil 3d). Marmara Denizi'nin gerek doğusu gerekse batısındaki faylar, bu yüzyılda olan depremlerle gerilme yüklenmişlerdir (Şekil 1). Batıdaki gerilme artımı 1912 Mürefte-Şarköy depreminden bu yana de-

vam ederken, doğuda İzmit depremiyle bir yükleme oluşmuştur. 1719 yılında İzmit depremine benzer büyük bir deprem olmuş ve onun batıya doğru devamındaki faylarda 35 yıl aradan sonra bir deprem daha meydana gelmiştir (1754 depremi). Aynı fay, 1999 İzmit depremi nedeni ile 1 ile 5 bar arasında bir gerilme yüklenmiştir (Şekil 1b). Bu nedenle, bu fayın özellikle artçı depremler dönemi süresince hareket etmesi olasılıklardan biridir. 1754 depreminden 12 yıl sonraki 1766 depremi geri kalan fayları hareket ettirmiştir. Benzer bir davranış tekrar görülebilir.

Bu çalışma sonucu KAF'ın depremlerle ilgili davranışı şu biçimde özetlenebilir: Levha hareketleri nedeniyle fay zonu üzerinde sürekli bir gerilme birikimi oluşmaktadır. Bütün fay sistemi kırılmaya yakın bir hâle ulaştığında, sistemin farklı bölümleri arasında kuvvetli bir benzerlik oluşmakta ve küçük gerilme değişimlerine son derece duyarlı, kritik bir döneme girilmektedir. Böylece, küçük gerilme yüklemeleri (1-5 bar)

üst kabuktaki kırılmaları tetikleyecek kadar yeterli olmakta ve fay zonu büyük bir kısmı birbirini izleyen depremler dizisi şeklinde kırılma eğilimi göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay zonu büyük bir kısmı 1668 ile 1766 yılları arasındaki yaklaşık 100 yıllık bir dönemde sözedildiği biçimde kırılmıştır. Bu yüzyılda KAF, İzmit ve Düzce depremleri son depremler olmak üzere, doğudan batıya doğru büyüklüğü $M > 7$ olan bir dizi depremle hareket etmiştir. Gelecek birkaç onyılıda (30-40 yıl) KAF'ın Marmara Denizi altındaki bölümü de hareket ederek bu deprem dizisi tamamlanacaktır.

Teşekkür: Çalışmanın bazı bölümlerinde laboratuvar imkanlarından yararlandığımız TÜBİTAK-MAM'a ve makaleyi okuyup yapıcı katkılarda bulunan Doç.Dr. Semih Ergintav'a teşekkür ederiz.

Aurélia Hubert-Ferrari¹, Aykut Barka², Süleyman S. Nalbant³, Eric Jacques⁴, Bertrand Meyer⁴, Rolando Armijo⁴, Paul Tapponnier⁴ & Geoffrey C. P. King⁴

¹ Department of Geosciences, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA., ² İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Ayazağa, İstanbul, Turkey., ³ İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeofizik Müh. Böl., Sismoloji A.B.D., İstanbul, Turkey., ⁴ Observatoire des Sciences de la Terre de Strasbourg (UMS 830 of CNRS), Strasbourg, France. Laboratoire de Tectonique et Mécanique de la Lithosphère (UMR 7578 of CNRS), Institut de Physique du Globe, Paris.

1700 – 1900 Yılları Arasındaki Depremler İçin Fay Parametreleri

Türkiye'deki büyüklüğü $M > 6.0$ olan depremlerle oluşan kırıklar yeryüzünde fark edilebilecek jeomorfolojik değişiklikler oluşturmaktadır. Bu da fayın geometrisini haritalamaya fırsat vermektedir. Her fay parçasının karakteristik parametreleri vardır (uzunluk, doğrultu, eğim ve dalım). Bu bilgiler tarihi depremleri tanımlayan hasar dağılımı, sismik deniz dalgaları ya da sıvılaşma bilgileriyle birleştirildiğinde, tarihsel depremlerin parametrelerini yaklaşık olarak bulma fırsatı sağlanmaktadır. İstanbul çevresinde 1700-1900 dönemi için büyüklüğü $M > 6.0$ olan 15 deprem bulunmaktadır. Bu deprem kayıtlarında $M > 7$ depremler iki veya daha fazla kırıkla oluşurlarken daha küçük depremler tek bir kırıkla oluşmaktadır. Bu depremler sırasında oluşan kırıklar başlıca hasar dağılım bilgilerinden faydalanılarak saptandılar. Depremlerin büyüklük ve momentleri ise ölçekleme bağıntıları ile saptanmaktadır. Modelleme aşamasında, ilk olarak fayları gösteren kayma yüzeyleri üzerine kayma miktarları atanmıştır. Kayma doğrultularına görecek olarak hareket eden levha hareketlerinin doğrultusuna paralel alınmıştır. Gerekli diğer parametrelerse iki ölçüt kullanılarak belirlenmiştir: Birincisi, eğer bir deprem diğerinden büyükse, onun büyüklüğü ve oluşturduğu faylanma da diğerinden daha büyüktür. İkincisi, aynı bölgede olan iki deprem varsa ve onları hangi fay üzerinde olduklarını gösterir açık bir bilgi yoksa, büyük olasılıkla bu depremler birbirine

yakın veya birbirinin devamı olan faylar üzerinde meydana gelmişlerdir. Bu son ölçüye en iyi örnek 1719 ve 1999 depremleridir. Her iki depremin de hasar dağılımı hemen hemen aynı yerlerde olmuştur. Ancak 1719 depremi İstanbul'da daha fazla hasara sebep olmuştur. Eğer aynı faylanma 1999 depreminde tekrarlıysaydı, İstanbul'da daha fazla hasar olması gerekirdi. Bu nedenle 1719 depreminde, 1999 İzmit ve Düzce depremlerindeki faylanmaya ek olarak İstanbul'a daha yakın başka bir deniz altındaki fayın da hareket etmiş olabileceği sonucuna varılmıştır. Birinci ölçüde uyan örnekler ise batıya doğru göç eder şekilde oluşan 1719, 1754, 1766a ve 1766b depremlerinde görülmektedir. Bu depremler devamlı olan fayın farklı kısımlarında meydana gelmişlerdir. Oluşan bu büyük altı tarihi depremin gerek yerleri gerekse deprem parametrelerini belirlemek daha küçük depremlere göre çok daha kolay olmuştur. Diğer depremler için 20 km aralıklı iki hatta üç değişik bölge saptamak mümkündür. Örneğin 1894 depremi 1999 ve 1719 depremlerinin oluşturduğu hasar dağılımına benzer bir dağılım göstermiştir. Fakat neden olduğu yıkım çok daha azdır. Dolayısıyla bu depremin kırığı daha kısa, birden fazla iki parçadan oluşmalıdır. Ancak daha küçük olan bu depremlerin genel atım boşalmasına katkılan küçük ve yerindeki hata çalışmanın sonuçlarını etkileyecek derecede büyük değildir.

Kaynaklar

- Barka, A.A. 17 August 1999 İzmit earthquake. *Science* 258, 1858-1859 (1999).
Barka, A.A. The North Anatolian Fault zone. *Ann. Tectonica* VI (suppl.), 164-195 (1992).
Reilinger, R.E. ve diğ. Global Positioning System measurements of the present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. *J. Geophys. Res.* 102, 9983-9999 (1997).
Hubert, A. La faille Nord-Anatolienne (cinématique, morphologie, localisation, vitesse et décalage total) et modélisations utilisant la contrainte de Coulomb sur différentes échelles de temps. Doktora Tezi, Denis Diderot University, Paris VII (1998).
Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A. & Barka, A. Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics. *Geology* 27, 267-270 (1999).
Ambraseys, N.N. Some characteristic features of the North Anatolian fault zone. *Tectonophysics* 9, 143-165 (1970).
Ambraseys, N.N. & Finkel, C. Long-term seismicity of Istanbul and of the Sea Marmara region. *Terra Nova* 3, 527-539 (1991).
King, G.C.P., Stein, R.S. & Lin, J. Static stress changes and the triggering of earthquake. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 84, 935-953 (1994).
Nalbant, S.S., Hubert, A. & King, G.C.P. Stress coupling between earthquakes in northwest Turkey and the North Aegean Sea. *J. Geophys. Res.* 103, 24469-24466 (1998).
Stein, R.S., Barka, A.A. & Dieterich, J.H. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering. *Geophys. J. Int.* 128, 594-604 (1997).
Straub, C., Khale, H.G. & Schindler, C. GPS and geological estimates of the tectonic activity in the Marmara Sea region, NW Anatolia. *J. Geophys. Res.* 102, 27587-27601 (1997).
Barka, A.A. & Kadinsky-Cade, K. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonophysics* 7, 663-684 (1988).
Harris, R.A. Stress triggers, stress shadows and implications for seismic hazard. *J. Geophys. Res.* 103, 24347-24358 (1998).
Harris, R.A. & Simpson, R.W. In the shadow of 1857: Effect of the great Ft. Tejon earthquake on subsequent earthquakes in southern California. *Geophys. Res. Lett.* 23, 229-232 (1996).
Kanamori, H. & Anderson, D.L. Theoretical basis of some empirical relations in seismology. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 65, 1073-1095 (1975).
Wittlinger, G. et al. Tomographic evidence for localized lithospheric shear along the Altn Tagh fault. *Science* 282, 74-76 (1998).
Pollitz, F.F. & Dixon, T.H. GPS measurements across the northern Caribbean plate boundary zone: impact of postseismic relaxation following historic earthquakes. *Geophys. Res. Lett.* 25, 2233-2236 (1998).
Ambraseys, N.N. & Finkel, C.F. In Historical seismograms and earthquakes of the world (eds. Lee, W.H.K., Meyers, H. & Shimazaki, K.), 173-180 (Acad Press, 1988).
Dieterich, J. A constitutive law for rate of earthquake production and its application to earthquake clustering. *J. Geophys. Res.* 99, 2601-2618 (1994).
Somette, A. & Somette, D. Self organized criticality and earthquake. *Europhys. Lett.* 9, 197 (1989).
Bowman, D.D. et al. An observational test of the critical earthquake concept. *J. Geophys. Res.* 103, 24359-24372 (1998).
Okada, Y. Internal deformation due to shear and tensile fault in a half-space. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 82, 1018-1040 (1982).
Segall, P. & Harris, R. Slip deficit on the San Andreas Fault at Parkfield, California, as revealed by inversion of geodetic data. *Science* 233, 1409-1413 (1986).



Bir İnsanlık Ayıbı Mayınlar

Mayınları bu denli ürkütücü yapan şey, ayırım gözetmeden yok etmeleridir. Mayın için bir askerin adımıyla bir çocuğun adımı arasında hiçbir fark yoktur. Korkunç patlamadan sağ kurtulanları, ciddi ameliyatlara, uzun hastane günleri ve eksik bir bedenle sürdürülecek bir yaşam bekler. Son yirmi beş yılda dünyada üç yüz milyonun üzerinde kara mayını üretilmiştir. Bunların 110 milyonu şu anda toprak altında kurbanlarını bekliyor. Her yirmi dakikada bir, dünyanın değişik bir köşesinde bir insan bu mayınlar basıyor. Bundan böyle bir mayın düşenmeye bile toprak altındaki mayınlar 21. yüzyılda hem can almayı hem de insanları sakat bırakmayı sürdürecektir.

Mozambik, Şubat ayının başından bu yana son elli yılın en büyük sel felaketiyle boğuşuyor. Yollar, elektrik hatları, su ve kanalizasyon boruları, kısacası tüm altyapı tesisleri, sözcüğün gerçek anlamıyla büyük hasar gördü. On dokuz milyon nüfuslu Mozambik'te bir milyon kişi evsiz kaldı. Sel suları tarım alanlarını harabetti. Ürünler yok oldu. Açlık tehlikesi belirdi. Bütün bunlar yetmiyormuş gibi, çok ciddi bir başka sorun daha ortaya çıktı: Mayınlar.

1992'de sona eren iç savaş sırasında, iki milyonu anti-tank mayını olmak üzere on milyon dolayında kara mayını döşenmişti, Mozambik'te. Bunların büyük bir bölümünün haritaları çıkarılmıştı; yerleri belliydi. Geri kalanlarınsa nereye döşendiğini kimse bilmiyordu. Bugüne değin köprülerin çevresine ve yollara döşenmiş ancak 200 000 dolayında anti-tank mayını temizlenebilirdi. Ama son sel felaketi sırasında sular, bu mayınlardan bir bölümünün yerlerini değiştirdi. Uzmanlar, dört yüz bin ile iki milyon arasında mayının bu yolla taşınmış olabileceğini tahmin ediyorlar. Güçlü akıntılar plastik mayınları 20 km kadar öteye götürmüş olabilir. Mayınların yeni yerleri, sular çekilip insanlar evlerine geri

döndüklerinde, gelecek ilk kaza haberleriyle belli olacak.

Topraklarındaki mayınlarla başı dertte olan tek ülke Mozambik değil gerçekte. Bosna'da toprak altında 3 ile 6 milyon arasında mayın olduğu tahmin ediliyor. Şu anda Bosna'da çatışmalar durmuş durumda. Ama çiftçilerin rahatça tarla sürebilmesi, çocukların güvenli bir biçimde oyun oynayabilmesi ve Bosnalıların dağlık ve ormanlık bölgelerde canlarını ya da bacaklarını kaybetme korkusu duymadan dolaşabilmeleri pek olası değil. Bunun için 20-30 yıllık ciddi, özveri ve pahalı bir mayın temizleme çalışması gerekiyor.

Bosna, topraklarındaki mayın sayısı en fazla olan ülke değil. Daha önce 10 milyon mayınla Afganistan, Mozambik ve Kamboçya ile 10-15 milyon mayınla Angola geliyor. Angola'da, ülke nüfusundan çok mayın döşeli. Bu beş ülkenin yanı sıra 23 ülkenin daha topraklarının bir bölümü bugün mayınlar yüzünden kullanılmıyor.

Bütün dünyada tarlalarda, otlaklarda, ormanlarda, yol boylarında, patikalarda 110 milyon mayın insanları, hayvanları öldürmek için bekliyor. Her hafta 500 kişi (yılda 26 000 kişi) mayınların kurbanı oluyor. Bu, her yirmi iki dakikada bir insanın sakat kalması ya da ölmesi demek. Bu açıdan bakıl-

dığında kara mayınının aslında yavaş yavaş çalışan bir tür kitle imha silahı olduğu söylenebilir.

1975'ten bu yana, çoğunluğu sivil olmak üzere bir milyona yakın insan, mayına basarak yaralandı ya da öldü. Ölen sivillerin büyük bir bölümünü de çocuklar oluşturuyor. Çocukların, boyları kısa olduğundan yaşamsal organları patlamaya daha yakın oluyor. Bu nedenle de mayına basan bir çocuğun hayatta kalma şansı çok az.

Patlamadan sağ olarak kurtulabilenler, mutlaka bir ameliyatla en azından bir organını ya da organının bir bölümünü yitiriyor, uzun süre hastanede kalıyor ve ciddi bir psikolojik tedaviden geçiriliyorlar. Kamboçya'da 35 000, Angola'da da 70 000 den fazla insan bu süreçten geçmiş. Dünyada mayın yüzünden sakat kalmış 250 000 kişi var. Bunlar hayatta kalabilenler. Kaza kurbanlarının büyük bir bölümü ya patlamanın olduğu yerde kan kaybından ya da bir sağlık kuruluşuna ulaştırılamadığı için ölüyor.

Gerçekte kara mayınlarının asıl amacı öldürmek değildir. Çünkü mayın bir askeri öldürürse öykü orada sona erer; ama bacağını parçalarsa iş değişir. Yaralıya bakılması gereklidir. Bu da karşı tarafın doktorlarının ve öteki sağlık görevlilerinin çalıştırılması anlamına gelir. Düşman, ameliyat, ilaç,



Mayın temizlemede karşılaşılan en büyük sorunlardan biri, mayın döşeli alanı bulmaktır. Çevredeki öteki alanlardan daha gür bitki örtüsüne sahip, üzerinde araç enkazları, insan ya da hayvan iskeletleri bulunan yerler, büyük bir olasılıkla mayın döşelidir. Bir bölgenin mayınlı olduğu anlaşılınca, hemen uyarı levhaları konur. Sonra temizlemeye girilir. Bu çok tehlikeli bir iştir. Temizleme uzmanları işin başında, dünyadaki 350 tür mayından hangilerinin o alanda gömülü olduğunu bilemezler. Değişik türlerin patlama düzenekleri de farklı çalışır.

hastane, protez vb. için yeni harcamalar yapacaktır. Ayrıca patlama anında acıyla çığlık atan, ayağı parçalan ve sonra da total kalan bir asker, arkadaşları ve ailesi arasında büyük bir moral bozukluğuna yol açar.

Mayınlar savaşların sinsi silahlarıdır; ama mayınların böylesine nefret uyandıran bir silah olmalarının nedeni, yok etmek için herhangi bir ayırım yapmamaları olsa gerek. Onlar kurşun, roket ya da top mermileri gibi yönlendirilebilir silahlar değiller. Onlar için ateşkeslerin bir anlamı yok. Yerlerinden sökülmedikçe kurbanlarını beklerler. Anlaşmazlıklar, savaşlar bittikten onlarca yıl sonra bile mayınlar insanlar için tehdit olmayı sürdürür. Su

almaya giden bir kadın, hayvan güden bir çocuk ya da tarlada çalışan bir adam onlarca yıl önce yerleştirilmiş bir mayının kurbanı olabilir.

Savaş yüzünden ekonomileri zaten altüst olmuş ülkeler, savaş sonrasında bir de mayınlı alanlarla uğraşmak zorunda kalıyorlar. Mayınlı olduğu için kullanılmayan ormanlık alanlar, otlaklar ve tarım alanları ekonomi için büyük bir kayıp. Bugün Afganistan ve Kamboçya topraklarının % 35'i mayınlar yüzünden kullanılamaz durumda. Bu alanların temizlenmesi için çok büyük paralar harcamak gerekiyor. Çok sık olan mayın kazalarında yaralıların ameliyat, ilaç ve bakım harcamaları da çok fazla. Ayrıca yaralanan kişilerin

ekonomiden kaybedilen birer güç olduğunu da unutmamak gerek.

1995 yılında bütün dünyada 80-100 bin arasında mayın söküldü ve imha edildi. Ne yazık ki, aynı yıl içinde iki milyon yeni mayın döşendi; sökülen her mayına karşılık 20 yeni mayın. Sökülen ve yeni döşenen mayın sayıları arasında, böylesi büyük bir fark olmasının iki temel nedeni var: maliyet ve süre. Bir anti-personel mayının maliyeti iki milyon lira gibi ucuz olabiliyor. Onu döşemek için de yaklaşık bir saat yeterli. Öte yandan bir mayını saptayıp sökmek için yüz saatten fazla bir zaman gerekiyor. Bu işin maliyeti de 600 milyon lira kadar. Dünya ülkelerinin mayın temizlenmesine ayırdıkları para, savunma sanayisine harcadıklarının yanında çok küçük kalıyor. Sonuç olarak her yıl ancak yaklaşık 100 000 mayın temizleniyor. Kaba bir hesaba bu hızla gidilirse dünyadaki tüm mayınları temizlemek (yenileri döşenmezse eğer) 1000 yıl kadar sürecek.



Mayınlı bir alandaki mayınların yerinin saptanmasında yaygın olarak kullanılan araç, metal detektördür. Değişik modelleri olan bu detektörler, toprak altındaki metal cisimleri bulurlar. Ne var ki bulunan cisim genellikle mayın değil de bir mermi, şarapnel parçası, konserve kutusu gibi savaş kalıntısıdır. Tek bir mayının yerini saptarken, bu tür yanlış alarmlardan ortalama 1000 tane olur.



Tanklara Karşı

İlk kara mayınları 1862'de, Amerikan İç Savaşı sırasında kullanıldı. Bu yeni ve etkili silah sayesinde güneyliler on binlerce kuzeyli askeri yaraladı ya da öldürdü. O dönemin mayınları görece hantal ve kolay fark edilebilen bombalardı. I. Dünya Savaşı sırasında tankların kullanılması sonucunda ilk anti-tank (AT) mayınları geliştirildi. Bu mayınlar büyük, kolay sökülebilen, hantal patlayıcıları. Yerleri saptanıp sökülen AT mayınları, sıklıkla onları ilk yerleştiren tarafa karşı yeniden kullanılıyorlardı. Bu durumun önüne geçmek, AT mayınlarının düşman asker-

lerince kolaylıkla sökülmesini engellemek amacıyla anti-personel (AP) mayınları geliştirildi. Bunlar AT mayınlarının çevresine döşeniyordu. 1918-1939 arasında AP mayınlarının geliştirilmesine, ordular büyük önem verdiler. II. Dünya Savaşı'nda her iki tür mayın da çok yaygın olarak –toplam 300 milyon dolayında– kullanıldı.

1960'lı yıllara değin mayınlar kontrollü bir biçimde kullanılıyordu. Mayınları ordular kullanıyor, onları yine askerlere ya da askeri hedeflere yönlendiriyor, düzenli bir biçimde kayıtlarını tutuyor ve haritalarını çıkarıyorlardı. Ama zamanla yeni tip mayınlar geliştirildi. Bunları uzun uğraşlarla toprağa gömmek gerekmiyor; uçaktan, helikopterden ya da kamyondan atılarak belirli bir alana saçılabilirler. 1960'lı yıllarda Laos'ta Amerikalılar, 1979'da Afganistan'da da Sovyetler Birliği bu yöntemle milyonlarca mayın döşediler. Artık yeni döşenen kara mayınlarının büyük bir bölümünün ne kaydı tutuluyor ne de haritaları çıkarılıyor.



Mayınlara Hayır...

Ekim 1991'de iki uluslararası sivil toplum örgütü, İnsan Hakları Gözlem Komitesi ve İnsan Hakları İçin Doktorlar, "Korkakların Savaşı: Kamboçya'daki Mayınlar" adlı bir kitap yayımladı. Kitapta kara mayınları gerçeği, çok çarpıcı ve ayrıntılı bir biçimde anlatılıyordu. Bu kitap dünyada kara mayınlarına karşı bir kamu oyununun oluşmasında etkili oldu. Daha sonra Ekim 1992'de altı uluslararası sivil toplum örgütü, , İnsan Hakları Gözlem Komitesi, İnsan Hakları İçin Doktorlar, Uluslararası Engelliler Örgütü, Ulusla-

rarası Doktorlar, Mayın Danışma Grubu ve Amerikalı Vietnam Gazileri Vakfı, dünya çapında bir girişim başlattılar: Kara Mayınlarının Yasaklanması İçin Uluslararası Kampanya. 1995'e gelindiğinde dünyanın birçok ülkesinden onlarca sivil toplum örgütü kampanyayı destekliyordu. O yıl Uluslararası Kızılhaç Teşkilatı da kara mayınlarına karşı benzer bir kampanya başlatınca bu alanda çok önemli bir atılım yaşandı.

Mart 1995'te ilk olarak Belçika bir yasa çıkarttı ve ülkede mayın üretimi, satışı ve taşınmasını yasakladı. Belçika dünyanın önde gelen mayın ihracatçılarından biriydi. Belçika'yı, Avusturya ve İrlanda izledi.

1996'da Kanada'nın Ottawa kentinde elli ülkenin temsilcilerinin katıldığı çok önemli bir konferans yapıldı. Konferansta temsilciler, kara mayınlarının yasaklanmasına yönelik bir deklarasyon imzaladılar. Konferansın sonunda Kanada Dışişleri Bakanı, Aralık 1997'de bu deklarasyonun bir antlaş-

Kara Mayınları

Kara mayınları, patlayıcı madde ve bir patlatma düzeneği içeren bir insan ya da aracın dokunmasıyla patlayan bombalardır. Genellikle yerin 10-15 cm altına gömülürler ya da yüzeye bırakılırlar. Mayın üretmek çok kolaydır. Küçük bir miktar plastik patlayıcı ve ona eklenen bir tetikleme düzeneği bir mayın oluşturur. Bu nedenle mayınlar değişik boyutlarda ve biçimlerde olabilirler. 350 değişik mayın tipi vardır. Yapıldıkları malzemeler de çeşitlidir. Bunlar arasında metal, tahta ve plastiği sayabiliriz. Kara mayınları iki ana grupta toplanır:

- anti-personel (AP) mayınları
- anti-tank (AT) mayınları

Anti-personel mayınları insanları yaralayacak ya da öldürecek biçimde tasarlanırlar. İki temel tipte olurlar: patlama etkili mayınlar ve parçacık etkili mayınlar

En çok kullanılan AP mayınları patlama etkili mayınlardır. Amaçları ayağı parçalamak, ayak-kabı parçalarını, tozları ve kemik parçalarını ayak bileğine iterek enfeksiyona yol açmaktır. Bunların fiyatları iki milyon lira gibi ucuz olabiliyor. Toprak altına ya da yüzeye, elle ya da havadan bırakılarak döşenirler. Bu mayınların bir bölümü söküm işlemini güçleştirecek biçimde üretilirler. Örneğin, Sovyetler Birliği'nde üretilmiş olan PMN 2 mayınları ani ve sert darbelerle patlamazlar. Onların patlaması için yavaş yavaş artan bir basınç uygulamak -tıpkı bir insan ayağının uygulayacağı gibigerekir. Söküm ya da imha işlemini güçleştirecek bir başka düzenek de Çin üretimi 12 Bravo mayınlarında vardır. Bu mayınlara yerleştirilen elektronik bir düzenek, mayın 10°den fazla döndürülürse mayını patlatır.

Parça etkili mayınlarda metal kaplar kullanılır. Patlamayla birlikte bu kap küçük parçalara ayrılır

ve parçaların her biri öldürücü bir mermi gibi hareket eder. Bu tür mayınların bir bölümünde de kabin içine saçma ya da küçük metal oklar konur. Patladığında ayak, mide ve göğüste çok ağır yaralar açar. Birçok AP mayını, içindeki parçaları yer düzlemiyle 60°lik bir açıda fırlatır. Böylece 50 m yarıçaplı bir çember içinde öldürücü etkisi olur. Bunlar genellikle toprağa gömülmezler; uzun otların, çallların arasına ya da ağaç diplerine bırakılırlar. ABD üretimi Claymore mayını fiberglas bir kabin içine yerleştirilmiş 682 g C4 patlayıcı ve 700 küçük çelik küreden oluşur.

Anti-personel mayınları arasında en öldürücü olanları kuşkusuz parça etkili "sıçrayan mayınlar"dır. Bunlar genellikle 1,5 kg kadar bir basınçla bile tetiklenebilirler. Tetiklenen mayın, küçük bir ön patlamayla bel hizasına yükselir ve o noktada patlar. İçindeki parçaların, 35 m yarıçaplı bir çember içinde öldürücü etkileri vardır. Son yıllarda daha yüksek teknoloji içeren mayınlar da geliştirilmiştir. Örneğin kimi mayınlarda mikroişlemciler vardır. Bu mayınlar belli sayıda basıştan sonra patlamaları için programlanırlar. Ayrıca araç, hayvan ve insanı ayırt ederler.

Anti-tank mayınları mayınlarından çok daha büyük ve güçlü mayınlardır. Tank ve başka zırh-



lı araçları çalışmaz duruma sokmak için kullanılırlar. Bu nedenle 14 kg'a varan patlayıcı madde içerirler. Bu mayınların tanklar üzerinde yıkıcı etkisi vardır. Ama daha hafif bir araç, örneğin bir otomobil, jip, kamyon ya da otobüs çarparsa sonuç korkunç olur. Bunların tetiklenebilmesi için en azından 100 kg'lık bir basınç uygulanması gerekir. Ancak eklenecek basit bir düzeneğe, yalnızca bir insanın basmasıyla bile patlar duruma getirilebilirler. Bir insan bir AT mayınını tetiklese, patlamadan sonra herhangi bir parçasını bulmak çok zordur. Bunların da fiyatları 18 milyon lira gibi ucuz olabiliyor.

Bütün kara mayınları şu beş yöntemden biri ya da birkaçıyla patlar:

- üzerine basıldığında
- bağlı bir ip çekildiğinde
- bağlı gergin bir ip kesildiğinde
- üzerine konmuş bir cisim kaldırıldığında
- dokunulduğunda ya da hareket ettirildiğinde

Mayınlar çok seyrek olarak tek kullanılırlar. Genellikle üç ya da daha fazla mayından oluşan üçgen desenler biçiminde döşenirler. Eğer bir mayın usulüne uygun olarak döşendiye onu fark etmek olanaksızdır. Mayın tarlalarının çoğunda bir işaret yoktur bu nedenle mayınlı olduğu anlaşılamaz. Mayınlar genellikle insanların ya da araçların belirli bölgelere girmesinin engellenmesi ya da belirli bölgelere yönlendirilmesi için kullanılırlar. Bir başka kullanım amacıysa ekonomik ve sosyal hedefleri korumaktır. Bu amaçla köprülerin, barajların, doğalgaz ve petrol boru hatlarının, tren istasyonlarının korunması için kullanılırlar. Savaş sırasında da mayınlar, eldeki bölgeyi savunurken düşmanın yaklaşmakta olduğunu haber vermek için kullanılır. Mayınlar kusursuz askerlerdir; uyumazlar, yemek yemezler. Sürekli görevlerinin başında düşmanı –ya da kurbanlarını– beklerler.



Mayınları bulmak için kullanılan bir başka yöntem de sondadır. Bu yöntemde, bir bıçak, süngü ya da özel olarak hazırlanmış ince uzun bir çubuk, 30°den küçük bir açıyla yavaş yavaş toprağa sokulur. Her metrekaare alanda yaklaşık 400 sonda yapılarak ilerlenir. Bulunan mayınlar özenle sökülür. Alandan sökülen ve bir çukurda toplanan bütün mayınlar güvenli bir biçimde patlatılır.

maya dönüşeceği bir konferansa evsahipliği yapmak istediğini açıkladı. Böylece Ottawa Süreci olarak bilinen süreç başladı. Bu süreçte hükümetler kadar sivil toplum örgütleri de yer aldılar.

3-4 Aralık 1997'de konferans yapıldı ve 123 ülke temsilcisi Ottawa Konvansiyonu olarak bilinen antlaşmayı imzaladı. Konvansiyon o tarihten sonra New York'taki Birleşmiş Milletler (BM) binasında imzaya açık olarak durmaya başladı. Bugün için 135 ülke o antlaşmayı imzalamış durumda. Bir başka deyişle artık dünyanın 135 ülkesinde her türlü kara mayınının üretimi, kullanımı, satışı ve taşınması yasak. Ne var ki dünyanın en büyük mayın üreticilerinden ABD, Rusya ve Çin antlaşmayı imzalamadılar.

Ottawa Süreci ve ardından gelen konvansiyon, BM'nin yıllardır yapmadığını gerçekleştirdi. Bu başarıda sivil toplum örgütlerinin çok büyük bir payı oldu. Sivil toplum örgütlerinin insanlık adına yürüttüğü bu büyük çalışma Norveç Nobel Komitesi'nce de takdir edildi. 1997 yılının Nobel Barış Ödülü, altmış ülkede binin üzerinde

sivil toplum örgütünün desteklediği, Kara Mayınlarının Yasaklanması İçin Uluslararası Kampanya'ya ve onun eşgüdümünü üstlenen bayan Jody Williams'a verildi.

Antlaşmanın imzalanması ve yürürlüğe girmesi kuşkusuz çok önemli bir gelişmeydi. Ne ki, asıl önemli olan ülkelerin vaat ettiklerini bundan sonra yerine getirmeleri. Bunun için, kampanyayı destekleyen sivil toplum örgütleri ülkelerindeki gelişmeleri rapor ediyorlar. İlk kez hükümetlerden bağımsız olarak sivil toplum örgütleri, eşgüdümlü ve düzenli bir biçimde bir araya gelerek ülkelerin bir yasaya uyup uymadığını izliyor ve rapor hazırlıyorlar. 3 Mayıs 1999'da antlaşmaya taraf ülke delegelerine "1999 Kara Mayınları Gözlem Raporu: Mayınsız Bir Dünyaya Doğru" adlı 1100 sayfalık bir kitap dağıtıldı. Bu kitaba göre, orduların depolarında saklanan 100 milyon dolayında olduğu sanılan mayın stoklarının, aslında 250 milyon olduğu ortaya çıktı. 1998'de ve 1999'un başında ya hiç yeni mayın döşenmediği ya da çok az döşendiği anlaşıldı. Bu, çok

önemli bir gelişmeydi. Mayın üreten ülke sayısı, elli dördten on altıya düştü. Üreticilerden bir bölümü de tıpkı ABD gibi, iki yıldır yeni mayın üretmiyor. 1998 ve 1999'da uluslararası bir mayın alım-satımı gerçekleşmedi. Antlaşmayı imzalayan ülkelerde 12 milyon mayın imha edildi.

Kara Göründü...

Birleşmiş Milletler, 2000 yılında tüm dünyada mayın temizleme hızını 50 kat arttırmayı amaçlıyor. Ama bir yandan hız arttırılırken bir yandan da maliyetin düşmesi lazım. Amaç bir kilometrekarelik mayınlı bir alanın 2,5 milyar liradan daha ucuza temizlenmesi. Bunun için yeni geliştirilen mayın tarama aygıtları kullanılması planlanıyor. Bu tür aygıtların hangi özellikleri taşıması gerektiği biliniyor. Mayını saptama oranı % 99,9 olması gereken bu yeni aygıtlar, toprak altındaki mayın olmayan cisimleri ayırt etmeli ve saptadığı mayınları sınıflandırabilmeli. Ayrıca mayının bulunduğu noktayı en fazla 50 cm hatayla gösterebilmeli ve 10 cm derine gömülmüş 4 cm çaplı mayınları bile saptayabilmeli. Mayın temizleme ekiplerinin beklentisi de elde rahatlıkla taşınabilen detektörlere kavuşmak. Bu detektörler, metal olsun ya da olmasın, tüm mayınların yerini saptayabilecek özellikte, hafif, dayanıklı, ucuz olmalı; yatarak, çömelmiş durumda ya da ayakta kullanılabilmeli ve çok az yanlış alarm vermeliler. Eğer böyle aygıtlar geliştirilebilirse mayın saptama hızının

Ottawa Antlaşması

Bugüne değin 135 ülkenin imzaladığı Ottawa Antlaşması'nda alınan kararlar, özetle şöyledir:

- 1) Taraf ülkeler, anti-personel mayınlarını kullanmayacak, üretmeyecek, geliştirmeye yönelik çalışmayacak ve geliştirmeye çalışanları desteklemeyecek, depolamayacak, dışalım ya da dışatımını yapmayacaktır.
- 2) Taraf ülkeler, depolarındaki tüm mayınları 4 yıl içinde imha edeceklerdir.
- 3) Taraf ülkeler, sınırları içindeki mayınlı tüm arazileri saptayacak, çevresini çitle çevirecek,

uyarı levhaları koyacak ve insanların girişini engelleyecektir.

- 4) Taraf ülkeler, sınırları içindeki mayınlı tüm arazileri 10 yıl içinde mayınlardan arındıracaktır.
- 5) Taraf ülkeler, konuyla ilgili olarak içinde bulundukları durum ve gelişmeleri düzenli bir biçimde rapor edeceklerdir.
- 6) Taraf ülkelerin temsilcileri, düzenli olarak biraraya gelecek ve antlaşmanın uygulanmasına ilişkin görüşeceklerdir.
- 7) Taraf ülkeler, beş yılda bir, antlaşmayı gözden geçirme amacıyla düzenlenecek konferansa katılacaklardır.

Mayın Temizleme

Mayınlı alanların büyük bir bölümü, gelişmiş ve ekonomisi güçlü olmayan, üçüncü dünya ülkelerindedir. Buralardaki mayın temizleme süreçleri Avrupa'dakilerden (örneğin Bosna) çok farklıdır. Angola'dan bir mayın temizleme uzmanının aylık geliri yaklaşık otuz milyon liradır. Kaldı ki bu maaş, ülkedeki birçok işte verilenden çok daha yüksektir. Bu nedenle mayın temizleme ekiplerinin mayınlı ülkelerin insanlarından yetiştirilmesi çok daha ekonomiktir. Ancak mayın temizleme donanımları da o ülkelerin eğitim düzeyi çok düşük olan insanlarına göre hazırlanmalıdır. Bu donanımlar, ucuz, dayanıklı, yedek parçası kolay ve ucuza sağlanabilir olmalıdır.

Anti-personel mayınları genellikle 10 cm'den biraz daha derine gömülürler ve 5 kg'lık bir basınca patlarlar. Bu tür mayınlar yalnızca basanı yaralar. Sonuç genellikle basan kişinin bilekten aşağısının kesilmesidir. Mayın temizlemenin zorluklarından birisi mayınların gösterdiği çeşitliliktir. Mayın temizlemede kullanılan en basit yöntem sonda yöntemidir. Bir bıçak, süngü ya da özel olarak üretilmiş ince uzun bir çubukla toprağa sonda yapılır. Bir başka deyişle dar bir açıyla yavaşça toprağa sokulur. Bıçak bir cisme dokunduğunda cismin büyüklüğü ve yapısı anlaşılabilir. Eğer bölgedeki mayınların tümünün metal kaplı olduğu biliniyorsa yer saptama işleminde metal detektörleri kullanılır. Ama yıllardır sürdürülen mayın temizleme çalışmalarında kazanılan deneyimler, metal detektörlerinin binde birlik bir hata oranının olduğunu göstermiştir. Karşılaşılan cismin, o bölgede bulunması olası bir mayın tipine uygun bir cisim olduğu anlaşılırsa, kazı yapılır ve mayın çıkarılır. Sonra da etkisiz duruma getirilir ya da patlatılır.

Sonda yöntemi tüm mayın türleri için kullanılabilir. Bu yöntemle, bölge mayından % 100 arındırılır. Ayrıca, bubi tuzaklı mayınlar dışındaki tüm mayınlar için, oldukça güvenli bir yöntemdir. Ama çok dikkat ve azim gerektiren bir yöntemdir. Her metrekarede yaklaşık 400 sonda yapılır. Bu yüzden pek hızlı bir yöntem değildir. Bir uzman, günde 20-50 m²'lik bir alanı temizleyebilir. Mayınlardan arındırılması gereken alanlara çok büyüktür. Bugünkü temizleme hızıyla gidilirse Afganistan'daki mayınların temizlenmesi 4000 yıldan fazla sürecektir.

Her şeyden önce hangi alanların mayınlı olduğunun saptanması gerekir. Bunun için de öncelikle bölge halkından, hangi noktalarda mayın patladığına ilişkin bilgi alınır. Mayınlı bölge bulunduğu da öncelikle yapılması gereken iş orada hangi tip mayınların döşeli olduğunu keşfetmektir. Mayınların büyük bir çeşitlilik göstermesi, temizlik etkinliklerini zorlaştırır. Çünkü değişik tiplerin, etkisiz duruma getirilme işlemleri de farklıdır.

Kimi mayınlı bölgeler, uzun yıllar terk edildiğinden, bitki örtüsü yoğundur ve mayın temizleme çalışmalarını engeller. O yüzden, öncelikle bölgenin "temizlik" için hazırlanması gerekir.

Mayınların yeri saptanırken karşılaşılan bir başka sorun da metal olmayan mayınlardır. İlk kez 1944'te Almanlar tarafından kullanılan bakalit mayınların metal detektörleriyle saptanması olanaksızdır. Öte yandan bir başka sorun da savaş bölgelerindeki savaş artığı metallerdir. Merminler, şarjörler, şarapnel parçaları gibi metal parçaları metal detektörlerinde yanlış alarmlara yol açar.

Kamboçya Mayın Hareketi Merkezi'nce yapılan açıklamaya göre, metal bir mayını saptamaya çalışırken, detektörler 300 ile 1000 arasında yanlış alarm veriyor. Tüm bu alarmların da mayın temizleyen uzmanlarca dikkate alınması gerekir.

Bu nedenlerle mayınların yerlerinin saptanması için radar teknolojisi, mikrodalgalarla yararlanma, kızılötesi ışınlarla tarama ve nötron/gama ışını yansımaları gibi birçok yeni yöntem üzerinde çalışılıyor. Ne var ki şu ana değin mayın temizleme uzmanlarının işine çok yarayacak kullanışlı bir aygıt geliştirilebilmiş değil. Şimdilik en iyi işleyen yöntem, köpeklerle yer bulma. Köpekler, 8 yıl önce bile gömülmüş mayınların yerlerini kolaylıkla saptayabiliyorlar. Ama köpeklerin mayınları hangi kokudan dolayı (patlayıcıların kokusu mu yoksa kullanılan yapıştırıcıların mı) buldukları daha anlaşılmış değil.

Mayının yeri saptanıp işaretlendikten sonra artık etkisizleştirilmesi gerekir. Bunun en basit yolu, mayının yakınına konulan bir başka patlayıcının patlamasıdır. Ne var ki güvenli bir yöntem olmasına karşın o bölgedeki mayın temizleme sürecine zarar verir. Çünkü çevreye saçılan mayın parçaları metal detektörlerinde yanlış alarmlara yol açacak, bu da bölgenin geri kalan bölümünün temizlenmesini zorlaştıracaktır. Öte yandan patlamayla birlikte havaya salınan nitratlar, köpeklerin o bölgede bir hafta kadar iş görememelerine yol açar. Bu nedenle genellikle izlenen yol, mayının topraktan çıkartılması, patlatma düzeneğinin sökülmesi ve öteki mayınlarla birlikte bir çukura toplanıp orada toplu olarak imha edilmesidir.

Mayınların kaba kuvvet kullanılarak temizlenmesi de düşünülmektedir. Bunun için, mayınların alanın ileride yerleşim yeri ya da tarım alanından başka bir amaçla kullanılması düşünülmemelidir. Çünkü o alan büyük bir yıkıma uğrayacaktır. Uygulanması düşünülen yöntem belli bir alandaki tüm mayınların ucuz bir enerji boşalım yöntemiyle patlatılmasıdır. Bunun için uçakla püskürtülecek bir tür köpük patlayıcı ya da mikrodalgaların kullanılması düşünülüyor. Ancak bunların herhangi biri daha sahada uygulanıp sınanmış değildir.

Önünde döner zincirler bulunan zırhlı özel bir mayın temizleme aracıyla bir günde 15 000 m² alan temizlenebilir. Bu, bir mayın temizleme uzmanından 300 kez daha hızlı bir temizlemedir. Bu araç, yolu üzerindeki tüm AT mayınlarını temizlerken (patlatırken) AP mayınlarının % 10'unu temizlemeden geçer.

Bir mayınlı bölge temizlendikten sonra geride hiçbir mayının kalmadığından kuşkusuz emin olunmalıdır. Bunun için kimi bölgelerde küçükbaş hayvanlar temizlenen alana salınır. Profesyonel mayın temizleme ekiplerinin, uyguladığı bir başka yöntem de temizledikleri alanda futbol maçı yapmak. Bu, hem ekibe güven veriyor ve gelecek için güdülendiriyor hem de bölge halkının içini gerçekten rahatlatıyor.

Mayın temizlemeyle uğraşanların yoksul ülkelerde kimi akıl almaz sorunları da oluyor. Herhangi bir alanın mayınlı olduğu saptandığında hemen işaretlenmesi uyarı levhalarının yerleştirilmesi gereklidir. Böylece yöre insanları uyarılmış olur. Ne var ki bazı yoksul ülkelerde yöre halkı bu levhaları çalıp evlerinin onarımında kullanmakta ya da hediye olarak satmaktadır. Bu duruma karşı Afganistan'da mayınlı bölgeler kırmızıya boyanmış kayalarla işaretleniyor; taşın hiçbir değeri olmadığı için çalınmıyor da.



Mayın temizlemede kullanılan bir başka araç da "zincirli kamçı" olarak bilinen bu zırhlı araçtır. Bu araç mayınlı bölgedeki AT mayınlarının tamamını patlatırken, AP mayınlarının % 10'unu ısıkar.

30-100 kat arasında artabileceği düşünülüyor. Ne var ki böyle bir aygıt daha geliştirilmiş değil.

Birçok özel kuruluş, üniversite ve ordu laboratuvarı, değişik teknolojiler kullanarak bu tür aygıtlar geliştirmeye çalışıyorlar. Ama bu çalışmaların ürünlerinden şimdilik hiçbirisi, her türlü koşul altında istenen başarıyı verebilmiş değil.

Mayın tarama ekiplerinin ikinci beklentisi, saptanmış mayınların sökülüp imha edilmesini kolaylaştıracak aygıtların üretilmesi. Bunlar iple uzaktan yönlendirilebilen basit bir mekanik düzenek de olabilir, küçük bir robot da. Aslında mayın temizlemede ideal olarak amaçlanan; mayınlı bölgelere hiç insan girmeden, helikopterlerle yerleştirilecek gelişmiş sistemler sayesinde, üzerinden geçilen alandaki mayınların yerlerinin saptanması ve sonra o alandaki mayınların robotlarla temizlenmesidir. Robotlar bugün için daha yeteri kadar gelişmiş değiller. Her türlü ortamda, örneğin çölde, cangılda ya da su altındaki çeltik tarlalarında, çalışmıyorlar ve yerel işgücüyle karşılaştırıldığında da çok pahalılar.

Ama hem hukuk hem de teknoloji alanındaki gelişmeler çok olumlu. Eğer işler bu doğrultuda giderse, yani mayın temizleme hızını 50 kat arttıracak aygıtlar geliştirilirse, temizlenen mayın miktarı yılda 100 000'den beş milyona çıkacaktır. Bundan böyle hiç mayın döşenmezse bu hızla dünyadaki tüm mayınlar da 20 yıl gibi çok da uzun olmayan bir sürede temizlenebilecektir.

Çağlar Sunay

Kaynaklar

<http://www.icbl.org>
<http://www.mines.gc.ca/english/faqs/intro.htm>
http://www.un.org/Depts/Landmine/UNDocs/ban_trty.htm
<http://www.oneworld.org/media/gallery/landmines/1.html>
<http://www.formilab.ch/minerals/hackers9/sld001.html>
<http://www.minesactioncanada.com>
<http://www.un.org/Depts/dpko/homepage.htm>

WAP'la Dünyada, Bluetooth'la Ev ve Ofiste



Kablosuz Gelecek

Dünyadaki cep telefonu kullanıcısı sayısı şimdiden PC kullanıcısı sayısını geçti. Tahminlere göre, 2003'te, İnternet'te akıllı cep telefonlarıyla gezenlerin sayısı, bu iş için kişisel bilgisayarlarını kullananların sayısının üç katını bulacak. Geçtiğimiz şubat ayı ortalarında Microsoft firması San Fransisco'da binbir patırtıyla Windows 2000 işletim sistemini tanıtırken, patron Bill Gates'in akıllı, otuz-kırk kilometre ötedeki, sessiz sedasız süren başka bir toplantıda olup bitenlere takılmıştı. O sırada Symbian firması, Silicon Valley'de, cep telefonları için geliştirdiği EPOC işletim sisteminin geleceğini tartışıyordu. Gates, daha önce Symbian'ı "Microsoft'un karşısındaki en büyük tehdit" olarak gördüğünü itiraf etmişti. Aynı günlerde, Hannover'de, bilişim sektörünün ünlü fuarı CeBIT 2000'de de kişisel bilgisayar teknolojisi gölgede kalmış, halk ve medya, daha çok cep telefonlarıyla ilgilenmişti. CNN'de, WAP, Bluetooth gibi teknolojilerden bahsediliyor, borsalarda, mobil iletişim firmalarının yıldızı parlıyordu. Bilişim sektörünün kraliçesi İnternet, bu kez cep telefonlarıyla dans etmeye başlamıştı.

MOBİL İLETİŞİM ağlarının tarihçesi, İnternet'inkiyle hem aynı yıllarda başlıyor hem de belli başlı kilometre taşları ve büyüme hızları İnternet'inkiyle örtüşüyor. Geldiğimiz noktada, mobil iletişim terminalleri, geniş kullanıcı kitlesini İnternet'le buluşturmayı başaran asıl ürünler olacak gibi görünüyor. Beklenenler gerçekleşirse, gelecekte İnternet ve mobil iletişimi birbirinden ayrı düşünmek bile olanaksız olacak. Buna karşın, şu ana kadar

bu iki öncü teknolojinin yolları tam olarak kesişmemişti.

İnternet'in belirleyici yanı sayısal veri, mobil iletişimin belirleyici yanıysa ses taşımak için tasarlanmış olmaları. İnternet'in başarısı, metnin de, sesin de, hareketli ya da hareketsiz görüntünün de kolayca sayısal veri olarak kodlanıp iletilme esnekliğinde yatıyor. Tarih, sesin her zaman baskın olacağına güvenen mobil iletişim kuramcılarını yanılttı. SMS (kısa mesaj metinleri) trafiğindeki beklenmedik patlama da bunun bir işareti. Ocak 2000'de sadece İngiltere'de 396 mil-

yon SMS gönderilmiş. Bu, Ocak 1999'a göre %900'lük artış demek...

"Birinci kuşak" olarak nitelenen ilk hücresel iletişim ağları 1980'lerin başlarında, sadece ses iletişimi için kurulmaya başlamış. ABD ve Kanada'da AMPS, İskandinavya'da NMT standartlarına dayalı olan analog ağlar, veri iletişimi için fazlasıyla verimsiz kalmışlar. Mobil iletişim, Avrupa'ya ayak bastığında sayısallaşmış. O günden beridir, bu alandaki hemen hemen tüm diğer teknolojik atılımlar da Avrupa kökenli olmayı sürdürmüştü. *Newsweek*'in 2000 yılbaşı sayısının

kapağında, mobil telefon "Yılın Avrupalısı" olarak nitelenir.

Başlangıçta Avrupa'da kılıf üzerine tasarlanan GSM, baştan itibaren ve şimi olanakları önünde bulun-

muş. Yine de, sonradan ikinci kuşak olarak nitelenecek olan GSM de, Amerika'daki kardeş standartlar US-TDMA ve TIA/EIA-95B de, veri iletişimi ön planda tutularak geliştirilmiş standartlar değil.

Nokia, Ericsson gibi devler, daha iyi veri iletişimi sağlamak için GPRS standardını önerdiler ve pek çok ağ GPRS'e geçmek üzere kolları sıvadı bile. Yine de, er ya da geç herkes, "üçüncü kuşak" nitelemesini gerçekten hak eden tek sistem olan UMTS'ye geçecek. UMTS'nin ufukta görünmesi üzerine, halihazırda GPRS'e yatırım yapan servisler için bir "yumuşak geçiş" standardı olarak, veri iletişimi olanakları GPRS'ten üstün, ama yine de tümüyle yepyeni teknoloji gerektirmeyen EDGE ortaya atıldı. EDGE, UMTS'nin de gerektirdiği pek çok özelliğe yatırım yapmayı gerektirdiğinden, GPRS ve UMTS arasında aşamalı geçiş için ideal bir protokol.

Yine de, tüm bu standartlar, iletişim sistemlerinin alt yapısını geliştiren ve gelecekteki üstün verimli ürünlerin zeminini hazırlayan çalışmalar. Bir başka deyişle, kullanıcıların tüm bunlardan haberleri olmuyor ve olması da beklenmiyor. Kusur ve verimsizliklerine karşın, mevcut GSM altyapısı da veri iletişimini desteklediğinden, ses iletişiminin ötesine geçmek, söz gelimi İnternet'e bağlanmak için geleceğin altyapısını beklemek gerekmiyor. Son günlerin gözde teknolojisi WAP, hemen şimdi "ses duvarını aşmak" isteyenler için hazır bile.

WAP

Son zamanlarda yıldızı en çok parlayan iki sektörün, İnternet ve mobil iletişimin bir buluşma noktası bulmaları kaçınılmazdı. Öncelikle cep tele-



Çalışması, EPOC işlemci sistemi, renkli dokunmatik ekran, kamera, GPS ve Bluetooth bağlantısı içeriyor.

fonlarından gönderilen SMS metnelerini e-mail'e çevirip gönderen ve bunun tersini yapabilen servisler türedi. Ne var ki, kısa mesaj metinleri, benzer biçimde İnternet sayfalarını cep telefonlarına taşıyacak araç olarak kullanılamazdı. SMS, salt metin iletişimi için tasarlanmış bir servis. Üstelik, bir mesajın içerebileceği harf sayısı ve normal bir telefonunun saklayabileceği mesaj sayısı çok sınırlayıcı. Phone.com, Nokia, Ericsson ve Motorola firmaları WAP Forum çatısında bir araya gelip mobil İnternet protokolü WAP'ın temelini attılar. Bugün, WAP Forum'un 250'yi aşkın üyesi var.

WAP, (Kablosuz Uygulama Protokolü) İnternet'te kullanılagelen TCP protokolünün bir benzeri. İnternet'teki alışıldık sayfaların hazırlandığı HTML diline benzer bir yapıda olan WML dilinde yazılmış sayfaların paylaşıldığı bir protokol.

Bir WML sayfasının neye benzediğini görmek için, WAP desteği olan bir cep telefonu gerekiyor. Ancak, bu desteği verebilen, az sayıda telefon modeli var ve bunlar çok pahalıdır. Bunun yerine, eğer İnternet bağlantınız ve PC'niz varsa, www.slobtrot.com adresine bağlanıp, WinWap adlı programı ücretsiz olarak bilgisayarınıza yükleyebilir ve

Nokia'dan, gelecek için öngörülmüş bir üçüncü kuşak mobil iletişim terminali örneği.

İL'yle hazırlanmış sayfa-ara gözetebilirsiniz. wap.superonline.com bunlara Türkiye'den bir örnek.

WML sayfaları, Netscape ve Internet Explorer'ın Mosaic programının versiyonlarıyla gezinilen, ne çağındaki eski İnterneti andırıyor. Protokolün

tasarımındaki esneklik, WML sayfalarının da günün birinde HTML sayfaları kadar zengin içerikli, görsel açıdan yoğun ve etkileşimli olabileceği umudunu getiriyor. Diğer yandan, cep telefonlarının hiçbir zaman İnternet'te gezinmek için kullanılmayacakları, dolayısıyla da WML sayfalarının bugünkü biçimleriyle bile doyurucu olabilecekleri öngörülebilir. Bu varsayımın temelinde, cep telefonu İnternete erişecek kullanıcıların belli bir bilginin peşinde olacakları ve bunu, kolay hızlı ve kısa bir biçimde isteyebilecekleri saptaması yatıyor.

Mobil iletişim teknolojisinin sabit İnternet bağlantılı kişisel bilgisayar teknolojisini yakalamasını beklemek de gerçekçi olmaz. Mobil iletişim ağları, görece olarak bant kapasitesi bakımından zayıf, veri paketi kayıpları ve hatalara açık olarak kalacak. Kullanılan donanım da, ister cep telefonu, ister el terminali biçiminde olsun,

yavaş işlemcili, düşük bellekli, yetersiz güç beslemeli, küçük ekranlı ve kullanışsız veri girişli aygıtlara sahip olacak.

Durum böyleyken, cep telefonu üreticileri ve ağ işletmecileri neden yepyeni bir bilgi altyapısı kurmak yerine İnternet'in bir parçası olmayı seçtiler? Bunun firmalar için en pratik nedeni, İnternet'te içeriğin gönüllüler ve küçük girişimcilerce, olağanüstü hızlı ve kütleli olarak üretilmesi. Yeni doğmuş olan WAP pazarının, diğer İnternet servislerinde olduğu gibi, birdenbire patlaması bekleniyor.





Ericsson'dan tarihin ilk ticari Bluetooth bağlantılı ürünü, kablosuz olarak çalışan bir cep telefonu kulaklığı seti.

Mobil İnternet üzerindeki sayfaların tümü, girişimciler ve amatörler tarafından hazırlanmayacak doğal olarak. WAP ile birlikte, "portalların" öneminin artacağı öngörülmüyor.

Portallar, e-mail aboneliği, tarama motorları, kapsamlı linkler, elektronik alışveriş seçenekleri, kişisel web sayfası ev sahipliği gibi belli başlı İnternet hizmetlerinin pek çoğunu bir arada veren büyük sitelerdir. AOL, Yahoo, Hotbot, MSN gibi siteler bunların büyük örnekleri. Bu sayfalar, İnternet'te kendi kendine gezinip keşfe çıkmak yerine, kendileri için derlenip tanımlanmış bilgiye ulaşmak isteyen kullanıcılara hitap ediyor. Bu bilgiler, hava durumu, sinema programları, döviz kurları gibi iyi tanımlanmış talepleri kolayca karşılar.

WAP kullanıcıları da, büyük olasılıkla bir portala bağlanıp iyi tanımlanmış taleplerini karşılamak isteyen insanlar olacak. WAP portallarıysa, ya ağ işletmecileri tarafından ya da bunlarla birlikte çalışan İnternet portallarından oluşacak. Kullanıcı açısından avantajı, bağlantı ücretinin, alınan servis zaten ağ işletmecisi tarafından verildiği için, ucuz tarifelendirilmesi olasılığı.

WAP, başlangıçtan itibaren dünya pazarını hedefliyor oluşuyla öncü nitekte bir protokol. Oysa, NTT-DoCoMo, Şubat 2000 rakamlarıyla, Japonya'da 300 dolaylarında kayıtlı, 9000 dolaylarında kayıtsız İnternet sayfasını halihazırda cep telefonlarına eriştiriyor. Ancak, bunun için kullanılan I-Mode protokolü de, bunu destekleyen DoCoMo telefonları da Japonya'ya özgü. DoCoMo, dünya pazarı için, ürettiği telefonlarda fazladan WAP desteği sağlamakla kalmıyor, WAP Forum'un araştırma çalışmalarına da aktif olarak katılıyor.

Bluetooth

Bilişim teknolojisinin son 10 yılının en çarpıcı gelişmeleri, deyim yerinde olursa, bir "kablo fetişizmini" beraberinde getirmiştir. Bunu, önemli ölçüde İnternet'e borçluyuz. İnternet'in yeri, yöneticisi, sahibi yok. Bu, "ağların ağını" kafamızda, olsa olsa dünya üzerine yayılmış bir kablolar zinciri olarak canlandırabiliyoruz. Büyük Okyanus'u aşan sualtı kablolarından, bilgisayarımızı telefona bağlayanlara varıncaya kadar...

bloların önemi redeyse kahve arıncaya kadar, iklimi aygıtlar sarır. Böyle olunca sayısal araçların birbirine bağ-veri paylaştırmamız, bunun

Günümüzün tipik WAP terminalerinden Ericsson MC 218 ve WAP destekli telefonlarından, Ericsson T28.

içinde, sayısız tipte, rengarenk kablo, çeşit çeşit adaptör kullanmanız gerekiyor. "Tak ve çalıştır" gibi iletişim standartları, USB gibi çok işlevli ve "akıllı prizler", arapsaçına dönen kablo yığınlarıyla baş etmek için uydurulmuş çözümlerden başka birşey değil.

WAP gibi mobil iletişim girişimleri, İnternet'i kablolarından kurtarmayı amaçlarken, ev ve ofislerimizdeki kablolarla seçenek olarak da Bluetooth standardı öne çıkıyor. Fikir çok basit: birbirine yakın duran tüm elektronik araçları, radyo dalgaları aracılığıyla "konuşturmak". Birbirine yakın sayılmanın da standardı konmuş: 10 metre... Seçenek olarak sunulan bir sinyal güçlendirici eklenerek 100 metre öte-



Mobil sayısal fotoğraf makinesi, çalışan prototipi. Ericsson CommuniCam, Cep telefonlarıyla konuşabiliyor, e-mail aracılığıyla fotoğraf gönderebiliyor.

ye de ulaşılabilir, ancak güç tüketimi astronomik düzeyde artıyor. 10 metre erimli Bluetooth'un temel özelliği, hemen hemen hiç güç tüketmediği için, taşınabilir aygıtların zayıf pille-riyle dost oluşu.

Ev ve ofislerdeki en büyük kablo karmaşasını yaratan araçlar zaten çoğunlukla 10 metre çapında bir çemberin içinde yer alıyor. Nereye giderse-niz gidin, asıl kablo salatası, odanın yükseltilmiş zemininin altında, kimi zaman da, halının üzerinde, ayakaltındadır... Teknolojinin tüm ürünlerini kullanan büyük bir ofisteki kablo sayısı, aynı kentteki binaları birbirine bağlayan kablo sayısından fazla olabilir.

Sınırlı sayıda araç birbiriyle uzun yıllardır özellikle kızılötesi ışınları kullanılarak kablosuz olarak konuşturuluyor. Farklı firmalar, farklı dalgaboy-





Ericsson R380, açılabilir klavyesi kapalıyken sıradan bir GSM telefonunun andırsa da, klavye açıldığında, geniş, dokunmatik ekranlı bir WAP terminaline dönüşüyor.

ları ve iletişim standartları kullanarak az sayıda ürünü kablolardan kurtarabilmiştir. Bu amaçla evrensel bir standart belirlemek için ilk ciddi adım 1999'da Ericsson, Nokia, IBM, Intel ve Toshiba'nın masaya oturup Bluetooth Çalışma Grubu'nu kurmalarıyla atılmış. 1999'un sonlarında 3Com, Lucent, Microsoft ve Motorola da bu öncü firmalara katılıp, organizasyonun bugünkü çekirdek kadrosunu oluşturmuşlar. Bilişim sektörünün diğer belli başlı devlerinden küçük üreticilere uzanan 1200'ü aşkın üyesiyle Bluetooth, rakipsiz bir evrensel standart. Bu standardı kullanan ilk ticari ürün, Ericsson'un CeBIT 2000'de tanıttığı kablosuz cep telefonu kulaklığı oldu.

Bluetooth, kabloları eksiltmekle yetinmeyip, bugün kullanılan iletişim araç ve hizmetlerinin baştan yaratmayı hedefliyor. Vaatler kulağa hoş geliyor: Dışarıdayken GSM ağı üzerinden çalışan cep telefonunuz, ev ya da ofisinize girdiğinizde, masa tipi telefonlarla iletişime geçip, sabit, ucuz telefon hattınız üzerinden çalışmaya başlayacak. Hem daha ucuza konuşacak, hem de tek telefonla tüm hatlarınıza egemen olacaksınız. Bluetooth özelliği olan herhangi bir diğer telefon yakın çevrenizdekiler de, ücretsiz telsiz konuşması yapabileceksiniz. Sayısal video kamerası ya da fotoğraf makinanızla çektiğinizi, herhangi bir televizyon ya da bilgisayar ekranında, kablo bağlantısı yapmadan izleyebileceksiniz.

Bluetooth ve WAP destekli cep telefonları, kredi kartlarının da yerini alabilir. Senaryoya göre, gazoz otomatının karşısına geçip, otomatın üzerinde yazan seri numarasını ve istediğiniz ürünün kodunu telefonunuzda tuşluyorsunuz. Ücret banka hesabınızdan düşülüyor ve gazozunuz elinizde... Mobil elektronik bankacılığın benzer örnek

uygulamaları, Nokia ve bir finans kuruluşu olan X.com'un ortak girişimi PayPal.com tarafından CeBIT 2000 fuarında sergilenmiş.

Bluetooth, 2.4 GHz frekanslı, kamuya açık bir bantta çalışıyor. Saniyede 1 Mb'lık maksimum bant aralığına sahip. Yine de, protokolün iletişime eklediği safra niteliğindeki veriler yüzünden en hızlı veri alışverişi, saniyede 720 Kbit'in biraz üzerinde olabilecek.

Bu çalışma frekansında sinyal yayan mikrodalga fırın, güvenlik sistemleri, tıbbi aygıtlar gibi pek çok kaynak var. Paraziti önlemek amacıyla, 2.402 GHz ile 2.480 GHz frekansları aralığı, 79 banta bölünmüş. Bluetooth kullanan aygıtlar, kullandıkları bantta bir parazit olursa, saniyenin 1/1600'ü kadarlık bir gecikmeyle, bir diğer banta atlayacaklar.

MExE ve SAT

WAP sayesinde, cep telefonları, diğer özellikleriyle henüz bilgisayarları andırmaya başlamadan İnternet gezinti araçlarına dönüştüler. Oysa, evrimsel gelişim açısından öncelikle programlanabilir cep telefonlarının türemesi beklenirdi. Bunun somut nedenlerinden biri,



pazar koşullarının WAP'ın bir an önce geliştirilip uygulanmasını dayatmış olmasına karşın, WAP'la koşul olarak geliştirilmesi beklenen MExE ve SAT'a kimsenin gereken desteği vermemiş olması.

MExE, (Mobil İstasyon Uygulama Çalıştırma Ortamı) Java dilinde yazılmış uygulamaların cep telefonlarında çalıştırılabilmesini sağlayan altyapının adı. Bununla, en basitinden, ses tanıma programı, hareketli imleçler, tuşlara özel işlevler atama gibi özellikler cep telefonlarına, kullanıcının istekleri doğrultusunda sonradan eklenebilecek. Yapılabilecekler sadece programcılarının düş güçleriyle sınırlı. PC'leriyle İnternet'te gezinirken karşılaştığınız, Java'nın sağladığı, HTML ile üretilmesi olanaksız uygulamaları düşünün...

MExE'nin tüm olanaklarından yararlanabilmek için, geleceğin güçlü işlemcili, geniş bellekli cep telefonlarını beklemek gerekiyor. Ancak, basit MExE işlevlerine sahip cep telefonları için fazla beklemek gerekmeyecek. MExE, sınıf numarası olarak adlandırılan bir yeterlilik denetim mekanizmasına sahip. Telefonlar, hangi karmaşıklık düzeyinde uygulamalara güçlerinin yettiğini, bu sınıf numaraları aracılığıyla sunumcuya bildirebiliyor. Yine de, gerekli olan minimum işlemci ve bellek performansı, bugünkü telefonların sunabildiğinin üzerinde. WAP yaygınlaştıkça, kullanıcı beklentilerinin artacağı, ilgili üretici ve standart kuruluşlarının eksiklikleri kapatmak

Ericsson'un, geleceğin üçüncü kuşak mobil iletişim terminaleri için bir ön tasarım çalışması. Katlandığında deri cüzdan görünümü kazanan bu prototip, telefon, renkli dokunmatik ekran, kamera, GPS, klavye ve Bluetooth bağlantısına sahip.

için MExE desteğine mecbur kalacakları öngörülüyor.

Kuramsal olarak WAP ve MExE'nin öncüsü mü, artıcısı mı olması gerektiği, hatta, bu iki standart varken yine de gerekli olup olmadığı tartışılan bir diğer teknoloji de SAT, ya da SIM Application Toolkit (SIM Uygulama Araçtakımı). PC teknolojisindeki gelişmelerin BIOS'ları boşa çıkarmaması, hatta BIOS'ların büyüyüp güncellenbilir hale gelmeleri, SAT'ın da her zaman gerekli kalacağına bir kanıt olarak görülebilir. Tabii, SIM kartlarını, BIOS yongalarının özdeşleri olarak görececek olursak...

Pek az insan bundan haberdar olsa da, SAT teknolojisi birkaç yıldır kullanılıyor bile. Bazı ülkelerde, bazı kullanıcılar, telefonlarındaki alışageldikleri menü seçeneklerinden bazılarının esrarengiz biçimde değiştiğinden şikayetçi olmuşlar. Sonradan, servis firmasının, SIM kartı programını, SAT aracılığıyla, haber vermeden güncellediği öğrenilmiş.

Ağın sizi tanımasını sağlayan, telefon numaralarınızı saklayan ve birkaç diğer basit özelliği sağlayan SIM kartlarının özellikleri, SAT aracılığıyla güncellenebiliyor. Söz gelimi, telefonunuza yeni servis seçekleri, menüler vb. eklenebiliyor.

SIM kartı ne kadar büyük kapasiteli olursa ve ne kadar ayrıntılı ve dikkate değer özellik telefon değil de SIM kartı tarafından üstlenilirse, basit bir SIM güncelleme özelliği olan SAT, gerçek bir çok amaçlı programlama diline o kadar yaklaşıyor.

SAT kullanarak, ağdan SMS formatında kodlanmış küçük programlar, ya da bu türden programların kullanacağı veri takımları indirebilirsiniz. Söz gelimi, elektronik bankacılık programları, telefon rehberi arayüzleri, hava durumu servisleri vb. uygulamaları SAT aracılığıyla denendi bile. Elektronik mobil bankacılığın ilk örneği, İngiltere'deki, Cellnet ağı üzerinden, Barclay Kredi kartları için 1997'de, SAT teknolojisine dayalı olarak uygulanmış.

İşletim Sistemi?

Cep telefonları ve diğer mobil elektronik aygıtlar hiçbir zaman bir mikrofon, hoparlör ve kablo yığınının ibaret olmadılar. Yeni servis ve platformlarla en az masaüstü bilgisayarınız kadar karmaşık birer yapıya büründüler. Bugün, Microsoft firmasının bile başlarda öngöremediği derecede işletim sistemine bağımlı bir hal aldılar. Çoktan pes eden Newton ve GEOS işletim sistemlerini saymazsak, 3 firmanın 3 işletim sistemi, pazarı ele geçirmek için kıyasıya yarışıyor: Symbian'ın EPOC'u, Microsoft'un Windows CE'si ve 3Com'un Palm'ı...

Nokia, GEOS kullanan Communicator serisinin yerini alacak makineleri için işletim sistemi ararken öncelikle Microsoft'un Windows CE'sini düşünmüştü. Ancak Microsoft, pazarı hafife alarak, ürün başına yaklaşık 20 dolarlık lisans bedeli istedi. O sıralarda, gelişmiş cep telefonlarının büyük bir pazara dönüşeceği pek öngörülüyordu. Nokia, bunun üzerine Psion el bilgisayarlarının yazılım ekibine,

kendisinden, Ericsson, Motorola ve Panasonic'ten uzmanların katılımını sağlayarak, Haziran 1998'de Symbian firmasının doğuşuna önayak oldu. En büyük 5 cep telefonu üreticisinden sadece Qualcomm, Symbian'a ortak değil. Yine de, Qualcomm ve Symbian, çeşitli konularda stratejik işbirliğine gidiyor.

Nokia'dan, gelecek için öngörülmüş bir üçüncü kuşak mobil iletişim terminali örneği.



Nokia 7110, WAP desteği veren ilk GSM telefon ürünlerinden biri oldu.

500 personeli ve 10 ofisi olan Symbian'ın ürettiği mobil işletim sistemi EPOC, bugün liderliği elinde tutuyor. Başlangıçta, Microsoft'un bu pazarı da tümüyle ele geçirmesi olasılığına karşı bir savunma taktiği görünümünde olan EPOC, paylaşılabilecek pasta hızla büyürken gitgide daha da saldırganlaşıyor.

3Com'un Palm işletim sistemi, uyuyan bir devi andırıyor. 3Com'un Palm avuçiçi bilgisayarları pazarın yarısından fazlasını ele geçirmiş durumda. Windows CE kullanan rakip avuç içi bilgisayar üreticilerinin Palm'a karşı en son kozları renkli ekran kullanmaya başlamış olmalarıydı. Ancak 3Com, geçtiğimiz günlerde piyasaya sürdüğü renkli ekranlı Palm II-İc ile karşı saldırıya geçti. Palm'ın, bu başarısını, mobil iletişim terminalleri pazarına taşımayı hedeflediğine kesin gözüyle bakılıyor.

Microsoft, kaçırdığı trene yetişmek için geç de olsa kolları sıvadı. Mayıs 1999'da satın aldığı Sendit firmasını, Microsoft'un mobil iletişim araştırma ve geliştirme bölümü olarak yeniden örgütledi. Daha önceleri Sendit, bağımsız olarak, Microsoft'un avuçiçi ürünlerine İnternet özellikleri ekleyen yamalar üretiyordu.

IBM, Intel, Oracle gibi diğer devler de, ister donanım geliştirerek, ister WAP portalları kurarak olsun, mobil iletişim pastasından dilim kapmak için kolları sıvadı. Mobil iletişim sektörü, şu günlerde en yoğun firma birleşmeleri ve ortaklık anlaşmaları yapılan sektör durumunda. Tüm işaretler, bilişim sektörünün İnternet'ten sonraki yeni yıldızının mobil iletişim olacağını gösteriyor.

Özgür Kurtuluş

Kaynaklar
www.bluetooth.com
www.ericsson.com
www.ctsi.org
www.gsm.org
www.nokia.com
www.symbian.com
www.umts-forum.org

İnsanlık tarihi boyunca birçok görüntüyle karşılaşırız. Mağaralardaki resimlerden, kumaş üzerine yapılan yağlı boya tablolara, fotoğraftan elektron mikroskobuna, Hubble teleskobundan elde edilen görüntülere kadar her yanımız görüntülerle çevrelenmiştir. Bu belki de bir görüntünün, herhangi bir şey üzerine söylenmiş pek çok sözcükten çok daha fazla şey ifade etmesindendir.



Bilimsel Görüntüleme Tarihi

Dünyanın çeşitli yerlerindeki farklı kültürlerde resimlerin yapıldığına tanık olmuşsunuzdur. Bunlar, birçok arkeolog ve sosyal antropolog için o kültüre ilişkin, yaşamsal ve düşünsel kavramlandırma üzerine bilgiler sunmuştur. Bu pratiğin bir sanat biçimine dönüştüğü görülebilir. Ancak estetik algılayışlarımızı tatmin etmenin yanında resimler, görüntülenen nesneyi bize aktarırlar. Rembrandt'ın 'Yıldızsız Gece' resmine baktığımızda Hollanda toplumsal sınıflarından kesitler görü-

rüz. Bu resim bize keşiflerden sonra toplumsal yapının nasıl değiştiği konusunda bir fikir verir. Tarihsel çıkarımlar yapmanın yanında resimler, fotoğrafın bugünlerde kullanım amacı doğrultusunda da işe yaramıştır. Örneğin 16. yüzyılda Afrika'dan Avrupa'ya getirilen gergedanın çizilen resimleri, bu egzotik ve garip hayvanı, neye benzediğini Avrupa ülkelerine tanıtmakta kullanılmıştır. Bu gravürler, gergedan gibi daha önce hiç görülmemiş, üzerine hikayeler yazılan hatta mitolojide

tek boynuzlu at olarak geçen bu hayvanın uzak ülkelerde tanınmasını sağlamıştır.

Sanatsal anlayışta resimler bize yeni heyecanlar, algılar ve duygular verir. Ancak bunların da ötesinde pek çoğu, içinde yaşadığımız dünya ve insanlığının yarattığı yapılar, bunların ayrıntıları üzerine bilgiler sunar. İşte salt sanat amacıyla yapılan resimlerin yanında, belli bir noktadan sonra bu ikinci gereksinimimizi karşılayacak resimler yapılmaya ve kullanılmaya başlandı.



İlkçağ Resimleri

En eski resimleri insanların bir zamanlar sığınak olarak kullandıkları mağaralarda görüyoruz. Pek çok sanat kitabı bu resimlerle başlar ve bunları insanlığın ilk sanatsal yapıtları olarak niteler. Bu yorumun gördüğü yaygın kabule karşın, bu resimler üzerine başka görüşler de var. Mağara resimlerinin pek çoğu hayvanları hareket halinde gösterir. Bunun yanında avlanma sahneleri ve hayvana saldırı yöntemlerini gösteren resimler de vardır. Fransa'nın Font-de Gaumme mağarasında, bir tuzakla yakalanan bir mamutun resmi bulunur. Yine Fransa'da Niaux mağarasında bir bizon resmi vardır. Bu re-



Bu iki görüntüde yastıklarımızda bulunan ve saç kaşıntısına neden olan akar (Pediculus capitis) görülüyor. Soldaki görüntü 1898 tarihli bir tahta basımı. Sağdaki görüntü ise polarize ışıkla çekilmiş ve yapay olarak renklendirilmiş bir örnek.

simde ilginç olan, hayvanın yaşamsal noktalarına yönelmiş okların bulunmasıdır. Prehistorik zamana ait Bengal'de bulunan bir resim bir gergedan avını gösterir. Abbé Henri Breuil ve Johannes Maringer adlı iki bilim adamı bu resimlerin yalnızca süsleme ya da sanat amacıyla yapılmadığını iddia ediyorlar. Bu iki bilim adamı, resimlerin günlük yaşam alanının dışında, daha derin mağaralarda bulunmasını, bunların, didaktik amaçlı kullanıldığını ve avlanma üzerine öğretici yöntemler gösterdiğini ileri sürüyorlar. Avlanma öncesi hazırlıkların bir tür ayin içinde gerçekleştirildiği ve bu ayinlerin öğretici yönleri olduğu düşünülürse ileri sürülen görüşler çok da mantıksız değil. Yine de insanoğlu yerleşik hayata geçip, avcılık daha az önemli hale geldiğinde bu resimlerin bırakılıp çanak, çömlek gibi nesneler üzerinde süslemeye dönük desenlere dönüştüğünü görebiliriz.

Eski Mısır ve Hiyeğrolif

Ama resimler çeşitli uygarlıklarda yine karşımıza çıkar. Eski Mısır'da ayrıntılı şekilde yapılmış duvar resimleri bulunur. Firavunun

yaşamını anlatan, tarihsel ve sonraki hayata ilişkin dinsel temaların işlendiği bu resimlerin çoğunda farklı türde hayvan ve bitki resimleriyle karşılaşırız. Mısırlıların birçok alanda olduğu gibi tıp ve eczacılık alanında da belli bir bilgi birikimleri olduğunu biliyoruz. Kimi resimler, yenebilen ve sağaltıcı etkisi olan bitkileri göstermek için kullanılıyor olabiliirdi. Bu gibi konular henüz açıklığa kavuşmamış ve eldeki kısıtlı kaynaklardan çıkarılan tahminler olabilirse de, Mısır uygarlığının en önemli temellerinden biri, kullanılan yazıdır. Aslında bu yazının bulunması üzerine Plato'nun Phaedrus kitabında Socrates özetle şöyle bir hikaye anlatır. Eski Mısır'da Theuth adlı bir tanrı vardır. Bu tanrı aritmetik, ge-

ometri, astronomi gibi bilimlerin ve daha pek çok şeyin yaratıcısıdır. Ama Theuth'un en büyük buluşu "harfler"dir. Bütün Mısır üzerinde hükümlanlığı süren tanrı Thamus'dur ve Ammon olarak da bilinir. Theuth tanrı Thamus'a giderek buluşlarını gösterir ve bu buluşların Mısırlıların yaşamlarını kolaylaştıracağı düşüncesiyle hepsini tek tek sunar. Thamus buluşlar üzerine sorular sorar ve kimine izin verirken kimini yasaklar. "Harf"lere geldiğinde Theuth bunların insanları daha bilge yapacağına ve daha iyi bir belleğe sahip kılacağına söyler. Thamus bu görüşe katılmaz ve "harf"lerin insanların ruhunda unutkanlığa sebep olacağına, gerçeğe değil, gerçeği sunan bir gerçekliğe inanılacağını söyler. Bu öyküden farklı çıkarımlar yapılabilir. Konu açısından önemli olan nokta 20. yüzyılda yaşamış bir dil bilimci olan Ferdinand Sasse- re'nin yaptığı çalışmalarla ilgili olanı; göstergibilimdir. Thamus gösterge ve gösterilen üzerine konuşurken belki de ilk göstergibilimsel çıkarımlara ulaşıyordu. Ama Mısır'da göstergelerin bir işaret ya da harf olmadan birer resim olduklarını hatırlayalım. Bu, Dünya'daki diğer uygarlıklarda da görülebilir, örneğin Aztek ve Maya yazıları, ya da Çinlilerin Kanji yazıları resimlerden oluşmuştur.



Bilinen en eski görüntülerden biri 400 yılına ait. Crateus'un bitkiler üzerine yaptığı çalışmanın bir kopyasından.



940 yılından bir Çin gökyüzü haritası. Merkez altta Büyük Ayı'yı seçebilirsiniz ancak diğer takım yıldızları bize pek bir anlam ifade etmiyor.

En doğrudan aktarım biçimi olan bu resimler zaman içinde değişerek çizgi haline bürünüp estetik açıdan kusursuz olan harflere dönüşmüştür.

Eski Yunan

Resimlerin harf haline dönüşmesiyle yazılı metinler insanoğlunun bilgi birikimini saklayan en önemli araçlar oldu. Akdeniz'de Yunan uygarlığı altın çağını yaşarken birçok filozofla karşılaşıyoruz. Bu filozoflar doğayı anlamak ve evrenin sırlarını çözmek için çalışmalar yapmışlardır. Sokrates, öğretilerini yazılı olarak vermemiştir. Onun öğrencisi olan Plato astronomi, matematikle olduğu gibi sosyal bilimlerle de ilgilenmiştir. Plato'nun öğrencisi Aristoteles ise yüksek gözlem yeteneği sayesinde hayvanlar ve bitkiler alemini sınıflandırmış, fizik ve astronomi üzerine kitaplar yazmıştır. Aristoteles'in bu çalışmalarına resimlerin eşlik ettiği konusunda elimizde yeterli kanıt olmasa da, Ortaçağ'daki Aristoteles çevirilerinde resimlere rastlanır. Adını en çok duyduğumuz bu filozofların bu kadar verimli olmaları ve her konuda yazmaları o zamana kadar varolan bilgi birikimi sayesinde gerçekleşmiştir. Bu bilgi de

öncü Yunan filozofları tarafından sağlanmıştır. Sakızlı Hippocrates "Geometrinin İlkeleri" adlı bir kitap yazmıştır. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için en azından kendisinin geometrik çizimler yaptığı düşünülebilir. Onu izleyen Pythagoras ve Euclides'in



teorileri günümüzde hâlâ kullanılıyor. İnsanoğlu doğada olmayan düz bir çizgi çekerek teknolojiye yol açacak bir girişimde bulunmuştur. Karelerin, üçgenlerin, çemberlerin çizimiyle alan, hacim gibi bilgilere ulaşılmış ve burada oluşan bilgi birikimi aksiyomatik düşüncenin temellerini oluşturmuştur.

İznik'li Hipparchus astronomiyi bulan kişi olarak bilinir. Güneş tutulmasını hesaplamak için Ay ve Güneş'in hareketlerini inceleyen Hipparchus yaptığı gözlemlerle bir gökyüzü haritası çizmiş ve takım yıldızları belirlemiştir. Onun yaptığı bu belirlemeler modern astronominin temelini oluşturur.

Eski Yunan'da bu bilimsel düşünce büyüdü ve öğretti, kitaplarla ve belki de resimlerle farklı yerlere taşındı. Aslında bilimsel görüntüleme ile ilgili Eski Yunan'a dair kesin kanıtlar olmasa da o dönemlere ait önemli bir yapıt bulunmaktadır. Büyük İskender İ.Ö. 323 yılında öldüğünde generallerinden biri olan Ptolemy Mısır'da bağımsızlığını ilan eder. Üç yüzyıl sürecektir olan bu hükümlerlik süresince İskenderiye Kütüphanesi kurulur ve burası dünyanın bilimsel merkezi haline gelir. Bu sürecin son dönemlerinde yaşayan Crateuas bitkilerin sağaltıcı etkileri üzerine çalışmalar yapıyordu. Tıbbi önemi olan kimi bitkileri belirlemiş ve bunların tanınmasını sağlamak için resimlerini çizmiştir. Bu çizimlerden yapılan kopyalardan kimileri günümüze kadar ulaşmıştır. Böyle benzeri çizimler, yanmadan önce İskenderiye Kütüphanesi'nde bulunuyor olabirdi.

Ortaçağ'da Avrupa

Ortaçağ'a gelindiğinde toplum ve bilimsel çalışmalar üzerinde en büyük güç olarak Kilise kurumunu görüyoruz. Kilise Aristoteles'in öğretilerine sıkı sıkıya bağlıydı. Aristoteles'in mater-

Ortaçağ Avrupası'nda bunun gibi gravürler çeşitli hastalıkların tedavisini anlatan öğretim araçları olarak kullanılıyor olabirdi.



Solda Leonardo'nun insan iskeleti üzerine yaptığı çalışmalar var. Sağdaki görüntü ise Vesalius'un anatomi çalışmaları görülüyor.

yalist bir düşünceye sahip olması bundaki en önemli etkendi. Ruhani ve gerçek olarak ikiye bölünen dünyanın ilk kısmı İncil, ikinci kısmı da Aristoteles'in öğretileri tarafından açıklanıyordu. Öğretilerin çok katı olması da önemli diğer bir nokta. Çünkü Aristoteles'in öğretilerindeki yanlışlıklar pek çok Yunan ve Romalı filozof tarafından gösterilmiş ve kanıtlanmış olsa da, bu düşünceler bir süre sessizliğe bürünecekti. İnsanların ortaya koyduğu yeni buluşlar ve bilimsel gerçekler bile Kilise ve Aristoteles'in öğretilerine aykırı olduğu için bunları ortaya atmanın ölümüne bile sebep oluyordu. Ortaçağ'da bilimsel ve teknolojik gelişmenin yavaşladığını söyleyebiliriz. Resimler Eski Mısır'da olduğu gibi dini açıdan kullanılıyor ve İsa'nın hayatını gösteriyordu. Her ne kadar katı bir anlayış hakim olsa da bilimsel çalışmalar sürdürülüyor ve köprü, kilise ve diğer binaların yapımı için teknik çizimin ilk örneklerine dayanılıyordu.

Doğu Bakışı

Avrupa bir duraklama dönemi yaşarken, Yunan düşüncesini alan Arap düşünürler bilimsel açıdan bilgilerini geliştiriyorlardı. Halife Memun'un teş-

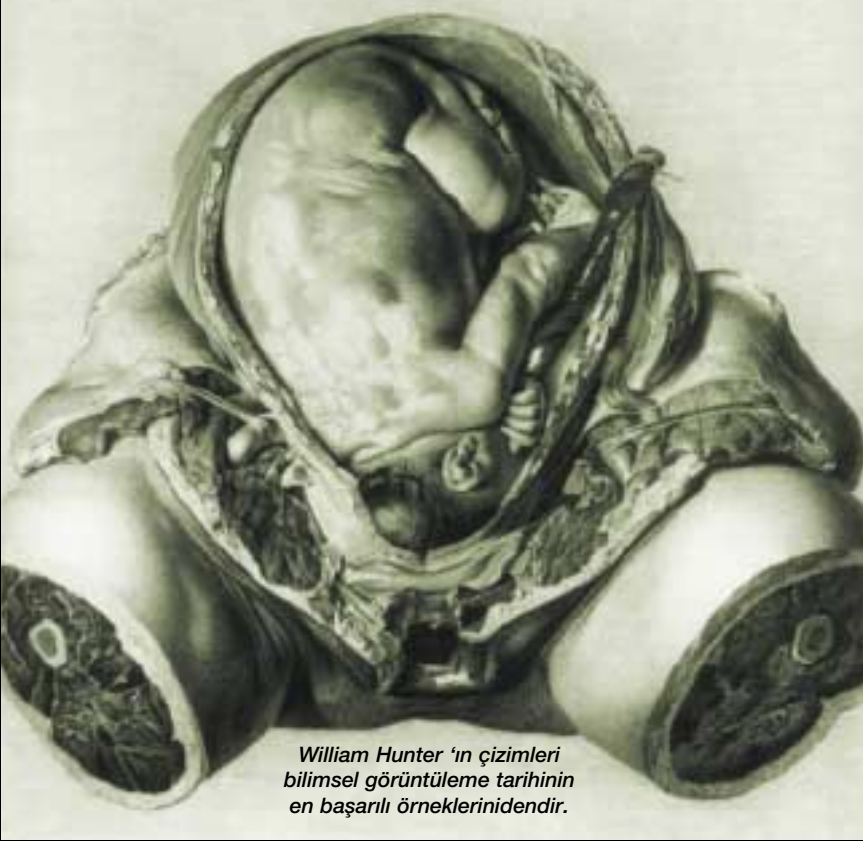


Görme üzerine yazılmış bir İslam kaligrafisi harikası.

vikleriyle Bağdat bilimsel bir merkez haline geliyor, Yunan filozoflarından çeviriler yapılıyor ve bilim adamları ve filozoflar çalışma yapmak için Bağdat'a davet ediliyordu. Resimleme din tarafından yasaklandığı için bu alanda bir gelişme yoktu. Öte yandan kaligrafi, önem verilen bir sanattı. Böylece görüntüleme farklı bir biçime büründü. Süsleme, yazılı metinler için de önem kazandı. Bu sayede yazılı metinlerin bir tür diyagram halinde verildiklerini görüyoruz. Görme üzerine yazılan bir metin bunun en güzel örneği.

Aslında bütün yasakların kesin kes uygulanamaması gibi, İslam dünyasında da resim örneklerine rastlıyoruz. Bunların pek çoğu savaş ve sosyal hayatı görüntüleyen minyatürlerdir. Bu minyatürlerin yanında El Cezeri'nin yaptığı otomatların, mekanik aygıtların çizimleri de görülür.

Uzak Doğu'ya baktığımızda en eski resimleri Çin'de buluruz. Bunlar cinsel uzuvları abartılmış kadın resim-



William Hunter 'in çizimleri bilimsel görüntüleme tarihinin en başarılı örneklerindendir.

leri, mitolojiye dayalı ejderha ve maymun resimlerinden oluşur. Daha sonra Tao'nun etkisiyle Çin'de, görülenin arkasında gizli olanı bulmak için yapılan resimlerle karşılaşırız. Perspektifi ya da ışık ve gölge oyunları olmayan bu resimler bir bambu dalını, bir dağı, ağaçları ya da hayvanları görüntülemekten çok yaratılan duyguyu aktarmaya çalışan resimlerdir. Çin'de genel gelişim bu yönde olsa da, bilimsel görüntüleme örnekleriyle de karşılaşılır. İ.S. 900'lere ait bir gökyüzü haritası bu resimlerin ilginç örneklerindendir. Ayrıca bir atın üstündeki akupunktur noktalarını ve bunların hangi hastalığın sağaltımına ilişkin olan resim ilk veteriner yazıtlarından biridir.

Bilimsel Görüntülemenin Hız Kazanması

Zamanla birlikte koşullar da değişiyordu. Toplumun yapısında ve algılayışında aydınlanma çağının ilk nüveleri görülebiliyordu. Ancak günümüz anlamında bir bilimsel görüntüleme yapılabilmesi için daha bir hayli zamana gereksinim vardı. Özellikle 18. yüzyıl ve

fotoğrafın bulunuşuna kadar altın çağını yaşayacak olan bilimsel görüntülemenin bu aşamaya gelmesinde deniz yollarının kullanılmaya başlanması, yeni kıtaların bulunup buradaki farklı yaşam türlerinin ilgi çekmesi, akılcılığın toplumda egemen olup bilimsel açıdan pek çok gerçeğin bulunması etkilidir. Napolyon'un Mısır seferinde götürdüğü askerler yanında tüm ülkenin doğa

yaşamı ve tarihini resmeden birçok ressamın bulunması, o dönemde bilimsel görüntülemenin ne kadar önem kazandığına iyi bir göstergedir.

İnsan Görüntüleri

15. yüzyıl ve sonrasında resmin Avrupa'da önem kazandığını görüyoruz. Sanatsal açıdan yapılan resimlerin yanında, insan anatomisi üzerine çalışmalar yapan iki isimle karşılaşırız. Bunlardan ilki Leonardo da Vinci'dir. Büyük bir ressam olmasının yanında, da Vinci Yunan filozofları gibi pek çok şeye birden ilgi duyuyordu. Çalışmalarını çizimlerle yapan da Vinci, bu çalışmalarında insan anatomisinden, mekanik aygıtlar hatta uçmak için kanatlar tasarlamış ve görüntülemiştir. Da Vinci'nin 30'dan fazla kadavrayı kendi elleriyle ayırdığı ve hepsini tek tek incelediği söylenmiştir. Bir başka rivayete göre, da Vinci'nin anatomi üzerine olan çalışmaları Papalık tarafından yasaklanmıştı. Da Vinci'den sonra en önemli isim olarak karşımıza Vesalius çıkar. Bir yunan filozofu olan Galen'in tıp üzerine olan çalışmalarına bağlı olarak yetiştirilen Vesalius, insan anatomisi ve işleyişi üzerine çalışmalar yapmış ve bunları görüntülemiştir. Vesalius, Galen öğretilerinde 200'ün üzerinde yanlış düzeltmiştir. 17. yüzyılda Descartes'ın bile görme üzerine çizimler yaptığı görülür. Bu yüzyılın en önemli isimlerinden biri William Har-



Dürer'in yaptığı bu gravür daha birçok görüntülemeci tarafından kullanılacaktır. Dürer'in görmeden çizdiği bu resim hayli başarılı.



18. yüzyılda bilimsel görüntülemeler bu iki örnekte görüldüğü gibi canlının tüm evre ve yapılarını resmetme amacı güdüyordu.



vey'dir. Kan dolaşımını bulan Harvey birçok canlıyı incelemiş, Galen ve Aristoteles'i kaynak olarak kullanmış ve çalışmalarını sunduğu "De Mortu Cordis" kitabında kan dolaşımını bir insan kolunu resmederek göstermiştir. 18. yüzyıl'da William Hunter'ın kadvralar ve William Cheselden'in kemikler üzerine yaptığı çalışmalar kusursuzdur.

Hayvan Görüntüleri

Çağlardan beri görüntülenen hayvan ve bitkiler özellikle deniz yolculukları ve yeni toprak ve kıtalardaki farklı canlıların bulunmasıyla hız kazanmıştır. İlk başlarda birçok canlı eski kıtaya getirilse de yolculuk ve iklim farklılıkları yüzünden bunların çok yaşamadığı görüldü. Nitekim Albrecht Dürer Lizbon'a getirilerek sergilenen gergedanı hiç görememiştir; çünkü gergedan Avrupa'ya geldikten sonra kısa bir süre içerisinde ölmüştür. Ancak Dürer'in 1515'te yaptığı bir gerge-

dan resmi bilimsel görüntülemenin en önemli yapıtlardan biridir. Dürer gergedan hakkında anlatılanlar üzerine aldığı notları birleştirerek o zamanlar Avrupa için çok gizemli görünen bu yaratığı görüntülemiştir. Küçük yanlışlıklar dışında Dürer'in resmi o kadar gerçekçidir ki, bu, yeni canlılar üzerine anlatılan bir mitolojinin sonunu getirmiştir. Uzak diyarlardaki canlıları göstermek amacıyla keşif gezileri yapılmaya baş-

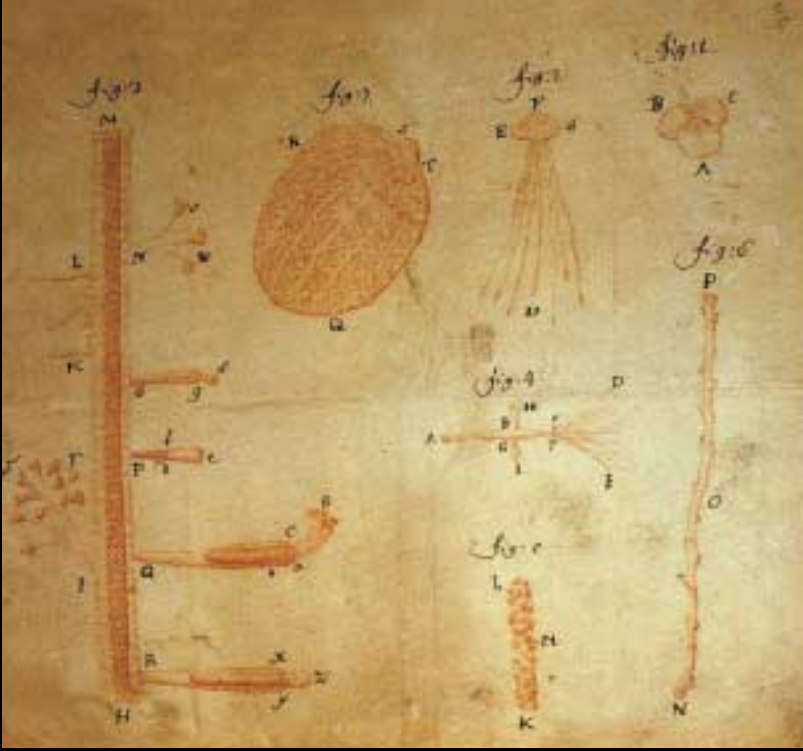


800 yılından kalan bu resim, gerçekçi üslupla yapılan en önemli görüntülerden biridir.

landı. Hatta ticaret gemileri mürettebatına ressam da katılmaya başladı. Özellikle çok fazla türde bulunan kuşlar ve böcekler işlenen konuların başını aldı. Konu alınan canlının, farklı yaşam evrelerinin, aynı kağıt üzerine çizildiği resim tabakaları soyluların duvarlarını süslemeye başladı.

Bitki Görüntüleri

Eczacılıkta kullanılmaları açısından bitkiler üzerine olan çalışmalar çok daha eskiye dayanır. Crateuas'ın çalışmalarından kopyalanan çizimler "Codex Vindobonensis" adındadır ve bitkiler üzerine yazılan ve bitkilerin görüntülediği en eski el yazmasıdır. Bunun dışında 800 yılından Serapion'un kusursuz çizimleri de önemli bir kaynaktır. Bitkiler üzerine yapılan çalışmaların aslında 1400'ler gibi hayli olgunlaştığı ve doğal çalışmalarla kusursuza yakın çalışmalar yapıldığı görülür. Bu alandaki çalışmalar yeni kıtaların keşfiyle daha da kusursuzlaşacak



Solda Leeuwenhoek'un hidra üzerine yaptığı çalışmalar var. Sağda ise Leeuwenhoek'un bulduğu tek hücreli canlılar üzerine yapılmış ayrıntılı bir görüntüleme yer alıyor.

ve tomurcuk, yaprak, çiçek, meyve, tohum gibi bitkinin farklı yaşamsal evreleri de resmedilecektir.

Gökyüzü Görüntüleri

Çeşitli nedenlerden dolayı Dünya'yı evrende bir yere oturtma çabaları, belki de geleceğin okunabildiğini düşünen astrologlar tarafından yapılan yıldız haritaları yüzünden en eski görüntülemeler kuşkusuz ki gökyüzü üzerinedir. Birçoğu Yer merkezli olan bu çizimler, gözlemlerin artması ve yeni buluşlarla yerlerini Güneş merkezli bir düzleme bıraktı. Gökyüzü üzerine Arap gökbilimcilerin ve Çinlilerin de çizimleri olduğu biliniyor. Teleskobun bulunmuş olması, Tycho Brahe, Kepler ve Galileo'nun çalışmalarında şüphesiz ki çok etkiliydi. Onların bu bilgilere ulaşmaları ve bu bilgiler için çizimleri kullanmaları gökyüzü üzerine olan bilgi hazinesinin korunması ve gelişmesi açısından önemlidir.

Küçük Dünyalar

Teleskobun yepyeni bir uzam yaratması gibi aynı etkiyi mikroskop da yaratmıştır. Bizi daha önce bilmediğimiz dünyalara

götürmüştür. Batı'da ilk örnekler 16. yüzyılda verilmiştir. Bunlar kar tanelerinin kristal yapısını ortaya koyan görüntülerdir. Daha sonra, mikroskobun kullanımı yayıldıkça, bu aygıtın sunduğu yeni dünyayı resmetmek ve görülmeyeni gözler önüne sermek uğraşı, birçok bilim adamının uğraş konusu oldu. 1665 yılında yayınlanan Robert Hooke'un Micrographia kitabı bit, pire, akar gibi canlıları resmediyordu, bilimsel görüntüleme açısından çok önem taşıyan bu kitabı, Leeuwenhoek'un çizimleri izledi. Mikrobiyolojinin babası olarak bilinen Leeuwenho-

Kepler'in Ay yüzeyi üstüne olan çalışması.



ek, gözle görünmeyen canlıları inceliyor ve bunların resimlerini yapıyordu. Leeuwenhoek'un hidra ve spermatozoa çalışmalarını, de Graf'ın alyuvary izledi. Bundan sonra da bakteriler, tek hücreli canlılar, mikroskobik yosunlar ve mantarlar üzerine verilen resim örnekleriyle bilimsel görüntüleme daha da hız kazandı.

Kuşku yok ki bilimsel görüntüleme tarihi burada anlatılanlardan çok daha geniş ve zengin. Hatta zooloji, botanik, astronomi görüntülerinin dışında, teknik resim, haritalandırma gibi diğer görüntüleme dallarıyla da ilişkisi olan bilimsel görüntülemenin yalnızca gelişimi ve en önemli örneklerini aktardık. Tabii 1800'lerin sonunda fotoğrafın bulunması ve hızla yayılmasıyla görüntüleme bambaşka bir anlam kazanacak ve çok daha geniş kitlelere aktarılacaktır. Bu yeni tekniğin kullanımıyla bilim fotoğrafçılığı gelişecek ve daha önce hiç görülmeyen dünyalar gözler önüne serilecektir.

Özgür Tek

- Kaynaklar
Basalla, G., *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, 1998
Bixby, W., *Galileo ve Newton'un Evreni*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1997
Ford, B. J., *Images of Science*, The British Library, 1992
Hodges, E. R. S., *The Guild handbook of scientific illustration* Van Nostrand Reinhold, 1989
James, P., & Thorpe, N., *Ancient Inventions*, Ballantine Books, 1994
Plato, *Phaedrus*, Liberal Arts Press New York 1977



Bilim Fotoğrafçılığı



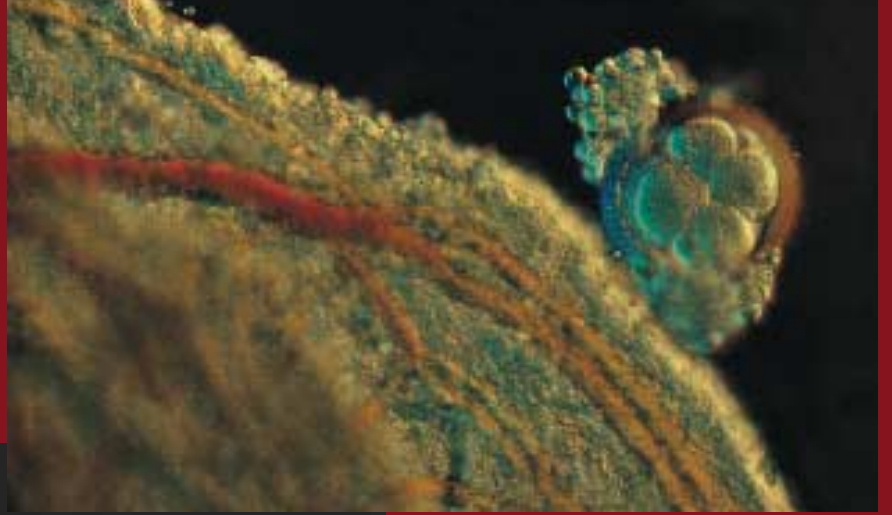
Fotoğraf tekniği 1839 yılında bulundu. Bu buluşla bilim dünyası, daha sonraki yıllarda, bilimin pek çok alanında yararlar sağlayacak önemli bir araca kavuşmuştu. O yıllarda, bilim adamları, mikroskopla ya da teleskopla gördüklerinin kalıcı görüntüsünü elde etmek istediklerinde kâğıt-kaleme başvurmak zorunda kalıyorlardı. Oysa geliştirilen fotoğraf tekniğiyle gözlemledikleri nesneleri, tıpkı gördükleri gibi, kalıcı görüntüler haline dönüştürebileceklerdi. Böylece, bilim fotoğrafçılığı başlamış; objektif, kameranın yanılmaz gözü olmuştu. O yıllarda çekilen fotoğraflar arasında özellikle Eadweard Muybridge adındaki bir İngilizin çalışması ilgi çekmişti. Muybridge, ilk kez, bir atın koşarken nasıl adım attığını tüm detaylarıyla görüntülemeyi başarmıştı. 19. yüzyılın sonunda, bir Alman profesörü Wilhelm Conrad Röntgen'in keşfettiği X-ışınları, bilim fotoğrafçılığı alanında devrim yaratmıştı. Günümüzdeyse, teknolojiye hızlı gelişmeler sayesinde, bilimin her alanı için değişik görüntüleme teknikleri geliştirilmiştir. Bilim adamları, ışık ışınlarından çok daha ince ışınlarla çalışan elektron mikroskoplarıyla, en küçük canlıların, tek tek hücrelerin ve atomik yapıların fotoğrafını çekebiliyor, ultrasonografi adlı görüntüleme tekniğiyle de anne karnındaki cenini görebiliyorlar. Bugün tıp alanında kullanılan tomografi yöntemindeyse milimetrik incelikteki vücut kesitlerine ait bilgiler, bilgisayarda üç boyutlu görüntülere dönüştürülüyor. Bu teknik sayesinde, araştırmacılar, örneğin beynimizin nasıl çalıştığını görebiliyorlar. Günümüzde bilim fotoğrafçılığı, küçük boyuttaki nesnelerin görüntülenmesinin yanı sıra, çok büyük yapıların ve olguların görüntülenmesinde de yaygın olarak kullanılıyor. Nitekim gökbilimciler, uzaya fırlatılan dev teleskoplar yardımıyla, milyonlarca ışık yılı uzaklıktaki bulutsuların, gökadalara ve yıldızların fotoğraflarını çekebiliyorlar. Dünya'nın çevresinde dönen uyduların gönderdiği yeryüzü fotoğrafları sayesinde meteoroloji uzmanları hava tahminleri yapabiliyor, okyanusbilimciler ve yerbilimciler, denizlerde ve karalardaki pek çok değişimi gözlemleyebiliyorlar. Bilim fotoğrafçılığına yeni bir boyut katan bilgisayar teknolojisiyse araştırmacılara bilimin değişik alanlarında pek çok kolaylık sağlıyor. Gözün göremediği kimi karmaşık süreçlerin ve olguların bilgisayarda yapılan benzetim modellerinde görselleşmesiyle bilim adamları, kimi sorunlara daha kolay çözüm bulabiliyorlar. Günümüz fotoğrafçılığının bilime tanıdığı olanaklar sınır tanımıyor; gün geçtikçe bilimin görüntülenmesine yeni boyutlar kazandırılıyor. Bu olanaklar, bilim adamlarının düşlerini gerçekleştirmelerini kolaylaştırıyor. Onlar, 2009 yılında, Şili'deki Atakama Çölü'ne dev bir teleskop yerleştirmeyi planlanıyorlar. Altmış dört aynaya sahip olacak bu teleskopla, uzayın o güne kadar hiç göremedikleri derinliklerine bakabilecekler. Bu teleskop, belki de evrenin oluşumuna ilişkin bilgi edinmelerini sağlayacak.

Tıp alanındaki görüntüleme teknolojisi 1895 yılından sonra hızla gelişti. Fizikçi Wilhelm Konrad Röntgen'in keşfettiği X-ışınlarıyla, ilk olarak eşinin elinin görüntüsünü elde etmesi, tıp alanında devrim yaratmıştı.



Tarih boyunca insanoğlu, vücudunun iç yapısının nasıl olduğunu merak edip durdu. Ne var ki vücudun içinde neler olup bittiğine ancak fotoğraf tekniğinin geliştirilmesiyle tanık olabildi. Fotoğrafta, atardamarlara ait kılcal damarların, tıpkı bir ağ gibi, insanın kalbini nasıl çevreledikleri belirgin bir biçimde görülüyor. Kalbe oksijen taşıyan bu damarlarda bir pıhtıdan dolayı tıkanıklık olduğunda kas dokusu yırtılabiliyor. Böyle olduğunda, yüksek basınç altındaki kan, kalpten dışarı fışkırıyor. Bu da kalbin birkaç dakika içinde durmasına yol açıyor.

İnsanın oluşum serüveninin başlangıcı: Bir ışık mikroskopuyla elde edilen bu fotoğrafta, iki gün önce bir sperm tarafından döllen bir yumurta görülüyor. Yumurta kanalından geçerek dölyatağına ulaşacak olan yumurta burada bölünmeye başlayacak.



Erkeğin sperminin kadının yumurtasını döllemesinden beş ay sonra, anne karnındaki ceninin yüz hatları belirginleşmiş oluyor.



Bilim adamları, AIDS'e yol açan virüsü (HIV) ilk olarak 1983'te bulmuşlardı. 1986 yılının Haziran ayında, Lennart Nilsson adlı bir araştırmacı, tarayıcı elektron mikroskobu yardımıyla bu ölümcül virüsleri (mavi renkte), insanın bağışıklık sistemini oluşturan T hücrelerinden birinden çıkarırken görüntüleyebilmişti (30 000 kez büyütülmüş).



Dünya'yı kuş bakışı
gören uyduların, yeryüzüne
sürekli gönderdiği
görüntüler sayesinde
meteoroloji uzmanları,
fırtınaların ve rüzgârların
yönüne ilişkin bilgi
ediniyorlar. Dakar'ın ve
Senegal Nehri'nin
kuzeyinde, rüzgârların Sahra
Çölü'nden kaldırdığı bir toz
bulutu batıya doğru yol
alıyor. Sahra Çölü üzerinden
esen rüzgârlar, her gün
yaklaşık bir milyon ton
Sahra tozunu Atlas
Okyanusu üzerinden değişik
bölgelere taşıyorlar.
Rüzgârlar yükün bir
bölümünü genellikle Güney
Amerika'ya kadar
götürüyorlar. Organik
maddeler ve minerallerce
zengin olan bu toz
tanecikleri, bu bölgeki
yağmur ormanlarını besliyor.



Gelecekte, bilim adamlarının
araştırmalarında yaygın olarak
kullanacakları görüntüleme
teknolojilerinden biri de
simülasyon olacağı benziyor.
Uçak tasarımcıları, bilgisayar
simülasyonu ile yarattıkları doğal
ortamda, tasarladıkları uçakların
pilot kabinine oturarak bunların
uçuş yeteneklerini deniyorlar.

Felç Aşısı Yolda mı?

Felç, dünyada önde gelen ölüm nedenleri arasında. Her yıl milyonlarca insan bu yüzden yaşamını yitiriyor; kurtulanlarda da düşünsel ya da bedensel sakatlıklar bırakıyor. Gerçi yeni tedavi yöntemleri felcin yol açtığı hasarı bir ölçüde sınırlayabiliyor. Ama bunların etkili olabilmesi için kısa sürede uygulanması gerekiyor. Şimdiye araştırmacılar, fareler üzerinde yürüttükleri deneylerle, beyin yaralanmaya gösterdiği tepkiden yararlanıp beyin hasarlarını önleyecek bir strateji geliştirmiş bulunuyorlar.

Aslında yapılan, felç ve şiddetli sara nöbetinin yol açtığı beyin hücresi ölümlerine karşı farelere bağışıklık kazandırmak. Yeni Zelanda'daki Auckland Üniversitesi'yle ABD'nin Philadelphia Eyaleti'ndeki Thomas Jefferson Üniversitesi nöroloji uzmanlarından Matthew During ve ekibi, genetik mühendisliği yöntemine başvurmuşlar, NMDA almacının bir bölümünü barındıracak biçimde değişime uğratılmış bir virüsü farelere aşılamışlar. Felcin ardından büyük miktarda salgılanan glutamat, almacı aşırı ölçüde uyarıyor; bu da beyin hücrelerinin ölümüne yol açıyor. Ekip, deneylerini, özel virüsün felcin hasara uğrattığı beyin bölgesine girip NMDA almacılarını bulacak ve bunların öldürücü bir biçimde uyarılmalarını önleyecek antikörlerin üretimini hızlandıracak varsayımına dayandırmış.

Yöntem, şaşırtıcı ölçüde başarılı olmuş. Londra'daki King's College Psikiyatri Enstitüsü'nden Brian Meldrum'a göre sonuçlar, umulabileceğin en iyisi. Ancak Kuzey Carolina (ABD) Duke Üniversitesi'nden James McNamara, insanları nöral antijenlerle aşılamanın istenmeyen olası etkileri konusunda uyarıda bulunuyor. Araştırmacıya göre yöntem, hem öğrenme bozukluklarına hem de beyin iltihabı gibi sorunlara yol açabilir.

NMDA almacını tıkamak için geliştirilmiş başka bazı ilaçlar da klinik olarak kullanılıyor. Ancak bunların istenen etkiyi yapabilmesi için felcin üzerinden bir saat geçmeden verilmesi gerekiyor. Oysa felçli hastalara bu süre içinde tıbbi yardım ulaştırabilmek ol-

dukça güç. Hemen uygulanabilecek bir tedavi yöntemi peşinde olan During ve arkadaşları, felç ya da benzer bir travmatik olayın ardından kan-beyin bölgesinin yıkılması olgusundan yararlanmışlar. Bu, normal olarak protein gibi büyük moleküllerin beyne girmesini önleyen bir zar. Bu engel ortadan kalkınca kan dolaşımındaki NMDA antikörleri beyne sızabiliyorlar.

Varsayımı sınamak için ekip adeno ilintili bir virüsün yapısını değiştirmiş. Bu işlem sonucu virüs NMDA almacının bir bölümünü yaptıracak bir DNA parçası kazanmış. Araştırmacılar farelere bu virüsten bir doz aşılamışlar ve antikörlerin kanda birikmesi için 1-3 ay



süreyle beklemişler. Daha sonra, felç etkisi oluşturmak için beyne giden atardamarlardan birine, çeperlerinin büzülüp kapanmasını sağlayan bir ilaç uygulamışlar. Kan akışının böylelikle kesilmesi, normal olarak beyin büyük bir bölümünde ağır hasara yol açar. Oysa aşılanan farelerin beyinlerindeki hasarlı bölgenin (lezyon) boyutları, aşılama kontrol grubundakilere göre %70 daha küçük çıkmış.

During ve ekibi, yöntemin etkisini denemek için farelerde *status epilepticus* denen, uzun ve giderek şiddetlenen sara nöbetleri de oluşturmuş. Bunun için başka bir grup fareye, büyük ölçekte glutamat salgılanmasına yol açan *kainate* adlı bir bileşik aşılanmış. İnsanlarda uzun süreli nöbetler, beyin hipokampus bölgesinde hücre ölümlerine yol açabiliyor. Korunmamış gruptaki farelerden %68'i, bu işlemten sonra ağır nöbetler geçirmeye başlamışlar ve hipo-

kampuslarında büyük ölçüde hücre ölümlü gerçekleşmiş. Oysa daha önce değiştirilmiş virüsle aşılanan farelerin ancak % 22'sinde nöbet görülmüş. Bu farelerdeki hipokampus hasarı da neredeyse belirlenemeyecek kadar az olmuş.

Bütün bunlara karşın, McNamara dikkati elden bırakmıyor. Araştırmacı, antikörlerin NMDA almacılarını nasıl bastırdığı konusunun tam olarak aydınlanamadığını söylüyor. Gene de McNamara'ya göre sonuçlar umut verici. "Eğer sonuçları gerçekten antikörlere borçluysak, felçle birlikte başlayan yerel kan-beyin bölgesi çöküşü sırasında bunları el altında bulundurmak kuşkusuz yararlı olur" diyor.

Şimdilik havada kalan önemli bir konu da, stratejinin insanlara da uygulanabilir bir tedavi yöntemine nasıl dönüştürülebileceği. Halen felç tedavisinde kullanılan NMDA ketleyici ilaçlar, insanlarda sanrı (halüsinasyon) ve benzeri psikoz belirtilerine yol açıyorlar. Bunların, beyin dokularında ağır hasarın önlenmesi için göze alınabilecek bir bedel olduğunda kuşku yok. Gene de beyin hasarını önlemek için felç öncesinden NMDA ketleyicilerini kan dolaşımına sokmanın yol açacağı etkilerin, bir önlem stratejisinin parçası olarak kabullenilmesi kolay değil. Antikörler ayrıca, NMDA almacılarını tıkayarak ya da yaralayarak öğrenme sürecine de zarar verebilir. Ancak During, ilk sonuçların bu yönde bir etki göstermediğini vurguluyor.

During, önleyici aşının, felç hasarına karşı tek yol olmadığını da öne sürüyor. Araştırmacıya göre felçten sonra NMDA antikörlerinin doğrudan beyne aşılama da istenen etkiyi yaratabilir. Araştırmacı, bir süre sonra çok yüksek felç riski taşıyan insanlara da NMDA antikörleri aşılayarak yöntemi kesin bir sınava tutabilmeyi umuyor. Örneğin beyin yüzeyinde bir kanama geçiren insanlara bir hafta içinde felç gelme olasılığı %50. During, geliştirdiği yöntemle beyin, felaket kapıyı çalmadan önce kurtarılabilirliğini düşünüyor.

Helmuth, L., New Stroke Treatment Strategy Explored, Science, 25 Şubat
Çeviri: Raşit Gürdilek

Omurgalıların Evrim Bilmecesi

Doğa tarihi müzelerinden birini gezerseniz omurgalı canlılara epeyce bir yer ayrıldığını görürsünüz. Omurgalı canlıların tarihi ta dinozorlardan, mağara ayılarına kadar fosil kayıtlarıyla gözümüzün önüne serilir. Buna karşın, omurgasız canlıların fosilleri küçük bir bölüme tıklmış, gözden ırak bir köşededir. Gerçekte omurgasızlar, milyonlarca türüyle dünya biyokütlesinin çok büyük bir kısmını oluşturur. Öyle ki omurgalıların yalnızca bilinen 42,000 türü vardır. Ama doğa tarihi müzelerini omurgalıların takımına ait insanlar gezer. İnsanlar da insana benzer canlılar görmekten hoşlanırlar: Omurgası, kafatası, büyük karmaşık beyni olan canlılar... Ancak yeni bulgular, dikkatleri omurgalıların evrimi süreci üzerine çekmeye başlamış bulunuyor.

Omurgalıların evrimi üzerine dikkatli ve özenli çalışmalar yapılmış olsa da, omurgalıların omurgasızlardan ne zaman ve nasıl evrimleştiği yanıtı bir soru olarak kalmış. 20. yüzyıl boyunca omurgalıların en ilkel türlerine ait fosiller, paleontologlar için kafa karıştırıcı bir yığın olmaktan ileri gidemedi. Bilim adamları bu canlılara ait, beyin ve kemiklerin ilk ortaya çıkışıyla ilgili ipuçlarını veren fosiller bulmada ve bunları korumada yeteri kadar şanslı olamadılar. Omurgalıların temel anatomilerine yakın anatomilere sahip, yaşayan yakın akrabaların üzerindeki çalışmalara 70 yıl kadar önce başlandı. Bu çalışmaların amacıysa omurgalıların atalarının neye benzediğini anlamaktı. O zamandan bu yana ne yazık ki istenilen yere ulaşılamadı, yalnızca birkaç görüş elde edilmişti. Nitekim, ABD, Scripps Oşinografi Enstitüsü'nden Nicholas Holland geçmiş çalışmalar için "Bunlar çalışma alanının durgun bir alan olarak algılanmasına neden oldu." diyor.

Ama geçen birkaç yıl içinde, pek çok farklı bilim dallarında yapılan çalışmalarla, omurgasızlardan omurgalı-

lara geçişin tablosu şaşırtıcı bir biçimde belirmeye başladı. Bu resim, geçmiş 70 yılda öne sürülen bazı düşüncelerin yanlış olduğunu gösterdi. Değişik bilim dallarında yapılan çalışmalar işe yaramıştı. Örneğin, genetikçiler, omurgalıların hem beden planını oluşturan genleri hem de onların yaşayan omurgasız akrabalarının genlerini tanımlamaya başladılar. Nörobiyologlar da, bu basit görünen canlıların ayrıntılı nöral bağlantılarını keşfetmeye çalışıyorlar. Paleontologlar da boş durmuyor. Çinli paleontologlar geçen yılın sonlarında, 530 milyon yıl öncesine uzanan omurgalılara ve yakın akrabalarına ait şimdiye kadar elde edilen en eski fosilleri bulduklarını ilan ettiler.

Önceki çalışmalarda omurgalıların evriminde öncelik iskelet yapısına veriliyordu. Şimdiyse öncelik beyinde; çünkü bazı bulgular, omurgalıların için çok belirgin bir özellik olan mineral düzeyde iskelet oluşumundan çok önce, beynin evriminin omurgasız atalarla başladığını ortaya koyuyor. Dahası iskeletin hiç beklenmedik bir yapıyla ortaya çıktığı düşünülüyor: Dişler. Böyle bir değişim embriyonik dokularda de-

ğişim gerektiriyor. Böylesi bir dürtünün altında da duyu organlarını geliştirmek yatıyor olabilir. Gelişen duyu organları varsayımı Çin'de bulunan ilkel omurgalı fosilleriyle birleşince yeni bir avcı nesil ortaya çıkıyor. Anlaşıyor ki omurgalıların evrimi, bilim adamlarının şimdiye değin sandıklarından çok daha karmaşık; ama yeni bulgularla daha kolay anlaşılır bir süreç.

Beyin ve Kemik

Omurgalıların evrimsel tarihini ortaya çıkarmanın bir yolu da onların yaşayan yakın akrabalarını incelemek. Anatomik ve moleküler araştırmalara konu olma onurunu da bu yakın akrabalarından "batrak" kazanıyor. Batrak latince ismi *Amphioxus* olan 5 cm uzunluğunda, kumda yaşayan ve sudan besinlerini süzen bir canlı. Omurgalıların takımına ait olmasının bazı nedenleri var. Öncelikle çok ilkel bir iskelet yapısına ve basit bir merkezi sinir sistemine sahip. Ayrıca sırtı boyunca duran bu merkezi sinir sistemini destekleyen bir kas dokusunun olması da önemli bir etken.

Bilim adamları, omurgalıların, 545 milyon yıl öncesine uzanan Kambriyen döneminde yaşayan batrak benzeri canlılardan evrimleştiğini düşünüyorlar. Bunun yanında, batraklar ve bugünün omurgalıları arasında yapılan moleküler çalışmalarda ortaya çıkan gen benzerlikleri bu ilişkinin 750 milyon yıl öncesine dayandığını söylüyor.



Gelişmekte olan bir batrak, omurgalılarla şaşırtıcı bir benzerlik gösteriyor. Batrak embriyosu (yukarıda sağda).

Ama fosil kayıtlarından bu bilgiyi edinmek henüz olanaksız; çünkü o yaştaki hayvan fosilleri bulunmuyor ve bulunsada fosilin ara bir türe ait olması gerekiyor. Bu çalışmalara kadar, en erken omurgalıların 475 milyon yıl öncesine tarihlendiği tartışmasız kabul ediliyordu. Bu küçük, çenesiz ve derisi kemik plakalarla kaplı canlıların deniz tabanındaki omurgasızlarla beslenip, sırtlarındaki zırhla da kendilerini avcılardan korudukları düşünülüyordu. Bu canlıya ait fosil kayıtları beynin bulunduğu bölgedeki izlerden yola çıkarak, beynin çağdaş omurgalı beyni özelliklerinden bazılarını taşıdığını, arka beyin, orta beyin ve ön beyin, yani zaten çoktan evrimleşmiş bir beyin olduğunu gösteriyordu. Bu gösterge, omurgalı evriminin daha öncelere dayandığının su götürmez bir kanıtıydı.

Bilim adamları "Eğer bu zırhlı balıklar en ilkel omurgalıları gösteriyorsa, beynin ve kemiklerin birlikte evrimleşmiş olduğunu da söyleyebiliriz" diyorlar. Günümüzde hâlâ fosil kayıtlarından daha basit, yılan balığına benzer çenesiz balıklar yaşıyor.

Belirgin bir aratür ne fosil olarak ne canlı olarak bulunmadığından bilim adamları omurgalı iskeleti ve sinir sisteminin kökenini açıklamakta güçlük çekiyorlardı. 1983'te iki araştırmacı, bu bulmacayı sıkıcı olmaktan çıkaran bir kuram sundular. Kanıtları embriyoloji bilimine dayanıyordu. Kaliforniya Üniversitesi'nden Glenn Northcutt ve Teksas Üniversitesi'nden Carl Gans, omurgalı evriminin anahtar bölümünün baş olabileceğini ve yeni tür bir embriyonik hücrenin evrimiyle başın oluşabileceğini savunuyorlar.

Yaşayan omurgalıların üzerinde yapılan çalışmalar, embriyo oluşurken, embriyo üzerindeki, "nöral taç" denen bir sıra hücrenin kıvrılarak tüp benzeri bir yapı oluşturduğunu ortaya çıkarıyor. Bu yapıya da nöral tüp deniyor ve embriyo geliştikçe yapı, beynin de içinde olduğu merkezi sinir sistemini oluşturuyor. Merkezi sinir sistemini oluşturacak nöral taç hücrelerinin köşelerinde kalan kısımlarsa embriyo etrafında gelişerek kafatası, kafa kasları, burun, sinirler ve göz gibi yapıların biçimlendirilmelerinde görev alıyor.

Gans ve Northcutt, yukarıda saydığımız duyu organlarının gelişmesini sağlayan bu özel hücrelerin, omurgalı-

Göz yeri. Batrağın sinir dokusunun üç boyutlu bilgisayar görüntüsü. Pembe ve turkuvaz renkli, şişe biçimli fotoreseptör hücreleri iki sıra halinde. Kırmızı bölgede ilkel omurgalı gözünü temsil eden pigment hücreleri görülüyor.



ların yeni tür bir beden, yani karmaşık duyu organları ve büyük beyinler oluşturabilmesinde esneklik kazandırdığı görüşündeler. Onlara göre yeni beden planlarıyla omurgalıları kendilerine yeni bir ekolojik alan da yaratmış oluyorlar. Edilgin, küçük bir besin filtresiyken, birden etkin, büyük avcılara dönüşüyorlar. "Eğer filtre ederek beslenen bir canlıysanız, çok da büyüyeemezsiniz. Gelişimdeki değişimler hayvanda yeni yapılanmalara yol açtı ve başka şeyler yapmasına olanak sağladı." diyor Northcutt.

Bu gelişimsel devrimin, ayrıca kemik dokusunun da kökenini oluşturduğunu savunuyor Gans ve Northcutt. Embriyo üzerinde bu gelişimi sağlayan nöral taç hücreleri, bir balık vücudunun hatlarını oluşturan elektreseptörleri meydana getirir. Araştırmacıların kuramlarına göre, bu reseptörler yani algılayıcılar bir kez evrimleşti mi, embriyoda bulunan özel hücreler, vücudun diğer kısımlarından ayrılmak için mineral düzeyindeki kemik dokusuyla kendilerini yalıtırlar. Daha sonra bu kemikler, ilkel kemikli balıklarda görüldüğü gibi vücut dışında birer kemiksi zırha dönüşürler.

Nicholas Holland bu anlaşılır model için "omurgalıların kökeni sorunu için yapılmış en önemli yardımlardan



Omurgalıların alçakgönüllü başlangıcı. Günümüzde de hâlâ yaşayan ilkel, dişsiz, yılanbalığına benzer bir balık türü.

biridir; çünkü farklı kanallarda bulunan kanıtların bir araya getirilerek bilim adamlarına bunu sınamaları için olanak sağlıyor." diyor. Ancak bilim adamlarının bu sınama için gerekli araçlara kavuşmaları için on yılın geçmesi gerekecek. Çıkarılan model bu yeni araştırmalarla desteklense de, bazı beklenmedik ve model üzerinde şaşırtıcı yenilikler yapmak gerekti.

Batrakları Yetiştirmek

Araştırmacılar, Gans-Northcutt modelinin batraklarda işe yarayıp yaramadığını görmek istiyorlardı. Ama kimse batrakların laboratuvar ortamında nasıl yetiştirileceğini bilmiyordu. Sonunda 1990'ların başlarında Nicholas ve Linda Holland yaz akşamlarında Florida'nın sahillerinde ergin batrakları toplamanın bir yolunu buldular. Hollandlar elektrik akımı vererek, topladıkları batraklardan yumurta ve sperm örnekleri almayı başardılar ve sonra da embriyoları oluşturdular. Linda Holland yaptıkları işlem için, "Çalışma görece yavaş ilerliyordu; çünkü en şanslı olduğumuz zamanlarda bile embriyo elde edebildiğimiz gecelerin sayısı bir düzineyi geçmiyordu." diyor.

Hollandlar ve arkadaşları üretebildikleri az sayıda batrak embriyosu üzerinde çalışmaya başladılar. Bu genlerin gerçekten söylenen dokuların oluşumunda yer alıp almadıkları incelenecekti. Düzinelerce gen üzerinde çalışıldıktan sonra resim ortaya çıktı: İlkel omurgalı beyni. Batraklarda gerçek nöral taç yoktu ama aynı yerde nöral taç hücrelerine benzer hücreler vardı. Bu hücreler de tıpkı nöral taç hü-

releri gibi göç etmeye başlamadan önce aynı genleri kodluyorlardı. Bu genler, önemli bazı organların oluşumunda yardımcı oluyorlardı. Ayrıca göç yolları da farklıydı. Nöral taç hücreleri içeri doğru küçük yığınlar halinde hareket ederken, batrak embriyosunda bulunan hücreler embriyonun üzerinde bir örtü biçiminde hareket ediyorlardı. Linda Holland bu hücrelerin hareketi için, "Bunlar sürüden kopup kendi başlarına gezinmiyorlar." diyor. Ama tüm bunlara karşın Hollandların çalışmaları Gans ve Northcutt'ın nöral taçın önemi konusundaki düşüncelerini hem doğrulamış, hem de geliştirmiş oluyor. Linda Holland "Omurgalıların getirdikleri en önemli yeniliklerden biri, hiç kuşku yok ki işte bu gezinen nöral tacın icadı olmuştur." diyor.

Bundan başka Hollandlar ve arkadaşları gerçek bir nöral taç olmadan dahi batrak sinir kordonunun ön tarafındaki şişkin topakçığın, bir omurgalı beyniyle olağanüstü benzerlik taşıdığını gösteren kanıtlar buldular. Omurgalı beyninin önemli ön, orta ve arka bölgelerini düzenleyen genlerin ayrıntılı yapısı, batrak sinir kordonundaki bu küçük hücre kümesinde de aynı örüntüyü sergiliyordu. Buradan yola çıkarak, örüntülerin omurgalı beyninin atlası olduğu çıkarımı yapmak zor değil. Ama Holland yine de sakıncalı davranarak "batrakların genleri aynı bölgede temsil ediliyor olsa da omurgalılarda bulunan genlerden farklı bir görev üstlenmiş olabilirler" diyor.

Batrak Beynini İncelemek

Hollandlar batrakların gelişimini genetik açıdan incelerken, Saskatchewan Üniversitesi'nden biyolog Thurston Lacalli de paralel bir araştırmayla batrakların ayrıntılı sinir anatomisini ortaya çıkarmaya çalışıyordu. 1991'de başlayan çalışmada Lacalli'nin teknisyeni Jennifer West, batrak larvalarındaki sinir kordonunun ön ucundan 2000 kesit alarak bunları fotoğrafla-

mıştı. Lacalli yaklaşık 300 nöronun biçim ve bağlantılarının 3 boyutlu bilgisayar görüntüsünü oluşturmaya çalışıyordu. Bu iş oldukça yavaş ilerliyordu. Lacalli şimdiye kadar nöronların üçte ikisini tanımlayarak bunların da yarısının verisini yayınlayabildi. Diğer batrak araştırmacıları için bu bekleyiş dayanılır gibi değil. Nicholas Holland bu durumu "Sanki bu bir Boeing 747'yi milimetrik dilimlere bölmek gibi birşey." diye açıklıyor.

Ama şimdiden Lacalli'nin çalışması batrakların sinir dokusunun omurgalı beyni gibi bölümlere ayrıldığını doğruluyor. Batrak sinir kordonu üzerinde Hollandların ön ve orta beyin genleri belirledikleri bölgelerde nöronların yapılanması omurgalıların ön ve orta

gelerini algılayabildiğinden kuşkulandırıyor. Ayrıca Lacalli, batrakların ağız çevresindeki tüysü yapıların, yiyeceği kabul ya da red eden alıcılar olduğunu, bu alıcıların sinir bağlantılarının omurgalıların tad alma duyusunu sağlayan hücrelerin bağlantılarıyla aynı olduğunu savunuyor.

Acta Zoologica'ya sunduğu bir makalesinde Lacalli, daha da heyecan verici bir benzerlik sunuyor: Batrakların ilkel yapıda bir limbik sistemi olduğunu savunuyor. Omurgalı limbik sistemi, örneğin hormonları ve sıcaklık seviyesini kontrol eden, vücudun içsel durumunu belirleyen hipotalamusun da içinde olduğu bir sistemdir. Bu sistem ayrıca ne zaman uyuyacağımıza, yemek yiyeceğimize ve ne zaman kava

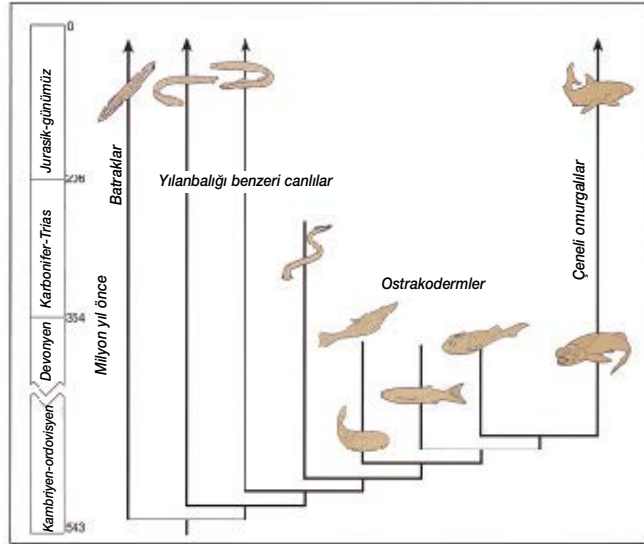
ga edeceğimize karar verir. Lacalli batrakların nöronlarının omurgalılardakine benzer biçimde yerleştiklerini buldu. Batraklar ve omurgalıların ortak atalarının yüzmek ya da beslenmeye karar vermeleri için ilkel bir limbik sistem kullandıklarını savunuyor Lacalli.

Lacalli, Holland ve diğerlerinin çalışmaları omurgalı başının yeni bir oluşum olmadığını gösterdi. Gezinen nöral taç, Gans ve Northcutt'ın savunduğu gibi omurgalı sinir sisteminin evriminde anahtar rolü oynamış olabilir; fakat baş, zamanla oluşukça bakıyo-

ruz ki omurgalı beyninin temel yapısı zaten oluşmuş bile. "Sizin ve benim düşünmemizi sağlayan beynin bazı kısımları bu canlılarda yoktu, ama koşmamız ya da yemek yememiz için bizi güdüleyen bölümlerin varlığı konusunda işaretler var." diyor Lacalli

Avcılar Av Peşinde

Northcutt da batraklarla omurgalıların arasında tahmin edemeyeceğimize kadar benzerliklerin çıkacağı konusunda iddialı. Ama ona göre omurgalıların sahip olduğu ve duyu organlarından gelen onca mesajı birleştirme yeteneğindeki baş, evrim sürecinde muazzam bir adım. Bu yüzden de batraklarla omurgalıların arasındaki benzerlik-



Omurgalıların ağacı sallandı. Yeni analizler conodontların tam bir omurgalı olduğunu ortaya çıkardı.

beyinlerindeki yapıyla uygunluk gösteriyor. Linda Holland bu durum için "İki kanıtta aynı noktayı gösterdiği zaman yaptığımıza güvenimiz artıyor." diyor.

Lacalli, iddialarında daha da ileri gidiyor ve az sayıda da olsa batrak beynini oluşturan sinirlerin omurgalı beynindekilerle aynı işlevi gördüğünü söylüyor. Örneğin, batrakların tepesine yakın bölgedeki bir grup pigment hücreleri arasındaki bağlantı retina benzeri bir düzen oluşturuyor. Lacalli bu yığının tek bir göz olarak, omurgalıların çift gözlerinin benzeri olduğunu iddia ediyor. Batrak gözü, benzeri omurgalı çift göze göre, imge oluşturabilmek için fazla ilkel. Yine de Lacalli bu gözün avcılarının hareket eden göl-

lerden çok farklılıklar üzerinde durulması gerektiğini, böylece omurgalı evriminin çözülebileceğini söylüyor.

Örneğin batrakların herhangi bir biçimde koku alamadığı görünüyor. Omurgalı beyninin en önünde bulunan ve koku algılamayı sağlayan talen-sefolon adlı kısım batrakların sinir kordonunda eksik.

Bu gibi farklar terazide Gans ve Northcutt kefesinin yani, omurgalıların suyu süzerek beslenen canlılardan avcılara dönüştüğü düşüncesinin, ağır basmasını sağlıyor. Ama bölünmüş bir beyin yerine, ilkel omurgalıların basit bir koku alma organının olması anahtar buluşlardan biri olabilir. "Bir batrağın avını koklaması hiçbir zaman gerekli olmadı; ancak ilkel omurgalıların avcı haline gelmeleriyle koku önem kazandı!" diyor Nicholas Holland. Ayrıca avı görmek için gözlere ve onu yakalamak için bedenlerini etkili biçimde yönetebilme yeteneğine sahip olmaları gerekti.

Geçmiş altı ayda paleontologlar evrimin avcılığa atlama basamağını yakalamış olabilirler. Geçtiğimiz Kasım ayında, Çinli araştırmacılar *Haikouella* adlı bir yaratığa ait 300 örnek buldular. Bir açıdan bu taşlar içindeki örnekler batraklara benziyor ama, besin süzmek için yeterli olmayıp, omurgalılara ait bazı özellikler de taşıyorlar: Gözler ve kas kütleleri. Bu ipuçları *Haikouella*'nın omurgalılarla omurgasızlar arasındaki eşikte, omurgalılara batraklardan daha yakın bir yerde olduklarını gösteriyor.

Yine de bazı araştırmacılar bu akrabalık ilişkisine şüpheyle bakıyor. Kas bloklarındaki benzerlikten fazlası olması gerektiğini düşünüyorlar. "Artıları, eksileriyle bu fosil bulgular küçük bir omurgalıya benziyorlar." diyor Linda Holland. Ayrıca fosillerdeki sinir kordonunun ucundaki şişkinlik batraktakilerden daha büyük. "Ön kısımda daha büyük bir kütle var. Bu canlıların bir beyni olduğunu söyleyebilirim." diyor Linda Holland. Eğer böyleyse omurgalı benzeri beyinlerin tarihini bu bulgular 530 milyon yıl öncesine itiyor. *Haikouella*, Gans ve Northcutt'ın 18 yıl önce öngördükleri gibi duyuları gelişmiş bir ilkel omurgalı avcı örneği.

Kemik Nasıl Doğdu?

Northcutt ve Gans'ın omurgalıların beyinlerinin kökeni konusundaki kuramlarının büyük başarısına karşın, kemik konusundaki düşünceleriye ağır darbeler yiyor.

Araştırmacılar batraklarla omurgalılar arasında bir köprü kurmayı başardıktan sonra türsel dallanma diğer yılan balığı benzeri türlerle devam ediyor. Conodontlar omurgalılara, hatta yaşayan ilkel çeneli balıklara daha yakın duruyor. Conodontların yükselişinden hemen sonra bu ağaca göre zırhlı dişsiz ostrakodermiler ve sonra da çeneli balıklar oluşmuş gibi görünüyor.

Evrim ağacına göre yaşayan yılan balığı benzeri canlılar ilkel omurgalıların nasıl olduğuna dair bir örnek oluşturuyor: Mineral iskeleti olmayan ve zırhsız canlılar. İlk kez conodontlarda mineralleşmiş iskelet yapısı görünüyor ve bu ilkel bir omurgalı iskeleti. Ama bu yapı Gans ve Northcutt'ın önerdiği yapı da değil. Kemiklerin oluşumu düşündükleri gibi conodontların derisinde değil, ağızlarında ve bu da onları daha korkunç avcılar haline getiriyor. Bu bulguları Birmingham ve Leicester Üniversiteleriyle Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde görevli bir grup paleontolog, omurgalılar için ilk kez conodont adlı garip bir grup hayvanı da içeren yeni bir evrim ağacı çiziyorlar. Bu yaratıklar geride yaklaşık 510 ile 220 milyon yıl arasında değişen, koni ve diken biçimli bir yığın esrarengiz fosil bırakmışlar. Uzun süre bu conodontlar akla gelen her takımla ilintilendirildi. Sonunda 1980'lerde bu diken ve konilerin yumuşak dokuya gö-

İlk dişler.

İlkel conodontlardan bir parça (solda), yılan balığı benzeri canlılarda görülen ilk mineralleşmiş iskelet yapısı olabilir (sağda).



mülü olduğu yeni fosiller bulunmasıyla durum aydınlandı.

Şimdi araştırmacılar conodontların kocaman iki gözü ve dişe benzer kemiksi konilerle dolu koca bir ağız olan yılanbalığı biçimindeki avcılar olduklarını düşünüyorlar. Ağızlarındaki bu kemiksi yapılar, dentin ve omurgalı iskeletinin öteki malzemelerinden oluşuyor. Bulgular karşısında Northcutt, Gans'la birlikte hata yapmış olabileceklerini kabul ediyor.

Kemiklerin omurgalıların evriminden sonra oluştuğuna dair görüş henüz kesinleşmiş değil ama daha ilkel omurgalılar conodontların ağızındaki yapıların benzerlerinin öncüllerine sahip olabilirler. Yaşayan yılanbalığı benzeri canlılarda, ilerde başka mineralerle desteklenerek dişlere dönüşebilecek fosfat ve keratin bulunuyor. Çinli paleontolog Jun-Yuan Chen ve çalışma arkadaşları *Haikouella*'nın gırtlığında mineralleşmiş gırtlak dişi olduğunu iddia ediyorlar. Bu dişi yapıların omurgalı evrimiyle bir ilişkisinin olup olmadığını anlayabilmek için, mikroskopik analizlerin sonuçlarını beklemek gerekiyor. Böylece tartışmalar sona erecek ve bu canlıların omurgalı olup olmadıkları belli olacak.

Şimdi omurgalı evriminin kökenleriyle ilgili veriler akmaya başladı. Bu alan sıkıcı ve durgun bir alan olmaktan çıktı, heyecan kazandı. Veri akışı da azalacakmış gibi görünmüyor. Doğa tarihi müzelerinde görmeye alıştığımız omurgalıların nasıl ortaya çıktığıyla ilgili resim daha da netleşmeye başlayacak.

Zimmer, C., "In Search of Vertebrate Origins: Beyond Brain and Bone", *Science*, 3 Mart 2000
Çeviri: Özgür Ergin



530 milyon yaşındaki *Haikouella*, omurgasızlardan omurgalılara geçişi temsil ediyor.



Neden Biz de Yumurtlamıyoruz?

Kuşlar yumurtalarını yuvalarına bırakır ve sonra onlar üzerinde kuluçkaya yatarlar. Memelilerse, yavrularını bedenleri içinde büyütürler. İster inanın, ister inanmayın, bu ayrıcalığımızı bir virüse borçlu olabiliriz.

Z a m a n d a geriye doğru gittiğinizi ve annenizin dölyatağında el ve ayak parmaklarınızın oluşmaya başladığı bir döneme döndüğünüzü hayal edin. Etrafınıza şöyle bir baktığınızda gördüğünüz şeylerden korkabilirdiniz. Siz orada dış dünyanın binbir kirinden korunduğunuzu düşünürken bir iribaşı andıran vücudunuz etrafında AIDS virüsünü andıran çirkin suratlı virüslerin dans ettiğini görürdünüz. Hücrelerinizden milyarlarcası, başkaldırmış gibi, durmadan bu asallıkları sentezleyip dışarı pompalarlardı. Plasenta içine bir bakınca korkunuz daha da artardı. Plasentanın içinde virüslerin kaynaştığını ve bu minik askerlerden oluşmuş alayların çevrelerini istila ettiklerini görürdünüz.

Böyle bir enfeksiyondan nasıl olup ta sağ kurtulduğunuza herhalde şaşıp kalırdınız. Oysa herhangi bir embriyolog, size bunun bir hastalık değil, her gebelikte görülen normal bir durum olduğunu açıklardı. Bu HIV (AIDS virüsü) taklitçilerine ERV (endojen retrovirüs) deniyor. ERV'ler her memelinin DNA'sınca kodlanırlar. ERV'ler milyonlarca yıl önce memeli hücrelerini istilâ ettiler ve bu çevre o kadar hoşlarına gitti ki kalmaya karar verdiler. Daha da şa-

şırtıcı olan nokta şudur: Bazı araştırmacılara göre ERV'ler memelilerin evriminde ve özellikle bu evrimin en önemli aşaması olan canlı yavru doğurulmasında, rol oynamışlardır. ERV'lerin memelilere özgü bir organ olan plasentanın oluşmasında ve dölütün hastalık mikroplarından ve annenin bağışıklık sisteminden korunmasında rol oynadıkları düşünülüyor. Her ne kadar araştırmacıların bazıları kabul etmiyorsa da diğer araştırmacılara göre ERV'ler olmasaydı kadınlar hâlâ yumurtlıyor olacaktı.

Yavrularınızı yumurta yerine vücudunuzun içinde olgunlaştırmanızın üstünlüğü, memelilerin yeryüzündeki baş döndürücü başarısından bellidir. Memeliler kutuplardan tropiklere, denizde ve havada her ekolojik yuvayı işgal etmiş bulunuyor. Bir grup memeli, yarasalar, havayı seçmiş. Keseli memeliler (kanguru vb.) yavrularını karınlarının önündeki bir kese içinde büyütüyor-

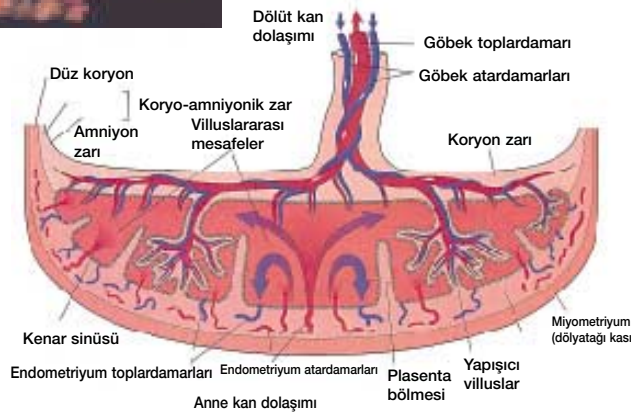
lar. Ördek gagalı platipus ve dikenli karıncayiyen, memeli olmalarına rağmen yumurtlıyorlar. Fakat memelilerin hemen hepsi gelişmesini tamamlamış canlı yavru doğuruyor. Evrim sırasında memelilerin kuşlara, sürüngenlere ve balıklara üstünlüğünü iki öge sağladı: canlı yavru doğurmak ve sıcak kanlı oluş. Böylece dinazorların yokoluşundan doğan ekolojik boşluğu memeliler doldurdu.

Bir yumurta yerine dölyatağı içinde büyüyen memeli yavrusu şu bakımlardan üstündür: Her memeli yavrusunun, diğer sınıflara göre büyük olan beyni bol enerji ve oksijen ister ve yavru o oranda fazla atık oluşturur; annenin kan dolaşımı yavrunun bütün bu gereksinimlerini, yumurtadan çok daha iyi karşılar.

Dölyatağı içindeki dölütün büyük sorunlarından biri, annenin bağışıklık sisteminin dölütü reddetmeye (öldürmeye) çalışmasıdır. Bu nasıl olabilir diyeceksiniz belki. Çok basit: Dölütün kromozomlarının yarısı anadan, yarısı da babadan gelir; annenin bağışıklık sistemi doğal olarak dölüte babadan geçmiş antijenleri yabancı ilân eder, onlarla savaşır ve onları yoketmeye uğraşır. Plasenta, anneye yarı yarıya yabancı oluşu yetmiyormuş gibi, dölyatağı çeperini bir tümör gibi istilâ eder ve hatta anne vücudunun uzak noktalarına genetik açıdan yabancı hücrelerden oluşmuş kümeler gönderir. Ne harika bir doğa olayıdır ki yine de dölüt, bu kendisine yarı yarıya düşman çevre içerisinde hayatta kalmayı başarır.



A. Plasenta anatomisi
B. Göbek kordonu ve plasentanın kesiti



Yakın Temas

Dölüt kendini anne vücuduna girmiş hastalık yapıcı bakteri ve virüslerden de korumak zorundadır; bu mikrop- lar dölütte ağır hasar yapabi- lirler. Örneğin anne dölütün sinir sis- teminin gelişmesi sırasında mikrop alırsa, bebek sağır ve geri zekâlı ola- rak doğabilir.

Dölüt kendini annenin bağışıklık sisteminden ve mikrop- larından ko- rumak için, anne ile kendisi arasında aşılmaz bir duvar örmelidir. Dölüt aynı zamanda besin ve oksijen alabil- mek ve atıklarını boşaltabilmek için anne kanyla yakın temas hâlinde ol- malıdır. Canlı yavru doğurmayan, ba- lıklar, amfibiler (kurbağa vb.) ve sü- rüngenler bu işi dölütü hiçbir madde geçirmeyen bir zarla çevirerek hâl- letmişlerdir; doğal olarak bu durum- da beslenme ve atık boşaltma işi ak- samıştır. Memeliler bu problemi daha iyi çözmüş- lerdir. Memelilerde plasenta vardır; plasenta dölüt- le annenin kan dolaşımını birkaç hücre tabakasıyla birbirinden ayırır; genellik- le plasentada hücreler bir- birleriyle birleşerek “sin- sisyum” denilen çok ince bir tabaka yaparlar. Sinsis- yum öyle mükemmel bir yapıdır ki oksijeni ve besin maddelerini anneden dölüt- te ve dölütün atıklarını an- neye geçirir; fakat annenin bağışıklık hücrelerinin ve mikrop- larının çoğunu dölüt- te geçirmez.

ERV’ler bu noktada işe karışmışlardır. 120 milyon yıl kadar önce canlı yavru doğuran memelilerin atala- rı, ERV asalaklarını son de- rece gelişmiş bir plasenta oluşturmada kullandılar.

Plasenta ERV’leri ilk defa 1970’li yılların başla- rında babun maymunların- da bulundu. Araştırmacılar elektron mikroskopuyla henüz doğmamış babun yavrularına kızamıkçık vi- rüsü geçip geçmediğini araştırıyorlardı. Fakat sağ-



şaktan ku-
şağa geçer-
ler.

120 milyon yıl kadar önce ilk canlı yavru doğuran memeliler resimde görüldüğü gi- bi fareye benzeyen küçük canlılardı.

lıklı babunlarda kızamıkçık virüsü yerine plasenta hücrelerinin yüze- yinden tomurcuklanan küre biçimli retrovirüsler bularak şaşırdılar. Ret- rovirüsler de, diğer virüsler gibi, ba- ğımsız yaşayamazlar. Retrovirüsler, içine girdikleri hücrenin DNA’sına kendi genlerini sokarlar ve DNA’yı retrovirüs üretmeye mecbur ederler. Oluşan retrovirüsler hücre yüzeyin- den tomurcuklanır ve koparak kom- şu hücreye saldırırlar. ERV’ler kendi genlerini sperm ve yumurta hücrele- rine soktuklarından rahatlıkla ku-

Virologlar inceledik- leri her memelinin geno- munda ERV buldular. İnsan ge- nomunda en az 1000 kadar ERV bu- lunuyor; bunlar 30 milyon yıldan fazladır bizle beraberler. Vücut hü- celerimizdeki ERV’ler zamanlarının çoğunu, DNA’mızın şurasına burası- na serpiştirilmiş fazlalıklar olarak uy- kuda geçirirler. Fakat plasentada ve bazı fetüs dokularında bir miktar ERV uyanıktır; bunlar içinde bulun- dukları hücrelere zorla kendi kopya- larını sentez ettirirler.

Bebek doğunca ERV’ler yine uy- kuya dalarlar. Fakat bazen uyanırlar ve bazı tümörleri daha saldırgan hâle getirirler ya da kırmızı kurt hastalığı (*Lupus eritematosus*) gibi kendine bağışıklık (otoimmünite) hastalıkları başlatırlar [kendine bağışıklık hasta-

lıklarında vücut yabancı hücreler yerine kendi hücrelerini düşman gibi görür ve onlara saldırır; bunun nedeni çoğu za- man bazı etkenlerle (ör- neğin bazı virüslerle) hücrelerin antijen yapısı- nın değişmesidir]. ERV’ler zararlı olabildik- lerine göre acaba neden memelilerin evrimi sıra- sında doğal seçilmeyle yok edilmemişlerdir? Herhalde ERV’lerin me- melilere yararları da var- dır ki evrim sırasında de- vam edegelmişlerdir.

İsveç’teki Uppsala Üni- versitesi’nden patolog Erik Larsson 1988’de ERV’lerin dölütü iki şe- kilde koruduğunu ileri sürdü: plasenta hücreleri- ni birleştirerek bir sinsis- yum oluşturmuyorlar ve an- neye ait bağışıklık hücre- lerini baskılıyorlar. Lars- son bu kuramını HIV vi- rüsünün yüzeyindeki kılıf proteiniyle ERV kılıf proteininin benzerliğine dayandırıyor.

HIV ile enfekte olmuş hücreler kılıf proteini sa-



Yumurtlayan iki memeli: Üstte dikenli karıncayiyen ve altta ördek gagalı platipus. Ortada yumurtadan çıkmakta olan bir deniz kaplumbağası.



Yumurtakafa:
Bundan 245 milyon
yıl önce, memeli
hayvanları andıran bu kedi
kadar küçük sürüngen, thrinaxo-
don, yumurtluyordu.

yesinde sağlam hücrelerle birleşerek enfeksiyonu yayarlar. Larsson'a göre plasenta hücreleri (trofoblastlar) ERV proteini yaparlar ve bu protein sayesinde birbirleriyle birleşerek çok ince bir sinsisyum tabakası oluştururlar.

İnsan hücrelerinin birleşip tek bir dev hücre haline gelmesi az rastlanan bir olay olduğundan, bu düşünce özellikle çekicidir. Sperm hücresi ve yumurta, döllenme sırasında birleşirler; kas hücreleri birleşip iskelet kaslarını ve kanın monosit hücreleri birleşip ölmüş kemiği yiyen dev osteoklast hücrelerini oluştururlar. İlginçtir ki monositler de ERV kılıf proteinleri sentez ederler.

Fakat Larsson'un kuramını en iyi destekleyen kanıt, laboratuvarında büyütülebilen BeWo hücreleri oldu. BeWo hücreleri bazı kimyasal maddelerle uyarıldıklarında birçok plasentada rastlanan sinsisyuma benzer bir yapı oluturacak şekilde birleşirler. Bu sırada BeWo hücreleri en iyi tanınan plasenta ERV'si olan ERV3 yaparlar; hem de pek çok miktarda. Bunun aksine BeWo hücrelerinin ERV3 yapması önlenirse sinsisyum oluşamaz. BeWo hücreleri bir DNA parçası ile temas ettirilirse, kimyasal bir uyarı olmadan da ERV3 yapmaya başlar ve kısmen birbirleriyle birleşirler.

Kılıfın Görevleri

Ohio'daki Wright Eyalet Üniversitesinden cinsel bağışıklık uzmanı Neal Rote, ERV proteinlerinin hücreleri basitçe birleştirmekten başka etkinlikleri de olduğunu buldu. Rote ve ekibi ayrıca ERV3 proteini yapmak için uyarılmış BeWo hücrelerinde sinsisyum hücrelerine özgü

özel-
liklerden bir ço-
ğunun, örneğin çe-
kirdek büyümesinin, oluştuğu-
nu saptadılar. "Bu bizi şaşırttı" diyor Rote; "Demek ki ERV3 hücre farklılaşmasının diğer yönlerini de kontrol ediyor; bunu hiç beklemiyorduk".

ERV kılıfı, plasantanın oluşmasına katkıda bulunmaktan başka, dölütün annenin bağışıklık sistemi tarafından reddedilmesini önlemek üzere, bu sistemin döl yatağı içindeki bölümünü baskılar. Almanya'da Paul Erlich Enstitüsü'nden moleküler biyolog Joachim Denner, bir ERV'den elde edilen HERV-K adlı

Suç Ortakları

İnsanın ve öteki omurgalıların genomu, milyonlarca yıl önceden kalma retrovirüsler içerir. Bu endojen (iç kaynaklı) retrovirüsler (ERV) asalak yaşadıkları konakçıya bazı hizmetler sunarlar. Bu virüsler konakçılarının, aynı ya da benzer retrovirüslere karşı direnç oluşturmalarını sağlarlar. Fakat ERV'lerin daha gizli görevleri de olabilir.

ERV bir kere yumurta ya da sperm hücrelerini istila etti mi otomatik olarak nesilden nesile geçer. Kendi benzerlerini yapma görevleri olmadığından rastgele mütasyon yaparlar. Konakçı DNA'sı, parçalanmış retrovirüslerle dolu bir çöplüğü andırır. Bazı biyologlara göre bu, başa dert açabilir. Montana'daki Hamilton Bulaşıcı Hastalıklar ve Allerji Enstitüsünden Leonard Evans'a göre, hayvanlar her zaman yeni retrovirüslere rastlarlar ve enfeksiyon sırasında kusurlu EVR'lerle retrovirüsler genetik madde alışverişi yaparlar; böylece çok farklı özellikleri olan yeni virüsler oluşur. Bu yeni virüsler eskilerinden farklı hücrelere ve hücre almaçlarına bağlanırlar. Olaylar Evans'ı haklı çıkardı. Örneğin farelerde lösemi yapan Moloney virüsü, fare ERV'leriyle genetik materyal değiş tokuşu yaparak yeni bir melez virüs haline gelir. Bazı fare soylarında çoğalma yeteneğini kaybetmiş virüsler, bir başka eksik ERV ile genetik materyal değiş tokuşu yaparak çoğalabilir hale gelirler. Bu yeni oluşan virüs bu farelerde lenfomun (lenf bezi kanseri) sık oluşunu açıklayabilir.

İnsan retrovirüslerinin ERV'lerle genetik madde değiş tokuşu yaparak yeni virüsler yaratıp yaratmadığı bilinmiyor. Ancak şöyle bir kuşku var: AIDS'li bir hastaya HIV'in (AIDS virüsü) proteaz enzimini baskılayan bir ilaç verildiğinde bir ERV proteazı, HIV proteazının yerini alabilir; yani ilacı etkisiz kılabilir.

kılıf proteininin, bağışıklık sistemini şiddetle baskıladığını gösterdi.

B ve T hücreleri gibi bağışıklık hücreleri kılıf protein parçalarıyla birlikte bırakılırlarsa kimyasal uyarılara bağlı çoğalmalarını durdururlar. Bu kılıf protein parçaları, bağışıklık sistemini harekete geçiren interlökin-2 sentezini baskılar ve bağışıklık sistemini frenleyen interlökin-10 sentezini arttırırlar (interlökin-2 ve interlökin-10 bağışıklık hücrelerince salgılanan moleküllerdir).

Fransa'da Villejuif'daki Gustave Roussy Enstitüsünde moleküler biyolog Thierry Heidmann, kılıf proteinlerinin bağışıklık sistemini baskılamasını daha çarpıcı bir şekilde ortaya koydu. Heidmann normal farelere tümör hücreleri enjekte edince bu hücrelerin reddedildiğini gördü. Fakat gen mühendisliği yöntemleriyle fare retrovirüsünün kılıf proteinini sentez edecek şekilde değiştirilmiş tümör hücreleri reddedilmekten kurtuldular ve daha saldırgan bir hal aldılar. Heidmann'ın bildirdiğine göre, bazı yumurtalık ve erbezi tümörleri ERV parçacıkları kullanarak bağışıklık sistemince tahrip edilmekten kurtulurlar.

Larsson insan genomunda ERV3'ün 3 geninden neden yalnız birinin (kılıf proteini geni) sağlam kaldığını açıklıyor. Mütasyonlar diğer iki geni protein yapamaz hale getirmiştir. Kılıf protein geninin evrim sürecinde seçilerek varlığını sürdürmesinin nedeni, memelilerin, plasenta görevleri için ERV3'ün yalnız kılıf proteinlerine ihtiyaçları olmasıydı. Larsson bunu şöyle açıklıyor: "Memelilerin yalnız ERV kılıf proteinine ihtiyaçları vardı; çoğalan virüslere değil; bu nedenle ERV3'ün yalnız kılıf proteini yaptıran geni insan DNA'sıyla bütünleşti; virüs çoğalmasını sağlayan genlere gerek yoktu; onlar mütasyonla köreldiler".

Bu düşüncelere rağmen Larsson kuramını doğru bulanlar bile kanıtların yetersiz olduğu kanısındalar. Onlara göre plasenta ve dölüt dokularının fazla miktarda ERV yapmalarının bir başka nedeni de olabilir: bu virüsler nesilden nesile geçip hayatta kalabilmek için dölütün gelişmekte olan sperm hücreleri ve yumurtası içine girmiş olabilirler.



Şekil 5 - Tavuk embriyonları (solda) ve timsah yavruları, annelerinin bağışıklık sisteminin tehdidi altında değillerdir.



Londra'daki Kennedy Romatizma Enstitüsünden romatizma uzmanı Patrick Venables şöyle diyor: "Olaya bu virüsler açısından bakalım; plasenta ve dölütte ERV geninin etkileşmesinin nedeni açıktır: Evrim açısından eğer kendinizi dölütün seks hücrelerine sokmak istiyorsanız, gebelik sırasında etkin olmalısınız". Bazı araştırmacılar, ERV3 kılıf geninin korunduğuna dair yeterli kanıt bulunmadığı kanısındadırlar. Gerçi bu genin kabaca aynı kaldığı ve bir çeşit protein yaptığı bellidir; çünkü genin kimyasal yapısını bozan önemli bir mütasyon olmamıştır. Fakat Heidmann'a göre tek bir aminoasit yerine bir başkasının geçmesi gibi küçük ve farkedilmesi zor mütasyonlar proteinin canlı hayvanda gerektiği gibi görev yapmasını önlemiş olabilir. Heidmann "ERV3 kılıfı

korunmuş olabilir; fakat bu kılıfın görevinin de korunduğunu iddia etmek kolay değil" diyor.

Temel Bir Destek

Bununla birlikte Larsson güçlü bir kanıt buldu: ERV'lerin plasenta görevleri için çok gerekli oluşu yalnız ERV3 ile sınırlı değildir; bu, olayın yalnızca bir yüzüdür. Evrim, çok gerekli görevler için daima yedek bulundurur; bir gen kaybolursa onun görevini bir başkası devralır. İnsan DNA'sındaki 1000 kadar ERV'nin çoğu kusurlu ise de birkaçı - örneğin HERV-K- kusursuz kılıf genleri içerir. Henüz hiç kimse ERV3 geni tembelleşmiş bir kadının gebelikte yine ERV virüsleri yapıp yapamayacağını bilmiyor; bu kuşku giderilmelidir.

ERV'lerin İnsana Yararları

Endojen retrovirüsler (ERV) milyonlarca yıl önce atalarımızın DNA'sı içine girerek onun bir parçası hâlini aldılar. Bugün insan genomunda ERV'lerin çoğu görev yapmıyor. Ancak vücudun bazı bölgelerinde (plasenta, dölüt gibi) az sayıda ERV, hücrelere kendi proteinlerini sentez ettiriyor ve hatta hücreleri ERV oluşturmaya zorluyor. Bundan şöyle bir sonuca varıldı: Uzak bir geçmişte ERV'ler memeli hayvanların hücrelerine girdiler ve âdeta bu hücrelere tutsak olarak onların verdiği bazı görevleri yapmaya başladılar. Bu olay 1 milyar yıl önce bakterilerin hücre içinde kalarak mitokondri ve bitki kloroplastları hâlini almasına benziyor. Ohio'daki Wright Eyalet Üniversitesinden Neal Rote şöyle diyor: "Hücreler hiçbir görevi olmayan proteinler sentez ettirip de enerji israfı yapmazlar".

ERV'lerin görevlerinden biri, plasentada anne ile dölüt arasında bir duvar oluşturmaktır (ana metne bkz.). Bağışıklık sistemi de kendini düzenlemek için ERV'ler kullanıyor olabilir. Bağışıklık hücrelerinden biri olan monositler ERV proteinleri yaparlar. Laboratuvar deneylerinde bu proteinlerin diğer bağışıklık hücrelerinin etkinliğini değiştirdiği gösterilmiştir.

Nihayet plasenta ve akciğerler gibi vücudun giriş kapılarında ve derimizi yağlayan yağ bezlerinde bol miktarda ERV proteinleri yapılır. Ola ki ERV'ler hücre almaçlarını bloke ederek zararlı mikropların hücrelere girmesini önüyorlar.

Fakat hâlâ ERV'lerin memeli biyolojisindeki yeri tartışmalıdır. Columbus'daki Ohio Eyalet Üniversitesi'nden Timothy Lyden şöyle diyor: "Modern biyoloji, hücrelerin mitokondriyle bir iç ortam yaşam (endosembiyoz) hâlinde olduklarını kabul ediyor; ERV'lerin de hücreyle böyle bir ilişki içinde olması pekâlâ mümkündür".

Dölüt dölüyağı içinde annenin bağışıklık sistemini baskılamakla kalmaz; kendini korumak için diğer yöntemleri de vardır. Örneğin HLA-G ve fas ligand gibi proteinler oluşturarak annenin bazı bağışıklık hücrelerini etkisizleştirir. Venables şöyle diyor: "Gebelikte annenin bağışıklık sistemini baskılayan 100 kadar mekanizma olduğunu sanıyorum". Hücre birleşmesi ve bağışıklık baskılanması gibi plasenta görevleri için ERV3 kılıf proteininin hayatı olduğu düşüncesini çürüttüğünü ileri süren Heidmann bile bu proteinin başka görevleri olabileceğini, örneğin fetüsü yeni retrovirüs enfeksiyonlarından koruyabileceğini kabul etmektedir. Örneğin ERV proteinleri, HIV'in ve diğer retrovirüslerin bağlanacağı hücre yüzeyi almaçlarını bloke ederek, bu virüslerin dölüt hücrelerine girmesini önlerler. Bu olaya "almaç engelleme" deniyor. Bu mekanizma, doğum sırasında dölütün anne kanıyla doğrudan temasının önlenmesi şartıyla, dölüte anneden HIV bulaşmasının neden pek sık olmadığını açıklar.

Plasenta biyologları, memeli yavrularına besin ve oksijen sağlayan ve sonra dışarı atılan bu gizemli organın nasıl evrim geçirdiğini tartışıp duruyorlar. Kimse ERV kuramının doğruluğundan tam emin değil; fakat en azından memeli plasantasının nasıl bir evrim geçirdiğine dair bir açıklama bulunmuş durumda. ERV kuramı, sağlıklı gebe kadınların plasentasında bu gizemli virüslerin ne aradığını açıklayarak bizleri rahatlatıyor.

New Scientist, 12 Haziran 1999
Çeviri: Selçuk Alsan



Baş Ağrıları Beynin İçinde

Baş ağrısı üzerinde çalışan araştırmacıların en çok başını ağrıtan soru şudur: Ağrı nereden kaynaklanır? Genellikle yanıtı açık gibi görünüyor; ama bu, devrimci bir buluş kadar önemli.

Patrick Rennich'in migreni, bir sinirbilimci (nörolog) dışında hemen herkese bir lanet gibi görünebilir. Onun migreni, hızlı koşmasını gerektiren futbol ya da basketbol benzeri oyunlar oynadıktan sonra inatla, düzenli bir biçimde tutmaktadır. Başının tek yanına giren ve bulantı da yapan ağrı sırasında, Rennich'in sol görüş alanında merkeze yakın bir yerde yavaş yavaş genişleyen bir kör nokta oluşmaya başlıyor. Bir sü-

re sonra, Rennich bir televizyon ekranındaki parazitli görüntüye benzeyen bir görüntü görmeye başlıyor. Acton'da, (Massachusetts) yaşayan, 28 yaşındaki elektrik mühendisi Rennich'in migreni ve görüş alanında oluşan bu sorunu o denli önceden tahmin edebildiği bir şeydi ki, ağrıyı ve görüş alanındaki sorunu istediği zaman başlatabileceğini söylüyordu. Sinirbilimci Michael Cutrer'ın da tam istediği şeydi bu. Boston'daki Massachusetts Genel Hastanesi'yle Brigham Kadın Hastanesi'nde görevli olan Cutrer, yıllardır böyle birini arıyordu. Araştırmacı, böyle bir hastanın beyninin migren atağı sırasında

alınan manyetik rezonans görüntüsünün (MRI), kafatasının içinde neler olduğuna ilişkin ipuçları sağlayacağını düşünmüştü. 1998'den önce bunu kimse yapmamıştı; ancak hiçbir migrenlide de kendi isteğiyle ağrı oluşturabilecek bir durum olmamıştı. Ayrıca, çok az sayıda hasta, kapalı yerde kalma korkusunu artıran manyetik rezonans görüntüleme cihazına kendi isteğiyle girip migren ağrısının başlamasını beklemeyi kabul ediyordu. Cutrer, birkaç olasılığı denemişti; ancak hiçbirisi işe yaramadı. Hatta bir hasta çiğ soğanı tavsiye etmişti; ancak bu da işe yaramamıştı. Bu nedenle Rennich'in durumu denemeye değer görünüyordu. Cutrer, Rennich ve eşi Jean'la laboratuvarının yakınındaki bir basketbol alanında buluştu. Çift, serbest atışlar yaptı; kaybeden alanın çevresinde koşacaktı. Rennich, kuralda bir değişiklik yapıp, kendi de kaybetse eşi de kaybetse, hep kendisinin koşmasını önerdi.

Bir saat sonra Rennich görüşünde bozukluklar fark etmeye başladı ve hemen Cutrer'ın yakındaki laboratuvarına geçti. Orada MRI makinesinin tüpünün içinde yüzükoyun yattı. İçeri girince, tüpün içindeki ekrana yansıtılan değişken dama tahtası görüntüsüne gözlerini odakladı. Bu arada MRI, Rennich'in beyin kabuğunun, özellikle görmeyle ilgili bölümlerinin etkinliklerini kaydetti. Daha sonra sonuçlar renklendirildi; sinir hücrelerinde yüksek derecede etkin olan yerler kırmızıyla, daha düşük derecede etkin yerler turuncu ve sarıyla, en düşük etkinlikteki yerlerse beyazla renklendirildi. MRI sonuçlarına göre, Rennich'in tüpün içine girmesinden 38 dakika sonra, beyin görüntüsünde karanlık bir alan belirdi. Bu, beyin kabuğunda küçük bir bölgedeki sinir hücrelerinin (nöronların) artık görmeyle ilgili bir bilgi göndermediğini gösteriyordu. Cutrer, o sırada bu bölgenin "suya atılan bir taşın yaydığı küçük dalgacıklar gibi" yavaş yavaş genişlediğini söylüyor. Rennich'in her zaman yaşadığı o sorun tekrar başlıyordu.

On yıl önce olsaydı, Rennich'in doktoru, migreninin kaynağını bulmak için onun beynini incelemezdi. Gerçekte, baş ağrısı araştırmacılarının, sorunun beyinden kaynaklandığını kabul etmeleri bile zordu. Londra Üniversite Koleji'nde sinirbilimci (nörolog) Peter Goadsby "15 yıl önce böyle bir düşün-

ceyi ileri sürmek bile çok aykırıydı." diyor. Beyin kendi başına duyuları hissetmez; hatta ameliyat sırasında bir aletle dokunulduğunda bile hissetmez. Goadsby, "Beyin duyuları alamadığı için, baş ağrısının verdiği acı beyin çeperindedir. Bu nedenle pek çok kişi sorunun çeperde olduğunu düşünür." diyor. Ancak, giderek artan bulguların da gösterdiği gibi, beyin ağrının yalnızca suç ortağı değil, başlıca sanığıdır.

Migren sırasında beynin elektrokimyasal etkinliklerini gözlemek, baş ağrısının sırlarını çözmede izlenebilecek yollardan yalnızca biridir. Sinirbilimciler (nörologlar), fiziksel bulguları zaten uzun süredir biliyorlardı. Beynin dış yüzeyinde, yani beyin zarlarında bulunan kan damarları aşırı genişleyerek, içlerinden akan kana karşı aşırı duyarlı hale geçiyordu. Ancak, ağrının gerçek nedenini bulduklarında sinirbilimciler de, hastalar da çok şaşırdılar. Cutrer'in çektiği MRI benzeri gelişmelerle iş daha tartışmalı bir hale dönüştü. Ağrıya giden yol açık olarak belirginleşti, ancak bu yolun neden var olduğu hâlâ bilinmiyor.

Sinir hücrelerinin etkinlikleri, karmaşık olmalarına karşın çoğunlukla tahmin edilebilir özelliktedir. Sinir hücresi uyarıldığında, hücrenin içine sodyum iyonları hücum eder, dışına da potasyum iyonları çıkar. Sonuç olarak sinir hücresi, pozitif elektrokimyasal elektrik yüküne sahip olur. Bu, hücreyi uyarır ve öteki sinir hücrelerine de aynı bilgiyi geçirmesini sağlar. Bir migren hastasında sinir hücreleri "aklı başında" davranmayı bırakırlar. Cutrer, Rennich'in görmeye ilgili sorunu sırasında, görme işlevini yerine getiren sinir hü-



relerinin uyarılmalarında eşzamanlılığın biraz bozulduğuna, hücrelerin birbirlerine bilgi aktarmadan ve görsel bir uyarıcıya bağlı olmadan elektrik yüklerini boşalttıklarına inanıyor. Eşzamanlı uyarılma modeline yakın olan bu durum, MRI'da kıyıya vuran dalgalara benzer bir izlenim veriyordu. Beyin kabuğunda yayılan depresyon (cortical spreading depression) olarak tanımlanan bu durum daha önce yalnızca hayvan deneylerinde gözlenmişti. Cutrer'a göre, Rennich'in MRI görüntüsündeki karanlık alan, sözü geçen bu durumun bir görüntüsüydü ve Rennich'in kör noktasının giderek genişlediğini gösteriyordu. Ayrıca Cutrer, Rennich'in gördüğü ışık titreyişlerinin, sodyum iyonlarının sinir hücrelerinden sel gibi dışarı taşarak görmeye ilgili hücreleri aşırı uyardığı için oluştuğunu düşünüyor.

Rennich'in görmeye ilgili bu sorunu yarım saat sonra bitiyordu ve yaklaşık bir saati normal geçiyordu. Bundan sonra migreni başlıyordu. Beyin kabuğunda yayılan depresyon sırasında anormal bir biçimde uyarılan görmeye ilgili sinir hücreleri, yüksek miktarda potasyum iyonu salgılamaya başlıyordu. Potasyum bir süre sonra, görmeye ilgili

bölümden çıkarak beyin zarlarında bulunan ağrı denetleyici sinir hücrelerine geliyordu. Beyin zarlarındaki kan damarlarının çeperlerinde bulunan bu sinir hücreleri uyarılıp nöropeptit denilen özel proteinleri salgılamaya başlıyor. Nöropeptitler, beyne ağrıyı başlatmasını söylüyor ve kan damarları genişlemeye başlıyor. Genişleyen damarlar ağrıyla ilgili sinir hücrelerinin tekrar uyarılmasını sağlıyor. Temelde, harekete bağlı olarak acıya yol açan bir geribildirim mekanizması migren ağrısını başlatıyordu. Buradakine benzer görme sorunları olmayan migren hastalarında ağrının nedeni daha zor anlaşılır. Bazı sinirbilimciler, beyin kabuğunda yayılan depresyonun, beynin duyuların alınışıyla ilgili olmayan bölümlerinde başlayabileceğini, bu nedenle başlangıç etkilerinin belirgin olmadığını düşünüyorlar.

Çoğumuz gerilim altındayken, çok yorgunken ya da bir önceki gece fazla alkol aldığımızda baş ağrısı çekmişizdir. Ancak pek çok kişi belirli bir nedeni olmayan ve güçsüz bırakan baş ağrıları çeker. Araştırmacılar, uzun yıllar boyunca sorunun ya beyin zarlarındaki kan damarlarıyla ilgili olduğunu ya da hastanın kendisiyle ilgili olduğunu düşünmüşlerdi. Goadsby, "Birinin dizine vurursanız, o bu uyarıyı ağrı olarak duyar; bu akla yatkın bir şeydir. Ancak, süregelen (kronik) baş ağrısı olan insanlarda fiziksel bir uyarı olmadan ağrının başladığını görüyoruz; bu pek akla uygun değil." diyor. Hekimler ağrıya olası bir açıklama bulamadıklarında hastayı bir ruh hekimine yönlendiriyorlar. Kendisi de 14 yaşından beri migren ağrıları çekmiş olan Cutrer, "Hekimler sorunun ne olduğunu bulamadıklarında hastayı hayalcilikle de suçlayabiliyorlardı, ama şimdi baş ağrısı araştırmalarında beynin yeni bir alan olduğunu biliyoruz." diyor.

Süregelen baş ağrısı olan insanlarda beyin, ışık ya da gerilim benzeri dış etkenlere, kadınlarda hormonal döngüye ya da çiğ soğan yemek ve basketbol oynamak gibi acayip şeylere karşı duyarlı görünüyor. Goadsby, eskiden beynin bu işte bir rolü olmadığı düşünülürken, bugün artık rolünden kuşku duyulmadığını ve bu konuda araştırmalar yapıldığını söylüyor. Bu yeni bakış açısı, daha şimdiden migren ağrılarını durduran ve önleyen yeni özel ilaçların geliştirilmesini sağlamış.

Neler Ağrıyı Başlatıyor?

Araştırmalar süregelen baş ağrıların sorumlusu olarak giderek kalıtıma doğru yöneliyor. Bu durumda çikolata, fındık, güneş ışığı ya da gerilim benzeri çevresel etkenlerin ağrıya yol açıp açmadıkları konusu ne olacak? Bilim adamları, onlarca yıldır besinlere eklenen belirli bazı katkı maddelerinin baş ağrısına yol açtığını düşünüyorlardı. Örneğin, kırmızı şarap ve eski peynirlerde bulunan tiraminin kan damarlarını genişlettiği düşünülüyordu. Kopenhag Üniversitesi'nden Jes Olesen baş ağrısı hastalarına tiramin verildiğini ve bunu baş ağrısını kestiğini söylüyor.

Kafein içermesi nedeniyle kan damarlarını daralttığından eskiden kahvenin etkili bir baş ağrısı ilacı olduğu düşünülürdü, oysa bugün



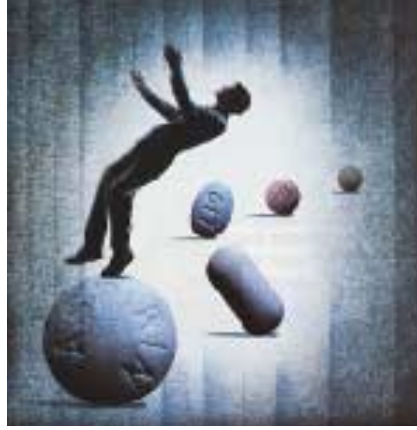
hekimler kafein içeren çay, kahve ya da kolanin baş ağrısını tetiklediğini biliyorlar. New York Baş Ağrısı Merkezi'nden Alex Mauskop kafeinin etkilerinin uyku ilaçlarına benzediğini söylerken, düzenli olarak alındığında, fiziksel bağımlılığın dışında, vücudun ona karşı tolerans geliştirdiğini de sözlerine ekliyor.

Çalışmalar, günde 2,5 fincan kahve içme alışkanlığı olanların, geri tepme biçiminde ortaya çıkan baş ağrıları çekebileceklerini ortaya koydu. Mauskop, baş ağrısına eğilimi olan birinin bu etkileri daha yoğun bir biçimde yaşayacağını düşünüyor. Mauskop'un hastalarına ilk yaptığı şey, onları kafeinden vazgeçirmek oluyor. Ona göre, kafein almayı sürdürdüklerinde öteki tedaviler de bir işe yaramıyor.

ABD'de 6 milyon insan, herkesin en azından arada sırada çektiğine benzer gerginlik tipi baş ağrısını süregelen olarak çekiyor. Bazılarıysa bu ağrıyı hemen her gün çekiyorlar. Başın bir yarısını etkileme eğilimindeki migrenlerse 23-26 milyon Amerikalı'da var. Migren tanıları ne yazık ki gün geçtikçe çoğalıyor. Neurology adlı bilimsel dergide yayımlanan en son çalışmalardan biri, 1971-1981 yıllarına göre, 1989 yılında migren tanısı sıklığının kadınlarda % 56, erkeklerde % 34 arttığını ortaya koyuyor. Yaklaşık 1 milyon insansa, çoğunlukla erkeklerde görülen ve çok şiddetli olan, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çekiyor. 1700'lerde ilk kez tutulan bir kayıta bu tip bir baş ağrısını hasta, "ağrı yüzünden gözüüm yavaşça yerinden dışarı uğrayacak gibi oluyor ve neredeyse delirecek gibi oluyorum" biçiminde tanımlıyor.

Beynin bu durumdan sorumlu olabileceğine ilişkin ilk ipucu belki de 1940'larda keşfedilmişti. İtalya'daki araştırmacılar, migren ağrısı yeni bitmiş hastaların idrarlarında, sinir hücreleri arasında iletişimi sağlayan bir kimyasal madde olan serotoninin parçalanma ürünleri olabilecek maddeler buldular. Bu bulgu, serotoninin migren ağrılarındaki önemli bir rol oynadığına ilişkin ipucu oldu, ancak bununla ilgili süreç henüz açıklığa kavuşmamış durumda. Bu düşünce araştırmacıların, daha önceden hiç migren ağrısı çekmemiş bile olsa, bir insana serotoninini azaltan özel bir kimyasal madde verildiğinde migren ağrısının başladığını bulmalarıyla hız kazandı. Scottsdale'deki (Arizona) Mayo Clinic'ten sinirbilimci David Dodick, "Artık, sorun serotoninin etkilerini taklit edecek bir ilaç geliştirmek haline dönüşmüştü." diyor. 1990'ların başında bu yaklaşım, triptanlar denilen bir grup ilacın piyasaya sürülmesiyle taçlandı. Bu ilaçlar, beyin zarlarındaki damarlarda bulunan özel bir serotonin reseptörüne bağlanıyordu. Bu, damarların daralması ve nöropeptid salgılayan sinir hücresi uçlarının kapanması, böylece ağrı geribildirim mekanizmasının durmasına yol açıyordu. Ayrıca, kanıtlar yeterince sağlam olmasa da triptanlar bir migren krizini orta evrelerinde durdurabiliyorlardı.

Cutrer'inki gibi yeni araştırmalar, etkili ilaçların geliştirilmesini daha olası kılıyor. Kopenhag Üniversitesi Sinir-



bilim Bölümü Başkanı ve *The Headaches* (Baş Ağrıları) kitabının da editörü olan Jes Olesen, tedavi açısından yeni bir dönemin başında olduklarını söylüyor. En çok umut veren araştırma, nitrik oksit denilen bir başka bileşiğin rolü üstünde duruyor. Baş ağrısı konusunda çalışan sinirbilimciler, uzun bir süredir olağandışı bir gerçeği biliyorlardı: Bir kalp hastası, krizi önlemek amacıyla dil altına bir nitroglicerine tableti koyduğunda, nitroglicerine vücutta nitrik oksite dönüşür ve kalpteki damarları kısa süre içinde genişletir. Ancak, bu ilaç hastaların bazılarında 6 saat içinde bir migren krizine yol açar. Olesen, bu-

Büyük Beyinler Daha Çok Baş Ağrısı Çeker mi?

Baş ağrısı tiplerinin kökeni hâlâ bir bilmece. Baş ağrıları, tümüyle normal yapıda bir beyinin anormal işlevler göstermesi gibi görünüyor. Ancak, Londra Üniversite Koleji'nden sinirbilimci Peter Goadsby ve arkadaşları, son zamanlarda yaptıkları bir çalışmada üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrıları olan hastaların beyinlerinde bazı yapısal farklılıklar olduğunu gösterdi. Goadsby, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrılarının nörobiyolojisinin yeniden tümüyle gözden geçirilmesi gerektiğini düşünüyor.

1997'de Goadsby ve arkadaşları, bu tip baş ağrıları olan hastalarla normal hastaları karşılaştırmak amacıyla işlevsel görüntüleme yapmaya başladılar. Çalışmalarının sonuçları 1998'de *Lancet* dergisinde, 1999'da *Nature Medicine*'de yayımlandı. Sonuçlar üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çeken hastalarda hipotalamusta bulunan ve vücudun 24 saatlik ritmini düzenlemekle görevli olan bölgenin daha büyük olduğunu gördüler. Bu durum, baş ağrıların periyodik oluşunu açıklıyor. Goadsby, bu bölgedeki sinir hücrelerinin yalnızca sayılarının mı çok, yoksa kendilerinin mi büyük olduğunu henüz bilmiyor. Bunu bulmak için beyin o bölümünün iyice incelenmesi gerekiyor.

nun çok yaygın bir yan etki olduğunu ve nitrik oksitin yalnızca kalp hastalarında değil, bütün hastalarda migreni tetikleyici bir rolü olabileceğini düşündüğünü söylüyor. Olesen ve öteki bilim adamları, beyinde serotoninin yıkımından sorumlu olduğunu düşündükleri nitrik oksitin rolünü tamamen çözümlenerek, triptanlardan daha etkili baş ağrısı ilaçlarının geliştirilebileceğine inanıyorlar. Olesen, şu aralar ilaç araştırmalarında en sıcak konunun bu olduğunu söylüyor.

Sinirbilimciler giderek artan bir biçimde, hepsinin olmasa da bazı baş ağrıların temelinde kalıtsal bozuklukların bulunduğu kuşkuluyorlar. 1990'larda araştırmacılar, yarım felç yapan ailesel migren (familial hemiplegic migraine) olarak tanımlanan, ender rastlanan bir baş ağrısı tipinin nedeninin izini buldular. Bu migren tipi 19. kromozom üzerindeki tek bir genle baskın olarak yeni kuşaklara geçiyor. Bu kromozom sinir hücrelerinin zarlarında bulunan kalsiyum kanallarının bir bileşenini kodluyor. Kalsiyum kanalları, iyonların sinir hücresinin içine alınmasını ayarlayarak hücrenin ne zaman tetikleneceğini kontrol altında tutar. Müteasyon sayesinde beyin çevresindeki sinirler sürekli olarak hiperaktif kalır ve ağrı duyusunu algılar. Olesen, kanallardan kalsiyum iyonu geçişinde bir azalma mı, çoğalma mı olduğunun henüz bilinmediğini söylüyor.

Yarım felç yapan ailesel migrenin ender olarak görülmesine karşın, kromozomal kökeninin bulunması baş ağrısı araştırmalarının tümünün yönünü değiştirdi ve sinirbilimciler baş ağrısı çeken kişilerde başka bozukluklar olup olmadığını bulmak için bazı kromozom bölümlerini incelemeye başladılar. Goadsby, "Bugün baş ağrısıyla ilgili olarak kanser için düşündüğümüz gibi düşünüyoruz." diyor. Goadsby, kısa bir süre önce, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çeken insanlarda hipotalamusun arka kısmının (beynin 24 saatlik ritminden sorumlu bölgesinin) belirgin biçimde daha büyük olduğunu da buldu.

Elbette ki kalıtsal nedeninin bulunmuş olması ağrıyı dindirmiyor. Sinirbilimciler deneylerini sürdürürken hekimler ve hastalar da çare aramayı sürdürüyorlar. Önceden geliştirilmiş ilaçlardan daha etkili olan triptanlar gü-

venilir olmaktan uzaklar. Olesen, bu ilaçların % 80 olumlu etki yaptıklarını, ancak bazı hastalarda henüz yeterince bilinmeyen nedenlerden ötürü etkilerini yitirdiklerini söylüyor. Bu durumda hastalar başka seçenekler aramaya zorlanıyorlar; akupunkturdan (serotonin düzeyini etkilemek için) Botox ya da A tipi botulinum toksini olarak bilinen bakteriyel bir karışıma kadar her şeyi deniyorlar. New York Manhattan Baş Ağrısı Merkezi'nden Alex Mauskop "Bu, kasları geçici olarak felç ederek kırılganlıkları azaltmak için alına enjekte edilen maddeyle aynıdır." diyor. Estetik cerrahlar, Botox enjeksiyonlarının şaşırtıcı bir yan etkisini fark ettiler. Botox, migren ağrıları baskılıyor gibi görünüyordu. 1999'da yapılan bir çalışma, bu toksinin verildiği hastalarda migrenlerin % 50 oranında azaldığını gösterdi. Mauskop, kimsenin bunun mekanizmasını açıklayamadığını, ancak kendisinin de toksinin bu etkisine yüzlerce kez tanık olduğunu söylüyor.

Periyodik migren tipi baş ağrıları'nın nedenleri ve çareleri pek açık olarak görülüyor. Periyodik migren tipi baş ağrıları, hastayı günde bir ya da iki kez etkiliyor ve döngü halinde geliyor. Bu tip ağrılar daha çok sigara içenlerde oluşuyor. Ayrıca, alkol tarafından tetikleniyor ve genellikle saf oksijenin solunmasıyla geçiyor. Mauskop, bir hastanın başını arabasının dışına uzatıp 80 km kadar arabayla gittiğinde ancak rahatlayabildiğini söylüyor. Hekimler bu tip baş ağrıları "intihar ağrıları" olarak adlandırıyorlar, çünkü bazı hastaların

Bir Kadının Öyküsü

44 yaşında olan Catherine Healy, ikinci kızı 1986'da doğduktan sonra, bulantı yapan süreğen baş ağrıları çekmeye başladı. "Ağrıları her gün benimle birlikteydi ve CT, MRI ya da röntgenler hastalığımı ortaya çıkarmıyordu." diyor Healy'nin yaşamı bu ağrılar yüzünden değişmişti. İlk yıllarda ağrılar ayda 3-5 kez oluyordu, ancak zaman ilerledikçe ağrıların sıklığı ve şiddeti artmaya başladı. "Çok kısa mesafeleri bile yürüyemiyordum, zorla yemek yemeye çalışıyordum, elimdeki bir şeyleri düşürüyordum. Hekimler lupus ve multipl sklerozisten kuşkulandılar. Hatta psikiyatristlerden de konuşmaya başlamıştık." diyor Healy.

Son olarak Massachusetts Genel Hastanesi'nden Micheal Cutrer görme sorunuyla birlikte ortaya çıkan migren tanısı koydu. Healy ağrıların korkunç olduğunu, ancak görmeyle ilgili sorunların daha da beter olduğunu söylüyor. Healy "Bazen eşimin yüzünü göremiyordum, ayrıca havada tehlikeli yılanlar görüyordum, hepsi çok korkunçtu." diye anlatıyor o zaman yaşadıklarını. Hatta bir keresinde merdivenlerde köpeğini gördüğünde

şaşırlıkla bakakalmıştı. "Köpeğim sanki Picasso tarafından boyanmıştı." diyor Healy.

İş yaşamı ağrıları yüzünden bitmişti. Ağrıyı başlattığından kuşkulandığı her şeyi kesmişti. Çok steril bir yaşam sürdüren Healy, turşu, tüt-sülenmiş yiyecekler, çikolata, muz, elma, portakal ve kabuklu deniz ürünleri yemiyordu. Vitaminler bile sorun çıkarabiliyordu. 1990'larda triptanlar çıktıktan sonra onları kullanmaya başladı. Ancak, zaman içinde bunların etkisi de azalmaya başladı. Şu anda metisergid adında bir ergotamin kullanıyor, ancak bu ilaç da uzun süre kullanıldığında akciğerlerde ve kalpte hasara yol açabiliyor.

Healy "hangi şeytanla uyuyacağımı kendim seçtim" diyor. "Migren mi, yoksa doku hasarı mı?" Bunları dengelemek için Cutrer ilacı altı ay için veriyor. Bu sırada Healy iki ay boyunca yalnızca ağrı kesici kullanıyor ve her gün migren ağrısı çekiyor. Kendisine benzer durumdaki bir grup hastayla birlikte destekleyici grup çalışmalarına katılan Healy 100 farklı kişide 100 farklı tip migren olduğunu düşünüyor.

son çare olarak böyle bir yola başvurduğu da görülmüş.

Daha etkili tedavilerin geliştirilmesi, hastaların bunları almaya güçlerinin yetebileceği anlamına gelmiyor. Örneğin, triptanlar pahalıdır. Bir migren ağrısına son vermek için ağızdan alınan tek bir doz 10-15 dolara, enjeksiyonla alınan bir dozsa 35 dolara mal olur. Tipik bir hasta buna ayda altı kez gereksinim duyabilir. Ancak, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrıları için bu miktar üstel olarak artıyor. Örneğin, New Jersey'de yaşayan avukat Wayne Weiner süreğen, üst üste gelen periyodik migren tipi baş ağrısı çeken ender kişilerden biridir. Öyle ki günde 10-12 kez ağrı gelir ve bir o kadar doz triptan gerekir. Bu hastanın yıllık

ilaç gideri 40 000 doları bulmaktadır. Weiner, bu hastalığın insanı maddi-manevi çökerttiğini düşünüyor.

Tedaviyle ilgili şirketler fiyatları düşürmeyi hedefleyerek hastalarını başka ilaçlara yönlendirmeye çalışıyorlar. Bazı durumlarda bu uygulama felaketlerle sonuçlanabiliyor. Philadelphia, Thomas Jefferson Üniversite Hastanesi'nden sinirbilimci David Silberstein, bazı sigorta şirketlerinin hastaları bağımlılık yapan ilaçlara yönlendirdiğine bile tanık olduğunu söylüyor.

Hekimler artık bu durumla savaşılmaya başladılar. Baş ağrısı hastalarına standart bir bakım ve tedavi uygulayabilmek için Ulusal Baş Ağrısı Birliği'ni kurdular. Silberstein, şu anda hekim olsun ya da olmasın her isteyen bir baş ağrısı kliniği açabildiğini ve daha sert standartlarla bu yanlışlığın düzeltilebileceğini söylüyor. Silberstein'a göre, ilaç protokolları daha titizlikle hazırlanırsa hekimler ve hastaneler, sigorta şirketlerini önerdikleri ilaçların fiyatını karşılamaya zorlayabilecek.

O zamana kadar, hastaların kendi tedavilerini kendileri seçmekten, sigorta şirketleriyle baş etmekten ve daha iyi ilaçların araştırmalarla geliştirilmesini beklemekten başka yapacakları bir şey yok. Patrick Rennich, bunu basketbol oynayarak kutlayacağını söylerken şunu da sözlerine ekliyor: "Bir konuda rahatım: Artık biliyorum ki sorun benim değil, beynimde."

Rist, C., "The Pain is in the Brain", *Discover*, Mart 2000
Çeviri: Zuhul Özer



Doğurganlığın Protein Anahtarı



Kısırlığın kuşkusuz birçok nedeni var. Anatomik, biyolojik, ya da genetik. Kiminin tedavisi var, kiminin yok. Araştırmacıları daha çok uğraştıranlar, biyolojik nedenler. Şimdiye değin yürütülen araştırmalarda daha çok, yumurta ya da sperm hücrelerinin özellikleri, ya da bunlardaki bozukluklar üzerinde durulmaktaydı. Ancak kısa süre önce bilim adamları, doğrudan üreme mekanizmasıyla ilgili olmayan önemli bir nedeni de rastlantı sonucu ortaya çıkardılar: Normal işlevi kanserin atlamasını önlemek olan bir tür proteinin eksikliği, yumurta ile spermin birleşmesini de önüyor.

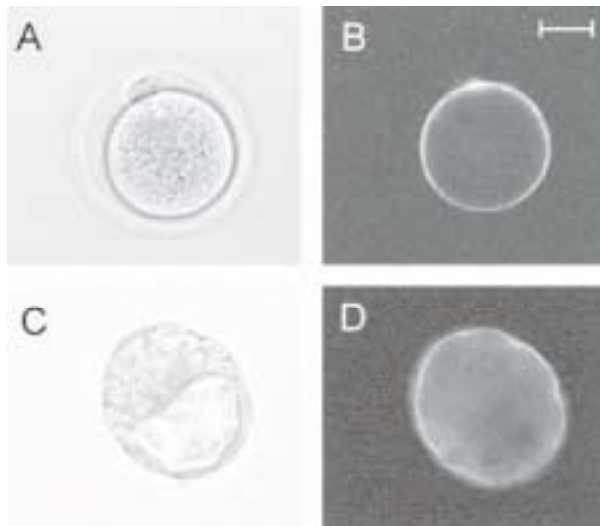
CD9, vücudun çeşitli zarları üstünde bulunan bir protein. Tetraspanin grubu hücre zarı proteinlerinden biri. İşlevi, hücrelerde yapışma, çoğalma, farklılaşma, sinyal iletimi ve hareketi sağlamak. Molekül yapısında hücre zarını delip geçen dört parça, iki hücre dışı ilmek ve hücre içine giren amino ve karboksil kuyrukları var. Bu moleküler yapı, bütün tetraspanin grubu proteinlerde (CD9, KAI-1/CD82 ve CD63) bulunuyor. Bu gruptaki hücre zarı proteinleri, kanserlerin atlama (metastaz) yapmasını kettiriyor. Zarda tetraspaninlerin azlığı, kanserin saldırganlığını ve uzak organlara atlamasını artırıyor. CD9 birçok dokuda var; fakat bu proteini içermeyen dokular da bulunuyor.

Tetraspanin molekülleri, zar üzerinde hem birbirleriyle, hem hücrelerarası madde proteinleri için almaç rolünü oynayan b1 integrinlerle (a3b1 ve a6b1) ve hem de kan pıhtılaşmasını önleyen bir madde olan

heparini bağlayan epitelyal büyüme faktörü (EGF) benzeri moleküllerle (ProHb-EGF) ilişki içindedirler. Böylece tetraspaninler, hücre yüzeyine özgü proteinlerin büyük moleküler kompleksler halinde gruplaşmasını ve ilişkiye girmesini sağlıyor. Hücre yüzeyinde örgütleyici ve görev kolaylaştırıcı bir rol oynuyorlar.

CD9'un canlılardaki rolünü araştırmak için bilim adamları, fare embriyonu kök hücrelerinde genetik mühendisliği yöntemleriyle, bu proteini kodlayan geni görev yapmaktan alıkoydular.

CD9 geni tamamen etkisizleştirilmiş fareler, başka bir deyişle bu geni hiç taşımayan fareler, erkek ol-



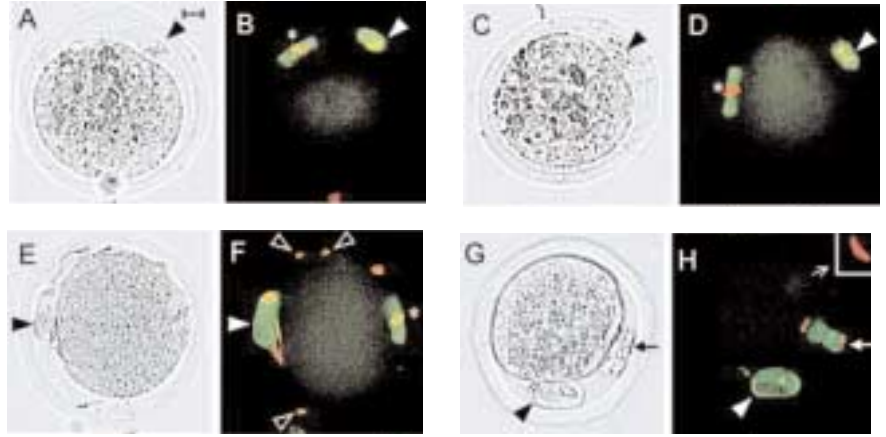
Şekil 1- CD9'u olmayan ya da iki tane olan dişi farelerden elde edilen yumurta ya da embriyonlar. CD9'suz (A) ve çifte CD9'lu (B) yumurtalar, 2.5 gün hücre kültüründe yaşatıldı. Döllenmeden 3.5 gün sonra dölyatağı boynuzlarından yumurtalar ya da embriyonlar alındı. C- CD9'suz dişilerde parçalanmış yumurta bulundu. D- Çifte CD9'lu dişilerde blastosist evresine erişmiş embriyonlara rastlandı.

sun dişi olsun, normal biçimde doğup geliştiler. Öyle anlaşıyor ki bu proteinin yokluğu, hücre yapışmasını ve hücre büyümesini etkilemiyor. CD9 geni, eş kromozomların yalnız birinde bulunan fareler de normal olarak doğdu ve büyüdü. Buna karşılık, CD9 genleri her iki eş kromozomda da bulunan farelerle, hiçbirinde bulunmayanlar arasında yavru-lama bakımından önemli farklar vardı. Normal gen dağılımlı fareler kendi aralarında çiftleştiklerinde normal yavrular doğurdular; erkek ve dişi yavru sayısı eşitti ve Mendel'in heterozigotluk dağılımı gerçekleşmişti (% 25 her iki eşkromozomda CD9 geni taşıyan, % 50 tek kromozomda CD9 geni taşıyan ve % 25 CD9 geni yok).

Hiç CD9 taşımayan erkek fareler, normal ya da çift genli farelerle çiftleştiklerinde % 93-100 oranında normal gebelik ve yavrular meydana geldi. Buna karşılık, her üç türden erkekle çiftleşen CD9'suz dişi farelerin ancak % 50-60'ı yavru doğurabildi. Normal dişi farelerde gebelik, çiftleşmeden 4.5 gün sonra başlar-ken, bu proteini hiç taşımayan farelerde, 19-30 gün sonra başladı. Normal dişi fareler ortalama 2.3 yavru yaparken CD9 taşımayan dişiler ortalama 1.5-2 yavru yapabildiler. Yavru ölüm oranı çift genli dişi farelerde % 2'den azken, hiç CD9 olmayanlar-da % 32-55'e yükseliyordu.

CD9 genleri çift ya da hiç olmayan fareler arasında vaginal tıkaç sıklığı bakımından bir fark yoktu. Bu da, çiftleşme davranışlarında bir değişim olmadığını gösteriyordu. (CD9'suz farelerde çiftleşme sıklığı % 16.9, ötekilerdeyse % 17.4). Bu proteinden yoksun olan farelerin yavru yapamayışlarının nedeni sperm yumurtaya ulaşamaması da değildi; çünkü yumurtayı dölyatağına bağlayan boruda (oviductus) sperm hücreleri bulunmuştu.

6 haftalık CD9 yoksunu farelerde yumurtalıklar mikroskopik olarak incelendiğinde, normal farelere göre bir fark bulunamadı. Çıkmış yumurta sayısı da normaldi. Fakat bu farelerden döllenmeden yarım gün sonra yumurta alındığında, bu yumurtanın hücre kültüründe bölünme yapamadığı ve paramparça oldu-



Şekil 2- Yumurta DNA-tubulinle işaretlenmiş. Yumurtalar lam üzerine yerleştirildikten sonra, önce tubulin YL 1/2'ye karşı oluşturulmuş monoklonal antikorlarla ve sonra da keçiden elde edilmiş flüoresan anti-fare antikorlarıyla örtüldü. Hem CD9'suz (A ve B) ve hem de çift CD9'lu (C ve D) farelerde, yumurtanın bölünmesi 2. mayoz bölünmesinin metafaz evresinde durmuştu. Bu, metafaz iğinin ve DNA-tubulin artıkları içeren 1. kutup cisminin varlığından belliydi. (içi dolu ok başları). E ve F- Doğal olarak yumurtlamış ve döllenme yapmış bir CD9'suz farenin 2. mayoz bölünme metafazında bölünmeyi durdurmuş yumurtasının çevresinde sperm hücreleri (içi boş ok başları). G ve H- Doğal olarak yumurtlamış ve döllenme yapmış bir çift CD9 genli dişi farenin yumurtası telofaz evresine kadar bölünmüş ve 2. kutup cismini atmış (ok); 1. kutup cismi hala görülüyor. Küçük resim sperm hücresi DNA'sını kısmen açılmış olarak gösteriyor.

ğu görüldü (Şekil 1). Buna karşılık çift CD9 genli farelerin döllenmiş yumurtası hemen bölünmeye başladı ve 2 gün sonra embriyonal yaşamın 4. evresine erişti. Döllenmeden 3.5 gün sonra CD9'suz dişi farelerin dölyatağında blastosist (bölünmeye başlamış yumurta) yerine parçalanmış yumurta bulundu.

CD9 yoksunu ve zengini farelerden döllenme yapmamış olanlara insan koryonik gonadotropin hormonu hCG enjekte edildi ve 12 saat sonra bunlardan yumurta alındı. Her iki grupta benzer yanıt rastlandı: Her iki grupta da dişi fareler 20 civarında yumurta çıkardılar. CD9'dan yoksun farelerin % 70'inde ve çift genli olanların da % 74'ünde mayoz I bölünmesinin tamamlandığını gösteren 1. kutup cismi vardı. Monoklonal antikor testleriyle her iki grupta da yumurta bölünmesinin mayoz II metafaz evresinde durduğu görüldü. (Şekil 2 A,B,C,D). Birinci kutup cismi dayanıksızdı; hCG enjeksiyonundan 17 saat sonra yumurtaların % 25'ten azında 1. kutup cismi vardı. Döllenmeden 12 saat sonra, CD9 geni olmayan farelerden alınan yumurtaların çevre-

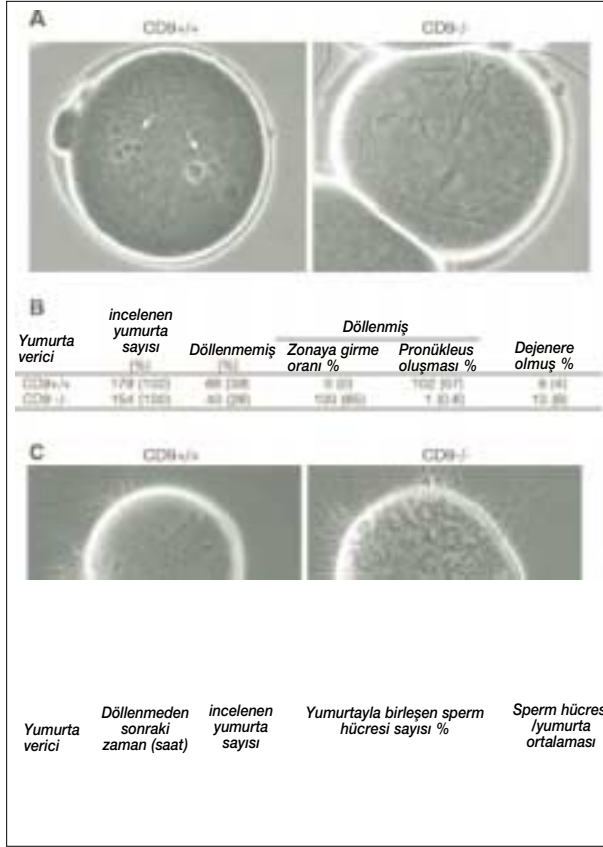
sinde birçok sperm hücresi görüldü (şekil 2F). Demek ki sperm hücreleri yumurtaya erişiyor, ancak içine giremiyorlar. Bu yumurtalardan birkaçı (% 17) 1. kutup cisminin artığını taşıyordu. DNA-tubulin işaretlemesi testi, CD9 yoksunu farelerde yumurtaların hemen hepsinin 2.mayoz bölünmesinin metafaz evresinde bloke olduğunu gösterdi. Buna karşılık döllenme yapmış çift CD9 genli dişi farelerin % 94'ünde bir ya da iki kutup cismi görüldü (Şekil 2 G ve H). Bunlarda DNA-tubulin işaretleme testiyle yumurtaların çoğunun döhlendiği ve 2. mayoz bölünmesinin metafaz evresini aştığı gösterildi. Bunun kanıtı metafaz levhasının yok olması ve 2. kutup cisminin (şekil 2 G ve H) atılmasıydı.

CD9'ca zengin farelerin yumurtasında, blastosistinde ve hatta yumurtalıktan henüz çıkmamış yumurtalarında bu protein bulunuyordu. CD9 geni olmayan farelerin yumurtalarındaysa bu protein görülüyordu.

Daha sonra, çift CD9 taşıyan ve hiç taşımayan farelerde tüp bebek deneyi yapıldı. Yumurta ve sperm hücrelerine ek olarak, tüplerin bir yarısına CD9 proteinine karşı oluş-



Şekil 3-CD'siz yumurtalarla tüp bebek deneyleri: Zonaları sağlam yumurtalar kullanıldı. Sıfır ve çift CD9'lu farelerden alınan yumurtalar, çift CD9'lu sperm hücreleriyle döllenmedi. Döllenmeden 6 saat sonra elde edilen çift ve sıfır CD9'lu yumurtaların A'da mikroyrafları, B'de döllenme hızları görülmüyor. Zona pellucidaya girebilmiş sperm hücreleri lakmoid boyası kullanılarak sayıldı. Sıfır CD9'lu yumurtalar sperm hücresiyle birleşemediler ve metafaz II'de kaldılar. Çift CD9'lu yumurtalara sperm hücreleriyle birleşerek pronükleus (oklar) oluşturdular. C'de zonasız yumurtalar görülmüyor. Döllenmeden 1 saat sonra yıkanan çift ve sıfır CD9'lu yumurtaların yüzeyindeki sperm hücrelerinin sayısı benzerdi. A ve C'de faz kontrast mikroskopuyla 400 kez büyütülmüş canlı yumurtalar görülmüyor. D'de çift ve sıfır CD9'lu yumurtaların normal sperm hücreleriyle birleşme oranları veriliyor. Füzyon yapmış sperm hücreleri döllenmeden 1 ve 6 saat sonra sayıldı.



turulmuş monoklonal antikor, öteki yarısına da kontrol sıçanı monoklonal antikor konuldu. 24-48 saat sonra tüpde 2-4. evredeki embriyonlar arandı. Anti-CD9 monoklonal antikor verilmiş farelerin ancak % 4'ünde, kontrol grubununda % 49'unda embriyon gelişmesi görüldü.

Bir başka tüp bebek deneyindeyse, gene iki uç gruptan alınan yumurtalar, normal fare sperm hücreleriyle birleştirildi. Her iki grupta da 6 saat sonra sperm hücrelerinin yumurtayı saran "zona pellucida" tabakasını geçtiği görüldü. CD9 yoksunu farelerin hiçbirinde yumurtayla sperm hücresi birleşerek pronükleus (ilkel çekirdek) oluşturamadı. (Şekil 3 A ve B). Normal koşullarda zona pellucidayı geçen bir sperm hücresi yumurtanın sitoplazmasıyla birleşerek yumurtayı etkinleştirir. Etkinleşme, yumurtanın zona pellucidaya tanecikler atarak bir başka sperm hücresinin girişini önlemesi şeklinde belirir. Buna karşı CD9'suz farelerde zona pellucidada en az 5 sperm hücresi bulunuyordu (şekil 2 F).

Tüp bebek deneyi, zona pellucidası çıkarılmış CD9 taşımayan yumurtalarla tekrarlandı. Amaç, sperm

hücrelerinin doğrudan doğruya plazma zarıyla temasını sağlamaktı. CD9 geni olmayan ve çift olan yumurtalar arasında, bağlanan sperm hücre sayısı bakımından bir fark bulunamadı (Şekil 3). Buna karşı CD9'suz yumurtalarda sperm hücresinin yumurtayla birleşmesi (füzyon) çok aksıyordu. Şöyle ki bu protein bulunmayan yumurtalarda, döllenmeden 1 saat sonra füzyon oranı % 98'den % 4'e ve 6 saat sonra da % 100'den % 21'e düştü. Bir başka deneyde de, yumurtalarının zona pellucidası çıkartılmış CD9 yoksunu ve zengini farelerde sperm hücresi-yumurta bağlanması ve sperm hücresi-yumurta füzyonu arandı. İki grup arasında bağlanma bakımından bir fark bulunamadı; fakat CD9'suz yumurtalarda füzyon oranı % 0 iken, bu protein genlerinin iki tane bulunduğu yumurtalarda füzyon oranı % 56-94 arasındaydı.

Bu deneylerden önce dişi farelerdeki kısırlığın, yumurtanın büyümesi, olgunlaşması ve çıkmasıyla ilgili olduğu düşünülüyordu. Örneğin zona pellucida proteinlerinden ZP3 eksikliğinin kısırlık yaptığı biliniyordu. Bu deneylerle anlaşıldı ki tetraspanin CD9'un yokluğu, yumurtalıkları

Küçük Sözlük

Mayoz bölünmesi: Seks hücrelerinde kromozom sayısını yarıya indiren, diploid sayıyı haploid yapan bölünme. Üstüste 2 mayoz bölünmesi olur; 1. bölünme kromozom sayısını yarıya indirir; 2. bölünmede kromozom sayısı yarıya inmez; yine haploid kalır. 1. bölünmede 1. kutup cismi, 2. bölünmede 2. kutup cismi hücreden dışarı atılır. Mayozun fazları profaz, metafaz, anafaz ve telofazdır.

İntegrin: Hücre zarı proteinlerinden biri. İntegrinler bir yandan hücre ara maddesiyle, bir yandan da CD9 ve TM4 gibi zar proteinleriyle bağlantılıdır. İntegrinlerin bir çok rolü vardır: hücre içi pH'ı ve kalsiyum düzeyini değiştirmek, fosfolipid metabolizması, protein, tirozin ve serin/treonin fosforilasyonu ve bazı genlerin etkinleştirilmesi.

Homozigotluk: İki eş kromozomda aynı karaktere ait genlerin (alellerin) aynı olması. Örneğin CD9+/+ homozigotluktur.

Heterozigotluk: İki eş kromozomda aynı karaktere ait genlerin (alellerin) farklı oluşu; CD9+/- gibi.

Ekson: DNA'nın aminoasit sentezi yapan parçaları.

İntron: DNA'nın aminoasit sentezi yapmayan, düzenleyici parçaları.

Zona pellucida: Yumurtanın etrafında yumurtanın salgıladığı saydam ve hücre dışı tabaka.

Sarı cisim: Yumurtalıkta atılan yumurtanın yerinde oluşan sarı renkli cisim.

Blastosist: Kese biçimi embriyon.

Monoklonal antikor: Tek bir proteinle etkileşen antikor.

ve yumurtlamayı etkilemez. Bu proteinin eksikliğinde kısırlığın nedeninin, sperm hücresiyle yumurtanın füzyon yapamayışı olduğu düşünülüyor. Yumurta zarı integrinlerinden biri olan a6b1, sperm hücresi yüzey proteinlerinden fertiline bağlanır ve sperm hücresi almaçı rolünü oynar. CD9, integrinlerle (a3b1, a5b1, a6 ± b1) bağlantılı olduğundan, a6 b1 integrini etkileyerek sperm hücresi-yumurta füzyonunu sağlıyor olabilir.

CD9 proteinini eksikliğinin yalnız sperm hücresi-yumurta füzyonuna engel olduğu, döllenmiş yumurtanın gelişmesini önlemediğini göstermek için CD9'suz yumurtalar içine normal sperm hücresi enjekte edildi; bu döllenmeden normal embriyonlar oluştu.

Bu deneyler CD9'un yumurta döllenmesindeki önemini gösterip, tetraspaninlerin biyolojik görevini ortaya koymuş oldu. Şimdi iş, bazı kadın kısırlıklarında CD9 eksikliği olup olmadığını araştırmaya kalıyor.

Selçuk Alsan

Kaynaklar:

- 1) Science 287: 319-21, 2000
- 2) Science 287: 321-24, 2000
- 3) Proc Natl Acad Sci USA 96: 11830-5, 1999
- 4) J Immunol Methods 229: 35-48, 1999
- 5) Biochem J 338: 61-70, 1999

Vitrinde Olmayanlar

Henry Petroski, Kurşunkalem adlı yapıtında günlük hayatımızda sıradan bir nesne olarak görmeye alıştığımız kurşunkalemin uzun, ilginç ve şaşırtıcı öyküsünü ele alıyor. Gelişmekte olan teknoloji karşısında kurşunkalemin varlığını sürdürebilmesi ve 400 sayfalık bir kitabın konusunu oluşturması bile başlı başına heyecan verici. Kitaptan küçük bir alıntı...

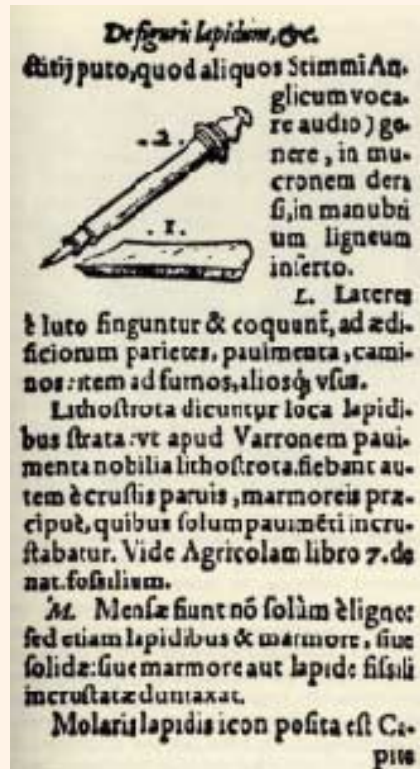


Kurşunkalemin tarihi, tabii yazıldığı söylenebilirse, silintiler ve düzeltmelerle doludur. Belki de bu kaçınılmazdır; çünkü tarih hikâye anlatmakla başlar. Hikâye anlatanlar en çok, en ilginç görünen şeyleri en ilginç biçimde aktarmak ister gibi görünürler. Hikâye anlatıcılarının bile isteye yanıltıcı olduklarını söylemeye çalışmıyorum; ama şüphesiz ki konularını ve kullandıkları sözcükleri seçer ve yalnızca uygun görünmeyen konuları değil, o sırada gerekli veya önemli görünmeyen, daha büyük başka hikâyelerin anlatılmasına elverişli olmayan konuları da es geçebilirler. Hikâye anlatmak, aynı zamanda yazı yazmaktır. Truman Capote'nin "makasın kurşunkaleminden daha faydalı olduğuna inanıyorum" derken ima ettiği elyazmalarının düzeltilmesi konusu yazarların çoğuna tanıdık geliyor olmalı. Vladimir Nabokov da aynı düşüncüyü farklı bir imgeyle ifade etmiştir: "Bugüne kadar yayımlattığım her sözcüğü –genellikle birçok defa yazmışımdır. Kalemimin silgisi her zaman ucundan önce bitmiştir."

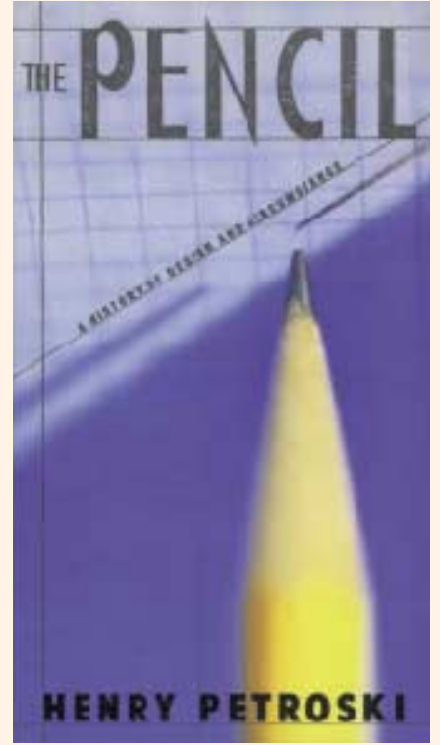
Kurşunkalemle yazılmış onca yazıya karşın, kurşunkalem hakkında yazılmış çok az şey vardır. Yazarlık ile ilgili yazılmış o kadar şey varken, kim kurşunkalemle ilgili bir şeyler okumuştur? Bilimle ilgili yazılmış o kadar şey varken, kim mühendislikle ilgili bir şeyler okumuştur? Katedrallerle ilgili yazılmış o kadar şey varken, kim fabrika binalarıyla ilgili bir şeyler okumuştur? Ama bu, kendilerinden nadiren bahsedilen şeylerin yararlılığı tarihiyle ilgisi olmadığı anlamına gelmez. Bir Alman kurşunkalem firması, ürünlerini pek de yaratıcı olmayan bir biçimde tanıtarak şöyle diyordu: "Çok az sayıda nesne, sanat ve bilimin yaygınlaşmasına kurşunkaleminden daha fazla katkıda bulunmuştur. Hatta gündelik kullanımında onun kadar evrensel olan başka bir nesne daha yoktur. Kurşunkaleme olan aşinalığımız ona kayıtsız kalmamıza neden oluyor." Tanıtım yazısı devam ediyor ve belki de tarihsel bir perspektif ortaya koymaktan çok, satılan ürünü desteklemek için şu iddiaya yer veriliyor: "Varoluşlarını, makineleşmeye borçlu

olan çoğu nesne gibi Kurşun-Kalem de tamamen çağımıza ait bir üründür."

Kurşunkalemin on yedinci yüzyıldaki uzun ve yavaş gelişimi, o dönemdeki mühendislik çalışmalarının hikâyesine paraleldir. Görünüşe bakılırsa, Endüstri Devrimi'nden önceki yüzyıla dek ne başarılı mısa eski çağ uygulamalarına öykünerek başarılmıştı. Büyük gotik katedraller inşa edilmiş olmasına karşın, taş köprüler için model hâlâ Roma kemeri idi. Her ne kadar Stonehenge ve piramitler bin yıldır mekanik üstünlük anıtları olarak duruyorsa da, Galileo, Aristotelesçilerin ortaya attığı ancak tam olarak cevaplayamadığı soruları yeniden soruyordu. On yedinci yüzyılın sonuna gelindiğinde, yalnızca Galileo ve Newton modern bilimin ve mühendisliğin temellerini atmakla kalmayacak kurşunkalem de bugünkü biçimini alacaktı. Bilim ve mühendisliğin ilerlemek için kurşunkaleme ihtiyacı olmayabilirdi; oysa kurşunkalemin gelişimi, mühendislik uygulamalarına giderek daha bilimsel yaklaşılmasından büyük ölçüde fayda-



Bilinen ilk kurşunkalem çizimi Konrad Gesner'in fosiller hakkındaki 1565 tarihli kitabında yer alıyor.



The Pencil, A History of Design and Circumstance
Henry Petroski
Alfred A. Knopf, Inc., 1989, 434 sayfa

lanacaktı. Ama bu on sekizinci yüzyılın sonlarından önce gerçekleşmeyecekti.

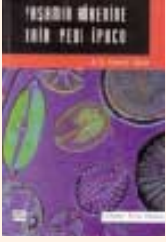
Kurşunkalem kadar sıradan ve görünüşte basit bir ürüne gelinceye kadar, kurşun yazı yazma araçlarının geçirdiği evrimin bu kadar uzun sürmesinin birçok nedeni vardır. Kurşun yazı yazma araçlarını üreten eski zanaatkarlar, maliyet hesabı yapmaları gerekmediği halde, nasıl daha iyi kalemler yapabileceklerini bilmiyorlardı. Bir işaretleme aracı yapmak için gerçekten uygun bir malzemenin keşfedilmesinden önce, kurşundan yapılmış bu kalemli alaşımlar kullanarak iyileştirme girişimleri sonuçsuz kalmıştı. Temel araç, ancak özel amaçlar için özelleşmiş biçimlerin gelişmesiyle, zaman içinde geliştirildi. O zaman geçerli olan kimya ilkelerinin ilkel ve sistematik olmayan bir biçimde anlaşılması, üzerine yeni şeyler eklenebilecek kuramsal temellerin ve kurşunkalemde kullanılan malzemelerde temel bir değişiklik yapmaya olanak sağlayacak somutlaşmış bir mühendislik uygulamasının da olmadığı anlamına geliyordu. Bugün bile işe yaran deneme yanılma yöntemleri o zaman da işe yarayabilirdi, ancak elde uygun malzemeler ve bu malzemeleri işleyecek yöntemler olmadan deneme yapma olanağı da zaten yoktu.

Çeviri: Sevil Kıvan

Yayın Dünyası

Murat Dirican

Yaşamın Kökenine Dair Yedi İpucu



A.G. Cairns-Smith
Çeviri: F. Halatçı
Sarmal Yayınevi
İstanbul
Şubat 2000

Çoğumuzun bildiği gibi Sherlock Holmes, bir

olayda baştan kolay parçaları ele almak yerine anlaşılabilir görünen öğeleri arar. Ona göre hırsızın kendini ele verecek zili neden çaldığı anlaşılabilir. A.G. Cairns-Smith de yaşamın kökeni sorununu Holmes'a özenen bir yaklaşımla ele alıyor. Yaşamın neden başlamış olabileceğini anlayabilirsek, gerçekte nasıl başladığını bilebileceğimizi düşünüyor.

Bu nedenle *Yaşamın Kökenine Dair Yedi İpucu*'nun büyük bir bölümü, yeryüzünde yaşamın kökenine, bunun gizli kalmış yanlarının araştırılmasına ve bu zorlukların sadeleştirilmesine ayrılmış. Kısacası bu kitap, dünyada yaşamın nasıl başladığına ilişkin sorular soruyor ve unutulmaz dedektif Sherlock Holmes'un olayları çözme yöntemiyle bu sorulara yanıt bulmaya çalışıyor. Yazar bu konuda "Hangi açıdan bakılırsa bakılsın yaşamın kökeni dedektiflik gerektiren bir sorun. Yeni kitabı bir dedektif öyküsü tarzında yazmanın keyifli olacağını düşündüm. Eğer istiyorsanız bu-

nu dedektif öyküsü gibi okuyabilir, 10. bölüm civarında ortaya çıkmaya başlayacak olan o meraklı sonu bulmaya çalışabilirsiniz." diyor.

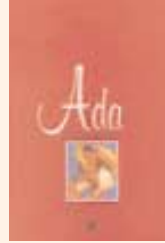
17 Ağustos'un Ardından Deprem, Devlet ve Toplum Depremden Kalanlar



Yalçın Kaya
Otopsi Yayınları
İstanbul
Şubat 2000

Bu kitap, bir yapı uzmanının her biri 4-5 sayfa uzunluğunda deprem anekdotlarından oluşuyor. Kimi gülümsetici, kimi üzücü; fakat hepsi düşündürücü, küçük anekdotlar... Kitapta yer alan "Deprem ve Seks" ya da "Deprem Gecesi Bir Tecavüz Olayı" vb. gibi yazılar, deprem sırasında yaşanmış, güldürürken ağlatan, ağlatırken güldüren trajikomik durumları öyküleyor: "Deprem Çadırında İrtica Bildirisi" gibi yazılarsa, depremin bir siyasi sömürü aracı olarak nasıl kullanıldığını tüm çıplaklığıyla gözler önüne seriyor. Yalçın Kaya, bu kitabında, yalnızca 17 Ağustos depremi ve sonrakileri değil, Kobe depremi'nden Mexico ve Lizbon depremlerine değin gelmiş geçmiş en yıkıcı depremleri işliyor. Depremin açığa çıkardığı siyasal ve sosyal çarpıklıkları akıcı bir anlatımla

çarpıcı biçimde gözler önüne seren yazar, toplumsal belleğin unutmaya başladığı 17 Ağustos'u yazılarıyla unutmaz kılıyor.



Ada
Aldous Huxley
Çeviri: S. Akar
Ayrıntı Yayınları
İstanbul 1999

Huxley son romanı Ada'da Batı'nın bilimsel-teknolo-

jik üstünlüğüyle Doğu'nun bilgeliğini ustaca kaynaştırırken, özgür ve mutlu bir yaşamın çıkış noktası olarak bu sentezi gösterir.

Düşsel ada Pala'da bireyler sınırsız bir düşünce özgürlüğü içinde yaşarlar; yeteneklerini ve yaratıcılıklarını alabildiğine geliştirme şansına sahiptirler. Mutluluk da bu sınırsız özgürlükten kaynaklanır. Savaşların, kişisel ve toplumsal yıkımların, demografik baskının, amansız rekabetin, yeryüzünü çılginca saran tüketim tutkusunun, yozlaşan insani değerlerin yol açtığı kozmik umutsuzluğun karşısına umudu, barışı ve sevecenliği koyar Huxley *Ada*'da.

Budist Palahılar için asıl amaç, gerçek dünya ile kendileri arasında duyular yoluyla uyumlu bir ilişki kurmaktır. Beş duyunun yarattığı sınırsız algılama biçimleri insanın benliğini aşmasını sağlar. Bu

yüzden, sevişme töresi el üstünde tutulur Pala'da. "... *Ada* belki de Huxley'in en karamsar yapıtıdır. Hırsın, kitlesel iletişimin, petrole doymak bilmeyen taşımacılığın, nüfus artışının, yerleşik düşmanlıkların yoğunlaştığı bir dünyada, Pala'da, özgürlük ve mutluluk vahasında yaşayan barışçı ve işbirlikçi bir toplumun var olma şansının ne kadar az olduğunu gösteren Huxley'in keskin gözlemini yansıtır..."

Çocuklukta Normallik ve Patoloji



Anna Freud
Metis Yayınları
Çeviri: A. Nahit Babaoğlu
İstanbul
Ocak 2000

Psikolojinin önde gelen adlarından Anna Freud,

psikanalitik ilkelerin çocuk terapisine uygulanmasına öncülük etmişti. Kendisi gibi çocuk psikanalizini temel alan, ancak nesne ilişkileri kuramını yerleştirmeye çalışan Melanie Klein'le giriştiği kuramsal tartışma, İngiliz psikanaliz çevrelerinde ciddi bölünmelere neden olmuştu. Yazarın son kitabı olan ve görüşlerini özetleyen *Çocuklukta Normallik ve Patoloji*, çocukluk ve gençlikle ilgili pek çok gündelik soruna eğilişle, uzmanların yanı sıra çocuk yetiştiren herkesin de ilgisini çekecek temel bir kitap.

<p>Eskiçağda Menderes'in Ötesi George E. Bean Çeviri: Pinar Kurt Arion Yayınevi Arkeoloji Dizisi İstanbul, Şubat 2000</p>	<p>Uygarlığın Işıldakları İsmet Zeki Eyuboğlu Pencere Yayınları İstanbul, Ocak 2000</p>	<p>Camera Lucida Roland Barthes Çeviri: Reha Akçakaya Altıkkırkbeş Yayınları İstanbul, Şubat 2000</p>	<p>Kıyamet D. Herbert Lawrence Çeviri: Figen Dereli Dost Kitabevi Yayınları İstanbul, Şubat 2000</p>
<p>Gösterimlerin Çözümlemesi Tiyatro, Dans, Mim, Sinema Patrice Pavis Dost Kitabevi Yayınları Çeviri: Şehsuvar Aktaş İstanbul, Şubat 2000</p>	<p>Yarım Haziran Can Dündar İmge Kitabevi Yayınları Ankara, Ocak 2000</p>	<p>Kardiyoloji 2000 C. Heper, Y. Heper, E. Moğol Alfa Basım Yayın Dağıtım İstanbul, Şubat 2000</p>	<p>Deprem Kuşağı Deprem Nedir? Ne Değildir? Mario Salvadori, Matthys Levy Çeviri: Turgut Gürer Doğan Kitapçılık İstanbul, Şubat 2000</p>

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Tangram



Yine Mantık

Eiffel Kulesi'ni gezen bütün Minnesotalı kadınlar çiçekli bir şapka giyorsa ve Eiffel Kulesi'ni gezen kadınlardan yalnız çiçekli şapkası olanlar Minnesotalıysa şunları diyebilir miyiz: a) Eiffel Kulesi'nde her çiçekli şapkalı kadın Minnesotalıdır. b) Eiffel Kulesi'nde çiçekli şapkası olmayan Minnesotalı olamaz. c) Minnesotalı ve çiçekli şapkalı bütün kadınlar Eiffel Kulesi'ni gezer. d) Eiffel Kulesi'nde Minnesotalı olmayan çiçekli şapkalı kadınlar da olabilir. e) Eiffel Kulesi'nde çiçekli şapkasız Minnesotalı kadınlar da olabilir. f) Eiffel Kulesi'nde çiçekli şapkası olmayanlar Minnesotalı değildir.

Hedefler

Düşman tankları arasında en fazla 2 km mesafe var. Roketatarınızı nereye koymalısınız ki her tanka erişme şansınız eşit olsun.

Çılgınca Oyunlar



a) İki akıllı hastası şöyle bir oyun oynuyor: Sonsuz kareli bir kâğıt üzerinde sırayla bir karenin bir kenarını çiziyorlar. Aynı çizgi üzerinden iki kere geçmek yasak. Hamle yapamayan oyunu kaybediyor. Buna göre şunu kanıtlayınız: 1. oyuncu sı-

terse yenilmeyebilir ve 2. oyuncu ne yapsa asla yenilmez.

b) Aynı iki hasta bir voleybol ağının sırayla karelerini kesiyor. Ağda $n \times n$ kare var ve her karesinde bir kare kesiliyor. Ağı ikiye bölecek bir kesim yapan oyunu kaybediyor. Kim kazanır?

Saf Mantık



Bir satranç tahtasının sıralarının (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) her biri ve sütunlarının (a, b, c, d, e, f, g, h) her biri üzerinde tek sayıda (1, 3, 5 veya 7) taş bulunuyor. Bu koşullarda satranç tahtasının siyah kareleri üzerinde çift sayıda taş bulunduğunu ispatlayınız.

Dost Sayılar

Matematik Şöleni'nde Cin Ruhi'nin gömleğinde 1184, Sonsuz Solen'in 1210 yazıyordu. Deli Ruhiye, üstünde yüz yıllar boyu uğursuz sayılan, şeytan sayısı ya da hayvan sayısı denilen 666 yazılı bir bluz giymişti. Kafaboş'un gömleğinin sırtında kocaman bir sıfır vardı. Şahane Şahsene'nin sayısı 1'di (hayatı boyu yalnız 1 kişiye aşık olmuş). Asılsız Aslı $\sqrt{-1}$ ile öğünüyordu; bu hayali bir sayıymış; onun da herşeyi hayalî imiş. Peri Perihan $1/13$, Şeytan Şeyda 13 sayısını gururla taşıırken birbirlerine her zaman ters düştiklerini anlatıyorlardı. Küresel bir vücut yapısı olan Balaban Amca kendisine π 'yi yakıştırmıştı. Kafaboş dayanamayıp Ruhi'ye sordu: "Neden sen 1184 giydin; Solen neden 1210 giymiş; niye elele tutuşuyorsunuz?" Ruhi "Kafacığım, 1184 ve 1210 dost sayılardır" dedi. "Dost sayıları hatırlayasınız diye elele tutuştuk". Sonra Cin Ruhi kısaca dost sayıları anlattı. Dost sayılar nedir?

Tutuklu İkilemi

A ve B gibi iki kişi bir suç işliyorlar. Polisin elinde suçun kanıtları yok. A ve B ayrı hücrelerde ve birbirleriyle konuşmaları yasak. Dedektif Kafacan, hem A'ya, hem B'ye bazı şeyler söylüyor: fakat A, Kafacan'ın B ile de konuştuğunu; B, Kafacan'ın A ile de konuştuğunu bilmiyor. Kafacan herbirine şunları söylüyor: 1) İkinizden biri suçunu itiraf eder, diğeri etmezse, itiraf edeni delil yetersizliğinden serbest bırakacağız; itiraf etmeyene adaleti kandırmak suçundan en ağır hapis cezasını vereceğiz. 2) İkiniz de itiraf ederseniz delil olmadığından hafif bir hapisle kurtulursunuz, serbest bırakılamazsınız. 3) İkiniz de susarsanız ikinize de hapis verilir; fakat bu cezanın süresi, 1. şıkta susanın alacağı cezadan hafiftir. A itiraf etmeli mi, etmemeli mi?

10 Çift Çizme



10 kişi çamurlu bir havada çizmelerini giyerek bir dostlarına konuk oldular. O sırada depresyon oldu ve her biri dışarı fırlayarak eline geçirdiği ilk çizmeyi giymeye çalıştı. (Kendi çizmelerini aramaya zamanları yoktu). Doğal olarak hiç kimse kendi ayağından daha küçük bir çizme giymedi (giyemezdi zaten). En fazla kaç kişi çizmesiz kaldı?

Sonsuzluğa Tadallım

a) Kenarlarının sayısı sonsuz (infinigon), alanıysa sınırlı bir düzlem şekil bulun. b) Yüzlerinin sayısı sonsuz (infinihedron), hacmiyse sınırlı bir çokyüzlü bulun. c) Bir açı $45^\circ, 90^\circ, 350^\circ, 1000^\circ, 1\,000\,000^\circ \dots$ olabilir. Tabii ki bir açı sonsuz derece de olabilir. 360° den büyük, sonsuz olmayan bir açının trigonomet-

rik fonksiyonlarını bulmak için açıdan 2π 'nin k katını çıkarınız. Aradaki farkın trigonometrik değerleri söz konusu açının kine eşittir. Örneğin 400° nin trigonometrik değerleri $400^\circ - 360^\circ = 40^\circ$ ninkilere eşittir. Bir açı sonsuz dereceseyse ne yapmalıyız? Sonsuz 2π 'ye bölünmez.

Düzgün Çokgen ve Daire

Her düzgün çokgen etrafına çevrel çember çizilebilir mi? (Çokgenin bütün köşelerinden geçen çember). Hangi düzgün çokgenler pergel ve cetvel yardımıyla çizilebilir?

Alo!

Aklıye Servisi mi?

Cin Ruhi keşke sormaz olaydı. Aşağıdaki bilmeceyi bir ruh doktoruyla evleneceği gün Deli Ruhiye'ye sordu. Ruhiye düğünü falan unutup odasına kapandı. Odasından hayret, öfke, üzüntü ve nefret ifade eden homurtular, öfkeyle kırılan bardakların şangırtıları ve üst üste yırtılan kâğıtların sesleri geliyordu. Sonunda kapısını açıp şöyle bağırdı: "Mari diye biri olamaz. Ruhi, Anna'ya hemen mektup yaz; de ki çok üzgünüz; bir yanlışlık olmuş; senin yaşı 1500." Nişanlısı Ruhiye'yi acil olarak kendi hastanesine götürdü. Aslında Sam Lloyd'un bu dahiyane problemini deneyimli matematikçiler bile zorlukla çözmüştür. Bir de siz deneyin bakalım. İşte bilmece;

Mari ile Anna'nın yaşlarının toplamı 44. Bir T tarihinde Mari'nin yaşı Anna'nın yaşının 3 katıydı. Anna, Mari'nin T tarihindeki yaşının 3 katına gelince (bu tarihe Z diyelim) kendisinin T tarihindeki yaşının 9 katına erişmiş olacak. Anna'nın Z 'deki yaşının yarısından Mari'nin T 'deki yaşı çıkarılır ve buna Anna'nın T 'deki yaşı eklenirse, Mari'nin bugünkü yaşının yarısı bulunuyor. Mari ve Anna kaç yaşındalar?

Geçen Ayın Çözümleri

Saç Sayısı

Burada çekmece kuralı geçerli. Elimizde n çekmece ve $n+1$ top olsa, bunları çekmecelere dağıtırken zorunlu olarak en az bir çekmecede birden fazla top olacaktır. Her çekmecede bir top olsa, çekmecelerin birinde iki top olmak zorundadır.

Bir milyon kutu alıp üzerlerine sıfırdan bir milyona kadar olan sayıları yazalım. Her İngiliz, kafasındaki saç sayısını bir kâğıda yazıp o sayıya karşılık olan kutuya atsın. (Kafasında 50 saç olan 50. kutuya, 86 saç olan 86. kutuya,..., 1 milyon saç olan 1 milyonuncu kutuya kâğıdı atar). 50 milyonda 50 tane bir milyon olduğundan en az bir kutuda 50 kâğıt bulunacaktır. En az 50 İngiliz'in kafasında aynı sayıda saç vardır. (Bu sıfırdan 1 milyona kadar olan sayıların 50 kez yazılması demektir; tabii ki örneğin 86 saçlı olan en az 50 kişi olacaktır; çünkü 86, 50 kez yazılmıştır).

Hanoi Kulesi

Örneğin 8 disk olsun. Bunlara yukarıdan aşağıya 1'den 8'e kadar numara verelim. Görev bu 8 diski A iğnesinden B iğnesine nakletmek. 2 kural vardır: 1. Tek sayılı bir diskin birinci hareketi A 'dan C 'ye ve çift sayılı bir diskin birinci hareketi A 'dan B 'ye olmalıdır. 2. Bir numaralı disk her iki hamlede bir, iki numaralı disk her dört hamlede bir, üç numaralı disk her sekiz hamlede bir,..., sekiz numaralı disk her 2^8 hamlede bir hareket etmelidir. Şu sıra uygulanır: 1C, 2B, 1B (ilk iki disk A 'dan B 'ye nakloldu; problem iki disk için çözüldü), 3C, 1A, 2C, 1C (disk 1, 2, 3 C üzerinde kalır), 4B, 1B, 2A, 1A, 3B, 1C, 2B, 1B (ilk dört disk B üzerinde).

Bir numaralı disk $C-B-A-C-B-A...$, iki numaralı disk $B-C-A-B-C-A...$ sırasıyla vb hareket eder. Bir sonraki hamle beş numaralı diski C üzerine getirir ve geçmiş hamleleri tekrar ederek ilk beş diski C üzerinde toplar. Sonra altı numaralı disk B 'ye konur ve geçmiş hamleler tekrarlanarak ilk altı diski B 'ye getirilir; hamleler tekrarlanarak ilk yedi diski C 'ye konulur. Sekiz numaralı disk B 'ye konulur ve yedi diski C 'den B 'ye nakledilir.

Altı diski nakletmek için gereken hamle sayısı, n diski nakletmek için gereken hamle sayısının 2 katından bir fazladır. Bu nedenle $2^n - 1$ 'dir. 64 disk için bu $2^{64} - 1$ yapar. Her saniye bir disk nakledilirse bu 500 000 000 000 yıldan fazla zaman alır.

İki Jokey

19. yüzyıl Amerikalı bilmece ustası Sam Lloyd'un dahiyane problemi. Ortadaki jokeyler dikdörtgenini 90° dik açıyla merkep-ler üzerine oturtun. İşte üstlerinde jokeyleriyle 2 merkep.

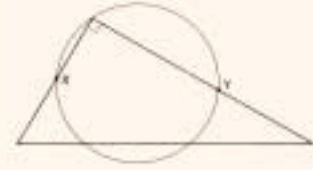
Ruhiye'nin Düşünü

Haftanın günleri: 1, 2, 3, ..., 7 (Pazar 1, Pazartesi 2, vb.)

Düşün günü: X
1 Eylül'ün haftanın hangi gününde rasladığı: W_0
 $X = 19 + (12 - W_0) \bmod 7$
1 Eylül Perşembeyse düşün 19 Eylül'de, Çarşambaysa 20 Eylül'de, ... , Cumartesiye 25 Eylül'de olacaktır. Örnek: 1 Eylül Perşembe (5. Gün).
 $X = 19 + (12 - 5) \bmod 7$.

$= 19 + 7 \bmod 7$ ve $7 \bmod 7 = 0$
olduğundan $X = 19$.

Dairenin Merkezi



Gönyenin dik açılı köşesini dairenin çevresi üzerine koyun. Çapı gören çevre açısı 90° olduğundan XY çaptır. Gönyenin dik açılı köşesini daire çevresi üzerinde başka

bir noktaya koyarak yeni bir çap elde edin. İki çapın kesişme noktası merkezdır.

Düşünen Adam

Bu, Fransız heykeltıraş Rodin'in "Düşünen Adam" adlı ünlü heykeldir. Adam sağ dirseğini sol dizine dayamış. Normalde sağ dirsek sağ dize dayanır.

Chanukalu Problemi

1'den $(3N-1)$ 'e kadar olan bütün X_i tam sayılarını dikkate alarak $(2N-1)$ sayısını kaç türlü elde edebileceğimize bakalım. Matematik

dille $\sum_{i=1}^N X_i = 2(2N-1)$ eşitliğinin kaç çözümü varsa, o kadar sayıda kutu gerekecektir. Kutuların her birinde aynı sayıda, fakat renklere dağılımı farklı mumlar bulunacaktır. $N=2$ için kutu sayısı 5, $N=3$ için 61 ve $N=4$ için (bizim problemi-miz) 1469'dur.

($N=2$, yani 4 gece için çözüm: mavi ve kırmızı mumlar kullanılsın. $4!/2! = 6$ permütasyon vardır: $MMKK$, $MMKK$, $MMKK$, $MMKK$, $MMKK$ ve $MMKK$. 4 gece için gerekli mum sayıları sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 mum. Permütasyonlara göre şu bileşimde 5 kutu gerekecektir: 1) $5M+9K$; 2) $6M+8K$; 3) $7K+7M$; 4) $5K+9M$; 5) $6K+8M$. [$KMMK=7K+7M$ tekrar olduğu için dikkate alınmaz]. $MMKK$,

$MMKK, \dots$ nin üstüne 2, 3, 4, 5 yazarak kutuların bileşimini bulduk: Örneğin $MMKK$ sırasıyla 2, 3, 4, 5 mum sayısına karşılık olduğundan $M+M=2+3=5$ ve $KK=4+5=9$. Fakat $2N=8$ için 2520 permütasyon olduğundan hesabı ancak bilgisayar yapabilir. Deneyiniz.

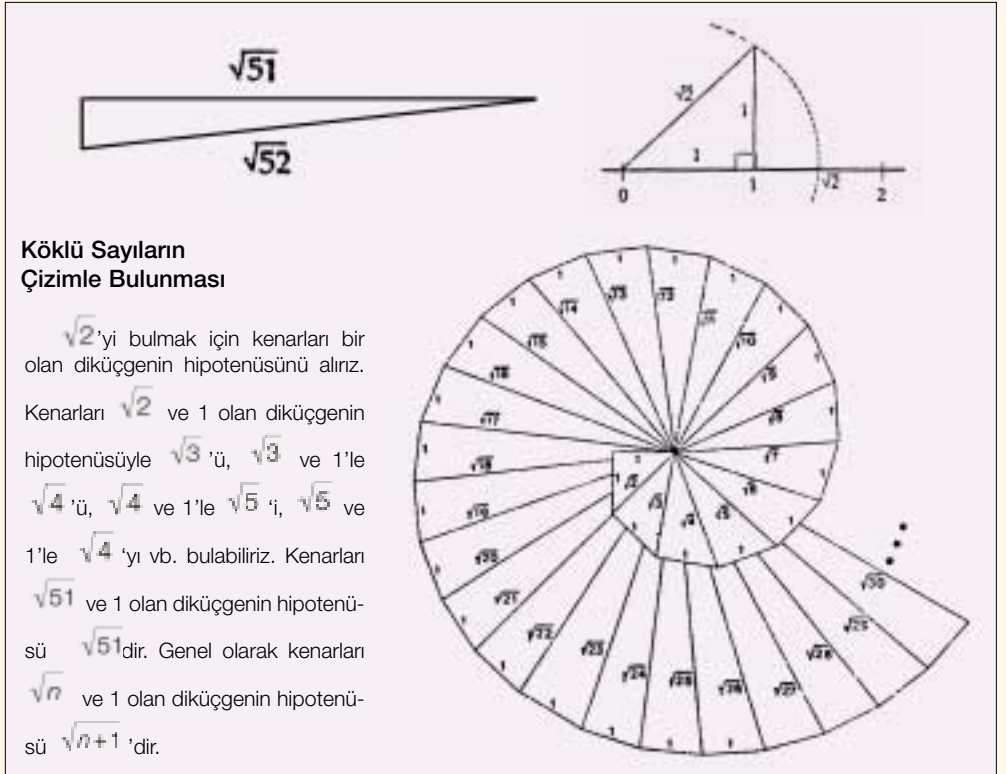
2'nin Kuvvetleri

758'i 2'ye böle böle gidelim ve kalanları yazalım: $758/2=379+0$; $379/2=189+1$; $189/2=94+1$;... Bunun sonucunda kalanlar küçüktür büyüğe sırasıyla: 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0'dır. 2'nin dokuzuncuya kadar olan kuvvetlerini ve yanlarına parantez içinde sırasıyla kalanları yazalım: 512 (1), 256 (0), 128 (1), 64 (1), 32 (1), 16 (1), 8 (0), 4 (1), 2 (1), 1 (0).

Sıfırlı olanları atalım: $758=512+128+64+32+16+4+2=2^9+2^7+2^6+2^5+2^4+2^3+2^1$. 758'i 2'nin kuvvetleri cinsinden yazdık.

Esrarengiz Çinli

Bunun en doğru yanıtı şu olmalı: Sam Lloyd'un dâhi beyninin kıvrımları arasına saklandı. Lloyd öyle ustalıklı bir çizim yapmıştır ki Çinliler'in her birinin yanısı dış, yanısı iç daire üzerindedir. İç daire döndürülürse bacaklar üzerine yeni gövdeler oturmakta ve bu sırada bir Çinli'nin resmi kaybolmaktadır.



Köklü Sayıların Çizimle Bulunması

$\sqrt{2}$ 'yi bulmak için kenarları bir olan diküçgenin hipotenüsünü alırs.

Kenarları $\sqrt{2}$ ve 1 olan diküçgenin hipotenüsüyle $\sqrt{3}$ 'ü, $\sqrt{3}$ ve 1'le $\sqrt{4}$ 'ü, $\sqrt{4}$ ve 1'le $\sqrt{5}$ 'i, $\sqrt{5}$ ve 1'le $\sqrt{6}$ 'yı vb. bulabiliriz. Kenarları

$\sqrt{51}$ ve 1 olan diküçgenin hipotenüsü $\sqrt{52}$ 'dir. Genel olarak kenarları \sqrt{n} ve 1 olan diküçgenin hipotenüsü $\sqrt{n+1}$ 'dir.

Genetik Mühendisliğinin Ülkemizdeki Konumu

Bursa'dan yazıyorum. On altı yaşımdayım. Anadolu Lisesi birinci sınıf öğrencisiyim. Bilim ve Teknik'i üç yıldır devamlı izliyorum. Derginizi gerçekten çok beğeniyorum. Bilimsel konularda verdiğiniz değişik bilgiler için gerçekten çok teşekkür ederim.

İlerde genetik mühendisi olmayı düşünüyorum. Genetik mühendisliğiyle ilgili, Bilim ve Teknik'te yayımlanan hemen hemen her yazıyı okudum. Sayenizde bu meslek hakkında pek çok bilgi edindim. Yalnız Avrupa'da çok tutulan bu mesleğin Türkiye'de günümüzdeki yeri nedir ve gelişimi ne aşamadır? Bunu çok merak ediyorum. Sorumu yanıtlayan bir yazı yayımlarsanız çok sevinirim. Şimdiden teşekkürler.

Özlem Karasu
Bursa

Elektrikli Arabalar

Şubat 2000 sayısında yayımladığınız elektrikli arabalar hakkındaki kısa makaleyi dikkatle inceledim. Fakat yeterli derecede bilgi alamadım. Gelecek sayılarınızda hem motor çalışma yapısı hem de elektrik devreleri hakkında bilgi istiyorum. Şimdiden malimi okuduğunuz ve değerlendireceğiniz için teşekkür ederim.

Hamza Turan

Gelecek Sayıların Heyecanı

Bu mesajı Urfa'dan gönderiyorum. Urfa'da, Murat Koleji'nde okumaktayım. Bilim ve Teknik dergisini severek ve beğeniyle okuyorum ve her ayın başında satın aldığım Bilim ve Teknik'i birkaç günde bitiriyorum. Sonra da gelecek sayıyı ipe çekiyorum. Aynı zamanda derginin bayiliği, Urfa'da olmadığından her ay gazeteciden alıyorum. Ama

her şeye rağmen derginiz bir harika.

Serhat Çetiner
Urfa

Dergime Önerilerim

Dergimi yaklaşık 10 yıldan fazla süredir almaktayım. Ülkemizde bilimi popülerleştirerek sunan, alanındaki tek dergiye benim dergim dememde sanırım bir sakınca yoktur. Bilim ve Teknik'in özellikle son sayılarında okurlarca dile getirilen bazı isteklere ben de katılmaktayım. Bunlardan biri posterlerle ilgili. Verdiğiniz posterlerin içerik ve baskı kalitesini hiç kimse eleştiremez. Ancak çift taraflı baskı, poster kullanımını kısıtlamakta. Benim önerim posterin ya tek taraflı baskısının yapılması ya da bir poster verilmesidir. Çevremden bazı sayılardan iki tane alan kişiler bile var.

Diğer bir konuda CD verilmesiyle ilgili. Bilgisayar kullanımının yaygınlaştığı Türkiye'de artık bunun halledilmesinin gerektiğini düşünmekteyim. Dergi fiyatının artırıl-

ması gerekiyorsa, sürekli dergiyi alanların bu konuda itirazının olacağını sanmıyorum.

Çalışmalarınızda başarılar dilerim.

Semih Öge
Ankara

CD Verin

16 aydır derginizi okuyorum. 14 yaşımdayım ve derginizi maalesef ayın 15 ine doğru bitiriyorum. Kalan 15 günü sabırsızlıkla beklemek zorunda kalıyorum.

Hatırlarsanız son sayıda bir arkadaş CD vermenizi önermişti. Ben de bu öneriye katılıyorum.

Ufuk Kural
Kayseri

Derginin İndeksi Hakkında Önerilerim

Dergimizi on yılı aşan bir süreden beri büyük bir ilgiyle ve beğeniyle izlemekteyim. Her şeyden önce ülkemizde böyle bir çabayı yürüttüğünüz için tüm dergi çalışanlarına ve TÜBİTAK'a teşekkür etmek isterim.

Sizlere bir okuyucu olarak Bilim ve Teknik'te gördüğüm yetersiz bir uygulamadan söz etmek istiyorum. Bilim ve Teknik'in indeksinin dağıtımıyla ilgili sorunlar bir türlü aşılmayıp, etkin bir dağıtım organizasyonunu bir türlü kuramadınız. İndeksin yalnızca abonelere gönderilmesi ve yine yalnızca kitap fuarları gibi etkinliklerde pazarlanması yeterli değildir. Örneğin, indeks Bilim ve Teknik'in şubat ya da mart sayılarıyla birlikte ek olarak sunulabilir. Bunun maliyetinin finansmanı içinse, derginin o sayısına belli bir tutar eklenebilir. Başka bir çözüm yolu da, indeksin bağımsız olarak Bilim ve Teknik'i satan bayilerde satışa sunulmasıdır.

Bilim ve Teknik'in her türlü bilimsel araştırmada daha verimli bir kaynak olarak kullanılması için böyle bir uygulamanın zorunlu olduğunu düşünüyorum. Ayrıca ileride, eğer maliyet karşılanabilirse, indeksin bir CD'ye ya da diske yüklenmiş olarak sunulması uygun olabilir.

Mektuplaşmak İsteyenler...

Nihilizm-Sanat

Ayhan Yalçınkaya
Ata-2 Sitesi
Maviçam Cad.
B3-2C1
Çengelköy/İstanbul

Uzay-Astronomi

Evren Çetin
Aşağı Gureba Cad.
No:32
Çapa-Fatih
İstanbul
e-posta:
evren@mynet.com.tr

Genel-İngilizce

Ümit Başaran
Amasya Taşova Lisesi
(Y.D.A) 9. sınıf
05800 Taşova/Amasya
e-posta:
basaran-umit@hotmail.com

Şiir-Kitaplar

Esra Oral
Zafer Mah.
28/1 Sokak
No:10 D:6
Nazilli/Aydın

Genel

Mehmet Seyrek
Maltepe Askeri Lisesi
Hazırık Sınıfı 8. Kısım
35314 Güzelbahçe/İzmir

Abdullah Canpolat
Ziya Gökalp Mah.
1712.Sok.
No:1/11 Cudi Apt. Kat 3
Batman

Siyaset-Sosyoloji-Felsefe

Ozan Taşkesen
Yeni Etlik Cad. 193/3
Etilik/Ankara

Astronomi-Bilgisayar-Şiir

Ozan Altan
Sedir Mah. 729. Sok.
1. Sanlar Apt. 13/5
Antalya

Şiir

Zafer Kıyancıçek
Kuleli Askeri Lisesi
1. Sınıf Amirliği
Çengelköy/İstanbul

Çevre

Caner Yılmaz
Soğuksu Mah.306. Sok.
Serdar Apt. No.9/1
Antalya

İnternet- Şiir- İngilizce

Haluk Ekinci
Bahçeli Evler Mah. 1641
Sok. No:15 kat 2
Batman

Doğa

Aydın Mermi
Yörük Mh.3 Nolu Sok.
No:12 Keşan-Edirne
e-posta:
aydin_mermi@hotmail.com

Havacılık-İngilizce

Ayhan İzmirli
Oruçreis Mah.
Albayrak Cad.
623.Sok. No:1 D:2
34190 Atışalani-İstanbul

Astronomi-Teleskop

Miraç Aksugür
Altınova Mah. Hüseyin
Artepe Sok. No:13
Tekirdağ

Genel-İngilizce-Şiir

Devrim Yücel
Mustafa Kemal Cad.
Mina Apt. No:86
Kat.4 Daire:7
Bornova / İzmir

Astronomi -Şiir

Tank Aral
Dicle Üniv.
Fen Edebiyat Fak.
Diyarbakır
e.mail:
tarikaral@hotmail.com

Edebiyat

Başak Gören
Hamam Sok. Şafak Apt.
8810 No:2312
Bebek/İstanbul

Demet Kalanbaklı
Kireçhane Gediği Sok.
No:9/1 80820
Arnavutköy
(Boğaz)/İstanbul

Şiir-Müzik

Tuğay Gökçaya
Gökçaya Panjur
Otogar Yanı
Kulu/Konya

Başarılarınızın sürmesini dilerim.

Sedat Güneş
İstanbul

Işığın Yitirmesini

Derginizle Ekim 99'da tanıştım. Tanışıklığımız henüz çok yeni olmasına rağmen, sizlerden bir ricam olacak.

Ülkemizde günden güne yok olan tarihsel, kültürel ve doğal değerlerimiz için yapacağınız bir araştırma, tıpkı diğer yayınlarınız gibi bizlere bir şeyler anımsatacak ve üstümüze görev olmasa da bazı işlere karışmamızı sağlayacak.

Bu kaniya nereden geldiği gelince. İlettikleriniz bölümüne baktığımda, ne kadar güçlü, ilgili ve mücadeleci bir okuyucu kitlesine sahip olduğunuzu gördüm.

Demek istediğim o ki, hâlâ bir umut var. Bir ışık gözümüzün önünde sürekli yanıp duruyor. Hem de ışığını günden güne yitirerek. O ışığı ergeç yakalamalı ve bir meşaleye dönüştürmeliyiz. Unutmayalım ki, zararın neresinden dönersek kârdır. Bu, bizlerin yaşam felsefesi olmalı.

Bir örnek verecek olursak: Çamlıhemşin yöresinde yapılacak olan elektrik santrali. Ülke gereksiniminin yalnızca binde dördünü karşılayacak bir enerji için, bir doğa harikası olan Fırtına Deresi'ni yok etmenin, gelecek için nasıl bir enerji oluşturduğunu söyler misiniz? Yapılan o yeni santral, on binlerce kesilmiş çamın vereceği oksijeni verebilecek mi? İnsanlar şimdi enerji gereksinimini karşılamak için santral yapabilir. Gelecekte oksijen gereksinimini karşılamak için santral yapabilecekler mi?

Bu yazıyı da kendimi zorunlu ve sorumlu hissettiğim için sizlere yazdım.

Koray Biber
Ankara

Eleştirilerim

Bilim ve Teknik çok güzel ama yine de eleştirilerim ve önerilerim olacak: Astronomi ve uzayla ilgili konulara çok yer veriyorsunuz; ama ben elektrik, elektronik, bilgisayar,

programcılık, makine konularını merakla bekliyorum.

Sizden 6 kitap istemiştim. Kitaplar gelir gelmez ikisini bitirdim. Üçüncünün de yarındayım. Kitaplarınız çok güzel ama kitaplardaki anlatım ve içerik derginizde yok. Hangi konu olursa olsun, anlatımınız sıkıcı geliyor. İlgi alanıma girmeyen ve anlatımı yüzünden sıkıldığım konular yerine satranç gibi, bölümlerinize ilgileniyorum.

Okuyucu köşesi olan İlettikleriniz'de eleştirilere de yer vermelisiniz.

Yazdıklarından dolayı beni küstah biri olarak değerlendirilmeyin. Yalnızca sizleri çok seviyorum ve dergimin daha iyi olmasını arzuluyorum o kadar.

Yunus Kuzulugil
Ersurum

Biyoloji Konulu Posterler Verin

Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi 9. Sınıf öğrencisiyim. Derginizle 3 yıl önce tanıştım; fakat iki aydır satın alıyorum. Daha önceleri okul kitaplığından faydalanmaktaydım. Ama anladım ki, bu güzel dergiyi evime almalıyım.

Derginizde, zekâ sorularını ve genetik hakkındaki yazıları beğenerek okuyorum. Posterleriniz de çok güzel. Fakat, biyolojiyle ilgili posterlerin artmasını diliyorum.

Benim bir önerim olacak: TÜBİTAK'ın yapmış olduğu liselerarası yarışmaların sorularını Bursa'da bulamıyorum. Ama sizler bu soruları, zekâ sorularıyla birleştirerek her ay yayımlayabilirsiniz.

Kemal Yıldız
Yıldırım/Bursa

Dergimizi 15 Günde Bir Yayınlayın

Çalışmalarınız ve yayınlarınız çok hoşuma gidiyor; fakat Bilim ve Teknik derginizi daha çok okumak istiyorum. Dergiyi okuyup bitirince canım sıkılıyor. Bu yüzden yayınlarınızı haftada bir ya da on beş günde bir yayımlasanız çok mutlu olacağım.

Murat Kameroğlu

Ben de CD İstiyorum

Öncelikle Bilim ve Teknik ailesine böyle güzel ve ihtiyacımız olan bir dergiyi çıkardıkları için teşekkür ediyorum. Lüleburgaz Anadolu Lisesi'ne giden, 16 yaşında bir Bilim ve Teknik okuyucusuyum.

Benim önerim derginizle birlikte her sayıda olmasa da bir CD vermeniz. Derginizde işlenen konularla ilgili bazı şeylerin bir CD'de bulunması bence çok yararlı olur. Zaten günümüzde normal bir müzik dergisi bile 2 CD bir arada verildiğine göre, bu Bilim ve Teknik dergisi için pek te zor olmasa gerek.

Yayın hayatınızda başarılar dilerim.

Kaan Karataş
Lüleburgaz

Kimya Konularına da Yer Verin

Derginizi yaklaşık iki sene dir okuyorum ve çok da güzel buluyorum. Fakat kimya bilimiyle ilgili araştırmalara çok az yer veriyorsunuz. Bu eksik tamamlanırsa eşsiz bir dergi olur her alanda.

Tarik Aral
Diyarbakır

Bilime İlgi Duyuyoruz

Öncelikle, bizi yaptığınız inceleme ve araştırmalarla bilgilendirdiğiniz ve kafamızdaki soru işaretlerini bir bir ortadan kaldırdığınız için çok teşekkür ederiz. İki arkadaş bu mektubu size yazıyoruz. Kartal Anadolu İmam Hatip Lisesi 8. sınıf öğrencisiyiz.

Bilime ilgi duyuyoruz. Yayımladığınız yazılar ve değindiğiniz konular gerçekten çok güzel; fakat sizden bazı isteklerimiz var: Biyoloji ve kimyayı çok seven öğrenciler olarak bu konularla ilgili daha fazla yazı yazmanızı rica ediyoruz. Bizce gökyüzüne çok fazla yer ayırıyorsunuz. Bu da çok güzel; fakat bu yeri biraz daraltarak diğer konulara daha fazla yer verirsiniz çok seviniriz.

Aynı zamanda bilim hakkında verdiğiniz internet ad-

resleri için teşekkürler. Çoğunu ziyaret ettik; gerçekten çok faydalılar.

Elimizden düşmeyen ve her ay aldığımız Bilim ve Teknik dergisini yayımladığınız için çok teşekkürler. Böyle yararlı dergilerin çoğalması ve Türkiye'de özellikle gençlerin bilime olan ilgisinin her geçen gün artması dileğiyle...

Elif Kayaalp-Ayşenur Torun
İstanbul

Proje Yazıları Yayınlayın

Derginizi yaklaşık 3 yıldır takip ediyorum. Derginizde proje köşesi olmamasına üzülüyorum. Zira bunu bir çok okur, dile getirdi, ama hâlâ somut bir adım atılamadı.

Ben bile, çeşitli internet, uzay ve bilgisayar projeleri hakkında size yazılar gönderebilirim. Hiçbir karşılık beklemeksizin gönderebileceğim bu yazılar derginizde yayımlanırsa çok sevinirim. Bunu kendim için değil de daha çok projelerin dile getirilmesi açısından istiyorum.

Mahmut Beytorun
İzmir

Ufkum Genişledi

Ben 18 yaşındayım ve şu anda öğrenimime Selçuk Üniversitesi'nde devam etmekteyim. Son 3,5 yıldır Bilim ve Teknik okuyucusuyum. Yazılarınızı büyük bir merak ve heyecanla okumaktayım. Özellikle astrofizik ve astronomi konularında verdiğiniz bilgilerle ufku da daha çok genişletmekteyim. Kainattaki birçok yıldız ve bu yıldızların gezegenlerini hayal ettiğim ve yalnız olduğum zamanlar ve bunların birbirleri arasındaki etkileşimlerini hiç bozulmayan bir düzende, bilinmeyen bir varlığın etrafında dönrüklerini düşündüğüm zaman, bir an dünyadan çıkıp uzayın derinliklerinde yol alıyorum ve bunda bana en büyük yardımı ise Bilim ve Teknik dergisi sağlıyor. Sizden istediğim astronomi hakkındaki yazılarınıza daha fazla yer ayırmamız. Teşekkürlerimi borç bilir, yayın hayatınızda başarılarınızın devamını dilerim.

Ali Metin Ozan
Yozgat

Afet Zararlarının Azaltılmasında Medya'nın ve Halkla İlişkilerin Önemi

Bilindiği gibi demokratik ülkelerde halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi, merkezi ve yerel düzeydeki yönetimlerin en temel görevleri arasındadır. Özellikle doğal ya da teknolojik afetlerden sonra halkın mevcut tehlike ve riski bilme ve riske karşı neler yapması gerektiğini, yetkililerin bu konuda ne tür önlemler aldıklarını ya da alacaklarını öğrenme hakları, temel insan hakları arasında sayılabilir.

Ayrıca olağandışı durumlarda halkın, en yüksek noktaya ulaşması kaçınılmaz olan, öğrenme ve bilinçlenme ihtiyacı, güvenilir kaynaklardan gelecek ve kolay ulaşılabilecek bilgi akışıyla karşılanmadığı takdirde, bu boşluk, ilgisiz odaklardan kaynaklanacak doğru olmayan bilgiler hem söylentilerle mutlaka doldurulacak hem de halkın zaten yükselmiş olan tansiyonu daha da artacaktır.

Öncelikle, afetler gibi toplumu ilgilendiren olağandışı olaylarda, demokratik ülkelerde halkın bilgilendirilme ve bilinçlendirilmesinde görüldüğü gibi, sorumlu medyanın etkili bir yolda kullanılması da muhakkak ki en uygun bir yöntemdir.

Medyanın halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesindeki rolü yalnızca afet sonrasında değil, aynı zamanda afet öncesi ve sırasında da önemlidir. Sorumlu medya, fırtına, tayfun, su baskınları, kuraklık ve erozyon gibi oluşum yerleri ve etki alanları önceden tahmin edilebilen doğa olaylarının afetlere dönüşmemesi ya da afet zararlarının azaltılmasında halka alarm verme, alabileceği önlemleri duyurma, davranış şeklini yönlendirme gibi çok önemli işlevler üstlenebilir. Ayrıca afetin hemen sonrasında olayın boyutunu ve gereksinimleri belirleme, problemleri yetkililere aktarma, arama-kurtarma ve acil yardım çalışmalarındaki aksaklıkları ve hatalı uygulamaları ilgililerin dikkatine sunma işini yapar. Ayrıca uygulamalardan

çıkarılan dersleri, hem topluma hem de yetkililere aktarma gibi çok yaşamsal görevleri de yerine getirebilir.

Ayrıca medyanın afet öncesinde, mevcut tehlike ve riskin halka aktarılması, halkın afet zararlarının azaltılması konusundaki eğitimi konularında da önemli görevleri bulunmaktadır. Ancak bütün bu olumlu katkıların gerçekleştirilebilmesi için, medyanın haber ve yorumlarını halka, tarafsız, dürüst, sansasyon ve izlenme oranı kaygısından uzak olarak aktarabilmesi gerekmektedir.

Maalesef hemen her ülkede olduğu gibi, ülkemizde de medyanın kendi arasındaki yarışma ve çekişmesi, haber ve yorumların sansasyonel, abartı olarak ya da dramatize edilerek verilmesine yol açan sonuçları gündeme getirmektedir.

Özellikle toplumun hassasiyeti ve tansiyonunun aşırı artmış olduğu büyük afetlerden sonra, haber ve yorumların gerçekten uzak, taraflı ve çarpıtılarak verilmesi, afetin etkilerini daha da artıracak ve bazen de yeni sosyal afetler yaratabilecek durumlara yol açabilecektir.

İşte bu girişten sonra çok basit bir soruyu yanıtlamamız gerekmektedir.

Haber Nedir?

En yalın anlatımla haberi, genelde topluma önceden bilmediği bir bilginin aktarılması diye tanımlayabiliriz. Ek olarak, haberi; toplum için önem arz eden, değeri olan, günlük hayatta ve toplumsal ilişkilerde kullanılması olanağı veren durumlar olarak algılayabiliriz.

Bunlar toplumun haberden bekledikleri olarak da tanımlanabilir. Ancak haberciler için haberin tanımı; rutin olmayan, az bilinen, beklenilmeyen, olumsuz olan, merak edilebilen, sansasyona elverişli olan bilgi ve olaylar olarak da yapılabilmektedir.

Buradan da anlaşılacağı üzere genelde toplumun haber an-

layışıyla medya mensubu ve habercilerin haber anlayışları arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Belki de bu anlayış farkı bazı araştırmacıların da ortaya koyduğu gibi, medyanın halkın gözünde yeterli güvenilirliğe sahip olmayan gurup olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır.

17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi'ndeki Gözlemler

17 Ağustos İzmit Körfezi depreminin ilk anlarında, depremin yol açtığı zararların, bölgedeki ihtiyaçların ve sorunların gerek yerel ve gerekse merkezi otoriteye aktarılmasında medyanın olumlu rolü yadsınmaz. Hele hele haberleşmenin tüümüyle kesildiği ve ulaşımın bloke olduğu ilk günlerde olayın gerek ulusal ve gerekse uluslararası kamu oyuna aktarılmasında gerçekten yerel ve ulusal medya önemli görevler yapmıştır.

Ancak daha sonraki günlerde hakim olan öne çıkma, farklı olma ve sansasyon yaratma anlayışı, bu olumlu yaklaşımın tüümüyle tersine dönmesine ve başta İstanbul olmak üzere Marmara Bölgesi'ndeki 20 milyona yakın nüfusun büyük stres, korku ve panik içerisine itilmesine yol açmıştır.

Bu olumsuz sonuçta maalesef bazı araştırmacı ve bilim adamlarının da büyük payları olmuş, bilim, boy gösterme ve ün yapma kaygılarıyla adeta medyanın izlenme oranını etkileyen bir araç haline getirilmiştir.

Kuşkusuz bu olumsuz ortamın yaratılmasında, halkın bilgi ihtiyacının en yüksek noktaya ulaşmış olduğu afet anında, medya kanalıyla halka en doğru mesajları aktarması gereken, yerel ve merkezi yönetimlerin, tüümüyle pasif kalmalarının ve halkı bilgilendiren, bilinçlendiren ve olumlu yönde yönlendiren mesajlar yerine, yalnızca

ölü, yaralı ve yıkılan yapı sayılarını açıklamakla yetinmelerinin önemli rolü olmuştur.

Halkın ihtiyacı olan bilgilerin, zamanında ve doğru olarak verilememesinin yarattığı boşluğu, gösterişi seven bilgili ya da bilgisiz bilim adamları doldurmuş, halka bilgi verme ve teknik konuları halk karşısında tartışma konusunda hiç deneyimi olmayan bu kişiler, medyanın da kısırtmasıyla bölgede tam bir bilgi kirlenmesi yaşanmasına, önemlisi kafalarda açıklık bekleyen soruların daha da kabarmasına ve tedirginliğin artmasına neden olmuşlardır.

Halkın büyük bir kısmı, hiçbir amaca hizmet etmeyen bilimsel tez ve anti-tezlerin günlerce tartışılması karşısında neyin doğru, neyin yanlış olduğu ve ne yapmaları gerektiği konularında tam bir kaos yaşamış ve maalesef bilgili ve sorumlu bilim adamları ve kuruluşların sessiz kalmalarının da etkisiyle, büyük psikolojik sorunlar içerisine itilerek, falcı ve şarlatanlardan yardım bekler duruma gelmişlerdir.

Bu bilgi kirlenmesi ve psikolojik kaos ortamını yaratan medya ve bilim adamları verdikleri mesajların halk tarafından nasıl algılandığı ve anlaşıldığı, neye ve kime hizmet ettiği konularına eğilme ihtiyacı hissetmemişler ve aşırı bencillik duygusu altında, kendi spekülasyonları ve varsayımlarının doğruluğunu, aynen bir bilimsel sempozyum ortamında olduğu gibi, halkın hiç anlamadığı teknik terimler, modeller dia ve resimlerle tartışarak birbirlerine üstünlük sağlamaya çalışmışlardır.

Depremi ilk saatlerinden itibaren, gündeme hakim olma otoritesini yitirmiş yerel ve merkezi afet yönetimi birimlerine ek olarak, ilk saatlerinde depremin büyüklüğünü dahi polemik konusu yapan bilim adamı ve araştırmacıların, ilerleyen günlerde yapay olarak yarattıkları kaos ve stresi azaltma

amacıyla, fay zonlarını dahi dâma taşı gibi, kuzeye-güneye kaydırmaları, birbirlerini küçümseyen düşük düzeyli kişisel tartışmaları yaşanmış, bu tartışmaların kurumların üstünlüğü mücadelesi haline dönüştürülmesiyle maalesef bilim adamı ve araştırmacıların da önemli ölçüde güven ve saygınlık yitimi-ne uğramalarına yol açmıştır.

Özetlersek, 17 Ağustos 1999 depremi, ülkemizde halkın bilinçlendirilmesi görevi bulunan yalnızca kamu kurum ve kuruluşları değil, bilim adamları, araştırma kurumları ve medyanın, ülkemizin yüzyıllardır bilinen bir gerçeği olan deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesiyle deprem zararlarının azaltılması konularında ne denli bilgisiz ve birikimsiz olduklarını, acı sonuçları ve ağır faturasıyla bir kez daha gözler önüne sermiştir.

Ne Yapılabilir?

Binlerce yıllık tarihi incelen-diğinde, ülkemiz başta dep-remler olmak üzere, su baskın-ları, heyelanlar, kaya ve çığ düş-meleri, erozyon, vb. gibi doğa olaylarından en çok etkilenen ülkelerden birisidir. Bu gerçek, hemen tüm toplum kesimlerince bilinmesine karşın, bu soru-nun özellikle sorumlu kesimler-ce ısrarla gözardı edilmesi, bas-sın, medya ve hatta araştırma kurumlarının dahi, olaya ancak güncellik süresiyle sınırlı ilgi gösteriyor olmaları, bugün öde-diğimiz ağır faturanın temel ne-denlerinden biri olarak kabul edilmelidir. Gelecekte daha ağır faturalar ödenmek istenmi-yorsa, ilgili ve sorumlu tüm kişi ve kuruluşların son depremler-den elde ettiği derslerin ışığı al-tında, deprem ve diğer doğal afet zararlarının, ancak afetler olmadan önce alınacak, yasal, yönetsel ve teknik önlemlerle azaltılabileceği gerçeğini mutla-ka anlaması, kabul etmesi ve hazırlıklarını buna göre yapması gerekmektedir.

Unutulmamalıdır ki doğal afetlerle mücadele her şeyden önce, doğadan gelen bu tehli-kelerin doğadaki kaynaklarının çok iyi bilinmesi, her yönüyle tanınması ve yol açacağı can ka-yıpları ve yaralanmalar, ekono-

mik, sosyo ve psikolojik kayıp-ları azaltabilmek için, doğanın en akılcı yol ve yöntemlerle kullanılmasını gerektiren top-yeğin bir savaşıdır. Bunda da en sade vatandaştan en yetkili makamlara kadar herkese görev ve sorumluluk düşmektedir.

Ancak bu yazıda yalnızca ana konumuzu oluşturan med-ya ve halkla ilişkilerin önemi üzerinde duracağız.

Doğal afet zararlarının azal-tılmasında, afetin öncesi, sırası ve sonrasında medyanın rolü ve gücü yadsınamayan bir gerçek olarak tüm dünyada bilinmek-tedir. Buna göre, yapılması ge-reken medyadan, bu alanda et-kili ve pozitif doğrultuda nasıl yararlanılabileceğine karar ver-mek olmalıdır.

Bunun da bilinen ve kabul edilen tek yolu, gerek merkezi ve gerekse yerel otoritelerin, ana görevleri olan, halkın bilgi-lendirilmesi ve bilinçlendiril-mesi konusunda gündeme ha-kim olmaları ve etkili "halkla ilişkiler" birimleri kurarak ve bu birimlerde, özellikle olağan-dışı durumlarda uzman kişiler görevlendirerek, bilgi boşluğu yaratmamalarıdır.

Günümüzde gerek yerel ve gerekse merkezi kurum ve ku-ruluşlarda mevcut basın ve halkla ilişkiler üniteleri maale-sef çağdaş anlamda yeterli ve etkili olmamaktadır; çünkü ru-tin görevler yapabilecek düzey-de personelle çalışmaktadır. As-lında çağımızda normal koşul-larda dahi basın ve halkla ilişki-ler başlı başına uzmanlık alanı-dır. Afet anları gibi normal ol-mayan olağandışı koşullardaysa, bu kuruluşlarda, geçici olarak, konularında uzman kişilerin gö-rev alması kaçınılmaz olmakta-dır.

Zira afet anları, önceden tah-mini güç olan, beklenmeyen ve aniden ortaya çıkan durumlar-dır ve bu durumlarda ne oldu, nerede oldu, ne zaman oldu, ne sonuçlar doğurdu, nasıl ve niçin oldu, ne planlandı, ne yapıyor, ne yapılacak vb. gibi birçok so-ru sorulacaktır ve afetin ilk an-larında bilgi eksikliği nedeniyle de bu ve benzeri soruları doğru yanıtlama olanağı yoktur.

Bu durumlarda yetkililer hem zaman yitirmeden çok hız-

lı biçimde davranabilme ve hem de medyadan gelen bu tür soruların baskısı altında, bir iki-lemle karşı karşıyadırlar. Ya doğru olmayan bilgileri ve tah-minleri aktaracaklar ya da doğru bilgileri elde etmek için çok za-man kaybedeceklerdir.

Böyle durumlarda unutul-maması gereken ana amacın kurumların güvenilirliği ve açıklığının korunması olmalıdır. Bu ikilem, ancak her gün dü-zenlenecek basın toplantılarıyla basın ve halka niçin yalnızca kesin bilgilerin verildiğinin, bil-gi alınmasındaki sorunların neler olduğunun, doğru olmayan bil-gi, söylenti ve spekülasyonların niçin verilmek istenmediğinin ve güvenilir bilgiler elde edil-dikçe bu bilgilerin zaman kay-bedilmeden yeniden açıklana-cağının anlatılması ile ortadan kaldırılabılır.

Muhakkak ki bu arada bazı önyargılı medya mensupları, gündeme sürekli söylentileri ve spekülasyonları getireceklerdir. Ancak unutulmamalıdır ki, asıl görev medya mensuplarını tat-min ve mutlu kılmak değil, hal-ka doğru bilgileri zamanında ulaştırmak ve güven kaybını önlemektir.

Aslında yukarıdaki kavram-lar bilimsel mesleki etik sahibi ve gerçek amacı halkı bilgilen-dirmek ve bilinçlendirmek olan araştırmacılar için de geçerlidir.

Medya kanalıyla halka bilgi aktarmak isteyen her düzeyde-ki yetkili ve araştırmacıların davranış biçimleri ana hatlarıyla aşağıda özetlenmiştir:

- Görüşme yapacağınız kişinin adını ve kurumunu öğreniniz.

- Mümkünse görüşme zama-nını siz belirleyiniz ve ayak üs-tü demeç vermekten kaçınınız.

- Ad ve soyadınızı, kurum-u-nuzu ve uzmanlık alanınızı açıkça belirtiniz.

-Sakin, sabırlı ve tahammül-lü olunuz. Aynı sorular tekrar tekrar sorulsa dahi, inandığınız aynı doğru cevapları veriniz.

-Medya hakkındaki kişisel düşüncelerinizi açıklamayınız ve polemığe girmeyiniz.

-Alçak gönüllü ve işbirlikte olunuz ve bir hata yaptığınızda anında düzeltiniz.

-Halkın anlamayacağı tek-nik sözcükler kullanmaktan ka-

çınınız. Açık, kısa ve düzgün cümleler kullanınız.

-Dikkatli olunuz ve devrik cümlelerle uzun cevaplar ver-mekten kaçınınız.

Yapılmaması gerekenler ise ana hatlarıyla aşağıda özetlen-miştir:

-Yorum yok demeyiniz ve kayıt dışı cevaplar vermeyiniz.

-Kişisel görüş ve yorum yap-mayınız.

-Spekülasyon, blöf ve şaka yapmayınız.

-Asla yalan söylemeyiniz.

- Bilmediğiniz ya da kesin emin olmadığınız konularda ka-çamak yanıtlar vermeyiniz.

- Dedikodu ve söylentilere yanıt vermeyiniz.

- Kişisel ve kurumsal suçla-malar ve polemiklere girmeyiniz.

-Halkı bilmediği konularda karar vermeye zorlamayınız.

- Zaman kazanmak amacıyla sık sık sorunun yinelenmesini istemeyiniz ya da soruyu anla-madım demeyiniz.

- Korkmayınız, heyecanlan-mayınız ve savunmaya geçme-yiniz.

Medyaya bilgi aktarmak iste-yen özel ve resmi kişiler dı-şında medyanın kendisinin de yapması veya yapmaması gere-ken konuların, kendi içlerinde tartışılması ve gerçekçi çözüm-lere kavuşturulması gerektiği için bu konu medyanın sorum-luluğuna bırakılmıştır.

Ancak medya mutlaka kendi etik kurallarını kendisi belirle-meli ve bu kurallara uyulmasını kendi içerisinde çözümlemeli-dir.

Ayrıca medyanın mutlaka afetler gibi özel uzmanlık iste-yen konularda, özel eğitilmiş, araştırmacı muhabir ve yöneti-cilere sahip olması kaçınılmaz-dır.

Oktay Ergünay
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
Yüksek Fen Kurulu Üyesi

Kaynaklar:

- O. Ergünay "The Roles fo Media and Public Re-lation Units for Public Disaster Awareness. Report of International Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Mana-gement. 10-12 March 1999 Rapor No: ME-TU/DMC 99.02. Ankara
- O. Ergünay "Afet Yönetimi Nedir? Nasıl Olmalı-dır?" TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kita-bı 15-16 Şubat 1996-Ankara.
- Disaster Prevention and mitigation Volume 10, Public Information Aspect, UN, New York, 1979.
- M.S. Mortensen: Public Relations in Crisis and Disaster, Atlantic Press, 1997.