



Raşit Gürdilek

Müonla Füzyon

Yıldızların sıcak merkezlerinde yaptıkları gibi hafif çekirdekleri birleştirerek, ucuz, temiz ve bol bir enerji kaynağı geliştirmek için vakum odalarında muazzam sıcaklıklara kadar ısıtılmış plazmayla ya da lazer demetlerinin güçlü enerjisiyle uğraşan füzyon araştırmacıları, gözlerini müon adlı bir temel parçacığa çevirmiş bulunuyorlar. Elektronun daha ağır bir türü olan müon, birbirine komşu çekirdekleri sarıp sıkıştırarak füzyon sağlıyor.

Daha önce müonun katalizör olarak kullanıldığı füzyon deneylerinde karşılaşılan darboğazların iki yeni yaklaşımla aşıldığı bildiriliyor. Birincisinde, uluslararası bir araştırma ekibi, tek bir müonun bozunmadan önce gerçekleştirdiği nükleer tepkimelerin sayısını arttırma yolunu buldu. Müonun nükleer füzyonu kolaylaştırması, şu süreçle işliyor. Müon, önce bir ağır hidrojen izotopu olan trityum çekirdeğinin çevresinde dönen elektronun yerini alarak, müonik trityum oluşturuyor. Çekirdeğe bir de döteryum (başka bir ağır hidrojen izotopu) çekirdeği eklendiğinde bileşik bir molekül ortaya çıkıyor. Şimdi tüm bileşik molekülün çevresinde dolanmaya başlayan müon, iki çekirdeği sıkıştırıyor ve bunların birleşerek bir helyum çekirdeği (alfa parçacığı) oluşturmalarını sağlıyor. Sıkıştırmayı müon yaptığı için, iyonlaşmış çekirdekleri yüksek enerjide çarpıştırarak birleştirmek için ısıtmaya (100 milyon kelvin dereceye kadar) gerek kalmıyor. Araştırmacı-

lar, kullanılan tekniğe (herhalde 1980'lerde boşa çıkan bir yöntemin adını vermemek için) "soğuk füzyon" demekten kaçınıyorlar. Ama ekibin yöneticiliğini yapan, Kanada'nın Vancouver kentinde TRIUMF Parçacık Fiziği Laboratuvarı'ndan Glen Marshall'a göre süreç, tüm öteki deneylerden çok daha soğuk. Yeterli bir randıman alınabilmesi için müonik trityum'un enerjisi, döteryum çekirdeğine yaklaşıırken son derece düşük (yaklaşık 1 elektronvolt) düzeyinde tutulmak zorunda. Daha önceki deneylerde "saçılım tüfeği" denen bir yaklaşım kullanarak bir döteryum hedefini değişik enerji düzeylerindeki parçacıklarla bombardıman ediyorlardı.



Ama Marshall'ın ekibi, "atlantısal olarak", enerjisi yaklaşık 1 elektronvolt olduğunda müonik trityumun trityum-hidrojen karışımından kaçtığını keşfettiler. Böylece araştırmacılara gereken düzeyde enerji taşıyan atomları seçme olanağı doğdu. Araştırmacılar altın bir folyo üzerine yoğunlaştırılmış konsantre döteryumu bir müonik trityum demetiyle bombardıman ettiler ve daha sonra tüm düzeneği 3 kelvine kadar (-270 santigrat derece) soğuttular. Alfa parçacıklarını sayarak bir müon başına kaç füzyon gerçekleştiğini ölçtüklerinde, sayının saçılım tüfeği yöntemine kıyasla 100 kat fazla olduğunu belirlediler.

Japonya'nın Wako-Shi kentinde bulunan Japon Fizik ve Kimya Araştırmaları Enstitüsü (RIKEN) araştırmacılarından Ken Nagamine'ye göre bu son derece ilginç ve önemli bir adım. Nagamine'nin ekibi halen müon füzyonunun başındaki öteki sorunla uğraşıyor. Bir reaktör kalbinde her müonun bozunmadan önce yaklaşık 300 füzyonu tetiklemesi gerekiyor. Oysa negatif elektrik yüklü olan müon, tepkimeden sonra pozitif yüklü olan alfa parçacığına yapışma eğiliminde. Nagamine, uygun koşullardaysa müonun alfa parçacığından kurtulduğuna işaret ederek, ekibinin bu işi kolaylaştırmak üzere yüksek enerjili bir geri tepme yöntemi geliştirdiğini açıkladı. (Daha fazla bilgi için: Physics Review Letters (Vol 85, p1674)

New Scientist, 23 Eylül 2000

Higgs Bozonu Göz Kırıyor

Neredeyse 20 yıldır fizikçiler için "en büyük av" olma özelliğini sürdürmekle birlikte bir türlü ele geçmeyen Higgs parçacığı yakayı ele vermek üzere. Ancak, büyük laboratuvarlarda sorguya alınmadan önce avcılarını birbirine düşüreceği kesin.

Higgs parçacığı ya da bozonunun başına böyle büyük bir ödül konmasının nedeni, parçacıklara kütle kazandırması. Fizikçiler, evrenin her noktasını dolduran Higgs alanıyla etkileşen ve temel doğa kuvvetlerinden zayıf etkileşimi duyan tüm parçacıkların kütle kazandığı düşüncesini taşıyorlar. (Bkz: Maddenin Aslı, *Bilim ve Teknik*, sayı 386, s 50-57). 1966 yılında Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs'in düşünce ürünü olan parçacık, yıllardır kuramcılar peşinden koşuyor. Nedeni, parçacık fiziğinin kutsal kitabı sayılan Standart Model'in yanıt veremediği pek çok soruyu açıklama potansiyeli. Ayrıca Higgs parçacığının, temel doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesinde de anahtar rol oynaması bekleniyor. Ancak parçacık, daha önce öngörülen enerji düzeylerinin altında ortaya çıkacak görüldüğünden, Standart Model'in başına yeni dertler de açabilir.

Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de fizikçiler, geçtiğimiz ay, bir süredir gücünün sınırında çalıştırmaya başladıkları büyük bir parçacık hızlandırıcısında, Higgs bozonunun varlığını gösterebilecek "işaretler" saptadıklarını açıkladılar. Bu bile, yerini çok daha güçlü bir hızlandırıcıya bırakmak üzere sökülmeğe hazırlanan LEP'in ömrünü en az bir ay (2 Kasım'a kadar) uzatmaya yetti. Büyük Elektron-Pozitron Çarpıştırıcısı LEP'te parçacıkların çarpışma ürünlerini izleyen dört dev detektör, Higgs imzası olabilecek bozunma örüntüleri saptamış bulunuyor. Çarpışmalarda pek çok başka ürün arasında, ancak birlikte oluşabilen Higgs ve (zayıf etkileşime aracılık eden üç bozondan biri olan) Z^0 bozonu, ortaya çıkar çıkmaz başka parçacıklara dönüşüyorlar, bunlar da gene çok kısa süre içinde başkalarına... CERN fizikçilerini heyecan-

landıran, ayrı yönlerde kuarklardan oluşan dört parçacık fışkırması (meslek dilinde "jet"). Bunun rastlantısal bir olgu olması olasılığı, yapılan hesap ve gözlemlerle önce yüzde bire, daha sonra da binde bire düşürülmüş. Ancak "işaretlerin", "kanıt" değeri kazanabilmesi için rastlantı olasılığının en az milyonda bire kadar düşürülmesi gerekiyor. İşte CERN fizikçileri bir ay içinde LEP'i gücünün ötesinde zorlayarak bunu gerçekleştirmeye çalışacaklar. Higgs parçacığını aramak üzere tasarlanmış bir makinenin, 11 yıl sonra tam devreden çıkmak üzereyken avının kokusunu alması, ilk bakışta kadehin oynadığı acı bir oyun gibi görünüyor. Aslındaysa bu "son an" sendromu pek rastlantısal değil. Fizikte daha önceki büyük keşifler de genellikle son anda yapılıyor. Nedeni, büyük ve pahalı makineleri kullananların, bunları



tasarım sınırlarına kadar zorlayıp ömrünü kısaltmaktan çekinmeleri. Ancak makineler devre dışı bırakılacağı zaman (kaybedecek bir şey olmadığı için) araştırmacılar bunları güçlerinin sınırında, hatta ötesinde çalıştırmaya başlıyorlar. LEP'te de olup biten bu.

Higgs "işaretleri"nin 114 ya da 115 milyar elektronvolt (GeV) düzeyinde ortaya çıktığı sanılıyor. Higgs'le beraber ortaya çıkan Z^0 bozonlarının daha önceden belirlenen kütlesi de 91 (Gev) yakınlarında. İkisinin toplam enerjisi 205-206 (gev) ediyor. Bu enerji düzeyine çıkabilmek, LEP fizikçilerinin, "artık makine kapanıyor; ne olacaksa olsun" mantığıyla elektron ve bunların ters yüklü karşılığı olan pozitronları, 103'er GeV'e kadar hızlan-

dırmalarıyla mümkün olmuş. Elektron ve pozitron demetleri, ters elektrik yükü taşıdıklarından, güçlü süperiletken mıknatıslar yardımıyla paralel iki tünelde ters yönlerde neredeyse ışık hızına kadar hızlandırılıyorlar ve daha sonra detektörlerin içinden geçen silindirik biçimli bir odada çarpıştırılıyorlar. Hem elektronlara, hem de pozitronlara 103 GeV enerji verilebildiği için toplam çarpışma enerjisi, 206 GeV oluyor. Yani tam Higgs ve kardeş bozonunun toplam enerjilerinin sınırında!.. Demek ki daha önceki deneylerdeki "normal" enerji düzeyleri, bu 206 GeV toplamını veremediği için, aslında 114 GeV kütledeki (Einstein'in ünlü formülü uyarınca enerji = kütle) Higgs daha önce, örneğin 150 ya da 200 GeV enerji düzeylerinde ortaya çıkmamış. Çünkü bozon kardeşlerini geride bırakamıyor. LEP fizikçileri,

şimdi harıl harıl daha fazla çarpışma verisi toplamaya çalışıyorlar. Amaç, CERN yetkililerini yumuşatarak LEP'in idamını biraz daha erteletmek. Telaşın nedeni, biraz da bu büyük keşfin onurunu, CERN'in ezeli rakibi olan ABD'deki Fermilab araştırma merkezine bırakmamak. Fermilab, yenilenerek merkezde toplam çarpışma enerjisini 1 trilyon elektronvolt (TeV) düzeyine yükseltecek kapasite kazandırılmış bir hızlandırıcıyı devreye sokmaya hazırlanıyor. Ama sorun, elektron ve pozitronlar yeri-

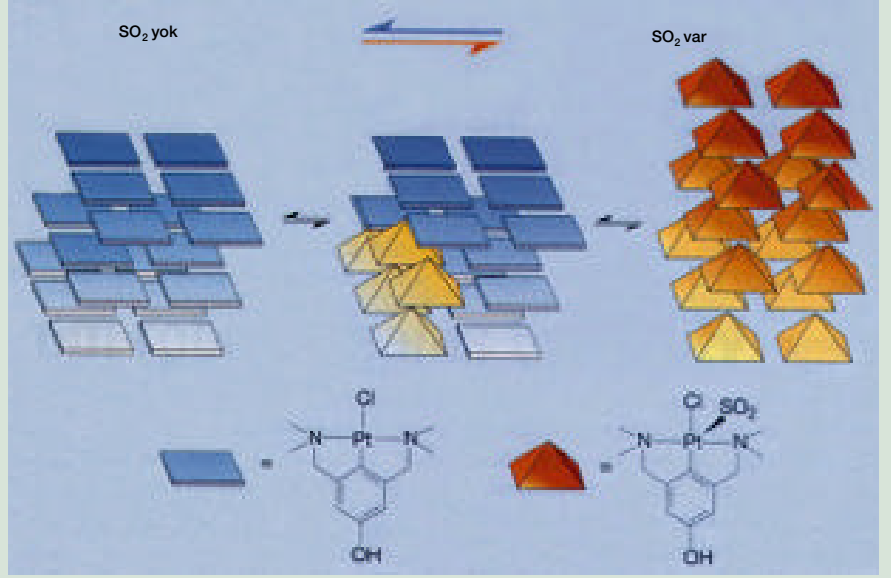
ne, kuarklardan oluşan ve dolayısıyla çarpışma ürünleri son derece karmaşık ve izlenmesi güç olan protonlar kullanılması. Fermilab, eğer eline geçecek bu fırsatı değerlendiremezse, top yine CERN'e geçecek ve Higgs avını, 2005 yılında devreye girerek proton ve antiprotonları çarpıştıracak Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) devralacak. LHC, LEP'ten 10 kat daha güçlü ve Higgs'in ardından, Standart Model'in öngördüğü süpersimetri parçalarını da arayacak. Bu nedenle CERN yönetimi, parsayı Fermilab'a kaptırma pahasına da olsa, LEP'in ömrünü daha fazla uzatıp LHC'nin montaj sürecini geciktirmek istemiyor.

Science, 22 Eylül 2000
Nature, 21 Eylül 2000

Soluk Alan Kristaller

Nanometre, zihinlerde canlandırması güç küçüklüğüne karşın, günümüz teknolojisinin temel ölçü birimi durumuna gelme yolunda. Metrenin milyarda biri kadar ya da yakın küçüklüklerde parçaların üretim ve kullanımına dayalı nanoteknoloji, daha şimdiden günlük yaşamımızın bir parçası haline geldi sayılır. Yeni kuşak bilgisayarların yongaları, moleküllerden oluşan işlevli makineler, küçük robot ya da yapılar ne kadar "nanolaşırsa" becerileri o ölçüde artar düşüncesi yaygın. Nanoölçekli yapı ya da parçaların üretimi için iki yol var. "Mühendislikle küçültmek" denen birinci yöntem, istenen parçaları makroskopik araçlarla yapmak. Bilgisayar yongalarında kullanılan devrelerin lazerle çizilmesi ya da kazınması buna bir örnek. Söz konusu parça ne kadar küçük olursa, üretiminde kullanılan makroskopik teknoloji de o kadar hassas olmak zorunda. Bu da tüm başarılarına karşın bu yöntemle birtakım darboğazlar getiriyor.

İkinci yöntem, daha çok canlıların kullandığı "sentezle büyütmek" yöntemi; yani çok daha küçük parçaları birleştirerek nano ölçekte moleküller oluşturmak. Bu yöntemin nanoteknolojiye kazandırılmasının karşısındaki güçlükse, çoğu suda çözünen ya da ancak homojen bir toz halinde bulunabilen bu molekülleri birleştirebilmek. Araştırmacılar da yıllardır iki teknik arasındaki bu boşluğu gidermeye çalışıyorlardı. Hollanda'nın Utrecht Üniversitesi'nden Martin Albrecht başkanlığındaki bir ekip, nanoteknoloji için yeni bir "sentezle büyütmek" yaklaşımı getirdi. Ekibin yaptığı, aslında doğada sıkça görülen bir olayı, kükürt dioksit gazının SO₂ platin iyonları içeren organik bir molekülle (organoplatin bileşiklerle) birleşip sonra da ayrılması sürecini tekrarlamak. Ancak Albrecht ve arkadaşları, bu süreci düzgün yapıda katı bir kristal üzerinde gerçekleştirmiş bulunuyorlar. Gerçi katı maddelerle gazların geçici birleşmesi fazlaca yeni sayılmaz. Zeolitler ve killeri gibi delikli maddeler, pek çok küçük molekülü birbirine bağlamak için petrokimya sanayiinde yaygın olarak kullanılıyor. Hollandalı araştırmacıların yönteminin yeniliği ve önemiye, katı madde-



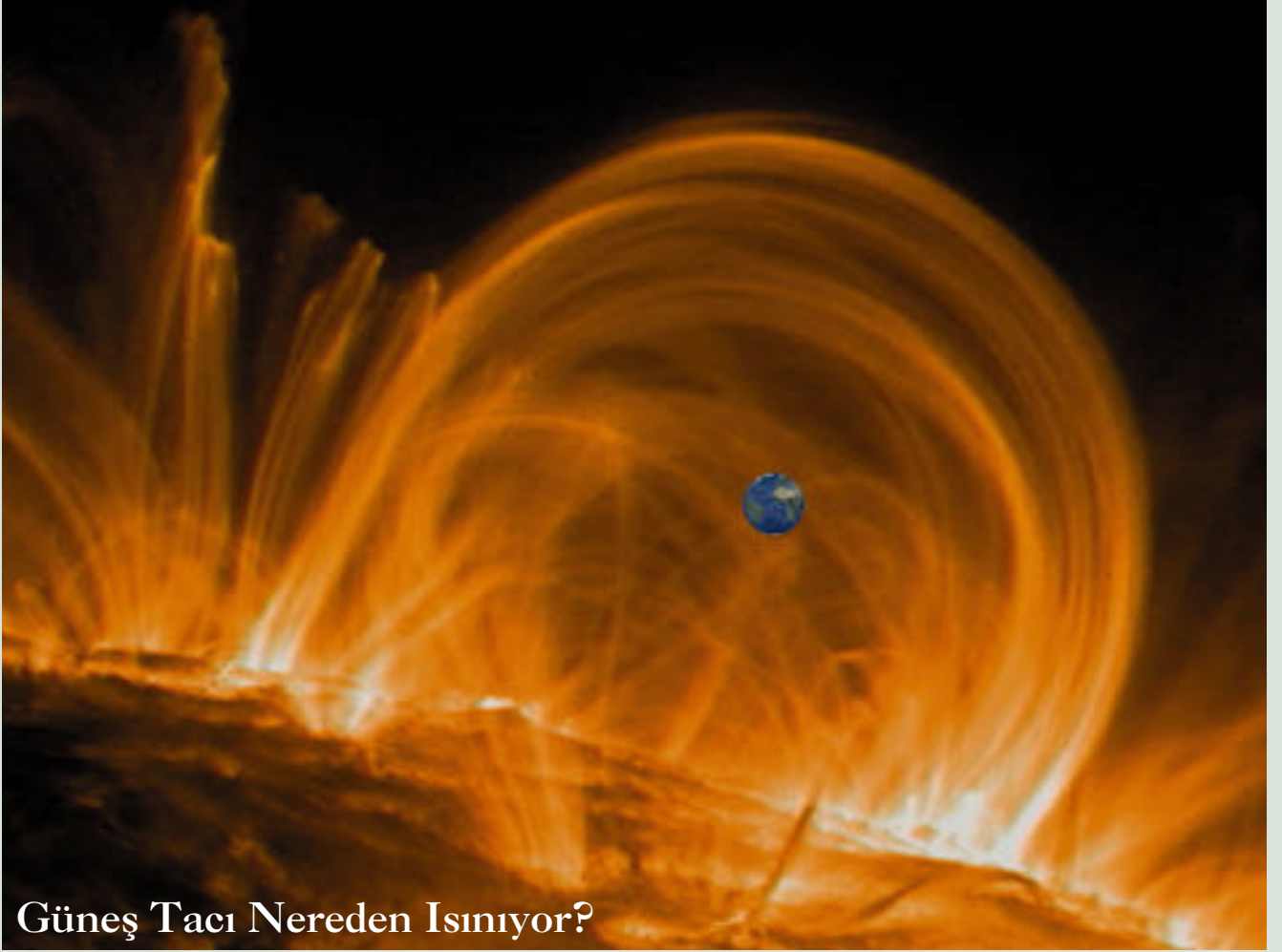
lerle gazların geçici birlikteliği için ille delikli malzemenin gerekmediğini göstermeleri. Şimdiye kadar bir organoplatin bileşiğine SO₂ eklenmesinin bileşiğin moleküler yapı ve biçiminde yapacağı büyük değişimin, kristal yapılı bir katı maddenin anında kırılıp parçalanmasıyla sonuçlanacağı varsayılmaktaydı. Varsayım, farklı büyüklüklerdeki parçaların büyük ölçekli stres ve gerilimler oluşturması temelinde oturuyordu. Hatta bu türden stres ve gerilimler, düzgün kristal yapılardan küçük moleküller "misafirlerin" ayıklanması sürecinde de ortaya çıkıyor, ve kristal dokudaki diğer moleküllerin yaratılan boşluğu doldurmak için hücum etmesiyle kristalin ufalanmasıyla sonuçlanıyordu. "Doğa boşluğu sevmez" deyiminin bu ve benzeri gözlemlere dayandığı anlaşılıyor. Doğanın Albrecht ve arkadaşlarını sevdiğindeyse kuşku yok! Hollandalı araştırmacılar, renksiz organoplatin kristallerini birkaç dakika SO₂'ye batırdıklarında hoş bir turuncu renk oluşuyor. Deneyin önemi rengin güzelliğinden gelmiyor tabii. Renk, platin moleküllerin kare düzlemleri, SO₂'nin etkisiyle kare prizmalar haline geldikçe dıştan içe doğru yayılıyor. İçteki kristaller, komşuları üç boyut kazanıp kristali şişirdikçe, sabırla sıranın kendilerine gelmesini bekliyorlar. Sonuçta kristal yapının hacmi dörtte bir oranında artıyor, ama kristalin üç boyutlu mükemmel yapısı aynen korunuyor. İşin daha da ilginç ve önemli

yanı, şişmiş kristal havayla temas ettirildiğinde SO₂ dışarı üfleniyor ve kristal eski renksiz ve kükürtsüz durumuna geri dönüyor. Sürecin birçok kez yinelenmesine karşın kristal özellik bozulmuyor. Hollandalı ekip, bu özelliğinden dolayı SO₂'ye duyarlı bu malzemenin, kristal yapılı bir optik anahtar olarak kullanılabileceğini söylüyor. Anahtar SO₂ bulunmayan "kapalı" ve SO₂ içeren "açık" durumlar arasındaki renk farkı ya da hacim değişiklikleriyle işletilebilir. Anahtar, ortamda kükürt dioksitin var olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir. Ayrıca kristallerin hava yerine ışıkla biçim ya da renk değiştirir hale getirilmesi koşuluyla düzenek opto-elektronik sanayiinde daha geniş bir uygulama alanı bulabilir.

Deneyin başarısı, akla şunu da getiriyor: Eriyik durumdayken gazları bağlayabilen başka bileşikler, katı halde de aynı beceriyi gösterebilirler mi? Örneğin, kanımızda oksijen taşıyan hemoglobin molekülü, çok farklı yapısına karşın oksijeni Albrecht ve arkadaşlarının betimlediği yöntemle benzer bir yöntemle alıp veriyor. Hemoglobin kristali katı haldeyken yüksek hidratlı bir yapıya sahip ve bu nedenle gazlar içine kolaylıkla geçebilir.

Hollandalı ekibin başarısı, bağlama ve sinyal iletme amacıyla kullanılacak katı hal anahtarlar için daha kapsamlı araştırmalar için kapıyı aralamış görünüyor.

Nature, 31 Ağustos 2000



Güneş Tacı Nereden Isınıyor?

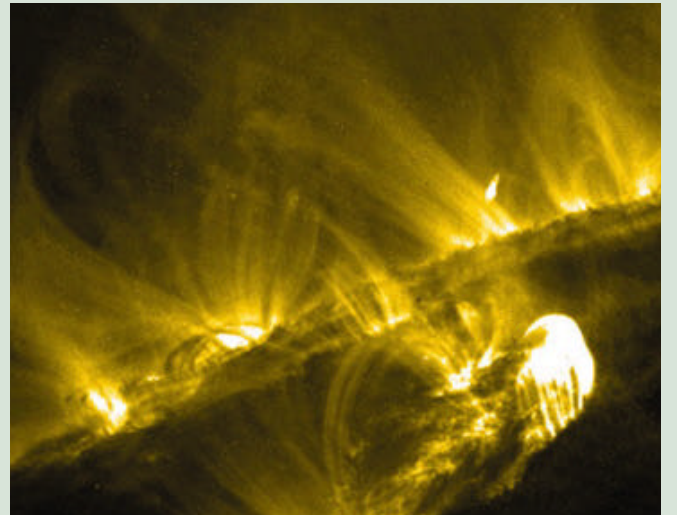
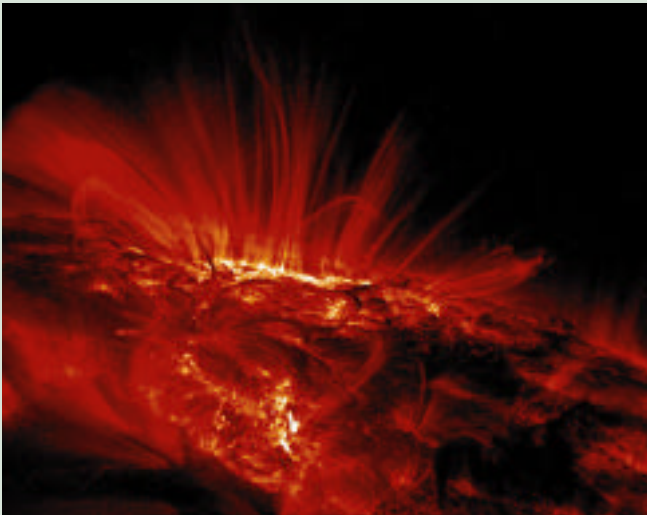
Amerikalı bilimadamları, Güneş atmosferinin özel bir bölgesini izlemek üzere tasarlanmış bir uydunun yardımıyla yıldızımızın taç (corona) denen üst atmosferinin neden yüzeyinden çok daha sıcak olduğu bilmeceğini çözme yönünde önemli bir adım attılar. Araştırmacılara yol gösteren, "taç halkaları" denen ve iyonlaşmış (elektronlarının bazılarını yitirmiş, dolayısıyla (+) elektrik yükü kazanmış) gazdan oluşan dev fiskiyelerin olağanüstü ayrıntıdaki görüntüleri. Görüntüleri sağlayansa, NASA'nın geliştirmiş olduğu (Güneş) Geçiş Bölgesi ve Taç Kaşifi (TRACE) adlı uzay

aracı. Bilim adamları, haleye benzeyen ve tam Güneş tutulmaları sırasında çıplak gözle izlenebilen bu taç katmanına öteden beri yakın bir ilgi göstermekteydiler. Nedeni, son derece hareketli bu bölgede meydana gelen parlama ve plazma fışkırmalarının, Dünya'nın elektromanyetik kalkanını delerek gezegenimizde manyetik fırtınalara yol açması. Bu fırtınalar, enerji hatlarında, kentlere enerji sağlayan santrallerde, duyarlı elektronik aygıtlarda ve bilgisayarlarda hasara neden olabiliyor, hatta uçakların uçuş güvenliğini tehlikeye atıyor, alçak yörünge-deki uyduların konumlarını bozabili-

yor (Bkz "Güneş'in Gazabına Hazır mıyız?" TÜBİTAK *Bilim ve Teknik dergisi*, Şubat 2000). Gökbilimciler, ayrıca taç bölgesinin hareketli dinamiğini inceleyerek öteki yıldızlar konusunda daha net bilgiler sağlamayı da umuyorlar.

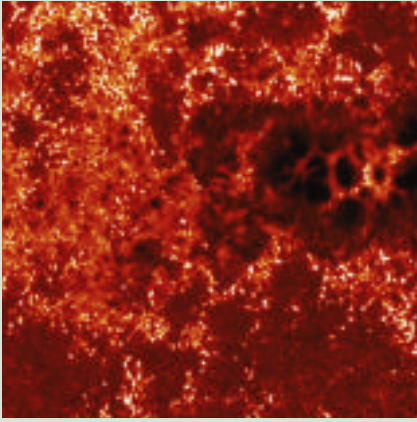
Araştırmacıların en çok merak ettikleri, Güneş yüzeyinin yaklaşık 5500°C sıcaklıkta olmasına karşın, atmosferinin nasıl olup da 1 milyon derecenin üzerine kadar ısınabildiği.

Lockheed-Martin Güneş ve Astrofizik Laboratuvarı'ndan Dr. Markus Aschwanden "70 yıllık bu bilmeceyi çözebilmek için önce nereye bakma-



mız gerektiğini bilmeliyiz" diyor. Saygın gökbilim dergisi Astrophysical Journal dergisince basılacak bir makalenin baş yazarı olan Aschwanden, taçın ısınmaya başladığı yerin, bu bilmece- nin en önemli anahtarlarından biri olduğunu vurguluyor ve TRACE gibi araçların da yıldızların atmosferlerinde meydana gelen garip olayların açıklanmasına yardımcı olduğunu söylüyor. Gerçi TRACE'in gönderdiği görüntüler, ısınmanın kaynağını ortaya koymuyor. Ancak ısınmanın daha önce sanıldığı gibi taç halkalarının en üstünde başlayıp alta yayılmadığını, bunun tam tersinin geçerli olduğunu gösteriyor. TRACE'in derlediği bulgulara göre ısınma Güneş yüzeyinin yalnızca 10 000 kilometre üstünde.

Taç tabakası değişik ölçülerde milyonlarca halkadan oluşuyor. Bu halka ya da fiskiyeler, yüzbinlerce kilometre yükseklikte kemerler oluşturuyor. Bunların çoğu, 30 tane Dünya'yı içine alabilecek büyüklükte. 30 yıl önce geliştirilen bir kurama göre bu halkaların sıcaklığı, her noktada aynı olmalı ve halkanın tepesi, daha



seyrek olduğundan ve dolayısıyla sıcaklık yitirme indeksi yoğun alt kısımlara göre daha düşük olduğundan, sıcaklığın halka boyunca düzgün dağılımı ancak tepe noktasının en sıcak olmasıyla açıklanabilir.

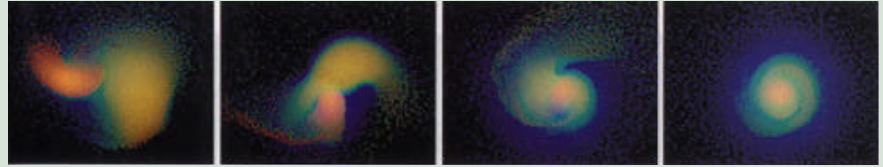
Oysa TRACE bulguları, halkaların, liflere benzeyen daha dar halkaların bir araya gelmesiyle oluştuğunu ve tepedeki sıcaklık dağılımının, sanılandan daha düşük olduğunu gösteriyor. Bu durumda en yoğun ve ısı yitim indeksi en yüksek halka bölümü taban olacağından, sabit sıcaklığın korunabilmesi için tabanın her bölgeden daha fazla ısınması gerekli.

NASA Basın Bülteni, 26 Eylül 2000

Küresel Kümelerde Trafik Kazaları

Üstte Hubble Uzay Teleskopuyla NGC 6397'nin merkez bölgesinin görüntüsü. Oklar kümenin merkezinde çarpışma sonucu oluşmuş bir dizi mavi yıldız gösteriyor. Resimde görülen öteki mavi yıldızlar, aslında renk kaymasına uğramış yaşlı kırmızı devler.

Altta, Saniyede 220 km hızla gerçekleşen bir yıldız çarpışmasının bilgisayar simülasyonu. Büyüğüün yan kütlesinde olan küçük yıldız, görece daha yoğun olduğundan biçimini daha iyi koruyor ve birleşen kütlelerin merkezine yerleşiyor. Süreç 12 saatte gerçekleşiyor. Ancak birleşen kütlelerin normal bir yıldızın termal yapısına kavuşması 100.000-10.000.000 yıl alabiliyor.



Yıldızlar birbirlerine çarpamayacak kadar uzak. Bu en azından Güneşimizin yöresi için doğru. Bize en yakın yıldız Alpha Centauri Proxima (bir üçlü sistemin en küçüğü) 4.2 ışık-yılı uzaklıkta. Başka bir ölçüye vurulursa, uzaklık yaklaşık 40 trilyon kilometre oluyor. Hadi diyelim biz Samanyolu'nun ücra bir köşesinde bulunuyoruz. Ama kalabalık görünen yerlerde bile çarpışma olasılığının düşük olduğu anlaşılıyor. Gökbilimciler, iki komşu gökada birbirlerinin içinden geçip gitse bile yıldızların çarpışmasının düşük bir olasılık olduğunu, bu olayın ancak gökadalardan biçiminde meydana gelen değişiklikten anlaşılabilceğini söylüyorlar.

Gökadaları, bu arada bizimkini de çevreleyen küresel yıldız kümelerindeyse durumun farklı olduğu anlaşılıyor. Bunlar, 100 000 ile 10 milyon yıldızın çok sıkışık bölgelere sıkışmış olduğu küresel yapılar. Bu kümeler gökada oluşumunun en erken evrelerinde ortaya çıkmış olduğu için içlerindeki yıldızlar çoğunlukla küçük kütleli, yaşlı yıldızlar. Nedeni, büyük kütleli parlak yıldızların çok kısa ömürlerini çoktan tamamlayıp süpernova patlamalarıyla yok olmaları. Buna karşın yoğun nüfuslu küresel kümeleri izleyen gökbilimciler bazı sürprizlerle karşılaşılıyor. Örneğin, Dünya'ya 8000 ışık yılı uzaklıktaki NGC 6397 küresel kümesi öylesine

yaşlı ki, (yaklaşık 12 milyar yıl), bırakın Güneş'ten kat kat büyük mavi devleri, 0.8 Güneş kütlesindeki yıldızların bile çoktan ömürlerini tamamlayıp anakoldan çıkmış, kırmızı dev aşamasından geçip sonuçta, görünmeyen beyaz cüceler haline gelmiş olmaları gerekiyor. Oysa Villanova Üniversitesi'nden gökbilimci Rex A. Saffer, kümede mavi yıldızlar gözlemiş. Bunların orada bulunabilmelerinin tek açıklaması, çarpışmalar. Küçük kütleli iki yıldızın birleşerek büyük kütleli, dolayısıyla daha sıcak ve mavi bir yıldız oluşturmaları, modellere göre iki yolla olabiliyor. Birincisinde, ikili sistemlerde birbirlerine yakın yörüngelerde dolanan iki yıldız, yörünge bozunması sonucu helezonlar çizerek yaklaşıyorlar ve sonunda birleşiyorlar. İkinci modelde, yıldızların "kafa kafaya çarpışmaları". Bunlar geniş yörüngeli ikili sistemlere üçüncü bir yıldızın girmesi sonucu ortaya çıkıyor. Bu süreç sonunda ya yıldızlardan biri kaotik hale gelen yörünge hareketleri sonucu dışarı atılıyor, ya da iki yıldız kafa kafaya çarpışıyor. Birinci model, daha çok kümenin görece seyrek dış bölgelerinde, ikincisiyse son derece sıkışık merkez bölgesinde ortaya çıkıyor. Saffer, NGC 6397'nin merkezinde 5 tane kafadan çarpışma ürünü yıldız belirleyerek modellerin ilk doğrudan kanıtını elde etmiş.

Sky & Telescope, Ekim 2000

Futbolculara Yeni Diz

Dizlerine yedikleri tekmeler sonucu profesyonel yaşamları tehlikeye giren futbol yıldızları, İsraili araştırmacıların kıkırdak dokusunu korumak için geliştirdikleri bir teknikle yepyeni dizlere kavuşabilecekler. Futbol ve sürat koşusu gibi sporlarda dizlere, tekme, çarpma, bükülme gibi dış etkenler olmasa bile aşırı yük biniyor ve bu da dizkapağına yastık görevi yapan kıkırdığın zarar görmesine yol açıyor. Gerçi yırtılmış ya da biçimini kaybetmiş kıkırdak ameliyatla alınabiliyor, ama hastaya bir daha düzenli olarak spor yapmaması tembihleniyor. Bazı hallerdeyse kıkırdak tümüyle bir plastik implantla değiştiriliyor. Ama Zerin'deki Assaf-Harofeh Tıp Merkezi'nden Dror Robinson'a göre "eğer 70 yaşındaysanız bunun önemi yok; ama implant takı-

lacak olanlar genç oyunculara, bir süre sonra yıpranan bu yapay maddelerin değiştirilmesi için yeni ameliyat gerekiyor."

Gerçi bir yöntem hasarlı dizi, bir vericiden alınan kıkırdak ve bağlı olduğu kemikle değiştirmek. Ama burada da sorun, kısa ömürlü olan kıkırdak, hastalık ve bağışıklık tepkileri için teste tabi tutarken canlı olarak koruyabilmek. Robinson ve Tel Aviv Üniversitesi'nden bazı meslektaşları, bunun için bir çözüm geliştirmişler. Vericiden alınan kıkırdak ve kemigi, besleyici bir sıvıyla



dolu bir kaba yerleştirerek üzerinde düzenli aralıklarla değişip, normal bacakdaki dokuların alışık olduğu kuvvetleri taklit eden bir basınç uygulamışlar. Hem kemik, hem de kıkırdak, basınçlı ve gıdalı ortamlarında gelişmelerini sürdürmüşler. Robinson, "bu yöntemle parçalar depolanıp ameliyat için gerekli olana kadar korunabilir" diyor.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Herpes'e Karşı Aşı ve 'İlaç'

Herpes bedende kaşıntılı yaralar oluşturan virütik bir hastalık. Aslında pek çok insan, bu hastalıkla birlikte yaşamayı öğrenmiş durumda. Ancak Kanada'nın Toronto kentinde düzenlenen Mikropolarla Mücadele Araçları ve Kemoterapi Disiplinlerarası Konferans'ta sunulan bildirilerde, bu hastalıkla mücadele konusunda umut verici yöntemler açıklandı. Genellikle cinsel temasla bulaşan herpesin iki türü var. Herpes Simplex 1 (HSV-1) denen türü, bedende egzama benzeri yaralar açarken, Herpes Simplex 2 (HSV-2), genital organlarda çıbanımsı kesecikler ve ateş yapıyor ve bulaştığı insanda birçok kez gerileyip sonra tekrar ortaya çıkabiliyor. HSV-2 anneden yeni doğan çocuğa geçtiğindeyse

körlüğe, hatta ölüme neden olabiliyor.

Hastalık, genellikle yavaş seyrettiğinden ve semptomları sonradan ortaya çıktığından çiftler farkında olmadan hastalığı birbirlerine bulaştırabiliyorlar. ABD'de nüfusun beşte birinin Herpes virüsü taşıdığı sanılıyor. Konferansa sunulan bildirilerden birinde SmithKline Beecham ilaç firmasının oluşturduğu uluslararası bir araştırma ekibinin, HSV-2'ye karşı bir aşı geliştirdiği ve insan denekler üzerinde başarıyla denendiği açıklandı. Aşı, virüsün hastalık yapan dış kabuğundan alınan bir proteinle yapılmış. Ancak bir iki kusuru var: Erkeklerde işe yaramadığı gibi, HSV-1 virüsü taşıyan kadınlarda da herhangi önleyici bir etki yapmıyor.

Ancak aşının çare olamadığı HSV-1 hastalarının imdadına kırmızı şarap yetişiyor! Bu haberin iyi tarafı. Kötüsüye, şarabın içilmeyip yaraya sürülecek olması...Araştırmacıları şaraba yönelten etken, kalp hastalıklarına karşı belli ölçüde koruma sağladığı düşünülen, trihidrok-sitilben sınıfından res-



veratrol adlı bir bileşik. ABD Roostown'daki Kuzeydoğu Ohio Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden John Docherty ve arkadaşları, DNA sentezini önlediğini duyduklarında resveratrol ile ilgilenmeye başlamışlar. Ekip, resveratrol'un stil-5 denen hafifçe değişik bir türünü üretmiş. Bileşik, virüslerin kopyalanmasını %99.9 oranında engellemiş. Docherty, bir jel haline getirilmiş ilacın, HSV-1'in semptomları belirmeye başlayınca yara üzerine sürülebileceğini, ayrıca HSV-2 bulaşmasını önlemek içinde prezervatiflerin üzerine sürülebileceğini söylüyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000



Yüksek Teknolojili Panzehir

Yılan ısırıklarına karşı daha güvenli, daha ucuz ve daha etkin panzehirler, gen teknolojisi sayesinde yakında tıbbın hizmetine girecek. Oxford Üniversitesi'nden David Warrell'e göre yeni teknoloji, yalnızca bir tercih sorunu değil, aynı zamanda acil bir zorunluluk, çünkü panzehir üretimi tüm dünyada, özellikle de Afrika'da bir kriz içinde bulunuyor. Klasik yöntemlerle panzehir üretenler de yeterince ekonomik olmadığı için kurumlarının kapısına kilit vuruyorlar.

Panzehir günümüzde de neredeyse yüz yıl öncesinin teknolojisiyle üretiliyor. Hayvanlara, özellikle atlara giderek artan ölçülerde zehir aşılanarak bedenlerinin bu zehire karşı antikor üretmeleri sağlanıyor. Daha sonra bunlar hayvanın kanından çekilerek saflaştırılıyor. Ancak gene de elde edilen panzehirlerin bir çoğu etkisiz kalıyor. Nedeni, bunların yılan zehirindeki zararsız maddeleri hedef almaları. Ayrıca bu teknolojiyle üretilen panzehir, anafilaktik şok ya da serum hastalığı gibi şiddetli yan etkilere de yol açabiliyor.

Liverpool Tropikal Tıp Okulu araştırmacılarından Rob Harrison ve



ekip arkadaşlarına göre bu sorunlar, hayvanlara zehirin kendisi yerine DNA aşılansak giderilebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının zehirin etkin maddelerine özel panzehirler üzerinde yoğunlaştığını belirtiyorlar. Harrison'un ekibi, deney için bir Brezilya yılanının zehirinde bulunan ve kanamalara yol açan öldürücü jararhagin enzimini kodlayan genin aktif bölgelerini çıkartmışlar. Daha sonra bu genlerin üzerine sürüldüğü mikroskobik altın zerreciklerini farelerin derisi altına enjekte etmişler. Fareler, hücrelerinin üretmeye başladığı bu enzime karşı antikor geliştirmişler. Bunlar yılan zehirinin yalnızca bir bileşenini hedef almalarına kar-

şın, kanamaları yüzde 70 oranında durdurmuşlar.

Ekip şimdi çok daha zehirli yılan türlerine karşı aynı yöntemin daha ileri bir uygulamasını denemeye hazırlanıyor. Tasarladıkları zehir genlerini, bağışıklık sistemleri insan tipi antikorlar üretmek üzere değiştirilmiş farelere aşılamak. Antikor üreten B hücreleri daha sonra farelerden alınarak petri çanaklarında yetiştirilen ve sürekli çoğalan ölümsüz hücrelerle birleştirilecek. Böylece insanın bağışıklık sistemiyle uyumlu sınırsız ölçüde panzehir, hayvanlara gerek kalmaksızın üretililecek; üstelik yan etkiler de ortadan kaldırılmış olacak.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Hazar Foklarında Köpek Hastalığı



Hazar Denizi'nde yaşayan foklar arasında hızla yayılan bir köpek hastalığı, ender bulunan türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları, ölü bulun-

nan Hazar fokları üzerinde yaptıkları araştırmada, köpeklerle özgü olarak bilinen "gençlik hastalığı" virüsüyle, bu virüsün yol açtığı tipik doku tahribatını belirlediler. Sayıları 400 000 olarak tahmin edilen Hazar foklarından şimdiye kadar en az 10 000'inin hastalık nedeniyle öldüğü sanılıyor. Araştırmacılar, yayılmayı sürdüren salgına fokları avlayan vahşi köpeklerle kurtların yol açtığını düşünüyorlar.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Şeffaf Fareler

Dokularımız, özellikle de derimiz ışığa geçirgen değil. Ancak anlaşılıyor ki, bu durum değişmez de değil. ABD'nin Texas Üniversitesi'nden Ashley Welch ve ekip arkadaşları, fare ve hamster derilerine gliserol enjekte ederek küçük bazı bölgelerini şeffaf hale getirmeyi başarmışlar. Gliserolün kırınım indeksi, hemen hemen kollajeninkiyle aynı. Dolayısıyla gliserolle doyurulmuş bir doku alanına düşen ışık fazla saçılmıyor. Welch'e göre yöntem olağanüstü başarılı. Gerçi bu yöntemle derinin altındaki bölgeyi ancak 4-5 milimetre derinliğe kadar görebiliyorsunuz. Ama araştırmacıya göre bu bile lazer tedavisini büyük ölçüde kolaylaştırmaya aday.



New Scientist, 2 Eylül 2000

Karadeniz'in Umudu, Yamyam Denizanası

Denize düşen yılanı sarıırmış. Ama düşülen deniz Karadeniz olursa, bize bir şeyler sarılıyor. Neyse ki yılan değil; denizanası. Ama Karadeniz'i istila ederek insanoğlunun yaptığı tahribatı hızlandıran bu garip canlılar da şimdi kendi canlarının derdinde. 1980'lerde girdikleri denizde neredeyse canlı bırakmayan denizaneları, şimdi daha saldırgan akrabalarının hedefi haline gelmiş görünüyorlar.

ABD'nin Alabama kentindeki Dauphin Adası Deniz Laboratuvarı'ndan biyolog Monty Graham'a göre Karadeniz'in bu sessiz istilasının öyküsü 1970'li yıllarda başlıyor ve artan tuzluluk, kirlilik ve aşırı avlanma felaketin tohumlarını hazırlıyor. Daha sonra taraklı denizanası *Mnemiopsis leidyi* büyük bir olasılıkla bir şilebin safrasıyla Karadeniz'e ulaşıyor. Pek çok balık türünün temel gıdası olan zooplankton, balık yumurtaları ve larvalarla beslenen *Mnemiopsis* yeni yurdundan öylesine memnun kalıyor



ki, 1989'a geldiğinde toplam miktarının 1 milyar tonu bulunduğu hesaplanıyor. Buna karşılık balık popülasyonunu, bu arada popüler balığımız hamsi, hızla azalıyor.

Deniz biyologları, felaketle baş edebilmek için önce *Mnemiopsis*'in baş düşmanı olan başka bir taraklı denizanası türünü, *Beroe ovata*'yı da Karadeniz'e sokmayı düşünüyorlar, ama daha sonra ortaya çıkabilecek daha büyük bir felaket riskini göze alarak vazgeçiyorlar.

Ancak 1997 yılında, istenen kendiliğinden gerçekleşiyor ve *B. ovata* gene bir geminin sintinesinde Karadeniz'e ulaşıyor. Moskova'daki Shirs-hov Oşinoloji Enstitüsü'nden Tamara Shiganova, ekip arkadaşlarıyla *Hydro* -

biologia dergisinde yayımlanacak bir raporda "İnanması güç ama, yeni denizanasının sahneye çıkmasından bu yana *Mnemiopsis* popülasyonunda büyük bir azalma oldu; buna karşılık bazı plankton türleri de çoğalmaya başladı" diyor.

Amerikalı biyolog Graham da, başka denizlerde yaşanan deneyimleri aktararak, yeni gelen denizanasının *Mnemiopsis*'in kökünü kurutması halinde, kendisinin de ağzına başka tür bir lokma sokmaktansa yok olmayı tercih edeceğini söylüyor. Deniz biyologuna göre bundan sonra balıkçılığın ve kirliliğin denetim altına alınmasıyla Karadeniz ekosistemi yeniden gelişebilir.

New Scientist, 9 Eylül 2000

Güneş'le Su Arıtma



Özellikle yoksul ülkelerde karşılaşılan sel felaketlerinde içecek suların kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıkların baş göstermesi, sık rastlanan bir olgu. Suların temizlenmesi içinse ne para yeter, ne de zaman. Bu durumu göz önünde tutan İsviçre Federal Çevre

Bilimi Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, ucuz ve pratik bir çözüm geliştirmişler: Suyu, Güneş ışınlarından yararlanarak dezenfekte etmek. Yapılacak şey yalnızca suyu boş pet şişelere doldurmak ve Güneş alacak bir yere bırakmak. Gerisini suyun artan sıcaklığı ve Güneş ışığındaki morötesi ışınım sağlıyor. Yaklaşık bir saat içinde sıcaklığı 50°C'nin üzerine yükselen sudaki *Escherichia coli* basillerinin yüzde 99.9'u ölmüş. Şişenin yarısını daha fazla Güneş ışığı soğurması için siyaha boyamak ve şişeyi oluklu sac gibi metal bir yüzeyin üzerine koymak da mikrop ve virüslerden arındırma süresini daha da kısaltacak bir yöntem olarak öneriliyor. Araştırmacılar, bu yöntemin özellikle kolera hastalığı yapan *Vibrio cholera* bakterisini öldürmede etkin olduğunu, ayrıca ishal yapan parazitleri de büyük ölçüde yok ettiğini söylüyorlar.

New Scientist, 26 Ağustos 2000

Tokyo'da Beton Yağmurları

Japonya'nın kalabalık başkenti, musonları andıran sağanaklara bakılacak olursa tropikal bir iklime sahip oluyor. Ancak Japon meteorologlara göre bu, küresel ısınmadan çok binalardan ve otomobillerden yayılan sıcaklıkla ilgili. Sağanaklar ve sel baskınlarının Japon Çevre Dairesi'ni, kent ölçeğinde bir deney planlamaya götürmüş.

Meteorolojik Araştırmalar Enstitüsü'nden Fumiaki Fujibe'ye göre gündüz saatlerinde Tokyo'dan yükselen sıcak ve nemli hava, soğuyarak kümulo-nimbüs bulutları oluşturuyor ve bunlar da tıpkı tropiklerde olduğu gibi akşamüzeri sağanak yağışlar ve şimşek fırtınaları oluşturuyor. Bu durum ısınan kentler üzerinde ortaya çıkan "sıcaklık adası" olgusuna bağlanıyor. Bu adanın olduğu kentlerde yağış oranı artma eğilimi gösteriyor. Temmuz ayında bir sağanak Tokyo'ya yalnızca bir saat içinde 82.5 mm yağmur bırakmış. Fujibe, Tokyo'ya düşen yağış miktarının 1979-1995 arasında %20 oranında arttığını vurguluyor. Çevre Dairesi, ısı oluşumunu azaltmak için bir dizi önlemler planlıyor. Bunların



arasında bina yapımında ışığı daha fazla geri yansıtacak açık renkli beton kullanımı, daha çok ağaç dikilmesi, daha fazla havuz ve gölet yapılması bulunuyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Periyodik Tablo Güvende – Şimdilik!

Yeni elementler yaratmak güç bir iş. Ama son yıllarda başarılı örneklerini gördüğümüz bu iş, ürünlerin kimyasal davranış biçimleri konusunda önerilerde bulunmanın güçlüğüyle kıyaslandığında çocuk oyuncağı kalıyor. Örneğin 107. element olan bohryum. İlk kez 1976 yılında Rusya'nın Dubna kentindeki Birleşik Nükleer Araştırma Merkezi'nde bulunmasından bu yana neredeyse çeyrek yüzyıl geçmiş olmasına karşın, elementin kimyasal özellikleri ancak geçtiğimiz Ağustos ayının ortalarında açıklanabildi. İsviçreli araştırmacıların başını çektiği uluslararası bir ekipçe yürütülen ve sonuçları Amerikan Kimya Derneği'nin Washington'da yapılan 220. ulusal toplantısında açıklanan araştırma, "bohryum'un aynen kuramda öngörüldüğü biçimde davrandığını" ortaya koydu. Bu ilk bakışta yeri yerinden oynayacak bir buluş gibi görünmüyor. Oysa kimyacılar için sonuç son derece önemli. Bilinmeyen elementlerin kimyasal özelliklerini tahmin edebilmek için kimyacılar periyodik tabloya başvuruyorlar. Bu, elementleri tepkimeye giren dış kabuklarındaki elektronların diziliş biçimine göre ailelere ayıran bir tablo. Periyodik tablo, bilinen 115 kadar elementin (Geçtiğimiz yıl bulunan iki yeni elementin özellikleri henüz tam olarak bilinmiyor) deneysel özellikleriyle şaşılacak başarıda bir uyum göstermiş bulunuyor. Ancak fizikçiler, önünde sonunda periyodik tablonun Einstein'ın görelilik kuramının kurbanı olacağı görüşündeler. Nedeni, elementlerin kütle-

si arttıkça elektronların çekirdek çevresinde daha hızlı dolanmaları. Ama önünde sonunda relativistik etkiler nedeniyle ($E=mc^2$ formülü uyarınca ışık hızına yaklaştıkça kütle artması) elektronların artan kütlesi, çekirdeği çevreleyen elektron bulutunun biçimini çarpıtacak. Bu çarpıklığın, çok ağır elementlere vereceği kimyasal özelliklerinse, daha hafif kardeşlerine bakılarak çıkartılmasının bir noktadan sonra olanaksız kılacağı düşünülüyor. 105. ve 106. Elementler bu



tür çarpıklıkların ön işaretlerini verdiğinden araştırmacılar, element 107'nin "deveyi çokerten son saman parçası" olup olmayacağını merak ediyorlardı.

Bu ağır sıklet elementlerin kimyasal özelliklerini deneylerle belirlemekse olağanüstü güç. Nedeni, neredeyse ortaya çıkar çıkmaz merkezlerindeki kararsız çekirdeğin parçalanarak daha küçük ve kararlı çekirdeklerle bölünmesi. Örneğin 1981'de yaratılan bir bohryum çekirdeği, bozunmadan ancak 9 milisaniye dayanabildi.

Bu süreyse, herhangi bir deney için çok yetersiz. Ne var ki, elementler yalnız tek bir biçimde değil, her biri farklı sayıda nötron içeren ve izotop denen kardeşlerle birlikte ortaya çıkıyorlar. Bazı izotoplar da, kardeşlerinden daha uzun ömürlü olabiliyor.

Bu noktadan hareketle İsviçreli nükleer kimya araştırmacıları Andreas Türler ve Heinz Gaeggeler, Alman ve Amerikalı bilim adamlarıyla birlikte İsviçre'nin Villigen kentindeki Paul Scherrer Enstitüsü'nde bohryum izotopları yaratmak için bir deney yürütmüşler. Neon atomlarından oluşan bir demeti bir berkelyum hedefe çarptırarak iki yeni bohryum izotopu elde etmişler. Bunlardan ^{267}Bh , 17 saniyelik bir yarı ömre sahip ve dolayısıyla da kimyasal tepkime özelliğinin belirlenebilmesi için ideal bir deney aracı. Araştırmacılar, izotopun elektronlarının yapısını inceleyerek ^{267}Bh 'nin de periyodik tablonun 7. Grubundaki akrabaları, örneğin teknetyum ve renyum gibi davranması gerektiği sonucunu çıkarmışlar. Bu varsayımı sınamak için araştırmacılar, izotopu oluşur oluşmaz 1000°C sıcaklıkta, oksijen ve hidroklorik asitle dolu bir akı odasına göndermişler. Bu gazlar, teknetyum ve renyumla hemen tepkimeye giriyorlar. Tepkime sonunda odada arta kalanlar, $70-180^\circ\text{C}$ derecede görece soğuk bir kromotografi sütunundan geçirilmiş. bohryumun normal olarak bu soğuk yolculuğu yapamaz. Nedeni, bu düşük ısıda içine bulunduğu gazdan ayrılarak aygıtın duvarlarına yapışması. Ama eğer oksijen ve HCl ile birleşip $\text{BHO}(3)\text{Cl}$ baryum oksiklorid haline gelmiş gaz içinde yüzmeye devam etmesi beklenir. Araştırmacıların gözlediği de tamı tamına bu. Bir ay boyunca kesintisiz sürdürülen deney sonucu ancak 6 tane uzun ömürlü ^{267}Bh atomu üretilebilmiş. Ama bunların hepsinin de kimyasal ayrıştırıcının içinden geçip gittiği, bozunma izlerini tarayan bir detektörce belirlenmiş. Bu durumda bohryum'un kimyasal özelliği de belirlenmiş bulunuyor: Kendisi, Grup 7 ailesinin uyumlu bir üyesi! Sonuç, periyodik tablonun, en azından şimdilik geçerliliğini koruduğunu gösteriyor.

Science, 25 Ağustos 2000

Grup**	Lantanid dizgesi*										Aktinid dizgesi*									
Periyot	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A	14A	15A	16A	17A	18A	19A	20A
1	H	He																		
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne												
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar												
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt											

Nerede ne var?

Gülgün Akbaba

Acil Tıp Sempozyumu

3. Acil Tıp Sempozyumu, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi İlk ve Acil Yardım Anabilim Dalı ve Acil Tıp Derneği'nin işbirliğiyle, 6-8 Ekim'de, Antalya Talya Otel'i'nde düzenlenecek.

Sempozyumda işlenecek konulardan bazıları şöyle: Hastane Afet Planı; Acil Tıp Sistemi ve Zaman Yönetimi; Aile İçi Şiddet Ve Acil Servis; Akut Crush Sendromu; Antibiyotik Kullanım İlkeleri; Baş Ağrılı Hastaya Yaklaşım; Hekimin Adli Sorumluluğu; İntihar Düşüncesi Olan Hastaya Yaklaşım.



Acil Tıp Sistemi: Hastane Öncesi Organizasyon; Acil Tıp Sistemi: Nasıl Bir Acil Servis?; CPR ve Multipl Travma'da Acil Hemşirelik Uygulamaları konularıysa sempozyum boyunca düzenlenecek olan panellerin başlıkları. Sempozyumda hekimlerin el be-

cerilerinin artması için birebir pratik uygulamalı altı workshop uygulaması da yapılacak Workshoplara şöyle belirlenmiş: Sütür teknikleri; Defibrilasyon; Nasogastrik sonda, foley sonda ipuçları; Havayolu Yönetimi; Ambulans malzemeleri; Atel-alçı teknikleri.

İlgilenenler için: Acil Tıp Derneği - Şair Eşref Blv. 65/10 35220 Alsancak - İzmir
Fax: 0.232.421 38 11
http://www.akdeniz.edu.tr/



Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu

V. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, Türk Ulusal Kaya Mekaniği Derneği (TUKMD) ve Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi tarafından, 30-31 Ekim tarihleri arasında, Isparta'da düzenlenecek.

Sempozyumun amacı, Türkiye'de kaya mekaniği araştırmalarını özendirmek, kaya mekaniği bilimine ve teknolojisine katkılarda bulunarak, kaya mekaniği eğitimi ve uygulamalarını geliştirmek, ülkemizde yapılan kaya mekaniği çalışmalarını duyurmak ve bilimsel bir ortamda tartışmak. Ayrıca, genelde "Jeoteknik" kavramı içinde yer alan kaya mekaniği, zemin mekaniği ve mühendislik jeolojisi disiplinleri arasında etkin bir bilgi iletişiminin ve işbirliğinin sağlanması, bu konularla ilgili çözüm ve öneriler sunulması da sempozyumun hedefleri arasına alınmıştır.

İlgilenenler için: Yrd. Doç.Dr. Rasit Altındağ
V. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu Sekreterliği
Süleyman Demirel Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü
32260 Isparta

Zemin Mekaniği

Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Türk Milli Komitesi tarafından düzenlenen Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Sekizinci Ulusal Kongresi, ülkemizde bu alanda çalışan araştırmacıları ve uygulayıcıları bir araya getirerek bilgi ve deneyim birikimi ile görüş iletişimini sağlamak, yurtiçinde karşılaşılan sorunlar ve bunların çözüm yöntemlerini tartışarak bilime katkıda bulunmak amacıyla, 26-27 Ekim'de, İstanbul Teknik Üniversitesi Süleyman Demirel Kültür Merkezi'nde yapılacaktır.

Kongrede işlenecek konulara şu başlıklarda toplanmış: Geoteknik Deprem Mühendisliği; Zemin İyileştirme Yöntemleri; Altyapı-Kent Geotekniği-Yönetmelikler ve Yasal Konular; Zemin Davranışı ve Zemin Araştırmaları.

İlgilenenler için: Doç.Dr. Recep İyisan
ZMTM 8. Ulusal Kongresi Sekreteri,
İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi, Geoteknik Anabilim Dalı,
80626 Maslak-İSTANBUL
Tel: (212) 285 65 80, Faks: (212) 285 36 72 -285 65 32
E-posta : iyisan@itu.edu.tr, http://www.ins.itu.edu.tr/ZM8



Afyon Kocatepe Üniversitesi Konferansları

Afyon Kocatepe Üniversitesi'nin Kasım ve Aralık aylarında düzenleyeceği konferanslar: "Çevre Hijyeninin İnsan Sağlığı Açısından Önemi" konferansı, 22 Kasım'da, Afyon Sağlık Yüksek Okulu'nda, Öğretim Görevlisi Fatma Bayram tarafından verilecek.

"AIDS'li Hasta Bakımında Sağlık Personelinin Korunma Yöntemleri" konulu konferansa, 1Aralık'ta yine Afyon Sağlık Yüksek Okulu'nda verilecek. Konferans, Öğretim Görevlisi Nazike Özgürlük tarafından sunulacak.

"Sigara ve Madde Bağımlılığı" konferansıysa, 6 Aralık'ta, Afyon Sağlık Yüksek Okulu'nda, Doç.Dr. Nevzat Bilgin tarafından sunulacak.



II. İş Sağlığı ve İşyeri Hemşireliği Sempozyumu

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu'nun yönetiminde ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalının katkısıyla, 28-30 Haziran 2001'de düzenlenecek olan, İş Sağlığı ve İşyeri sempozyumuna katılmak isteyenler, 29 Ekim 2000 tarihine kadar başvurularını yapmaları gerekiyor.

Sempozyumun ana teması işyeri hemşireliği olarak belirlenmiştir. Sempozyumda, İş Sağlığı Hizmetlerinde Örgütlenme, Küçük Ölçekli İşyerlerinde İş Sağlığı Sorunları konularının yanı sıra, iş sağlığı hizmetlerinde üniversitenin rolü, işyeri hemşirelerinin eğitimi ve görevlendirmeleri konusunda düzenlemeleri irdeleyen paneller de düzenlenecek. Ayrıca, iş sağlığını geliştirme ve korumada, iş sağlığı ekibinin etkinliği ve çalışan çocukların psiko-sosyal sorunları içerikli konferanslar verilecek.

İlgilenenler için: Uzm. Serap Kısakürek
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu
67100 Site-Zonguldak
Tel : (372)257 67 51
Faks: (372)257 67 50
E posta : serapk@karaelmas.edu.tr

Bitkisel Droglar Konferansı

Chicago Illinois Üniversitesi'nde Farmakognozi ve Organik Kimya öğretim üyesi Prof. Dr. G.A. Cordell, 3 Kasım'da, Davutpaşa Yerleşim Merkezi, Konferans Salonu'nda, saat 11'de, "Perspectives on the future role of plants in drug discovery" başlıklı bir konferans verecek. Konferansa katılmak isteyenler için saat 10:00'da Y.T.Ü. Yıldız Yerleşiminde Oditoryumun önünden otobüs kalkacak.

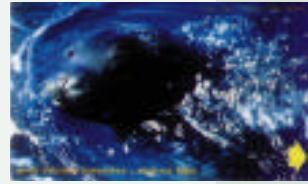
Sizin de Bir Yatağınız Olsun Kampanyası

Karaelmas Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi, tamamlandığında 400 yatak kapasiteyle hizmet verecek olan bir araştırma ve uygulama hastanesi. Temeli 14 Nisan 1996'da atılmış ve yaklaşık 5000 m² kapalı alana sahip C ve D blokların yapımı da tamamlanmış. Bu bloklarda, açık kalp ameliyatı, laparoskopik ameliyatlara, manyetik rezonans(MRI), bilgisayarlı tomografi (CT), kemik dansitometresi ve anjiyografi gibi tetkik ve ameliyatlara yapılacak belirtiliyor. Bu üniversite hastahanesinin yardımlaşma ve dayanışma derneğinin başlattığı bir de kampanya var: Bağış karşılığında hastahanedeki yataklardan birine bağışı yapanın adının verilmesi biçiminde düzenlenmiş bu kampanya. Sizin de bir yatağınız olsun yardımlaşmasına herkes davetli.

İlgilenenler için: Karaelmas Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
Tel: (372) 257 73 94

Akdeniz Fokları Katkılarını Bekliyor

Akdeniz fokları artık telefon kartlarının üzerinde. Telefon kartı alırken "Akdeniz Foklu" olanları istemeyi unutmayın.



Türkiye Tarımsal Araştırmalar Projesi Sempozyumu

TÜBİTAK Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu'na düzenlenen, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Projesi Sempozyumu 20-21 Eylül'de, Şanlı Urfa'da yapıldı. Sempozyum, Türk tarımının verimliliğini ve rekabet gücünü artıracak, modern teknolojilerin kullanımını sağlayacak, tarıma dayalı sanayinin gelişimine katkıda bulunacak, ormancılık ve daha birçok konuda bilimsel destek ve katkı sağlayacak Tarımsal Araştırmalar Projesi'nde var olan araştırmaların tartışıldığı bir ortam oldu. Sempozyumda İsrail Tarımsal Araştırma Organizasyonu'ndan katılan bilim adamlarının da bulunduğu bir panel de yapıldı. Bu panel, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Türk, İsrail ortak araştırma projelerine başlanması konusunda olumlu yaklaşımların olduğunu da ortaya koydu.

GAP ve Çevre Konferansı

Harran Üniversitesi Mühendislik ve Ziraat Fakülteleri'nin ortaklaşa düzenledikleri GAP ve Çevre Konferansı 16-18 Ekim'de, Şanlı Urfa'da yapılacaktır.

İlgilenenler için: Yrd.Doç. Dr. Güzel Yılmaz
Harran Üniversitesi Müh. Fak. 63300 Şanlı Urfa
Tel:(414) 316 44 51-312 84 56, E-posta:cevre@harran.edu.tr

Higgs Bozonu Göz Kırıyor

Neredeyse 20 yıldır fizikçiler için "en büyük av" olma özelliğini sürdürmekle birlikte bir türlü ele geçmeyen Higgs parçacığı yakayı ele vermek üzere. Ancak, büyük laboratuvarlarda sorguya alınmadan önce avcılarını birbirine düşürecekleri kesin.

Higgs parçacığı ya da bozonunun başına böyle büyük bir ödül konmasının nedeni, parçacıklara kütle kazandırması. Fizikçiler, evrenin her noktasını dolduran Higgs alanıyla etkileşen ve temel doğa kuvvetlerinden zayıf etkileşimi duyan tüm parçacıkların kütle kazandığı düşüncesini taşıyorlar. (Bkz: Maddenin Aslı, *Bilim ve Teknik*, sayı 386, s 50-57). 1966 yılında Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs'in düşünce ürünü olan parçacık, yıllardır kuramcılar peşinden koşuyor. Nedeni, parçacık fiziğinin kutsal kitabı sayılan Standart Model'in yanıt veremediği pek çok soruyu açıklama potansiyeli. Ayrıca Higgs parçacığının, temel doğa kuvvetlerinin özdeşleştirilmesinde de anahtar rol oynaması bekleniyor. Ancak parçacık, daha önce öngörülen enerji düzeylerinin altında ortaya çıkacak görüldüğünden, Standart Model'in başına yeni dertler de açabilir.

Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de fizikçiler, geçtiğimiz ay, bir süredir gücünün sınırında çalıştırmaya başladıkları büyük bir parçacık hızlandırıcısında, Higgs bozonunun varlığını gösterebilecek "işaretler" saptadıklarını açıkladılar. Bu bile, yerini çok daha güçlü bir hızlandırıcıya bırakmak üzere sökülmeğe hazırlanan LEP'in ömrünü en az bir ay (2 Kasım'a kadar) uzatmaya yetti. Büyük Elektron-Pozitron Çarpıştırıcısı LEP'te parçacıkların çarpışma ürünlerini izleyen dört dev detektör, Higgs imzası olabilecek bozunma örüntüleri saptamış bulunuyor. Çarpışmalarda pek çok başka ürün arasında, ancak birlikte oluşabilen Higgs ve (zayıf etkileşime aracılık eden üç bozondan biri olan) Z^0 bozonu, ortaya çıkar çıkmaz başka parçacıklara dönüşüyorlar, bunlar da gene çok kısa süre içinde başkalarına... CERN fizikçilerini heyecan-

landıran, ayrı yönlerde kuarklardan oluşan dört parçacık fışkırması (meslek dilinde "jet"). Bunun rastlantısal bir olgu olması olasılığı, yapılan hesap ve gözlemlerle önce yüzde bire, daha sonra da binde bire düşürülmüş. Ancak "işaretlerin", "kanıt" değeri kazanabilmesi için rastlantı olasılığının en az milyonda bire kadar düşürülmesi gerekiyor. İşte CERN fizikçileri bir ay içinde LEP'i gücünün ötesinde zorlayarak bunu gerçekleştirmeye çalışacaklar. Higgs parçacığını aramak üzere tasarlanmış bir makinenin, 11 yıl sonra tam devreden çıkmak üzereyken avının kokusunu alması, ilk bakışta kadehin oynadığı acı bir oyun gibi görünüyor. Aslındaysa bu "son an" sendromu pek rastlantısal değil. Fizikte daha önceki büyük keşifler de genellikle son anda yapılıyor. Nedeni, büyük ve pahalı makineleri kullananların, bunları



tasarım sınırlarına kadar zorlayıp ömrünü kısaltmaktan çekinmeleri. Ancak makineler devre dışı bırakılacağı zaman (kaybedecek bir şey olmadığı için) araştırmacılar bunları güçlerinin sınırında, hatta ötesinde çalıştırmaya başlıyorlar. LEP'te de olup biten bu.

Higgs "işaretleri"nin 114 ya da 115 milyar elektronvolt (GeV) düzeyinde ortaya çıktığı sanılıyor. Higgs'le beraber ortaya çıkan Z^0 bozonlarının daha önceden belirlenen kütlesi de 91 (Gev) yakınlarında. İkisinin toplam enerjisi 205-206 (gev) ediyor. Bu enerji düzeyine çıkabilmek, LEP fizikçilerinin, "artık makine kapanıyor; ne olacaksa olsun" mantığıyla elektron ve bunların ters yüklü karşılığı olan pozitronları, 103'er GeV'e kadar hızlan-

dırmalarıyla mümkün olmuş. Elektron ve pozitron demetleri, ters elektrik yükü taşıdıklarından, güçlü süperiletken mıknatıslar yardımıyla paralel iki tünelde ters yönlerde neredeyse ışık hızına kadar hızlandırılıyorlar ve daha sonra detektörlerin içinden geçen silindirik biçimli bir odada çarpıştırılıyorlar. Hem elektronlara, hem de pozitronlara 103 GeV enerji verilebildiği için toplam çarpışma enerjisi, 206 GeV oluyor. Yani tam Higgs ve kardeş bozonunun toplam enerjilerinin sınırında!.. Demek ki daha önceki deneylerdeki "normal" enerji düzeyleri, bu 206 GeV toplamını veremediği için, aslında 114 GeV kütledeki (Einstein'ın ünlü formülü uyarınca enerji = kütle) Higgs daha önce, örneğin 150 ya da 200 GeV enerji düzeylerinde ortaya çıkmamış. Çünkü bozon kardeşlerini geride bırakamıyor. LEP fizikçileri,

şimdi harıl harıl daha fazla çarpışma verisi toplamaya çalışıyorlar. Amaç, CERN yetkililerini yumuşatarak LEP'in idamını biraz daha erteletmek. Telaşın nedeni, biraz da bu büyük keşfin onurunu, CERN'in ezeli rakibi olan ABD'deki Fermilab araştırma merkezine bırakmamak. Fermilab, yenilenerek merkezde toplam çarpışma enerjisini 1 trilyon elektronvolt (TeV) düzeyine yükseltecek kapasite kazandırılmış bir hızlandırıcıyı devreye sokmaya hazırlanıyor. Ama sorun, elektron ve pozitronlar yeri-

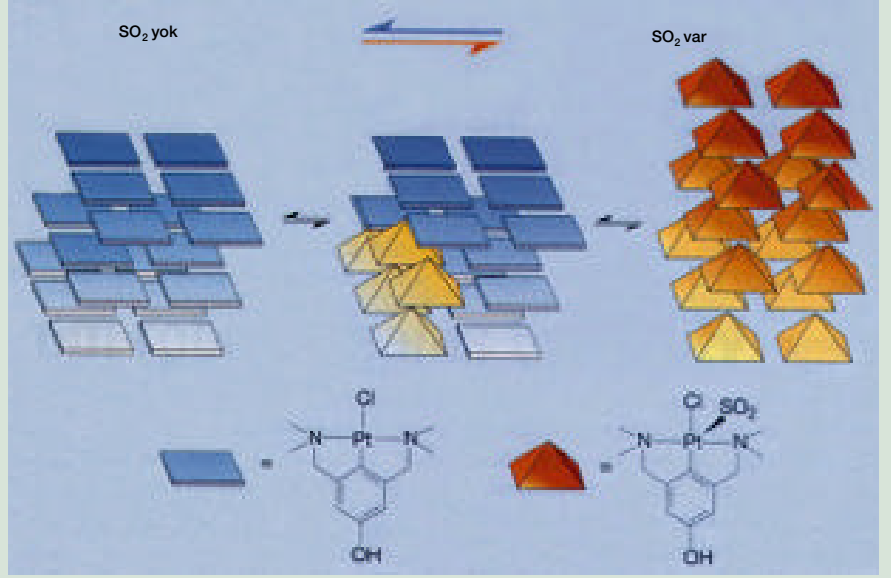
ne, kuarklardan oluşan ve dolayısıyla çarpışma ürünleri son derece karmaşık ve izlenmesi güç olan protonlar kullanılması. Fermilab, eğer eline geçecek bu fırsatı değerlendiremezse, top yine CERN'e geçecek ve Higgs avını, 2005 yılında devreye girerek proton ve antiprotonları çarpıştıracak Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) devralacak. LHC, LEP'ten 10 kat daha güçlü ve Higgs'in ardından, Standart Model'in öngördüğü süpersimetri parçalarını da arayacak. Bu nedenle CERN yönetimi, parsayı Fermilab'a kaptırma pahasına da olsa, LEP'in ömrünü daha fazla uzatıp LHC'nin montaj sürecini geciktirmek istemiyor.

Science, 22 Eylül 2000
Nature, 21 Eylül 2000

Soluk Alan Kristaller

Nanometre, zihinlerde canlandırması güç küçüklüğüne karşın, günümüz teknolojisinin temel ölçü birimi durumuna gelme yolunda. Metrenin milyarda biri kadar ya da yakın küçüklüklerde parçaların üretim ve kullanımına dayalı nanoteknoloji, daha şimdiden günlük yaşamımızın bir parçası haline geldi sayılır. Yeni kuşak bilgisayarların yongaları, moleküllerden oluşan işlevli makineler, küçük robot ya da yapılar ne kadar "nanolaşırsa" becerileri o ölçüde artar düşüncesi yaygın. Nanoölçekli yapı ya da parçaların üretimi için iki yol var. "Mühendislikle küçültmek" denen birinci yöntem, istenen parçaları makroskopik araçlarla yapmak. Bilgisayar yongalarında kullanılan devrelerin lazerle çizilmesi ya da kazınması buna bir örnek. Söz konusu parça ne kadar küçük olursa, üretiminde kullanılan makroskopik teknoloji de o kadar hassas olmak zorunda. Bu da tüm başarılarına karşın bu yöntemle birtakım darboğazlar getiriyor.

İkinci yöntem, daha çok canlıların kullandığı "sentezle büyütmek" yöntemi; yani çok daha küçük parçaları birleştirerek nano ölçekte moleküller oluşturmak. Bu yöntemin nanoteknolojiye kazandırılmasının karşısındaki güçlükse, çoğu suda çözünen ya da ancak homojen bir toz halinde bulunabilen bu molekülleri birleştirebilmek. Araştırmacılar da yıllardır iki teknik arasındaki bu boşluğu gidermeye çalışıyorlardı. Hollanda'nın Utrecht Üniversitesi'nden Martin Albrecht başkanlığındaki bir ekip, nanoteknoloji için yeni bir "sentezle büyütmek" yaklaşımı getirdi. Ekibin yaptığı, aslında doğada sıkça görülen bir olayı, kükürt dioksit gazının SO₂ platin iyonları içeren organik bir molekülle (organoplatin bileşiklerle) birleşip sonra da ayrılması sürecini tekrarlamak. Ancak Albrecht ve arkadaşları, bu süreci düzgün yapıda katı bir kristal üzerinde gerçekleştirmiş bulunuyorlar. Gerçi katı maddelerle gazların geçici birleşmesi fazlaca yeni sayılmaz. Zeolitler ve killeri gibi delikli maddeler, pek çok küçük molekülü birbirine bağlamak için petrokimya sanayiinde yaygın olarak kullanılıyor. Hollandalı araştırmacıların yönteminin yeniliği ve önemiye, katı madde-



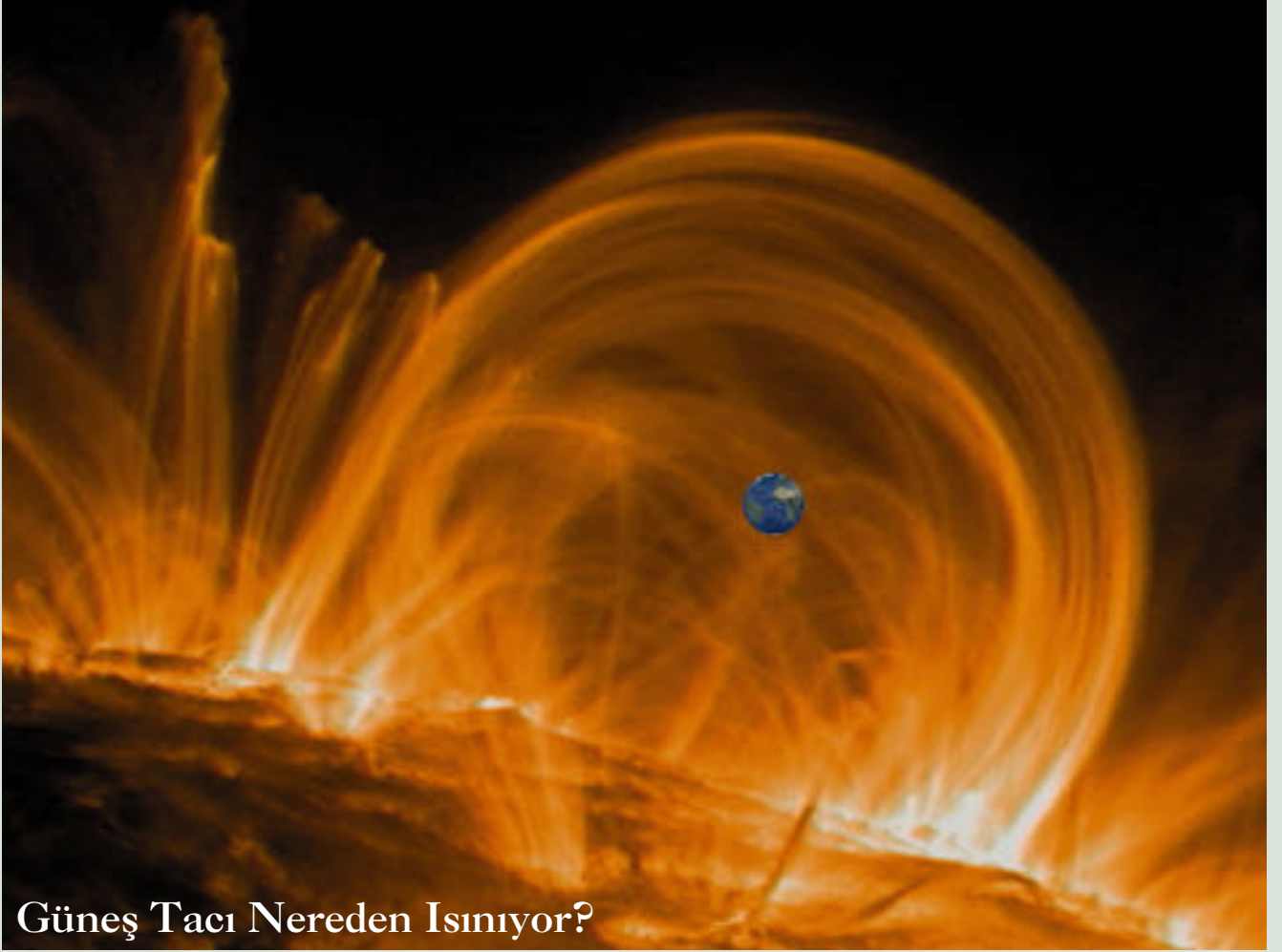
lerle gazların geçici birlikteliği için ille delikli malzemenin gerekmediğini göstermeleri. Şimdiye kadar bir organoplatin bileşiğine SO₂ eklenmesinin bileşiğin moleküler yapı ve biçiminde yapacağı büyük değişimin, kristal yapılı bir katı maddenin anında kırılıp parçalanmasıyla sonuçlanacağı varsayılmaktaydı. Varsayım, farklı büyüklüklerdeki parçaların büyük ölçekli stres ve gerilimler oluşturması temelinde oturuyordu. Hatta bu türden stres ve gerilimler, düzgün kristal yapılardan küçük moleküller "misafirlerin" ayıklanması sürecinde de ortaya çıkıyor, ve kristal dokudaki diğer moleküllerin yaratılan boşluğu doldurmak için hücum etmesiyle kristalin ufalanmasıyla sonuçlanıyordu. "Doğa boşluğu sevmez" deyiminin bu ve benzeri gözlemlere dayandığı anlaşılıyor. Doğanın Albrecht ve arkadaşlarını sevdiğindeyse kuşku yok! Hollandalı araştırmacılar, renksiz organoplatin kristallerini birkaç dakika SO₂'ye batırdıklarında hoş bir turuncu renk oluşuyor. Deneyin önemi rengin güzelliğinden gelmiyor tabii. Renk, platin moleküllerin kare düzlemleri, SO₂'nin etkisiyle kare prizmalar haline geldikçe dıştan içe doğru yayılıyor. İçteki kristaller, komşuları üç boyut kazanıp kristali şişirdikçe, sabırla sıranın kendilerine gelmesini bekliyorlar. Sonuçta kristal yapının hacmi dörtte bir oranında artıyor, ama kristalin üç boyutlu mükemmel yapısı aynen korunuyor. İşin daha da ilginç ve önemli

yanı, şişmiş kristal havayla temas ettirildiğinde SO₂ dışarı üfleniyor ve kristal eski renksiz ve kükürtsüz durumuna geri dönüyor. Sürecin birçok kez yinelenmesine karşın kristal özellik bozulmuyor. Hollandalı ekip, bu özelliğinden dolayı SO₂'ye duyarlı bu malzemenin, kristal yapılı bir optik anahtar olarak kullanılabileceğini söylüyor. Anahtar SO₂ bulunmayan "kapalı" ve SO₂ içeren "açık" durumlar arasındaki renk farkı ya da hacim değişiklikleriyle işletilebilir. Anahtar, ortamda kükürt dioksitin var olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir. Ayrıca kristallerin hava yerine ışıkla biçim ya da renk değiştirir hale getirilmesi koşuluyla düzenek opto-elektronik sanayiinde daha geniş bir uygulama alanı bulabilir.

Deneyin başarısı, akla şunu da getiriyor: Eriyik durumdayken gazları bağlayabilen başka bileşikler, katı halde de aynı beceriyi gösterebilirler mi? Örneğin, kanımızda oksijen taşıyan hemoglobin molekülü, çok farklı yapısına karşın oksijeni Albrecht ve arkadaşlarının betimlediği yöntemle benzer bir yöntemle alıp veriyor. Hemoglobin kristali katı haldeyken yüksek hidratlı bir yapıya sahip ve bu nedenle gazlar içine kolaylıkla geçebilir.

Hollandalı ekibin başarısı, bağlama ve sinyal iletme amacıyla kullanılacak katı hal anahtarlar için daha kapsamlı araştırmalar için kapıyı aralamış görünüyor.

Nature, 31 Ağustos 2000



Güneş Tacı Nereden Isınıyor?

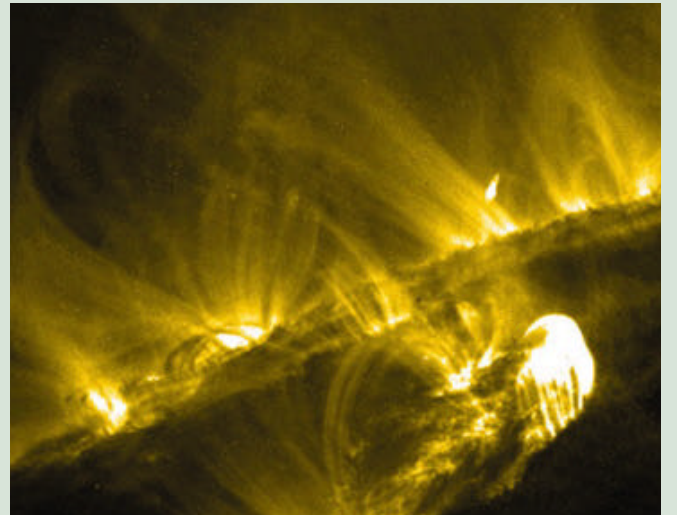
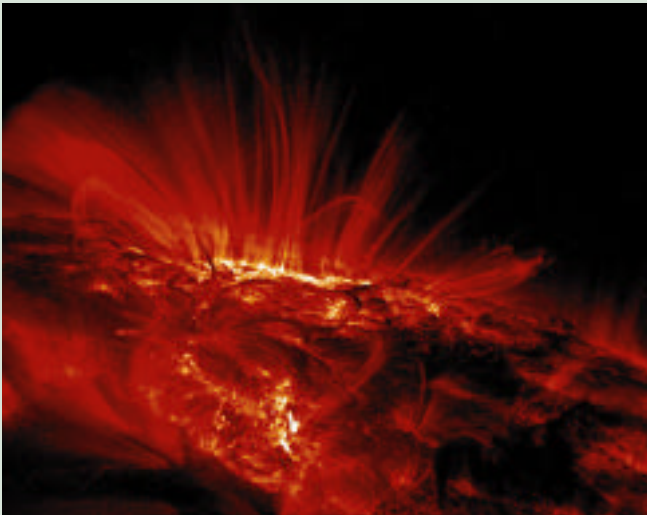
Amerikalı bilimadamları, Güneş atmosferinin özel bir bölgesini izlemek üzere tasarlanmış bir uydunun yardımıyla yıldızımızın taç (corona) denen üst atmosferinin neden yüzeyinden çok daha sıcak olduğu bilmeceğini çözme yönünde önemli bir adım attılar. Araştırmacılara yol gösteren, "taç halkaları" denen ve iyonlaşmış (elektronlarının bazılarını yitirmiş, dolayısıyla (+) elektrik yükü kazanmış) gazdan oluşan dev fiskiyelerin olağanüstü ayrıntıdaki görüntüleri. Görüntüleri sağlayansa, NASA'nın geliştirmiş olduğu (Güneş) Geçiş Bölgesi ve Taç Kaşifi (TRACE) adlı uzay

aracı. Bilim adamları, haleye benzeyen ve tam Güneş tutulmaları sırasında çıplak gözle izlenebilen bu taç katmanına öteden beri yakın bir ilgi göstermekteydiler. Nedeni, son derece hareketli bu bölgede meydana gelen parlama ve plazma fışkırmalarının, Dünya'nın elektromanyetik kalkanını delerek gezegenimizde manyetik fırtınalara yol açması. Bu fırtınalar, enerji hatlarında, kentlere enerji sağlayan santrallerde, duyarlı elektronik aygıtlarda ve bilgisayarlarda hasara neden olabiliyor, hatta uçakların uçuş güvenliğini tehlikeye atıyor, alçak yörünge-deki uyduların konumlarını bozabili-

yor (Bkz "Güneş'in Gazabına Hazır mıyız?" TÜBİTAK *Bilim ve Teknik dergisi*, Şubat 2000). Gökbilimciler, ayrıca taç bölgesinin hareketli dinamiğini inceleyerek öteki yıldızlar konusunda daha net bilgiler sağlamayı da umuyorlar.

Araştırmacıların en çok merak ettikleri, Güneş yüzeyinin yaklaşık 5500°C sıcaklıkta olmasına karşın, atmosferinin nasıl olup da 1 milyon derecenin üzerine kadar ısınabildiği.

Lockheed-Martin Güneş ve Astrofizik Laboratuvarı'ndan Dr. Markus Aschwanden "70 yıllık bu bilmeceyi çözebilmek için önce nereye bakma-



Futbolculara Yeni Diz

Dizlerine yedikleri tekmeler sonucu profesyonel yaşamları tehlikeye giren futbol yıldızları, İsraili araştırmacıların kıkırdak dokusunu korumak için geliştirdikleri bir teknikle yepyeni dizlere kavuşabilecekler. Futbol ve sürat koşusu gibi sporlarda dizlere, tekme, çarpma, bükülme gibi dış etkenler olmasa bile aşırı yük biniyor ve bu da dizkapağına yastık görevi yapan kıkırdığın zarar görmesine yol açıyor. Gerçi yırtılmış ya da biçimini kaybetmiş kıkırdak ameliyatla alınabiliyor, ama hastaya bir daha düzenli olarak spor yapmaması tembihleniyor. Bazı hallerdeyse kıkırdak tümüyle bir plastik implantla değiştiriliyor. Ama Zerin'deki Assaf-Harofeh Tıp Merkezi'nden Dror Robinson'a göre "eğer 70 yaşındaysanız bunun önemi yok; ama implant takı-

lacak olanlar genç oyunculara, bir süre sonra yıpranan bu yapay maddelerin değiştirilmesi için yeni ameliyat gerekiyor."

Gerçi bir yöntem hasarlı dizi, bir vericiden alınan kıkırdak ve bağlı olduğu kemikle değiştirmek. Ama burada da sorun, kısa ömürlü olan kıkırdak, hastalık ve bağışıklık tepkileri için teste tabi tutarken canlı olarak koruyabilmek. Robinson ve Tel Aviv Üniversitesi'nden bazı meslektaşları, bunun için bir çözüm geliştirmişler. Vericiden alınan kıkırdak ve kemigi, besleyici bir sıvıyla



dolu bir kaba yerleştirerek üzerinde düzenli aralıklarla değişip, normal bacakdaki dokuların alışık olduğu kuvvetleri taklit eden bir basınç uygulamışlar. Hem kemik, hem de kıkırdak, basınçlı ve gıdalı ortamlarında gelişmelerini sürdürmüşler. Robinson, "bu yöntemle parçalar depolanıp ameliyat için gerekli olana kadar korunabilir" diyor.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Herpes'e Karşı Aşı ve 'İlaç'

Herpes bedende kaşıntılı yaralar oluşturan virütik bir hastalık. Aslında pek çok insan, bu hastalıkla birlikte yaşamayı öğrenmiş durumda. Ancak Kanada'nın Toronto kentinde düzenlenen Mikropolarla Mücadele Araçları ve Kemoterapi Disiplinlerarası Konferans'ta sunulan bildirilerde, bu hastalıkla mücadele konusunda umut verici yöntemler açıklandı. Genellikle cinsel temasla bulaşan herpesin iki türü var. Herpes Simplex 1 (HSV-1) denen türü, bedende egzama benzeri yaralar açarken, Herpes Simplex 2 (HSV-2), genital organlarda çıbanımsı kesecikler ve ateş yapıyor ve bulaştığı insanda birçok kez gerileyip sonra tekrar ortaya çıkabiliyor. HSV-2 anneden yeni doğan çocuğa geçtiğindeyse

körlüğe, hatta ölüme neden olabiliyor.

Hastalık, genellikle yavaş seyrettiğinden ve semptomları sonradan ortaya çıktığından çiftler farkında olmadan hastalığı birbirlerine bulaştırabiliyorlar. ABD'de nüfusun beşte birinin Herpes virüsü taşıdığı sanılıyor. Konferansa sunulan bildirilerden birinde SmithKline Beecham ilaç firmasının oluşturduğu uluslararası bir araştırma ekibinin, HSV-2'ye karşı bir aşı geliştirdiği ve insan denekler üzerinde başarıyla denendiği açıklandı. Aşı, virüsün hastalık yapan dış kabuğundan alınan bir proteinle yapılmış. Ancak bir iki kusuru var: Erkeklerde işe yaramadığı gibi, HSV-1 virüsü taşıyan kadınlarda da herhangi önleyici bir etki yapmıyor.

Ancak aşının çare olamadığı HSV-1 hastalarının imdadına kırmızı şarap yetişiyor! Bu haberin iyi tarafı. Kötüsüye, şarabın içilmeyip yaraya sürülecek olması...Araştırmacıları şaraba yönelten etken, kalp hastalıklarına karşı belli ölçüde koruma sağladığı düşünülen, trihidroksitilben sınıfından res-



veratrol adlı bir bileşik. ABD Roostown'daki Kuzeydoğu Ohio Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden John Docherty ve arkadaşları, DNA sentezini önlediğini duyduklarında resveratrol ile ilgilenmeye başlamışlar. Ekip, resveratrol'un stil-5 denen hafifçe değişik bir türünü üretmiş. Bileşik, virüslerin kopyalanmasını %99.9 oranında engellemiş. Docherty, bir jel haline getirilmiş ilacın, HSV-1'in semptomları belirmeye başlayınca yara üzerine sürülebileceğini, ayrıca HSV-2 bulaşmasını önlemek içinde prezervatiflerin üzerine sürülebileceğini söylüyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000



Futbolculara Yeni Diz

Dizlerine yedikleri tekmeler sonucu profesyonel yaşamları tehlikeye giren futbol yıldızları, İsraili araştırmacıların kıkırdak dokusunu korumak için geliştirdikleri bir teknikle yepyeni dizlere kavuşabilecekler. Futbol ve sürat koşusu gibi sporlarda dizlere, tekme, çarpma, bükülme gibi dış etkenler olmasa bile aşırı yük biniyor ve bu da dizkapağına yastık görevi yapan kıkırdığın zarar görmesine yol açıyor. Gerçi yırtılmış ya da biçimini kaybetmiş kıkırdak ameliyatla alınabiliyor, ama hastaya bir daha düzenli olarak spor yapmaması tembihleniyor. Bazı hallerdeyse kıkırdak tümüyle bir plastik implantla değiştiriliyor. Ama Zerin'deki Assaf-Harofeh Tıp Merkezi'nden Dror Robinson'a göre "eğer 70 yaşındaysanız bunun önemi yok; ama implant takı-

lacak olanlar genç oyunculara, bir süre sonra yıpranan bu yapay maddelerin değiştirilmesi için yeni ameliyat gerekiyor."

Gerçi bir yöntem hasarlı dizi, bir vericiden alınan kıkırdak ve bağlı olduğu kemikle değiştirmek. Ama burada da sorun, kısa ömürlü olan kıkırdak, hastalık ve bağışıklık tepkileri için teste tabi tutarken canlı olarak koruyabilmek. Robinson ve Tel Aviv Üniversitesi'nden bazı meslektaşları, bunun için bir çözüm geliştirmişler. Vericiden alınan kıkırdak ve kemigi, besleyici bir sıvıyla



dolu bir kaba yerleştirerek üzerinde düzenli aralıklarla değişip, normal bacakdaki dokuların alışık olduğu kuvvetleri taklit eden bir basınç uygulamışlar. Hem kemik, hem de kıkırdak, basınçlı ve gıdalı ortamlarında gelişmelerini sürdürmüşler. Robinson, "bu yöntemle parçalar depolanıp ameliyat için gerekli olana kadar korunabilir" diyor.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Herpes'e Karşı Aşı ve 'İlaç'

Herpes bedende kaşıntılı yaralar oluşturan virütik bir hastalık. Aslında pek çok insan, bu hastalıkla birlikte yaşamayı öğrenmiş durumda. Ancak Kanada'nın Toronto kentinde düzenlenen Mikropolarla Mücadele Araçları ve Kemoterapi Disiplinlerarası Konferans'ta sunulan bildirilerde, bu hastalıkla mücadele konusunda umut verici yöntemler açıklandı. Genellikle cinsel temasla bulaşan herpesin iki türü var. Herpes Simplex 1 (HSV-1) denen türü, bedende egzama benzeri yaralar açarken, Herpes Simplex 2 (HSV-2), genital organlarda çıbanımsı kesecikler ve ateş yapıyor ve bulaştığı insanda birçok kez gerileyip sonra tekrar ortaya çıkabiliyor. HSV-2 anneden yeni doğan çocuğa geçtiğindeyse

körlüğe, hatta ölüme neden olabiliyor.

Hastalık, genellikle yavaş seyrettiğinden ve semptomları sonradan ortaya çıktığından çiftler farkında olmadan hastalığı birbirlerine bulaştırabiliyorlar. ABD'de nüfusun beşte birinin Herpes virüsü taşıdığı sanılıyor. Konferansa sunulan bildirilerden birinde SmithKline Beecham ilaç firmasının oluşturduğu uluslararası bir araştırma ekibinin, HSV-2'ye karşı bir aşı geliştirdiği ve insan denekler üzerinde başarıyla denendiği açıklandı. Aşı, virüsün hastalık yapan dış kabuğundan alınan bir proteinle yapılmış. Ancak bir iki kusuru var: Erkeklerde işe yaramadığı gibi, HSV-1 virüsü taşıyan kadınlarda da herhangi önleyici bir etki yapmıyor.

Ancak aşının çare olamadığı HSV-1 hastalarının imdadına kırmızı şarap yetişiyor! Bu haberin iyi tarafı. Kötüsüye, şarabın içilmeyip yaraya sürülecek olması...Araştırmacıları şaraba yönelten etken, kalp hastalıklarına karşı belli ölçüde koruma sağladığı düşünülen, trihidroksitilben sınıfından res-



veratrol adlı bir bileşik. ABD Roostown'daki Kuzeydoğu Ohio Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden John Docherty ve arkadaşları, DNA sentezini önlediğini duyduklarında resveratrol ile ilgilenmeye başlamışlar. Ekip, resveratrol'un stil-5 denen hafifçe değişik bir türünü üretmiş. Bileşik, virüslerin kopyalanmasını %99.9 oranında engellemiş. Docherty, bir jel haline getirilmiş ilacın, HSV-1'in semptomları belirmeye başlayınca yara üzerine sürülebileceğini, ayrıca HSV-2 bulaşmasını önlemek içinde prezervatiflerin üzerine sürülebileceğini söylüyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000



Yüksek Teknolojili Panzehir

Yılan ısırıklarına karşı daha güvenli, daha ucuz ve daha etkin panzehirler, gen teknolojisi sayesinde yakında tıbbın hizmetine girecek. Oxford Üniversitesi'nden David Warrell'e göre yeni teknoloji, yalnızca bir tercih sorunu değil, aynı zamanda acil bir zorunluluk, çünkü panzehir üretimi tüm dünyada, özellikle de Afrika'da bir kriz içinde bulunuyor. Klasik yöntemlerle panzehir üretenler de yeterince ekonomik olmadığı için kurumlarının kapısına kilit vuruyorlar.

Panzehir günümüzde de neredeyse yüz yıl öncesinin teknolojisiyle üretiliyor. Hayvanlara, özellikle atlara giderek artan ölçülerde zehir aşılanarak bedenlerinin bu zehire karşı antikor üretmeleri sağlanıyor. Daha sonra bunlar hayvanın kanından çekilerek saflaştırılıyor. Ancak gene de elde edilen panzehirlerin bir çoğu etkisiz kalıyor. Nedeni, bunların yılan zehirindeki zararsız maddeleri hedef almaları. Ayrıca bu teknolojiyle üretilen panzehir, anafilaktik şok ya da serum hastalığı gibi şiddetli yan etkilere de yol açabiliyor.

Liverpool Tropikal Tıp Okulu araştırmacılarından Rob Harrison ve



ekip arkadaşlarına göre bu sorunlar, hayvanlara zehirin kendisi yerine DNA aşılansak giderilebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının zehirin etkin maddelerine özel panzehirler üzerinde yoğunlaştığını belirtiyorlar. Harrison'un ekibi, deney için bir Brezilya yılanının zehirinde bulunan ve kanamalara yol açan öldürücü jararhagin enzimini kodlayan genin aktif bölgelerini çıkartmışlar. Daha sonra bu genlerin üzerine sürüldüğü mikroskobik altın zerreciklerini farelerin derisi altına enjekte etmişler. Fareler, hücrelerinin üretmeye başladığı bu enzime karşı antikor geliştirmişler. Bunlar yılan zehirinin yalnızca bir bileşenini hedef almalarına kar-

şın, kanamaları yüzde 70 oranında durdurmuşlar.

Ekip şimdi çok daha zehirli yılan türlerine karşı aynı yöntemin daha ileri bir uygulamasını denemeye hazırlanıyor. Tasarladıkları zehir genlerini, bağışıklık sistemleri insan tipi antikorlar üretmek üzere değiştirilmiş farelere aşılamak. Antikor üreten B hücreleri daha sonra farelerden alınarak petri çanaklarında yetiştirilen ve sürekli çoğalan ölümsüz hücrelerle birleştirilecek. Böylece insanın bağışıklık sistemiyle uyumlu sınırsız ölçüde panzehir, hayvanlara gerek kalmaksızın üretililecek; üstelik yan etkiler de ortadan kaldırılmış olacak.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Hazar Foklarında Köpek Hastalığı



Hazar Denizi'nde yaşayan foklar arasında hızla yayılan bir köpek hastalığı, ender bulunan türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları, ölü bulun-

nan Hazar fokları üzerinde yaptıkları araştırmada, köpeklerle özgü olarak bilinen "gençlik hastalığı" virüsüyle, bu virüsün yol açtığı tipik doku tahribatını belirlediler. Sayıları 400 000 olarak tahmin edilen Hazar foklarından şimdiye kadar en az 10 000'inin hastalık nedeniyle öldüğü sanılıyor. Araştırmacılar, yayılmayı sürdüren salgına fokları avlayan vahşi köpeklerle kurtların yol açtığını düşünüyorlar.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Şeffaf Fareler

Dokularımız, özellikle de derimiz ışığa geçirgen değil. Ancak anlaşılıyor ki, bu durum değişmez de değil. ABD'nin Texas Üniversitesi'nden Ashley Welch ve ekip arkadaşları, fare ve hamster derilerine gliserol enjekte ederek küçük bazı bölgelerini şeffaf hale getirmeyi başarmışlar. Gliserolün kırınım indeksi, hemen hemen kollajeninkiyle aynı. Dolayısıyla gliserolle doyurulmuş bir doku alanına düşen ışık fazla saçılmıyor. Welch'e göre yöntem olağanüstü başarılı. Gerçi bu yöntemle derinin altındaki bölgeyi ancak 4-5 milimetre derinliğe kadar görebiliyorsunuz. Ama araştırmacıya göre bu bile lazer tedavisini büyük ölçüde kolaylaştırmaya aday.



New Scientist, 2 Eylül 2000

Yüksek Teknolojili Panzehir

Yılan ısırıklarına karşı daha güvenli, daha ucuz ve daha etkin panzehirler, gen teknolojisi sayesinde yakında tıbbın hizmetine girecek. Oxford Üniversitesi'nden David Warrell'e göre yeni teknoloji, yalnızca bir tercih sorunu değil, aynı zamanda acil bir zorunluluk, çünkü panzehir üretimi tüm dünyada, özellikle de Afrika'da bir kriz içinde bulunuyor. Klasik yöntemlerle panzehir üretenler de yeterince ekonomik olmadığı için kurumlarının kapısına kilit vuruyorlar.

Panzehir günümüzde de neredeyse yüz yıl öncesinin teknolojisiyle üretiliyor. Hayvanlara, özellikle atlara giderek artan ölçülerde zehir aşılanarak bedenlerinin bu zehire karşı antikor üretmeleri sağlanıyor. Daha sonra bunlar hayvanın kanından çekilerek saflaştırılıyor. Ancak gene de elde edilen panzehirlerin bir çoğu etkisiz kalıyor. Nedeni, bunların yılan zehirindeki zararsız maddeleri hedef almaları. Ayrıca bu teknolojiyle üretilen panzehir, anafilaktik şok ya da serum hastalığı gibi şiddetli yan etkilere de yol açabiliyor.

Liverpool Tropikal Tıp Okulu araştırmacılarından Rob Harrison ve



ekip arkadaşlarına göre bu sorunlar, hayvanlara zehirin kendisi yerine DNA aşılansak giderilebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının zehirin etkin maddelerine özel panzehirler üzerinde yoğunlaştığını belirtiyorlar. Harrison'un ekibi, deney için bir Brezilya yılanının zehirinde bulunan ve kanamalara yol açan öldürücü jararhagin enzimini kodlayan genin aktif bölgelerini çıkartmışlar. Daha sonra bu genlerin üzerine sürüldüğü mikroskobik altın zerreciklerini farelerin derisi altına enjekte etmişler. Fareler, hücrelerinin üretmeye başladığı bu enzime karşı antikor geliştirmişler. Bunlar yılan zehirinin yalnızca bir bileşenini hedef almalarına kar-

şın, kanamaları yüzde 70 oranında durdurmuşlar.

Ekip şimdi çok daha zehirli yılan türlerine karşı aynı yöntemin daha ileri bir uygulamasını denemeye hazırlanıyor. Tasarladıkları zehir genlerini, bağışıklık sistemleri insan tipi antikorlar üretmek üzere değiştirilmiş farelere aşılamak. Antikor üreten B hücreleri daha sonra farelerden alınarak petri çanaklarında yetiştirilen ve sürekli çoğalan ölümsüz hücrelerle birleştirilecek. Böylece insanın bağışıklık sistemiyle uyumlu sınırsız ölçüde panzehir, hayvanlara gerek kalmaksızın üretililecek; üstelik yan etkiler de ortadan kaldırılmış olacak.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Hazar Foklarında Köpek Hastalığı



Hazar Denizi'nde yaşayan foklar arasında hızla yayılan bir köpek hastalığı, ender bulunan türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları, ölü bulun-

nan Hazar fokları üzerinde yaptıkları araştırmada, köpeklerle özgü olarak bilinen "gençlik hastalığı" virüsüyle, bu virüsün yol açtığı tipik doku tahribatını belirlediler. Sayıları 400 000 olarak tahmin edilen Hazar foklarından şimdiye kadar en az 10 000'inin hastalık nedeniyle öldüğü sanılıyor. Araştırmacılar, yayılmayı sürdüren salgına fokları avlayan vahşi köpeklerle kurtların yol açtığını düşünüyorlar.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Şeffaf Fareler

Dokularımız, özellikle de derimiz ışığa geçirgen değil. Ancak anlaşılıyor ki, bu durum değişmez de değil. ABD'nin Texas Üniversitesi'nden Ashley Welch ve ekip arkadaşları, fare ve hamster derilerine gliserol enjekte ederek küçük bazı bölgelerini şeffaf hale getirmeyi başarmışlar. Gliserolün kırınım indeksi, hemen hemen kollajenininkiyle aynı. Dolayısıyla gliserolle doyurulmuş bir doku alanına düşen ışık fazla saçılmıyor. Welch'e göre yöntem olağanüstü başarılı. Gerçi bu yöntemle derinin altındaki bölgeyi ancak 4-5 milimetre derinliğe kadar görebiliyorsunuz. Ama araştırmacıya göre bu bile lazer tedavisini büyük ölçüde kolaylaştırmaya aday.



New Scientist, 2 Eylül 2000

Yüksek Teknolojili Panzehir

Yılan ısırıklarına karşı daha güvenli, daha ucuz ve daha etkin panzehirler, gen teknolojisi sayesinde yakında tıbbın hizmetine girecek. Oxford Üniversitesi'nden David Warrell'e göre yeni teknoloji, yalnızca bir tercih sorunu değil, aynı zamanda acil bir zorunluluk, çünkü panzehir üretimi tüm dünyada, özellikle de Afrika'da bir kriz içinde bulunuyor. Klasik yöntemlerle panzehir üretenler de yeterince ekonomik olmadığı için kurumlarının kapısına kilit vuruyorlar.

Panzehir günümüzde de neredeyse yüz yıl öncesinin teknolojisiyle üretiliyor. Hayvanlara, özellikle atlara giderek artan ölçülerde zehir aşılanarak bedenlerinin bu zehire karşı antikor üretmeleri sağlanıyor. Daha sonra bunlar hayvanın kanından çekilerek saflaştırılıyor. Ancak gene de elde edilen panzehirlerin bir çoğu etkisiz kalıyor. Nedeni, bunların yılan zehirindeki zararsız maddeleri hedef almaları. Ayrıca bu teknolojiyle üretilen panzehir, anafilaktik şok ya da serum hastalığı gibi şiddetli yan etkilere de yol açabiliyor.

Liverpool Tropikal Tıp Okulu araştırmacılarından Rob Harrison ve



ekip arkadaşlarına göre bu sorunlar, hayvanlara zehirin kendisi yerine DNA aşılansak giderilebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının zehirin etkin maddelerine özel panzehirler üzerinde yoğunlaştığını belirtiyorlar. Harrison'un ekibi, deney için bir Brezilya yılanının zehirinde bulunan ve kanamalara yol açan öldürücü jararhagin enzimini kodlayan genin aktif bölgelerini çıkartmışlar. Daha sonra bu genlerin üzerine sürüldüğü mikroskobik altın zerreciklerini farelerin derisi altına enjekte etmişler. Fareler, hücrelerinin üretmeye başladığı bu enzime karşı antikor geliştirmişler. Bunlar yılan zehirinin yalnızca bir bileşenini hedef almalarına kar-

şın, kanamaları yüzde 70 oranında durdurmuşlar.

Ekip şimdi çok daha zehirli yılan türlerine karşı aynı yöntemin daha ileri bir uygulamasını denemeye hazırlanıyor. Tasarladıkları zehir genlerini, bağışıklık sistemleri insan tipi antikorlar üretmek üzere değiştirilmiş farelere aşılamak. Antikor üreten B hücreleri daha sonra farelerden alınarak petri çanaklarında yetiştirilen ve sürekli çoğalan ölümsüz hücrelerle birleştirilecek. Böylece insanın bağışıklık sistemiyle uyumlu sınırsız ölçüde panzehir, hayvanlara gerek kalmaksızın üretililecek; üstelik yan etkiler de ortadan kaldırılmış olacak.

New Scientist, 2 Eylül 2000

Hazar Foklarında Köpek Hastalığı



Hazar Denizi'nde yaşayan foklar arasında hızla yayılan bir köpek hastalığı, ender bulunan türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları, ölü bulun-

nan Hazar fokları üzerinde yaptıkları araştırmada, köpeklerle özgü olarak bilinen "gençlik hastalığı" virüsüyle, bu virüsün yol açtığı tipik doku tahribatını belirlediler. Sayıları 400 000 olarak tahmin edilen Hazar foklarından şimdiye kadar en az 10 000'inin hastalık nedeniyle öldüğü sanılıyor. Araştırmacılar, yayılmayı sürdüren salgına fokları avlayan vahşi köpeklerle kurtların yol açtığını düşünüyorlar.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Şeffaf Fareler

Dokularımız, özellikle de derimiz ışığa geçirgen değil. Ancak anlaşılıyor ki, bu durum değişmez de değil. ABD'nin Texas Üniversitesi'nden Ashley Welch ve ekip arkadaşları, fare ve hamster derilerine gliserol enjekte ederek küçük bazı bölgelerini şeffaf hale getirmeyi başarmışlar. Gliserolün kırınım indeksi, hemen hemen kollajeninkiyle aynı. Dolayısıyla gliserolle doyurulmuş bir doku alanına düşen ışık fazla saçılmıyor. Welch'e göre yöntem olağanüstü başarılı. Gerçi bu yöntemle derinin altındaki bölgeyi ancak 4-5 milimetre derinliğe kadar görebiliyorsunuz. Ama araştırmacıya göre bu bile lazer tedavisini büyük ölçüde kolaylaştırmaya aday.



New Scientist, 2 Eylül 2000

Karadeniz'in Umudu, Yamyam Denizanası

Denize düşen yılanı sarıırmış. Ama düşülen deniz Karadeniz olursa, bize bir şeyler sarılıyor. Neyse ki yılan değil; denizanası. Ama Karadeniz'i istila ederek insanoğlunun yaptığı tahribatı hızlandıran bu garip canlılar da şimdi kendi canlarının derdinde. 1980'lerde girdikleri denizde neredeyse canlı bırakmayan denizaneları, şimdi daha saldırgan akrabalarının hedefi haline gelmiş görünüyorlar.

ABD'nin Alabama kentindeki Dauphin Adası Deniz Laboratuvarı'ndan biyolog Monty Graham'a göre Karadeniz'in bu sessiz istilasının öyküsü 1970'li yıllarda başlıyor ve artan tuzluluk, kirlilik ve aşırı avlanma felaketin tohumlarını hazırlıyor. Daha sonra taraklı denizanası *Mnemiopsis leidyi* büyük bir olasılıkla bir şilebin safrasıyla Karadeniz'e ulaşıyor. Pek çok balık türünün temel gıdası olan zooplankton, balık yumurtaları ve larvalarla beslenen *Mnemiopsis* yeni yurdundan öylesine memnun kalıyor



ki, 1989'a gelindiğinde toplam miktarının 1 milyar tonu bulunduğu hesaplanıyor. Buna karşılık balık popülasyonunu, bu arada popüler balığımız hamsi, hızla azalıyor.

Deniz biyologları, felaketle baş edebilmek için önce *Mnemiopsis*'in baş düşmanı olan başka bir taraklı denizanası türünü, *Beroe ovata*'yı da Karadeniz'e sokmayı düşünüyorlar, ama daha sonra ortaya çıkabilecek daha büyük bir felaket riskini göze almayarak vazgeçiyorlar.

Ancak 1997 yılında, istenen kendiliğinden gerçekleşiyor ve *B. ovata* gene bir geminin sintinesinde Karadeniz'e ulaşıyor. Moskova'daki Shirs-hov Oşinoloji Enstitüsü'nden Tamara Shiganova, ekip arkadaşlarıyla *Hydro* -

biologia dergisinde yayımlanacak bir raporda "İnanması güç ama, yeni denizanasının sahneye çıkmasından bu yana *Mnemiopsis* popülasyonunda büyük bir azalma oldu; buna karşılık bazı plankton türleri de çoğalmaya başladı" diyor.

Amerikalı biyolog Graham da, başka denizlerde yaşanan deneyimleri aktararak, yeni gelen denizanasının *Mnemiopsis*'in kökünü kurutması halinde, kendisinin de ağzına başka tür bir lokma sokmaktansa yok olmayı tercih edeceğini söylüyor. Deniz biyologuna göre bundan sonra balıkçılığın ve kirliliğin denetim altına alınmasıyla Karadeniz ekosistemi yeniden gelişebilir.

New Scientist, 9 Eylül 2000

Güneş'le Su Arıtma



Özellikle yoksul ülkelerde karşılaşılan sel felaketlerinde içecek suların kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıkların baş göstermesi, sık rastlanan bir olgu. Suların temizlenmesi içinse ne para yeter, ne de zaman. Bu durumu göz önünde tutan İsviçre Federal Çevre

Bilimi Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, ucuz ve pratik bir çözüm geliştirmişler: Suyu, Güneş ışınlarından yararlanarak dezenfekte etmek. Yapılacak şey yalnızca suyu boş pet şişelere doldurmak ve Güneş alacak bir yere bırakmak. Gerisini suyun artan sıcaklığı ve Güneş ışığındaki morötesi ışınım sağlıyor. Yaklaşık bir saat içinde sıcaklığı 50°C'nin üzerine yükselen sudaki *Escherichia coli* basillerinin yüzde 99.9'u ölmüş. Şişenin yarısını daha fazla Güneş ışığı soğurması için siyaha boyamak ve şişeyi oluklu sac gibi metal bir yüzeyin üzerine koymak da mikrop ve virüslerden arındırma süresini daha da kısaltacak bir yöntem olarak öneriliyor. Araştırmacılar, bu yöntemin özellikle kolera hastalığı yapan *Vibrio cholera* bakterisini öldürmede etkin olduğunu, ayrıca ishal yapan parazitleri de büyük ölçüde yok ettiğini söylüyorlar.

New Scientist, 26 Ağustos 2000

Tokyo'da Beton Yağmurları

Japonya'nın kalabalık başkenti, musonları andıran sağanaklara bakılacak olursa tropikal bir iklime sahip oluyor. Ancak Japon meteorologlara göre bu, küresel ısınmadan çok binalardan ve otomobillerden yayılan sıcaklıkla ilgili. Sağanaklar ve sel baskınlarının Japon Çevre Dairesi'ni, kent ölçeğinde bir deney planlamaya götürmüş.

Meteorolojik Araştırmalar Enstitüsü'nden Fumiaki Fujibe'ye göre gündüz saatlerinde Tokyo'dan yükselen sıcak ve nemli hava, soğuyarak kümulo-nimbüs bulutları oluşturuyor ve bunlar da tıpkı tropiklerde olduğu gibi akşamüzeri sağanak yağışlar ve şimşek fırtınaları oluşturuyor. Bu durum ısınan kentler üzerinde ortaya çıkan "sıcaklık adası" olgusuna bağlanıyor. Bu adanın olduğu kentlerde yağış oranı artma eğilimi gösteriyor. Temmuz ayında bir sağanak Tokyo'ya yalnızca bir saat içinde 82.5 mm yağmur bırakmış. Fujibe, Tokyo'ya düşen yağış miktarının 1979-1995 arasında %20 oranında arttığını vurguluyor. Çevre Dairesi, ısı oluşumunu azaltmak için bir dizi önlemler planlıyor. Bunların



arasında bina yapımında ışığı daha fazla geri yansıtacak açık renkli beton kullanımı, daha çok ağaç dikilmesi, daha fazla havuz ve gölet yapılması bulunuyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Karadeniz'in Umudu, Yamyam Denizanası

Denize düşen yılanı sarıırmış. Ama düşülen deniz Karadeniz olursa, bize bir şeyler sarılıyor. Neyse ki yılan değil; denizanası. Ama Karadeniz'i istila ederek insanoğlunun yaptığı tahribatı hızlandıran bu garip canlılar da şimdi kendi canlarının derdinde. 1980'lerde girdikleri denizde neredeyse canlı bırakmayan denizaneları, şimdi daha saldırgan akrabalarının hedefi haline gelmiş görünüyorlar.

ABD'nin Alabama kentindeki Dauphin Adası Deniz Laboratuvarı'ndan biyolog Monty Graham'a göre Karadeniz'in bu sessiz istilasının öyküsü 1970'li yıllarda başlıyor ve artan tuzluluk, kirlilik ve aşırı avlanma felaketin tohumlarını hazırlıyor. Daha sonra taraklı denizanası *Mnemiopsis leidyi* büyük bir olasılıkla bir şilebin safrasıyla Karadeniz'e ulaşıyor. Pek çok balık türünün temel gıdası olan zooplankton, balık yumurtaları ve larvalarla beslenen *Mnemiopsis* yeni yurdundan öylesine memnun kalıyor



ki, 1989'a geldiğinde toplam miktarının 1 milyar tonu bulunduğ hesaplanıyor. Buna karşılık balık popülasyonunu, bu arada popüler balığımız hamsi, hızla azalıyor.

Deniz biyologları, felaketle baş edebilmek için önce *Mnemiopsis*'in baş düşmanı olan başka bir taraklı denizanası türünü, *Beroe ovata*'yı da Karadeniz'e sokmayı düşünüyorlar, ama daha sonra ortaya çıkabilecek daha büyük bir felaket riskini göze almayarak vazgeçiyorlar.

Ancak 1997 yılında, istenen kendiliğinden gerçekleşiyor ve *B. ovata* gene bir geminin sintinesinde Karadeniz'e ulaşıyor. Moskova'daki Shirohov Oşinoloji Enstitüsü'nden Tamara Shiganova, ekip arkadaşlarıyla *Hydro* -

biologia dergisinde yayımlanacak bir raporda "İnanması güç ama, yeni denizanasının sahneye çıkmasından bu yana *Mnemiopsis* popülasyonunda büyük bir azalma oldu; buna karşılık bazı plankton türleri de çoğalmaya başladı" diyor.

Amerikalı biyolog Graham da, başka denizlerde yaşanan deneyimleri aktararak, yeni gelen denizanasının *Mnemiopsis*'in kökünü kurutması halinde, kendisinin de ağzına başka tür bir lokma sokmaktansa yok olmayı tercih edeceğini söylüyor. Deniz biyologuna göre bundan sonra balıkçılığın ve kirliliğin denetim altına alınmasıyla Karadeniz ekosistemi yeniden gelişebilir.

New Scientist, 9 Eylül 2000

Güneş'le Su Arıtma



Özellikle yoksul ülkelerde karşılaşılan sel felaketlerinde içecek suların kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıkların baş göstermesi, sık rastlanan bir olgu. Suların temizlenmesi içinse ne para yeter, ne de zaman. Bu durumu göz önünde tutan İsviçre Federal Çevre

Bilimi Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, ucuz ve pratik bir çözüm geliştirmişler: Suyu, Güneş ışınlarından yararlanarak dezenfekte etmek. Yapılacak şey yalnızca suyu boş pet şişelere doldurmak ve Güneş alacak bir yere bırakmak. Gerisini suyun artan sıcaklığı ve Güneş ışığındaki morötesi ışınım sağlıyor. Yaklaşık bir saat içinde sıcaklığı 50°C'nin üzerine yükselen sudaki *Escherichia coli* basillerinin yüzde 99.9'u ölmüş. Şişenin yarısını daha fazla Güneş ışığı soğurması için siyaha boyamak ve şişeyi oluklu sac gibi metal bir yüzeyin üzerine koymak da mikrop ve virüslerden arındırma süresini daha da kısaltacak bir yöntem olarak öneriliyor. Araştırmacılar, bu yöntemin özellikle kolera hastalığı yapan *Vibrio cholera* bakterisini öldürmede etkin olduğunu, ayrıca ishal yapan parazitleri de büyük ölçüde yok ettiğini söylüyorlar.

New Scientist, 26 Ağustos 2000

Tokyo'da Beton Yağmurları

Japonya'nın kalabalık başkenti, musonları andıran sağanaklara bakılacak olursa tropikal bir iklime sahip oluyor. Ancak Japon meteorologlara göre bu, küresel ısınmadan çok binalardan ve otomobillerden yayılan sıcaklıkla ilgili. Sağanaklar ve sel baskınlarının Japon Çevre Dairesi'ni, kent ölçeğinde bir deney planlamaya götürmüş.

Meteorolojik Araştırmalar Enstitüsü'nden Fumiaki Fujibe'ye göre gündüz saatlerinde Tokyo'dan yükselen sıcak ve nemli hava, soğuyarak kümulo-nimbüs bulutları oluşturuyor ve bunlar da tıpkı tropiklerde olduğu gibi akşamüzeri sağanak yağışlar ve şimşek fırtınaları oluşturuyor. Bu durum ısınan kentler üzerinde ortaya çıkan "sıcaklık adası" olgusuna bağlanıyor. Bu adanın olduğu kentlerde yağış oranı artma eğilimi gösteriyor. Temmuz ayında bir sağanak Tokyo'ya yalnızca bir saat içinde 82.5 mm yağmur bırakmış. Fujibe, Tokyo'ya düşen yağış miktarının 1979-1995 arasında %20 oranında arttığını vurguluyor. Çevre Dairesi, ısı oluşumunu azaltmak için bir dizi önlemler planlıyor. Bunların



arasında bina yapımında ışığı daha fazla geri yansıtacak açık renkli beton kullanımı, daha çok ağaç dikilmesi, daha fazla havuz ve gölet yapılması bulunuyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Karadeniz'in Umudu, Yamyam Denizanası

Denize düşen yılanı sarıırmış. Ama düşülen deniz Karadeniz olursa, bize bir şeyler sarılıyor. Neyse ki yılan değil; denizanası. Ama Karadeniz'i istila ederek insanoğlunun yaptığı tahribatı hızlandıran bu garip canlılar da şimdi kendi canlarının derdinde. 1980'lerde girdikleri denizde neredeyse canlı bırakmayan denizaneları, şimdi daha saldırgan akrabalarının hedefi haline gelmiş görünüyorlar.

ABD'nin Alabama kentindeki Dauphin Adası Deniz Laboratuvarı'ndan biyolog Monty Graham'a göre Karadeniz'in bu sessiz istilasının öyküsü 1970'li yıllarda başlıyor ve artan tuzluluk, kirlilik ve aşırı avlanma felaketin tohumlarını hazırlıyor. Daha sonra taraklı denizanası *Mnemiopsis leidyi* büyük bir olasılıkla bir şilebin safrasıyla Karadeniz'e ulaşıyor. Pek çok balık türünün temel gıdası olan zooplankton, balık yumurtaları ve larvalarla beslenen *Mnemiopsis* yeni yurdundan öylesine memnun kalıyor



ki, 1989'a gelindiğinde toplam miktarının 1 milyar tonu bulunduğu hesaplanıyor. Buna karşılık balık popülasyonu, bu arada popüler balığımız hamsi, hızla azalıyor.

Deniz biyologları, felaketle baş edebilmek için önce *Mnemiopsis*'in baş düşmanı olan başka bir taraklı denizanası türünü, *Beroe ovata*'yı da Karadeniz'e sokmayı düşünüyorlar, ama daha sonra ortaya çıkabilecek daha büyük bir felaket riskini göze almayarak vazgeçiyorlar.

Ancak 1997 yılında, istenen kendiliğinden gerçekleşiyor ve *B. ovata* gene bir geminin sintinesinde Karadeniz'e ulaşıyor. Moskova'daki Shirs-hov Oşinoloji Enstitüsü'nden Tamara Shiganova, ekip arkadaşlarıyla *Hydro* -

biologia dergisinde yayımlanacak bir raporda "İnanması güç ama, yeni denizanasının sahneye çıkmasından bu yana *Mnemiopsis* popülasyonunda büyük bir azalma oldu; buna karşılık bazı plankton türleri de çoğalmaya başladı" diyor.

Amerikalı biyolog Graham da, başka denizlerde yaşanan deneyimleri aktararak, yeni gelen denizanasının *Mnemiopsis*'in kökünü kurutması halinde, kendisinin de ağzına başka tür bir lokma sokmaktansa yok olmayı tercih edeceğini söylüyor. Deniz biyologuna göre bundan sonra balıkçılığın ve kirliliğin denetim altına alınmasıyla Karadeniz ekosistemi yeniden gelişebilir.

New Scientist, 9 Eylül 2000

Güneş'le Su Arıtma



Özellikle yoksul ülkelerde karşılaşılan sel felaketlerinde içecek suların kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıkların baş göstermesi, sık rastlanan bir olgu. Suların temizlenmesi içinse ne para yeter, ne de zaman. Bu durumu göz önünde tutan İsviçre Federal Çevre

Bilimi Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, ucuz ve pratik bir çözüm geliştirmişler: Suyu, Güneş ışınlarından yararlanarak dezenfekte etmek. Yapılacak şey yalnızca suyu boş pet şişelere doldurmak ve Güneş alacak bir yere bırakmak. Gerisini suyun artan sıcaklığı ve Güneş ışığındaki morötesi ışınım sağlıyor. Yaklaşık bir saat içinde sıcaklığı 50°C'nin üzerine yükselen sudaki *Escherichia coli* basillerinin yüzde 99.9'u ölmüş. Şişenin yarısını daha fazla Güneş ışığı soğurması için siyaha boyamak ve şişeyi oluklu sac gibi metal bir yüzeyin üzerine koymak da mikrop ve virüslerden arındırma süresini daha da kısaltacak bir yöntem olarak öneriliyor. Araştırmacılar, bu yöntemin özellikle kolera hastalığı yapan *Vibrio cholera* bakterisini öldürmede etkin olduğunu, ayrıca ishal yapan parazitleri de büyük ölçüde yok ettiğini söylüyorlar.

New Scientist, 26 Ağustos 2000

Tokyo'da Beton Yağmurları

Japonya'nın kalabalık başkenti, musonları andıran sağanaklara bakılacak olursa tropikal bir iklime sahip oluyor. Ancak Japon meteorologlara göre bu, küresel ısınmadan çok binalardan ve otomobillerden yayılan sıcaklıkla ilgili. Sağanaklar ve sel baskınlarının Japon Çevre Dairesi'ni, kent ölçeğinde bir deney planlamaya götürmüş.

Meteorolojik Araştırmalar Enstitüsü'nden Fumiaki Fujibe'ye göre gündüz saatlerinde Tokyo'dan yükselen sıcak ve nemli hava, soğuyarak kümulo-nimbüs bulutları oluşturuyor ve bunlar da tıpkı tropiklerde olduğu gibi akşamüzeri sağanak yağışlar ve şimşek fırtınaları oluşturuyor. Bu durum ısınan kentler üzerinde ortaya çıkan "sıcaklık adası" olgusuna bağlanıyor. Bu adanın olduğu kentlerde yağış oranı artma eğilimi gösteriyor. Temmuz ayında bir sağanak Tokyo'ya yalnızca bir saat içinde 82.5 mm yağmur bırakmış. Fujibe, Tokyo'ya düşen yağış miktarının 1979-1995 arasında %20 oranında arttığını vurguluyor. Çevre Dairesi, ısı oluşumunu azaltmak için bir dizi önlemler planlıyor. Bunların



arasında bina yapımında ışığı daha fazla geri yansıtacak açık renkli beton kullanımı, daha çok ağaç dikilmesi, daha fazla havuz ve gölet yapılması bulunuyor.

New Scientist, 23 Eylül 2000

Periyodik Tablo Güvende – Şimdilik!

Yeni elementler yaratmak güç bir iş. Ama son yıllarda başarılı örneklerini gördüğümüz bu iş, ürünlerin kimyasal davranış biçimleri konusunda önerilerde bulunmanın güçlüğüyle kıyaslandığında çocuk oyuncağı kalıyor. Örneğin 107. element olan bohryum. İlk kez 1976 yılında Rusya'nın Dubna kentindeki Birleşik Nükleer Araştırma Merkezi'nde bulunmasından bu yana neredeyse çeyrek yüzyıl geçmiş olmasına karşın, elementin kimyasal özellikleri ancak geçtiğimiz Ağustos ayının ortalarında açıklanabildi. İsviçreli araştırmacıların başını çektiği uluslararası bir ekipçe yürütülen ve sonuçları Amerikan Kimya Derneği'nin Washington'da yapılan 220. ulusal toplantısında açıklanan araştırma, "bohryum'un aynen kuramda öngörüldüğü biçimde davrandığını" ortaya koydu. Bu ilk bakışta yeri yerinden oynayacak bir buluş gibi görünmüyor. Oysa kimyacılar için sonuç son derece önemli. Bilinmeyen elementlerin kimyasal özelliklerini tahmin edebilmek için kimyacılar periyodik tabloya başvuruyorlar. Bu, elementleri tepkimeye giren dış kabuklarındaki elektronların diziliş biçimine göre ailelere ayıran bir tablo. Periyodik tablo, bilinen 115 kadar elementin (Geçtiğimiz yıl bulunan iki yeni elementin özellikleri henüz tam olarak bilinmiyor) deneysel özellikleriyle şaşılacak başarıda bir uyum göstermiş bulunuyor. Ancak fizikçiler, önünde sonunda periyodik tablonun Einstein'ın görellik kuramının kurbanı olacağı görüşündeler. Nedeni, elementlerin kütle-

si arttıkça elektronların çekirdek çevresinde daha hızlı dolanmaları. Ama önünde sonunda relativistik etkiler nedeniyle ($E=mc^2$ formülü uyarınca ışık hızına yaklaştıkça kütle artması) elektronların artan kütlesi, çekirdeği çevreleyen elektron bulutunun biçimini çarpıtacak. Bu çarpıklığın, çok ağır elementlere vereceği kimyasal özelliklerinse, daha hafif kardeşlerine bakılarak çıkartılmasının bir noktadan sonra olanaksız kılacağı düşünülüyor. 105. ve 106. Elementler bu



tür çarpıklıkların ön işaretlerini verdiğinden araştırmacılar, element 107'nin "deveyi çokerten son saman parçası" olup olmayacağını merak ediyorlardı.

Bu ağır sıklet elementlerin kimyasal özelliklerini deneylerle belirlemekse olağanüstü güç. Nedeni, neredeyse ortaya çıkar çıkmaz merkezlerindeki kararsız çekirdeğin parçalanarak daha küçük ve kararlı çekirdeklerle bölünmesi. Örneğin 1981'de yaratılan bir bohryum çekirdeği, bozunmadan ancak 9 milisaniye dayanabildi.

Bu süreyse, herhangi bir deney için çok yetersiz. Ne var ki, elementler yalnız tek bir biçimde değil, her biri farklı sayıda nötron içeren ve izotop denen kardeşlerle birlikte ortaya çıkıyorlar. Bazı izotoplar da, kardeşlerinden daha uzun ömürlü olabiliyor.

Bu noktadan hareketle İsviçreli nükleer kimya araştırmacıları Andreas Türler ve Heinz Gaeggeler, Alman ve Amerikalı bilim adamlarıyla birlikte İsviçre'nin Villigen kentindeki Paul Scherrer Enstitüsü'nde bohryum izotopları yaratmak için bir deney yürütmüşler. Neon atomlarından oluşan bir demeti bir berkelyum hedefe çarptırarak iki yeni bohryum izotopu elde etmişler. Bunlardan ^{267}Bh , 17 saniyelik bir yarı ömre sahip ve dolayısıyla da kimyasal tepkime özelliğinin belirlenebilmesi için ideal bir deney aracı. Araştırmacılar, izotopun elektronlarının yapısını inceleyerek ^{267}Bh 'nin de periyodik tablonun 7. Grubundaki akrabaları, örneğin teknetyum ve renyum gibi davranması gerektiği sonucunu çıkarmışlar. Bu varsayımı sınamak için araştırmacılar, izotopu oluşur oluşmaz 1000°C sıcaklıkta, oksijen ve hidroklorik asitle dolu bir akı odasına göndermişler. Bu gazlar, teknetyum ve renyumla hemen tepkimeye giriyorlar. Tepkime sonunda odada arta kalanlar, $70-180^\circ\text{C}$ derecede görece soğuk bir kromatografi sütunundan geçirilmiş. bohryumun normal olarak bu soğuk yolculuğu yapamaz. Nedeni, bu düşük ısıda içine bulunduğu gazdan ayrılarak aygıtın duvarlarına yapışması. Ama eğer oksijen ve HCl ile birleşip $\text{BHO}(3)\text{Cl}$ baryum oksiklorid haline gelmiş gaz içinde yüzmeye devam etmesi beklenir. Araştırmacıların gözlediği de tamı tamına bu. Bir ay boyunca kesintisiz sürdürülen deney sonucu ancak 6 tane uzun ömürlü ^{267}Bh atomu üretilebilmiş. Ama bunların hepsinin de kimyasal ayrıştırıcının içinden geçip gittiği, bozunma izlerini tarayan bir detektörce belirlenmiş. Bu durumda bohryum'un kimyasal özelliği de belirlenmiş bulunuyor: Kendisi, Grup 7 ailesinin uyumlu bir üyesi! Sonuç, periyodik tablonun, en azından şimdilik geçerliliğini koruduğunu gösteriyor.

Science, 25 Ağustos 2000

Grup**	Lantanid dizgesi*																Aktinid dizgesi-										IB	VIIA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Periyot	1	2																	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263

Periyodik Tablo Güvende – Şimdilik!

Yeni elementler yaratmak güç bir iş. Ama son yıllarda başarılı örneklerini gördüğümüz bu iş, ürünlerin kimyasal davranış biçimleri konusunda önerilerde bulunmanın güçlüğüyle kıyaslandığında çocuk oyuncağı kalıyor. Örneğin 107. element olan bohryum. İlk kez 1976 yılında Rusya'nın Dubna kentindeki Birleşik Nükleer Araştırma Merkezi'nde bulunmasından bu yana neredeyse çeyrek yüzyıl geçmiş olmasına karşın, elementin kimyasal özellikleri ancak geçtiğimiz Ağustos ayının ortalarında açıklanabildi. İsviçreli araştırmacıların başını çektiği uluslararası bir ekipçe yürütülen ve sonuçları Amerikan Kimya Derneği'nin Washington'da yapılan 220. ulusal toplantısında açıklanan araştırma, "bohryum'un aynen kuramda öngörüldüğü biçimde davrandığını" ortaya koydu. Bu ilk bakışta yeri yerinden oynayacak bir buluş gibi görünmüyor. Oysa kimyacılar için sonuç son derece önemli. Bilinmeyen elementlerin kimyasal özelliklerini tahmin edebilmek için kimyacılar periyodik tabloya başvuruyorlar. Bu, elementleri tepkimeye giren dış kabuklarındaki elektronların diziliş biçimine göre ailelere ayıran bir tablo. Periyodik tablo, bilinen 115 kadar elementin (Geçtiğimiz yıl bulunan iki yeni elementin özellikleri henüz tam olarak bilinmiyor) deneysel özellikleriyle şaşılacak başarıda bir uyum göstermiş bulunuyor. Ancak fizikçiler, önünde sonunda periyodik tablonun Einstein'ın görelilik kuramının kurbanı olacağı görüşündeler. Nedeni, elementlerin kütle-

si arttıkça elektronların çekirdek çevresinde daha hızlı dolanmaları. Ama önünde sonunda relativistik etkiler nedeniyle ($E=mc^2$ formülü uyarınca ışık hızına yaklaştıkça kütlenin artması) elektronların artan kütlesi, çekirdeği çevreleyen elektron bulutunun biçimini çarpıtacak. Bu çarpıklığın, çok ağır elementlere vereceği kimyasal özelliklerinse, daha hafif kardeşlerine bakılarak çıkartılmasının bir noktadan sonra olanaksız kılacağı düşünülüyor. 105. ve 106. Elementler bu



tür çarpıklıkların ön işaretlerini verdiğinden araştırmacılar, element 107'nin "deveyi çokerten son saman parçası" olup olmayacağını merak ediyorlardı.

Bu ağır sıklet elementlerin kimyasal özelliklerini deneylerle belirlemekse olağanüstü güç. Nedeni, neredeyse ortaya çıkar çıkmaz merkezlerindeki kararsız çekirdeğin parçalanarak daha küçük ve kararlı çekirdeklerle bölünmesi. Örneğin 1981'de yaratılan bir bohryum çekirdeği, bozunmadan ancak 9 milisaniye dayanabildi.

Bu süreyse, herhangi bir deney için çok yetersiz. Ne var ki, elementler yalnız tek bir biçimde değil, her biri farklı sayıda nötron içeren ve izotop denen kardeşlerle birlikte ortaya çıkıyorlar. Bazı izotoplar da, kardeşlerinden daha uzun ömürlü olabiliyor.

Bu noktadan hareketle İsviçreli nükleer kimya araştırmacıları Andreas Türler ve Heinz Gaeggeler, Alman ve Amerikalı bilim adamlarıyla birlikte İsviçre'nin Villigen kentindeki Paul Scherrer Enstitüsü'nde bohryum izotopları yaratmak için bir deney yürütmüşler. Neon atomlarından oluşan bir demeti bir berkelyum hedefe çarptırarak iki yeni bohryum izotopu elde etmişler. Bunlardan ^{267}Bh , 17 saniyelik bir yarı ömre sahip ve dolayısıyla da kimyasal tepkime özelliğinin belirlenebilmesi için ideal bir deney aracı. Araştırmacılar, izotopun elektronlarının yapısını inceleyerek ^{267}Bh 'nin de periyodik tablonun 7. Grubundaki akrabaları, örneğin teknetyum ve renyum gibi davranması gerektiği sonucunu çıkarmışlar. Bu varsayımı sınamak için araştırmacılar, izotopu oluşur oluşmaz 1000°C sıcaklıkta, oksijen ve hidroklorik asitle dolu bir akı odasına göndermişler. Bu gazlar, teknetyum ve renyumla hemen tepkimeye giriyorlar. Tepkime sonunda odada arta kalanlar, $70-180^\circ\text{C}$ derecede görece soğuk bir kromotografi sütunundan geçirilmiş. bohryumun normal olarak bu soğuk yolculuğu yapamaz. Nedeni, bu düşük ısıda içine bulunduğu gazdan ayrılarak aygıtın duvarlarına yapışması. Ama eğer oksijen ve HCl ile birleşip $\text{BHO}(3)\text{Cl}$ baryum oksiklorid haline gelmiş gaz içinde yüzmeye devam etmesi beklenir. Araştırmacıların gözlediği de tamı tamına bu. Bir ay boyunca kesintisiz sürdürülen deney sonucu ancak 6 tane uzun ömürlü ^{267}Bh atomu üretilebilmiş. Ama bunların hepsinin de kimyasal ayrıştırıcının içinden geçip gittiği, bozunma izlerini tarayan bir detektörce belirlenmiş. Bu durumda bohryum'un kimyasal özelliği de belirlenmiş bulunuyor: Kendisi, Grup 7 ailesinin uyumlu bir üyesi! Sonuç, periyodik tablonun, en azından şimdilik geçerliliğini koruduğunu gösteriyor.

Science, 25 Ağustos 2000

Grup**	Lantanid dizgesi*										Aktinid dizgesi*									
Periyot	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A	14A	15A	16A	17A	18A	19A	20A
1	H	He																		
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne												
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar												
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt											

Kütleçekim Dalgası Peşinde

Einstein'ın genel görelilik kuramı, çok önemli sınavlarından birine daha hazırlanıyor. Önümüzdeki aylarda iki garip tasarımı gözlemevinin devreye girmesi, bir üçüncüsünün de iki yıl içinde onlara katılmasıyla, araştırmacılar kuramın öngördüğü kütleçekim dalgalarını ilk kez doğrudan gözleme olanağına kavuşacaklar.



FİZİKÇİLER olsun, bilime meraklı okuyucular olsun, Einstein'ın, büyük ölçekli evreni başarıyla betimleyen ve kütleçekimin kavranmasında devrim yaratan kuramının şaşırtıcı önermelerine yabancı değiller. Gene de, artık günlük söylemimize girmiş olsa bile dört boyutlu evren, iç içe geçmiş uzay-zaman gibi kavramları, kütlenin etkisiyle elastik bir kumaş gibi bükülen, uzayan ya da sünen bir evren düşüncesini zihinlerde canlandırmak kolay değil. Söz konusu olan, büyük kütleli cisimlerin yaydığı ve evrende hiçbir engelden etkilenmeksizin, havuza atılan bir taşın yol açtığı dalgalar gibi yayılan ve ışık hızında ilerleyen kütleçekim dalgaları olunca iş daha da güçleşiyor. Eh av biraz değişik olunca, doğal olarak araştırmacıların av araçları da öyle sıradan şeylere benzemiyor.

ABD'nin Pasifik kıyısındaki Washington Eyaleti'nde bir çöldeki garip yapı, birbirine dik olarak uzayıp giden kollarıyla bu kütleçekim dalgalarını yakalamaya çalışacak. Yapının bir benzeri de, kıtanın öbür tarafında, Atlantik kıyısında aynı işi yapacak. Yapılacak iş pek öyle kolay değil. Kütleçekimi sınırsız erimde olmasına karşın, dört temel doğa kuvveti içinde en zayıf olanı. Dolayısıyla gezegen, hatta sıradan yıldızlar gibi gök cisimlerinin ha-

reketleri sonucu yayımlanan kütleçekim dalgaları da son derece zayıf ve Dünyamızda algılanabilmeleri olanaksız. Bu nedenle, bize ulaşabileceğine inanılan kütleçekim dalgaları, çok daha yoğun gök cisimlerinince gönderilmek zorunda. Bu durumda temel adaylar olarak çarpışan nötron yıldızları ve karadelikler ortaya çıkıyor. Bunların bile yayımlayacakları kütleçekim dalgalarının algılanabilmesi için hassas kulaklar gerekli. Tanınmayan bir av söz konusu olduğundan, kendisini torbaya koyabilmek için de alışılmadık silahlar olmalı. Bu işe soyunanlara gelince, işin pek acemisi sayılmazlar. ABD'nin en prestijli üniversitelerinden California Teknoloji Enstitüsü (Caltech) ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) yakın bir işbirliği içinde bulunuyor. Sırtları da oldukça sağlam. ABD Ulusal Bilim Vakfı para musluklarını açmış.

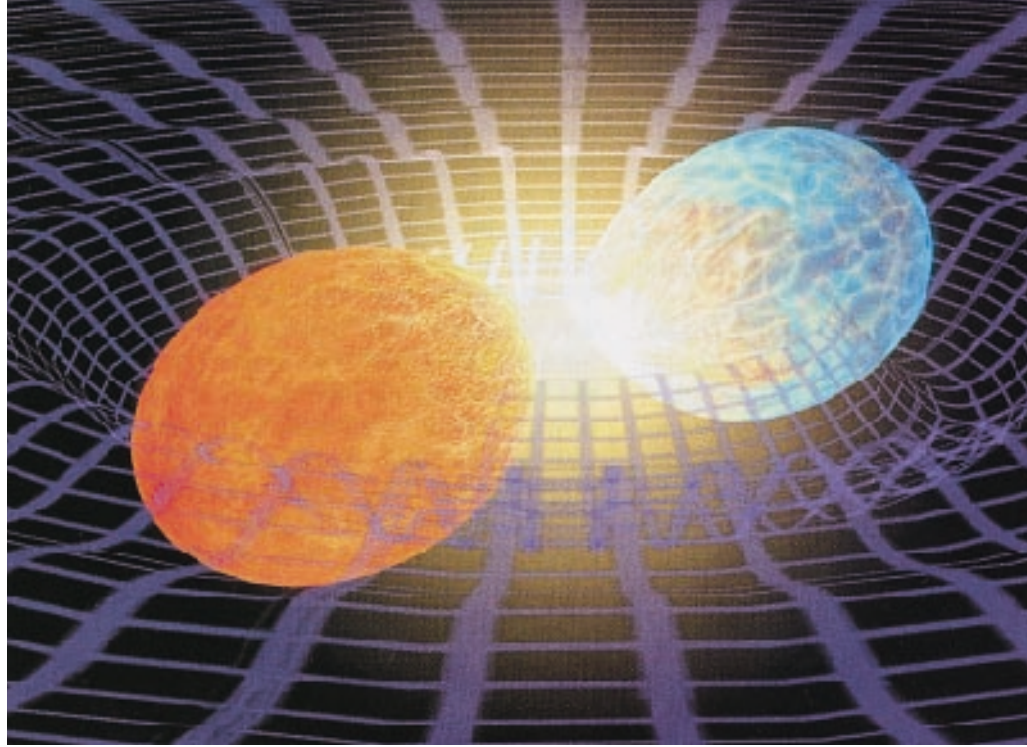
Sonuç, biri Washington eyaletindeki Hanford'da, ötekiyse Atlantik kıyısında, Louisiana eyaletindeki Livingston'da kurulan garip tasarımı yapılar. Bunlar LIGO (Lazer Girişimli Kütleçekim Dalgası Gözlemevi) projesinin temel birimleri. Gariplik, tabii ki yapıların biçimiyle sınırlı değil. Asıl sürprizler içeride! Bir kere gözlemevlerinin, alıştığımız türden, çelik iskeletlere oturtulmuş dev teleskopları yok. Aslında bunlara gerek de yok; çünkü

yapacakları iş gözlemek değil, "dinlemek". Bu, kütleçekim dalgalarının ses dalgaları olduğu anlamına gelmiyor. Ancak birçok astronomik sistemin bu dalgaları saniyede yüzlerce kez salınır biçimde yayımlamaları bekleniyor. Bir yükselticinin bu salınımı sese çevirmesi halinde de sinyalin duyulur hale gelebileceği düşünülüyor. Örneğin bir nötron yıldızının imzası bir zil sesini ya da bir müzik notasını andırırken, keskin bir şangırtı, küresel simetrisi biraz bozulmuş, uzamış dev bir yıldızın süpernova patlamasıyla noktalanın sonunu haber veriyor olabilir. Gökbilimciler, Büyük Patlama'nın yankılarının da kısık bir fısıltı biçiminde ortaya çıkabileceğini düşünüyorlar.

Peki bu fısıltıları ya da çılgınlıkları algılayacak kulaklar nasıl? Beklenebileceği gibi oldukça büyük ve uzun. Hanford'daki gözlemevine üstten bakılınca birbirine dik açı yapacak biçimde çöle uzanan 4 metre çapında dev tüneller. Herbirinin uzunluğu da 4 km. Tüneller yalıtılarak birer büyük vakum odası haline getirilmiş. Bunların her iki ucunda, "dünyanın en iyi cilalanmış" aynalarından birer tane bulunuyor. Binadaki bir lazer kaynağından çıkan kızılötesi ışık, önce tünelin bir ucunda asılı duran yarıgeçirgen bir aynadan geçerek tünelin sonunda asılı bir başka aynadan geri yansıyor, daha sonra ilk aynaya çarparak tekrar yansıyor ve

böylece sürekli olarak tünel içinde ileri geri gidip geliyor. Her seferinde ilk aynaya çarpan ışığın çok küçük bölümü düzenden geçerek bina içindeki bir dedektöre ulaşıyor. O halde neden ikinci bir tünele gerek duyulmuş? Nedeni, ışın püf noktası!. Bir "L" oluşturan tünellerin her iki ucundaki aynaların açısı, bunlardan geçen ışığın bir girişim oluşturmamasını sağlayacak biçimde düzenlenmiş. Ama ışık demetlerinin yaptığı girişim "yıkıcı" bir girişim; yani bir demetten gelen ışık dalgasındaki tepe noktaları, öteki dalgadaki çukurlarla üst üste geliyor. Böyle olunca da tepe noktaları ve çukurlar birbirlerini ortadan kaldırıyorlar, kara bir leke oluyor. Bir ışık algılayıcı, bu karanlık bölgeyi sürekli izliyor ve tünellerdeki aynalar küçük servomotorlarla sürekli ayarlanarak, Yerel dış etkenlerin bu girişimi bozmaları engelleniyor. İşte ancak bu "servo kilitleme" elde edildikten sonradır ki, kütleçekim dalgalarının aranması işlemine başlanabilecek. Hanford'daki tesisin yıl sonuna doğru hizmete girmesinin ardından Livingston'daki ikizi de birkaç ay içinde kendisini izleyecek. Üçüncü tesiste 2002 yılında gene Hanford'da devreye girecek, böylelikle üçlü bir dizge oluşturulmasıyla LIGO'nun bilimsel araştırmaları başlayacak.

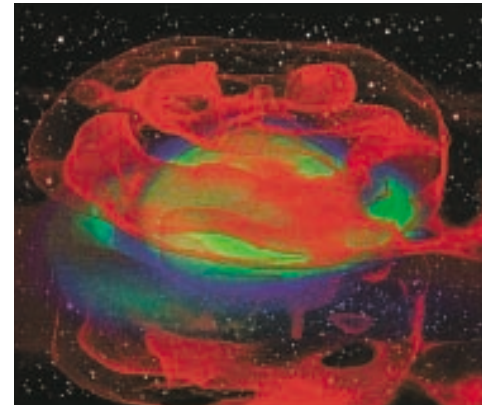
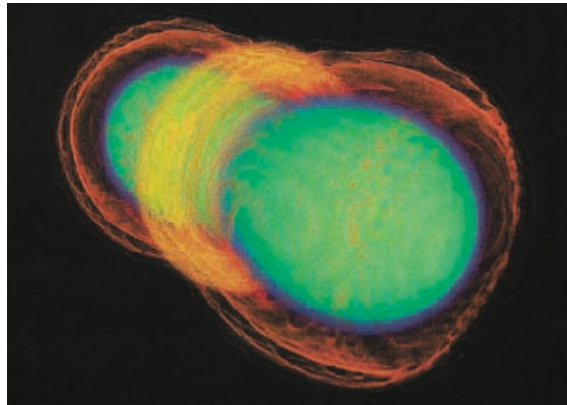
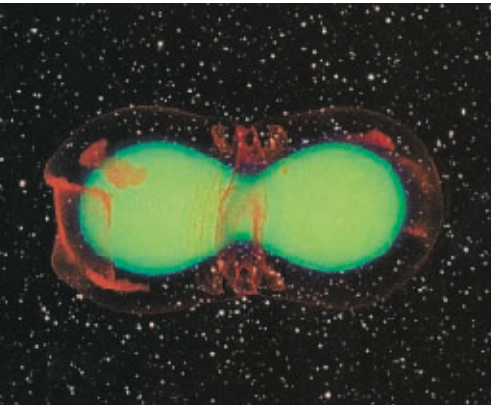
Servo kilitlenme sağlandıktan sonra Dünyamızdan geçecek bir kütleçekim dalgasının, aynaların düzeninde çok küçük değişikliklere yol açarak girişimin geçici bir süre bozulmasına ve kara leke üzerinde ışık belirmesine yol açacağı düşünülüyor. İşte Einstein'ın kuramının doğruluğu için yeni kanıt, bu küçük parlama olacak.

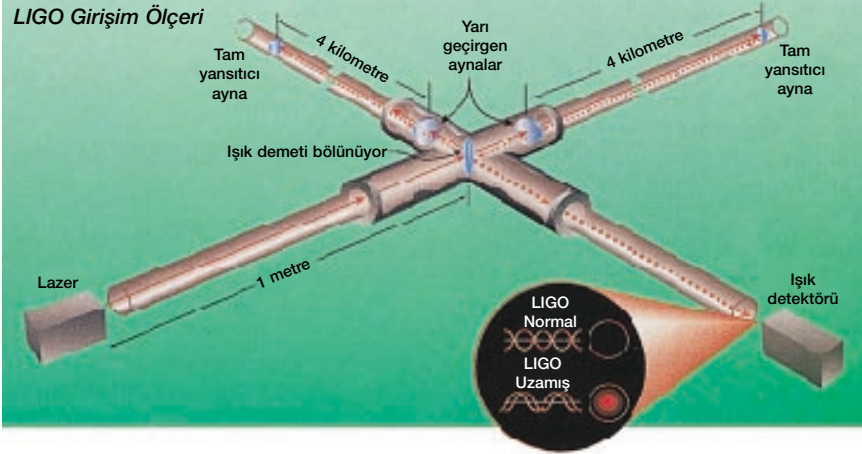


Tabii akla hemen bir soru geliyor: Neden bu iki tünel birbirine dik açıyla yerleştirilmiş? Bu garipliğin yanıtı, genel göreliliğin garipliklerinde gizli. Her yüklü parçacık, hızlandırıldığında elektromanyetik ışınım yayar. Bir radyo vericisinin ya da tıpta kullanılan X-ışın tabancalarının temelinde yatan ilke bu. Bu ilkeyi kütleçekim alanına da taşıyarak, hareket halindeki bir kütlenin de kütleçekim dalgaları yayacağı sonucunu çıkartabiliriz. Ama burada, kütleyle elektrik yükü arasındaki çok önemli bir fark unutulmamalı: Elektrik yükleri, pozitif ya da negatif olabilirken, "negatif kütle" diye bir kavram bilinmiyor. Böyle olunca da kütleçekim dalgaları, elektromanyetik dalgaların özelliği olan çift kutuplu (dipol) yayılma davranışını sergilemiyorlar. Dipol yayılımında elektrik alanı, tek bir düzey üzerinde salınım yapıyor. Buna karşılık kütleçekim dalgalarının kuram gereği, alışıktığımız "dört

kutuplu" bir yayılma örüntüsüne sahip olmaları gerekiyor. Bir cismin içinden geçerken bir kütleçekim dalgası, o cismin boyutlarını bir yönde uzatırken, ilk yöne dik açıdaki öteki yönde kısaltır. Uzama ve kısaltmalar da dalganın ilerleme yönüne dik bir düzlemde meydana gelir. Böyle olunca da kütleçekim dalgalarını yakalayacak bir "antenin" bir telsiz telefonun üzerindeki dipol antene benzemeyeceği açık. "Kütleçekim anteni" nin, uzayın iki farklı yönündeki "boyutların" farkını algılayabilmesi gerekiyor. Bu nedenle, kütleçekim dalgalarının "dört kutuplu" imzasını saptayabilmek için birbirine dik açıda iki ayrı "cetvel" gerekli. LIGO'nun gözlemlevlerinin L-biçimli mimarisinin nedeni de işte bu. Bir LIGO istasyonu, her iki tünel boyunca bir lazer ışığı göndererek, bir tanesi kısalırken ötekinin uzadığını, hemen ardından da (ortamdan geçen bir kütleçekim dalgasının yol açması gerektiği

Genel görelilik denklemlerine göre uzamış biçimli cisimler, daha etkin bir biçimde kütleçekim dalgaları yayıyorlar. İkili nötron yıldızı sistemlerinde yörünge bozunmasının ileri aşamalarında, yıldızlar birleşme öncesi birbirlerinden çevresinde ses hızına yakın hızlarda dolanıyorlar ve birleşmenin başlangıcındaki uzamış geometri yoğun kütleçekim dalgasını sistemden yayımına neden oluyor. Modeller, birleşen nötron yıldızlarının çöküp karadelik haline gelmeden önce 10 saniye kadar kararlı durumda kalabildiğini gösteriyor. Resimlerde mavi renkli bölgeler, nötron maddesinin yıldız yüzeyi yakınlarındaki yoğunluğunu gösteriyor. Kırmızı, turuncu ve sarı bölgeler de çarpışma sonunda sistemden fırlayan gazın sıcaklığını gösteriyor (Kırmızı en soğuk, sarı en sıcak).





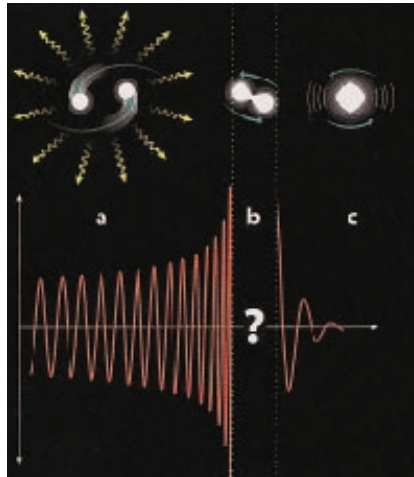
Bir lazerin ışığı, birbirine 90° açılı iki demete ayrılıyor. Demetlerden her biri yarıgeçirgen bir aynadan geçtikten sonra 4 km uzunluğunda bir vakum tüpüne giriyor ve sonundaki aynaya çarpıp, ilk aynaya geri dönüyor. Burada demetin çok küçük bir bölümü bir detektöre giriyor. Büyük kısmı tüp içinde ileri geri yansyarak düzeneğin duyarlılığını artırıyor. Tünellerden gelen ışık demetleri birbirleriyle girişimde bulunuyorlar ve böylece girişimölçerin iki kolunun uzunluğundaki değişimleri ölçmek mümkün oluyor. Kütleçekim dalgalarının tünellerin uzunluğunda böyle değişiklikler yapması bekleniyor.

gibi) bunun tersinin gerçekleştiğini belirleyebilir. LIGO'nun çapraz "antenlerinin" bir avantajı da "genişbant" araçları olmaları. Bunun anlamı, çeşitli dalga boylarındaki çalkantıları aynı anda algılayabilme yeteneği.

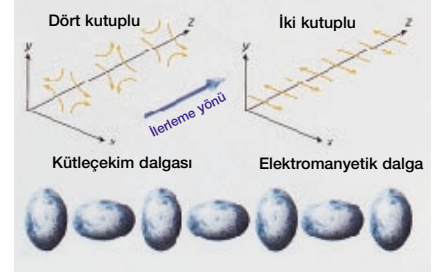
Kağıt üstündeki tüm yeteneklerine karşın, LIGO gözlemevlerindeki düzenekler için asıl sınav, aynaları arasındaki mesafede son derece küçük değişimleri kaydederken, Dünya kaynaklı pek çok etkinin yarattığı muazzam paraziti perdeleme yeteneği olacak. Aslında tüm projenin başarısı bu yeteneğe bağlı. Çünkü herhangi bir anda birleşerek kütleçekim dalgaları yayımına neden olacak ikili nötron yıldızı sistemleri, Dünya'ya yüz milyonlarca ışık yılı uzaklıkta olabilir. Bu uzaklıktan gelen bir kütleçekim dalgasının da Dünyamız yakınlarında uzayın düzgünlüğünü bir milyar kere trilyonda bir ölçeğinde dalgalandırması beklenebilir. Bunun anlamı, LIGO gözlemevlerinin çapraz tünellerinin uçlarındaki aynaların birbirlerine göre konumlarının, ancak metrenin milyar kere milyarda biri ölçeğinde değişmesi. Bu mesafeyse, bir atom çekirdeğinin çapından 1000 kez daha küçük. Ne var ki, dalganın cephesi ayna yüzeyinde hemen her atoma çarpıp yansyacağından ve ayna yüzeyinde de trilyon kere trilyonlarca atom bulunduğundan, aynanın yönünde atom ölçeğinin altındaki değişimleri bile saptamak olası. Ama gene de aynaların Dünya kaynaklı titreşimlerden ve akustik etkilerden yalıtılması gerekiyor. Kütleçekim dalgalarının saptan-

masını engelleyebilecek başka bir sorun da aynalardaki ve bunları boşlukta tutan teller üzerindeki atomların rastgele hareketleri. Hatta tünellerde gidip gelen lazer ışığının da tek tek fotonlardan oluşması bile, düzeneğin optik dengesini etkiliyor.

Proje yöneticilerini, birbirlerinden 3000 kilometre uzakta iki gözlemevi kurmaya yönelten etmen, Dünya kaynaklı etkileri ayıklamak gerekliliği. Her iki LIGO gözlemevinin de çalışmaya başlamasıyla araştırmacılar, ancak her ikisinde de gözlenen "olay"ları



İkili nötron yıldızları (ya da karadelikler) gibi yoğun cisimlerin birleşmelerinin üç aşaması, alt sıradaki dalganın biçimi tarafından eleveriliyor. a) Yoğun cisimler birbirlerine yaklaştıkça, yörünge periyodu saniyenin %1'nin altına iniyor ve yaklaşmayla ortaya çıkan kütleçekim dalgalarının büyüklüğü ve frekansı aniden yükseliyor. b) Birleşme anının modeli tam olarak çıkartılmadığından, dalganın bu aşamadaki biçimi pek bilinmiyor. c) Birleşmenin ardından, yoğun çalkantı geçirmiş uzay-zaman bölgesi, üzerine vurulan bir çanın çınlamasına benzer bir süreçle rahatlıyor.



Üstte: Kütleçekim dalgaları, uzayı dört kutuplu bir biçimde, aynı anda iki eksen üzerinde uzatıp kısaltıyor. (Buna karşılık, örneğin bir radyo vericisine yayımlanan iki kutuplu elektromanyetik dalgalar tek bir düzlem üzerinde ters yönlü olarak dizilmiş ardışık elektrik alanlarından oluşuyor). Alttı: Bir an için kendinizi Dünya'ya çarpan kütleçekim dalgalarının kaynağında duruyormuş gibi düşünün. Bulunduğunuz noktadan, kütleçekim dalgalarının çarpıttığı Dünyamız, resimlerdeki gibi görünecektir. Temsili resimdeki çarpılmalar, gerçekte olabileceğın binlerce kat abartılmış biçimi.

inceleyip, yerel kaynaklı öteki girişim değişimlerini görmezden gelebilecekler. Hanford'daki araştırmacılar yerel etkilerce aldatılmamak için ek bir önleme daha başvuruyorlar. Aynı gözlemevinde ikinci bir girişimölçer düzeneği kurulacak. Ancak bunun çapraz kolları iki kilometre uzunlukta olacak. Nedeni, bir kütleçekim dalgasının, yolu üzerindeki tüm "cetvelleri" sabit bir oranda uzatıp kısaltması. Böyle olunca da dalganın geçtiği 2 km uzunluğundaki girişimölçerdeki uyum bozulması, 4 km uzunluğundakinin tam yarısı kadar olacak. Bu oranı belirleyen gözlemciler, ancak bu durumda bir kütleçekim dalgasından haberdar olabilecekler.

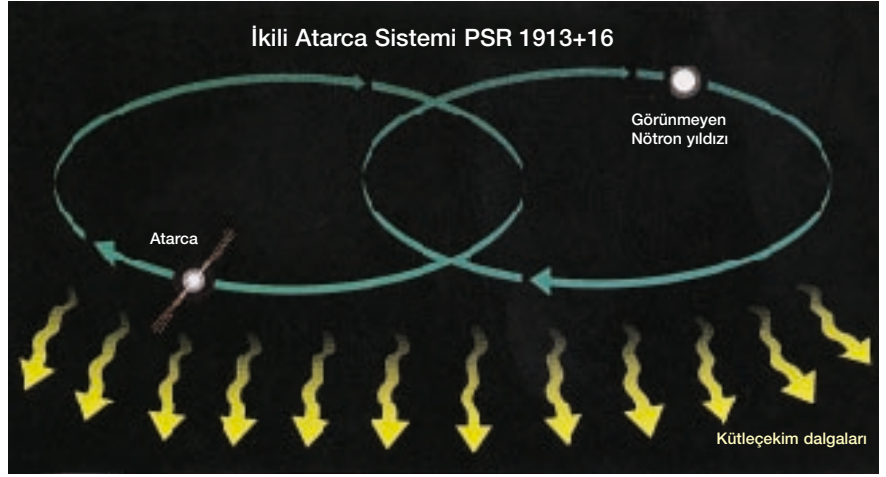
Ligo araştırmacılarının umutlarını bağladıkları olaylar, iki nötron yıldızının, bir nötron yıldızı ve bir karadeliğın, ya da iki karadeliğın oluşturduğu sistemlerin bozunması ve son derece ağır ve yoğun bu kütlelerin birleşmesi. Daha önce görüldüğü gibi ancak bu uç yoğunluk ve kütledeki cisimler, Dünyamızdan belirlenebilecek güçte kütleçekim dalgaları yayımlayabiliyorlar. Böyle cisimler tek başlarına bile görece ender görülüyor. Bunların ikili sistemler oluşturmaları ve birleşmeleri daha da ender olaylar. O halde neden ille de bunlar gerekli? Nedeni, Einstein'ın hesaplarına göre kütleçekim dalgalarının, ancak iç hareketleri küresel simetriden yoksun sistemlerce yayımlanabilmesi. Dolayısıyla bir yıldız, mükemmel bir küresel simetriyi bozan "pürüzlere" sahip olmadıkça, ne kadar hızlı dönerse dönsün, kütleçekim dalgaları yayımlayamaz. Gü-

neş'imize ve öteki benzerlerine bakınca bunların pürüzsüz olmadıklarını, üzerlerinde büyük parlamalar, plazma fışkırmaları gibi büyük pürüzler bulunduğunu görüyoruz. Ancak bunlar bize ne kadar büyük görünürse görünsün, sonuçta bu pürüzlerin kütlesi yıldızlarının kütlesine göre çok küçük olduğundan normal yıldızların uzaktan farkedilebilir bir kütleçekim dalgası yaymaları beklenemez.

Dev kütleli yıldızların çöken merkezlerinin oluşturduğu ve Güneş külesinden daha büyük bir kütleli 10-20 km çaplı bir küreciğe sıkışmış olduğu nötron yıldızlarıysa, neredeyse mükemmel küreler ve bunların dönüş hareketleri de olağanüstü düzgün. Dolayısıyla tek başlarına çok uzaklardan farkedilebilecek kütleçekim dalgası oluşturmak için pek uygun kaynaklar değiller. Ama bunlar ikili bir sistem oluşturduklarında, yoğun kütleleri ve küçük boyutlarının sağladığı muazzam kütleçekimi bunların yörüngesel enerjilerini etkiliyor ve iki nötron yıldızı giderek birbirlerine yaklaşıyorlar. Ortak kütleçekim merkezi etrafında artan hızlarla dolanan –birleşme öncesinde bu hız ışık hızına yaklaşıyor– nötron yıldızları, tümüyle birleşip karadelik oluşturmadan önce çok kısa süreyle su kabağı gibi uzamış bir görünüm alıyorlar ve bu sırada güçlü kütleçekim dalgaları yayımlıyorlar. Birleşen karadeliklerin de, çok daha güçlü olmak üzere aynı süreci yaşadıkları sanılıyor.

Görüldüğü gibi bu türden olaylar, sıkça rastlanılardan değil. Bu nedenle araştırmacılar bir yandan LIGO gibi araçlarla Kütleçekim dalgalarını saptamaya çalışırken, bu dalgaları ürettiği düşünülen dinamiği daha iyi kavramak için modeller geliştirmeye çalışıyorlar. Ama, çok güçlü süperbilgisayarlarla bile nötron yıldızı birleşmelerinin dinamiği ancak çok kaba genellemelerle belirlenebiliyor. Güçlük, gene

Gerek canlı gerekse ölü yıldızlar kütleçekimi ve dış yönelimli basınç biçimleri arasında birer savaş alanıdır. Kuvvet dengesi yıldızların boyutlarını belirler. Güneş gibi canlı ve sıradan bir yıldızda basınç gazdan kaynaklanır ve merkezdeki tepkimelerle yönetilir. Bu tür yıldızların çökmesiyle oluşan beyaz cücelerde basınç, elektronların üstüste yığılmasıyla oluşan dejenere basınçtır. Büyük kütleli yıldızların patlamasıyla oluşan nötron yıldızında atomlar ezilir ve çekirdekleri biraraya gelir. Bir kara delikte ise dışa doğru bir basınç yoktur; kütleçekimi engellenemez ve yıldız, olay ufku diye bilinen bir daha geri çıkılamayacak bir yüzeyin merkezinde matematiksel bir nokta haline gelir.



Kütleçekim dalgalarının varlığına ilişkin inandırıcı ama dolaylı bir kanıt PSR 1913+16 adlı ikili nötron yıldızı sisteminde geldi. Sistem üzerinde yapılan gözlemler, yıldızların düzenli olarak birbirlerine yaklaştıklarını ortaya koydu. Araştırmacılar, bunun yıldızlarca yayımlanan kütleçekim dalgalarının, iki yıldızın ortak çekim merkezi çevresindeki yörünge hareketlerini etkilemesine bağladılar. Keşif, gökbilimciler Joseph Taylor, Russell Hulse'a 1974 yılında Nobel Ödülü kazandı. Nötron yıldızlarının birleşip bir karadelik oluşturmalarını gözlemek için, ne yazık ki 200 milyon yıl beklememiz gerekecek.

genel görelilik kuramının öngörülerinden kaynaklanıyor. Hepimizin bildiği gibi genel göreliliğin temel önermelerinden biri, kütleçekiminin, uzay-zamanın eğriliğinin bir sonucu olması. Einstein'ın kuramına göre kütle uzay-zaman dokusunu büküyor ve bu bükülme de kütlelerin hareketlerine yön veriyor. Genel göreliliğin daha az yaygınlıkta bilinen bir çıkarımı da "sürüklenme etkisi". Büyük kütleli bir cismin dönerken, çevresindeki uzay zamanı da etrafında sürüklenmesi. Bu etki, iki-

li nötron yıldızlarının birleşmesi öncesinde olay yerini fırtınalı bir denizdeki anafora benzetiyor. Birleşmenin dinamiğini belirlemek, bu nedenle bir hayli güç. Genel göreliliğin son derece karmaşık denklemlerini, böyle hareketli bir ortama uygulamanın zorluğu karşısında, Washington Üniversitesi fizikçilerinden Wai-mo Suen, uluslararası bir ekiple çalışarak özel bir algoritma geliştirmiş. Üstelik Suen ve ekibi, teknoloji harikası yeni paralel bilgisayarlar kullanıyorlar. Bunların 500 kadar silikon "beyni" aynı anda işlem yapıyor. Gene de sorun tümüyle çözülmüş değil. Suen, "Bir nötron yıldızını uzayda iletirmeye çalışırken yeterince dikkat göstermezseniz koordinat çizgileri spagetti haline geliyor" diyor.

Gene de LIGO araştırmacıları umutlular. Onlara göre bu yeni "antenneler" radyoastronominin yaptığı gibi evrene açılan penceremizi olağanüstü genişletebilir. "Öğrenmek istediklerimizin yanıtlarını duymak istiyorsak, boşluğa sürekli kulak vermek zorundayız" diyorlar. "Bugün kütleçekim dalgalarının şarkısı, karanlık bir konser salonunda dinlenmeyi bekliyor; Ama dinleyiciler salonda toplanmaya başladı. Yarın bize kozmik bir senfoninin notalarıyla çınlayan yeni bir gökyüzü vaat ediyor."

Derleyen: Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Sanders, G. H., "LIGO: An Antenna Tuned to the Songs of Gravity, Sky&Telescope, Ekim 2000
Frank, A., "Teaching Einstein to Dance: The Dynamic World of General Relativity", Sky&Telescope, Ekim 2000
Kennefick, D., "Gravitational Waves: A Prehistory", Sky&Telescope, Ekim 2000

3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği

Önce, Ekim 1998'de Bakırlitepe'de; ardından Ekim 1999'da Ürgüp Mustafapaşa'daki Golgoli Tepesi'nde, sonra Eylül 2000'de yeniden Bakırlitepe'de gökyüzü tutkunları bir araya geldi. Onları bir araya getiren, Bilim ve Teknik'in düzenlediği ulusal gökyüzü gözlem şenlikleriydi.

Gökbilime sayfalarında her zaman önemli yer ayıran Bilim ve Teknik, bu bilimle amatörce ilgilenenlere de her fırsatta destek olmaya çalışıyor. Bilim ve Teknik olarak, gökyüzü tutkunlarına yaptığımız desteği pekiştirmenin yolunu ararken, bundan yaklaşık iki buçuk yıl önce bir gözlem şenliği düzenleme düşüncesi oluştu. Öncelikle, yurt dışında sıkça yapılan ve herkesin teleskopunu kapıp geldiği "yıldız partisi" benzeri bir etkinlik yapmayı düşündük. Ancak, okuyucularımızdan o güne kadar gelen istekleri de değerlendirdiğimizde, pek çoğunun gökyüzüne ilgi duymakla birlikte, bir yol gösterici olmadığından onunla yeterince tanışmadığı kararına vardık. Bunun için, en iyisi, gökyüzüne ne düzeyde olursa olsun ilgi duyan; ancak onunla bir türlü tanışma fırsatı bulamamış okuyucularımızı; amatör ve profesyonel gökbilimcileri bir araya getirmenin iyi bir çözüm olacağını düşündük.

Şenlik düşüncesinin ortaya çıkışının ardından, ilk şenliğin nerede yapılacağına karar vermek hiç de zor olmadı. Bunun için en uygun yer, ülkemizin en büyük teleskopunun yer aldığı; Antalya Bakırlitepe'de henüz açılışı yapılmış olan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ydi. Konuyu gözlemevi yetkililerine ilettiğimizde, onlar da bu



düşünceyi hemen benimsedi ve şenlik hazırlıkları için hep birlikte kolları sıvadık.

1. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, yaklaşık 450 kişinin katılımıyla 16-18 Ekim 1998 tarihleri arasında yapıldı. Şenlik süresince, katılımcılara gözlemevi tanıtıldı, çeşitli konularda bilgilendirici seminerler verildi, stantlar açıldı, uzman gözlemciler eşliğinde çıplak gözle ve teleskoplarla gökyüzü gözlemleri yapıldı. Katılımcılar memnun ayrıldı şenlikten. Bunun en iyi göstergesi, Bakırlitepe'ye gelen katılımcıların çoğunun 2. şenliğe de gelmesiydi.

İkinci şenliği, çok önemli kültür ve tarih değerleri olan bir yerde, Kapadokya bölgesinde yapmayı karar-

laştırdık. Yaptığımız keşif gezileri ve görüşmeler sonucunda, en uygun yerin Ürgüp'ün Mustafapaşa belesindeki Golgoli Tepesi etekleri olduğuna karar verdik. Önceki şenliğin deneyimi, yöre halkının ve yöneticilerinin büyük desteği Golgoli Tepesi'nin doğa ve tarihle iç içe ortamıyla birleşince, çok başarılı bir etkinlik çıktı ortaya. Ekip olarak, biz de (uzman gözlemciler, hocalarımız ve Bilim ve Teknik ekibi), gecelerce uyumamanın yorgunluğuna karşın, katılımcılar kadar, hatta onlardan daha da çok zevk aldık bu şenlikten.

İlk şenliğe katılamayan ya da katılıp da 2500 metre yükseklikteki Bakırlitepe'deki gökyüzünü unutamayan okuyucularımızın istekleri doğrultusunda, 3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği'ni ilkinde olduğu gibi, yine burada yapmaya karar verdik. Nitekim, 1-3 Eylül tarihleri arasında yapılan şenliğin duyurusunun Bilim ve Teknik'te yayımlanmasının ardından gelen başvurular, bu yıl da geçen şenliklerdeki gibi, gökyüzü tutkunlarının büyük bir heyecanla şenliği beklediğini gösterdi bize.

İlk şenliğin deneyimi, soğuğa karşı bir önlem olarak, seminerler ve dinlenme için kapalı bir alana gereksinim olduğunu söylüyordu bize. Bu nedenle, sadece gözlemevi gezisi ve erkenden battıkları için Ay ve Venüs gözlemleri Bakırlitepe'nin doruğuna yakın bir yerde bulunan TUG'da yapıldı. Etkinliklerin geri kalanı, yani büyük bölümü, Bakırlitepe'nin eteğinde yer alan ve gözlemevine kuş uçuşu sadece 700 metre uzakta yer alan Saklıkent'te gerçekleştirildi. Saklıkent, bir yerleşim yeri olmasına karşılık, da-



Gözlem Şenliği'nde görev alan uzman gözlemciler.



Şenlik süresince, çeşitli konularda konuşmalar yapıldı. Bunlar arasında, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Müdürü Prof.Dr. Zeki Aslan'ın verdiği Işık Kirliliği konulu konuşma da yer alıyordu.

ha çok kış turizmüne yönelik bir yer olduğundan yazın çok az yerleşim var. Bu nedenle, gökyüzü gözlemlerini etkileyecek herhangi bir olumsuz durum söz konusu değil. Ayrıca, 1900 metre yüksekliğe sahip Saklıkent, neredeyse Bakırlıtepe'dekini aratmayan bir gökyüzüne sahip.

Saklıkent'teki etkinlikler süresince, Bakırlı Motel'in tesisleri kullanıldı. Katılımcılar, burada, kapalı alanda dinlenme, yeme-içme ve konaklama olanaklarından yararlandı. Ayrıca, seminerler de motelin salonunda gerçekleştirildi.

Şimdi gelelim gözlem gününe... Şenlik için Antalya'daki buluşmanın ardından, katılımcılar midibüslerle Saklıkent'e, buradaki küçük bir molanın ardından Bakırlıtepe'ye, TUG'a taşındılar. Saklıkent'teki molanın amacı, katılımcılara, TUG'daki soğuk hava koşullarına karşı hazırlanma fırsatı vermektir. Çünkü, buradaki hava sıcaklığı, Antalya'dakinden 20-25°C daha düşüktür.

Saklıkent'ten yaklaşık 500 metre daha yüksekte yer alan TUG'a götürülen katılımcılar, gözlemelerini ve buradaki teleskopları görme ve tanıma fırsatını buldular. Ayrıca, burada, başka teleskoplarla Ay ve Venüs gözlemleri yapıldı. TUG gezisinin ardından katılımcılar Saklıkent'e, etkinliklerin geri kalanının ve gözlemlerin yapılacağı Bakırlı Motel'e döndüler.

Şenliğin ilk günü, motelin bahçesinde, küçük bir açılış töreni; ardından da bir kokteyl yapıldı. Açılışta, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Namık Kemal Pak ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Müdürü Prof. Dr. Zeki Aslan, katılımcılara birer "hoş geldiniz" konuşması yaptılar. Ardından,

şenliğin olağan programına geçildi. Şenlik programı dahilinde, ilk bilgilendirici konuşmayı Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nden Prof. Dr. Zeynel Tunca yaptı. Zeynel Hoca, biraz sonra gökyüzü gözlemine çıkacak katılımcıları gökyüzü ve gökyüzü hakkında bilgilendirdi. Katılımcılar, bu konuşmanın ardından, çok daha büyük bir heyecanla çıktılar gökkubbenin altına.

Seminer bittiğinde, hava tümüyle kararmıştı ve katılımcılar dışarıya, teleskopların başına davet edildi. Önce, bir kuşak gibi gökyüzünü boydan boya saran Samanyolu karşıladı onları. İlk gözlem yaklaşık iki saat sürdü. Bu sürede katılımcılar, seminerde sık sık değinilen yıldızlar, takımyıldızlar, yıldız kümeleri, bulutsular ve gökadalaları kendi gözleriyle görme, tanıma fırsatını buldular. En az katılımcılar kadar heyecanlı ve coşkulu uzman gözlemciler, teleskopları yönelttikleri gök cisimleri hakkında bilgiler verdiler, soruları yanıtladılar.

İlk gözlemin ardından kısa bir mola verildi ve bunun ardından yeniden konuşmalara geçildi. ODTÜ Fizik Bölümü'nden Dr. Sinan Kaan



Şenliğin ardından teleskoplar toplandı. Bazen hangi parçanın nereye gireceği bir bilmeceye dönüşebiliyor. Sinan ve Eray, şenliğin yorgunluğunun ardından sabaha karşı bu bilmeceyi çözmeye çalışıyorlar.

Yerli, amatör gökbilimcilikten ve amatör gökbilimcilerin neler yaptığından kısaca söz etti. Ayrıca, amatör gökbilimcilerin kendi çabalarıyla çıkardığı Gökyüzü dergisine değindi. Öteki seminer konuları arasında, Zeynel Tunca'nın TUG tarihçesi; TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Uzay Teknolojileri Bölümü'nden Prof. Dr. Mehmet Emin Özel'in Yerdışı Yaşam Araştırmaları; Bilim ve Teknik'ten Raşit Gürdilek'in Güneş Sistemi Dışındaki Gezegenler başlıklı konuşması yer aldı.

Bu konuşmaların ardından, sıra geldi gezegen gözlemlerine. Gökyüzünün iki dev gezegeni, Jüpiter ve Satürn, gece yarısından sonra ufuktan yükseliyordu. Bu iki gezegen; gecenin ilerleyen saatlerinde birer birer doğu ufkundan yükselen takımyıldızlar ve onların içerdiği gök cisimleri gözlemlendi.

Bu gözlemin ardından, şenlik sona erdi. Dileyen katılımcılar onları getiren midibüslerle Antalya'ya döndü. Bazı katılımcılar, Saklıkent'teki motel ve pansiyonlarda kalmayı yeğlerken, bazıları da kamp kurdu.

Şenlik süresince, davetlimiz olarak gelen Meade teleskoplarının Türkiye temsilcisi olan Optronik ve Celestron teleskoplarının temsilcisi İnteroptik birer stant açtılar.

Şenlik süresince, organizasyonun başından sonuna değin bize yardımcı olan Zeynel Tunca ve İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölüm Başkanı Dursun Koçer'e; tüm uzman gözlemcilere ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi yetkililerine ve çalışanlarına teşekkür ediyoruz.

Alp Akoğlu



Gökyüzündeki Bütün Yollar...

Eski zamanların ünlü bir sözü vardır: “Bütün yollar Roma’ya çıkar.” Bunu gökyüzüne uyarlarsak, sonbahar geceleri için biz de şunu söyleyebiliriz: “Bütün yollar Kanatlı At’ın Büyük Kare’sinden çıkar.”

Büyük Kare, Büyük Ayı Takım-yıldızı gibi, gökyüzüne başımızı kaldırdığımızda hemen tanıyıverebileceğimiz şekillerden biridir. Birbirine yakın parlaklıklarda dört yıldızın oluşturduğu bu kareye “büyük” denmesinin nedeniyse, gökyüzünde gerçekten genişçe (bir kenarı yaklaşık 15°) alana sahip olmasıdır. Büyük Kare, başlı başına bir takımyıldızı değil; Kanatlı At Takımyıldızı’nın gövdesini oluşturur.

Büyük Kare, pek de parlak olmayan yıldızlardan oluştuğu halde, gökyüzünde kolayca bulunabilir. Bunun en önemli nedeni, çevresindeki ve içindeki yıldızların onu oluşturan yıldızlardan çok daha sönük olmalarıdır. Ekim ayında, gece yarısına doğru, Büyük Kare, başucuna oldukça yakın, biraz güneyde yer alır. Gökyüzüne baktığınızda onu kolaylıkla tanıyabilirsiniz.

Karenin kuzey-doğu köşesini oluşturan yıldız, Alferatz ya da bir başka adıyla Sirrah, 2.1 kadir parlaklıktadır. Kuzey batı köşeyi oluşturan yıldız, Scheat, kararsız değişken bir yıldızdır ve ortalama 2.4 kadirle parlar. Güneybatı köşedeki yıldız, Markab, 2.5; güneydoğu köşedeki yıldız Algenib’se, 2.8 kadir parlaklıklardadır.

Yukarıda, “Bütün yollar Kanatlı At’ın Büyük Kare’sinden çıkar” demiştik. Bunun nedeni, bu karenin yıldızlarını kullanarak çizeceğimiz çeşitli doğruların bizi gökyüzündeki bazı parlak yıldızlara götürmesidir. Bu biçimde çizeceğimiz neredeyse her doğru, bizi önemli bir yıldızya götürür.

Önce, doğu kenarından kuzeye uzanan bir doğru çizerek başlayalım. Çizdiğimiz bu doğru neredeyse 0° sağ açıklıkla çıkar. Buradan, **Beta (β) Kraliçe**’nin hemen yanından geçerek **Kutup Yıldızı**’na gidilebilir. Kraliçe Takımyıldızı da bu ay en iyi gözlenebilecek takımyıldızlar arasında yer alıyor. Karenin aynı kenarını bu kez ters yöne, yani güneye doğru uzattığımızda, Balina Takımyıldızı’nın pek de parlak olmayan

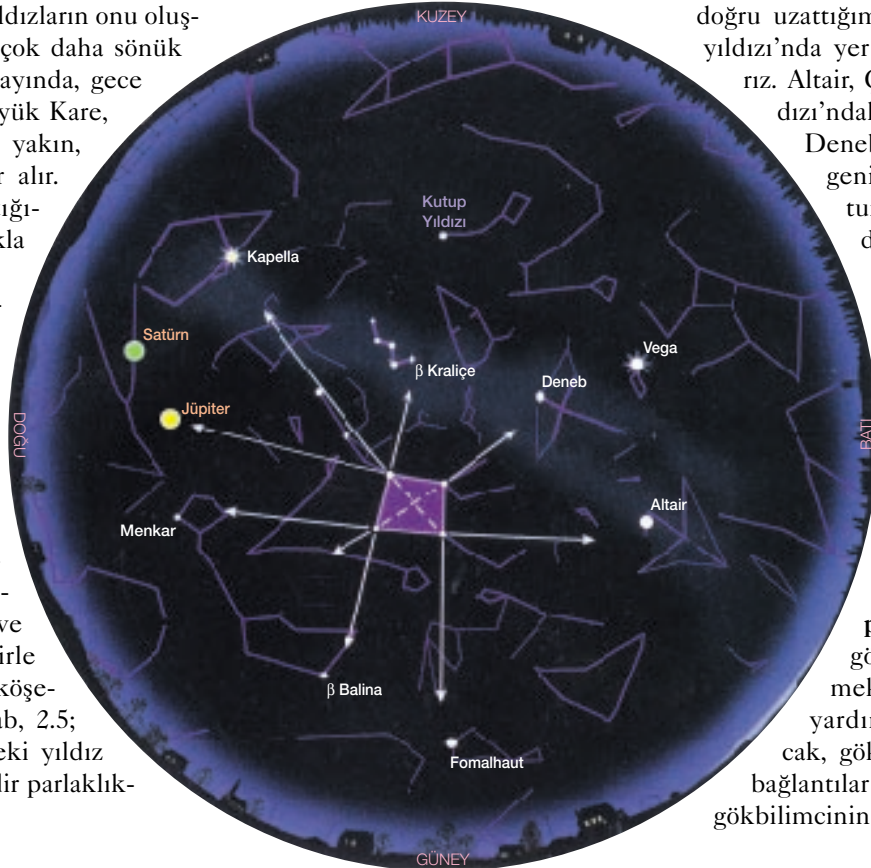


“parlak” yıldızlarından birine, **β Balina**’ya ulaşabiliriz.

Şimdi gelelim batı kenara. Bu kenarı gösterdiği doğrultuda izleyerek iyice güneye inersek, Güney Balığı’nda yer alan parlak yıldız **Fomalhaut**’a ulaşırız. Yaklaşık bir kadir parlaklığa sahip olan bu yıldız Ekim ayında en yüksek konumuna ulaşıyor.

Karenin güney kenarını batıya doğru uzattığımızda, Kartal Takımyıldızı’nda yer alan **Altair**’e ulaşırız. Altair, Çalgı (Lir) Takımyıldızı’ndaki Vega ve Kuğu’daki Deneb’le birlikte yaz üçgeninin köşelerini oluşturan yıldızlardan biridir. Aynı kenarı ters yöne, doğuya uzattığımızda, Balina’nın parlak yıldızlarından, **Menkar**’a (α Balina) ulaşırız.

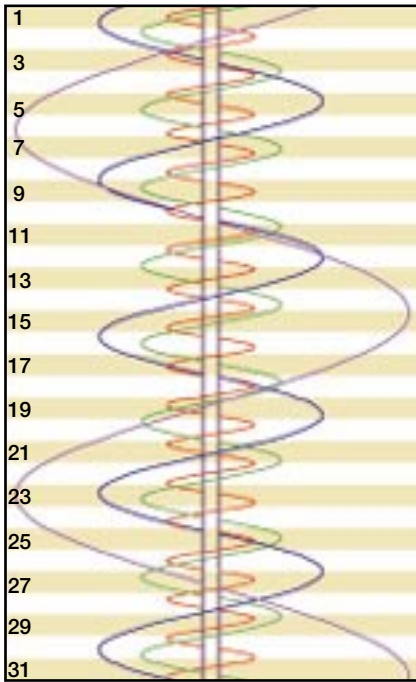
Bu ayın sürprizi, Büyük Kare’nin kuzey kenarını doğuya doğru uzattığımızda, karşımıza çıkan gökcismi **Jüpiter**. Gerçi, Jüpiter’i gökyüzünde bulabilmek için bu türden bir yardım gerekmiyor. Ancak, gökyüzünde bu türden bağlantılar kurmak, her amatör gökbilimcinin hoşuna gider. Doğal



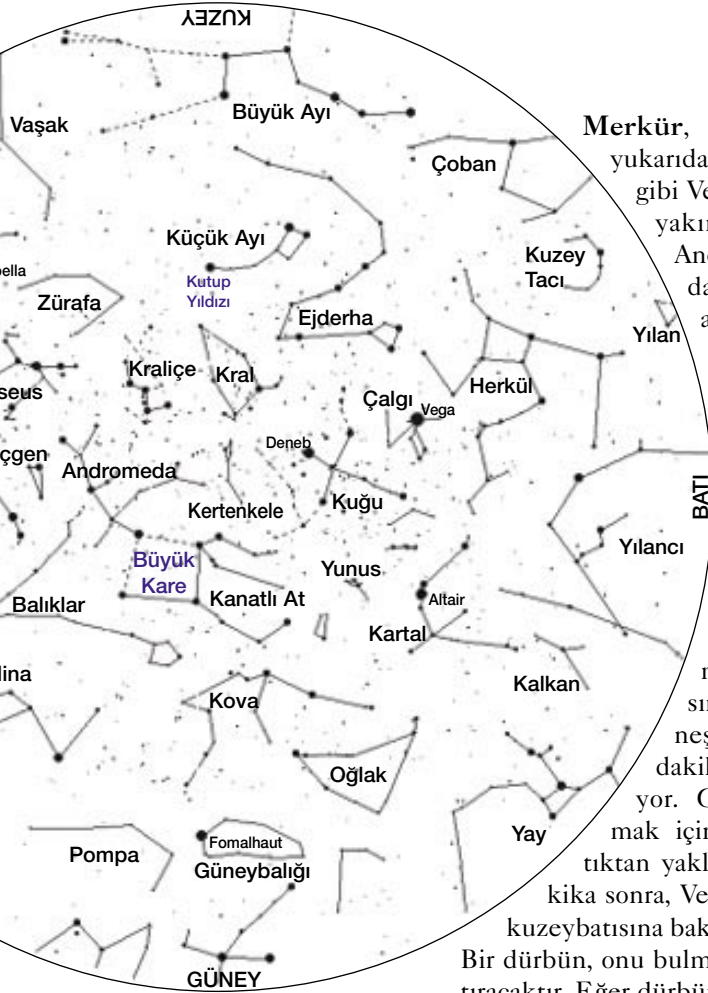
olarak, Jüpiter'in gökyüzündeki konumu değiştiğinden bu doğru her zaman bizi ona götürmez.

Şimdi de köşegenlere bakalım. Güneybatı köşesinden kuzeydoğu köşesine doğru çizeceğimiz köşegeni uzatırsak, Arabacı'da yer alan ve gökyüzünün en parlak yıldızlarından biri olan **Kapella**'ya ulaşırız. Öteki köşegeni, güneydoğu köşesinden kuzeybatı köşesine doğru çizeceğimiz köşegeni, uzattığımızda, Kuğu'nun en parlak yıldızı **Denéb**'e ve biraz daha ilerlediğimizde, Çalgı'nın en parlak yıldızı **Vega**'ya ulaşırız.

Sözünü ettiğimiz tüm bu yıldızlar, bu ayın gökyüzü haritasında görülebilir. Yukarıda, gökyüzünün genel görünümünü veren haritaya bu



Ekim ayında Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak da bilinen dört büyük uydusunun gezegene göre konumları. Bu uyduları, bir dürbün yardımıyla bile gözleyebilirsiniz.



1 Ekim 2000 Saat 23⁰⁰; 15 Ekim 2000 Saat 22⁰⁰;
31 Ekim 2000 Saat 20⁰⁰'de gökyüzünün genel görünüşü
(Not: 29 Ekim'de ileri saat uygulaması sona erecek)

türden yol gösterici çizgileri çizerse-niz, sizi biraz yanıltabilirler. Çünkü, kubbe (yarım küre) biçiminde olan gökyüzünü kağıda aktarıırken biçimi bir miktar bozulur. Gökyüzüne bir cetvel ya da iki elinizle gerdığınız bir ip tutarsanız, bu yol göstericilerin gerçekte ne kadar doğru gösterdiğini görebilirsiniz.

Ayın Gök Olayları

Ekim ayı, Venüs ve Merkür buluşmasıyla açılıyor. Akşam gökyüzünde, güneybatı ufku üzerinden bulunan **Venüs**, hâlâ çok alçakta. Gezegen, ayın başında, Güneş'ten yaklaşık 45 dakika sonra batıyor. Bu nedenle gezegeni görebilmek için, Güneş battıktan yaklaşık 30-40 dakika sonra, ufku açık bir yerden gözlem yapmak gerekiyor. İlerleyen günlerde, gezegeni gözlemek daha da kolaylaşacak. Ayın sonunda, Güneş ve Venüs'ün batış saatleri arasındaki fark, iki saate yaklaşacak. Gezegenin parlaklığı, ay boyunca ortalama -4 kadir civarında.

Merkür, ayın başında yukarıda değindiğimiz gibi Venüs'e oldukça yakın konumda. Ancak gerek ondan biraz daha alçakta bulunması gerekse ondan çok daha sönük olması nedeniyle, gözlenmesi daha zor. Gezegen, 6 Ekim'de, en büyük uzanımında olduğu sırada bile, Güneş'ten sadece 45 dakika sonra batıyor. Gezegeni bulmak için, Güneş battıktan yaklaşık 30-35 dakika sonra, Venüs'ün hemen kuzeybatısına bakmak gerekiyor.

Bir dürbün, onu bulmanızı kolaylaştıracaktır. Eğer dürbününüz yeterince geniş açıya bakıyorsa iki gezegeni birden dürbünün görüş alanında görebilirsiniz. Ayın ortalarından sonra gezegen hızla Güneş'e doğru ilerleyeceğinden artık gözlenemeyecek.

Jüpiter ve **Satürn**, en iyi gözlenebilecek gezegenler. Jüpiter, Satürn'e oranla daha parlak ve ondan biraz daha sonra doğu-kuzeydoğu ufkundan yükseliyor. Gezegenlerin arası yaklaşık 10 derece kadar. İki gezegen, Boğa'nın kırmızı yıldızı **Aldebaran**'la birlikte güzel bir üçlü oluşturuyor. Aslında, onların hemen üzerinde duran **Ülker** açık yıldız kümesini de unutmamak gerek. 16-17 Ekim gecesi, **Ay** da onlara katılacak.

Mars, yaklaşık 1,8 kadirlik parlaklığıyla, sabah gökyüzünde yer alıyor. Gezegeni görebilmek için, hava aydınlanmaya başlamadan hemen önce doğu ufkuna bakmak gerekiyor. Onun biraz üzerinde yer alan parlak yıldız, Aslan'daki **Regulus**.

Uydumuz **Ay**, 5 Ekim'de ilk dördün, 13 Ekim'de dolunay, 20 Ekim'de son dördün, 27 Ekim'de yeniay evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu

Mermiden Hızlı Denizaltılar

Düşünün ki bir Concorde uçağındasınız. Rahatça koltuğunuza oturmuş Mach 2'yle, yani sestten iki kat daha hızlı bir şekilde Atlantik Okyanusu'nu geçiyorsunuz. Bir yandan manzarayı seyrederken bir yandan da ikram edilen şampanyayı yudumluyorsunuz. Nasıl, hoş değil mi? Bu sırada sizin pek gözünüze çarpmıyor ama aşağılarda, denizin altında gri, ince, kalem benzeri bir araç uçağınıza yetişiyor ve onu geçiyor. Sakın şaşırmayın, bu sestten hızlı giden bir denizaltı.

ASLINDA böyle bir araç henüz gerçek değil, yalnızca bir kurgu. Bununla birlikte teknoloji böyle bir aracı yapabilecek düzeyde. Hatta Rus denizaltılarında biri bunu gerçekleştirebilecek torpidolar taşıyor. Aynı teknik deniz altı mayınlarını yok edecek silahlar için de düşünülüyor. Bu yöntemle su kızaklarının ve su üstü gemilerinin hızlarını artırmak da olası. En önemlisi de bu teknikle su altında saatte binlerce kilometre hızla gidebilecek ve yine de kuru kalacak araçların yapılabilir olmaları. Bu işin püf noktasını uzakta aramanıza gerek yok. İşin sırrı elinizde tuttuğunuz şampanya kadehinde. Tıpkı şampanyanın içindeki gibi hava kabarcıklarında yatıyor bu işin püf noktası.

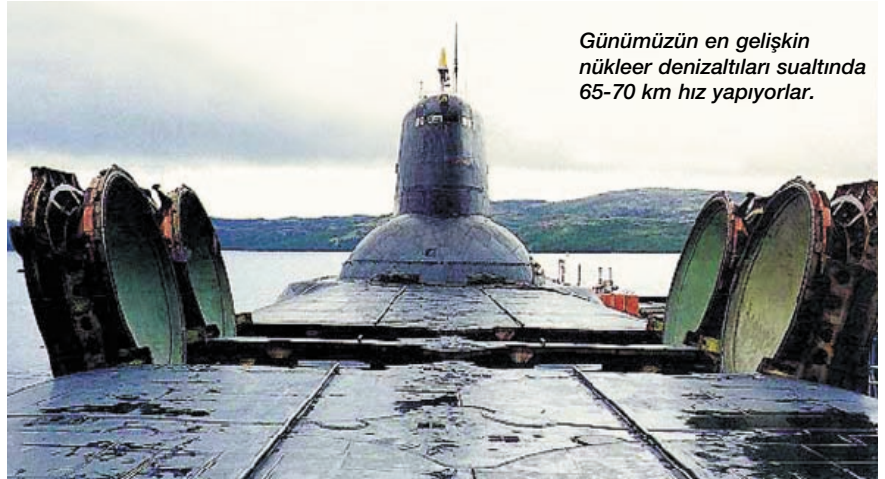
Diğer birçok garip fikir gibi sestten hızlı giden bir denizaltı yapma düşüncesi de soğuk savaş sırasında ortaya atılmıştı. 1960'larda Sovyetler Birliği'nin elinde denizaltıları oldukça yavaş terk eden torpidolar vardı; bu onlar için bir dezavantajdı. Sorunu çözmek için geleneksel torpido teknolojisini bir adım ileri götürmek yerine Sovyetler, Amerikalılar'ı geride bırakacak radikal bir değişiklik denemeye karar verdiler. Geleneksel torpidoların sorunu sürtünmeydi. Aerodinamik biçimi nasıl olursa olsun herhangi bir nesne sıvıların içinde hareket ederken bir di-

rençle karşılaşır. Bu direncin nedeni nesnenin dış yüzeyinin sürtünmesidir. Sıvı katmanlarını yarmak için gerekli güç nesnenin dış yüzeyindedir. Aynı durum havada da geçerlidir. Ne var ki su, havadan bin kat daha yoğun olduğundan sürtünme de bir o kadar fazladır. Bundan öte, sürtünmeyi yenmek için gereken kuvvet, nesnenin hızının küpüyle orantılıdır. Böylece itici motorlarda yapılan her gelişme, hızda yalnızca önemsiz artmalara neden olmaktadır.

1960'ların başında, Kiev Hidrodinamik Enstitüsü'nden Mikhail Merkulov, çözümün suyun içinde "hava boşluğu açmak"ta (cavitation) yattığını öne sürdü. Bu cesur bir karardı çünkü deniz mimarları için hava boşluğu genellikle bir tehdit olarak görülürdü.

Bangalore'da bulunan Hindistan Bilim Enstitüsü'nden bir akademisyen olan Rudra Pratap, "Bir nesne bir sıvının içinde hızlı hareket ettiğinde, nesnenin bazı noktalarındaki basınç azalır" diyor. Hava boşluğundaki nesneler üzerine çalışan bir dinamikçi olan Pratap'a göre, nesne hızlandıkça üzerine düşen basınç azalır. "Eğer basınç sıvının buhar basıncına eşit olacak denli azalır, sıvı hal daha fazla korunamaz." diye de ekliyor. Sıvıyı sıvı halde tutmak için gereken basınç düştüğünde sıvı moleküller buharlaşacaklar ve bir hava boşluğu oluşacak.

Pompalarda, türbinlerde ve pervanelerde boşluklandırma iki soruna neden olabilir. Birincisi hava kabarcıkları akışın yapısını değiştirebilir ve bu da verimliliği düşürebilir. İkincisi de ka-



Günümüzün en gelişkin nükleer denizaltıları sualtında 65-70 km hız yapıyorlar.

barcıklar yüksek basınçlı bölgelere ulaşır metale çarptığında metalde çukurlar açabilecek şok dalgalarına neden olabilir.

Dev Kabarcık

Oysa durum bu teknikte biraz daha farklı. Belli koşullarda bir kabarcık ya da hava boşluğu, hareket eden nesneyi tamamen içine alacak biçimde şekillendirilebilir. Newton 1687 yılında yazdığı Principia Mathematica adlı eserinde bunun ipuçlarını veriyor; fakat yine de buna ulaşmak çok kolay değil.

Pratap'a göre başlangıç olarak gövde saatte en azından 180 kilometre ya da saniyede 50 metre hızlı olmalı. Bu hızlar normal torpidolar için oldukça uzak rakamlar. Birleşik Devletler Denizaltı Savaş Merkezi'nden (NUWC) John Castano, burun yapısının doğru olması gerektiğini vurguluyor. Aerodinamik bir yapı yerine, kabarcığın içindeki aracın düz burunlu olması gerekiyor. Bu sayede yüksek hızlarda su öyle bir hızla ve açıyla burnun çevresinden geçip gider ki aracın üzerini örtemez.

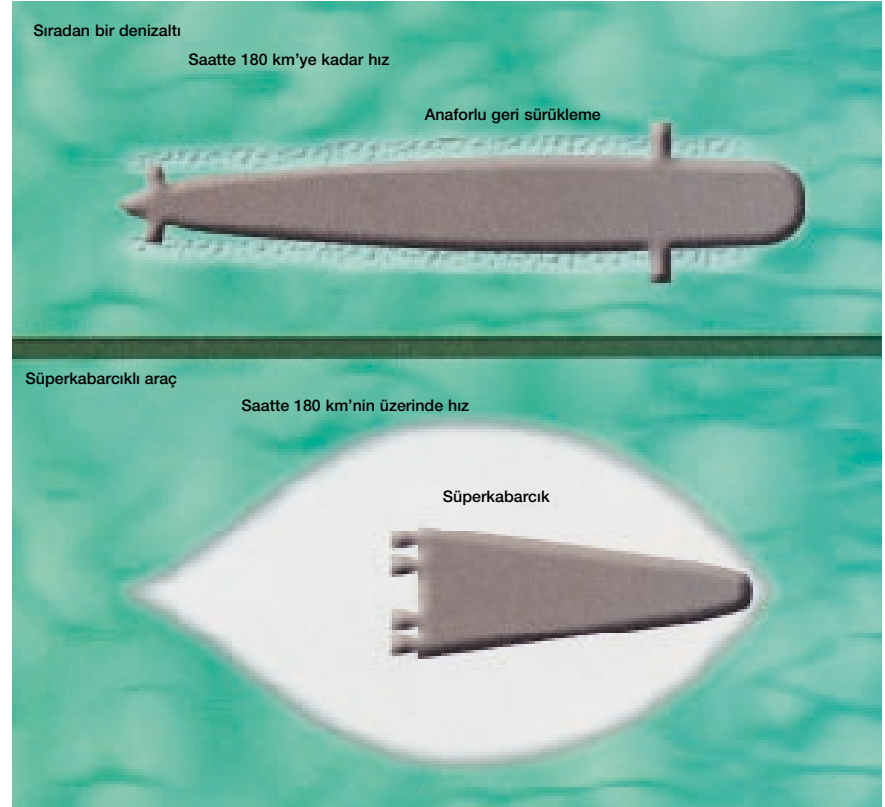
Hava boşluğu içindeki bir cismin sürtünmesi oldukça düşüktür, çünkü dış yüzeyinin direnci neredeyse kaybolmuştur. Nesne su yerine daha düşük yoğunluğu ve viskozitesi olan su buharıyla çevrilir. Böyle bir nesnenin sürtünmeye neden olan tek yeri burun bölgesidir. Yalnızca burnun suyla teması vardır çünkü. "Yine de burada bir denge var." diyor Pratap. Burun ne kadar küt olursa, sürtünme o kadar artar. Bu nedenle en iyi burun tipi hafif eğimli olmalıdır.

Pratap'a göre genel sürtünme hava kabarcığının içine girildiğinde olağanüstü derecede düşüyor ve artık yalnızca hıza bağlı olarak artıyor.

"Bu neden böyle oluyor diye sorarsanız, sizi yanıtlayamam. Bu çok karışık bir durum ve sıvı mekaniği topluluğunun bunu iyi anlayabildiğinden henüz emin değilim."

Ne olursa olsun sonuçlar oldukça açık. Sürtünmenin azaltılmasıyla birlikte yüksek hızlar mümkün oluyor.

Santa Barbara'daki California Üniversitesi'ne bağlı Okyanus Mühendisliği Laboratuvarı'nın müdürü olan Marshal Tulin'se deniz araçlarının ha-



va boşluğu yöntemiyle kolay işler hale getirilebileceğini düşünüyor. Tulin'e göre kızaklı botların kızaklarındaki sürtünmenin azaltılması, onların hızlarını ikiye katlayabilir.

Merculov, Tulin'in çalışmasını gördüğünde hava boşluğu yöntemiyle süper hızlı torpidolar yapılabileceğini anladı. Yalnız bir sorun vardı: aracın yalnızca burnu suya dokunacağı için alışıldık pervaneler bu araçlarda işe yaramayacaktı. Tümüyle yeni bir itiş tekniği bulunmalıydı. Bu sorunun çözümü basitti: Geriye roket motoru takmak. Roketler hava boşluğunda çalışacağı için, suyla ilgili bir sorun yaşanmadan istenen kalitede bir itiş sağlanabilir.

Düşüncede oldukça kolay gibi görünse de çalışan bir torpido yapabilmek zor bir iş. Sağlamlık ve burun kısmının hayli yüksek basınçlara dayanabilecek malzemeye yapılması hiç de kolay değil. Ulaşılan hızlarda hava boşluğunun torpidonun tamamını içine alamaması olasılığı da vardır. Yapılan Rus torpidosuysa burnundan egzosuna kadar sanal bir boşluğun içinde olacak biçimde tasarlandı.

"Eğer nesnenin hızı buhar boşluğundan geçmeye yetecek kadar değilse, kabarcığın içine gönderilecek yapay havalandırma, nesne geçinceye

kadar boşluğu açık tutacaktır." diyor Castano. Staffordshire'daki Keele Üniversitesi'nde bir savunma uzmanı olan Mark Galeotti'ye göre bu torpidoların prototipleri 1980'lerde ortaya çıkmıştı; fakat üzerinde daha çok çalışılmalıydı. "1990'ların başında yalnızca Ruslar düzgün işleyen bir torpido yapabildiler." diyor Galeotti. "Yaygara" anlamına gelen "Shkval" adı verilen bu araç saatte 500 kilometre hıza ulaşabiliyordu. Denizaltıdan muhtemelen mekanik bir mancınk yardımıyla bir ok gibi fırlatılmıştı. Böylece torpido roketin ateşlenebilmesi için hava boşluğunun içine girebilmişti.

Ruslar kendilerine ölümcül bir silah yaptılar. Shkval düşman denizaltıları onlar daha harekete geçmeden saf dışı bırakabilir, ya da bir denizaltı, üzerine gelen torpidolardan onu kullanarak korunabilir. Bununla birlikte Shkval, ardılına göre oldukça hantal sayılır. 1990'ların başında Birleşik Devletler de kendi hava boşluğu programını başlattı. Başlangıç olarak su altı mermileri üzerinde duruluyor. Gelecekte mermiler suya doğru ateşlendiğinde daha bir metre gidmeden, sürtünme yüzünden duraklıyorlardı. NUWC'daki araştırmacılar, boşluklandırıcı içindeki mühimmatın çok yüksek hızlara çıkmaya olanak vereceğini

ve çok daha uzağa ulaşabileceğini biliyorlardı. 1997 yılında bunu denediler. Shkval'ın sahneye çıkışından yalnızca birkaç yıl sonra NUWC araştırmacıları sestten hızlı bir araçları olduğunu ilan ettiler. Dikkatle tasarlanmış düz bir burnu olan kurusıkı mermi, bir su altı silahından ateşlendi. Suda ses duvarını aşan mermi, saatte 5400 ve saniyede 1.5 kilometre hıza ulaştı.

Hareketini sürdürmesi için bir güç kaynağı olmadığı için mermi kısa sürede yavaşladı, fakat bu bir hava kabarcığıyla hızlanmanın mümkün olduğunu göstermesi açısından yeterliydi. NUWC'daki araştırmacılar havada sahip olunan saniyede 2.5 kilometre hızına ulaşmak istiyorlardı ve bu artık onlar için çok uzak bir olasılık değildi.

Böylesine yüksek hızlara ulaşılmasalar da, hava boşluklu mermiler birçok yararlı işte kullanılabilir. Sözgelimi Deniz Kuvvetleri, havadan ateşlendiğinde yeterince derine inmeyen geleneksel mermiler yerine bunları kullanarak mayın temizleme işlemlerini daha verimli hale getirmeyi düşünüyor. Bu bağlamda California'da Deniz Hava Savaşı Silahları tümenine bağlı bir grup mayınlara birer balon uçuruyorlar.

Havadan Hızlı Mayın Temizleme Sisteminde (RAMICS) mermiler standart bir 20 milimetrelilik Gattling silahıyla vuruluyor. Küt koni biçimli burunlarıyla, suyun 350 metre üzerinden lazerle hedeflenmiş ve 12 metre suda giderek hedeflerini yok edebiliyorlar. Deniz Araştırmaları Ofisi (ONR)'nden RAMICS'in proje sponsoru olan Doug Todoruff şöyle diyor: "Çelik bir duvarı delip geçmiştik ve hala patlayıcıları ateşleyebilecek kadar kinetik enerjimiz vardı. Sistem, karada denenmiş halinin çok ötesinde. Havadan, bir Cobra helikopterinden gerçek bir mayının üzerine atılma denemesi gelecek ay için kararlaştırılmış.

Peki ya bir Concorde'dan daha hızlı bir denizaltıya ne dersiniz? Suda bir mermi ateşlemek başka bir şeydir, roket gücüyle ilerleyen bir aracı yüksek hızda kullanmak ve onu hava boşluğu

içinde tutmaya çalışmak başka şey. İkincisi çok daha zordur. Peki uygun hız sınırı ne kadardır?

Ordudaki bilim adamlarının pervanelerle elde ettikleri hızı tartışmaya çok istekli olmadıkları görülüyor. Fakat yine de bir mermi kadar hızlı gide-memelerinin temel bir nedeni yok. Galeotti, "Ruslar Shkval'ı bir son olarak değil bir başlangıç olarak görüyor-lar." diyor. "Bu teknolojinin insanlı araçlarda uygulanmaması için hiçbir neden yok." diye de ekliyor Castano.

Aslında birçok teknolojik engel var bu projede. Bunlardan biri hâlâ güçlü



Nükleer güçle çalışan bir Rus saldırı denizaltısı.

bir itici sisteme gerek duyulması. Alüminyum yakıtlı bir roket bunun çözümlerinden biri olabilir. Oksidasyon için su kullanacağından fazladan oksijen taşımaya gerek duymaz. Böyle bir durumda yanmamış yakıtın hızla alüminyum oksitle kaplanması ve daha fazla reaksiyona engel olması gibi bir sorun yaşanabilir. Bundan kaçınmak için toz haline getirilmiş alüminyum su girdabına enjekte edilebilir, bu da yanan ve eriyen parçaları uzak tutar.

Alüminyum yakıtlı roketler kısa mesafeler için iyi olabilir; fakat ya uzan mesafeli yolculuklar için ne olacak? Bunun için muhtemelen güç kaynağına nükleer bir reaktör eklenmesi yeterli olacaktır. Böyle bir araçla saniyede 2.5 kilometre hızla yolculuk

Londra New York arası yolu bir saat-ten az bir zamanda geçmeyi olanaklı kılabilir. Yolda bir balınaya çarpmazsanız tabi. Aracın dümenini kontrol etmek de sorunlu olabilir. Shkval'ın yönlendirilme olanağının fazla olmadığı söyleniyor. Bir anlamda bu kadar çaba dümdüz gidebilen bir araç için. Bir kez fırlatıldığında herkesin kontrolünden çıkıyor. "Zorluk, kontrol edilebilen yüksek hızlı bir araç yapabilmekte" diyor ONR'den Kam Ng. O ve ekibi, aracı gövdesine yüz-gece benzer parçalar ekleyerek kontrol edebilmeyi amaçlıyor. Araçta burun kısmı dışında kalan parçaların suya değmesi istenmiyordu, çünkü bunun sürtünmeye neden olacağı biliniyor. "Ama," diyor Ng, "aracı kontrol edebilmek için bu ödemesi gereken küçük bir bedel." Bununla birlikte boşluğun düzensiz bir yapıya bürünmesi olasılığı da var; ama Ng ve ekibi bu tür sorunları çözmek için uğraşıyorlar.

"Hava boşluğunda yol alma fikri deniz altındaki savaşların çehresini değiştirecek." diyor Galeotti. "Olabilirdi sessiz araçlarla geleneksel olan kedi fare oyunu bir anlamda kaka-fonik bir it dalaşına dönüşecek." Galeotti hava kabarcığı içinde gidecek gemilerin çok büyük gemiler olmayacağını da söylüyor. Bunun yerine bir ana gemiden yola çıkarak kısa menzilli saldırılar yapan küçük araçlar kullanılması düşünülüyor. "Bu tıpkı havada savaşmak gibi olacak." diyor Galeotti.

Bu projede şu anda kimsenin yanıtlayamadığı bir sorun daha var aslında. Hava boşluğunda gidecek böylesi bir aracın ilk etapta gerekli hız nasıl ulaşacağı bilinmiyor. Bu bir yana, bir silahtan ateşlenen araca kim binmek ister? Peki ya aracın okyanusun ortasında yavaşlama riskini kim göze alabilir? Öyle görünüyor ki, bu sorunlar çözülünceye kadar birçok gönüllü deniz Spitfire'nin uçuşu gerekiyor hâlâ...

Graham-Rowe, D., Faster Than a Speeding Bullet, *New Scientist*, 22 Temmuz 2000, Çeviri: Gökhan Tok

Kuantum Kuramı 100 Yaşında

Armin Hermann Kuantum 'Kuramının Yaratılışı (1899-1913)' adlı kitabında, Martin Klein ise 'Max Planck ve Kuantum Kuramının Başlayışı' adlı makalesinde kuantum kuramının doğum tarihini 14 Aralık 1900 olarak belirtirlerken, Lloyd Motz ile Jefferson Weaver, *Fiziğin Öyküsü* adlı kitaplarında 19 Ekim 1900 tarihini öne çıkarıyor; Hermann ayrıca 18 Mayıs 1899'un da böyle düşünülebileceğini ayrıca ekliyor. Bu tarihlerin her birisi özel bir aşamaya karşılık geliyor. Aşağıda bunları, gelişmelerini ve birbirleriyle ilişkilerini özetleyeceğim.

GÜNÜMÜZÜN belki de en başarılı ve verimli fen bilimi olan fiziğin artık genel alt yapısını oluşturduğu (buna Thomas Kuhn'un, daha çok fen bilimleri için önerdiği ama sosyal bilimcilerin daha çok sevdiği paradigma nitelemesini yapmak belki de yerinde olur) rahatlıkla söylene-bilen kuantum kuramının simgesel temsilcisi olan h Planck sabiti, önce 18 Mayıs 1899'da a' adıyla ortaya çıktı (yoksa buna "ana rahmine düştü" mü demeliyiz?). 19 Ekim 1900 ise, *Karacisim Enerji Dağılımının* "doğru" dalgaboyu-sıcaklık ilişkisini veren formülün ileri sürüldüğü tarih (belki "erken doğum?"). Günümüzde bildiğimiz şekil ve anlamıyla ($\epsilon = h\nu$) ilk ortaya çıkışı ("küvezden çıkış?") 14 Aralık 1900. Bunların hepsi Planck'ın, ilgili çalışmalarının sonuçlarını Berlin'de Alman Fizik

Derneği'ne (Physikalische Gesellschaft) sunuş tarihleridir.

Son adımı atıp, son sözü söyleyen ve de son noktayı koyan Planck olmuştu ama, o da, 200 yıl kadar önce bir diğer *paradigmayı* getiren Isaac Newton'un sözleriyle "devlerin omuzlarında" idi. Bu devleri saymaya *termodinamiğin* temellerini atan Sadie Carnot, Rudolf Clausius, Lord Kelvin gibilerle başlayabiliriz. Sonra *istatistik mekaniğin* temellerini atan Ludwig Boltzmann, *karacisim ısımasının* önemini kuramsal ve deneysel olarak ortaya koyan *spektroskopinin* ilk ustası Gustav Kirchhoff ve Friedrich Paschen; ilk kuramsal sonuçları veren Boltzmann ve özellikle Wilhelm Wien'i sayabiliriz. Bir bakıma en etkilileri olan Josef Stefan'dan başlayarak, Otto Lummer, Ernst Pringsheim, Heinrich Rubens, Ferdinand Kurlbaum gibi usta *spektroskopistleri* ve bunlara en

önemli ölçü yöntemi olarak *reststrahlen*/artık ışıınımlar yöntemini veren Ernest Nichols'u ve en önemli ölçü aleti olarak *bolometreyi* sağlayan Samuel Langley'i de unutmamalıyız. Özellikle 19 Ekim sonucunda spektroskopistlerin çeşitli ölçümleleriyle uyum çok önemli rol oynadığından, bunu; tıpkı Johannes Kepler'in her *üç yasına* da ustası Tycho Brahe'in özenli gözlemlerine olan inancı sonunda varışına benzetebiliriz.

Açıklamalı Kronoloji

(Aşağıdaki bağıntılarda: T , mutlak sıcaklık; S , entropi; U , ortalama enerji; ν , frekans ya da dalgaboyu aralığı başına birim hacimdeki elektromanyetik enerji; λ , frekans, λ , dalgaboyu; c , ışık hızı, $k \equiv R/N_A$,

Boltzmann sabiti; R , Joule sabiti; N_A , Avogadro sayısı. *Karacisim* ise üzerine düşen tüm elektromanyetik ışıınımları hiç yansıtmadan soğuran, ve ısı dengesine vardıktan sonra *kendi* ışımasını salan ideal bir cisimdir. Kirchhoff, iç duvarları iyi yansıtıcı olan içi boş bir cismin yani bir *kovuğun* yüzeyindeki küçük bir deliğin, ideal karacismin eşdeğeri olarak gerçekleştirilip incelenebileceğini gösterdi. Rezonatörler, kovuk duvarlarında bulunduğu varsayılan yüklü Lorentz salınıcılarıdır.)

1791 Pierre Prévost ısı ışımasının ilk kuramını ortaya koydu: "Her cisim sürekli ısı ısıtır ve soğurur; soğuk oluş, soğurmanın ışımadan çok olduğunu gösterir. Işıma olmaması çevreyle denge hali demektir."

1824 Sadi Carnot ısı makinelerinin verimliliğini anlamaya çalışırken termodinamiğin temellerini oluşturan yasalardan önce ikincisini sonra da birincisini buldu.

1834 Benoit-Pierre Clapeyron termodinamiğin ikinci yasasının değişik bir şeklini geliştirdi, *entropi*nin ilk belirtilerini farketti.

1844 Ludwig Boltzmann termodinamiğin ikinci yasasının istatistiksel yorumunu vererek istatistik mekanikliği geliştirmeye başladı.

1847 John Draper her maddenin 525 °C sıcaklıkta soluk kırmızı renk almaya başladığını, ve sıcaklık arttıkça rengin giderek beyaza vardığını gösterdi.

1850 Rudolf Clausius, ikinci yasa için Clapeyron'un verdiği biçimi geliştirdi.

1851 William Thomson (Lord Kelvin) 1848'de önerdiği mutlak sıcaklık ölçeğinin, ısının dinamik kuramı çerçevesinde tanımladığı "termodinamik sıcaklık" kavramıyla aynı olduğunu gösterdi.

1860 Gustav Kirchhoff, aynı sıcaklıkta ısı ışıması yapan değişik maddelerin bu ışımayla ayırdedilemeyeceğini termodinamiğin ikinci yasasının bir sonucu olarak gösterdi.

1860 James Maxwell ve John Waterston enerjinin ışılaşımı teoremini ortaya koydular.

1865 Clausius, *entropi* kavramını geliştirdi ve adını koydu.

1877 Boltzmann istatistik mekanikliği geliştirdi.

Planck'ın Yaşamı

Max Karl Ernst Ludwig Planck, 23 Nisan 1858'de Almanyanın Kiel kentinde doğdu. Babası seçkin bir hukukçu ve hukuk profesörü olup Prusya'nın "Yurttaşlar Yasası"nı hazırlayanlar arasındaydı. Bilim ve kültürde mükemmellik, sağlam karakterlilik, koruyuculuk, ül-kücülük, güvenilirlik ve cömertlik Planck'a ailesinden çok derin işlenmiş niteliklerdi. Babasının Münih Üniversitesi'nde görev alması üzerine ünlü Maximillian Gimnazyumunda öğrenime başladı. Orada Hermann Müller adındaki bir öğretmeni fizik ve matematiğe derin ilgi duymasını sağladı. 17 yaşında gimnazyumu bitirdiğinde, klasik filoloji ya da müzik yerine fiziği seçmesinin sebebi, en büyük özgülüğün fizikte olduğu vargısını edinmiş olmasıdır. Ancak, müzik hep hayatının önemli bir parçası olarak kaldı. Özellikle Schubert, Beethoven ve Brahms'ın eserlerinde sükûnet ve keyif buluyordu. Açık havada her gün yürüyüş yapmaktan hoşlandığı gibi ileri yaşlarına kadar dağlara tırmanmayı sürdürdü.

1874 yılı güz aylarında Münih Üniversitesi'ne girdi. *wanderjahr/gezinme* yılını 1877-78'de Berlin Üniversitesi'nde geçirdi. Ancak, çoğu ünlü kim-seler olan hocalarının hiç birisinin derslerinden pek zevk almadı. Gene de kendi entelektüel yetileriyle, özellikle hayran olduğu Rudolf Clausius'un termodinamik kitaplarını okudu. 1879'da Münih'te doktorasını, ertesi yıl da *Habilitationsschrift*/doçentlik sınavını vererek Berlin Üniversitesi'nde *Privatdozent*/öğretim görevlisi oldu. 1885'te de Kiel Üniversitesi'ne *Professor extra ordinarius*/doçent olarak öğretim üyesi yapıldı. 1889'da Kirchhoff'un ölümü üzerine Berlin'e çağırıldı, 1892'de *Professor ordinarius*/profesör oldu. Etkin yaşamı bundan sonra hep Berlin'de geçti.

Planck öğrenimi için fiziği seçişini şu sözlerle dile getiriyor, "... kendimi bilime adanmaya ilk kararım, insanların usavurmalarındaki yasaların çevremizdeki dünyadan edindiğimiz izlenim dizilerini yöneten yasalarla aynı olduğunu; dolayısıyla da salt usavurma ile insanın [dünyanın işleyişindeki] mekanizmaya ilişkin önsözler kazandıracağını keşfetmemin... doğrudan bir sonucu oldu." Demek ki henüz kuramsal fiziğin bir disiplin olarak tanınmaya başlanmadığı bir dönemde kuramsal fizikçi olmaya karar vermişti. Fizik yasalarının varlığının "... dış dünyanın, insandan bağımsız olarak varolan, mutlak bir şey" ve "bu mutlaklığa uygulanan yasaların ardına düşmenin ... hayatta peşine düşülebilecek en ulu amaç" olduğunu varsayıyordu.

Onu ilk etkileyen yasa daha gimnazyumdayken hayranlıkla öğrendiği enerji korunumu yasasıydı. Bu, termodinamiğin birinci yasasından sonra üniversitede karşılaştığı entropi, yani termodinamiğin ikinci yasasının da doğanın mutlak bir yasası olduğuna kanısı derindi. Doktora tezini bu konuda yaptı. Eylem kuantumu adını vereceği h'ya götüren yolun başlangıcı da bu sayılabilir.

Planck'ın 42 yaşındayken çözdüğü karacisim problemi ona 1918 yılı Nobel Fizik ödülünü ve daha bir çok onur ve ödül getirdi. Ancak o kuantum kuramından hep rahatsız oldu hattâ 1913 yılında Einstein'ın Berlin'de görev alması için yaptığı girişim sırasında yazdığı tavsiye mektubuna, bu konuda bayrağı kendisinden alarak epeyce ilerlere götüren Einstein'ın ilgili çalışmalarını "... o çapta bir insanın yapmasına göz yumulacak fantaziler..." olarak nitelemişti. (İlgilçtir ki, Einstein'a da Nobel Ödülü, özel ve genel görellilik üzerine yaptığı devrimci çalışmaları değil, bu fantazileri için verildi.) Yıllarca direndiği Boltzmann

kuramını kullanmak zorunda kalmasını ise şöyle yorumladı: "... yeni bir bilimsel doğru, ona karşı olanların ikna edilerek ışığı görmeleri sağlanmakla değil, daha çok karşı olanların sonunda ölmeleri ve yeni bir kuşağın buna alışkın olarak yetişmesiyle olur."

Planck 1928 yılında emekli oldu. Yerine Schrödinger seçildi. Berlin'deki parlak fizik çalışma ortamı 1933'te Hitler rejimi başlayınca de-

planck sonrakı yıllarında felsefî, estetik ve teolojik konularda yazılar yazdı. 1912 yılında seçildiği Prusya Bilimler Akademisi başkanlığını 1938 yılına dek sürdürdü. Aynı zamanda 1930-37 yılları arasında, şimdi kendi adını taşıyan Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nün de başkanlığını yürüttü. Adil davranışları, kişilik bütünlüğü ve bilgeliği, onun Hitler'e giderek yıkıcı ırkçı politikalarını değiştirmesi için uyarılarda bulunmasının ve rejim sırasında Almanyayı terketmeyecek Alman fiziğinden ne kaldıysa korumaya çalışmasının temelindedir. Hayatında pek çok trajediyle karşılaştı. Önce 22 yıllık karısı öldü, sonra büyük oğlu I. Dünya Savaşı'nda, ikiz kızları ise peş peşe doğum yapırlarken öldüler. Bunlardan da acısı, küçük oğlunun 20 Mayıs 1944'te Hitler'e yapılan suikasta ilişkisi görülerek Gestapo tarafından öldürülmesidir. Kendisine yapılan, "Nazileri destekleyeceğini" söylese oğlunun affedileceği önerisini ise Planck reddetti! Bu olaydan sonra hayat küsen Planck, savaştan sonra müttefiklerce, yaşadığı savaş bölgesinden alınarak Göttingen'e götürüldü. Orada 89 yaşında öldü.

Kisimden Encyclopaedia Britannica'dan derlenmiştir.



Kuantum

Gelmiş geçmiş bilim adamları içinde, sokaktaki adamın tanıdığı yegâne kişi Albert Einstein'dır (buna belki son yıllarda sağlık durumu dolayısıyla ünlenmiş olan S. Hawking'i de ekleyebiliriz). Özel ve genel görelilik kuramlarını ortaya atarken doğaya bakma biçimimize de devrim getiren Einstein, hem mikro hem de makro kozmosu tanıyabilmemizde en büyük yardımcımız olan kuantum kuramını kusurlu görerek, bununla yakından ilgilenmeyi kestiği gibi, bulduğu kusurlardan çelişkiler türetmeğe de uğraşmıştı. Oysa kendisi, önceleri kuantum kuramının ilk kavramlarını büyük cesâret ve beceriyle kullanan hattâ geliştiren pek az fizikçinin en başında gelmekteydi. Nobel ödülüne lâyık görülme gerekçesi bile, yarattığı görelilik kuramlarıyla değil, kuantum kuramıyla (fotoelektrik olay) ilgiliydi.

Einstein'ın kuantum kuramında kusur olarak nitelediği başlıca unsurun en basit görünümü "belirsizlik yahut kesinsizlik (Unbestimmtheit/uncertainty/incertitude, indeterminacy)" ilkesidir. Bu ilke, ilk bakışta doğadan belirlenimciliği kaldırdığı izlenimi vermektedir. Oysa, biraz yakından bakılırsa bunun giderek doğanın asıl, mikro belirlenimciliğini ortaya koyan en temel unsur olduğu kolaylıkla görülebilir.

Bu ilke kabaca, "fiziksel sistemlerin davranışlarını betimleyen belli özel değişken çiftlerine ait elemanlardan (klâsik fiziğin kanonik eşlenikleri) birisinin kesinlikle belli olması durumunda diğerinin büsbütün belirsiz bir kılgıya bürünmesi" şeklinde tanımlanabilir. Werner Heisenberg bunu, her iki elemanın ölçümlerindeki belirsizliklerin çarpımının belli bir evrensel sabit (Planck sabiti) mertebesinde daha küçük olmayacağını gösteren, nicel bir ifadeyle sunmuştu. "Eşlenik değişkenler çiftinin bir elemanı, bir "korunum (yâni, başka değişikliklere rağmen değişmeme) ilkesi" ile ilgilidir. Dolayısıyla belirsizlik

1879 Josef Stefan, karacisim toplam ışıma şiddetini değişik sıcaklıklarda ölçerek bunun mutlak sıcaklığın 4. kuvvetiyle orantılı olduğunu gösterdi.

1884 Boltzmann, Stefan'ın deneysel bulgusunun termodinamik temelini gösterdi: Stefan-Boltzmann yasası.

1883 Wilhelm Wien karacisim ışımasının sıcaklık ve frekansa/dalgaboyuna bağlılığını verecek fonksiyonun genel kısıtlamalarını veren *yerdeğiştirme yasasını* buldu:

$$u = v^3 f(T/v), u = g(\lambda T)/\lambda^5$$

1896 Friedrich Paschen ve Wien f ve g fonksiyonlarının "açık" biçimlerini veren bir enerji dağılımı yasasını önerdiler:

$$u = c_1 e^{-c_2/\lambda T} / \lambda^5, u = b v^3 e^{av/T}$$

1897 Paschen, Wien yasasının kısa dalgaboyları/yüksek frekanslar için geçerli olduğunu, uzun dalgaboylarında uyumun bozulduğunu gösterdi.

1899 18 Mayıs: Max Planck, elektromanyetik ışımanın termodinamiğinden

$$u = \frac{8\pi}{c^3} v^2 U \text{ ve } b = \frac{8\pi}{c^3} a', U = a' v e^{-a/(kT)}$$

bağıntılarını buldu, Wien yasasının evrensel olduğuna dikkat çekerek a ve a' sabitlerinin, belli cisim ve maddelerden bağımsız bir birimler sistemi –uzunluk, kütle, zaman, sıcaklık ölçekleri– elde edilmesinde birlikte kullanılabileceğini önerdi.

1900-Haziran Lord Rayleigh (William Strutt) karacisim ışımasının enerji dağılımını verecek

$$u = \left(\frac{8\pi}{c^3}\right) v^2 T$$

bağıntısını, parantez içindeki katsayı dışında buldu; bunu, 1905'te önce Albert Einstein bağıntısının tamamıyla birlikte bağımsız olarak buldu, sonra Rayleigh 8 sayısı eksik olarak hesapladı, James Jeans bunu tamamladığı için bu bağıntı *Rayleigh-Jeans yasası* olarak bilinir (Planck, eğer Maxwell ve Boltzmann'ın salınıcılar için geçerli $U = kT$, üleşim bağıntısına inanıp kullanmış olsaydı bunu bir yıl önce bulmuş olacaktı. Abraham Pais, Rayleigh'in daha sonra buna Wien

yasasındakine benzer bir sönüm çarpanı eklediğini ve asıl R-J yasasının bu olduğunu yazıyor.)

1900-19 Ekim: Planck, Rayleigh bağıntısından habersiz olarak ve yalnızca Rubens'in $T/v \rightarrow \infty$ için $u \approx C \cdot T$ olarak davrandığını söylemesi üzerine, *bunun ve Wien yasasının* termodinamik sonuçlarını "interpole" ederek

$$u = C v^2 \frac{1}{e^{av/T} - 1}$$

sonucunu elde etti. (Bunun $T/v \rightarrow \infty$ limiti, Rubens'in önerisine ya da Rayleigh bağıntısına, $T/v \rightarrow 0$ limiti ise Wien yasasına uyuyordu.)

-20 Ekim: Rubens bir gece içinde bu bağıntıyı elindeki tüm deneysel verilerle kıyaslayarak uyumun "mükemmel" olduğunu bildirdi.

-14 Aralık: Planck, 19 Ekim sonucunun mükemmel oluşunu sağlayan interpolasyonun ardındaki fiziksel anlamı ortaya çıkartmaya uğraşırken Boltzmann'ın kuramını uygulayarak,

$$u = \frac{8\pi v^2}{c^3} \frac{h v}{e^{h v / k T} - 1} \quad (h = 6.55 \times 10^{-31} \text{ J} \cdot \text{s}),$$

elektromanyetik ışıma ile karacisim arasındaki enerji alışverişinin $h v$ birimleriyle yapılmak gerektiğini ortaya koydu. (Planck'ın 1899 hesabı $a' = 6.85 \times 10^{-31} \text{ J} \cdot \text{s}$ değerini vermişti.) Planck boyutuna bakarak h sayısına *eylem kuantumu* adını verdi.

(1902 Planck, 1899'da düşündüğü "mutlak" birimler kavramı çerçevesinde, elektron yükü vb. çeşitli doğa sabitlerini hesapladı. 4.69×10^{-10} esu olarak bulunduğu elektron yükü, Millikan'ın 1913'te doğrudan bulunduğu 4.81×10^{-10} esu değerinden önceki en doğru değerd, N_A Avogadro sayısı için de *ilk* sağlıklı değeri buldu: 6.125×10^{23} . Ayrıca, bugün *Planck kütlesi* ve *Planck uzunluğu* dediğimiz "elemanter" nicelikleri hesapladı.)

R. Ömür Akyüz,
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü.

Kaynaklar
The Genesis of Quantum Theory (1899-1913), MIT Press, Boston, 1971.
Max Planck and the Beginnings of the Quantum Theory, Archive for the History of Exact Sciences 1(1962)459.
The Story Of Physics, Avon Books, NY, 1992
Rev. Mod. Phys. 51(1979)861.
Akyüz, R. Ö., Amer. Jour. Phys. 56(1988)997
V. Ulusal Mekanik Simpozyumu Bildirileri, 1992, s.228.

Kuramı ve Belirlenimcilik

ilkeleri, "ilgili korunum ilkesinin geçici olarak geçersiz kalması" şeklinde de yorumlanabilirler (bunun en iyi bilinen örneği "tünelleme" olarak bilinen olaydır); hattâ bu durum, temel mikroskopik süreçlerin oluşumunda esastır. Buradaki "geçici"liğin ölçüsünü Planck sabiti ve ilkenin nicel biçimine bağlı basit bir sayısal çarpan verir ve sonuçta -sanki işin içine bir katalizör girmişçesine- korunmayan hiç bir şey kalmaz.

Belirsizlik ilkelerini, özünde içeren kuantum kuramının doğal sonuçlarından birisi; bir fiziksel sistemle ilgili olarak kesinlikle bilebileceklerimizin, içinde bulunduğu koşullar altında gösterebileceği kalıcı ve kararlı durumlar- dan hangisinde bulunduğu değil de, herhangi birisinde bulunma olasılıklarıdır. "Doğanın en büyük anlaşılabilirliği anlaşılabilir oluşudur" demiş olan Einstein, bu anlaşılabilirliğin kökenini "Tanrı amansızdır ama kasıtlı değildir (Raffiniert ist Der Herr Gott aber boshaft ist Er nicht/Cunning is The Lord but He is not malicious)" sözüyle dile getirirken "Tanrı"yı da -Spinoza doğrultusunda- doğadaki görkemli uyumun simgesi olarak kavramlaştırıyordu. Gene de klâsik fiziğin hiç bir zaman kuşkulandığı kesinlik olgusunu "Tanrı'nın davranışlarına" daha çok yakıştırarak, kuantum kuramının temelindeki olasılıklı yapıyı "Tanrı'nın mükemmelliği" ile hiç bir zaman bağdaştıramamış ve "Tanrı zar atmaz" diyerek bu kuramı önemli ölçüde dışlamıştı.

Modern fiziğin doğuşuna hayâtî katkılarda bulunmuş, hattâ fizikçilerin doğaya bakış felsefelerini bile etkilemiş olan Einstein'ın, kuantum kuramını belirlenimcilik dışı olmaya yol açtığı kaygısıyla dışlaması zaman

zaman kimi fizikçileri etkilediği halde bunların çabaları -henüz- ne kuantum kuramını çelebilmiş ne de fiziği daha ileriye götürebilmiştir. Bugün ise daha çok, bilim felsefesi ile uğraşanlara konu ve esin kaynağı olmaktadır. Einstein, gene de her fizik kuramının doğal olayları yansıtır açıklamak hattâ yenilerini ön görmek zorunda olduğunu kendisi de çok iyi biliyordu. Dolayısıyla hemen her türlü atomik probleme neredeyse kusursuz olarak çözüm verebildiğini gördüğü kuantum kuramının tamamlayıcıları olan Werner Heisenberg ile Erwin Schrödinger'i

Nobel ödülüne aday gösterirken, bu kurama ilişkin son sözü, bunun "daha tam ve kesin bir kuramın kısıtlı bir görünümü olması" gerektiği olmuştu.

Maddeyi - belki de iç yapısına ilişkin bir temel dayanağı olmadığından hattâ buna ihtiyaç bile duymadığından ötürü- bazan matematiksel bir nokta, bazan da rijit (bozulmaz) bir geometrik kalıp görünümünde kullanmaktan hiç kaçınmayan

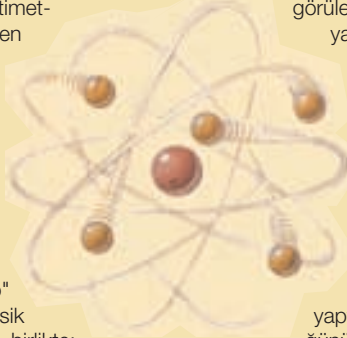
klasik fizik, maddenin kuramsal bir kesinliği olup olmadığını söz konusu bile yapmaz. Klâsik fiziğe atfedilen "kesin belirlenimcilik" -kanımca, bilimin emeklediği yıllarda en başta felsefî, politik ve sosyal erk olan dinin doğrudan ya da dolaylı etkisiyle- bilim kişilerinin "eşyânın tabiatında" mutlak ve doğal olarak gördükleri ve hiç sorgulamadıkları bir öğedir. Klâsik fizik, "gözle görülüp, elle tutulan" çevrenin, dün ya da bugün yaptıklarına bakıp yarın ne yapacağını bu öğelerden kesinlikle çıkarmayı amaçlarken bunda, yukarıda belirttiğim çerçeve içinde başarılı olur. Dolayısıyla klâsik fiziğin, kendi yapı ve gelişmesinde hiçbir katkısı bulun-

mayan mikrokozmosun davranışına uymasını beklemek anlamsızdır. O halde, makrokozmosun -ve de "toplumsal" etmenlerin- benimsettiği belirlenimcilik ile mikrokozmosun doğasına uyacak belirlenimcilik, tabii ki ikinciye "belirlenimcilik dışı oluş" şeklinde yorumlatabilecek kadar farklı olabilecektir. Zira klasik fizik, elle tutulup gözle görülen çevreden (makrokozmos) edindiğimiz izlenim ve deneyimlerden süzdüğümüz "sağduyu"muza dayanırken, mikrokozmosun duyularımıza hiç bir doğrudan etkisi yoktur. Şunu da eklemek gerekir ki klâsik fiziğin belirlenimciliği, sırf onu kullananların beklentilerinden doğarken, kuantum fiziğinin belirlenimciliği kendi yapısından ileri gelir, hattâ ilgili olduğu fiziksel sistemlerin biçim ve boyutlarını bile belirleyebilecek niteliktedir. Klâsik fizik, varlıkları ve elle tutulup gözle görülen maddenin temel taşı oldukları artık tartışma götürmeyen "atom"ların aynı element için neden hep "özdeş" yapı ve karakterde olduklarını, açıklayamamak bir yana, bunların varlıklarını bile yadsıyacak karakterdeyken; kuantum kuramı özdeşlik sorusunun yanıtını kendiliğinden, hem de belirsizlik ilkesi yardımıyla vermektedir.

Klâsik fiziğin, tanımlamadığı halde inandığı (belki de îmân ettiği) kesinlik; makro (yani elle tutulup gözle görülen) nesnelerin tam eş ve özdeş yapılabilmesini -ölçme yeteneklerimizle kısıtlanmasını bile yalnızca teknik bir husus olarak göz ardı edecek kadar- çok doğal bulmaktadır. Oysa aynı haddeden çıkmış, gözümüze, elimize, en duyarlı terâzimize ya da optik mikroskopumuza özdeş gelecek şekilde hazırlanmış olan iki nesnenin yüzeyleri, bir de elektron -belki artık tünelleme- mikroskobuyla incelendiğinde aralarında "dağlar kadar" farklı engbeler görülecektir; yani klâsik fiziğin ideal geometrik nesneleri doğada yoktur. Doğa ya da insan, kesinlikle özdeş fakat mikroskopik (yani gözle görülebilen, elle tutulabilen) olan -örneğin iki hidro-

Hidrojen Atomunun "Çapı"

Pozitif elektrik yükü taşıyan bir protonla negatif elektrik yükü taşıyan bir elektron bir-birlerini, klâsik fiziğin de bir parçası olarak düşünülen Coulomb kuvvetinin etkisiyle, yaklaştıkça büyüyen bir kuvvetle çekerler. Bu çekme, karşı koyucu bir olgu yoksa ikisi birbirine yapışmaya kadar sürecektir. Protonun bilinen boyu santimetrenin trilyondabirinden küçük olduğuna ve elektronun ise ölçülebilmiş bir boyutu olmadığına göre sonucun, hidrojen atomunun bilinen ortalama boyundan en az yüzbin kat küçük olması beklenebilir. Şimdi, yaklaşmayı santimetrenin milyardabeşi –hidrojen atomunun bilinen ortalama yarıçapı– kadar uzaklıkta durdurabilmek için aklı ilk gelen, elektrona tıpkı gezegenler, uydular vb. gibi bir dolanma hareketi vermek olabilir. Böylece Coulomb kuvveti, merkezci kuvvet görevini üstlenerek atoma bir "çap" kazandıracaktır. Ancak, klâsik fizik; elektromanyetizmayla birlikte; bu uzaklığın her bir hidrojen atomu için özdeş ve tam o kadar olmasının nasıl gerçekleştiğine cevap veremediği gibi, dolanan elektronun sürekli olarak elektromanyetik ışımayla enerjisini yitirip yaklaşık milyardabir saniye içinde protona kavuşmasını öngörür. İşte bu durumda yapısı klâsik fizikle hiç bir şekilde belirlenemeyen atomun; "çapını" ve iyonlaşma potansiyelini, hem de belirsizlik il-



kesi, kesinlikle belirler. Nasıl mı? Şöyle: Elektronun ışıma yaparak protona yaklaştığını düşünelim. Bu durumda elektronun uzayda protona göre bulunduğu bölge gittikçe daralacağı, yani elektronun atom içindeki yeri gittikçe daha büyük kesinlik kazanacağı için belirsizlik ilkesi uyarınca elektronun hareketliliği (yani fizik diliyle, momentumu) artmaya başlayacak, bunun verdiği ek enerji de ışımayla yitirileni karşılayarak uzaklığın azalmasını engellenecektir. Aslında, her iki oluş da birlikte gerçekleşeceğinden ne ışıma görülecek ne de yaklaşma olacak, yani ışımanın sürekli olarak boşluğa "akıtıldığı" enerji -atomun bu yüzden beklenen "küçülmesiyle" belirsizlik ilkesinin getireceği fazladan enerji şeklinde- anında aynen "iade edilmiş" olacaktır. İşte, bu üç etkinin birbirlerini dengeleyerek atomun toplam enerjisini en düşük yaptıkları yer atomun "büyüklüğünü" belirleyecektir. Elektron ve protonun kütle ve yük değerlerinin yanı sıra, belirsizlik ilkesinin işe karıştıracağı Planck sabitinin de değeri kullanılarak hidrojen atomunun sadece, "çapı"nın santimetrenin yüz milyonda biri kadar olduğu değil; örneğin, fiziksel olarak doğrudan ölçülebildiği için çok daha anlamlı olan iyonlaşma potansiyelinin 13,6 Volt olduğu da artık basit bir-iki hesaplama bulunabilir.

jen atomu gibi- iki nesne yapamamaktadır. Demek ki doğanın asıl temel belirlenimciliği, klâsik fiziğin ilgilendiği yüzeysel görünümünde değil, atomik boyutlarda kendini gösteren yeni şeklindedir. Bu durumu iyice anlatabilmek için, belirsizlik ilkesinin bir hidrojen atomunun "çapını" ve iyonlaşma enerjisini nasıl belirleyebildiği, çerçeve içinde gösterilmekte. Bu anlatımda, kuantum kuramının temelinde bulunan belirsizlik ilkesinin, en basit atom olan hidrojen için temel yapısal özellikleri nasıl kolaylıkla verebildiğini görüyoruz. Kuantum kuramının diğer ince-liklerini de kullanarak atomların, moleküllerin, kristallerin ve benzeri doğal sistemlerin hemen hemen tüm fiziksel, dolayısıyla da kimyasal davranışlarını bulup hesaplamak artık büyük ölçüde, yalnızca matematiksel karmaşıklıkları çözmeyi gerektirmektedir. Bu noktada rahatlıkla söyleyebiliriz ki, modern teknolojinin her türlü inceliğinin gerçekleşmesinde atom-molekül-sistem-aygıt

(mikrokırmık, lazer vb.) düzeyinde bir aracı, hattâ temel olan kuantum kuramı; gelecekte atom-molekül-hücre-mikroorganizma zinciri izlenerek belki hayatın da gizlerini aydınlatılabilecektir.

Kuantum kuramı, en genel yapıyla yalnız atom ve yakın atomüstü sistemler için değil, atomaltı ve çekirdekaltı âlemlerin incelenmesinde de temel kuramdır. (Makroölçekte ise uygun ortalamalarla klâsik fiziğe varır). Öyle ki atom çekirdeklerinin tüm davranışları buna uymakta; kimi çekirdeklerin belli kuantal özelliklerinin bulunması, elementler zincirinin, yıldızların ve güneş enerjisinin bunlara bağlı olarak oluşumu hep kuantum kuramıyla ve şaşırtıcı ölçüde bir tutarlılıkla anlaşılabilir. Dahası, çekirdekaltı parçacıkların davranış ve özelliklerinin incelenme ve anlaşılmasında -mikrokozmosun derinliklerinde elektromanyetik+zayıf (radyoaktif) ve yeğin (çekirdek içi/altı) etkileşmelerin kütleçekimi ile birlikte aynı bir kaynağa

bağlanabileceğine ilişkin olarak- kuantum kuramı ile bunun kullanılması kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen yeni matematiksel yöntemler ciddi umutlar doğurmaktadır. Bu konularda yapılmakta olan kimi araştırmalar, kütleçekiminin kuantum kuramıyla birleştirilmiş şeklinin yalnız mikrokozmosta değil, makrokozmosta da işe yarayacağına, belki de belirsizlik ilkesinin gökadalardan boyutlarını verebileceğine işaret etmektedir. Bunlar, evrenin oluşumuna ilişkin "büyük patlama" modelinin gelişip sağlamlaşmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bir bakıma, "başlangıca nasıl gelindi?" sorusu dışında evrenin evrimini bu modelle en azından "hikâye etmek" mümkün olabilmektedir. Dahası, "başlangıç"ı, belirsizlik ilkesinin "geçici korunmama" yorumuna bağlamak da söz konusu olabilir. Bu yorumla, "boş" uzayda bile parçacık-karşı parçacık çiftlerinin sürgit kendiliklerinden oluşup-yokolmaları (vakum çalkalanmaları); bununla da atomların bazı beklenmeyen (!) davranışları (örneğin kuantum elektrodinamiği ile) açıklanabilmektedir. Bu bakımdan evrenin (uzay-zamanın) bile büyük patlamaya yol açacak kadar büyük bir boyutta erişmiş bir vakum çalkalanması ile yaratıldığının düşünülebilmesi hiç de yadırganmamalıdır.

Bütün bunlardan dolayı kuantum kuramını, fiziğe "belirlenimcilik dışı" bir görünüm getirdiği bahanesiyle "kınamak" değil, yukarıda sunulan gerçekler ve yorumlar çerçevesinde, bizi doğanın "gerçek" belirlenimciliğine yaklaştırdığı için "övmek" gerek.

Bu olgu, evrenin oluşumunu bir "Yaratıcı-yaratılış" felsefesine olduğu kadar, eski Yunan mitolojyasındaki başlangıç olan "kaos" kavramına bağlamaya da elvermektedir.

Sonuçta, Orwell'ci bir deyişle, "belirsizlik kesinliktir!" diyebileceğimiz gibi; belki de, Einstein'ın "zar atmaz" dediği Tanrı için "zar tutuyor" demek zorunda bile kalabileceğiz.

R. Ömür Akyüz

Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü

Kaynaklar

Akyüz, R. Ö., Cumhuriyet Bilim-Teknik, Sayı 173, 1990
Akyüz, R. Ö., American Journal of Physics, Kasım 1988.
R. P. Feynman "QED, the strange theory of light and matter", Penguin, London 1985. (Çevirisi; R. Ö. Akyüz, "KEDI", NAR, 2. basım, İstanbul 1997).

Kuantum Kuramı 100 Yaşında

Armin Hermann Kuantum 'Kuramının Yaratılışı (1899-1913)' adlı kitabında, Martin Klein ise 'Max Planck ve Kuantum Kuramının Başlayışı' adlı makalesinde kuantum kuramının doğum tarihini 14 Aralık 1900 olarak belirtirlerken, Lloyd Motz ile Jefferson Weaver, *Fiziğin Öyküsü* adlı kitaplarında 19 Ekim 1900 tarihini öne çıkarıyor; Hermann ayrıca 18 Mayıs 1899'un da böyle düşünülebileceğini ayrıca ekliyor. Bu tarihlerin her birisi özel bir aşamaya karşılık geliyor. Aşağıda bunları, gelişmelerini ve birbirleriyle ilişkilerini özetleyeceğim.

GÜNÜMÜZÜN belki de en başarılı ve verimli fen bilimi olan fiziğin artık genel alt yapısını oluşturduğu (buna Thomas Kuhn'un, daha çok fen bilimleri için önerdiği ama sosyal bilimcilerin daha çok sevdiği paradigma nitelemesini yapmak belki de yerinde olur) rahatlıkla söylene-bilen kuantum kuramının simgesel temsilcisi olan h Planck sabiti, önce 18 Mayıs 1899'da a' adıyla ortaya çıktı (yoksa buna "ana rahmine düştü" mü demeliyiz?). 19 Ekim 1900 ise, *Karacisim Enerji Dağılımının* "doğru" dalgaboyu-sıcaklık ilişkisini veren formülün ileri sürüldüğü tarih (belki "erken doğum?"). Günümüzde bildiğimiz şekil ve anlamıyla ($\epsilon = h\nu$) ilk ortaya çıkışı ("küvezden çıkış?") 14 Aralık 1900. Bunların hepsi Planck'ın, ilgili çalışmalarının sonuçlarını Berlin'de Alman Fizik

Derneği'ne (Physikalische Gesellschaft) sunuş tarihleridir.

Son adımı atıp, son sözü söyleyen ve de son noktayı koyan Planck olmuştu ama, o da, 200 yıl kadar önce bir diğer *paradigmayı* getiren Isaac Newton'un sözleriyle "devlerin omuzlarında" idi. Bu devleri saymaya *termodinamiğin* temellerini atan Sadie Carnot, Rudolf Clausius, Lord Kelvin gibilerle başlayabiliriz. Sonra *istatistik mekaniğin* temellerini atan Ludwig Boltzmann, *karacisim ışımasının* önemini kuramsal ve deneysel olarak ortaya koyan *spektroskopinin* ilk ustası Gustav Kirchhoff ve Friedrich Paschen; ilk kuramsal sonuçları veren Boltzmann ve özellikle Wilhelm Wien'i sayabiliriz. Bir bakıma en etkilileri olan Josef Stefan'dan başlayarak, Otto Lummer, Ernst Pringsheim, Heinrich Rubens, Ferdinand Kurlbaum gibi usta *spektroskopistleri* ve bunlara en

önemli ölçü yöntemi olarak *reststrahlen*/artık ışıınımlar yöntemini veren Ernest Nichols'u ve en önemli ölçü aleti olarak *bolometreyi* sağlayan Samuel Langley'i de unutmamalıyız. Özellikle 19 Ekim sonucunda spektroskopistlerin çeşitli ölçümleleriyle uyum çok önemli rol oynadığından, bunu; tıpkı Johannes Kepler'in her *üç yasına* da ustası Tycho Brahe'in özenli gözlemlerine olan inancı sonunda varışına benzetebiliriz.

Açıklamalı Kronoloji

(Aşağıdaki bağıntılarda: T , mutlak sıcaklık; S , entropi; U , ortalama enerji; ν , frekans ya da dalgaboyu aralığı başına birim hacimdeki elektromanyetik enerji; λ , frekans, λ , dalgaboyu; c , ışık hızı, $k \equiv R/N_A$,

Boltzmann sabiti; R , Joule sabiti; N_A , Avogadro sayısı. *Karacisim* ise üzerine düşen tüm elektromanyetik ışıınımları hiç yansıtmadan soğuran, ve ısı dengesine vardıktan sonra *kendi* ışımasını salan ideal bir cisimdir. Kirchhoff, iç duvarları iyi yansıtıcı olan içi boş bir cismin yani bir *kovuğun* yüzeyindeki küçük bir deliğin, ideal karacismin eşdeğeri olarak gerçekleştirilip incelenebileceğini gösterdi. Rezonatörler, kovuk duvarlarında bulunduğu varsayılan yüklü Lorentz salınıcılarıdır.)

1791 Pierre Prévost ısı ışımasının ilk kuramını ortaya koydu: "Her cisim sürekli ısı ısıtır ve soğurur; soğuk oluş, soğurmanın ışımadan çok olduğunu gösterir. Işıma olmaması çevreyle denge hali demektir."

1824 Sadi Carnot ısı makinelerinin verimliliğini anlamaya çalışırken termodinamiğin temellerini oluşturan yasalardan önce ikincisini sonra da birincisini buldu.

1834 Benoit-Pierre Clapeyron termodinamiğin ikinci yasasının değişik bir şeklini geliştirdi, *entropi*nin ilk belirtilerini farketti.

1844 Ludwig Boltzmann termodinamiğin ikinci yasasının istatistiksel yorumunu vererek istatistik mekanikliği geliştirmeye başladı.

1847 John Draper her maddenin 525 °C sıcaklıkta soluk kırmızı renk almaya başladığını, ve sıcaklık arttıkça rengin giderek beyaza vardığını gösterdi.

1850 Rudolf Clausius, ikinci yasa için Clapeyron'un verdiği biçimi geliştirdi.

1851 William Thomson (Lord Kelvin) 1848'de önerdiği mutlak sıcaklık ölçeğinin, ısının dinamik kuramı çerçevesinde tanımladığı "termodinamik sıcaklık" kavramıyla aynı olduğunu gösterdi.

1860 Güstav Kirchhoff, aynı sıcaklıkta ısı ışıması yapan değişik maddelerin bu ışımayla ayırdedilemeyeceğini termodinamiğin ikinci yasasının bir sonucu olarak gösterdi.

1860 James Maxwell ve John Waterston enerjinin ışılaşımı teoremini ortaya koydular.

1865 Clausius, *entropi* kavramını geliştirdi ve adını koydu.

1877 Boltzmann istatistik mekanikliği geliştirdi.

Planck'ın Yaşamı

Max Karl Ernst Ludwig Planck, 23 Nisan 1858'de Almanyanın Kiel kentinde doğdu. Babası seçkin bir hukukçu ve hukuk profesörü olup Prusya'nın "Yurttaşlar Yasası"nı hazırlayanlar arasındaydı. Bilim ve kültürde mükemmellik, sağlam karakterlilik, koruyuculuk, ül-kücülük, güvenilirlik ve cömertlik Planck'a ailesinden çok derin işlenmiş niteliklerdi. Babasının Münih Üniversitesi'nde görev alması üzerine ünlü Maximillian Gimnazyumunda öğrenime başladı. Orada Hermann Müller adındaki bir öğretmeni fizik ve matematiğe derin ilgi duymasını sağladı. 17 yaşında gimnazyumu bitirdiğinde, klasik filoloji ya da müzik yerine fiziği seçmesinin sebebi, en büyük özgünlüğün fizikte olduğu vargısını edinmiş olmasıdır. Ancak, müzik hep hayatının önemli bir parçası olarak kaldı. Özellikle Schubert, Beethoven ve Brahms'ın eserlerinde sükûnet ve keyif buluyordu. Açık havada her gün yürüyüş yapmaktan hoşlandığı gibi ileri yaşlarına kadar dağlara tırmanmayı sürdürdü.

1874 yılı güz aylarında Münih Üniversitesi'ne girdi. *wanderjahr/gezinme* yılını 1877-78'de Berlin Üniversitesi'nde geçirdi. Ancak, çoğu ünlü kim-seler olan hocalarının hiç birisinin derslerinden pek zevk almadı. Gene de kendi entelektüel yetileriyle, özellikle hayran olduğu Rudolf Clausius'un termodinamik kitaplarını okudu. 1879'da Münih'te doktorasını, ertesi yıl da *Habilitationsschrift*/doçentlik sınavını vererek Berlin Üniversitesi'nde *Privatdozent*/öğretim görevlisi oldu. 1885'te de Kiel Üniversitesi'ne *Professor extra ordinarius*/doçent olarak öğretim üyesi yapıldı. 1889'da Kirchhoff'un ölümü üzerine Berlin'e çağırıldı, 1892'de *Professor ordinarius*/profesör oldu. Etkin yaşamı bundan sonra hep Berlin'de geçti.

Planck öğrenimi için fiziği seçişini şu sözlerle dile getiriyor, "... kendimi bilime adanmaya ilk kararım, insanların usavurmalarındaki yasaların çevremizdeki dünyadan edindiğimiz izlenim dizilerini yöneten yasalarla aynı olduğunu; dolayısıyla da salt usavurma ile insanın [dünyanın işleyişindeki] mekanizmaya ilişkin önsözler kazandıracağını keşfetmemin... doğrudan bir sonucuydu." Demek ki henüz kuramsal fiziğin bir disiplin olarak tanınmaya başlanmadığı bir dönemde kuramsal fizikçi olmaya karar vermişti. Fizik yasalarının varlığının "... dış dünyanın, insandan bağımsız olarak varolan, mutlak bir şey" ve "bu mutlaklığa uygulanan yasaların ardına düşmenin ... hayatta peşine düşülebilecek en ulu amaç" olduğunu varsayıyordu.

Onu ilk etkileyen yasa daha gimnazyumdayken hayranlıkla öğrendiği enerji korunumu yasasıydı. Bu, termodinamiğin birinci yasasından sonra üniversitede karşılaştığı entropi, yani termodinamiğin ikinci yasasının da doğanın mutlak bir yasası olduğuna kanısı derindi. Doktora tezini bu konuda yaptı. Eylem kuantumu adını vereceği h'ya götüren yolun başlangıcı da bu sayılabilir.

Planck'ın 42 yaşındayken çözdüğü karacisim problemi ona 1918 yılı Nobel Fizik ödülünü ve daha bir çok onur ve ödül getirdi. Ancak o kuantum kuramından hep rahatsız oldu hattâ 1913 yılında Einstein'ın Berlin'de görev alması için yaptığı girişim sırasında yazdığı tavsiye mektubuna, bu konuda bayrağı kendisinden alarak epeyce ilerlere götüren Einstein'ın ilgili çalışmalarını "... o çapta bir insanın yapmasına göz yumulacak fantaziler..." olarak nitelemişti. (İlgilidir ki, Einstein'a da Nobel Ödülü, özel ve genel görellilik üzerine yaptığı devrimci çalışmaları değil, bu fantazileri için verildi.) Yıllarca direndiği Boltzmann

kuramını kullanmak zorunda kalmasını ise şöyle yorumladı: "... yeni bir bilimsel doğru, ona karşı olanların ikna edilerek ışığı görmeleri sağlanmakla değil, daha çok karşı olanların sonunda ölmeleri ve yeni bir kuşağın buna alışkın olarak yetişmesiyle olur."

Planck 1928 yılında emekli oldu. Yerine Schrödinger seçildi. Berlin'deki parlak fizik çalışma ortamı 1933'te Hitler rejimi başlayınca de-

planck sonrakı yıllarında felsefî, estetik ve teolojik konularda yazılar yazdı. 1912 yılında seçildiği Prusya Bilimler Akademisi başkanlığını 1938 yılına dek sürdürdü. Aynı zamanda 1930-37 yılları arasında, şimdi kendi adını taşıyan Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nün de başkanlığını yürüttü. Adil davranışları, kişilik bütünlüğü ve bilgeliği, onun Hitler'e giderek yıkıcı ırkçı politikalarını değiştirmesi için uyarılarda bulunmasının ve rejim sırasında Almanyayı terketmeyecek Alman fiziğinden ne kaldıysa korumaya çalışmasının temelindedir. Hayatında pek çok trajediyle karşılaştı. Önce 22 yıllık karısı öldü, sonra büyük oğlu I. Dünya Savaşı'nda, ikiz kızları ise peş peşe doğum yapırlarken öldüler. Bunlardan da acısı, küçük oğlunun 20 Mayıs 1944'te Hitler'e yapılan suikasta ilişkisi görülerek Gestapo tarafından öldürülmesidir. Kendisine yapılan, "Nazileri destekleyeceğini" söylerse oğlunun affedileceği önerisini ise Planck reddetti! Bu olaydan sonra hayat küsen Planck, savaştan sonra müttefiklerce, yaşadığı savaş bölgesinden alınarak Göttingen'e götürüldü. Orada 89 yaşında öldü.

Kisimden Encyclopaedia Britannica'dan derlenmiştir.



Kuantum

Gelmiş geçmiş bilim adamları içinde, sokaktaki adamın tanıdığı yegâne kişi Albert Einstein'dır (buna belki son yıllarda sağlık durumu dolayısıyla ünlenmiş olan S. Hawking'i de ekleyebiliriz). Özel ve genel görelilik kuramlarını ortaya atarken doğaya bakma biçimimize de devrim getiren Einstein, hem mikro hem de makro kozmosu tanıyabilmemizde en büyük yardımcımız olan kuantum kuramını kusurlu görerek, bununla yakından ilgilenmeyi kestiği gibi, bulduğu kusurlardan çelişkiler türetmeğe de uğraşmıştı. Oysa kendisi, önceleri kuantum kuramının ilk kavramlarını büyük cesâret ve beceriyle kullanan hattâ geliştiren pek az fizikçinin en başında gelmekteydi. Nobel ödülüne lâyık görülme gerekçesi bile, yarattığı görelilik kuramlarıyla değil, kuantum kuramıyla (fotoelektrik olay) ilgiliydi.

Einstein'ın kuantum kuramında kusur olarak nitelediği başlıca unsurun en basit görünümü "belirsizlik yahut kesinsizlik (Unbestimmtheit/uncertainty/incertitude, indeterminacy)" ilkesidir. Bu ilke, ilk bakışta doğadan belirlenimciliği kaldırdığı izlenimi vermektedir. Oysa, biraz yakından bakılırsa bunun giderek doğanın asıl, mikro belirlenimciliğini ortaya koyan en temel unsur olduğu kolaylıkla görülebilir.

Bu ilke kabaca, "fiziksel sistemlerin davranışlarını betimleyen belli özel değişken çiftlerine ait elemanlardan (klâsik fiziğin kanonik eşlenikleri) birisinin kesinlikle belli olması durumunda diğerinin büsbütün belirsiz bir kılgıya bürünmesi" şeklinde tanımlanabilir. Werner Heisenberg bunu, her iki elemanın ölçümlerindeki belirsizliklerin çarpımının belli bir evrensel sabit (Planck sabiti) mertebesinde daha küçük olmayacağını gösteren, nicel bir ifadeyle sunmuştu. "Eşlenik değişkenler çiftinin bir elemanı, bir "korunum (yâni, başka değişikliklere rağmen değişmeme) ilkesi" ile ilgilidir. Dolayısıyla belirsizlik

1879 Josef Stefan, karacisim toplam ışıma şiddetini değişik sıcaklıklarda ölçerek bunun mutlak sıcaklığın 4. kuvvetiyle orantılı olduğunu gösterdi.

1884 Boltzmann, Stefan'ın deneysel bulgusunun termodinamik temelini gösterdi: Stefan-Boltzmann yasası.

1883 Wilhelm Wien karacisim ışımasının sıcaklık ve frekansa/dalgaboyuna bağlılığını verecek fonksiyonun genel kısıtlamalarını veren *yerdeğiştirme yasasını* buldu:

$$u = v^3 f(T/v), u = g(\lambda T)/\lambda^5$$

1896 Friedrich Paschen ve Wien f ve g fonksiyonlarının "açık" biçimlerini veren bir enerji dağılımı yasasını önerdiler:

$$u = c_1 e^{-c_2/\lambda T} / \lambda^5, u = b v^3 e^{av/T}$$

1897 Paschen, Wien yasasının kısaca dalgaboyları/yüksek frekanslar için geçerli olduğunu, uzun dalgaboylarında uyumun bozulduğunu gösterdi.

1899 18 Mayıs: Max Planck, elektromanyetik ışımanın termodinamiğinden

$$u = \frac{8\pi}{c^3} v^2 U \text{ ve } b = \frac{8\pi}{c^3} a', U = a' v e^{-a/(T)}$$

bağıntılarını buldu, Wien yasasının evrensel olduğuna dikkat çekerek *a* ve *a'* sabitlerinin, belli cisim ve maddelerden bağımsız bir birimler sistemi –uzunluk, kütle, zaman, sıcaklık ölçekleri– elde edilmesinde birlikte kullanılabileceğini önerdi.

1900-Haziran Lord Rayleigh (William Strutt) karacisim ışımasının enerji dağılımını verecek

$$u = \left(\frac{8\pi}{c^3}\right) v^2 T$$

bağıntısını, parantez içindeki katsayı dışında buldu; bunu, 1905'te önce Albert Einstein bağıntısının tamamıyla birlikte bağımsız olarak buldu, sonra Rayleigh 8 sayısı eksik olarak hesapladı, James Jeans bunu tamamladığı için bu bağıntı *Rayleigh-Jeans yasası* olarak bilinir (Planck, eğer Maxwell ve Boltzmann'ın salınıcılar için geçerli $U = kT$, üleşim bağıntısına inanıp kullanmış olsaydı bunu bir yıl önce bulmuş olacaktı. Abraham Pais, Rayleigh'in daha sonra buna Wien

yasasındakine benzer bir sönüm çarpanı eklediğini ve asıl R-J yasasının bu olduğunu yazıyor.)

1900-19 Ekim: Planck, Rayleigh bağıntısından habersiz olarak ve yalnızca Rubens'in $T/v \rightarrow \infty$ için $u \approx C \cdot T$ olarak davrandığını söylemesi üzerine, *bunun ve Wien yasasının* termodinamik sonuçlarını "interpole" ederek

$$u = C v^2 \frac{1}{e^{av/T} - 1}$$

sonucunu elde etti. (Bunun $T/v \rightarrow \infty$ limiti, Rubens'in önerisine ya da Rayleigh bağıntısına, $T/v \rightarrow 0$ limiti ise Wien yasasına uyuyordu.)

-20 Ekim: Rubens bir gece içinde bu bağıntıyı elindeki tüm deneysel verilerle kıyaslayarak uyumun "*mükemmel*" olduğunu bildirdi.

-14 Aralık: Planck, 19 Ekim sonucunun mükemmel oluşunu sağlayan interpolasyonun ardındaki fiziksel anlamı ortaya çıkartmaya uğraşırken Boltzmann'ın kuramını uygulayarak,

$$u = \frac{8\pi v^2}{c^3} \frac{h v}{e^{h v / k T} - 1} \quad (h = 6.55 \times 10^{-31} \text{ J} \cdot \text{s}),$$

elektromanyetik ışıma ile karacisim arasındaki enerji alışverişinin $h v$ birimleriyle yapılmak gerektiğini ortaya koydu. (Planck'ın 1899 hesabı $a' = 6.85 \times 10^{-31} \text{ J} \cdot \text{s}$ değerini vermişti.) Planck boyutuna bakarak h sayısına *eylem kuantumu* adını verdi.

(1902 Planck, 1899'da düşündüğü "mutlak" birimler kavramı çerçevesinde, elektron yükü vb. çeşitli doğa sabitlerini hesapladı. 4.69×10^{-10} esu olarak bulunduğu elektron yükü, Millikan'ın 1913'te doğrudan bulunduğu 4.81×10^{-10} esu değerinden önceki en doğru değerd, N_A Avogadro sayısı için de *ilk* sağlıklı değeri buldu: 6.125×10^{23} . Ayrıca, bugün *Planck kütlesi* ve *Planck uzunluğu* dediğimiz "elemanter" nicelikleri hesapladı.)

R. Ömür Akyüz,
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü.

Kaynaklar
The Genesis of Quantum Theory (1899-1913), MIT Press, Boston, 1971.
Max Planck and the Beginnings of the Quantum Theory, Archive for the History of Exact Sciences 1(1962)459.
The Story Of Physics, Avon Books, NY, 1992
Rev. Mod. Phys. 51(1979)861.
Akyüz, R. Ö., Amer. Jour. Phys. 56(1988)997
V. Ulusal Mekanik Simpozyumu Bildirileri, 1992, s.228.

Kuramı ve Belirlenimcilik

ilkeleri, "ilgili korunum ilkesinin geçici olarak geçersiz kalması" şeklinde de yorumlanabilirler (bunun en iyi bilinen örneği "tünelleme" olarak bilinen olaydır); hattâ bu durum, temel mikroskopik süreçlerin oluşumunda esastır. Buradaki "geçici"liğin ölçüsünü Planck sabiti ve ilkenin nicel biçimine bağlı basit bir sayısal çarpan verir ve sonuçta -sanki işin içine bir katalizör girmişçesine- korunmayan hiç bir şey kalmaz.

Belirsizlik ilkelerini, özünde içeren kuantum kuramının doğal sonuçlarından birisi; bir fiziksel sistemle ilgili olarak kesinlikle bilebileceklerimizin, içinde bulunduğu koşullar altında gösterebileceği kalıcı ve kararlı durumlar- dan hangisinde bulunduğu değil de, herhangi birisinde bulunma olasılıklarıdır. "Doğanın en büyük anlaşılabilirliği anlaşılabilir oluşudur" demiş olan Einstein, bu anlaşılabilirliğin kökenini "Tanrı amansızdır ama kasıtlı değildir (Raffiniert ist Der Herr Gott aber boshaft ist Er nicht/Cunning is The Lord but He is not malicious)" sözüyle dile getirirken "Tanrı"yı da -Spinoza doğrultusunda- doğadaki görkemli uyumun simgesi olarak kavramlaştırıyordu. Gene de klâsik fiziğin hiç bir zaman kuşkulandığı kesinlik olgusunu "Tanrı'nın davranışlarına" daha çok yakıştırarak, kuantum kuramının temelindeki olasılıklı yapıyı "Tanrı'nın mükemmelliği" ile hiç bir zaman bağdaştıramamış ve "Tanrı zar atmaz" diyerek bu kuramı önemli ölçüde dışlamıştı.

Modern fiziğin doğuşuna hayâtî katkılarda bulunmuş, hattâ fizikçilerin doğaya bakış felsefelerini bile etkilemiş olan Einstein'ın, kuantum kuramını belirlenimcilik dışı olmaya yol açtığı kaygısıyla dışlaması zaman

zaman kimi fizikçileri etkilediği halde bunların çabaları -henüz- ne kuantum kuramını çelebilmiş ne de fiziği daha ileriye götürebilmiştir. Bugün ise daha çok, bilim felsefesi ile uğraşanlara konu ve esin kaynağı olmaktadır. Einstein, gene de her fizik kuramının doğal olayları yansıtır açıkla- mak hattâ yenilerini ön görmek zorunda olduğunu kendisi de çok iyi biliyordu. Dolayısıyla hemen her türlü atomik probleme neredeyse kusursuz olarak çözüm verebildiğini gördüğü kuantum kuramının tamamlayıcıları olan Werner Heisenberg ile Erwin Schrödinger'i

Nobel ödülüne aday gösterirken, bu kurama ilişkin son sözü, bunun "daha tam ve kesin bir kuramın kısıtlı bir görünümü olması" gerektiği olmuştu.

Maddeyi - belki de iç yapısına ilişkin bir temel dayanağı olmadığından hattâ buna ihtiyaç bile duymadığından ötürü- bazan matematiksel bir nokta, bazan da rijit (bozulmaz) bir geometrik kalıp görünümünde kullanmaktan hiç kaçınmayan

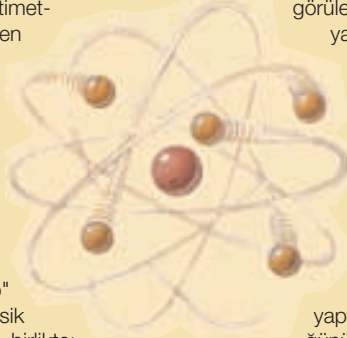
klasik fizik, maddenin kuramsal bir kesinliği olup olmadığını söz konusu bile yapmaz. Klâsik fiziğe atfedilen "kesin belirlenimcilik" -kanımca, bilimin emeklediği yıllarda en başta felsefî, politik ve sosyal erk olan dinin doğrudan ya da dolaylı etkisiyle- bilim kişilerinin "eşyânın tabiatında" mutlak ve doğal olarak gördükleri ve hiç sorgulamadıkları bir öğedir. Klâsik fizik, "gözle görülüp, elle tutulan" çevrenin, dün ya da bugün yaptıklarına bakıp yarın ne yapacağını bu öğelerden kesinlikle çıkarmayı amaçlarken bunda, yukarıda belirttiğim çerçeve içinde başarılı olur. Dolayısıyla klâsik fiziğin, kendi yapı ve gelişmesinde hiçbir katkısı bulun-

mayan mikrokozmosun davranışına uymasını beklemek anlamsızdır. O halde, makrokozmosun -ve de "toplumsal" etmenlerin- benimsettiği belirlenimcilik ile mikrokozmosun doğasına uyacak belirlenimcilik, tabii ki ikinciye "belirlenimcilik dışı oluş" şeklinde yorumlatabilecek kadar farklı olabilecektir. Zira klasik fizik, elle tutulup gözle görülen çevreden (makrokozmos) edindiğimiz izlenim ve deneyimlerden süzdüğümüz "sağduyu"muza dayanırken, mikrokozmosun duyularımıza hiç bir doğrudan etkisi yoktur. Şunu da eklemek gerekir ki klâsik fiziğin belirlenimciliği, sırf onu kullananların beklentilerinden doğarken, kuantum fiziğinin belirlenimciliği kendi yapısından ileri gelir, hattâ ilgili olduğu fiziksel sistemlerin biçim ve boyutlarını bile belirleyebilecek niteliktedir. Klâsik fizik, varlıkları ve elle tutulup gözle görülen maddenin temel taşı oldukları artık tartışma götürmeyen "atom"ların aynı element için neden hep "özdeş" yapı ve karakterde olduklarını, açıklayamamak bir yana, bunların varlıklarını bile yadsıyacak karakterdeyken; kuantum kuramı özdeşlik sorusunun yanıtını kendiliğinden, hem de belirsizlik ilkesi yardımıyla vermektedir.

Klâsik fiziğin, tanımlamadığı halde inandığı (belki de îmân ettiği) kesinlik; makro (yani elle tutulup gözle görülen) nesnelerin tam eş ve özdeş yapılabilmesini -ölçme yeteneklerimizle kısıtlanmasını bile yalnızca teknik bir husus olarak göz ardı edecek kadar- çok doğal bulmaktadır. Oysa aynı haddeden çıkmış, gözümüze, elimize, en duyarlı terâzimize ya da optik mikroskopumuza özdeş gelecek şekilde hazırlanmış olan iki nesnenin yüzeyleri, bir de elektron -belki artık tünelleme- mikroskobuyla incelendiğinde aralarında "dağlar kadar" farklı engbeler görülecektir; yani klâsik fiziğin ideal geometrik nesneleri doğada yoktur. Doğa ya da insan, kesinlikle özdeş fakat mikroskopik (yani gözle görülebilen, elle tutulabilen) olan -örneğin iki hidro-

Hidrojen Atomunun "Çapı"

Pozitif elektrik yükü taşıyan bir protonla negatif elektrik yükü taşıyan bir elektron bir-birlerini, klâsik fiziğin de bir parçası olarak düşünülen Coulomb kuvvetinin etkisiyle, yaklaştıkça büyüyen bir kuvvetle çekerler. Bu çekme, karşı koyucu bir olgu yoksa ikisi birbirine yapışmaya kadar sürecektir. Protonun bilinen boyu santimetrenin trilyondabirinden küçük olduğuna ve elektronun ise ölçülebilmiş bir boyutu olmadığına göre sonucun, hidrojen atomunun bilinen ortalama boyundan en az yüzbin kat küçük olması beklenebilir. Şimdi, yaklaşmayı santimetrenin milyardabeşi –hidrojen atomunun bilinen ortalama yarıçapı– kadar uzaklıkta durdurabilmek için aklı ilk gelen, elektrona tıpkı gezegenler, uydular vb. gibi bir dolanma hareketi vermek olabilir. Böylece Coulomb kuvveti, merkezci kuvvet görevini üstlenerek atoma bir "çap" kazandıracaktır. Ancak, klâsik fizik; elektromanyetizmayla birlikte; bu uzaklığın her bir hidrojen atomu için özdeş ve tam o kadar olmasının nasıl gerçekleştiğine cevap veremediği gibi, dolanan elektronun sürekli olarak elektromanyetik ışımayla enerjisini yitirip yaklaşık milyardabir saniye içinde protona kavuşmasını öngörür. İşte bu durumda yapısı klâsik fizikle hiç bir şekilde belirlenemeyen atomun; "çapını" ve iyonlaşma potansiyelini, hem de belirsizlik il-



kesi, kesinlikle belirler. Nasıl mı? Şöyle: Elektronun ışıma yaparak protona yaklaştığını düşünelim. Bu durumda elektronun uzayda protona göre bulunduğu bölge gittikçe daralacağı, yani elektronun atom içindeki yeri gittikçe daha büyük kesinlik kazanacağı için belirsizlik ilkesi uyarınca elektronun hareketliliği (yani fizik diliyle, momentumu) artmaya başlayacak, bunun verdiği ek enerji de ışımayla yitirileni karşılayarak uzaklığın azalmasını engellenecektir. Aslında, her iki oluş da birlikte gerçekleşeceğinden ne ışıma görülecek ne de yaklaşma olacak, yani ışımanın sürekli olarak boşluğa "akıtıldığı" enerji -atomun bu yüzden beklenen "küçülmesiyle" belirsizlik ilkesinin getireceği fazladan enerji şeklinde- anında aynen "iade edilmiş" olacaktır. İşte, bu üç etkinin birbirlerini dengeleyerek atomun toplam enerjisini en düşük yaptıkları yer atomun "büyüklüğünü" belirleyecektir. Elektron ve protonun kütle ve yük değerlerinin yanı sıra, belirsizlik ilkesinin işe karıştıracağı Planck sabitinin de değeri kullanılarak hidrojen atomunun sadece, "çapı"nın santimetrenin yüz milyonda biri kadar olduğu değil; örneğin, fiziksel olarak doğrudan ölçülebildiği için çok daha anlamlı olan iyonlaşma potansiyelinin 13,6 Volt olduğu da artık basit bir-iki hesaplama bulunabilir.

jen atomu gibi- iki nesne yapamamaktadır. Demek ki doğanın asıl temel belirlenimciliği, klâsik fiziğin ilgilendiği yüzeysel görünümünde değil, atomik boyutlarda kendini gösteren yeni şeklindedir. Bu durumu iyice anlatabilmek için, belirsizlik ilkesinin bir hidrojen atomunun "çapını" ve iyonlaşma enerjisini nasıl belirleyebildiği, çerçeve içinde gösterilmekte. Bu anlatımda, kuantum kuramının temelinde bulunan belirsizlik ilkesinin, en basit atom olan hidrojen için temel yapısal özellikleri nasıl kolaylıkla verebildiğini görüyoruz. Kuantum kuramının diğer ince-liklerini de kullanarak atomların, moleküllerin, kristallerin ve benzeri doğal sistemlerin hemen hemen tüm fiziksel, dolayısıyla da kimyasal davranışlarını bulup hesaplamak artık büyük ölçüde, yalnızca matematiksel karmaşıklıkları çözmeyi gerektirmektedir. Bu noktada rahatlıkla söyleyebiliriz ki, modern teknolojinin her türlü inceliğinin gerçekleşmesinde atom-molekül-sistem-aygıt

(mikrokırkık, lazer vb.) düzeyinde bir aracı, hattâ temel olan kuantum kuramı; gelecekte atom-molekül-hücre-mikroorganizma zinciri izlenerek belki hayatın da gizlerini aydınlatılabilecektir.

Kuantum kuramı, en genel yapıyla yalnız atom ve yakın atomüstü sistemler için değil, atomaltı ve çekirdekaltı âlemlerin incelenmesinde de temel kuramdır. (Makroölçekte ise uygun ortalamalarla klâsik fiziğe varır). Öyle ki atom çekirdeklerinin tüm davranışları buna uymakta; kimi çekirdeklerin belli kuantal özelliklerinin bulunması, elementler zincirinin, yıldızların ve güneş enerjisinin bunlara bağlı olarak oluşumu hep kuantum kuramıyla ve şaşırtıcı ölçüde bir tutarlılıkla anlaşılabilir. Dahası, çekirdekaltı parçacıkların davranış ve özelliklerinin incelenme ve anlaşılmasında -mikrokozmosun derinliklerinde elektromanyetik+zayıf (radyoaktif) ve yeğin (çekirdek içi/altı) etkileşmelerin kütleçekimi ile birlikte aynı bir kaynağa

bağlanabileceğine ilişkin olarak- kuantum kuramı ile bunun kullanılması kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen yeni matematiksel yöntemler ciddi umutlar doğurmaktadır. Bu konularda yapılmakta olan kimi araştırmalar, kütleçekiminin kuantum kuramıyla birleştirilmiş şeklinin yalnız mikrokozmosta değil, makrokozmosta da işe yarayacağına, belki de belirsizlik ilkesinin gökadalardan boyutlarını verebileceğine işaret etmektedir. Bunlar, evrenin oluşumuna ilişkin "büyük patlama" modelinin gelişip sağlamlaşmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bir bakıma, "başlangıca nasıl gelindi?" sorusu dışında evrenin evrimini bu modelle en azından "hikâye etmek" mümkün olabilmektedir. Dahası, "başlangıç"ı, belirsizlik ilkesinin "geçici korunmama" yorumuna bağlamak da söz konusu olabilir. Bu yorumla, "boş" uzayda bile parçacık-karşıt parçacık çiftlerinin sürgit kendiliklerinden oluşup-yokolmaları (vakum çalkalanmaları); bununla da atomların bazı beklenmeyen (!) davranışları (örneğin kuantum elektrodinamiği ile) açıklanabilmektedir. Bu bakımdan evrenin (uzay-zamanın) bile büyük patlamaya yol açacak kadar büyük bir boyutta erişmiş bir vakum çalkalanması ile yaratıldığının düşünülebilmesi hiç de yadırganmamalıdır.

Bütün bunlardan dolayı kuantum kuramını, fiziğe "belirlenimcilik dışı" bir görünüm getirdiği bahanesiyle "kınamak" değil, yukarıda sunulan gerçekler ve yorumlar çerçevesinde, bizi doğanın "gerçek" belirlenimciliğine yaklaştırdığı için "övmek" gerek.

Bu olgu, evrenin oluşumunu bir "Yaratıcı-yaratılış" felsefesine olduğu kadar, eski Yunan mitolojyasındaki başlangıç olan "kaos" kavramına bağlamaya da elvermektedir.

Sonuçta, Orwell'ci bir deyişle, "belirsizlik kesinliktir!" diyebileceğimiz gibi; belki de, Einstein'ın "zar atmaz" dediği Tanrı için "zar tutuyor" demek zorunda bile kalabileceğiz.

R. Ömür Akyüz

Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü

Kaynaklar

Akyüz, R. Ö., Cumhuriyet Bilim-Teknik, Sayı 173, 1990
Akyüz, R. Ö., American Journal of Physics, Kasım 1988.
R. P. Feynman "QED, the strange theory of light and matter", Penguin, London 1985. (Çevirisi; R. Ö. Akyüz, "KEDI", NAR, 2. basım, İstanbul 1997).

Parçacıklar Telepati Yaparlar mı?

Kuantum kuramına itiraz olarak öne sürülen bir düşünce deneyi uzun bir serüvenden sonra bu kuramın en güçlü kanıtlarından biri haline geldi.



Bir Telepati Gösterisi

Bir telepati gösterisine tanık olduğunuzu düşünün. İki kişi birbirlerini göremeyecek şekilde bir perdenin farklı yanlarında oturuyor. Adamlardan biri elindeki iskambil destesinden düzenli olarak kağıtlar çekiyor ve seyircilere gösteriyor. Bundan sonra da perdenin diğer yanındaki adam kağıtları doğru olarak tahmin ediyor. Bu tip bir gösteri gördüğünüzde genellikle ne yaparsınız? Olanlara fazla kafa yormayıp eğlenmeye bakmak sıkça izlenen bir yol. Bunun dışında insanlar genellikle iki değişik tepki gösterirler. Ya, bu adamların gerçekten telepatiyile haberleştiklerini ve ortada yeni bir olay olduğunu kabul edersiniz, ya da işin içinde bir hile olduğunu düşünürsünüz. Eğer bu son görüşteyseniz, bu kez hilenin nasıl yapıldığı ve nasıl gizlendiği konusunda kafa yormaya başlarsınız. Olası bir açıklama şekli olarak şöyle bir senaryo düşünülebilir: Gösteriden önce kağıtlar dizilir ve hafızası en kuvvetli olan adam kağıtları doğru sırasıyla ezberler. Gösteri başlarken de eli çabuk olan diğer adam sahnede karıştırdığı başka bir desteyi seyircilere hissettirmeden özel olarak dizilmiş desteyle değiştirir. Gösterinin devamıysa olaysız olarak (ve seyircilerin şaşkın bakışları altında) geçer. Eğer gösteriden önce

bir telepati denemesi yapacaklarını söylememişlerse hileyi gizlemeleri daha kolay olur. Bu olası açıklama şekillerinden sadece bir tanesi. Aynı gösteriyi değişik hilelerle yapmak mümkün. Sihirbazların hüneri hileyi başarılı bir şekilde gizlemelerinde yatar.

Bilimsel düşünceden nasibini almış olanlar genellikle hile alternatifine yönelirler. Bunun asıl nedeni telepati gibi bir olayın mümkün olmadığına inanılması değil, aksine bilimde sıkça uygulanan, problemlere yaklaşım şekli. Yeni bir gözlemi yeni kuramlarla açıklamaya girişmeden önce, eski kuramların o gözlemi açıklamakta tamamen başarısız kaldığından emin olmak gerekir. Eğer

eski kuramlar o gözlemi de açıklayabiliyorlarsa yeni bir kurama gerek yoktur. Örneğin kuantum kuramı, eski kuramlar atomların varlığını (ve diğer birkaç olayı) açıklamakta tamamen başarısız kaldığı için geliştirildi. Bu nedenle telepati gösterilerini önce olası bütün hile açıklamalarıyla sınamak en doğal ve en bilimsel yaklaşım şeklidir.

Peki, yukarıda anlatılan senaryoya benzer bir şekilde parçacıkların telepati yaptıklarını iddia etsek ve bunu kanıtlamaya yönelik bir deney yapsak acaba fizikçiler hangi açıklama şekline yönelirlerdi? Şaşırtıcı ama gerçek; buna çok benzer bir olay kuantum kuramının doğumu sırasında yaşandı ve adı kitaplara

Kuantum Yumurta mı, Gizli Cıvciv mi?

Bir yumurtanın beklenmedik hareketler yaptığını gören birisi yumurtanın içinde bir cıvciv olabileceğini düşünmemişse, yumurtanın olağandışı hareketinin yeni bir kuramla açıklanması gerektiğini düşünebilir. Böylece "kuantum yumurtalar kuramı" gibi karmaşık kuramlar icat etme yoluna gidebilir. Halbuki aynı gözlem yumurta içinde gizli bir cıvciv ile daha basitçe açıklanabilir. Acaba parçacıkla-



rın hareketini açıklamak için kuantum kuramını mı yoksa alternatif bir gizli değişkenler kuramını mı kullanmak daha doğrudur? EPR deneyinin sonuçları tercihin kuantum kuramından yana olması gerektiğini söylüyor.

geçmiş pek çok ünlü fizikçi, Niels Bohr ve Albert Einstein dahil, tartışmanın karşı taraflarında yer aldılar. Bu öykünün belki de en ilginç yönü, deneylerin "hile" açıklamasını değil de "telepati" açıklamasını desteklemesi.

Kuantum Kuramı ve Belirlenimcilik

Kuantum kuramının üstüste gelme ilkesine göre herhangi bir fiziksel sistem olası durumlardan sadece birinde değil, birçoğunda birden aynı anda bulunabilir. Örneğin hidrojen atomu çevresinde dolaşan bir elektron aynı anda her yerde bulunur. Bu gibi garip durumları, bizim günlük hayatımızda tanıdık olduğumuz kavramlarla bağdaştırmak için başta Niels Bohr olmak üzere fizikçiler kuantum kuramının ölçme postülasını ortaya attılar. Bohr'a göre bu elektronun nerede olduğunu bulmak istediğimiz zaman ölçme aletimiz "bu elektron her yerdedir" gibi garip bir cevap vermez, aksine elektronun bulunduğu yerlerden bir tanesini rastgele seçer. Üstüne üstlük, ölçme işlemimiz elektronun içinde bulunduğu durumu da bozar. Aletimiz hangi konumu göstermişse, ölçümünden önce her yerde olan elektron artık bu yeni konuma yerleşmiştir. Bu olaya kısaca çökme (collapse) denir.

Başta Albert Einstein olmak üzere bir çok kişi, kuantum kuramının bu garip ölçme postülasından dolayı rahatsızlık duyuyorlardı. Özellikle ölçüm sonucunun rastlantısallık içermesi, ölçmeden önce parçacık hakkında tüm bilmemiz gereken şeyi bilsek bile, ölçmenin hangi sonucu vereceğini, ve ölçümden sonra parçacığın hangi durumda bulunacağını bilemememiz bu rahatsızlığı yaratıyordu. Ölçüm sonucu, tam ölçme anında doğal olarak takip edilemeyecek bir süreç sonunda ortaya çıkıyordu. Ölçme postülasının bu şekilde belirlenimciliğe (determinizm, gereklilik) aykırı durumu, Einstein'a "Tanrı zar atmaz" dedirtmiş ve kuantum kuramı içinde çelişkiler bulmaya yöneltmişti. Einstein'ın bulduğu paradokslar ve Bohr'un bunlara ce-

Yerellik ve Nedensellik ilkeleri

Yerellik ilkesi fiziksel olayların önce yakın çevresini etkilediğini söyler. Ancak zaman geçtikçe daha uzaklardaki etkilenimler oluşur. Örnek olarak bir orman yangınına düşünelim. Yangın bir noktada başlar ve giderek yayılır. Ateş sadece hemen yanındaki ağaçlara sıçrayarak dağılır ve büyür. Bir yerde başlayan bir yangının birden daha uzak mesafelerdeki bir başka yere sıçraması mümkün değildir.

Eğer bir çok noktada birden başlayan bir orman yangını varsa, olayı inceleyen bir polis, yangının bu şekilde değişik yerlere sıçrayamayacağını düşünerek başka bir alternatifine yönelecektir. Örneğin bir kundakçı çok daha önce yangın çıkarmaya karar vermiş, daha sonra ormanın değişik noktalarına teker teker giderek oralarda yeni yangınlar başlatmış olabilir. Bu mantıksal çıkarımında polis, aslında yerellik ilkesini kullanıyor. Temel bir olay, kundakçının plan yapması, hemen yanındaki diğer olaylara neden oluyor (kundakçının orman içinde dolaşması).

Fizikte karşılaşılan hemen bütün kanunlar yerellik ilkesine uygundur. Newton'un ünlü yerçekimi kanunu uzun yıllar boyunca insanların aklını karıştırmış, bir cismin uzaklardaki

başka bir cisme kuvvet uygulayabilmesi bir çok kişiye anlaşılması zor bir olay olarak görülmüştü. Problemi Albert Einstein genel görelilik kuramıyla çözdü ve bu kuvvete yerel bir açıklama getirdi. Herhangi bir kütle, içinde bulunduğu uzayın eğrilmesine neden olur, ve bu eğrilme de zamanla kütlenin çevresine yayılır. Uzaydaki bu eğilmeyi hissedene diğer cisimler de sanki kendilerine bir kuvvet uygulanmış gibi hareket ederler. Fizikte karşılaşılan benzer kanunların da yerel mekanizmalarla açıklanabileceğini biliyoruz.

Nedensellik ilkesi ise neden-sonuç ilişkisiyle bağlı iki olaydan nedenin sonuçtan önce meydana gelmesi gerektiğini söyler. Günlük yaşamımız nedensellik ilkesine aykırı olması olanaksız olaylarla dolu olduğu için bu ilke yerellik ilkesinden daha önemli. Özel görelilik kuramı ve nedensellik ilkesi hiç bir parçacığın ya da mesajın ışığın boşluktaki hızından daha hızlı yayılamayacağını söyler. Bu nedenle yerellik ilkesine aykırı olan bir çok durum aynı zamanda nedensellik ilkesine de aykırıdır.

Kuantum telepatisi bu anlamda fiziksel olaylar arasında tektir. Yani yerellik ilkesine aykırı ama nedensellik ilkesiyle uyumlu tek olay budur.

vabı bu sayıdaki başka bir yazının konusu. Buradaysa Einstein'ın Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile 1935 yılında yayınlanan makalelerinde inceledikleri bir düşünce deneyini ve onun günümüze kadar uzanan öyküsünü anlatacağız.

Dolanık Parçacıklar

Kısaca EPR deneyi olarak adlandırılan bu düşünce deneyinde, birbirleriyle etkileşen iki parçacığın hareketlerinin bağımlı olduğu ana temasından yola çıkılır. Bazı özel durumlarda parçacıklardan biri üzerinde yapılan bir gözlem ikinci parçacığın ne yaptığı konusunda bilgi verir. Örneğin herhangi iki parçacık kütle merkezleri sabit duracak şekilde etkileşiyorlarsa, ikisinin momentumları (momentum = kütle x hız) eşit ve zıt yöndedir. Böylece parçacıkların birinin momentumu ölçüldüğünde diğerinin momentumu da belli olacaktır. Bu özellikte olan parçacıklara dolanık (entangled, korelasyonlu) parçacıklar diyoruz. Dolayısıyla dolanık iki parçacıktan birinin üzerinde hiç ölçüm yapmadan ölçüm sonucunu almak için elimizde bir yöntem var.

Birden fazla parçacığın sözkonusu olduğu bir çok fiziksel sistemde

dolanık parçacıklara rastlamak mümkün. Yukarıda verdiğimiz örnek Einstein, Podolsky ve Rosen'in tercih ettikleri deney şekli. Fakat, genellikle deney dolanık elektron spinleri ile anlatılır.

Telepati mi?

Kuantum kuramının bakış açısıyla olaylar şöyle gelişiyor: Ölçümden önce her iki parçacık bir çok farklı momentumda birden bulunur. Bu anlamda momentum belirsizdir. Birinci parçacığın momentumu ölçüldüğünde olası sonuçlardan birisi rastgele seçilir (Tanrı zarını atar), çökme dediğimiz olay gerçekleşir ve belirsizlik ortadan kalkar. Artık her iki parçacığın momentumu bellidir. Bundan sonra ikinci parçacığın momentumu ölçüldüğünde birinci ölçümle uyumlu bir sonuç verecektir.

Ölçümün sonucu ilk ölçüm yapıldığı anda belli olduğu için (daha önce değil), ve ikinci parçacık bunu o anda öğrendiği için iki parçacık arasında sonsuz hızla bir mesaj gidiyor olmalı. Bu olaya kuantum telepatisi deniyor. Parçacıklarımızı kişileştirirsek, birinci parçacık ikincisine "beni şimdi ölçtüler ve momentumumu şu şu buldular, aman senin de üzerinde bir ölçüm yaparlarsa sen de benim-

kine uyumlu bir sonuç ver, olmaz mı?" diyor gibi görünüyor.

Bu telepatinin özelliği parçacıklar arasındaki uzaklıktan bağımsız olarak sonsuz hızla iletiliyor olması. Biz parçacıklarımızı galaksimizin karşı uçlarına göndersek de, dolanıklık sürdüğü sürece, telepati sonsuz hızla gerçekleşiyor.

Acaba, bu olayı sonsuz hızla haberleşmek için kullanabilir miyiz? Örneğin iki dolanık parçacıktan birini kendimiz alalım, diğerini de haberleşmek istediğimiz bir arkadaşımıza verelim. Kendi parçacığımız üzerinde yapılan bir ölçümün anında arkadaşımızın parçacığına iletileceğini biliyoruz. Bu doğru, ama ne yazık ki yaptığımız ölçümün sonucunu seçemiyoruz. Kuantum kuramına göre ölçüm sonucu, kontrol edilemeyen bir süreç sonunda rastgele oluşur. Dolayısıyla arkadaşımıza ancak rastgele bir değer iletebiliriz. Göndermek istediğimiz mesajı kodlamamız imkansız! Doğa bu en hızlı iletişim aracını bizim kullanmamızı engelliyor.

Bu anlamda kuantum telepatisi, ışık hızının aşılamayacağını söyleyen nedensellik ilkesine aykırı değil. Garip ama gerçek.

Yoksa Hile mi?

Yine de telepati açıklaması sonsuz hızla yayılan bir etki öngördüğü için rahatsız edicidir. Bu rahatsızlığımıza bir ad vermek gerekirse buna yerellik ilkesi (locality) diyoruz. Yerellik ilkesine göre her fiziksel olay önce olduğu yeri ve yakın çevresini etkiler. Bir yangının yavaş yavaş yayılması gibi bir olayın etkileri zamanla uzak yerlere ulaşır. Nasıl bir yangın bir anda kilometrelerce uzakta bir yere sıçrayamıyorsa, herhangi bir olay da anında uzak bir yerdeki başka bir olayı etkileyemez.

Einstein'a göre, EPR deneyinde parçacıklar hile yapıyor olmalıydılar. Nasıl sihribazlarımız hangi kağıdın hangi sırada çıkacağını önceden belirlemişlerse, parçacıklarımız üzerinde yapılacak ölçümün sonucu da önceden bellidir. Birinci parçacık üzerinde yapılan ölçümde Tanrı zar atmaz, bu olayda rastlantısal herhangi bir şey yoktur. İkinci parçacık için

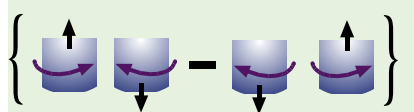
de aynı şey geçerli. Böylece parçacıklar rastgele belirlenen bir sonucu haberleşmek yerine, daha önceden karar verilen bir sonucu deneyciye verirler. Deneycinin problemi, ölçümü yapmadan önce hangi sonucun geleceğini bilmemesindedir. Kısaca belirsizliğin suçu deneycidedir. Böylece, Einstein'ın karşı olduğu, kuantum kuramındaki belirlenimciliğe aykırılık da ortadan kalkar.

Gizli Değişken Kuramları

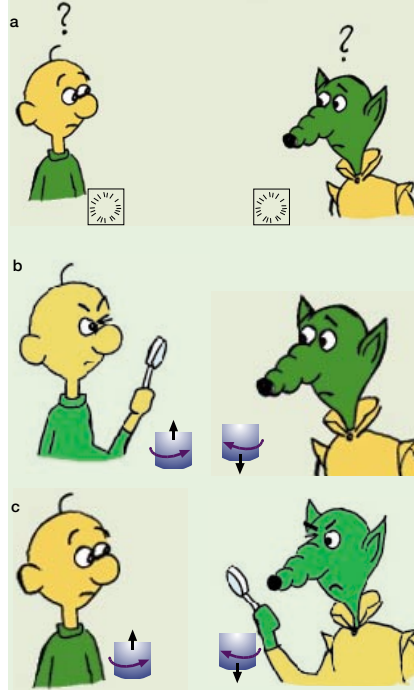
Eğer hile açıklaması geçerliyse, parçacıkların bilinmeyen bir "özellik" yapılacak her türlü gözlemde hangi sonucun çıkması gerektiğini söylüyor olmalı. Deneyci, bu özellikten habersiz olduğu için, deneyin sonuçları ona rastlantısal gelebilir. Öyleyse, bir şekilde bu yeni "özellik" ve kuantum kuramının kullandığı dalga fonksiyonu birleştirilmeli ve

yeni bir kuram oluşturulmalıdır. Einstein bu nedenle kuantum kuramının "tam" olmadığını, bu yeni "özellik" de içerecek şekilde genişletilmesi gerektiğini ve EPR deneyinin bunu göz önüne serdiğini söylüyordu. Bu tip yeni kuramlara "gizli değişken kuramları" deniyor. Tıpkı gizli hileler gibi, gizli değişkenler gösteriyi başarıyla götürüyor, varlıklarını da başarıyla gizleyerek bizleri şaşırtıyor olmalıydı.

Eğer 30'lu yıllarda bu açıklamayı tercih ediyorsaydınız, çözmeniz gereken bir kaç önemli pürüz vardı. Gizli değişkenler kuramı yeni bir düşünce değildi, fakat o zamana kadar kimse somut bir kuram ortaya atamamıştı. İkinci bir pürüz olarak, kuantum kuramı yapılan bütün deneysel testleri başarıyla geçiyor, öngörülleri bir bir doğrulanıyordu. Bu nedenle bir gizli değişkenler kuramı kurmak isteyen birisi, yeni kuramın kuantum kuramıyla aynı sonuçları vermesine özen göstermeliydi.



Dolanık spinler: Ya birinci elektron yukarı spini sahip ve ikincinin spini ters yönde, ya da birinci elektron aşağı spini sahip ve ikincinin spini yine ters yönde. Elektronlar Ali ve Borg'a gönderildiğinde Ali soldaki elektronu, Borg sağdaki elektronu alacak. Kuantum kuramına göre yukarıda çizilen resim dönme eksenini değişik seçilse de aynıdır. Bu durumda birinci elektronun spininin yönü belirlendiğinde ikinci elektronun spini de belirlenmiş olacaktır.



Kuantum kuramına göre EPR deneyi

Dolanık spinlere sahip iki elektron birbirlerinden oldukça uzaklaştırılmıştır. Elektronlardan biri Dünya'da bulunan Ali'ye, öbürü en az 4 ışık yılı uzaklıkta bulunan uzaylı dostumuz Borg'a gönderilir.

a) Her iki elektron %50-%50 olasılıkla yukarı ve aşağı durumlarda bulunur. Herhangi bir elektron üzerinde yapılacak ölçüm bu sonuçlardan herhangi birini eşit olasılıkla verecektir. Elektronlar hangi spinlere sahip olduklarını bilmediklerine göre, Ali de, Borg da spinlerin ne olduğunu bilmiyorlar.

b) Ali kendi elektronunun spinini ölçer, elektronların durumu çökme yaşar ve Ali spinin yukarı

yönde olduğunu görür. Borg'un elektronu artık aşağı spini sahiptir. Ali'nin ölçümünün sonucu sonsuz hızla Borg'un elektronuna iletilmiştir. Ama Borg hala kendi elektronunun hangi spini sahip olduğunu bilmemektedir. (Not: Spin ölçümleri, karikatürde gösterdiği gibi büyüteçle değil, Stern-Gerlach aygıtı ile yapılır.)

c) Borg kendi elektronunun spinini ölçer ve aşağı olduğunu görür. Böylece Borg, Ali'nin yaptığı ölçümde yukarı sonucunu elde ettiğinden emin olur.

d) Gizli değişken kuramlarına göre EPR deneyinin yorumu tamamen farklı. Ali ve Borg'un önünde spinleri henüz ölçülmemiş iki elektron vardır. Ali ve Borg sonucu bilmemekte ama Ali'nin elektronu yukarı spinde, Borg'un elektronu aşağı spindedir. Ali ve Borg'un yaptıkları spin ölçümü sadece kendi bilgisizliklerini giderir. Elektronlar arasında herhangi bir telepati olmaz.

Bu da bir başka problem yaratıyordu. Böyle bir kuram oluşturabilmeniz bile, her iki kuram aynı deneysel sonuçları verdiği için hangisinin doğru olduğunu anlamak mümkün değil. Yani telepati mi yoksa gizli hile mi sorusuna cevap bulunamaz. Fakat en azından rahatsızlığımızı gidermek için bu yeni kuramlarla ilgileniliyordu.

Gizli değişkenler kuramının önündeki en önemli pürüzse, John von Neumann adındaki ünlü matematikçi-fizikçinin ispatladığı küçük bir teoremdi. Kuantum kuramının matematiksel temellerini kuran von Neumann'ın küçük teoremi "herhangi bir gizli değişken kuramı kuantum kuramıyla aynı deney sonuçlarını veremez" diyordu. Bir başka deyişle bir gizli değişkenler kuramı oluşturulamazdı. Büyük ölçüde von Neumann'ın ispatı nedeniyle gizli değişken kuramları bir süre rafa kaldırıldı. Parçacıkların telepati yaptığı düşüncesi, ne kadar rahatsızlık verse de, yerleşmeye başladı.

İmkansız başarmak David Bohm gibi inatçı bir fizikçiye düştü. 1952 yılında yazdığı makalede, şimdilerde Bohm'un kuramı olarak adlandırılan bir gizli değişkenler kuramını açıklıyor ve kuantum kuramıyla aynı sonuçları verdiğini söylüyordu. Yukarıda bahsettiğimiz pürüzler bir anda ortadan kalkmıştı artık. Bohm'un böyle bir kuramı nasıl oluşturabildiğini inceleyen John Bell, von Neumann'ın ispatındaki hatayı, 20 yıldır gözden kaçan yanlış bir varsayımı, yakaladı.

"Hile mi Telepati mi?" Sorusu Yanıtlanabilir mi?

Artık hile alternatifi matematiksel olarak mümkün olduğu için kuantum kuramının garip kavramlarının terkedilip, gizli değişkenler gibi daha mantıklı kuramlarının tercih edilmeye başlanması beklenebilirdi. Örneğin Bohm'un kuramı kuantum kuramının yerine geçebilirdi. John Bell bundan emin olmak için Bohm'un kuramını matematiksel

Elektron Spinleriyle EPR Deneyi

EPR deneyi anlaşılması daha kolay olduğu için elektronların spinleriyle anlatılır. Elektronları küçük ama sonlu kürecikler olarak düşünürseniz bu kürelerin kendi çevrelerinde dönme hareketine spin deniyor. Aslında kuantum kuramı elektronlar gibi bazı parçacıkların spinlerinin bildiğimiz anlamda bir dönme hareketinden kaynaklanmadığını söylüyor. Ama bu küçük detay dışında elektron spinlerini bu şekilde algılamakta büyük bir sakınca yok. Eğer bir cismin dönme yönünü sağ elin başparmak dışındaki dört parmağın gösterdiği yönde ise spinin yönü başparmak yönünde olarak tanımlanır.

Elektron spinlerinin ölçümleri sonucunda, spinin kuantumlaştığı ve sadece iki değer alabildiği biliniyor. Bir eksen doğrultusunda spin ölçülürse sonuç ya o eksen yönünde (yukarı spin) ya da tam ters yönde (aşağı spin) bulunuyor. Kuantum kuramına göre, bir elektron sadece yukarı spinde, ya da sadece aşağı spinde bulunmaz, bu iki spin değerinin üstüste geldiği durumlarda da bulunabilir. Tabi her ölçüm sonucunda spinin değeri uygun olasılıklarla ya yukarı ya da aşağı çıkar.

İki elektronun spinlerinin dolanık olduğu şöyle bir durum düşünelim: Hem iki elektronun spinleri zıt yönde olsun, hem de her iki elektron her iki spin değerini de alabilsin. Böyle bir sistemin şekilde gösterildiği gibi iki farklı durumun üstüste gelmesiyle oluşturulabilir. Ya, birinci elektron yukarı spinde ve ikinci elektron aşağı spinindedir; ya da birinci elektron aşağı spinde ve ikincisi yukarı spinindedir. Bu iki durum özellikle eşit olasılıkla gelecek şekilde hazırlanır.

Yukarıdaki ifadeye bakarak, "peki spinleri bu şekilde hazırlamak zor değil mi?" diye sormanız mümkün. İşin doğrusu, bir çok atomda elektronlar kendiliğinden bu durumda bulunurlar. Örneğin helyum atomundaki spinler bu şekilde dolanıktır. Bu nedenle deneycilerin spinleri yukarıdaki şekilde ayarlamaları zor değil. Deneycilerin yapmaları gereken spinleri etkilemeden bu elektronları birbirlerinden yeteri kadar ayırmak.

İki dolanık elektrona sahip olduğumuz zaman, sonuçları daha çarpıcı yapmak için

iki elektronun birbirlerinden mümkün olduğu kadar uzaklaştırıyoruz. Örneğin elektronlardan biri Dünya'da, Ali'nin laboratuvarında kalabilir, diğeri de bize en yakın yıldız sistemi olan 4 ışık yılı uzaklıktaki Alfa Centauri'de yaşayan uzaylı dostumuz Borg'a gönderilebilir. Bu yolculuk elektron spinlerini etkilemediği için dolanıklık devam edecektir.

Eğer Ali ya da Borg kendi elektronlarının spinini ölçmek isterse %50-%50 olasılıkla yukarı ya da aşağı bulurlar. Her iki olasılık mümkündür. Kuantum kuramının Kopenhag yorumuna göre hangi sonucun çıkacağı ölçüm yapıldığı anda belirlenir (Tanrı zarını atar). Eğer ilk ölçmeyi Ali yaparsa ve (diyelim ki) kendi elektronunun spinini yukarı bulursa, elektronların durumu bir çökme yaşar.

Bundan sonra Borg kendi elektronunun spinini ölçmeye kalktığında %100 olasılıkla aşağı bulacaktır. Burada özellikle önemli olan nokta Ali ölçümünü yapmadan önce Borg'un her iki durumu da eşit olasılıkla gözlemleyebilme olasılığının olması. Ali'nin ölçümü Borg'un olası deney sonuçlarını etkilemiştir.

Öyleyse kuantum kuramına göre Ali'nin elektronu bir çeşit kuantum telepatisiyle Borg'un elektronuna hangi spinde olması gerektiğini bildiriyor olmalı. Sonsuz hızla giden bu mesaj sizleri de rahatsız ettiyse bu deneyin tek açıklaması bu değil.

Gizli değişken kuramları bu olaya başka bir açıklama getiriyor. Buna göre bir ölçümün sonucunun kestirilememesi sadece deneyi yapanın bilgisizliğinden doğuyor. Ali ve Borg ölçümü yapmadan önce spinlerin ne geleceği belli. Elektronlar ayrılmadan önce de bu böyleydi. Öyleyse elektronlar arasında telepatiyile haberleşme yok, sadece önceden belirlenmiş ve iyi gizlenmiş bir deney sonucu var.

1964 yılında John Bell, bu iki alternatiften hangisinin doğru olduğunun bulunabileceğini gösterdi.

Eğer Borg kendi elektronunun başka özelliklerini ölçerse (değişik eksenlerde spin gibi) ve sonuçlarını Ali'ninkilerle karşılaştırsa bu iki alternatiften hangisinin doğru olduğu anlaşılabilir.

olarak incelemeye başladı. Gerçekten de Bohm'un kuramı EPR deneyini hile açıklamasıyla başarıyla betimleyebiliyordu.

Fakat küçük bir problem Bell'in gözünden kaçmadı. Bohm'un kuramı yerel değildi! Dolanık parçacıklarda, her parçacığın hareketi diğer parçacığın o anda ne yaptığına bağlı olarak belirleniyordu. Bir başka deyişle, Bohm'un kuramına göre EPR deneyindeki parçacıklar gerçekten hile yapıyorlar, ama bunu telepati ile yapıyorlardı! Belki bu durumu başta anlattığımız sihirbazlık gösterisine uyarlamak isteyebilirsiniz. Sihirbaz-

lar telepati gösterilerinde hile yapıyorlar ama aslında hilesiz gerçek telepati de yapabiliyorlar! Einstein'ın istediği olmuştu, ama nefret edeceği bir şekilde.

Bell bu aşamada EPR deneyini Einstein'ın istediği gibi telepatisiz hileyle açıklayabilecek yerel gizli değişken kuramlarının var olup olmadığını incelemeye başladı. Özellikle EPR deneyindeki iki parçacık üzerinde farklı özelliklerin ölçüldüğü durumları inceledi. Sonunda bu tip gözlemlerde yerel kuramların, kuantum kuramlarından farklı deneysel sonuçlar öngördüğünü buldu.



John Bell

1964 yılında yapılan bu matematiksel buluş, o zamana kadar çoğunlukla felsefi düzeyde kalan bir tartışmayı laboratuvarlara taşıdı. Bir anlamda Bell aslında von Neumann'ın yaptığı bir benzerini yapmış, kuantum kuramı ile aynı deneysel sonuçları öngören yerel gizli değişkenler kuramlarının bulunmadığını göstermişti. Ama bu her deney için geçerli olmayabilirdi. Yani bazı yerel kuramlar bir çok deney için kuantum kuramı ile aynı sonuçları öngörebilir, sadece EPR deneyi gibi o zaman henüz yapılmamış deneylerde farklı sonuçlar çıkarabilirdi. Bell'in gösterdiği, en azından EPR deneyinde iki kuramın farklı sonuçlar verdiğiydi.

Böylece laboratuvara gidilir ve yeteri kadar kesinlikte ölçüm yapılırsa hangi kuramın yanlış olduğu bulunabilirdi. Hile mi, yoksa telepati mi; ya da yerel gizli değişkenler kuramları mı, yoksa yerel olmayan kuramlar mı tartışmasına son noktayı koymak artık mümkündü.

Ve Kuantum Kuramının Zaferi

Hangi kuramın doğru olduğu konusunda deneysel testler 1970'lerden itibaren yapılmaya başlandı. İlk deneysel test, elektron-pozitron yol kolması sonucu açığa çıkan iki fotonun polarizasyonlarının (yani fotonları oluşturan elektrik alanlarının yö-



David Bohm

nünün) dolanık olduğu bilgisinden hareketle Kasday tarafından yapıldı. Kısa bir süre sonra, daha düşük enerjili fotonlarla, optik düzeneklerin kesinliği kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilmeye başlandı. Örneğin S.J. Freedman ve J.F. Clauser tek değil de iki fotonun birden ya-

EPR Deneyi ve Belirsizlik İlkesi

Einstein'a göre EPR deneyi ile belirsizlik ilkesini altetmek mümkündür. Örneğin kütle merkezleri hareket etmeyen etkileşen iki parçacığınız var. Bunları kısaca A ve B diye adlandıralım. Diyelim ki siz A'nın hem konumunu hem de momentumunu kesin olarak ölçmek istiyorsunuz. Kuantum kuramına göre bunun imkansız olması lazım. Yapmanız gereken ilk şey B'nin momentumunu kesin olarak ölçmek. Böylece A'nın momentumunu da bulmuş olursunuz (B'ninkiyle aynı ama zıttı yonde), hem de A'ya dokunmadan. Şimdi de A'nın konumunu ölçünüz kesin olarak ölçersiniz. Böylece elinizde A'nın hem momentumunun hem de konumunun kesin değerleri olur.

Einstein bu olayda aslında B'nin momentumunun ölçümü esnasında A'nın etkilendiğini varsayıyor. Böylece A üzerinde iki farklı ölçüm yaparak hakkında daha fazla bilgi edinmemiz mümkün diyor. Bohr'un tercih ettiği kuantum yorumuna göreyse, B üzerinde yapılan momentum ölçümü hem B'nin hem de A'nın durumunu değiştirir. A'nın konumunu ölçmeye çalıştığınız sırada, A artık en başta bulunduğu durumda değildir. Elde edilen sonuçlar aslında, A başka bir parçacıkla dolanık olsun ya da olmasın, A'nın önce momentumunu sonra da konumunu ölçtüğümüzde elde ettiğimizden farklıdır.

yıldıgı atomik ışımalarda yine fotonların kutuplaşmalarını inceleyerek Bell'in sonuçlarını test ettiler. Bu gün bu testler, daha değişik koşullar altında daha kesin rakamsal sonuçlarla yapılmaya devam ediyor. Deneylerin gösterdiği sonuç kuantum kuramının zaferi anlamına geliyor. Yani parçacıklar hile değil telepati yapıyorlar!

Sonuç

Kuantum kuramı, en ciddi rakibi yenmiş durumda. İçerdiği bir çok kavramı, üstüste gelme ya da yereleliğe aykırı telepati gibi, anlamakta zorlanabiliriz. Ama bunlarla beraber yaşamak zorundayız. Gizli değişken kuramları hala bir alternatif olmayı sürdürüyorlar ama deneylerin gösterdiği gibi bunların kullanılan kuram üzerine büyük bir üstünlükleri kalmadı. Zira her ikisi de kuantum telepatisi düşüncesini destekliyorlar.

Teknolojik uygulama olarak dolanık parçacıklar önemli bir işlev üstlenebilirler. Eğer uzakta olan bir arkadaşınıza herkesten gizli olarak rastgele sayılar iletmek istiyorsanız, ikizin birden dolanık iki parçacık üzerinde aynı ölçümü yapmanız yeterli. Bu problem uzun zamandan beri şifreleme sistemleri kullananları meşgul etmişti. Sağlam bir şifreleme sistemi kullanıyorsunuz ama bir şekilde bu şifreyi oluşturmak ve açmak için kullandığınız anahtarın düşmanın eline geçmiş olabileceğinden şüpheleniyorsunuz. Eskiden bu problemi çözmek için, güvendiğiniz bir adamı yeni bir anahtar ile habereleştirdiğiniz yere göndermeniz gerekiyordu. 1970'lerde bu sorun bazı matematiksel problemlerin çözümünün zor olduğu varsayımından hareketle çözüldü. Ancak, bilgisayar teknolojisindeki hızlı değişim, böylece önceleri uzun zaman alan problem çözümlerinin yeni teknolojiyle daha çabuk yapılabilmesi, bu yöntemlerin beklendiği gibi güvenilir olamayabileceği anlamına geliyor. Kuantum telepatisi bu probleme kesin cevabı bulmuş gibi görünüyor.

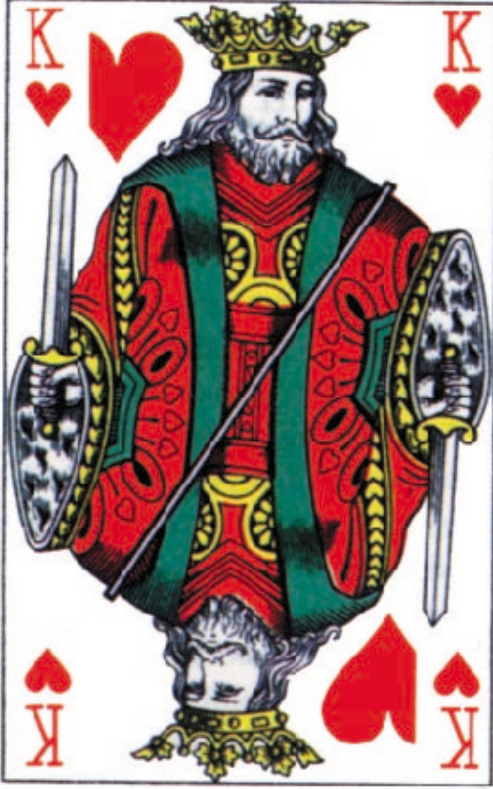
Sadi Turgut

Kaynaklar
Bell, J.S. *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, Cambridge University Press, 1987
Akoğlu, A. "Kuantum İnternet", *Bilim ve Teknik*, Ağustos 2000

Kuantum Fiziğinin Garip Söylemleri

Üstüste Gelme

Kuantum kuramının belki de en garip (ve en çok itiraz alan) yönü bir sistemin aynı anda bir kaç farklı durumda bulunabilmesi. Parçacıklar doğal olarak böyle durumlara giriyorlar. Örneğin bir elektron tek bir noktada



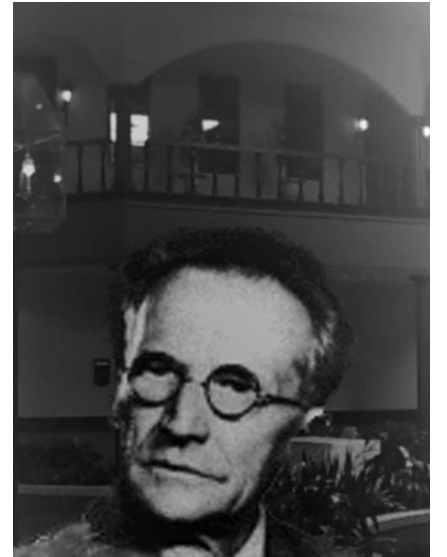
değil de değişik noktalarda aynı anda bulunabilir. Max Born 1926 yılında de Broglie dalgalarının fiziksel bir dalga olmadığını, bir olasılık dalgası olarak yorumlanması gerektiği düşüncesini ortaya attı. Buna göre parçacıklar de Broglie dalgasının bulunduğu her yerde bulunur, bunlar dalganın güçlü olduğu yerlerde yüksek olasılıkla, zayıf olduğu yerlerde de düşük olasılıkla bulunuyor. Böylece parçacığın konumu doğal bir belirsizlik taşır. Max Born bu çalışmasından ötürü 1954 yılında Nobel ödülünü kazandı.

Erwin Schrödinger, üstüste gelme ilkesinin yarattığı gariplikleri en açık biçimde ortaya koyan bir düşünce deneyi tasarladı. Schrödinger'in kedisini olarak bilinen bu deneyde bir kedi aynı anda hem diri hem de ölü olduğu bir duruma sokulabiliyordu. Hem mikroskopik ölçekte hem de bazı makroskopik cisimlerde var olduğu bilinen üstüste gelme olgusunun yorumu sürekli tartışma konusu olagelmıştır.

Schrödinger Denklemi

Bir kuantum sistemi hakkında bize her bilgiyi veren araç dalga fonksiyonu adı verilen bir fonksiyondur. Dalga fonksiyonunun uzaya ve zamana bağlı değişimini veren denklemi ilk bulan avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger'dir. Bu yüzden bu denklem Schrödinger denklemi adıyla anılır.

Schrödinger denklemine göre dalga fonksiyonunun zamana göre değişimini Hamiltonian adı verilen



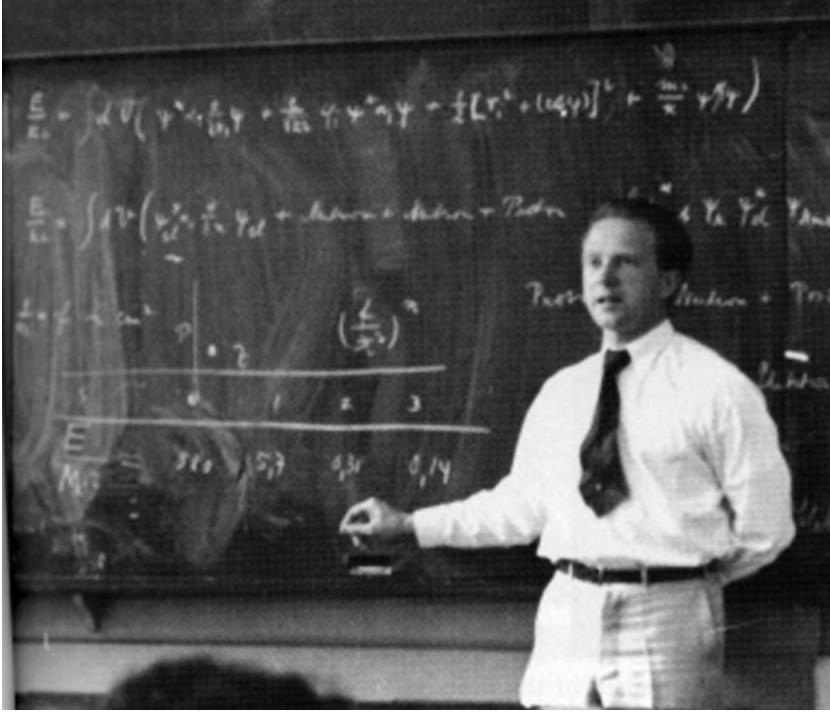
bir operatör kontrol eder. Hamiltonian operatörü (bazan enerji operatörü adıyla da anılır) sistemin enerjisi ile yakından ilgilidir. Kuantum sisteminin sahip olabileceği enerji değerlerini Hamilton operatörü belirler. Bunu veren denkleme de zamandan bağımsız Schrödinger denklemi adı verilir.

Schrödinger denkleminin çözümü olan dalga fonksiyonunun karesi kuantum sistemi ile ilgili olasılıkları verir.

Tünelleme

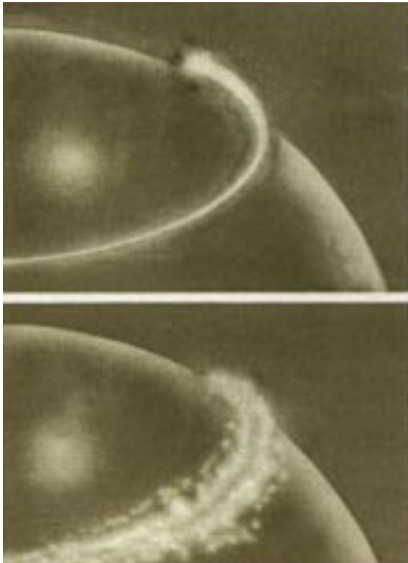
Klasik fiziğe göre herhangi bir cismin kinetik enerjisi negatif olamaz. Dolayısıyla duvara attığınız bir top duvarı delmeden öteki tarafa geçemez; çünkü duvarın getirmiş olduğu enerji engelini aşabilmek için klasik fiziğe göre duvarın içinden duvarı delmeden geçmek için negatif kinetik enerjiye sahip olma-

lıdır. Bu da klasik fiziğe aykırıdır. Kuantum kuramına göreyse bir enerji engelini aşmak için yeterli enerjisi olmayan bir kuantum parçacığı, yine de bu engeli aşabilir. Yani engelin öteki tarafında bulunma olasılığı sıfır değildir. Kuramının tahmin ettiği ve doğruluğu deneylerle kanıtlanmış olan ve radyoaktivite gibi olguları açıklayan bu etkiye tünelleme adı verilir.



Belirsizlik ilkesi

Kuantum kuramının belirsizlik ilkesi, bir parçacığın bazı farklı özelliklerinin ikisinin de kesin olarak belirlenemeyeceğini söyler. Örneğin bir parçacığın konumuyla momentumu (momentum bir cismin kütlesiyle hızının çarpımıdır) aynı anda tam olarak ölçülemez. Kuantum kuramına göre parçacığın bu iki özelliğindeki belirsizliklerin çarpımı en az Planck sabiti $h=6,626 \times 10^{-34}$ J.s kadardır. Konumu belli bir anda kesin olarak bilinen bir parçacığın momentumu sonsuz belirsizliktedir ve bu yüzden parçacık kısa sürede o noktadan ayrılır ve uzaya da-



ğılır. Benzer şekilde momentumu kesin olarak bilinen bir parçacığın konumu sonsuz belirsizliktedir, yani böyle bir parçacık uzayın her köşesinde bulunabilir. Bu nedenle doğada rastlanan parçacıkların bulunduğu kuantum durumlarında parçacıkların hem konum hem de momentumu bir miktar belirsiz olmak zorunda.

Alman fizikçi Werner Heisenberg, ünlü mikroskop örneğini bu ilkeyi açıklamak için geliştirdi. Bir parçacığın yerini "görerek" ölçmeye çalıştığınız düşünün. Böyle bir ölçümde parçacığın üzerine ışık göndermek, dolaşısıyla parçacıkla etkileşmek gerekir. Bu bile parçacığın konumunu tam olarak belirlemeye yetmez. Bu ölçümde en azından kullanılan ışığın dalgaboyu, λ , kadar bir hata yapılır. Bunun yanı sıra ışık parçacıkla etkileştiği için ölçüm, parçacığın hızında bir değişmeye de neden olur. Işık parçacığa çarpıp yansıdığı için en az bir fotonun momentumu parçacığa aktarılır. Parçacığın momentumu ölçümünden önce tam olarak bilinse bile, konumun ölçülmesi parçacığın momentumunu h/λ kadar değiştirir. Bu nedenle, parçacığın yerini daha iyi belirlemek için daha kısa dalga boylu ışık kullansak bile, ölçümümüz momentumdaki belirsizliği artıracak, ama her durumda ikisinin belirsizlikleri çarpımı en az h kadar olacaktır.

De Broglie Dalgası



1923 yılında aristokrat bir aileden gelen Fransız fizikçi Louis de Broglie ışığın bazen dalga bazen de parçacık gibi davranmasından esinlenerek, diğer parçacıkların da dalga yönleri olabileceği savını ortaya attı. Buna göre momentumu p olan bir parçacığa dalgaboyu $\lambda=h/p$ olan bir dalga eşlik ediyor ve parçacığın özelliklerini tamamlıyordu. Nasıl bir gitar teli uzunluğuna bağlı olarak sadece belli frekanslarda titreşiyorsa, atomun çevresinde dolanan bir elektronun de Broglie dalgası da sadece belli dalgalı boyuna sahip olmalıydı. Bu çeşit bir dalga 1913 yılında Bohr'un hidrojen atomundaki elektronların enerji seviyelerini bulduğunda yaptığı varsayımları açıklıyordu. Makroskopik cisimlerin momentumları çok daha büyük olduğundan, de Broglie dalgasının dalgaboyu ölçülemeyecek kadar küçüktür. Bu nedenle makroskopik cisimlerin dalga özellikleri gözlemlenemez.

De Broglie'nin bu çalışması, kendisinin 1929 yılında aldığı dışında iki Nobel ödülü daha üretti. 1926'da Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger, de Broglie'nin çalışmasını genişleterek kuantum kuramının temel denklemini elde etti ve 1933'te Nobel ödülünü aldı. 1927 yılında birbirlerinden bağımsız olarak ABD'de Davisson ve Germer, İngiltere'de de Thomson, bir kristale gönderilen elektronların tıpkı dalgalar gibi kırınımına uğradıklarını gösterdiler. Davisson ve Thomson da 1937 yılında Nobel aldılar.

Kuantum Alan Kuramı

Kuantum kuramına göre, uyarılmış durumdaki bir atom en düşük enerjili duruma ne zaman olacağı tahmin edilemeyen bir anda dışarıya bir foton atarak geçer. 'Dışarıya atılan foton o andan önce neredeydi?' sorusunun yanıtıysa 'hiçbir yer'dir. Foton geçiş anında yaratılır.

Yine önceden bilinmeyen bir anda radyoaktif bir çekirdek beta bozunumuna uğrar; yani bir başka çekirdek, bir elektron ve bir nötrinoya bozunur. 'Bu andan önce elektron ve nötrino neredeydiler?' sorusunun yanıtı yine 'hiçbir yer'dir. İkisi de bozunum anında yaratılır.

Bir atom bir fotonu soğurur ve uyarılmış bir duruma geçer. 'Soğurmadan sonra foton neredeydi?' sorusunun yanıtı yine 'hiçbir yer'. Foton artık yok.

Peki parçacıkların nasıl yaratılıp nasıl yok olduklarını açıklayan bir kuram var mı? Evet kuantum alan kuramı. Kuantum alan kuramı fotonlar, elektronlar, pozitronlar, protonlar, nötronlar, mezonlar ve diğer her tür parçacığın yaratılışı, yok edilmesi ve saçınması ile ilgili olasılıkları hesaplamak için kullanılan bir dil, bir tekniktir.

Kuantum alan kuramının ortaya çıkmasına yol açan soru atomların uyarılmış durumlarından dışarıya bir foton atarak en düşük enerjili duruma nasıl geçtiği ya da sıçradığıdır. Einstein bunun için 1916 yılında bir mekanizma önerdi fakat nicel bir sonuç bulmak için gerekli yöntemleri geliştiremedi. Daha sonraları bu problemi çözmek için özel görelilik kuramı ile kuantum kuramının bir araya getirilmesinin gerektiği anlaşıldı ve çabalar bu yöne yoğunlaştırıldı. Relativistik (görelili) kuantum kuramını kurma yönünde ilk önemli adım 1926 yılında İngiliz fizikçi Paul Dirac'tan geldi. Dirac, Schrödinger denklemine benzer ve günümüzde Dirac denklemi adıyla anılan relativistik bir denklem geliştirdi. Bu denklem negatif enerjili parçacıklar gibi bir takım anormal-

liklere yol açtı. Zamanla bütün bu problemlerin çözümünün farklı bir bakış açısı gerektirdiği anlaşıldı. Çözümün, alanların, örneğin Maxwell'in elektromanyetik alanının, kuantum kuramının kurulmasında yattığı ortaya çıktı. O ana kadar alanların ve parçacıkların birbirlerinden farklı ve bağımsız olgular olduklarına inanılıyordu. Kuantum alan kuramıyla birlikte, alanlarla parçacıkların aynı olgunun iki farklı görünümü olduğu kanıtlandı. Her temel parçacığı bir kuantum alanı temsil eder. Ya da başka bir deyişle her temel parçacık bir kuantum



Paul Dirac

alanının kuantumudur. Örneğin fotonlar elektromanyetik alanın, elektronlar bir Dirac alanının, nötrinolar bir başka Dirac alanının, gluonlar güçlü etkileşimi ileten kuantum alanının, Higgs parçacığı Higgs alanının temel kuantumudur. Ne kadar temel parçacık varsa o kadar da kuantum alanı vardır.

Kuantum alan kuramı maddenin doğasıyla ilgili bir çok temel sorunun çözümünü bulmuş olmasından dolayı kendine fizikte çok önemli bir yer edindi. Kuantum alan kuramı Dirac denkleminde ortaya çıkan negatif

enerjili parçacıkların aslında negatif enerjili olmadıklarını, onların pozitif enerjili antiparçacıklar olduklarını gösterdi. Neden iki temel parçacık türü (fermionlar ve bozonlar) olduğunu, ve bu parçacıkların özellikleriyle spinleri arasındaki ilişkiyi açıklamayı başardı. Bütün temel parçacıkların; örneğin fotonların, elektronların, pozitronların, kuarkların, gluonların ve diğerlerinin nasıl ortaya çıkıp nasıl yok olduklarını açıkladı. Özdeş parçacıkların, örneğin iki elektronun, neden özdeş olduklarını (aynı kuantum alanının kuantumları oldukları için) gösterdi.

Kuantum elektrodinamiği elektrik yüklü temel parçacıkların, örneğin elektronların, etkileşmesinin kuramıdır. Etkileşimi ileten elektromanyetik alandır. Elektrozayıf etkileşimin alan kuramı elektrodinamikle zayıf etkileşimin birleştirilmiş kuramıdır. Bu birleştirilmiş kuramda etkileşimi ileten parçacıklar fotonlar ve W^+ , W^- ve Z^0 parçacıklarıdır. Güçlü etkileşimi açıklayan alan kuramı ise kuantum renk dinamiğidir. Bu kuramda temel parçacıklar kuarklar ve gluonlardır. Elektrozayıf etkileşimin kuantum alan kuramıyla kuantum renk dinamiğine birlikte standart model adı verilir.

Standart model şu ana kadar yapılmış olan temel parçacıklarla ilgili bütün deneyleri başarıyla açıklamış bulunuyor. Buna rağmen fizikçiler standart modeli yetersiz buluyorlar. Bunun nedeni bu kuramın

temel parçacıkların kütlelerinin, yüklerinin ve diğer özelliklerinin neden ölçülen değerler olduğunu, neden bu değerlerin kuantize olduğunu, yani sadece belli değerler ve onların tam sayı katları olduklarını açıklayamıyor. Bir başka sorun ise kütle çekiminin kuantum kuramının hala kurulamamış olması.

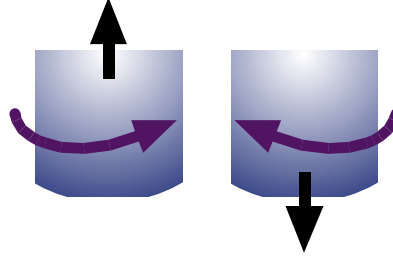
Fizikçiler bütün bu son derece ilginç ve bir kadar da zor problemleri çözmek için gece gündüz çalışıyorlar. Belki genç arkadaşlarımız da fizikçi olup bu problemleri çözmek isterler. Ne dersiniz?

Spin

Parçacıkların uzaydaki doğrusal hareketleri dışında kendi iç dinamikleriyle ilgili hareketleri de vardır. Bu parçacıkları noktasal değil de küçük kürecikler şeklinde düşünürsek, bu kürelerin kendi çevrelerinde dönme hareketi de etkileri gözlemlenebilen bir hareket şeklidir. Bu hareket için İngilizcede kendi etrafında dönme anlamına spin denir. Spin de bir açısal momentum türüdür. Fakat kuantum kuramı bazı parçacıkların (elektronlar gibi) spinlerinin gerçekten böyle bir dönme sonucu oluşmayacağını söylüyor. Buna rağmen dönme benzetmesi bir çok açıdan iyi bir açıklama biçimi gibi görünüyor.

Kuantum kuramına göre spin s olan bir parçacığın spin durumu sadece $(2s+1)$ değişik değer alabilir ya

da bu $(2s+1)$ durumun üstüste gelmesiyle oluşabilir. Elektron, proton ve nötronların spinleri $s=1/2$ dir. Yani bu parçacıklar uzaydaki hareketlerinin dışında 2 değişik durumda da bulunabilirler. Zayıf etkileşimi ileten W ve Z parçacıklarının spin 1 'dir. Bunlar da 3 değişik durumda



bulunabilirler. Fotonlarsa ışık hızında hareket ettikleri için spinleri 1 olmasına karşın sadece iki farklı spin

durumunda bulunabilirler. Bunların dışında bir kaç parçacıktan oluşmuş birleşik sistemlerin spinini de hesaplanabilir. Örneğin helyum-4 atomunun spin 0 olarak hesaplanabiliyor.

Spinli olan bir çok parçacık spinlerinin yönüne bağlı olarak uzayda manyetik alan oluştururlar. Bu anlamda bu tip parçacıkları küçük birer mıknatıs olarak da düşünmek mümkün. Eğer elektronlar bir manyetik alandan geçirilirse, kendi mıknatıslıklarının yönüne bağlı olarak değişik yönlerde sapmaları gerekir. 1921 yılında Stern ve Gerlach bu deneyi yaparak elektronların sadece iki değişik yöne saptıklarını, böylece bu parçacıkların sadece iki farklı spin durumunda bulunabildiklerini göstererek kuantum fizikinin en güçlü kanıtlarından birini elde ettiler.

Fermiyonlar ve Bozonlar

Ne kadar benzer olsalar da tanıdıkça ikizleri birbirlerinden ayırmamızın yollarını bulabiliriz. Fakat aynı şeyi parçacıklar için söyleyemeyiz. Hiç bir şekilde iki özdeş parçacığı birbirinden ayırmak olanaklı değil. Kuantum kuramı bu ilkedan yola çıkarak, birden fazla özdeş parçacığın beraber olduğu sistemlerde bu parçacıkların çok farklı davrandığını gösteriyor.

Bu parçacıklardan bir kısmı sanki birbirlerinden nefret ediyorlarmış gibi kesinlikle aynı kuantum durumunda olmak istemezler. Bu tip parçacıkların kuantum durumlarına dağılımını ilk defa inceleyenler anısına bu parçacıkların Fermi-Dirac istatistiğine uyduğunu söylüyoruz. Bu nedenle bu parçacıklara fermiyon denir. Aynı spine sahip iki fermiyon, aynı yerde bulunamaz, aynı hızla gidemez (ve elektronlar için, bir atomun aynı orbitalinde bulunamaz). Bu kısıtlama, varlığını ilk keşfeden Wolfgang Pauli'nin anısına "Pauli dışlanma prensibi" adıyla anılır. Elektronlar, proton ve nötronlar, nötrinolar fermiyondur.

Diğer parçacıklar, yani fermiyon olmayanlar, için aynı kuantum duru-

Fermiyonlar

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

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

Bozonlar

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

muna kaç parçacık girebileceği gibi bir kısıtlama yok. Bu diğer tip parçacıkların kuantum durumlarına dağılımını ilk defa inceleyen kişilerin anısına bu tip parçacıkların Bose-Einstein istatistiğine uyduğunu söylenir ve parçacıklara bozon denir.

Kuantum kuramının garipliklerinden biri daha bozonların davranışlarında ortaya çıkıyor ve bu parçacıklar birbirlerini aşırı seviyorlarmış gibi davranıyorlar, başka bir deyişle mümkün olduğu kadar aynı kuantum durumuna girmeye çalışıyorlar. Fotonlar ve helyum-4 izotopu bozonların en ünlü örnekleri. Lazerler ve süper akışkan helyum bozonluktur.

tan ötürü oluşan olaylar. Bunların dışında doğa kuvvetlerinin iletilmesinde aracı olan, yani kuvvet taşıyan, parçacıkların (mezonlar, gravitonlar, W ve Z parçacıkları gibi) birer bozon olduğu ortaya çıkıyor.

Kuantum alanlar kuramı hangi parçacıkların bozon hangilerinin fermiyon olması gerektiği konusunda basit bir kural veriyor. Ünlü spin-istatistik teoremine göre spinleri buçuklu sayılar ($1/2, 3/2, \dots$) olan parçacıklar fermiyon, spinleri tamsayı olan parçacıklar ($0, 1, 2, \dots$) ise bozon oluyor.

Sadi Turgut
Yusuf Ipekoğlu



Bohr-Einstein Tartışması

YİRMİNCİ YÜZYIL, iki büyük fizikçinin yıllar süren tartışmasına sahne oldu. Bu fizikçilerden biri Albert Einstein. Einstein'ın kim olduğunu bilmeyen herhalde yoktur. Özel ve genel görelilik kuramları ve fiziğe yapmış olduğu diğer çok önemli katkılarıyla Einstein gelmiş geçmiş en iyi fizikçilerden biri olarak kabul edilir. Ötekiyse fizik dışında Einstein kadar tanınmasa da fizikçiler arasında en az onun kadar saygıyla anılan Niels Bohr. Niels Bohr, kuantum kuramının gelişmesinde en önemli rollerden birinin oynamış bir fizikçi.

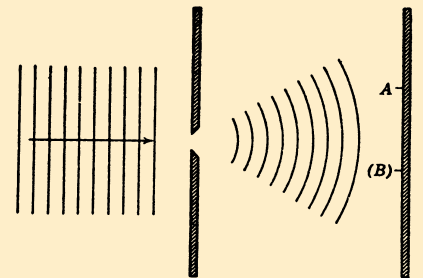
Einstein ve Bohr, uzun yıllar birbirlerine karşı sevgi ve saygılarını hiçbir zaman yitirmeden kuantum mekaniğinin temel kavramları üzerine tartıştılar. Kuantum mekaniğinin ilk ortaya çıktığı yıllarda fotoelektrik olayını açıklayarak kuantum kuramına çok önemli bir katkı sağlamış olan Einstein, daha sonraları kuantum kuramının geliştiği yönden hiç memnun kalmamıştı. 1927 Ekim'inde Brüksel'de yapılan beşinci Solvay konferansı ile başlayarak Einstein önceleri Heisenberg'in belirsizlik ilkesinin ve kuantum kuramının getirdiği olasılık kavramının yanlış olduğunu, dolayısıyla kuantum kuramının tutarsız olduğunu göstermeye çalıştı. Her defasında öne sürdüğü fikirleri ve örnekleri Bohr tarafından çürütülen Einstein, daha sonraları kuantum kura-

minı reddedilemeyecek bir olgu olduğunu ve doğanın gerçeklerini açıklamada önemli bir rolü olduğunu istemeyerek de olsa kabullendi. Bundan sonra Einstein çabalarını kuantum kuramının eksikleri olduğunu göstermeye yoğunlaştırdı. 1935 yılında Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile birlikte yazmış olduğu ünlü makalede, günümüzde EPR paradoksu olarak adlandırılan paradoksu ilk olarak ortaya koydu.

İlk Raund: Beşinci Solvay Konferansı

Bohr 1927 yılında Brüksel'de yapılan beşinci Solvay konferansında 'Kuantum Postulatu ve Atom Kuramında Yeni Gelişmeler' başlıklı bir konuşma sundu. Bu konuşmada yeni geliştirmiş olduğu tamamlamıcılık (complementarity) prensibinin ana hatlarını anlattı. Einstein, Bohr'un fikirlerini çürütmek amacıyla şöyle bir düşünce deneyi önerdi: bir elektron demeti, üzerinde ince bir yarık bulunan bir perdeye çarpsın. Yarık çok ince olduğu için, yarıktan geçen elektronlar kırınımına uğrarlar ve olası her yönde hareket edebilirler. Birinci perdenin arkasında ikinci bir perde daha olsun. Bu durumda kırınımına uğrayan elektronlar ikinci perdenin herhangi bir yerine çarpabilirler. Kuantum mekaniği elektronların ya-

rıktan geçtikten sonra ikinci perdeye doğru olan hareketlerini küresel bir dalga olarak açıklıyor. Bu dalga fonksiyonun karesinin ikinci perde üzerindeki herhangi bir yerdeki değeri, elektronun o noktaya çarpma olasılığını verir. Buna göre elektron, perdeye varmadan hemen önce potansiyel olarak perdenin her yerinde bulunur fakat perdeye tek bir noktada çarpar. Einstein'e göre bunun anlamı, dalga fonksiyonunun perdenin iki farklı yerinde aynı andaki davranışının birbiriyle bağlantılı olduğudur. Bu da görelilik kuramına aykırıdır. Ayrıca kuantum kuramı, elektronun neden B noktasına değil de, A noktasına çarptığını açıklamıyordu. Einstein'a göre bu, kuantum kuramının eksik olduğunun bir göstergesiydi. Einstein bunun çözümünün olasılıkların tek bir elektron için değil çok sayıda elektronun istatistiksel bir özelliği olduğunu öne sürdü. Bohr diğer fizikçiler bunun bazı elektronların negatif kinetik enerjiye sahip olmasına neden olacağını göstererek Einstein'ın fikir-



lerini bir ölçüde çürüttüler. Ancak ilk raund bir çözüme ulaşmadan bitti.

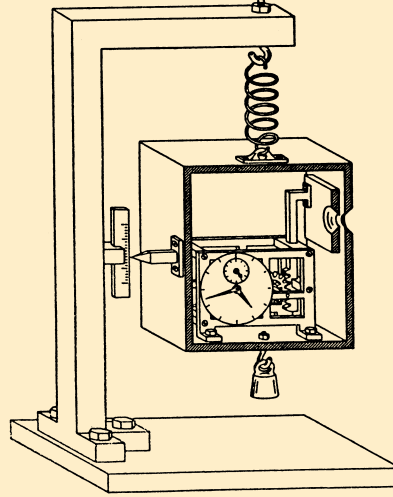
İkinci Raund: Altıncı Solvay Konferansı

1930 yılında yapılan altıncı Solvay konferansına Einstein dahice tasarlanmış bir düşünce deneyi ile geldi. Belirsizlik ilkesinin tutarsız olduğunu göstermek için, kendisinin genel görelilik kuramı ile ortaya atmış olduğu enerji ile kütlenin eşdeğer olduğunu gösteren $E=mc^2$ formülünü kullandı. Buna göre kütledeki değişimi ölçerek enerjideki değişimi bulmak mümkün. Eğer aynı anda bu değişimin olduğu zamanı da tesbit edebilirse, enerji ile zaman arasındaki belirsizlik ilişkisinin yanlış olduğunu göstermiş olacaktı.

Einstein bunun için bir terazinin ucunda asılı duran bir kutu tasarladı. Kutunun içi ışık dolu ve iç duvarları mükemmel yansıtıcılıkta, dolayısıyla ışık duvarlardan sürekli yansıyıp daima kutunun içinde kalıyor. Kutunun yüzlerinden birinde bir delik var. Bu deliğin üstünde de bir saat tarafından kontrol edilen bir açma kapama mekanizması var (bkz şekil). Belli bir anda delik açılıyor ve içeriden dışarıya tek bir foton bırakılıyor. Aynı anda kutunun içindeki ışığın toplam enerjisinin değişimi, terazinin göstergesinde kütledeki değişim olarak okunuyor. Her iki ölçüm, yani fotonun bırakıldığı zaman ve kütledeki, dolayısıyla da enerjideki değişim, istenen kesinlikte ölçülebilir. Böylece Einstein'a göre enerji ile zaman arasındaki belirsizlik ilişkisinin yanlış olduğu gösterilebilir.

Bu düşünce deneyi Bohr için tam bir şok oldu. Bohr'un o günkü halini yakın arkadaşı ve meslektaşı Rosenfeld şöyle anlatıyor:

Bohr şok olmuştu... çözümünü bir türlü bulamıyordu. Bütün gece son derece mutsuzdu. Toplantıya katılan fizikçilerin birinden diğerine giderek Einstein'ın haklı olamayacağına onları ikna etmek için çabalıyordu. Eğer Einstein haklıysa bunun fiziğin sonu olacağını söylüyordu. Fakat bir türlü Einstein'ın iddialarını çürütmeyi başaramıyordu. İki rakibin kulübü terkedişlerini hiçbir zaman unutamayacağım: Einstein yüzünde alaycı bir gülümseme, heybetli bir şekilde sessizce yürüyor, Bohr ise son derece heyecanlı sanki Einstein'ı



yakalamak için koşturuyormuş gibi görünüyor.

O gece Bohr, sabaha kadar uyumadan Einstein'ın iddialarını çürütmek için çalıştı. Bunda da başarılı oldu. Einstein'ın genel görelilik kuramına göre, bir saatin kütle çekimi alanı içindeki konumu, saatin hızını belirler. Başka bir deyişle kütle çekimi içindeki farklı konumlarda zaman farklı hızlarla değişir. Kutudan bir foton bırakıldığında kutu hafiflediği için kütle çekimi alanı içindeki yeri de değişir. Bu da zaman ölçümünde bir belirsizliğe yol açar. Genel göreliliğin öngördüğü bu faktörleri gözönüne alınca Bohr, birkaç satırlık basit bir hesaplama Heisenberg belirsizlik ilkesinin tutarlı olduğunu göstermeyi başardı. Einstein'ın tasarladığı kutuyu kullanarak hem enerjiyi, hem de zamanı istenen kesinlikte ölçmek mümkün olamaz. Einstein'ın geliştirmiş olduğu genel görelilik kuramı Einstein'ı sırtından bıçaklamış oldu. Bunun üzerine Einstein belirsizlik ilkesinin yanlışlığını gösterme çabasından vazgeçti. Ama yine de kuantum mekaniği ile yıldızları barışmamıştı.

Üçüncü Raund: EPR Paradoksu

Nazilerin iktidara gelmesi sonucu Einstein 1933 yılında Almanya'yı terketmek zorunda kaldı ve Amerika'ya yerleşti. Burada Einstein, çabalarını kuantum mekaniğinin bütünlüğü olan bir kuram olmadığını, yani eksiklikleri olduğunu göstermeye yoğunlaştırdı. 1935 yılında Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile yazdığı "Fiziksel Gerçekliğin Kuantum Mekaniksel Anlatımının

Tam Olduğu Kabul Edilebilir mi?" başlıklı makalesinde Einstein'ın niyeti, artık kuantum mekaniğinin yanlış olduğunu değil fakat tüm gerçeği söylemediğini göstermekti. Einstein ve arkadaşları bir fizik kuramının bütünlüğü için ise şu kriteri kullandılar: her fiziksel gerçeklik için kuramda bir kavram varsa kuram bir bütündür. Eğer kuantum kuramının açıklamadığı ya da hiç dokunmadığı bir takım gerçekliklerin varlığını gösterebilirse kuantum kuramının eksik olduğunu göstermiş olacaktı. Böylece Bohr'un kuantum kuramının bütünlüğü olan bir kuram olduğu iddiasını çürüterek tartışmayı kazanıp konuyu da kapamış olacaktı.

Einstein'ın savında anahtar konumunda olan kavram fiziksel gerçeklik kriteriydi. Einstein fiziksel gerçekliği şöyle tanımladı: Eğer bir sistemi hiç bir şekilde rahatsız etmeden o sistemle ilgili bir fiziksel miktarın değerini kesin olarak tahmin edebiliyorsak o fiziksel miktara karşılık gelen bir fiziksel gerçeklik vardır. Bohr'un bu konuda konumu biraz daha farklıydı. Bohr fiziksel gerçekliğin var olduğunu varsayıyor ve fiziğin amacının bu gerçeklikle ilgili sırları olabildiğince ortaya çıkarmak olduğunu söylüyordu.

Einstein, Podolsky ve Rosen şu iki alternatifi önerdiler: (1) ya gerçeğin dalga fonksiyonu ile kuantum mekaniksel betimlenmesi eksik (2) ya da birbirini tamamlayıcı olan özelliklere karşılık gelen fiziksel miktarlar aynı anda gerçekliğe sahip olamazlar yani biri gerçekse diğeri gerçek olamaz. Einstein birinci alternatifi Bohr ise ikinci alternatifi savunuyordu. EPR'in fiziksel gerçeklik kriterini kullanırsak ikinci alternatifi savunmak çok güçleşmektedir. (EPR deneyinin daha geniş bir anlatımı için Sadi Turgut'un bu sayıdaki 'Parçacıklar Telepati Yapar mı?' yazısına bakınız.)

EPR makalesi tartışmayı bitirmedi. Tartışma odağı daha farklı eksene kaydı: Gerçeğin doğası ve bunu açıklamada kuramın rolü. Bu tartışma günümüzde de devam etmekte ve fizik var olduğu sürece devam edecek gibi görünüyor.

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Hönlner, J., *The Description of Nature*, Clarendon Press Oxford 1987
Whitaker, A., *Einstein Bohr and the Quantum Dilemma*, Cambridge University Press 1996

Kuantum Mekaniğinin Değişik Yorumları

Kuantum mekaniği en fazla tartışılan kuramlardan biri olagelmıştır. Tartışılan şey kuantum mekaniğinin matematiksel yapısı değil. Fizikçiler bu yapıyı kullanarak maddenin değişik ortamlardaki davranışlarını açıklamakta şu ana kadar son derece başarılı oldular. Kuantum mekaniği, fizikteki en başarılı kuramlardan biri olarak kabul edilir ve fiziğin temel taşlarından biridir. Bir fizikçinin kuantum mekaniği bilmemesi bugün kabul edilebilir bir şey değil. Tartışılan şeyse kuantum mekaniğinin yorumu. Bir kuramın yorumundan kasıt şu: fiziksel olayları ve bu olayları anlamak için yaptığımız deney ve gözlemlerin sonuçlarını, sadece o kuramın temel kavramlarını kullanarak açıklamak. Yani kuramın matematiksel dilini günlük yaşamda kullandığımız dile çevirmek.

Normalde herhangi bir kuramın tek bir yorumunun olması gerekir. Fakat kuantum mekaniğinin karmaşık ve sağduyu zorlayan yapısından dolayı fizikçiler henüz herkesin kabul ettiği bir yoruma ulaşabilmiş değiller. Değişik ölçülerde kabul gören bir kaç yorum var. Bunlar Kopenhag yorumu, çoklu dünyalar ya da paralel evrenler yorumu, Bohm yorumu, tutarlı geçmişler yorumu gibi adlarla anılıyorlar. Bunlar içinde en çok yandaş toplayanlar.

Kopenhag Yorumu

Kopenhag yorumu, büyük ölçüde Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un bilimsel ve felsefi düşünceleri üzerine kuruludur. Bu yüzden Bohr'un hayatının büyük kısmını geçirdiği Kopenhag'ın adıyla anılıyor. Bu yorumun temel prensipleri şöyle:

Bireysel nesnelerle ilgili kuram. Kuantum mekaniği nesnelerin ya da sistemlerin bireysel olarak davranışlarını inceler ve açıklamaya çalışır. Yani tek bir atomun ya da tek bir elektronun ya da bir kaç atomdan veya birkaç parçacıktan oluşan tek bir sistemin veya çok sayıda atomdan oluşan bir kristalin(tek bir sistem oluşturur) davranışını inceler. Burada bireysellikten kasıt şu: Kuantum mekaniği, istatistiksel mekanik gibi aynı türden çok sayıda sistemin istatistikli özellikleriyle değil, tek bir sistemin davranışlarıyla ilgilenir. Kuantum mekaniğindeki olasılıklar bu yüzden istatistik mekanikteki olasılıklardan temelde farklıdır.

Olasılıklar temel özelliklerdir. Schrödinger fonksiyonunun belli bir sistem için çözümüne o sistemin dalga fonksiyonu adı verilir. Kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonunun karesi ile betimlenen olasılıklar gözlemcinin ya da kuramcının eksik bilgisinden kaynaklanmaz. Bu olasılık ve ona bağlı olan belirsizlikler doğanın özünde bulunur.

Gözlenen sistem ve gözlemci arasındaki ilişki. Heisenberg'e göre fiziksel dünya iki parçaya ayrılır, gözlenen sistem ve gözleyen sistem. İkisi arasında bir sınır vardır. Bu sınır hangisinin kuantum fiziği (gözlenen sistem) hangisinin klasik fizikle (gözleyen sistem) betimleneceğini belirler. Heisenberg'e göre bu sınırın nereye konacağı tamamiyle bizim özgür irademize bağlıdır. Bohr'un bu konudaki görüşleri daha radikal. Bohr'a göre böyle bir sınır yoktur. Gözlenen sistemle gözleyen sistem bölünmez bir bütün olarak ele alınmalıdır. Gözlenen sistemin, gözleyen sistemden ba-

ğımsız olarak özelliklerinden bahsetmek anlamsızdır.

Gözlemlerin açıklandığı dil. Günlük yaşamda çevremizde gördüğümüz bir sürü basit gerçeklik vardır. Kullandığımız dil, algılarımız, sağduyumuz bu gerçekliklere göre gelişmiştir. Bütün bunlar klasik fiziğin dilini oluşturur. Dolayısıyla bir kuantum sistemi üzerindeki gözlemlerimizi de sadece klasik fiziğin diliyle anlatabiliriz.

Ölçümün geri çevrilemezliği. Bir ölçüm yaptığımız zaman sistemi geri dönülemez şekilde değiştirmiş oluruz.

Kuantum indirgenme(çökme). Bir ölçüm, ölçümün yapıldığı nesne ya da sistem üzerinde bir eylemi içerir. Bu da dalga fonksiyonunun indirgenmesine neden olur. Bohr bunu yeni bir tür fiziksel yasa olarak kabul etmiştir. Kuantum kuramı bu indirgenmenin olasılıklarını verir fakat mekanizmasını açıklamaz.

Tamamlayıcılık (Complementarity). Bohr, tamamlayıcılığı birbirinden bağımsız (biri diğerini içermeyen) ve bütün deney ve gözlemleri tam olarak anlamak için birlikte gerekli olan kavramları bir arada düşünme olarak tanımlamıştır. Buna en iyi örnek dalga parçacık ikiliğidir. Işığın (ya da bir elektronun veya başka kuantum nesnelerin) bazı durumlarda dalga, bazı durumlardaysa parçacık gibi davranması gibi. Bu tamamlayıcı özellikler aynı anda gözlenemezler. Yani, bir elektron aynı anda hem dalga hem de parçacık gibi gözlenemez. Deneyin koşullarına göre ya parçacık, ya da dalga davranışı gösterir.

Gerçeklik. Kopenhag yorumuna göre tamamlayıcılık ve gerçek birbirleriyle yakından ilgili kavramlardır. Sadece bir ölçüm sonucu bulunanlar gerçek olarak alınabilir. Bunun dışında gerçek hakkında başka hiçbir şey söylenemez. Buna şöyle bir örnek verebiliriz: Diyelim bir odamızdaki masanın üzerine bir kitap bıraktık; kapıyı kilitleyip çıktık. Şu an o kitabı görmüyor olduğumuz halde kitabın masanın üzerinde durmasından bir gerçek olarak bahsetmemize klasik fizik izin verir. Benzer bir şeyi bir atom için yapalım. Yani, bir deney için bir atom hazırlayalım ve bir süre sonra bu atom üzerinde deney yapalım. Atomun hazırlanmasıyla, deney arasında geçen sürede atom hakkında şu, ya da bu doğrudur demek mümkün değildir. Atom hazırladığımız ve bıraktığımız yerde mi değil mi? Bu soru sadece atomu doğrudan gözleyip orada olup olmadığını öğrendiğimiz zaman söyleyebiliriz. Onun dışında atomun orada olup olmadığını söylemek imkansızdır. Heisenberg'e göre böyle bir soru anlamsızdır da...

Çoklu Dünyalar ya da Paralel Evrenler Yorumu

Yukarıda temel prensiplerini belirttiğimiz Kopenhag yorumu birçok fizikçi tarafından yeterince tatmin edici bulunmamaktadır. Özellikle dalga fonksiyonunun indirgenmesi Schrödinger'in kedisi örneğinde olduğu gibi paradokslara neden oluyor. Benzer bir şekilde Kopenhag yorumu EPR paradoksunu açıklamakta yetersiz kalmakta. Bu nedenlerle zaman içinde başka yorumlar ortaya atıldı. Bunlardan en önemlisi Hugh Everett'in 1957

yılında Princeton Üniversitesinde yapmış olduğu "Evrensel Dalga Fonksiyonu Kuramı" adlı doktora teziyle öne sürmüş olduğu "görelilik durumları" ya da daha yaygın olarak bilindiği adlarla "çoklu dünyalar" veya "paralel evrenler" yorumudur.

Mikroskopik sistemlerin örneğin atomların dalga fonksiyonları saf kuantum durumlarının üst üste binmiş durumu yani toplamı şeklinde yazılır. Dolayısıyla sistemin konum, momentum gibi fiziksel özellikleri, ölçüm yapıncaya kadar kesin bir değere sahip değildir. Kopenhag yorumuna göre ölçüm yapıldığı anda sistem bu saf durumlardan birine çökertilir ve ölçülen özelliğin değeri, bu saf durumun sahip olduğu değerdir. Bu durum bir çok soru oluşturmaktadır. Bu indirgenme nasıl olur? Ölçümü nasıl tanımlayabiliriz? Kopenhag yorumu bunları açıklayamamaktadır.

Everett'in bu sorulara verdiği yanıt, dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye bir şeyin olmadığı yönündedir.

Çoklu dünyalar yorumunun temel fikri şu: Evren, kuantum düzeyinde ne zaman bir seçim yapmak durumunda kalırsa, kaç tane alternatif kuantum durumu varsa o kadar parçaya bölünür. Bunu daha iyi anlamak için Schrödinger'in kedisini örnek olarak alalım (Schrödinger'in kedisi için Bilim ve Teknik sayı 393e bakınız). Bu deneyde iki olasılık var. Ya radyoaktif atom bozunur ve kedi ölür ya da bozunmaz ve kedi canlıdır. Kopenhag yorumuna göre, kutu açılıp içine bakılincaya kadar olasılıkların ikisi de gerçek değildir. Kutunun içindeki kedinin dalga fonksiyonu iki durumun bir üst üste binmiş halidir. Yani, kedi ne ölüdür, ne de canlı. Kutuyu açıp baktığımız anda dalga fonksiyonu bu iki durumdan birine indirgenir. Yani kutuyu açınca kediyi ya canlı ya da ölü olarak gözleriz. Çoklu dünyalar yorumuna göreyse sistem bir seçimle karşı karşıya kaldığı anda her iki olasılık da gerçek olur, ancak evren ikiye ayrılır. Evrenlerden birinde gözlemci kutuyu açar ve kediyi ölü bulur; diğer evrendeyse gözlemci kediyi canlı olarak gözler. Burada önemli olan nokta kutunun içindeki kedinin gözlemci bakımından önce bir evrende ölü, diğerindeyse canlı olduğudur. Dolayısıyla gözlemci kutuya baktığında dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye bir şey söz konusu değildir. Her bir evrendeki gözlemci, eşli olmayan bir evren içinde yaşamaktadır ve diğer evrenlerle iletişim kurması mümkün değildir.

Çoklu dünyalar yorumuyla ilgili temel problem evrenin her an çok sayıda kuantum alternatifleriyle karşı karşıya olduğu dolayısıyla her an çok sayıda evrene bölündüğü, bunun sonucu olarak da aynı uzayı paylaşan neredeyse sonsuz sayıda evrenin var olduğu fikrinin oldukça itici bir fikir olmasıdır. Bu fikrin kanıtlanmasının ya da çürütülmesinin imkansızlığı da ayrıca itici bir noktadır.

Siz hangi yorumu tercih edersiniz?

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Gribbin, J., *Schrödinger's Kittens and the Search for Reality*, Little, Brown 1995
Omnès, R., *The Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press 1994
Rae, A., *Quantum Physics: Illusion or Reality?*, Cam. Univ. Press, 1986

Kuantum Mekaniğinin Değişik Yorumları

Kuantum mekaniği en fazla tartışılan kuramlardan biri olagelmıştır. Tartışılan şey kuantum mekaniğinin matematiksel yapısı değil. Fizikçiler bu yapıyı kullanarak maddenin değişik ortamlardaki davranışlarını açıklamakta şu ana kadar son derece başarılı oldular. Kuantum mekaniği, fizikteki en başarılı kuramlardan biri olarak kabul edilir ve fiziğin temel taşlarından biridir. Bir fizikçinin kuantum mekaniği bilmemesi bugün kabul edilebilir bir şey değil. Tartışılan şeyse kuantum mekaniğinin yorumu. Bir kuramın yorumundan kasıt şu: fiziksel olayları ve bu olayları anlamak için yaptığımız deney ve gözlemlerin sonuçlarını, sadece o kuramın temel kavramlarını kullanarak açıklamak. Yani kuramın matematiksel dilini günlük yaşamda kullandığımız dile çevirmek.

Normalde herhangi bir kuramın tek bir yorumunun olması gerekir. Fakat kuantum mekaniğinin karmaşık ve sağduyu zorlayan yapısından dolayı fizikçiler henüz herkesin kabul ettiği bir yoruma ulaşabilmiş değiller. Değişik ölçülerde kabul gören bir kaç yorum var. Bunlar Kopenhag yorumu, çoklu dünyalar ya da paralel evrenler yorumu, Bohm yorumu, tutarlı geçmişler yorumu gibi adlarla anılıyorlar. Bunlar içinde en çok yandaş toplayanlar.

Kopenhag Yorumu

Kopenhag yorumu, büyük ölçüde Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un bilimsel ve felsefi düşünceleri üzerine kurulu. Bu yüzden Bohr'un hayatının büyük kısmını geçirdiği Kopenhag'ın adıyla anılıyor. Bu yorumun temel prensipleri şöyle:

Bireysel nesnelerle ilgili kuram. Kuantum mekaniği nesnelerin ya da sistemlerin bireysel olarak davranışlarını inceler ve açıklamaya çalışır. Yani tek bir atomun ya da tek bir elektronun ya da bir kaç atomdan veya birkaç parçacıktan oluşan tek bir sistemin veya çok sayıda atomdan oluşan bir kristalin(tek bir sistem oluşturur) davranışını inceler. Burada bireysellikten kasıt şu: Kuantum mekaniği, istatistiksel mekanik gibi aynı türden çok sayıda sistemin istatistikli özellikleriyle değil, tek bir sistemin davranışlarıyla ilgilenir. Kuantum mekaniğindeki olasılıklar bu yüzden istatistik mekanikteki olasılıklardan temelde farklıdır.

Olasılıklar temel özelliklerdir. Schrödinger fonksiyonunun belli bir sistem için çözümüne o sistemin dalga fonksiyonu adı verilir. Kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonunun karesi ile betimlenen olasılıklar gözlemcinin ya da kuramcının eksik bilgisinden kaynaklanmaz. Bu olasılık ve ona bağlı olan belirsizlikler doğanın özünde bulunur.

Gözlenen sistem ve gözlemci arasındaki ilişki. Heisenberg'e göre fiziksel dünya iki parçaya ayrılır, gözlenen sistem ve gözleyen sistem. İkisi arasında bir sınır vardır. Bu sınır hangisinin kuantum fiziği (gözlenen sistem) hangisinin klasik fizikle (gözleyen sistem) betimleneceğini belirler. Heisenberg'e göre bu sınırın nereye konacağı tamamiyle bizim özgür irademize bağlıdır. Bohr'un bu konudaki görüşleri daha radikal. Bohr'a göre böyle bir sınır yoktur. Gözlenen sistemle gözleyen sistem bölünmez bir bütün olarak ele alınmalıdır. Gözlenen sistemin, gözleyen sistemden ba-

ğımsız olarak özelliklerinden bahsetmek anlamsızdır.

Gözlemlerin açıklandığı dil. Günlük yaşamda çevremizde gördüğümüz bir sürü basit gerçeklik vardır. Kullandığımız dil, algılarımız, sağduyumuz bu gerçekliklere göre gelişmiştir. Bütün bunlar klasik fiziğin dilini oluşturur. Dolayısıyla bir kuantum sistemi üzerindeki gözlemlerimizi de sadece klasik fiziğin diliyle anlatabiliriz.

Ölçümün geri çevrilemezliği. Bir ölçüm yaptığımız zaman sistemi geri dönülemez şekilde değiştirmiş oluruz.

Kuantum indirgenme(çökme). Bir ölçüm, ölçümün yapıldığı nesne ya da sistem üzerinde bir eylemi içerir. Bu da dalga fonksiyonunun indirgenmesine neden olur. Bohr bunu yeni bir tür fiziksel yasa olarak kabul etmiştir. Kuantum kuramı bu indirgenmenin olasılıklarını verir fakat mekanizmasını açıklamaz.

Tamamlayıcılık (Complementarity). Bohr, tamamlayıcılığı birbirinden bağımsız (biri diğerini içermeyen) ve bütün deney ve gözlemleri tam olarak anlamak için birlikte gerekli olan kavramları bir arada düşünme olarak tanımlamıştır. Buna en iyi örnek dalga parçacık ikiliğidir. Işığın (ya da bir elektronun veya başka kuantum nesnelerin) bazı durumlarda dalga, bazı durumlardaysa parçacık gibi davranması gibi. Bu tamamlayıcı özellikler aynı anda gözlenemezler. Yani, bir elektron aynı anda hem dalga hem de parçacık gibi gözlenemez. Deneyin koşullarına göre ya parçacık, ya da dalga davranışı gösterir.

Gerçeklik. Kopenhag yorumuna göre tamamlayıcılık ve gerçek birbirleriyle yakından ilgili kavramlardır. Sadece bir ölçüm sonucu bulunanlar gerçek olarak alınabilir. Bunun dışında gerçek hakkında başka hiçbir şey söylenemez. Buna şöyle bir örnek verebiliriz: Diyelim bir odamızdaki masanın üzerine bir kitap bıraktık; kapıyı kilitleyip çıktık. Şu an o kitabı görmüyor olduğumuz halde kitabın masanın üzerinde durmasından bir gerçek olarak bahsetmemize klasik fizik izin verir. Benzer bir şeyi bir atom için yapalım. Yani, bir deney için bir atom hazırlayalım ve bir süre sonra bu atom üzerinde deney yapalım. Atomun hazırlanmasıyla, deney arasında geçen sürede atom hakkında şu, ya da bu doğrudur demek mümkün değildir. Atom hazırladığımız ve bıraktığımız yerde mi değil mi? Bu soru sadece atomu doğrudan gözleyip orada olup olmadığını öğrendiğimiz zaman söyleyebiliriz. Onun dışında atomun orada olup olmadığını söylemek imkansızdır. Heisenberg'e göre böyle bir soru anlamsızdır da...

Çoklu Dünyalar ya da Paralel Evrenler Yorumu

Yukarıda temel prensiplerini belirttiğimiz Kopenhag yorumu birçok fizikçi tarafından yeterince tatmin edici bulunmamaktadır. Özellikle dalga fonksiyonunun indirgenmesi Schrödinger'in kedisi örneğinde olduğu gibi paradokslara neden oluyor. Benzer bir şekilde Kopenhag yorumu EPR paradoksunu açıklamakta yetersiz kalmakta. Bu nedenlerle zaman içinde başka yorumlar ortaya atıldı. Bunlardan en önemlisi Hugh Everett'in 1957

yılında Princeton Üniversitesinde yapmış olduğu "Evrensel Dalga Fonksiyonu Kuramı" adlı doktora teziyle öne sürmüştüğü "görelilik durumları" ya da daha yaygın olarak bilindiği adlarla "çoklu dünyalar" veya "paralel evrenler" yorumudur.

Mikroskopik sistemlerin örneğin atomların dalga fonksiyonları saf kuantum durumlarının üst üste binmiş durumu yani toplamı şeklinde yazılır. Dolayısıyla sistemin konum, momentum gibi fiziksel özellikleri, ölçüm yapıncaya kadar kesin bir değere sahip değildir. Kopenhag yorumuna göre ölçüm yapıldığı anda sistem bu saf durumlardan birine çökertilir ve ölçülen özelliğin değeri, bu saf durumun sahip olduğu değerdir. Bu durum bir çok soru oluşturmaktadır. Bu indirgenme nasıl olur? Ölçümü nasıl tanımlayabiliriz? Kopenhag yorumu bunları açıklayamamaktadır.

Everett'in bu sorulara verdiği yanıt, dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye bir şeyin olmadığı yönündedir.

Çoklu dünyalar yorumunun temel fikri şu: Evren, kuantum düzeyinde ne zaman bir seçim yapmak durumunda kalırsa, kaç tane alternatif kuantum durumu varsa o kadar parçaya bölünür. Bunu daha iyi anlamak için Schrödinger'in kedisini örnek olarak alalım (Schrödinger'in kedisi için Bilim ve Teknik sayı 393e bakınız). Bu deneyde iki olasılık var. Ya radyoaktif atom bozunur ve kedi ölür ya da bozunmaz ve kedi canlıdır. Kopenhag yorumuna göre, kutu açılıp içine bakılincaya kadar olasılıkların ikisi de gerçek değildir. Kutunun içindeki kedinin dalga fonksiyonu iki durumun bir üst üste binmiş halidir. Yani, kedi ne ölüdür, ne de canlı. Kutuyu açıp baktığımız anda dalga fonksiyonu bu iki durumdan birine indirgenir. Yani kutuyu açınca kediyi ya canlı ya da ölü olarak gözleriz. Çoklu dünyalar yorumuna göreyse sistem bir seçimle karşı karşıya kaldığı anda her iki olasılık da gerçek olur, ancak evren ikiye ayrılır. Evrenlerden birinde gözlemci kutuyu açar ve kediyi ölü bulur; diğer evrendeyse gözlemci kediyi canlı olarak gözler. Burada önemli olan nokta kutunun içindeki kedinin gözlemci bakımından önce bir evrende ölü, diğerindeyse canlı olduğudur. Dolayısıyla gözlemci kutuya baktığında dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye bir şey söz konusu değildir. Her bir evrendeki gözlemci, eşli olmayan bir evren içinde yaşamaktadır ve diğer evrenlerle iletişim kurması mümkün değildir.

Çoklu dünyalar yorumuyla ilgili temel problem evrenin her an çok sayıda kuantum alternatifleriyle karşı karşıya olduğu dolayısıyla her an çok sayıda evrene bölündüğü, bunun sonucu olarak da aynı uzayı paylaşan neredeyse sonsuz sayıda evrenin var olduğu fikrinin oldukça itici bir fikir olmasıdır. Bu fikrin kanıtlanmasının ya da çürütülmesinin imkansızlığı da ayrıca itici bir noktadır.

Siz hangi yorumu tercih edersiniz?

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Gribbin, J., *Schrödinger's Kittens and the Search for Reality*, Little, Brown 1995
Omnès, R., *The Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press 1994
Rae, A., *Quantum Physics: Illusion or Reality?*, Cam. Univ. Press, 1986

Felsefenin Kuantum Mekaniksel Temelleri

Bu derginin okurları yukardakinin tersine "Kuantum Mekaniğinin felsefî Temelleri (ya da) Problemleri" gibi başlıkları olan birçok makale mutlaka okumuşlardır; hatta bunların birini de şimdiki yazar hazırlamıştı. Böyle yazılardan, hatta fizik lisans eğitimi sırasında alınan derslerden şöyle bir izlenim edinilmesi doğaldır: 1) Planck sabiti h sıfıra götürülürse, ortaya Newton- Maxwell denklemleri (ya da yüksek hızlar söz konusuysa bunların Einstein tarafından genellenmiş halleri), yani klâsik fizik elde

edilir; bu çerçeve de gündelik gözlemlerimizden tanıdığımız dünyayı betimlemek için uygun ve yeterlidir. 2) Buna karşılık, atom ve atomaltı mesafeler, atomik kütle ve enerjiler ölçeğindeki olaylardan söz ediyorsak, klâsik fizik yetersiz kalır; karşımıza Belirsizlik İlkesi, tek bir parçacığın çift yarı deneyinde kendisiyle girişim yapabilmesi gibi tuhaf yeni kavramlar çıkar. 3) Bunlara biraz alıştıktan sonraysa Bell Teoremi, Einstein-Podolsky-Rosen "paradoksu", Schrödinger'in Kedisi, Everett'in Paralel Evrenler yorumu gibi çarpıcı birtakım örneklerle Kuantum Mekaniğinin gerçekten de gündelik düşünce tarzımızla ve felsefî kavramlarımızla derin bir şekilde çeliştiği, hatta deneylerle çok iyi uyuşsa da, bu yönleriyle kısmen tartışmalı olduğu gibi görüşle karşılaşılır. Aslında biraz sonra anlaşılabilceği gibi yazının adı "Felsefenin Kuantum Alan Kuramsal Temelleri" olmaydı; fakat bu seçim başlıktaki kelime oyununu bozmayı gerektirecekti.

YUKARIDAKİ MADDELER gerçekten çok şaşırtıcı yönleriyle bol bol tartışıldı ve bu tartışmalar sürüyor. Aslında bu şaşırtıcı özellikler, hemen her zaman kuantum dalga fonksiyonlarının koherent olduğu durumlarda ortaya çıkıyor. Dalgaların koherent olması çok kabaca bunların kaynaklarının birbirleriyle bir anlamda eşgüdümlü şekilde, inkoherent olmalarıyla tamamen birbirlerinden bağımsız ve gelişigüzel şekilde hareket etmelerine karşılık geliyor. Laboratuarda özel olarak hazırlanmadıkça, neredeyse bütün gündelik makroskopik ölçekli fiziksel olaylarda dalga fonksiyonları inkoherent şekilde toplanıyor ve girişim etkileri ortadan kayboluyor. "Klâsik dünyada" sağduyumuza ters gelen olgularla karşılaşmamamızın belki temel

nedeni de bu. Buna karşılık, kuantum fiziğinin başka temel ilkeleri kendilerini çok temel bir şekilde HER ZAMAN ortaya koyuyorlar. Biz de bu yazıda (2) ve (3) ile ilgili konular yerine, bu temel ve koherens durumundan bağımsız kuantum özellikleri üzerinde duracağız. Aslında vurgulamak istediğimiz, (1)'deki görüşün tam doğru olmadığı ve üzerinde yeteri kadar dikkatle düşünülmediği. Biçimsel olarak h sıfıra gittiğinde karşımıza klâsik fizik denklemlerinin çıkması, gördüğümüz makroskopik dünyayı açıklamakta bu denklemlerin yeterli olduğu anlamına gelmiyor. Zaten elimizde h 'yi gerçek doğada sıfıra götürebilmek olanağı yok. Gördüğümüz doğa olaylarının içinde h 'nin sıfır olmaması her zaman belirleyici bir rol oynuyor. Daha da ötesi, gözlediğimiz ve alıştığımız nere-

deyse tüm olayların, hatta bu olaylar ve nesneler hakkında geliştirdiğimiz kavramların altında kuantum alanlar kuramının bazı temel unsurları bulunuyor. Bu olayları ve onlar hakkında belli şekillerde düşünmeyi o kadar kanıksamış durumdayız ki, olayların ve kavramlarımızın kuantum kökenlerini aklımıza bile getirmiyor; çıplak gözle gördüğümüz dünyayı açıklamak için klâsik fiziğin yeterli olduğu yanılgısını sürdürüyoruz. Aslında düşünce ve davranışlarımızı sadece kanıksadığımızı söylemek bile gerçek durumu tam yansıtmıyor. Bilinçli ya da bilinçsiz bir kanıksamanın da ötesinde, zaten büyük ölçüde böyle düşünmek ve davranmak zorundayız. Temelde madde kuantum mekaniksel yasalara göre işliyor, ve biz de aynı maddeden yapılmış, sonra da Darwinci evrimin doğal ayık-

lama süreciyle doğada tutunabilmiş canlılar; düşüncelerimiz ve yaşayış tarzımız da bu uyumdan kaynaklanıyor. En iyisi, ne demek istediğimizi örneklerle açıklamaya çalışalım. Bir soruyu cevaplamaya çalışırken bir başkası ile karşılaşarak, sonunda alıştığımız hemen her olay ya da hatta düşünce tarzının altında doğanın kuantum alan kuramıyla ifade edilen özelliklerinin yattığını göreceğiz.

Plâton'un Evrenseller Fikri ve Sayı Kavramı

Felsefede Plâton'dan kaynaklanan, sonra da Skolâstik Felsefe'de de, hatta bugünkü felsefî tartışmalarda bile karşılaşılan "evrenseller" kavram ve sorunuyla başlayalım. Örneğin, neden tüm kediler birbirlerinden biraz farklı da olsa hepsini kedi olarak tanıyıp sınıflandırabiliyoruz? Plâton bir ideal biçimler evreninde ideal bir kedi fikrinin ya da temsilcisinin bulunduğunu, bizim de bir şekilde bu biçimden haberdar olduğumuzu ve her kedi gördüğümüzde bu biçimle bir karşılaştırma yaptığımızı söylüyor. Plâton'un açıklamasını bütünüyle benimsemesek de, maddesel dünyayı kediler, bulutlar, çakıltaşları gibi kategorilerle algıladığımız ve yorumladığımız bir gerçek.

Şimdi sayı fikrinin nereden geldiğine bakalım. Russell ve Frege'ye göre, gördüğümüz şeyleri sınıflandırabilmemiz, sayı kavramını oluşturmamızda temel bir rol oynuyor; aslında bu sınıflandırmanın altında da bir anlamda yukardaki "evrenseller" fikri yatıyor. Üç kedi, üç ceviz, üç kaşık gibi aynı Evrensellik sınıflarından alınmış tüm nesneleri düşününce, bunların aralarındaki ortak özelliğin "üçlük" olduğunu kavlıyor ve bir soyutlamayla üç sayısını elde ediyoruz.

Plâton'un sorusunun yanıtı, ve bununla ilgisini belirttiğimiz sayı kavramı, temelde kuantum fiziğine dayanıyor. Kedileri tanıyabilmemiz ve sınıflandırabilmemiz kedi DNA'sının kararlılığından ve dayanıklılığından geliyor. Buysa, DNA gibi moleküllerin kesikli enerji düzeylerine sahip olmalarına ve çevresel etkilerle bu enerji düzeylerinden birinden ötekine geçmenin çok zor olmasına; ayrıca yaşamın temelindeki DNA'dan kopyalanma süreçlerinin de belirli, her zaman ve

her yerde aynı şekilde cereyan eden kimyasal tepkimeler yoluyla gerçekleşmesine dayanıyor. Bu değişmez özelliklerin altındaysa evrendeki tüm karbon atomlarının diğer karbon atomlarıyla, oksijen atomlarının diğer oksijen atomları, ve tabii ki genel olarak bir kimyasal elementin tüm atomlarının birbirleriyle aynı olması yatıyor. Saydığımız diğer örneklerin de gene temelde atomların özdeşliğine dayandıklarını görmek güç değil. Meselâ, insan DNA'sından gelen beslenme gereksinimi, ağız büyüklüğü, elin özellikleri gibi şartlarıyla Doğa'da kaşık haline getirilmeye uygun metal, tahta ya da seramik gibi malzemelerin özellikleri bir araya gelince kaşıkların da neden birbirlerine benzemeleri gerektiği anlaşılıyor.



Atomların Özdeşliği

Peki, bir elementin tüm atomları nasıl oluyor da özdeş olabiliyor? Standart bilim tarihi anlatımlarında kara cisim ışımasının, fotoelektrik olayının ve birkaç daha deneysel bulgunun klâsik fizik için açıklaması olanaksız bil-meceler ortaya koyduğu vurgulanır. Halbuki böyle deneyler yapılmasaydı bile, kimya bilimi bize atomların özdeş olduklarını Dalton'dan beri söylüyordu ve aralarında Niels Bohr'un da bulunduğu bazı fizikçiler, bu özdeşliğin klâsik kavramlarla açıklanamayacağı-nın farkındaydılar.

Açıklamanın ilk adımı J. J. Thomson'un elektronu bulması ve Rutherford'un atomun kütesinin sadece iki bin ilâ dört-beşbinde birinin elektronlarda, geri kalanının çok yoğun bir

çekirdekte toplandığını deneysel olarak göstermesiyle atıldı. Bu yoğun çekirdeğin çapı atomunun yüzbinde biri kadardı. Bohr, Heisenberg, Pauli. Schrödinger ve Dirac gibi teorik fizikçiler 1920'lerin sonlarında tamamlayabildikleri kuantum mekaniğiyle bu özdeşliği kısmen açıklayabildiler. Bu kuramın çok genel bir özelliği, çekici bir merkezî kuvvet tarafından bağlanan herhangi bir parçacığın, herhangi bir enerjiye sahip olamayacağı, ancak kesikli ve belirli bir enerji yelpazesindeki enerjilerden birine yerleşmek zorunda olduğu sonucuydu. Bir benzetme yapabiliriz: L uzunluğunda bir tel, iki ucu da sabitlenerek gerilirse, üzerinde meydana gelebilecek titreşimlerin dalga boyları ancak $2L /$ (tamsayı) olabilir; bu titreşimlere karşılık bulacağımız enerjiler de aynı süreksizliği gösterecektir. Planck'tan beri de frekanslarla enerjilerin orantılı olduğunu biliyoruz, demek burada kesikli bir enerji spektrumu karşımıza çıkıyor.

Açıklamalarımızı olabildiğince basit tutmak amacıyla önce hidrojen atomu örneğine bakalım. Bu atomun çekirdeği, tek bir pozitif yüklü protondan ibaret; bunun etrafında da bir tek negatif yüklü elektron var. Daha önce belirttiğimiz gibi de protonun kütesi elektronunkinin kabaca 1836 katı, bu yüzden protonun sabit kalıp, sadece elektronun "hareket ettiğini" düşünebiliriz. Bu, tam yukarıda anlatılan "merkezî kuvvetle, bağlı parçacık" durumuna uyuyor ve Schrödinger denklemi çözümlerse, deneye uygun bir şekilde elektronun tamsayıların karelerinin tersiyle orantılı kesikli enerji değerleri alabileceği görülüyor; orantı katsayısıysa elektron ve proton küteslerinin ve elektrik yüklerine ve birkaç evrensel sabite bağlı. Bu katsayıdaki büyüklüklerin hep aynı kaldığını deneysel olarak biliyoruz; çünkü gözlenen tüm elektronlar aynı yüke, küteyle ve öz açısal momentuma sahip, protonlar da her zaman birbirlerinin aynı. O zaman, evrendeki tüm hidrojen atomlarının aynı kesikli enerji düzeylerinde bulunacaklarını ve kimyasal süreçlerde de aynı şekilde davranacaklarını anlamış oluyoruz; bu doğal olarak diğer tüm atomlar ve onlardan türetilen - ki bunlara başlangıç noktamız olan kedi DNA'sı da dahil - moleküller için de geçerli.

Kuantum İstatistiği ve Pauli Dışlama İlkesi

Hidrojen gibi tek elektronlu atomlardan çok elektronlu atomlara, sonra da atomları birleştirerek elde edilen moleküllere geçerken çok önemli bir başka kuantum mekaniksel kural daha işin içine giriyor, bu da kuantum istatistiği ve Pauli'nin ünlü dışlama ilkesi. Buna göre evrendeki tüm temel parçacıklar iki sınıfa ayrılıyorlar: Bozonlar ve fermiyonlar. Bozonların spinleri, yani özbaşıl momentumları, $h/2\pi$ 'nin 0, 1, 2,... gibi tamsayı katları değerler taşıyor ve herhangi bir kuantum mekaniksel duruma istenildiği kadar çok aynı cinsten bozon konabiliyor. Elektronun üyesi olduğu fermiyonlar sınıfıysa, spinini $h/2\pi$ 'nin 1/2, 3/2, 5/2,... gibi yarım tamsayı katları olan parçacıklardan oluşuyor ve bunlardan biri bir kuantum durumuna yerleşmişse, bir başkası o durumu paylaşmıyor ve kendine başka "yer" aramak zorunda kalıyor. Burada bir kuantum durumunun enerji, yörüngesel başıl momentum ve bunun bir yöndeki bileşeni, spinin aynı yöndeki bileşeni gibi değerlerle belirlendiğini söyleyelim. Bu arada başıl momentumun da ancak kesikli belli değerler alabildiğini belirtelim. Örneğin, atomlarda en düşük enerjili temel duruma en çok iki elektron konabiliyor, çünkü bu durumda yörüngesel başıl momentum sıfır, ve sadece $+h/4\pi$ ya da $-h/4\pi$ spin değerli iki durum var. Elektron tam sayı spinli bir bozon olsaydı, bu temel enerji düzeyine sınırsız sayıda elektron koyabilecektik.

Bu arada esas konumuzdan biraz ayrılmak pahasına da olsa, kuantum özdeşlik kavramı hakkında bir iki söz edelim. Klâsik özdeşlik için bir örnek olarak aynı cinsten iki metal para alalım. Bunlar her ne kadar çıplak gözle ayırtedilemeyecek kadar birbirinin aynısı olursa olsun, aslında birbirleriyle tam özdeş olamazlar. Mikroskop altında bir inceleme mutlaka aralarında bir fark ortaya çıkartacaktır. Aslında buna bile gerek kalmadan, uzaydaki konumlarını ve hareketlerini dikkatle izlemek bile ikisini ayırdet-

meye yeter. Kuantum fiziğindeyse iki özdeş, yani kütle, spin, elektrik yükü gibi tüm ölçülebilecek özellikleri aynı olan iki parçacık için bu olanaklı değildir, çünkü Heisenberg'in ünlü Belirsizlik ilkesi ikisinin de uzaydaki yerlerini bir ölçüde bulanık hale getirir ve ikisi birbirlerine biraz yaklaşıp sonra ayrılırlarsa, hangisinin hangisi olduğuna karar verebilmek ilkesel olarak olanaksız hale gelir.

Simdi bu iki parayla yazı-tura oynatarak kuantum özdeşliğin klâsik özdeşlikten ne kadar farklı olduğunu görebiliriz. Klâsik durumda "iki yazı" ya da "iki tura" olasılıkları $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 'e eşittir. "Bir yazı, bir tura" ihtimaliyse herbiri 1/4 olan "soldaki para yazı, sağdaki tura" ve "soldaki para tura, sağdaki yazı" olasılıklarının toplamı olan 1/2'dir. Bozon paralarda "sağdaki-soldaki" ayırımını yapmamız olanaksız olduğundan, elimizde eşit olasılıklı üç durum var: yazı-yazı, tura-tura, bir yazı, bir tura. Toplam olasılık da 1 olmak zorunda olduğundan, bu üç olasılık da 1/3'e eşit. Fermiyon paralaradaysa durum daha da çarpıcı: Yazı-yazı ve tura-tura'ya dışlama ilkesi izin vermiyor, o halde tek mümkün netice bir yazı-bir tura'dan ibaret!

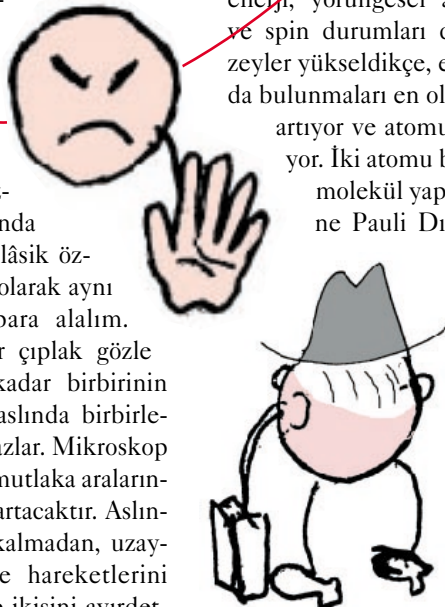
Artık Pauli Dışlama İlkesi'nin atom ve moleküllerin yapısında oynadığı role dönebiliriz. Çok elektronlu atomlarda önce en alt düzeye en fazla 2 (spinin iki durumu sayesinde) elektron konulabiliyor; sonraki düzeye gene 2, daha sonrakine 6, bir üstüneysa 2, sonra 6, sonra 10 gibi sayılar yerleştirilerek enerji, yörüngesel başıl momentum ve spin durumları dolduruluyor. Düzeyler yükseldikçe, elektronların uzayda bulunmaları en olası "yarıçaplar" da artıyor ve atomun boyutları büyüyor. İki atomu bir araya getirip bir molekül yapmak isteyince, gene Pauli Dışlama İlkesi'nden

kaynaklanan bir karşılıklı itme etkisi yüzünden iki atomu tam birbirinin içine sokmak mümkün olmuyor. Eşit yüklü elektronlar arasındaki itici elektrostatik

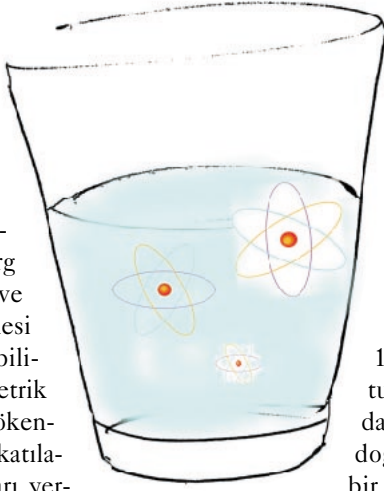
kuvvet de burada bir rol oynuyor, ama kısa mesafelerde esas belirleyici itici etki Pauli ilkesinden geliyor.

Boşluk, doluluk ve Pauli Dışlama İlkesi

Yukarda kısaca özetlediğimiz Pauli dışlama ilkesi ilk bakışta gündelik büyük ölçekli gündelik dünyayla ilişkili görünmeyebilir, ama aslında maddenin uzayda tuttuğu yer ya da hacimle ilgili tecrübe ve kavramlarımız bu ilkeye dayanıyor. "Boşluk" ve "doluluk" fikirlerimiz, bazı gündelik gözlemlerimizden geliyor: Bir bardağa su doldururken su seviyesi yükseliyor; doldurmaya devam edersek bardağın taşacağını biliyoruz. Daha dramatik bir örnek alırsak, Boğaz Köprüsü'nden atlayanlar suya çarpma sonunda (çok şanslı değilse!) ölüyorlar; çünkü gövdelerinin zarar görmemesi için gerekli olan hacimden su yeteri kadar çabuklukla boşalamıyor. Bu iki örnekte de, birbirlerine yakın iki su molekülünün en dış elektronlarının Pauli etkisiyle birbirlerini itmesi "doluluk" diye bildiğimiz durumu meydana getiriyor, yoksa aslında en katı maddelerde bile atomlar ve moleküller Güneş Sistemi'nden bile daha "boş". Atomun kütesinin onbinde birkaçı dışında tüm kütesini taşıyan çekirdeğin yarıçapı, atomunun yüzbinde biri kadar; yani kendimizi bir çekirdek olarak düşünürsek, en yakın elektronlar 150 km uzaklıktalar. Doğal olarak, Pauli Dışlama Etkisi'nin bir rol oynamadığı, sadece bir tek elektronu olan hidrojen atomunun bile neden belli bir büyüklüğü olduğunu, bu tek elektronun neden çekirdeğe yerleşerek çok daha küçük hacimli bir atom yaratmadığını sorabiliriz. Bunun cevabıysa Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi'nde yatıyor: Çekirdekteki artı yüklü proton, eksi yüklü elektronu kendine çekiyor, fakat elektronun hapsedileceği yer küçüldükçe, Belirsizlik İlkesi yüzünden "hızı" ve kinetik enerjisi artıyor. Atomun çekirdekten yüzbin kat büyük boyutları, elektronun elektrostatik çekim ve Belirsizlik İlkesi arasında kendine sağladığı dengeden kaynaklanıyor. Bu şekilde içleri "boş" bir çok atom bir sıvı meydana getirdiklerinde, Pauli ilkesi yüzünden birbirlerine de ancak dış elektronları "değecek" kadar yaklaşabiliyorlar ve bu sıvı böy-



lece bir bardağı doldurabiliyor. Suya çarpma sonucunu ölen kişinin de ölüm sebebinin temelde tamamen kuantum mekaniksel karakterdeki Heisenberg Belirsizlik İlkesi ve Pauli Dışlama İlkesi olduğunu söyleyebiliriz. Bir takım geometrik kavramlarımızın kökenlerinde de sıvı ve katıların uzayda tuttukları yerler ve girdikleri şekiller, yani bu ilkeler yatıyor. Temeldeyse bu ilkelere dosdoğru kuantum alanlar kuramından geldiklerini ilerde göreceğiz.



“rölativistik”, en son da “kuantum” terimlerini ele alarak kelime kelime yapalım, çünkü bunların herbirinin ayrı anlamları var ve birleşik olarak düşünüldükleri zaman bu özellikler yepyeni olaylara yol açıyor.

Alan Kuramları:

1900 yılından, yani kuantum fikrinin ortaya çıkışından önce de alan kuramları doğadaki olayların önemli bir bölümünü betimlemek

için kullanılıyordu ve kavramsal olarak bir anlamda fizikteki iki büyük bakış açısından birini oluşturuyordu. Bunlardan birine “parçacık”, öbürüne de “alan” ya da “dalga” görüşleri diyebiliriz. Birazdan göreceğimiz gibi, bilim tarihi boyunca iki görüşün de çok önemli savunucuları çıktı; deneysel bulgularsa bazen bir görüşün, bazen de diğerinin doğayı açıklamakta daha başarılı olduğunu kanıtlar gibi oldu. Kuantum kuramının parçacık-dalga ikiliğini bir anlamda bağdaştırdığını herhalde birçok okuyucumuz duymuştur, fakat bu bağdaşmanın ötesinde de hem soru işaretleri hâlâ var, hem de tarihte de olduğu gibi bugün de bazı fizikçiler parçacık, bazılarıysa alan betimlemesine belki de kişisel psikolojik nedenlerle özel bir eğilim gösteriyorlar. Tarih boyunca “alancılar” arasında Descartes, Huygens, Faraday, Maxwell, Schrödinger, Einstein ve Schwinger’i, “parçacıkçılar” arasındaysa Newton, Wigner, Feynman ve Wheeler’i sayabiliriz. Bu sınıflamanın biraz da keyfi olduğu ve tüm bu fizikçilerin karşıt görüşün başarılarını da genelde benimsediklerini, hatta bazen bir görüşe, bazen de öbürüne eğilim gösterdiklerini yanlış bir izlenim vermemek için belirtelim. Böyle karşıt gibi görünen, fakat birbirlerini tamamlayan ve her ikisi de kendi başına başarılar ve aynı zamanda sorunlar içeren görüşler karşısında alınabilecek en doğru tavır herhalde Niels Bohr’un şu bilgece sözleriyle ifade edilendir: “Basit bir doğrunun tersi yanlıştır; örneğin iki kere ikinin dört ettiği doğru, beş ettiği yanlıştır. Buna karşılık derin bir doğrunun tersi de derin bir anlamda doğru olabilir”.

Şimdi kabaca bu iki karşıt bakışı ana hatlarıyla özetleyelim. Parçacık görüşünde, boş bir uzay fonunda noktasal küçük kütleler birbirlerine “uzaktan etki” (Newton’un “action at a distance” fikri) yapabilen “kuvvetler” yoluyla etkileşerek uzayda yörüngeler çiziyorlar. Newton bile bu uzaktan etki kavramının pek sağduyuya uygun olmadığını itiraf ediyor, fakat “kaynağı hakkında bir hipotez ileri sürmediği” böyle bir kütleçekimsel kuvvetin var olduğunu söylüyor. Bu kuvvetin parçacıkların uzaklığının ters karesi ve kütlelerinin çarpımıyla orantılı olduğunu varsayarsa, gene kendi bulduğu İkinci ($F=ma$) ve Üçüncü (“etki eşittir tepki”) hareket yasalarını da kullanarak gezegenlerin Kepler yasalarını, yeryüzündeki tüm kütleçekimle ilgili olayları (ve başka kuvvetlerin matematiksel şekillerinin bilinmesi durumunda bunlarla ilgili olayların), Ay’ın hareketini ve gel-gitleri başarıyla açıklayabildiğini gösteriyor. Newton’un başarısı, aynı zamanda parçacık görüşünün de bir zaferi, çünkü daha önce Descartes’in önerdiği alan görüşüne uygun model, yukarıda sayılan olayları kantitatif olarak açıklayamıyor. Newton’un tersine, Descartes, “doğa boşluktan nefret eder” diyor ve gezegenlerin hareketlerini “esir (aether)” ile dolu bir ortam olarak düşündüğü uzayda oluşan anaförlerle betimlemeye çalışıyor. Tabii ki Descartes’in buradaki başarısızlığı alan yaklaşımından değil, sadece Descartes’in özel alan kuramının yanlışlığından kaynaklanıyordu.

Bilim tarihinde parçacık görüşünün bu kadar başarılı olduğu bir dönemde bile alan ve dalga kavramlarının tamamen ortadan kalkmadığını vurgulamamız gerekir. Bir kere, ihtiyaç duyulan kütleçekim gibi “uzaktan etki” kuvvetlerinin altında ne yattığı açıklanmadan bırakılıyordu. Ayrıca Newton bile mekanik değil de optikle ilgili olaylar incelenirse, dalga görüşünün gerekeceğinin farkındaydı. Farklı renkteki ışığın, farklı dalgaboylarına karşılık geldiğini söylemiş ve hatta bugün “Newton halkaları” denen deneyiyle girişim maksimum ve minimumları bulmuş, bu yolla da çeşitli renklerin dalgaboylarının birbirlerine oranlarını doğru olarak elde etmişti. Newton’un ışığın parçacıklardan ibaret olduğunu iddia ettiği, dalga yönünü tümüyle red-

Elektronların özdeşliği ve Relativistik Kuantum Alan Kuramları

Şimdi kuantum istatistiği hakkında bu anlattıklarımızın atomların ve moleküllerin aynılığına nasıl yol açtığı meselesine dönelim; daha önce belirttiğimiz gibi kediler ve kaşıklar gibi makroskopik varlıkların onları sınıflandırmamızı sağlayan özellikleri de temelde atom ve moleküllerin bu aynılığından kaynaklanıyordu. Atomu meydana getiren elektron, proton ve nötron gibi parçacıkların her yerde ve her zaman aynı olduğunu kullanınca, Schrödinger (ya da bunun daha doğru biçimi olan Dirac) denkleminin aynı atomik düzeyleri vereceğini görmüştük. Kuantum istatistiğininse Pauli Dışlama Etkisi ile atom ve moleküllerin inşa edilişlerinde nasıl bir temel rol oynadığı üzerinde durduk. Fakat okuyucu herhalde atomların aynılığını açıklamada sadece bir adım atabildiğimizi, şimdi de kuantum istatistiğinin üzerine kurulduğu kuantum özdeşlik olgusunu açıklamak gerekeceğini farketmiştir. Örnek olarak, neden tüm elektronlar aynı elektrik yüküne, aynı kütleye, aynı spine sahip? Bu soruların yanıtınıysa ancak rölativistik kuantum alanlar kuramları çerçevesinde vermek mümkün, bu da bizi yazımızın ilk cümlesine götürüyor. Ama tabii ki önce rölativistik kuantum alan kuramının ne demek olduğunu açıklamamız gerekiyor. Bu açıklamayı önce “alan kuramı”, sonra

dettiği iddiaları nedense popüler ve tekrarlanagelen bilim tarihi hatalarıdır; gerçekte Newton'un ışık kuramı neredeyse parçacık-dalga ikiliğini esas alan modern kuantum mekaniksel görüşe yakındır.

Alan görüşünün yaygın şekilde benimsenmeye başlamasıysa Faraday ve Maxwell'in, Coulomb, Oersted, Ampère ve başka fizikçilerin katkılarını hem deneysel, hem de kuramsal açıdan tamamlayarak klâsik elektromanyetik alan kuramını ortaya koymalarıyla gerçekleşti. Bu görüşe göre, artık iki elektrik yükü sadece birbirlerini görünce ortaya çıkıveren Newton'un "uzaktan etkisi" cinsinden bir kuvvetle etkileşmiyorlardı. Bir elektrik yükü ya da bir manyetik akım, etrafta başka bir yük ya da akım olmasa bile uzayın tüm noktalarında bir elektromanyetik alan yaratıyor, orada bulunan diğer yük ya da akımlar da bu alan aracılığıyla ilk yük ya da akımla etkileşiyorlardı. Ayrıca bu kuram elektromanyetik alanın uzayda ışık hızı ile giden dalgalarla yayılabileceğini gösteriyordu. Maxwell bundan, doğru olarak ışığın belli bir dalga boyu aralığındaki elektromanyetik dalgalar-dan ibaret olduğu sonucuna vardı.

Elektirik, manyetik ve optik olayları birleştirerek başarı ile açıklayan Maxwell kuramı kavramsal olarak neredeyse Newton'unkinin tersiydi. Newton'un boş uzay fonunda, noktasal parçacıklar temel fiziksel gerçekliği temsil ediyorlardı; bunlar arasında da uzaktan etki eden biraz esrarengiz kuvvetler vardı. Maxwell'in görüşündeyse uzayın her noktasında zamanla da değişebilen üç elektrik, üç manyetik alan bileşeni bulunuyordu. Daha önce fizikte ses gibi bilinen dalgalar hava ya da başka bir elâstik ortamda yayıldığı için, Maxwell de bulduğu dalgaların içinde yayılabilmesi için uzayın her yerde Descartes'in esiri gibi bir maddeyle dolu olduğunu varsayıyordu. Böylece, bu defa da esir ortamı esas fiziksel gerçeklik haline gelmiş ve onun elektromanyetik dalgalanmalarının içine serpiştirilmiş yüklü ya da yüksüz noktasal parçacıklar biraz esrarengiz ve uyumsuz bir konuma düşmüşlerdi. Örneğin, bir dalganın enerji yoğunluğu sonluyken, noktasal bir parçacık için sonsuz enerji bulunuyor, bu yeni problemin çözümü de fizikte çok defa olduğu gibi geleceğe bırakılıyordu.

Birçok okuyucumuzun bildiği gibi, Michelson-Morley deneyi Maxwell'in düşündüğü anlamda bir esir olamaya-çağını ortaya koydu. Rüzgârsız bir havada üstü açık bir arabada sabit hızla gidersek, gözümüz kapalı olsa bile yüzümüze çarpan hava akımından hareket edenin biz olduğumuzu anlayabiliriz; çünkü hava esir gibi her yeri dolduran bir ortamdır ve böylece de kendisine göre mutlak hareketin ölçülebileceği bir referans sistemi sağlar; oysa Michelson-Morley deneyi, Dünya'nın hareketiyle ilgili bir "esir rüzgârının" olmadığını gösteriyordu.

Einstein'ın 1905'te üç ayrı devrim yapan üç 'Annalen der Physik' makalesinden birçok okuyucumuz herhalde haberdardır. Bunların biri Michelson-Morley deneyinin izin vermediği esiri ortadan kaldırıyor ve böylece de sabit hızla ve belli bir yönde hareket eden tüm referans sistemlerinin eşdeğer olduğunu, "mutlak" hareketsizliği belirleyen bir uzay koordinat sisteminin bulunmadığını söylüyordu. Sonradan özel görelilik kuramı adını alan bu fikirlere göre, zaman aralıkları da birbirine göre hareket eden sistemlerde farklı olabiliyor ve hiçbir fiziksel sinyal ışık hızından daha çabuk gönderilemiyordu. Artık Esir olmadığı için elektromanyetik dalgaları bir sürekli ortamın büzülüp genişlemesine bağlayan mekanik model atılıyor, fizikçiler bu alanların boş uzayda kendi kendilerine dalgalanarak ışık hızıyla yayıldıklarını kabulleniyorlardı.

Einstein'ın fotoelektrik olayı ile ilgili makalesiyse klâsik elektromanyetik dalga kavramını başka bir şekilde altüst etti. Einstein, dalgadaki enerjinin uzaydaki dağılımının sürekli olmadığını, bunun yerine her biri Planck sabiti h ile f frekansının çarpımı kadar enerji taşıyan "foton" parçacıklarında yoğunlaştığını savlıyor, bir anlamda Newton'un taneciklerini geri getiren bu kuramla fotoelektrik olayını başarıyla açıklıyordu. $E = hf$ ilişkisini ilk ortaya atan Planck, Einstein'ın dehasına hayran olmasına karşın, foton fikrini hiçbir zaman benimseyemedi; çünkü bu defa da bu parçacıkların Maxwell kuramının sürekli elektrik ve manyetik alanlarıyla nasıl ilintilendirileceği belirsizleşmişti. Einstein, buna çözüm olarak elektrik alanın karesinin uzayda o noktada fotonları bulma olasılığıyla

orantılı olması durumunda bu ikilemden kurtulmanın mümkün olduğunu belirtti; fakat daha sonra Max Born, kuantum dalga fonksiyonunun karesi için de aynı olasılık yorumunu ortaya koyunca, Einstein da Planck gibi gelişmesine bu kadar önemli katkılar yaptığı kuantum kuramından soğudu. Bunun belki bir nedeni, bu arada klâsik alan kuramlarının en derini olan genel görelilik kuramını bulması ve kendini böylece tekrar alan görüşüne kaptırmasıydı. Non-lineerlik özelliğiyle Maxwell kuramından temel bir farklılık taşıyan bu yeni kuramda, alanların bir cins düğümlenme yoluyla belli bir noktada yoğunlaşabileceğini ve bu düğümlenme yüzünden de "çözölmeyecek" bir parçacık gibi davranabileceğini, kısacası parçacıkların, alanlardan elde edilebileceğini düşünüyordu; bu görüşü tamamen doğrulaması da destekleyen birçok sonuç, Einstein ve başkaları tarafından elde edildi. Böyle parçacıklara "soliton" deniliyor.

Relativistik Kuramlar: Nasıl yasalar Anayasa gibi daha temel bir çerçeveye uymak zorundaysalar, tüm fizik yasaları da Einstein'ın özel görelilik kuramıyla çelişmezler. Ancak hızlar ışık hızı c 'den çok daha küçükse, özel görelilik uygun ifadeler bir yaklaşımla Newton denklemlerine indirgenebilir. Aslında Maxwell kuramı için bu yaklaşım baştan olanaksızdır; çünkü elektromanyetik dalgalar, zaten her zaman ışık hızı ile yayılır.

Göreliliğin bu evrensel geçerliliği yanında, bu bölümde vurgulamamız gereken temel nokta ünlü $E=mc^2$ denkleminin, ya da p momentum olmak üzere daha genel şekliyle $E^2=p^2c^2+m^2c^4$ (bu denklem hareketsiz, yani $p=0$ durumundaki bir parçacık için ilk denkleme döner) ifadesinin "saf enerji" ve "katı ve kütleli parçacıkların" birbirlerine dönüşebileceklerini göstermesidir. Ayrıca E^2 'den E 'yi elde etmek için iki tarafın da karekökünü aldığımız zaman biri artı, biri de eksi işaretli iki enerji değerinin elde edildiğine dikkati çekelim. Eksi işaretli enerjinin de fiziksel bir anlamı olduğunu biraz sonra göreceğiz.

Kuantum Alan Kuramları: Daha önce, çekici bir potansiyelle hareketi uzayın bir bölgesine kısıtlanan bir parçacığın, ancak kesikli enerjiler alabileceğini Schrödinger denkleminin bir

sonucu olarak görmüştük. Ünlü “basit harmonik osilatör” potansiyeli, yani $V(x)=(kx^2)/2$ ise, $E_n=(n+1/2)hf$ şeklinde eşit aralıklı enerji değerlerine yol açar; burada f salınım frekansıdır. Planck da karacisim ışıması formülünü, içi boş cismin duvarlarında titreşerek ışıyım yapan elektrik yüklü parçacıkların böyle enerji değerleri aldığını varsayarak çıkartmıştır.

Klâsik Maxwell alan kuramında uzayın her noktasında salınım yaparak yayılan elektrik ve manyetik alan dalgaları bulunduğunu belirtmiştik. Bu kuramın kuantum biçimindeyse kabaca uzayın her noktasında bir kuantum harmonik osilatörü bulunur. Alan, her yere yayılmış tek bir fiziksel sistem olduğu için, her noktada aynı dalga frekansı f geçerlidir; böylece her noktada enerjileri hf ’in tamsayı katları olan “alan tanecikleri”, yani fotonlar üretilebilir. Fotonların sayıca çok ve yoğun olduğu yerlerde, renkli bir fotoğrafın çok sayıda küçük renkli noktadan elde edilmesine benzer bir şekilde, sürekli gibi görünmeye başlayan elektrik ve manyetik alanlardan söz edebiliriz.

Kuantum mekaniğinde ilk defa karşımıza çıkan “dalga-parçacık” ikiliği, yani ışığın bazen parçacık özelliği göstermesi, buna karşılık da elektron gibi parçacıkların da aynen Young çift yarık deneyindeki gibi girişim yaparak dalga davranışı sergilemesi, belki okuyucuya elektronların da bir kuantum alan kuramı olabileceği fikrini doğal gösterebilir. Bu da bizi tüm uzaya yayılmış bir “elektron kuantum alanının” bulunduğunu, bunun da her noktada kuantum osilatörlerinin var olacağını, nasıl kuantum elektromanyetik alan her noktada foton üretebiliyorsa, kuantum elektron alanının da elektron üretebileceğini düşünmeye götürür. Temel fiziksel gerçeklik tüm uzayda etkin olan bir elektron alanı olduğu için, her noktada üretilen elektronlar da yük, kütle, spin gibi özellikleri bakımından aynı olacaklardır.

Bu noktada neden fotonların her zaman aynı sıfır kütleyle, aynı $h/2\pi$ değerindeki spine ve aynı sıfır elektrik yüküne sahip oldukları da, elektronların neden özdeş oldukları da herhalde büyük ölçüde anlaşılmıştır: Fotonları kuantum elektromanyetik alan, elektronlarıysa kuantum elektron alanı tüm uzayda etki göstererek her yerde aynı

şekilde üretirler. Kısacası, bu bölümün başında ortaya attığımız fotonların kendi aralarında, elektronların kendi aralarında özdeş olmalarının nereden kaynaklandığı sorusunun temel açıklaması, doğada kuantum alanlarının bulunmasıdır.

Aslında bu önemli sonuca ulaşırken görelilik kuramını kullanmadığımız iddia edilebilir; ama bu tam doğru değildir. Kütesiz fotonların kuramı zaten baştan görelilik olmak zorundadır. Elektronlardaysa, görelilik çok önemli yeni olgulara yol açar. Görelilikteki $E^2=p^2c^2+m^2c^4$ denkleminde E ’yi çözerken karekökten artı ve eksi iki işaret geldiğini hatırlayalım. Schrödinger denkleminin görelilik biçimini bulmaya çalışırken, Dirac bu negatif enerjili elektron çözümlerinden kurtulabilmek için çok radikal bir öneri ortaya attı. Doğada herşey gidebileceği en düşük enerji düzeylerine gitmek eğiliminde olduğundan, bu negatif enerji düzeyleri tüm elektronları yutacak bir dipsiz kuyu gibi davranacaklardı. Dirac’ın radikal önerisi elektronların Pauli Dışlama İlkesi’ne uymalarına dayanıyordu. Dirac, en dipteki (burada bir şekilde negatif enerjinin sonsuza gitmediği açıkça söylenmese de kabul ediliyordu) düzeylerden başlayarak tüm negatif düzeylerin $p=0$, yani $E=-mc^2$ tepe değerine kadar zaten dolu olduğunu, o yüzden bizim gördüğümüz normal elektronların $E=+mc^2$ değerinden başlayan pozitif enerjili düzeylerde yer alabildiklerini iddia ediyordu. Kuyu dolu olduğu için bunlar kuyuya düşemiyordu.

Dirac’ın bu görüşlerine göre “boşluk” ya da “vakum” aslında bir “negatif enerjili elektron denizi” oluyor, fakat bu ortam her yerde bulunduğundan ve biz de tüm ölçümümüzü bu ortamı temel alarak yaptığımızdan, aynen içinde bulundukları denizden haberdar olamayan balıklar gibi davranıyoruz. Yalnız arada bir örneğin enerjisi $2mc^2 + 2\varepsilon$ olan bir foton - $(mc^2 + \varepsilon)$ negatif enerjili bir elektron tarafından soğurulursa, bu aşağıdaki elektron “su yüzüne” çıkıp $mc^2 + \varepsilon$ pozitif enerjili bir normal elektrona dönüşebiliyor. Üstelik, sonsuz negatif enerjili ve negatif elektrik yüklü “vakum” diye geldiğimiz denizde ortaya çıkan boş düzey, bu fona göre net yükü de, net enerjisi de pozitif olan yeni bir parçacık rolünü

oynuyor; bunlara pozitron ya da anti-elektron deniliyor. Yani bir foton ortadan kaybolmuş, yerine bir negatif yüklü ve pozitif enerjili (elektron), bir de pozitif yüklü ve gene pozitif enerjili (pozitron) iki parçacık gelmiş oluyor! Bunun tersi de mümkün: normal, negatif yüklü ve pozitif enerjili bir elektron bir denizdeki bir deliğe düşüp ortadan kaybolabilir, bu arada delik de dolduğu için ortadan bir pozitron da eksilmiş olur. Pozitif enerjili ilk konumundan deliğe düşen elektron da, enerjisinden bir foton göndererek kurtulmak zorundadır. Net olay, bir elektron-pozitron çiftinin birbirlerini yok ederek geriye bir foton bırakmaları gibi görünecektir. Böyle süreçler gerçekten de gözlemlendi ve Dirac’ın denklemi ve yorumu bir antimadde dünyasının varlığını ortaya çıkarmış oldu.

Bu noktada Wheeler ve Feynman’ın elektronların özdeşliğini kuantum alan kuramı kullanmadan açıklayabilmek için ortaya attıkları şaşırtıcı bir görüşü aktaralım. Wheeler yukarıda anlattığımız “bir fotonun bir elektron-pozitron çiftine dönüşmesi” ya da bunun tersi olan çiftin fotona dönüşmesi olaylarının başka bir şekilde de düşünülebileceğini söylüyor: Elektronla buluşup onu ve kendisini fotona dönüştüren pozitronun geçmişte yer aldığı başlangıç uzay-zaman noktasından buluşma uzay-zaman noktasına pozitif yük ve pozitif enerji taşımasının, normal negatif yüklü fakat aynı zamanda negatif enerjili bir elektronun buluşma noktasından pozitronun ilk uzay-zaman noktasına doğru zamanda TERS yönde gitmesiyle eşdeğer olduğuna dikkat çekiyor. Bu durumda tek bir elektron pozitif enerjiyle zamanda ileri, negatif enerjiyle de zamanda geri giderek sonsuz zikzaklar yapabiliyor. Zamanda geri gittiği sırada biz onun pozitif enerjili bir pozitron olduğunu düşünüyoruz. Zikzaklar arasındaki belirli bir anda etrafımıza bakarsak göreceğimiz çok sayıda elektron-pozitron çiftleri aslında bir tek elektronun zamanda ileri-geri giderken o anda rasladığımız görüntülerinden ibaret. Feynman Nobel konuşmasında birgün Wheeler’ın kendisini arayıp “Feynman, neden tüm elektronların aynı özelliklere sahip olduğunu biliyorum. Hepsisi aynı elektron da ondan!” dediğini anlatıyor. Dalga değil de parçacık görüşüne bağlı

kalınmak istenirse parçacıkların özdeşliğini açıklamak için bu yorum kullanılabilir gibi görünüyor; fakat çekiciliğine karşın, bu yolun burada değinmeyeceğimiz henüz çözülmemiş başka zorlukları var. Biz gene alan kuramına dönelim.

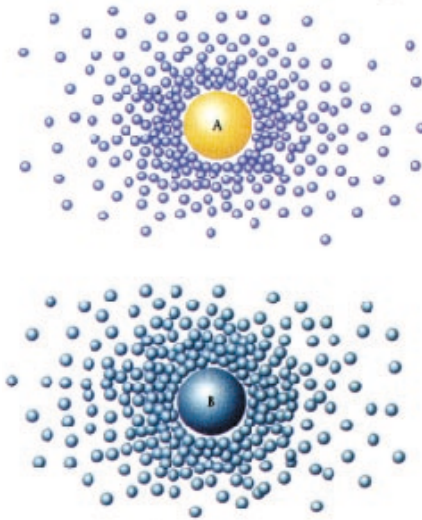
Kuantum mekaniğini ve göreliliği bir arada ele alırsak, Dirac denizi gibi detaylı bir açıklama kullanmadan bile vakumdan parçacık üretme olaylarının kaçınılmaz olacağını görebiliriz. Heisenberg Belirsizlik İlkesi'ne göre, bir parçacığın konumunu gitgide küçülen bir Δx hatası ile ölçmek istersek, momentumu p 'de $\Delta p = h/\Delta x$ gibi gitgide büyüyen bir belirsizlik ortaya çıkacak; bu da büyüyen bir ΔE 'ye yol açacak. Görelilikte enerji ve kütle birbirlerine dönüşebildiği için, bu ΔE 'nin değeri mc^2 'yi aşarsa, ortaya yeni bir parçacık daha çıkabilecek. Ayrıca $\Delta E \Delta t > h$ şeklinde bir başka Belirsizlik ilişkisi daha var; bu da enerji korunumunun ΔE kadar bozulmasına $\Delta t = h/\Delta E$ kadar kısa bir zaman aralığı için izin verilebileceği anlamına geliyor. Böylece rölativistik kuantum alanlar kuramlarında boşluktan sürekli olarak geçici, ya da daha standart terimiyle sanal parçacık-antiparçacık çiftleri ve sanal fotonlar çıkıyor ve bunlar tekrar boşluk içinde kayboluyor. Sanal olmayan parçacıkların etrafında da her zaman bir sanal parçacık bulutu bulunacağı görülüyor; bu bulut da (bazı sonsuzluklar renormalizasyon denen bir yöntemle gizlendikten sonra) manyetik moment gibi büyüklüklere hesaplanabilir düzeltmeler getiriyor; böyle hesaplar da deneylerle inanılmaz bir uyum içinde.

Spin-İstatistik Teoremi; Poincaré Grubunun Temsilleri

Spin (1/2, 3/2, 5/2,....., yarım tam sayı) kere $h/2\pi$ değerlerinde olan elektron, proton gibi parçacıklara fermiyon dendiğini ve bunların Pauli Dışlama İlkesi'ne uyduklarını, yani iki özdeş fermiyonun aynı kuantum durumuna yerleştirilemeyeceğini söylemiştik. Spinleri (0, 1, 2,, tam sayı) kere $h/2\pi$ gibi değerler taşıyan pilyon, foton gibi parçacıklaraysa bozon denilir; bunlarsa aynı kuantum durumuna yerleşmeye eğilimlidir. Böylece fermiyonlar arasında bir itme, bozonlar arasındaysa bir

çekme etkisi doğar. İtme etkisinin maddenin uzayı doldurmasındaki rolüne değindik; bunun ötesinde beyaz cüce ve nötron yıldızlarının kütleçekiminin çekici etkisine direnerek çökmemelerini de Dışlama İlkesi sağlar. Bozonlardaki çekme etkisiyse lazerler, süperiletkenlik, süperakışkanlık gibi çarpıcı olaylara yol açar; bu olayları çarpıcı kılan, kuantum fiziğinin koherensle ilgili etkilerinin makroskopik ölçekte kendilerini gösterebilmeleridir.

Spinin yarım ya da tam sayı olmasıyla parçacığın fermiyon ya da bozon özellikleri göstermesi arasında deneysel olarak gözlenen ilişkinin genel bir teorik açıklaması 1934-1958 arasında Pauli ve Burgoyne'in makaleleri, Wigner'in Poincaré grubunun temsilleri hakkındaki çalışmalarıyla mümkün ol-



Boşlukta sanal A elektronu (üstte), zıt elektrik yüküne sahip sanal parçacıklar tarafından çevreleniyor, sanal bir kuark ise (altta) aynı renge sahip sanal kuarklar ve gluonlar tarafından sarılıyor.

du. Açıklamamıza Wigner'in görüşleriyle başlayalım. Matematikte grup adı verilen yapı simetri operasyonlarından oluşur. Poincaré grubu da koordinat sistemlerinin uzayda döndürülmesi, bir yerden başka bir yere taşınması ve bir koordinat sisteminin, ona göre sabit hızla düz bir yönde hareket eden bir başkasıyla değiştirilmesi operasyonlarından oluşur. Simetriyle kastedilen de fizik yasalarının tüm bu koordinat sistemlerinde aynı olması, bu operasyonlar altında değişmemesidir; bu değişmezlik zaten daha önce gördüğümüz gibi Einstein'ın özel görelilik kuramıy-

la ortaya konmuştu. Wigner, grubun cebirinden her parçacık ya da bağlı olduğu alan için iki değişmez sayı olduğunu gösterdi: Parçacığın kütlesi ve spini. Gene cebirden kütleinin sürekli her hangi bir pozitif değeri, fakat spinin sadece yukarıdaki tam sayı ya da yarım tam sayı değerleri alabileceği çıkıyordu. Ayrıca Poincaré grubundan tamsayı spinli parçacıkların $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$ ilişkisine dayanan, buna karşılık elektron gibi yarım tamsayı spinlilerinse $E = + (p^2c^2 + m^2c^4)^{1/2}$ ve $E = - (p^2c^2 + m^2c^4)^{1/2}$ ilişkilerine uyan denklemler sağlayacağı görülüyordu.

Artık bu bilgiler ışığında neden fermiyonların Pauli Dışlama İlkesi'ne gerek sinim duyduklarını görebiliriz: Bu ilke olmasaydı ve istediğimiz kadar elektronu bozonlarla yapabildiğimiz gibi aynı düzeye koyabilseydik, negatif enerji düzeylerini doldurup pozitif enerjilere geçebilmek hiç mümkün olmayacaktı; tam bir dipsiz kuyuyla karşılaşacaktık. Öte yandan, bozonlara Dışlama İlkesi uygulandığındaysa, ışık hızını aşan sinyaller gönderme olasılığı gibi kabul edilemeyecek bir başka sonuç ortaya çıkacaktı.

Kuantum fermiyon alanlarının Dışlama İlkesine, bozon alanlarının sa parçacıkların aynı durumda bulunmalarını sağlayan bir istatistiğe uymaları matematiksel şekilde şöyle ifade ediliyor: Aynı uzay-zaman noktaları (x,y,z,t) ve (x',y',z',t') 'de tarif edilmiş iki Alan operatörü (bunları uzay zamanın fonksiyonu olan devâsâ sonsuza sonsuz matrisler olarak düşünebiliriz) birbirleriyle önce biri sağda, öbürü solda olmak üzere, sonra da sıraları değiştirilerek çarpılıyor. Fermiyonlar için bu iki terimin arasına artı, bozonlar içinse eksi konulup ifadenin Planck sabitine orantılı bir fonksiyona eşitlenmesi gerekiyor. "Komütasyon bağıntısı" denen bu ilişkiler, hem kuramın kuantum özelliklerini, hem de artı ya da eksi işaretine göre fermiyon ya da bozon karakterini belirliyor. Aslında Heisenberg Belirsizlik İlkesi de konum ve momentum operatörleri arasında böyle bir ilişkiden çıkartılıyor; bu yüzden daha önce yoğun maddenin sıkıştırılama özelliğinden söz ederken saydığımız iki nedeni bire indirebiliriz. Kuantum alanlar kuramında Heisenberg Belirsizlik İlkesi de, Dışlama İlkesi de Alan komütasyon bağıntılarının içinde.

Makroskopik Gündelik Dünya ve Kuantum Alan Kuramı

Temel fikirlerimizi kısaca tekrarlayalım ve özetleyelim: Makroskopik gündelik hayatta kuantum kuramının ünlü paradokslarıyla karşılaşmamamızın (laboratuarda özel olarak hazırlanmış, makroskopik sayıda temel parçacığın koherent şekilde davranmaya zorlandığı özel sistemler dışında) nedeni yalnızca Planck sabitinin bu ölçekte çok küçük kalması değil, çok sayıdaki temel parçacığın dalga fonksiyonlarının birbirlerine göre gelişigüzel fazları dolayısı ile net girişim yapamaması. Bu yüzden günlük makroskopik ölçekte gördüklerimizi açıklamak için klâsik fiziğin yeterli olduğu savı tam yanlış demesek de, önemli oranda yanlıtıcı.

Tüm kedilerin birbirlerine benzemesinden sayı kavramımızın kaynağına, oradan da bardağa su doldururken düzeyinin neden yükseldiğine kadar birçok kanıksadığımız olay ve düşüncenin kökeninde kuantum alan kuramının, onun da kökeninde Poincaré grubuyla ifade edilen uzay-zaman simetritlerinin bulunduğunu açıklamaya çalıştık. Bozon sınıfından fotonlar, aynı durumda bir arada bulunabildikleri için makroskopik klâsik elektromanyetik dalgaları meydana getirebiliyorlar, elektron gibi fermiyonlarsa birbirlerini dışlayıp iterek katı ve sıvı yoğun maddeyi oluşturuyorlar. Boşluk deyip geçtiğimiz ortamsa gördüğümüz gibi Descartes'dan beri bir doldu, bir boşaldı. Son görüntüsünde sanal parçacıklarla kaynaştığını anlattık; fakat boşluk hakkında burada değinemediğimiz, daha söylenecek çok şey var. Aslında beynimizin işleyişinde temel bir rol oynayan potasyum, sodyum ve klor iyonları alış-verişi de son çözümlemede tamamen kuantum alan kuramına indirgenebileceği için, düşüncelerimizin hepsi de kuantum alan kuramının özelliklerinden kaynaklanıyor diyebiliriz; fakat burada felsefenin en derin problemlerinden olan zihin ve madde ilişkisine fazla yaklaştığımız için had-dimizi bilip duralım. Hiç değilse tüm insan beyinleri aynı kimyasal madde-

lerden yapıldığına ve aynı kimyasal süreçlerle işlediklerine göre, farklı insanların kavramlarının yakınlığının da, insanların bu ortak kavramlarla anlaşabilmelerinin de temelinde kuantum alan kuramının bulunduğunu söyleyebiliriz. Bu görüşlere ille de bir isim takmak gerekirse, belki "kuantum materyalizm" uygun olabilir.

Şimdi de düşünölemeyecek bir şeyi düşünmeye çalışalım: Planck sabiti gerçekten sıfır olsa Dünya nasıl görünürdü? Bu sorunun doğru yanıtı, herhalde klâsik fiziğin temel bazı tutarsızlıkları dolayısı ile aslında "işleyebilen" böyle bir dünyanın kurulamayacağı olmalı, ama bunları gözardı edip ilk akla gelen bir takım özellikleri sayalım. Hiç bir madde parçasının birbiriyle aynı ya da özdeş olmasını bekleyemezdik; bu-



nun gerçekleşme olasılığı akıl almaya-cak kadar küçük olurdu. Bunu anlamak için bazen küçük bir güneş sistemi gibi düşündüğümüz atomlarla gerçek Güneş Sistemi'ni karşılaştıralım. Atomların birbirleriyle aynı olmalarının kuantum alan kuramından geldiğini gördük; buna karşılık başka bir galakside Güneş Sistemi'nin tamamına aynısının bulunmasının olanaksız olduğu apaçık. Böyle bir sistemdeki "güneşin" ve "gezegenlerin" kütle, yarıçap, yörünge boyutları bakımından Güneş Sistemimizle çakışması olasılığı pratik olarak sıfır. Bunları bizimkilere benzetebilmemiz bile, gene büyük ölçüde kuantum süreçlerinin evrenselliğine dayanıyor. Örneğin bu yıldız da Güneş gibi termonükleer tepkimelerle ışıyor olacak, gezegenlerinin kimyasal

kompozisyonu bizimkilerden çok farklı olmayacak. Herşeyin gerçekten tamamen farklı ve şekilsiz olduğu bir evrende Platon'un evrenselleri ya da tanınabilir kategoriler, bunlardan türetilecek sayı kavramı nasıl oluşabilirdi? Pauli Dışlama etkisi olmadan klâsik fizik yasalarından olan kütleçekimine karşı maddenin çöküp her yerde karadelikler oluşturması nasıl durdurulacaktı? Belki bir çekim merkezinin çevresinde yörüngede olan parçacıklar merkezkaç kuvvetiyle (ya da başka bir deyişle açısal momentum korunmasıyla) bu çökmeyi yavaşlatabilecek, fakat ışınlı enerji kaybederek sonunda merkeze düşeceklerdi; bu durumda belki evrende yalnızca elektrik yükleri, kütleleri ve açısal momentumlarıyla birbirlerinden ayrılan karadelikler kalacaktı.

Belirsizlik sözcüğünün yarattığı yanlış izlenimlere, Schrödinger'in Kedisi gibi paradoksların doğurduğu esrarenizlik havasına karşın, doğada gördüğümüz düzen ve kesinliklerin arkasında kuantum yasaları var. Klâsik fiziğin betimlediği dünyayı ciddiye alıp hayal etmeye kalkınca, aslında çok daha anlaşılabilir ve bize tamamen yabancı olduğunu görüyoruz.

Bugün Doğadaki dört etkileşmeden üçünün kuantum alan kuramını biliyor ve kullanıyoruz. Bu üç kuram çekirdeğin binde biri ölçeğindeki mesafelere kadar deneyle uyuyor ve gördüğümüz gibi çevremizde gözlediğimiz olguların çok büyük kısmını açıklamakta temel bir rol oynuyor. Henüz kuantum kuramı kurulamamış olan kütleçekim, çekirdeğin yüz milyar kere milyar daha altında bir ölçeğe işaret ediyor ve burada bildiğimiz kuantum alan kuramı çerçevesinin yeterli olmayacağı şimdiden anlaşılıyor. İlerde sicim kuramının ya da bunun (nasıl kurulacağı daha tam belli olmayan) M-kuramı adlı bir genellemesinin bu ölçekte geçerli olacağı, şimdiki başarılı alan kuramlarımızinsa bu nihai kuramın bir alçak enerji yaklaşırtırımı olacağı düşünölüyor.

Cihan Saçoğlu
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü
ve Feza Gürsey Enstitüsü



İnternet'e bağlanmak, daha dün kadar yalnızca bir telefon hattına bağlı kişisel ya da dizüstü bilgisayarlarla olanaklıydı. Oysa son aylarda reklamlarda sıkça karşımıza çıkan WAP telefonlarıyla her an ve her yerden, kısıtlı da olsa, "İnternet'e girmek" mümkün (WAP telefonları için hazırlanan Web sayfalarının sayısı henüz fazla değil). Günümüzde firmalar kablosuz İnternet'i yaygınlaştırmak amacıyla, İnternet'in sunduğu kaynaklara erişimi sağlayabilecek büyük miktarlarda veriyi aktarabilen ağlar ve gelişmiş el aygıtları üzerinde çalışıyorlar.

Cebimizdeki İnternet

YIL 2005. Bir iş için New York'da bulunuyorsunuz. Ünlü 5. Cadde'de ilerlerken, birden cebinizdeki dijital aygıt çalmaya başlıyor. Aygıtı elinize alıyorsunuz. Ama o da ne? Aygıtın ekranında gözünüze çarpanlar karşısında endişeye kapılıyorsunuz: Ekranda, şirketinizin hisse senetlerinin değerlerinin düştüğünü bildiren bir haber yer alıyor. Aygıtın mikrofonuna "Kişisel birikimlere gir!" komutunu veriyorsunuz. Aygıtınız anında, en çok kullandığınız ve hisse alıp sattığınız Web sayfasını karşınıza getiriyor. Yanınızdan geçen yayaların meraklı bakışları altında, bazı hisse senetlerinizi satmaya başlıyorsunuz.

Sonra da aygıtınıza, uçak bileti rezervasyonlarının yapılabildiği bir Web sayfasına girmesini emrediyorsunuz; şirketinize bir an önce geri dönmek için en yakın tarihli uçak biletini satın alıyorsunuz. Sonra da aygıtınızla eşinizi arıyorsunuz ve ona programınızdaki değişiklikleri bildiriyorsunuz. Tüm bu işlemleri hallettikten sonra, gerginliğinizi üzerinizden atmak için, aygıtınıza en yakın barın yerini tarif ettiriyorsunuz.

Birçoğumuza şu an düş gibi gelen bu senaryo, belki de yakın gelecekte gerçekten yaşanacak. Çünkü iletişim teknolojileri üzerinde çalışan dünyanın en büyük şirketleri yukarıda anlatılanları gerçekleştirmek üzere kolları sıvamış bulunuyorlar; bu tür teknolojileri geliştirmek için milyarlarca dolar harcıyorlar. Şirketleri bu konularda araştırma yapmaya iten neden, sayıları giderek artan cep telefonu kullanıcıları. Örneğin, ABD'de yaklaşık 95 milyon

kişi, yani nüfusun %34'ü kadarı cep telefonu kullanırken, Batı Avrupa ülkelerinde cep telefonu kullanımı daha da yaygın. Birçok Batı Avrupa ülkesinde, nüfusun %50'sinden fazlası cep telefonu kullanıyor. Finlandiya, bu konuda başı çekiyor. Bu ülkede, nüfusun %71'i cep telefonu kullanıcısı. Ülkemizde de hızla yaygınlaşan cep telefonlarından halen 11 milyon kişi yararlanıyor. Dünyadaki bütün cep telefonu kullanıcılarının bir kısmının cep telefonlarıyla İnternet'ten de yararlanmayı istediklerini düşünecek olursak, bu sayıdaki kullanıcı bile, iletişim teknolojileri üzerine çalışan şirketler için büyük bir pazar oluşturuyor. Aslında kablosuz İnternet için altyapı oluşturulmuş durumda. Bu konuda Avrupa ülkeleri ve Japonya, ABD'ne göre daha önemli gelişmeler kaydettiler. Örneğin Finlandiya'da, cep telefonu kullanıcıları, doğru numaraları tuşlayarak, arkadaşlarına mesaj gönderebili-



Kablosuz Yaşantımızdan Kesitler



yor, faturalarını ödeyebiliyor, trafik haberlerini alabiliyor ve Helsinki'deki bir kafede kendilerine bir kahve ısmarlayıp ücretini ödeyebiliyorlar. Japonya'daysa, şu sıralar, gençler arasında, her an "online", yani İnternet'e bağlı olan iMode telefonları çok yaygın. Yaklaşık 10 milyonu bulan iMode telefonu kullanıcıları, birbirlerine e-posta ve değişik görüntüler gönderebiliyorlar. Amerikan şirketleriye bu tür hizmetleri vermede daha gerilerde kalıyorlar. Bunun nedeni, pazar kapma yarışında olan kablosuz ağların, sinyallerini gönderebilmek için değişik teknolojilerden yararlanıyor olması. Kablosuz taşıyıcılar geçen yıl, WAP telefonlarını yaygınlaştırmak amacıyla etkili reklam kampanyaları düzenlediler. WAP telefonlarının yanı sıra bir de İnternet'e kablosuz bağlanmayı sağlayan antenleri bulunan Palm VII gibi el bilgisayarları satışa çıktı.

Ne var ki tüm bu aygıtlar, kablosuz veri aktarımının yavaşlığı nedeniyle geri planda kalıyor. Kablosuz veri aktarımında saniyede halen ortalama 10 kilobit aktarılabilir. Bu, tipik bir kişisel bilgisayar modeminin sabit bir telefon hattından aktarabileceğinin beşte birinden daha az bir miktar. Bu hızdaki aktarımlar, kısa yazılı mesajlar göndermek için yeterli olabiliyor. Ancak İnternet'te gezintiye çıkmak, sistemin olağanüstü yavaşlığı nedeniyle sinir bozucu hale gelebiliyor. Dahası, bu hızla çalışan bir sistemde, kablosuz İnternet'e bağlanabilen bir el

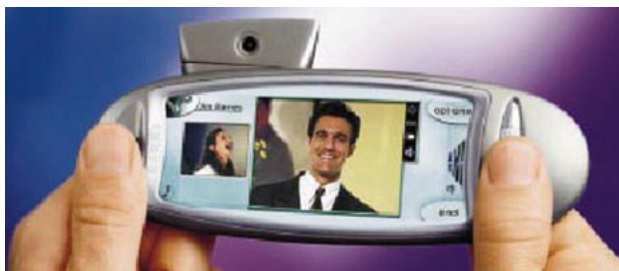
bilgisayarına video görüntüleri ya da müzik indirmek olanaksız görünüyor. Kablosuz İnternet'e bağlanmanın bir başka olumsuz yönüyse, kablosuz veri ağlarının birçoğunun yalnızca büyük kentlerde yer alması. Bu da kullanıcıların kapsam alanının dışına çıktıklarında İnternet'e bağlanabilmelerini olanaksız kılıyor.

Yeni kablosuz teknolojilerse, bu engellerden bazılarını kaldırmayı hedefliyor. Piyasaya ilk sürülen cep telefonları (birinci kuşak cep telefonları) analog aygıtlardı. Bu aygıtlar, kullanıcının sesinden oluşan ses dalgalarıyla uyumlu radyo dalgaları yayıyorlardı. Şimdilerde kullanılan cep telefonlarıysa ikinci kuşak cep telefonları olarak adlandırılıyor. Bunlar, ses bilgilerini, modüle edilmiş radyo dalgaları ya da mikrodalgalar tarafından taşınan en küçük veri birimlerine dönüştürüyor. Bugünlerde iletişim teknolojileri üzerinde çalışan firmalar "üçüncü kuşak kablosuz ağlar" üzerinde yoğunlaşmış bulunuyorlar. Üçüncü kuşak kablosuz ağlarda hedef, cep telefonlarında veri aktarımını saniyede 2 MB'e kadar çıkarmak. Bu hızdaki bir veri aktarımı, kullanıcıların İnternet'ten şarkı ve video filmleri indirmelerine olanak ve-

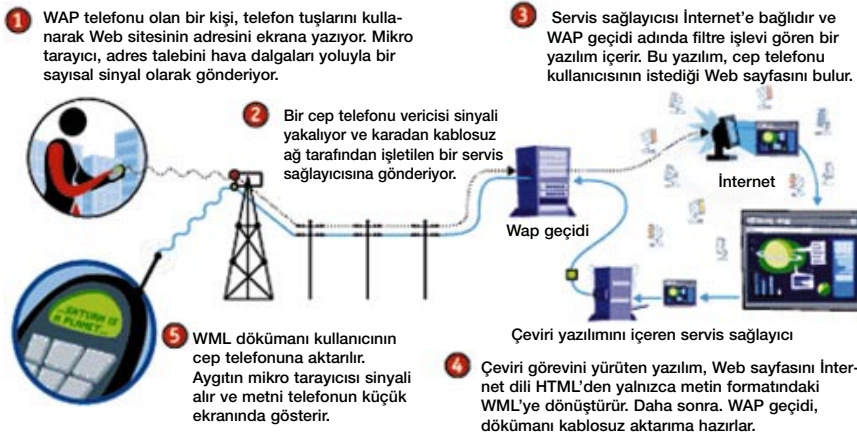
recek. Bazı cep telefonu üreticileriye "Wideband Code Division Multiple Access" adlı yeni bir teknoloji geliştiriyorlar. Bu teknolojinin özelliği, her bir kablosuz sinyali, geniş bir frekans bandına yayarak veri aktarım oranını artırması.

İngiltere’de, üçüncü kuşak ağları için radyo tayfinin gerekli bölümlerinin kullanılmasına olanak veren lisanslar tahsis edilmiş bile. Ne var ki frekans bantlarının kullanıma girmesi, hükümete 35 milyar dolara mal olacak. ABD’de benzer bir uygulama üzerinde çalışıyor. İngiltere’de, British Telecommunications, Vodafone ve France Telecom gibi kablосuz hizmet veren kurumlar, üçüncü kuşak ağların en erken 2002 yılında devreye sokulacağını vaat ediyorlar. Ancak hızlı veri hizmetlerinin ne zaman yaygınlaşmaya başlayacağını öngörmek çok zor. Dahası, bu teknoloji öncelikle kentlerde yaygınlaşacağından, kırsal bölgelerde yaşayan kullanıcılar daha da uzun süre sabır göstermek zorunda kalacaklar. ABD’de, iletişim teknolojileri konusunda yetkin kimi kurumlar, üçüncü kuşak hizmetlerinin, belli başlı büyük kentler dışındaki bölgelerde 2010 yılından önce yaygınlaşamayacağını öne sürüyorlar.

Bu arada, kimi kablolu taşıyıcılar, "ikibuçukuncu kuşak ağları" adı altında bir dizi ara teknolojileri faaliyete geçirecekler. Örneğin ABD'de, Sprint PCS adlı bir şirket, paket alışveriş tekniklerini devreye sokarak Web uygulama-



WAP'la Web'e Nasıl Girebiliyoruz?



larının hızını saniyede 144 KB'a çıkarmayı hedefliyor. Bugün, kablolu ağların neredeyse tamamı devre değiştirmeye dayanıyor: Bir telefon görüşmesi yaptığımız zaman, görüşmenin sonuna

kadar belirli bir frekans kanalı tahsis edilir ve bu kanal düşük verimle kullanılıyor olsa dahi, görüşme sonuna kadar meşgul kalır. Paket alışverişi tekniğindeyse bir sinyal, veri paketleri

oluşturacak biçimde parçalara ayrılır ve her paket, gönderileceği adresle işaretlenir. Sonra da ağdaki, herhangi bir uygun kanalda yolunu bulur. Varış noktasında paketler doğru sırayla yeniden bir araya getirilir. Bu sistemde, devre alışverişi sistemlerine oranla daha yüksek oranda veri aktarılır; çünkü değişik kaynaklardan alınan veriler tek bir kanaldan gönderilebilir. Paket alışverişi ağlarına bağlı olan cep telefonu kullanıcıları, aynı anda hem telefonda görüşme yapabilir hem de Internet'e bağlanabilirler. Sinyaller ağı kanallarını, yalnızca veri gönderilip alındığında meşgul edeceklerinden, kullanıcılar ağı meşgul ettikleri zamanla değil, yalnızca indirdikleri verinin hacmiyle orantılı ödeme yapacaklar.

Ancak bu teknolojinin büyük bir sakıncası var. Şöyle ki: Veri paketlerinin varış noktalarında toplanıp bir ara-

WAP Geçici mi Kalıcı mı?

Kablolu Uygulama Protokolü anlamına gelen "Wireless Application Protocol", yani kısaca "WAP", cep telefonu kullanıcılarının Internet'e bağlanmalarına olanak veriyor. Gelgelelim, bu teknoloji kısıtlı kalıyor.

Birkaç yıl önce, kablolu teknolojiler üzerine çalışan öncü firmalar, cep telefonu kullanıcılarının Internet'ten kimi bilgileri indirmelerini ve bunları telefonlarının küçük ekranında görmelerini sağlayan veri ağları geliştirdiler. Kısaca WAP olarak adlandırılan Kablolu Uygulama Protokolü'ndeki şartlar, ağların Web dokümanlarını cep telefonlarına, data-banklara ve başka cep aygıtlarına aktarma işlemlerini bir standarda oturtma amacını taşıyor. Avrupa'daki kablolu veri aktarımını sağlayan taşıyıcılar WAP standartlarını şu sıralar kendi veri ağlarına uyguluyorlar. ABD'deki bazı taşıyıcı kurumları bunu yakın gelecekte yapmayı planlıyor. WAP taraftarları, bu gelişmelerin kablolu Web'in büyümesini hızlandıracığı görüşünde. WAP'i eleştirirlerse, kullanıcıların Internet'ten yararlanmalarını önemli ölçüde kısıtladıkları gerekçeyle WAP şartlarının yetersiz olduğunu öne sürüyorlar. Halen, WAP'ın kablolu verilerin altın çağını mı başlattığı, yoksa yalnızca yanlış bir başlangıç mı olduğu konusundaki belirsizlik sürüyor.

WAP, Kaliforniya'daki bir yazılım firması olan Phone.Com'un geliştirdiği teknolojilerden türetilmiştir. Web'e kablolu bağlanabilmekteki en büyük engel, cep telefonlarının ve onların ağlarının Internet'in dili olan Hipermetin Belirleme Dili'ni (Hyper Text Markup Language-HTML) kullanacak güçte olmamaları. Web sitelerini hazırlayanlar, HTML'i yazılarla grafikleri, basit ve kolayca açılan dökümanlar haline getirmek için kullanıyorlar. Oysa şu sıralar kullanılan cep telefonu ağları düşük bir bant genişliğine sahip: Bu ağlar, verileri, sabit ağlara oranla çok daha yavaş bir biçimde ak-

tıyorlar. Bu da Web görüntülerinin kablolu olarak aktarılmasını oldukça zorlaştırıyor, hatta olanaksız hale getiriyor. Bundan başka, günümüzdeki cep telefonları, karmaşık görüntüleri gösterebilecek teknolojiye ve ekranlara sahip değiller.

Bu sorunları aşmak için Phone.com şirketindeki mühendisler, yalnızca kablolu ağlar için tasarlanmış "El Aygıtı Belirleme Dili"ni (Handheld Device Markup Language - HDML) yarattılar. HDML, Web sayfalarına ait metinlerin, cep telefonlarına ya da başka hareketli aygıtlara aktarılmasını sağlıyor. ABD'deki birçok kablolu veri ağı, Phone.com'un yazılımını kendi telefonlarına ve servis sağlayıcılarına uyguladı. Dahası Phone.com, HDML'i temel alarak standart bir dil geliştirmek üzere dünyanın en büyük cep telefonu üreticileri olan Motorola, Nokia ve Ericsson'la işbirliğine girdi. Bu çabaların sonucunda, "Kablolu Belirleme Dili" (Wireless Markup Language - WML) ortaya çıktı. WML, WAP şartlarının odak noktasını oluşturuyor. Şirketler, ayrıca, bu yeni standartları yaygınlaştırmak amacıyla WAP Forum adı altında bir endüstri grubu kurdular. Grubun halen 530'u aşkın üyesi bulunuyor.

Peki, bir WAP ağı Web'e nasıl ulaşabiliyor? WAP telefonu kullanıcısı, belirli bir Web sayfasına girebilmek için, önce aygıtın mikro tarayıcısını, yani kişisel bilgisayarlar tarafından kullanılan ve Internet'te dolaşmayı sağlayan tarayıcı yazılımın basitleştirilmişini kullanıyor. Kullanıcının bağlanmak istediği Web sayfası bilgisi, havadaki dalgalarla bir vericiye aktarılır ve sonra da kablolu taşıyıcı tarafından işletilen bir servis sağlayıcısına gönderilir. Servis sağlayıcısı, WAP'a geçişi sağlar. Yani yazılım, kablolu ağ ile Internet arasında bir filtre işlevi görür. Geçiş aşamasında, cep telefonu kullanıcısının istediği Web sayfası bulunur. Sayfa HTML (Web sayfalarının çoğunun yazıl-

dığı dil) dilinde yazılmışsa, yazılım, dökümanı WML diline çevirir. Bunu yaparken, sayfadaki grafikleri ve metindeki özel formatları yok eder. WAP geçidi WML çevirisini, kablolu bir biçimde aktarılabilmesi için şifreliyor. Daha sonra da dökümanı kullanıcının cep telefonuna gönderiliyor ve ekranında belirleniyor.

Ne var ki HTML'den WML'ye çevirme işlemi her zaman sorunsuz gerçekleşmiyor. Örneğin, bir Web sayfası başka sayfalara bağlantılar için resimler kullanıyorsa, sayfanın, metin bağlantıları oluşturmak için yeniden yazılması gerekiyor. Pratikte bu değiştirme, ulaşılabilir bilgilerin miktarını kısıtlıyor ve kimi zaman Web sayfasının okunmaz hale gelmesine yol açıyor. Bu nedenle birçok Web yayıncısı, sayfalarının WML dilinde yazılmış ve WAP aygıtlarına uyumlu hale getirilmiş ayrı birer versiyonunu yarattılar. Örneğin, MapQuest, MSNBC.com ve Go2Online.com, Web sayfalarının WAP versiyonlarını yarattılar. Ayrıca, WAP kullanıcıları, www.cellmania.com sayfasını ziyaret ederek WAP'e uygun 5000'den fazla sitenin listesini bulabilirler.

Bu adresler yardımıyla cep telefonu kullanıcıları spor performanslarının sonuçlarını, uçuş saatlerini ya da Amazon.com'dan yeni çıkmış kitapları öğrenebilirler. Gelgelelim, cep telefonlarıyla ulaşılabilir hizmetler ve bilgiler, Internet'teki bilgi zenginliğiyle karşılaştırıldığında, Internet'in çok küçük bir bölümünü oluşturuyor. Bazı uzmanlar, cep telefonu teknolojisi gelişirken, WAP standartlarının hızla kullanılamaz hale geleceğine inanıyorlar. Onlar, WAP'ın, 1990'lı yılların düşük bant genişliği olan hücresel ağlar için tasarlandığını; ayrıca, ekranlarında grafik özelliği olmayan, yalnızca iki-dört satırlık metnin görülebildiği telefonlar için geliştirildiğini öne sürüyorlar. Bu görüşteki uzmanlara göre, kablolu ağlar ve aygıtlar daha da gelişirken WAP anlamını yitirecek.

WAP'ı destekleyen şirketlerse WAP şartlarının, bugünlerde geliştirilen yüksek bant genişliğine sahip üçüncü kuşak ağları gibi

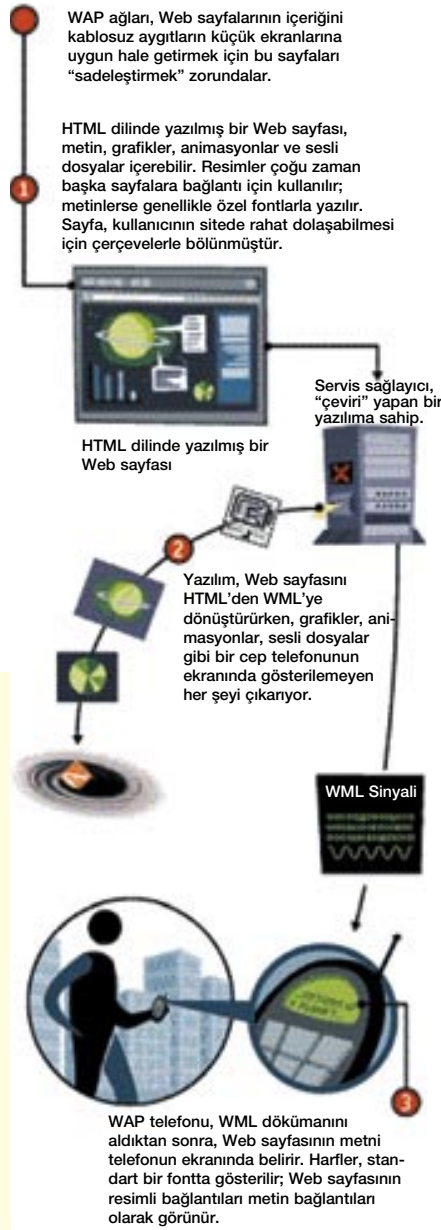
ya getirilmesi zaman alıyor. Ayrıca bazı paketler kaybolabiliyor ve yeniden gönderilmek zorunda kalınıyor. Bu geri kalan zaman sürecine "latency", yani gecikme deniyor. Burada, başka veri aktarımlarında da oluşan, ancak hoşgörülebilir birkaç saniyelik gecikmelerden farklı bir durum söz konusu. Bu sistemde, konuşan kişilerin seslerine ait birkaç bitlik veri kaybolabildiğinden görüşme yorucu hale gelebiliyor. İletişim teknolojileri üzerine çalışan şirketler, sessiz kalan anları yok ederek, bu sorunu en aza indirmeye çalıştılar. Bu yöntemde, konuşmalar sırasındaki sessiz anlar yok ediliyor, yani sesin olmadığı veri paketleri gönderilmiyor. Herhangi bir telefon görüşmesinin yaklaşık %30'u sessiz geçtiğine göre, böylelikle hem ağdaki trafik azaltılmış hem de konuşmanın gecikmesi önlenmiş oluyor.

geleceğin teknolojilerine uyumlu hale getirilebileceğini söylüyorlar. Dahası, WAP telefonlarının Web'de dolaşmaya olanak sağlayan kişisel bilgisayarların yerini almak üzere tasarlanmadıklarını vurguluyorlar.

Bu konuda, Ericsson firmasının ağ operatörleri grubu genel müdürü Skip Speaks, WAP'ın Internet'te dolaşmak amacıyla geliştirilmediğini, kablosuz ağıtlara uygun içeriğin aktarılması için geliştirildiğini söylüyor. WAP Forum'da üst düzey yöneticisi olan Scott Goldman ise WAP'la ilgili şu açıklamaları getiriyor: "Bir kablosuz ağıtta Internet'ten yararlanmak, bir kişisel bilgisayardan Internet'e girmekten çok daha farklı bir deneyim. Ben bir kişisel bilgisayardan Internet'e girmeyi bir açık büfeye gitmeye benzetiyorum. Açık büfede, çeşit çeşit yemekleri bir arada görebiliyor, istediğimizi seçebiliyor, dilediğimiz kadar tabağımıza koyabiliyor ve bir yemekten ötekine gidebiliyoruz. WAP'ıysa daha çok oda servisine benzetiyorum. Bir menüden istediğinizi seçebiliyorsunuz ve seçtiğiniz size gönderiliyor.

WAP Forum'un önemle üzerinde durduğu konu, Internet şirketlerini, WAP telefonları için daha fazla içerik hazırlamaları yönünde teşvik etmek. Ancak kimi uzmanlara göre, WAP'e uyumlu bir Web sayfası yaratmak bir Internet sayfası hazırlamaktan daha zor bir iş; çünkü WML dilini öğrenmek HTML dilini öğrenmekten daha zor. WAP Forum'dan Goldman, WAP'ın popüleritesi arttıkça, HTML için kullanılanlara benzeyen WML geliştirici araçların daha da yaygınlaşacağını düşünüyor. Yine de WAP'ın geleceğiyle ilgili şüpheler, birçok Web tasarımcısını kuşkuya düşürüyor. Web tasarımcıları, WAP standartları kullanılamaz hale gelecekse, cep telefonları için özel sayfaların hazırlanmasını boşa gidecek bir çaba olarak görüyorlar. Herb Williams adlı yazılım uzmanı, WAP konusundaki tartışmalar ve sorunlar çözülmedikçe kimsenin bu konuda çaba harcamak istemediğini söylüyor. Williams, WAP'le ilgili

Web'in WAP'a Dönüşümü



li birçok olumsuz düşüncenin olduğunu, bunların da erişilebilir bilginin miktarını kısıtladığını vurguluyor.

Sonuç olarak, WAP'ın geleceği daha çok onu destekleyenlerin tutumuna bağlı olacak gibi görünüyor. Şimdilerde kullanılan kablosuz ağılar, Internet kadar geniş çaplı ve açık değil. Dahası, bu teknolojiyle erişilebilir bilgilerin türüne veri taşıyıcıları ve donanım üreticileri karar veriyor. Oysa Internet'teki ani büyüme, onun açıklığının bir sonucu. Internet çok hızlı yaygınlaştı çünkü herkes, en az çaba ve maliyetle kendi Web sitesini oluşturabiliyor. Birçok uzman, kablosuz veri ağlarının, bu alanda başarılı olabilmek için, bu modeli örnek almaları gerektiğine inanıyorlar. Bu konuda sistem analisti Luhr şu açıklamayı getiriyor: "Bugünlerde WAP denetim altında olduğundan, kablosuz sanayi, insanlara WAP telefonlarıyla ne yapabileceklerini ve nelere bakabileceklerini söyleyebiliyor. Ancak WAP'ın bunu aşması şart."

Geleceğin Süper Telefonları

Cep telefonu üreticileri şu sıralar, gelecekte kablosuz ağdan yararlanabilecek olan değişik "cep ağıtları" tasarımları üzerine çalışıyorlar. Bu makineler, gelecekte, gerçekten de birçok işimizi halledebileceğimiz sayısal yollarımız olacaklarsa, bunların çok yönlü, uyumlu ve modern görünümlü olmaları gerekir. Nokia, Ericsson ve Motorola gibi büyük şirketler, günümüzde kullanılan cep telefonlarından görünüşte pek de farklı olmayan üçüncü kuşak "süper telefonlar" geliştiriyorlar. Aslında bu ağıtlara telefon demek pek de doğru değil. Bu ağıtlar, yüksek çözünürlü grafiklerin ve video görüntülerinin ekrana getirilebileceği birkaç inç karelik renkli bir ekrana sahip olacaklar. Bazı ağıtlarına, veri girişi için klavyeleri ve minyatür fareleri olacak. Ancak şirketlerin çoğu, dokunuşa duyarlı ekranlar ve bu ekranlar için özel sivri uçlu işaretleme kalemle-ri kullanacaklar.

Süper telefonlarla, ayrıca, Internet'ten indirilebilen MP3 formatındaki müzik dosyalarını dinlemek olanaklı olacak. Bu uygulama, süper telefonlar için büyük bir pazar oluşturabilir. Belki de gelecekte bu tür ağıtlar "walkman"ın yerini alacak. Internet'ten müzik indirmek için saatlerce bekleyen bazı kişisel bilgisayar kullanıcıları bu öngörü-ü küçümseyebilir. Ancak, yalnızca müziğin yaygınlaştırılmasına ayrılan yüksek hızdaki bir servis sağlayıcısı, cep telefonları kullanımında olmadığı zaman, sıkıştırılmış ses dosyaları gönderebilir. Bu müzik dosyaları da, kullanıcı onları kullanmak isteyene kadar hafızada, örneğin Sony'nin hafıza kartları gibi kartlarda saklanabilir.

Müzik ya da grafiklerden çok metinlerle ilgilenen kullanıcılar için, elektronik kitapların okunabilmesini sağlayan daha büyük ekranlı el ağıtları olacak. Bazı firmalarsa küçük video kameralar ve projektörlerle donanmış prototipler geliştirdiler. Bu ağıtlarla Internet'ten indirilen filmler izlenebilecek. Hatta, Ericsson firması program müdürü Lars Bergendahl'a göre, örneğin bir tren yolculuğu sırasında karşılaştığımız kişi beyaz bir T-shirt ya da gömlek giymişse, bu kişinin iznini ala-



rak, alabilirsek tabii, bir filmi projektörle onun giysisi üzerinde oynatabileceğiz.

Prototiplerin çoğu kulaklıklara sahip. Ayrıca birçok modelde, kulaklıklarla mikrofona bir arada olduğu başlıklar kullanılmış. Böylece kullanıcılar, aynı anda hem konuşabilir, konuştukları kişiyi dinleyebilir ve aygıtın ekranını görebilirler. Kablo bağlantılarına olan gereksinimi ortadan kaldırmak için birçok prototip, aygıtın başlık bölümüyle gövdesi arasında sinyal aktarımı için düşük güçteki radyo dalgalarından yararlanıyor. Bazı firmalarsa piyasaya sürdükleri ürünlerine, "Bluetooth" adlı bir endüstri standardına uygun, dar kapsamlı bir radyo dalgası aygıtı yerleştirmişler bile. Aynı teknoloji, sayısal aygıt ile yakınındaki başka bir aygıt arasında veri aktarımını sağlayabiliyor. Bu tür bir veri aktarımı, örneğin marketlerdeki ya da başka tür alışveriş yerlerindeki kasalarla aygıt arasında olabilir. Böylece kullanıcılar, nakit para, çek ya da kredi kartı kullanmadan da ödeme yapabilecekler.

Birçok firma, bu süper telefonların tasarımı için milyonlarca dolar harcarken -ki bir prototipin yapımı yaklaşık 2,5 milyon dolara mal oluyor- kimi uz-

manlar bu gelişmiş aygıtların pazarın ancak çok küçük bir bölümünü ele geçirebileceği görüşünde. Bu uzmanlar, birçok insanın hareket halindeyken, örneğin bir filmi izlemeyi akıllarına getirmeyecekleri görüşünde. Onlar, daha basit yapıda "akıllı telefonların" daha çok tutulacağını düşünüyorlar. Bu aygıtlar, bugünkü cep telefonlarına çok benzeyecek. Ancak ekranları daha büyük olacak ve veriler daha rahat girilebilecek. Bu akıllı telefonların becerileri, e-posta gönderip alma, İnternet'e girme ve belki de MP3 formatında indirilmiş müzik parçalarını çalmayla sınırlı kalacak.

Telefon şirketlerinden başka, el bilgisayarları (databank) üreticileri de bu pa-

zardan pay kapmaya çalışıyorlar. Şu ana kadar, görüşmeleri düzenlemeye ve adres listelerini kaydetmeye yarayan el bilgisayarları üretimine öncelik vermiş olan şirketler, İnternet'e de girebilen aygıtları piyasaya sürmeye başladılar. Bazı üreticiler, bu makinelere telefon özelliklerini de eklemeyi planlıyorlar. Böylece, bu makineler süper telefonlarla rekabet edebilecek duruma gelecek. Hatta, video oyunu konsolları üretenler de tüm bu gelişmelerden etkilenmiş benziyor: Örneğin, Nintendo ve Sony firmaları bir-iki yıl içinde GameBoy ve Playstation konsollarından İnternet'e girmeyi olanaklı hale getirecekler. Giderek artan sayıda tüketici de CD'ler ve kasetlerden çok, İnternet'ten indirdikleri MP3 dosyalarından müzik dinlemeyi yeğlediği takdirde, taşınabilen müzik çalar üreten firmalar İnternet'ten kablosuz olarak MP3 dosyaları indirebilen modeller geliştirecek.

Bir başka ilginç buluşa İnternet saati. Hewlett-Packard, yeni akıma uyum sağlayacak kablosuz bir aygıt yaratmak üzere, dünyanın en büyük saat parçaları üreticisi Swatch'la işbirliğine girdi. Bu yeni aygıt normal bir saate benzeyecek, ancak kullanıcının spor sonuçlarını, e-posta ve müzik indirmesini sağlayacak ince bir radyo aktarıcısına sahip olacak.

Yazılım Sorunları

Donanım üreticileri bu çabalar içindeyken, tüm bu aygıtları denetim altına alacak yazılım alanında da benzer bir rekabet söz konusu. Özellikle Palm şirketinin kendi el bilgisayarları için geliştirdiği işletim sistemi, bu alanda oldukça tanınmış. İngiliz el bilgisayarları üreticisi Psion'un geliştirdiği EPOC adlı işletim sistemiyse Nokia ve Ericsson'un geliştirdiği



Web-taramalı cep telefonlarında kullanılıyor. Üçüncü rakipse taşınabilen bilgisayarların önemini kavrayan Microsoft şirketi. Şirket 1996 yılında, Hewlett-Packard, Compaq ve Casio'nun el bilgisayarlarında kullanılan Windows CE adlı bir yazılımı geliştirmişti. Yazılım, PC'ler için geliştirilen işletim sistemin basitleştirilmiş biçimiydi. Microsoft bugünlerde, akıllı telefonlar için özel olarak tasarlanmış yazılımlar geliştiriyor. Şirket, belirli iş alanlarında kullanılabilecek cep telefonlarının geliştirilmesi için Ericsson gibi üreticilerle işbirliğine girdi. Bu alanda özellikle hukukçular, hekimler ya da çocuklar için özel sayısal aygıtlar üzerinde çalışıyorlar. Aygıtların çeşitliliğine dikkat çeken kimi uzmanlar, yazılım geliştirme alanında tek bir galibin olmayacağı görüşünde.

Teknolojik gelişmeler sayesinde pillerin ve elektronik parçaların boyutları giderek küçülürken, el bilgisayarlarının boyutları, ekran boyutlarına ve veri giriş sistemlerine bağlı olacak. Ekranın yeterli büyüklükte, ayrıca veri giriş bölümünün de rahatlıkla kullanılabilecek büyüklükte olması gerekiyor.

Peki, kullanıcı ekranı ya da klavyeyi kullanmaksızın aygıtta sözlü komutlar vererek onu kullanabilecek mi? Bunu gerçekleştirebilmek için, makinelerin sözlü iletişimi anlayacak ve işlemleri yerine getirebilecek yazılımlara gereksinimi var. Microsoft, sözlü komutlarla çalışabilecek bir işletim sistemini geliştirmeyi amaçlıyor. Ayrıca IBM'le Philips de benzer projeler üzerinde çalışmayı hedefliyorlar. Ses işleme yazılımları geliştiren bir Belçika firması olan Lernout & Hauspie, bu alanda, Dragon ve Dictaphone adlı firmalarla kıyasıya bir rekabet içinde.

Ne yazık ki bu alandaki gelişmeler pek fazla umut vaat etmiyor. Bu alanda gerçekleştirilen yazılımların kalitesinde önemli bir artış gözlemlense ve bazı sistemler kendilerine dikte edilen sözcüklerin %95-99'unu doğru bir biçimde yazabiliyor olsa da, en gelişmiş bilgisayarlar bile "dil sorunuyla" karşı karşıya kalıyor. Burada sorun, sözlü komutlar için geliştirilen yazılımların, konuş-

malardaki nüansları ayırt edebilecek kadar gelişmiş olmamaları.

Lernout & Hauspie ise sınırlı sayıda sözlü komutun kullanılabildiği bir ara teknoloji geliştirdi. "NAK" adındaki yazılım (bu ad Hawaii dilinde yankı anlamına gelen "nakulu" sözcüğünün kısaltılmışıdır), Intel'in özel StrongARM çipleriyle çalışan cep telefonları için tasarlanmış. Bu çipler, güçlü ve verimli çalışan mikro işlemciler. Bir NAK aygıtı, gelen bir e-postayı sesli okuyabilmek için konuşmayı çözebilen bir aygıttan yararlanır. Kullanıcı böylece, aygıtın mikrofonuna yanıtı dikte edebilir ve sonra da yanıtı "e-postayı gönder" gibi bir sözlü komutla gönderebilir. Lernout & Hauspie, NAK'ın sözcük hazinesinin 30 000'den fazla sözcüğü kapsayacağını, gerekebilecek tüm komutlara ve birden fazla dili anlayabilecek kapasiteye sahip olacağını öne sürüyor. Bu teknolojiye sahip olacak ürünlerin fiyatının yaklaşık 500 dolar olacağı ve bunların ancak önümüzdeki yıl piyasaya çıkacakları tahmin ediliyor.

Öyle görünüyor ki pazarı ele geçirmiş olan bugünün elektronik aygıtları eninde sonunda yerlerini yepyeni özelliklere sahip aygıtlara terk edecekler. Bu yeni aygıtlar, doğal olarak eskiyle yeni teknolojilerin bir birleşimi

olacak. En gelişmiş sayısal aygıtlar, grafikler, video ve müzik gibi, Web'in sunduğu tüm olanaklara giriş sağlayabilecek. İnternet'ten şarkı indirebilen walkmana benzeyen müzik çalarlar gibi başka kablosuz aygıtlar, özel amaçlı

aygıtlar sınıfına dahil olacak. İnternet'e girme ve e-posta gönderme gibi en yaygın olarak kullanılan işlevler, ucuz, kolay ve elverişli olmaları açısından taşınabilen aygıtların çoğunda bulunacak. Aksi takdirde kullanıcılar yanlarında aynı anda hem bir walkmanı hem de bir cep telefonunu taşımak zorunda kalacaklar. Bu da gelecekte, tek camlı gözlükle dolaşmak kadar tuhaf sayılacak.

Geleceğin teknolojisine sahip cep telefonları yaşantımıza birçok kolaylık getirirken tüketim alışkanlıklarımızı da önemli ölçüde değiştireceğe benziyorlar. Çünkü artık cep telefonlarımızla bulunduğumuz her yerden dilediğimiz her şeyi sipariş edebilecek ve satın alabileceğiz. Diyelim ki bir kafede otururken çok beğendiğiniz bir parça alıyor. Hemen aygıtınızla albümü sipariş ediyorsunuz. Ya da çok hoşunuza giden bir kazak buldunuz, ancak fiyatı pahalı geldi. Hemen aygıtınızla yakınlardaki bir mağazada ya da İnternet'te daha ucuza satılıp satılmadığını kontrol ediyorsunuz. Acıktınız? Aygıtınızdan bölgedeki restoranların listesini istiyorsunuz.

Değişik alanlarda etkinlik gösteren işyerleri, bu teknolojiye büyük bir potansiyelin bulunduğunun bilincinde ve bu yeni tüketim biçiminden pay kapmak için kollarını sıvamış durumdadır. Önümüzdeki yıllarda, daha şimdiden yaşantımızın birçok alanına girmiş olan İnternet'in artık cebimize girmekle kalmayıp cüzdanımıza da gireceği benziyor.

Ayşegül Yılmaz Güneç

Kaynaklar

- Alpert, M. ve Musser, G., "The Wireless Web", *Scientific American*, Ekim 2000.
- Bannan, K. J., "The Promise and Perils of WAP", *Scientific American*, Ekim 2000.
- Harvey, F., "The Internet in Your Hands", *Scientific American*, Ekim 2000.
- Kahney, L., "The Third-Generation Gap", *Scientific American*, Ekim 2000.
- OECD, Information Technology Outlook - ICT's E-Commerce and the Information Economy, Fransa, 2000.
- Ripota, P., "Telekommunikation der Zukunft", *P.M.*, Ekim 2000.
- Wilson, D., "The Future Is Here Or Is It?", *Scientific American*, Ekim 2000.



Fizik, Teknoloji ve

Modern olimpiyat oyunları 1896'da Baron Pierre de Coubertin tarafından başlatıldı. Amaç sağlığı ve beden eğitimi daha iyi duruma getirmek, dünya barışına katkıda bulunmak ve sporda dürüst ve eşit koşullarda yarışmayı sağlamaktır. Modern olimpiyat oyunlarının düsturu şu üç sözcüktür: *Citius, altius, fortius* (daha çabuk, daha yüksek, daha kuvvetli).

DİSK, çekiç ve cirit atma gibi, bir cismin kullanıldığı atletik yarışmalarda başarıyı fizik yasaları belirler; doğal olarak bu yasalar oyunun kurallarına uygun olarak belirlenir. İşte çekiş buradadır: atletler bir insan olarak daha hızlı, daha kuvvetli ve daha sıçrayıcı olmaya çalışırlar ve gerek duyulduğunda teknolojiye yararlanırlar. Spor yöneticileri atletlerin kullandıkları araç ve gereçleri sürekli olarak daha mükemmel duruma getirmeye çalışırken teknolojinin bazı atletlere diğerlerinde olmayan üstünlükler sağlamasından kaçınılmadırlar. Spor en iyi araç gereçe sahip atletlerin seçilmesi olmamalıdır. Yarışma iki teknoloji arasında değil, iki insan arasında olmalıdır.

Son yüzyılda spor kurallarında değişimler oluştu, teknolojinin sporu etkilediğinin açık bir göstergesidir. Bu etkilemenin kanıtları nelerdir? Bu yazıda 100 m koşusu, sırkla yüksek

atlama ve cirit atma, jimnastik ve yüzme dallarında, teknolojiye ilerleyle geleneksel yöntemler arasındaki dengeye değinilecektir.

100 Metre Sürat Koşusu

Eski olimpiyatlarda Yunanlılar, sürat koşusunu 190 m'lik düz bir koşu yolunda gidip gelme olarak yaparlardı; bu yarışa stadion denilirdi. O günün teknolojisine uygun olarak atletin geri dönmelerini kolaylaştırmak üzere koşu yolunun sonunda tahtadan bir direk vardı.

Yarış başlarken atletler, ayak parmakları başlama taşındaki oluklara dayanmış olarak bir hizada ayakta dururlardı. Yanlış çıkış yapan bir atlet, arkasında duran bir hakem tarafından kırbaçlanırdı.

Daha sonraları husplex denilen, bugün at yarışlarındakine benzer çıkış kapıları kullanılmaya başlandı.

Modern olimpiyatlarda, sürat koşucuları, yarışa çömelmiş durumdan başlar; çıkış bloklarını iterek ilk hızı kazanırlar. Çıkış blokları 1920 sonlarında bulundu ve ilk kez Londra 1948 Olimpiyat Oyunları'nda kullanıldı. 1980 başlarında, çıkış bloklarına bir yay ve mikro-anahtar eklendi. 1980 sonlarında çıkış çizgisinde basınçölçer cihazlar kullanılmaya başlandı; fakat bunlar atletin itmesine o kadar duyarlı idiler ki, birçok yarışmada yanlış çıkışlara neden oldular. 1993'de daha geliştirilmiş basınçölçerler ortaya çıktı ve 2 yıl sonra "akıllı" basınçölçerler geliştirildi. Bunlar çıkış blokunun içine yerleştirilmiştir ve yanlış çıkışları önlemek üzere karmaşık bir program

kullanırlar. Çıkış tabancası patladıktan sonraki 0.1 saniye içinde çıkış yapan atletler yarıştan çıkarılır; neyse ki artık yanlış çıkış yapan atletleri kırbaçlamıyorlar!

Bugün 100 m sürat koşularında birinci olan atlet o kadar küçük bir farkla yarış kazanır ki, atletlerin çıkış çizgisine varışı son derece dakik olarak belirlenmelidir. Bugün birinciye belirlemek için şöyle bir sistem kullanılır: çıkış tabancası patlar patlamaz çalışmaya başlayan bir saat, bir ışık kaynağı ve atlet ışık huzmesine değer değmez saati durduran bir sistem. Işık kaynağı saniyede 1000 kere yanıp söner; bu şekilde fon ışığındaki değişimlerin sonucu etkilemesi önlenir.

Sırkla Yüksek Atlamanın Fiziği

Sırkla yüksek atlama eski Yunan olimpiyatlarında yoktu. Bazılarına göre bu spor Hollandalıların kanallarının üstünden sırkla atlamasından doğmuştur. Almanya'da bu spor 1791'den beri biliniyordu. Sırkla atlamada amaç, atletin ağırlık merkezini bir çıta üzerinden aşırmasıdır. Bugün atletin yüksek atlamada kullandığı teknik, 100 yıl öncesinin tekniğinden çok farklıdır. Eskiden atletler çıtanın üzerinden atladıktan sonra ayakları üstüne düşerlerdi. Bugünse atletler yüksek atlarken karmaşık jimnastik hareketleri kullanıyorlar; yüksek atlama sırasında vücutlarını başaşağı bir



Karbon liflerinden yapılmış sırığın kesiti



Olimpiyatlar

duruma getiriyorlar. Yüksek atlamanın kuralları, Uluslararası Amatör Atletizm Federasyonunca (IAAF) saptanıyor. Sırtığın uzunluğu, yapıldığı madde ve enerji depolama kapasitesi üzerinde hiçbir kısıtlama yoktur. Tek koşul sırtıkların dümdüz olması ve yapıştırıcı bantla çok fazla örtülmemesi.

Sırtıklar önceleri tahtadan ve özellikle ceviz ağacından yapılıyordu. 1900 başlarında bu sporda en ileride olan Amerikalılar hafifçe daha esnek olan bambu kamışından sırtıklar kullanmaya başladılar. Basit mekanizmin bize öğrettiğine göre bükülen bir sırtıkta gerilme, en fazla sırtığın dış yüzeyinde görülür. Simetrik olarak bükülen bir sırtığın tam ortasında gerginliği çok az ve genellikle sıfır olan bir bölge vardır; buna nötral eksen denilir. Bu nedenle sırtığın merkezinde bir kütle bulunması gerekmemektedir. Bambu kamışı, birim başına tahta sırtığa göre çok daha hafiftir; fakat aynı maksimum gerginliği sağlar. Bambu kamışı sayesinde atlet daha hızlı koşabilir ve biraz daha uzun bir sırtık kullanabilir.

Bambu kamışı kullanılmasına bağlı olarak olimpiyatlarda atlama yüksekliği giderek arttı. 1950'lerin ortalarında bu artış biraz durdu ve 1960 başlarında bambu kamışının yerini cam liflerinden yapılmış sırtıkların almasıyla yeniden hızla artmaya başladı. Cam liflerinden yapılmış kamışlar bir polimer reçine içine 3-20 mikron çapında cam lifleri konulmasıyla oluşur.

Yüksek atlamada koşan atletin kinetik enerjisi, atlamanın potansiyel enerjisine dönüşür; bu sırada kamışta depolanan gerilme enerjisi kullanılır (enerjinin elastik deformasyon şeklinde depolanması). 80 kg gelen bir atlet 10 m/saniye hızla koştuğunda $\frac{1}{2}mv^2=4000$ J (joule) kinetik enerji elde eder. Bu enerji %100 verimle potansiyel enerjiye (mgh) dönüştürülürse (g =yerçekim ivmesi, m =kütle, h =yükseklik) atlet 4000/mg yüksekliğe ulaşır; bu 5 m'den biraz fazladır. Gerçekteyse yüksek atlayıcılar 6 m'ye ya-

kın bir sıçrama yapabilirler. Bu ek enerjiyi nereden alıyorlar?

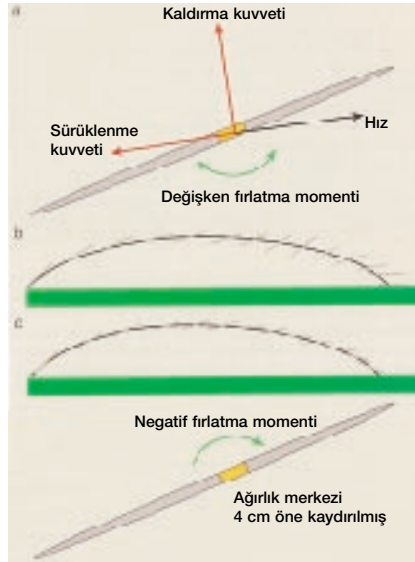
Bu ek enerji, sırtığın bükülmesinden gelir. Atletin kasları sırtığı eğerken sırtıkta enerji depolanır ve sırtık düzleşirken bu enerji atlete aktarılır.

Son olarak sırtıklar karbon liflerinden yapılmaya başlandı. Karbon lifli sırtıklar daha sağlam ve daha hafiftir; ayrıca sırtığın kalınlığının istenen yerde değiştirilmesine izin verirler.

Cirit Atma

Cirit atma sporunu 3000 yıl kadar önce Mikenler başlattı. Yunanlılar, M.Ö. 500 yıllarında cirit olarak ince tahta sırtıklar kullanıyorlardı; bu sırtıkların ağırlık merkezine bir ip sarılmıştı. Atlet, ipin ucundan tutarak ciriti fırlatır ve böylece onun havada dönmelerini sağlardı.

Yüksek atlama sırtığından farklı olarak ciritin biçimi katı kurallara



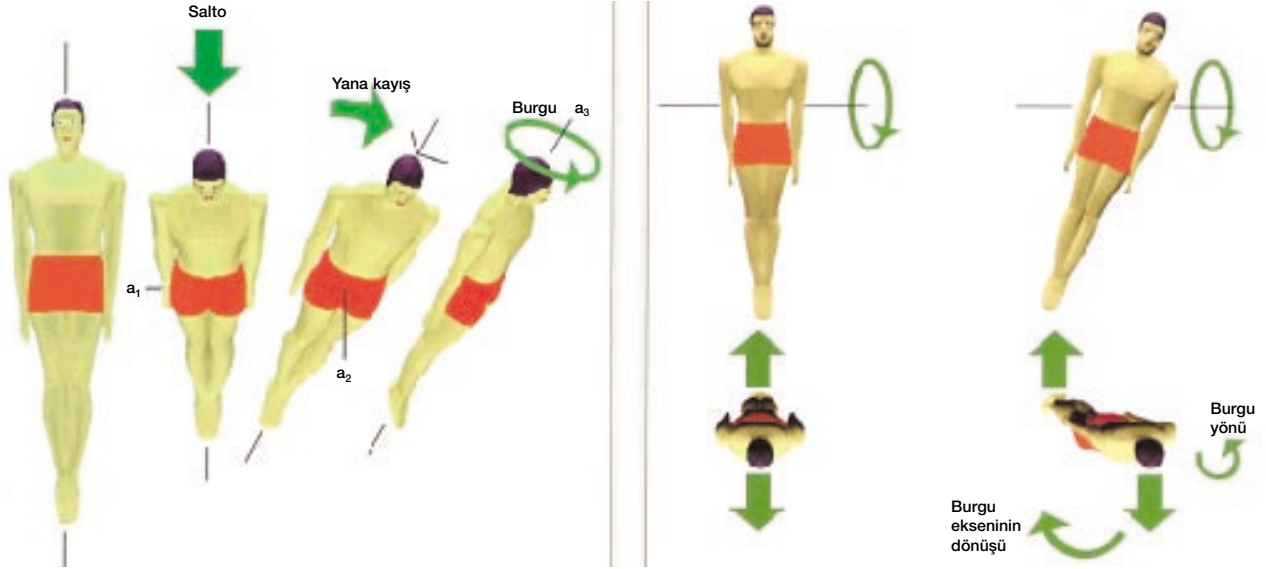
Şekil 4- a- Ciritte etki yapan kuvvetler: 1984 öncesi eski ciritleri etkileyen kuvvetler. Ciritin havada gidişi boyunca "fırlatma" momenti değişir. b) Cirit atılışının ilk evresinde pozitif "fırlatma" momenti oluşur; bu nedenle cirit ağırlık merkezi etrafında döner; kaldırma ve sürtünme azdır. Ciritin havadaki yolculuğunun sonlarına doğru negatif "fırlatma" momenti belirir; kaldırma ve sürtünme artar; hücum açısı azalır ve toprağa ilk önce ciritin ucu değer. c) 1980 ortalarında IAAF kuralı değiştirilerek ağırlık merkezini 4 cm öne aldı. Yeni ciritlerde yalnız negatif "fırlatma" momenti oluşur; bu nedenle ciritin ucu aşağı iner ve ciritin gittiği mesafe azalır.



Yüksek atlamada cam elyafı ve karbondan yapılmış sırtıklar sayesinde bükülme ve atılan yükseklik çok arttı.

bağlanmış. (örneğin erkek cirit atışlarında ciritin uzunluğu 2,6-2,7 m arasında ve ağırlığı 800 gr olmalıdır). Ciritin üstü pürüzsüz olacak ve ağırlık merkezi geometrik kurallarla sıkıca kontrol edilecektir. 1908 Olimpiyat Oyunları'nda cirit atmada birinci gelen, ciriti 50 m'ye atmıştı. 1976'da bu uzaklık 95 m oldu ve 1984'de Doğu Almanya'dan Uwe Hohn, olimpiyat dışı bir cirit atışta 104,8 m'ye ulaştı. Bu yıllarda atletler ciriti hemen hemen stadyum boyu ileri atabiliyorlardı; bu da seyircileri tehlikeye sokuyordu. IAAF ciritin daha yakına atılmasını sağlamak için ciritin ağırlık merkezini 4 cm öne kaydırды; bunun etkisi aşağıda açıklanacak.

1980 ortalarında Kaliforniya Üniversitesi'nden Mont Hubbard, bir seri test ve simülasyon yaparak ciritin havada gidişinin fizikini inceledi. Ciritler yatayla 30° açı yaparak atılıyorlardı ve "hücum açıları" 7° idi; bir diğer deyişle cirit, ağırlık merkezinin havada aldığı yoldan daha dik yükseliyordu. Hücum açısı hem ciritin "kaldırma"sını (hareket yönüne dik), hem de "hava sürtünme"sini (hareket yönüne paralel), belirler. Bu kuvvetler ağırlık merkezine değil, "basınç merkezine" (kaldırma ve sürüklenme kuvvetlerinin etki noktası) etki yaparlar. Basınç merkezi ağırlık merkezinin arkasındaysa "fırlatma momenti" oluşur ve ciritin ucu aşağı yönelir; basınç merkezi ağırlık merkezinin önündeyse hücum açısı artar; ciritin ucu yuka-



Açılar: Salto, yatış ve burgu açıları. Salto açısı a_1 , uzayda sabit bir doğrultuya paraleldir. Burguda vücuda göre sabit bir a_3 eksenini etrafında döndürülür. Yana yatma, düşey salto düzleminde uzunlamasına eksen arasındaki açıdır (solda). **Açısal moment:** Düz saltunun önden ve yandan görünüşü. Solda yatış yok, sağda var. Salto ile yatışın birleşmesi açısal moment yaratır; bu moment yukarıdan bakışta açıkça bellidir. Açısal moment nedeniyle vücut baş ve ayaklardan geçen uzunlamasına eksen etrafında ters yönde burgu yapar (sağda).

rı yönelir. Eski (1984 öncesi) ciritlerde kaldırma ve direnç kuvvetleri görece sabit ise de “fırlatma momenti” ağırlık merkezinde ileri-geri gider.

Bir ciritin ileri atılabileceği uzaklık onun biçimine bağlıdır. Eski moda ciritlerin havada gidişinin ilk anlarında pozitif bir “fırlatma” momenti oluşur; bu nedenle cirit ağırlık merkezi etrafında döner ve hücum açısını artırır. Ciritin havada gidişinin geç evrelerinde fırlatma momenti ters yönde etki yapar (negatif fırlatma momenti); bu nedenle hücum açısı azalır ve cirit aşağı yönelerek toprağa çarpar.

Kurallar değiştirilerek ağırlık merkezi 4 cm ileri alındığında erken evredeki “pozitif” fırlatma momenti tamamen kaybolur ve bu nedenle hücum açısı artmaz. Bu ise kaldırma kuvvetini azaltır; yolun sonunda yüksek kaldırma kuvvetleri oluşmaz. Yeni kurala göre yapılan ciritlerin ucu, hız vektörüne oranla aşağı iner. Bunun kesin sonucu, ciritin daha yakına düşmesidir. Bugün ciritler eski Olimpiyatlara göre 15 m daha yakına düşer.

Yeni ciritlerin iki üstünlüğü vardır: cirit çok uzağa gitmez ve toprağa önce ucu değer; bu tabii ki daha güvenlidir. Yeni kurallar atlete de kolaylık sağlar; “eski ciritler” atılış şekline çok duyarlıydı ve atarken yapılan küçük bir hata, ciritin 20 m daha yakına düşmesine neden olurdu. “Yeni ciritler” ise atıştan fazla etkilenmez; çünkü

daima negatif “fırlatma” momentine sahiptirler.

Burgulu Saltoların Fiziği

1996 Atlanta Olimpiyatları’nın en unutulmaz anı, Ukraynalı jimnastikçi Lilia Podkapayeva’nın, karmaşık yer hareketlerinin bir parçası olarak öne doğru çift takladan sonra yarım burgu yapmasıydı. Podkapayeva bunun için (10 üzerinden 9.887 puan ve altın madalya aldı.

Bir jimnastikçi, her keresinde kurala uygun olarak yere basabilmek için ne yapmalıdır? Bu soruyu yanıtlamak için jimnastikçinin hareketlerini yere düşen bir kedininki ile kıyaslayalım. Ağaçtan yere düşen bir kedi daima dört ayağı üzerine düşer. Olimpiyat jimnastikçisi halkaları ve paralel barları bıraktıktan sonra burgusuz bir salto atar ve bir salto daha attıktan sonra aniden bir burgu hareketi yapar ve yere dengeli bir biçimde düşer. Kedi yere dört ayak üzerine düşmek için, düşerken ortaya çıkan umulmadık durumlara karşı manevralar yapar. Jimnastikçiye istenen sayıda salto atabilmek ve burgu hareketi için önceden plan yapar.

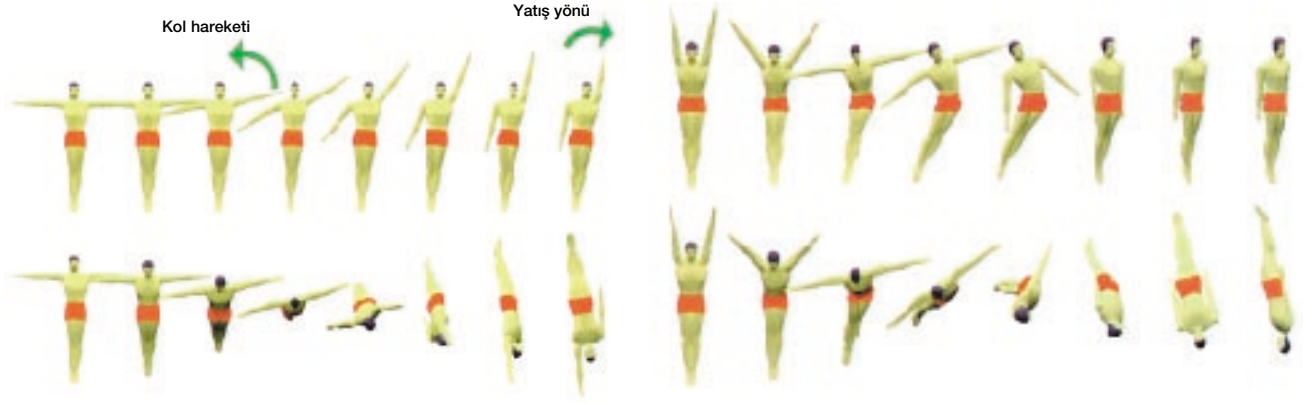
Her hareket farklı olduğundan, düşme sırasındaki ayarlamalar, hareketi her an takip ederek yapılır. Kedi gibi jimnastikçi de gözleriyle algıladı-

ğı bilgiler ve iç kulağındaki denge ayar mekanizması sayesinde uzaydaki durumundan haberdar olur.

Kediler ve jimnastikçiler ayak basacakları yeri görebilecek şekilde manevra yaparlar. Kedi ayakları yukarı bakınca, yarım burgu yaparak onları aşağıya baktırır. Benzer olarak jimnastikçi de ineceği yeri görebilmek için ikinci saltoya bir burgu ekler. Jimnastikçi, manevra sayesinde düşüşünün ikinci yarısında ayak basacağı yeri daima görme alanı içinde tutar. İlk bakışta bir insanın havadayken vücudunu nasıl buracağını anlamak zordur.

Jimnastikçinin ve kedinin havada kayma hareketi, Newton’un 2. yasasına uyar. Kütleçekim kuvveti ağırlık merkezine sürekli olarak ivme verir; havadaki jimnastik hareketlerinde havanın sürtünme direnci yok sayılabilir. Ağırlık merkezinin ilk yeri ve hızı biliniyorsa, ondan sonraki hareketler tamamen belirlenebilir.

Ağırlık, ağırlık merkezine etki yaptığından, jimnastikçi havadayken moment yoktur. Bunun anlamı, açısal momentin düşüş boyunca sabit kaldığıdır. Açısal momentin değişmemesi, jimnastikçinin vücut şekli değişirken açısal hızı belirler. Açısal hızın büyüklüğü ve yönü, vücudün eylemsizlik momentine ve kol ve bacak hareketlerinin açısal momentine bağlıdır. Böylece doğrusal hız belirlendikten sonra, açısal hız, açısal momentin sabitliğini bozmayacak şekilde değişebilir.



Asimetrik kol hareketlerinin burgu ve eğilme yapışı. Üst sıra: Açısal moment yoksa asimetrik kol hareketleri vücudun aksi yönde eğilmesine neden olur. Alt sıra: Salto sırasında asimetrik kol hareketleri önce eğilme ve sonra burgu yaratır (solda). Kalça hareketlerinin burgu ve eğilme yapışı. Üst sıra: Açısal momenti sıfır olan jimnastikçinin gövdeyi yana büküşü. Alt sıra: Salto sırasında asimetrik kalça hareketleri önce eğilme ve sonra burguya neden olur (sağda).

Açısal Momentin Rolü

1894’de Fransız buluşçu Etienne-Jules Marey bir dizi kamerayla, sırtı yere dönük olarak havaya fırlatılan bir kedinin peşpeşe fotoğraflarını çekti. Kedi düşerken bir yarım burgu hareketi yaparak dört ayağı üzerine düşüyordu. Kedinin düşerken açısal momentini yoktu ve yarım burgu sırasında da açısal momentini sıfır olarak kaldı. Peki, o zaman kedi nasıl oldu da burgu hareketi yapabildi? Bazıları bunu kedinin üst yarısının alt yarısına göre burulmasına bağlarlar. Bazı kediler, inecekleri yeri erkenden görmek için bunu yapabilirse de, omurgayı burmak burgu hareketine fazla katkıda bulunmaz.

Bu gibi deneylerde kedi, ayakları yukarı bakacak şekilde ve omurgası öne eğilmiş olarak durur; yere atılınca kedi bir yana bükülür, sırtını kamburlaştırır, sonra öteki yana bükülür ve nihayet öne eğilir. Bu hula-hup hareketinin açısal bir momentine vardır; açısal momentini sıfırlamak için tüm beden, karşıt yönde dönüş yapar.

Salto, Yatma, Burgu

Jimnastikçinin dönme hareketi salto, yan yatma ve burgu olarak bilinen üç dönüş açılarıyla belirlenir. Basitleştirmek için jimnastikçinin yatay bir eksen etrafında salto attığını ve bu nedenle açısal moment vektörünün yatay olduğunu varsayalım. Jimnastikçi öne veya arkaya dönme yapar; bu dönüş, ağırlık merkezinden geçen ve uzayda sabit olan eksen etrafında-

dır. Jimnastikçi, baş ve ayaklardan geçen uzunlamasına a3 eksen etrafında sola veya sağa burgu yapabilir. Jimnastikçinin eylemsizlik momentini, vücutla beraber hareket eder ve bu eksen etrafında minimumdur.

Yan yatma açısı, vücudun burulma eksenine açısal moment vektörüne dik olan dikey salto düzlemi arasındaki açıdır.

Salto atmak için jimnastikçi, atlamadan önce açısal bir moment yaratmak zorundadır. Paralel barda jimnastikçi, çubuk etrafında büyük dairelerde sallanarak bu momentini sağlar. Bedenini dairenin en alt noktasına yakinken bükerek ve en yüksek noktasına yakinken gererek hızlanır. Sonra vücudu yatayken ve açısal momentini en büyükken çubuğu bırakır. Sıfır açısal momentin sınırları içinde kalarak hareket etmek zorunda olan düşen kedi örneğinin aksine, jimnastikçi açısal momentini sabit tutarak birçok manevra yapabilir.

Yan yatmanın salto üzerindeki etkisini anlamak için jimnastikçilerin bilgisayar modeline bakmak gerekir. Sol sayfadaki ikinci şekilde, öne salto atan jimnastikçi önden ve arkadan görünüyor. Üstten bakış başın öne, bacakların arkaya gittiğini gösteriyor. Baş ve ayaklar aynı çizgi üzerinde olduğundan “basit” saltoda saat yönünde veya bunun tersi yönde moment olmaz.

Aynı şeklin sağında, jimnastikçinin saltodan sonra uygun kol ve bacak hareketleriyle vücudunu salto düzlemine göre yana yatırdığı görülüyor. Tepeden bakıldığında, baş ve ayakların aynı çizgi üzerinde olmadığı görülür; bu nedenle jimnastikçinin saat

yönünde momentini olduğu açıktır. Toplam açısal moment sıfır olmak zorunda olduğundan, jimnastikçi saat yönündeki momentini sıfırlamak için sola burgu yapmalıdır. Bir diğer deyişle jimnastikçi havadayken yana doğru yatarak saltoya burgu ekleyebilir. Dahası, jimnastikçi yan yatışa son vererek düşey salto düzlemine gelene kadar burgu yapmaya devam edebilir.

Eğilme İçin Asimetrik Kol Hareketleri

Jimnastikçi bulunduğu zeminden ayrıldıktan sonra uygun kol ve bacak hareketleriyle vücudunu yana doğru yatırır ve böylece burgu sağlar. Jimnastikçi yatık duruma gelmek için kol ve bacaklarını asimetrik olarak hareket ettirir.

Yukarıdaki şekillerin sol tarafında, üst sıra jimnastikçinin açısal momentini olmadığı bir sırada (trampolinde yukarı aşağı zıplarken) sol kolunu kaldırıp sağ kolunu indirdiğini gösteriyor. Bu saatin tersi yönündeki kol hareketi, açısal bir moment yaratır, bu nedenle vücut bunun tersi yönünde rotasyon yaparak (saat yönünde eğilerek) toplam açısal momentini sıfırlar. Alt sıradaysa jimnastikçi salto sırasında aynı kol ve bacak hareketlerini yapınca ne olduğunu gösteriyor. Yine yana yatma oluşur; fakat ayrıca jimnastikçi açısal momentini sabit tutmak için burguyu hızlandırır. Benzer olarak asimetrik kol hareketleri eğilmeyi kaldırmak ve burguyu sonlandırmak için kullanılabilir.

Tramplen atlamadaysa, sporcular trampleni terkettikten sonra asimetrik kol hareketleri yaparak burgu sağırlarlar ve burgu sırasında bir ellerini başları üzerinde tutmaya devam ederler. Öne salto atan sporcular 1, 2, 3, ve 4 burgu yaparak suya dalmadan önce su yüzeyini görürler. Ters salto atanlarsa aynı nedenle yarım, bir tam bir yarım, iki tam bir yarım, ve üç tam bir yarım burgu yaparlar.

Düz salto atarak dalanlar, dalışın sonlarına doğru kol hareketlerini tersine çevirerek eğilmeyi düzeltirler ve suya dikey dalabilirler. Ters saltoyla dalışlarda kolların durumu (bir kol yukarıda, bir kol aşağıda) burgu sırasında tersine çevrilmelidir. Bu hareket sırasında sporcu kollarını vücuda yakın tutarak eğilme açısının ve burgu hızının etkilenmesini önler. Burgunun bitmesine yakın, doğru kol başın üzerindeyken aşağıdaki kolu yukarı kaldırmak ve yukarıdaki kolu aşağı indirmekle eğilme kolayca düzeltilebilir.

1970'lerde Teksas Üniversitesi'nden C. Frolich ve Moskova Pedagoji Enstitüsü'nden asimetrik kol-bacak hareketlerinin öne salto sırasında neden burgu oluşturduğunu teorik olarak açıkladılar. 1980'lerde Pennsylvania Üniversitesi'nden N. Pike, öne dalışta burgu oluşmasını bilgisayarda taklit etti. Brüksel Özgür Üniversitesi'nden B. van Gweluche, ters saltoda tam burgu oluşmasını bilgisayar simülasyonu ile gösterdi.

Asimetrik Kalça Hareketleriyle Burgu

Yer jimnastikçileri, havada akrobasi yapanlar ve trampolenden atlayanlar kalça hareketleriyle yana yatış oluşturabilirler. Bunun için vücut, kalçalardan öne bükülür ve düz salto atarken asimetrik olarak düzleştirilir. Öne bükülmüş vücut düzleştirilirken, kalça yana bükülür. Sağ taraftaki şekildeyse, üst sırada jimnastikçinin açılal momenti yokken kalça hareketi yapmasını gösteriyor. Yana bükülme üst sıranın 4. ve 5. resimle-

rinde görülüyor. Bu noktada burgu eksen-eylemsizlik momentinin minimum olduğu başlıca eksen-bacaklara paraleldir ve dikey doğrultudan uzaklaşacak şekilde eğilme yapmıştır. Gövde düz hale getirilince eğilme kaybolur; çünkü çok az burgu oluşmuştur ve vücut hala öne bakmaktadır.

Burgu Tekniklerinin Analizi

Burgu hareketleri için bir bilgisayar modeli geliştirildi. Model, 10 eklemlerle birleştirilmiş 11 vücut parçası içerir: Dirsekler, omuzlar, dizler, kalçalar ve omurgada iki eklem. Modelin parametreleri kütle, ağırlık merkezinin yeri ve vücut kısmının başlıca eylemsizlik modelleridir.

Bir jimnastik hareketinin simülasyonunu yapmak için açılal momenti, vücutun başlangıçtaki durumunu ve her eklem hareketlerinin zamanla ilişkisini bilmemiz gerekir. Bilgisayar programı, üç yön açısının açılal momentin sabitliğine bağlı denklemlerini çözer. Sonra program bu değişim hızlarını kullanarak salto, yana yatış ve burgu açılarını zamanın fonksiyonu olarak gösterir.

30 yıl kadar önce trampolin hareketlerinin en karmaşığı, burgulu çift saltoydur. Bugünse üçlü salto olağan sayılıyor. 1986 dünya jimnastik şampiyonu Rus İgon Galimbatovski ve



1999 dünya jimnastik şampiyonu İngiliz Daniel Neil, on hünarlı trampolin yarışmalarında beşer adet üçlü saltoyla dünya rekorunu paylaştılar.

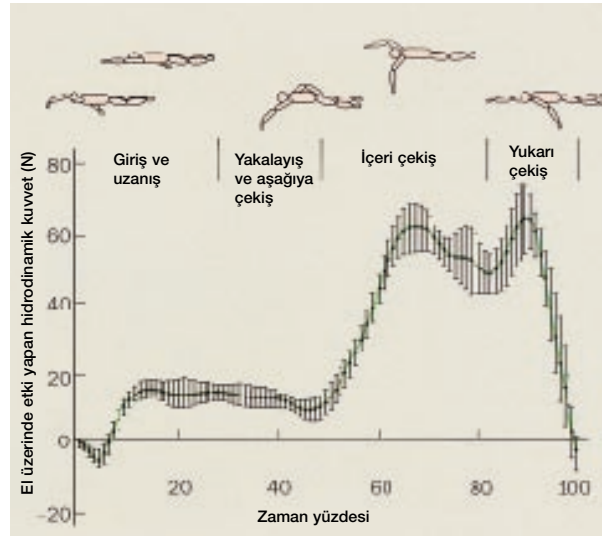
Yüzmede Hidrodinamiğin Rolü

Yüzme yarışlarında atletler iki kuvvetin etkisindedirler. Suyun yüzücüye gösterdiği direnç ve yüzücünün sağladığı ilerleme gücü. Su havadan 800-1000 kat daha yoğun olduğundan su sporlarında direnç, havadan daha büyük rol oynar. Yüzücüler direnci azaltmaya ve ilerleme gücünü arttırmaya çalışırlar.

Yüzmede direnci, yüzücünün hacmi ve vücut biçimi, örneğin hareket doğrultusuna göre gövde, kol ve bacakların durumu etkiler.

Suda üç türlü direnç vardır: Biçim direnci, dalga direnci ve yüzey direnci. Genellikle bunlardan en önemlisi biçim direncidir. Bu, yüzücünün ön ve arka yarısındaki basınç farkından doğar. Biçim direncinin büyüklüğü, yüzücünün hacim, biçim ve hızına ve yüzücü vücutunun suya göre aldığı doğrultuya bağlıdır.

Dalga direnci, yüzücünün su yüzeyine yakın yüzerken oluşturduğu dalgalara bağlıdır. Yüzücünün vücutu suya kuvvet uyguladığında dalgalar oluşur; bu dalgalar yüzücüyü



Öne krol sırasında basınç ölçmeleri: Ele etki yapan hidrodinamik kuvvet beş tam krol kulacının ortalaması olarak verilmiştir. Üstteki resimler kulaç atmak sırasında kol hareketlerini gösteriyor. Maksimum kuvvet kulacın sonuna doğru kol aşağı ve yukarı giderken oluşur.

yavaşlatıcı bir etki yapar. Yüzey direnci, yüzücüyü en az etkileyen dirençtir. Bu direnç suyun yüzücünün vücut yüzeyi boyunca akmasından doğar. Yüzey direnci suyun vücuda göre hızına, vücut yüzeyine ve yüzeyin pürüzsüz oluşuna bağlıdır.

Suyun direncinin yüzmeye etkisi 1900'lerden beri inceleniyor. 1905'de İskandinavyalı fizyolog R. Du Bois Raymond bir gölde birçok yüzücüyü bir kayıkla çekerek bir dinamometreye suyun yüzücüye gösterdiği direnci ölçtü. Yüzücüler yüzme hareketleri yapmadan hareketsiz duruyorlardı. Bu nedenle ölçülen direnç pasif dirençti; bu direnç yüzen bir yüzücüye karşı suyun gösterdiği aktif direnci yansıtmaz. Aktif direnç biçim, dalga ve yüzey dirençlerinin toplamıdır. Bu direnç ölçme, yüzücü yüzerken, onun yüzme hareketlerine engel olmadan yapılmalıdır. Bunu yapmak için iyi bir yöntem bulunamamıştır; bu nedenle bu alandaki ilerlemeler yavaştır.

Son 25 yılda aktif direnç dolaylı yöntemlerle ölçülmeye çalışıldı. Amsterdam Özgür Üniversitesinden S. Kolmogorov aktif direnç ve hızı, yüzücüye bağlı mekanik cihazlarla veya yüzücünün ittiği kısa küreklerle ölçmeye çalıştılar. Sonuçlar saniyede metre ve newton olarak ifade edildi. Her çalışma farklı hızlarda yüzen

farklı yüzücülerde yapıldığından kıyaslama olanaksızdı. Bu nedenle yüzücünün hacminden etkilenmeyen direnç katsayısı bulundu.

Dalga Direnci

Dalga direnci, yüzücü hava-su temas yüzeyine yakın yüzerken olur. Bu direnci azaltmak için yüzücü gövdesi suyun altında olarak yüzmelidir. Bu nedendir ki bazı yüzücüler sırtüstü ve kelebek stili yüzmelerde ilk dalıştan sonra 30 m. su altında yüzerler. Son zamanlarda bu mesafe FINA (Uluslararası Yüzme Birliği) tarafından 15 m'ye indirildi. Yüzücü yüzeye yaklaştıkça dalga direnci artar.

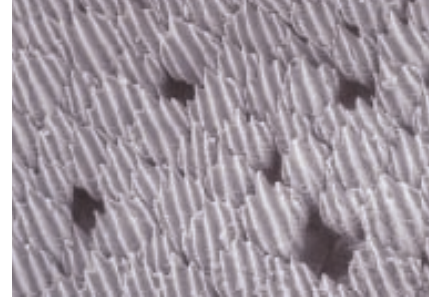
Son zamanlarda Japonya'da Mie Üniversitesinden Y. Shimizu ekibi bir yüzücü modeli kullanarak "direnç arttırma faktörü"nü derinliğe bağlı olduğunu gösterdi. Bu deneyde derinlik su yüzeyinden modelin omurgası üzerinde kürek kemiklerine yakın bir noktada incelendi. 0.5 m/saniye ile 1.6 m/saniye gibi düşük hızlarda direnç katsayısı, yüzeyde derinlikten daha azdır. Fakat 1.9-2m/saniye gibi hızlarda direnç katsayısı yüzeyde derinlerden daha fazladır.

Geçen yıl Perth'deki Batı Avustralya Üniversitesi'nden B. Blanksby erkek şampiyonların 100 m serbest yüzüşte 1.9 m/saniye hızını aştıklarında yüzeydeki direncin derine göre % 10-15 daha fazla olduğunu buldular. Daha önce 1975'de Amsterdam Beden Eğitimi Akademisinden L. Jiskoot 1.5 - 1.9 m/saniye kayma hızlarında direncin 0.6 m derinde yüzeye göre daha fazla olduğunu gösterdiler. Bu sonuca göre yüzücüler su altı hızları yüzey hızlarından büyük olduğu sürece su altında yüzmelidir.

Köpek Balığı Derisinden Mayolar ve Yüzey Direnci

Yüzey direncinin toplam dirençteki payı azdır; fakat 1/100 saniyenin altın madalyayı belirlediği bir yarışmada yüzeydeki sürtünme direnci önemlidir.

Bu yıl Sydney Olimpiyatlarında birçok yüzücü, sürtünme direncini en aza indirecek yeni mayolar giydiler.



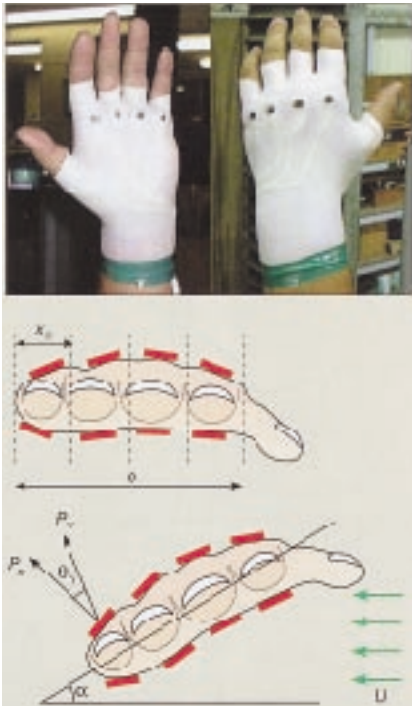
Köpekbalığı derisi mayo a) Köpek balığı derisinin U biçimi şeritlerini taklit eden yeni tüm vücut mayosu. Bu şeritler girdaplar oluşturarak suyu vücuda yaklaştırır ve bu yolla suyun yüzücüye gösterdiği direnci azaltır. b) Köpek balığı derisinin taramalı elektron mikroskopunda görünüşü

Bu mayo yüzücüde olabildiğince geniş bir yüzeyi kaplar ve vücuda sımsıkı yapışır. Kumaş dikey reçine şeritleri üstüne köpek balığı derisinin özelliklerini taşıyan bir dokumadan ibarettir.

Köpek balıkları üzerinde taramalı elektron mikroskopunca yapılan incelemelerde, derinin şeritler içerdiği bulunmuştur. Şeritler, dikey su girdapları veya su spiralleri oluşturarak suyu yüzücünün vücuduna daha çok yapıştırır ve suyun yüzmeye karşı direncini azaltır; buna Ribblet etkisi deniyor. Ribblet deri araştırmaları, NASA'nın Langley Araştırma Merkezi'nde yapıldı ve 1987 Amerika kupasını kazanan "Yıldızlar ve Şeritler" (ABD bayrağının sembolü) yatında kullanıldı.

Son 10 yılda araştırmacılar, bu kavramın mayolara uygulanabilmesi üzerinde çalıştılar. Yeni lifler ve yeni dokuma teknikleri sayesinde bu tip mayolar yapılabilir. Butün vücuda giyilen bu tip mayolar, yüzücünün vücudunu suya en az direnç gösterecek hale getirir. Bu tip mayoları yapan Speede firması, bu mayoların diğer mayo tiplerine oranla sürtünme direncini %8 daha azalttığını gösterdi.

Çeviri: Selçuk Alsan



Basınç ölçülmesi: a) Elin önüne ve arkasına konulan 8 basınçölçerinin fotoğrafı. b) Her basınçölçer, n_1 yüzeyine dik P_n basıncını ölçer.

Kaynaklar
Haake, S., Physics, "Technology and the Olympics", *Physics World*, Eylül 2000
Yeadon, F., "The Physics of Twisting Somersaults", *Physics World*, Eylül 2000
Sanders, R., Takagi, Hidegi, "Hydrodynamics Makes a Splash", *Physics World*, Eylül 2000



Bir Zamanlar Tıp

İnsanın genetik haritasının ortaya konması günümüz tıbbının en ileri atılımlarından biridir kuşkusuz. Bugüne değin çaresi bulunamayan birçok hastalığa genetik kodlarımız yardımıyla çareler üretebileceğimiz düşüncesi bile insanı heyecanlandırmaya yetiyor. Tıbbın çok değil, birkaç yüzyıl önceki durumunu hatırlayarak ne kadar büyük bir iş başarıldığını anlayabiliriz. Bu yazı günümüzden binlerce yıl önce başlayan tıbbın öyküsü olacak. Bir anlamda insanı iyi etmeye çalışan insanların öyküsü olacak...

MİLET'in güneyinde, Kos Adası olarak bilinen yerde Apollon'un oğlu hekimlik tanrısı Asklepios'un tapınağı yükselir. Porsuk ağaçlarıyla çamlar onun çevresinde bir gölgelik ve esrar perdesi oluştururlar sanki. Ortada, sıra sıra sütunlar dizisinin ortasında tapınak vardır. İçinde, zeytin ağacından yapılma bir eski bir heykel ki, bu Asklepios'tur. Kutsal hücrenin yakınında bekleme odası bulunur. Hastalar, tanrının kendilerine iyileşme çaresini düşlerinde göstereceği umuduyla geceyi orada geçirirler. Ayrıca hastaların düşlerini yorumlayacak rahiplerin konutları da buradadır. Muayene işi çok eski ve hiç değişmeyen bir ayin yöntemine göre yapılır. Hasta o yakınlardaki bir pınarda temizlenip arındıktan sonra tapınağa girer ve Asklepios'a

getirdiği sunguyu armağan sunağının üzerine koyar. Bu armağan genellikle değeri fazla olmayan küçük bir şeydir. Asklepios yoksulların tanrısıdır, bir tabak un, birkaç çörek, biraz bal yeterlidir. Geceleyin bir rahip, yanında sepetleri taşıyan birisi de bulunduğu halde tapınak görevlilerinin karınlarını doyurmasına yarayacak bu sunguları toplar. Üzerleri boşalan sunakların



Kos Adası'ndaki Askleion Tapınağı kalıntıları

önünde uyanan hasta, Asklepios'un sungularını kabul ettiğini düşünür. Bundan sonra hastalar tonozlu, uzun ve karanlık bir salona geçerler. Ot yataklarda yatarak geceyi burada geçirirler. Böylesine bir ortama geldiklerinden beri şaşkınlık içinde olan insanlar, karanlık salonda düş güçlerinin de yardımıyla geceleyin Asklepios tarafından ziyaret edildiklerine ve hastalıklarına çare bulduklarına inanırlar. Sabah olduğunda tapınağın rahiplerine gördükleri düşleri anlatırlar, onlar da hastalara yol gösterir. İyileşen, dermansız dertlerine çare bulunan insanların öyküleri anlatılır. Sözelimi göbekli bir adam rahibe şunları anlatır: "İyi uyku uyuyamıyorum, başım da ağrıyor hep. Bu gece Asklepios'u gördüm. Benimle alay etti galiba... Birkaç kez elense çektirdi, sonra zorla koca bir kase su içirdi bana...." Rahibin kılı bile kıpır-

damaz ama gözleri parlar. "Tanrının yanıtı apaçık." der. "Bundan böyle evinde bir testi Phaleiron şarabıyla kalmak yerine gidip spor yapacaksın. Susadığın zaman da şarap yerine yalnız su içeceksin."

Bir başka hasta sedyede yatmaktadır. Birkaç ay önce göğsünün tam ortasına bir ok saplanmış. Ölmemiş ama o gün bugündür cerahat tükürür olmuş. O da Asklepios'u görmüş ama tanrı çok korkutmuş onu. Bir bıçak alıp göğsünü yarmış, okun içerde kalan ucunu çıkarmış. Rahip başını sallar. Bu çetin bir olgudur ama Asklepios'un öğüdü de apaçıktır: Bir ameliyat yapmak gerekecektir. Tapınakta hastabakıcılık yapan görevliler hastayı cerrahi aletlerin bulunduğu salona götürmüşlerdir bile; muayene bittikten sonra ameliyat yapılacaktır.

Ünlü hekim Hipokrat, bu tapınağın bulunduğu Kos Adası'nda MÖ 460 yılında dünyaya geldi. Babası ve dedesi de bu tapınakta doktorluk uğraşı içindeydi. Baba tarafından Asklepios'un on yedinci kuşaktan, anne tarafından da ünlü kahraman Herakles'in yirminci kuşaktan torunu olduğu söyleniyor. Asklepios'a hizmet soydan geçme olduğundan diğer akrabaları gibi hem rahip hem hekim oldu. Çocukların okulu bıraktıkları yaş olan 13 yaşındayken yapılan bir törenle tapınağa kabul edildi. Tapınaktaki törenlere katılıyordu. Eğer hastalar evlerinden çıkıp tapınağa gelemeyecek kadar hastaysalar babasının ve büyükbabasının yanında hasta muayenelerine gidiyordu. MÖ 5. yüzyılda hekimler tüm yaşamlarını tapınakta kapalı olarak geçiriyorlardı. Çoğu kez rahipliği bırakıp gezici hekimler olarak kentten kente dolaşıyorlardı. Genç Hipokrat da böyle yapacaktı. İnsanı inceleyip en uygun ilacı vermekte ustaydı. Makedonya kralını ve Abdera'lı filozof Demokritos'u iyi ettiği biliniyor. Ünü arttıkça gerçek yaşamına söylenceler de karışmaya başlamıştı. Bunlardan biri Atina'yla Sparta arasında çıkan bir savaşla ilgilidir. Savaş sırasında Atina'da veba salgını baş göstermişti. Birçok insan bu hastalığın pençesindeydi. Hipokrat yanında birçok öğrencisiyle birlikte, önu



sıra bu afeti kovarak koşup geldi. Yolda bir şeyin farkına vardı: Demirciler ve ateşten yararlananlar hastalığa tutulmuyorlardı. Bunun üzerine dört yol ağzlarında büyük odun ateşleri yakılarak havayı temizletti, miyazmaları yok etti. Hastalık da önlendi.

Gerçekteyse Atina'daki veba, çiçek salgınıydı. Odun ateşi de bunu durduracak güçte değildi. Bir başka gerçek de Hipokrat'ın Atina'ya hiçbir zaman gitmemiş olması. Fakat ünu o kadar büyüktü ki söylenceler ona birtakım mucizeler yüklemişti. Hipokrat'ın yaşamıysa efsane-den uzak, sade ama dönemin tıbbi yöntemlerine dayanan bir çalışmayla geçiyordu. İşlek bir pazar yerinin kurulduğu küçük bir kasabadaydı muayenehanesi. Geleneğe uygun olarak kapının üzerindeki lento denen atkı taşına hekimlerin tabelası oyulmuştu. Bir hacamat şişesiydi bu ve yoldan gelip geçenlere içeride ne yapıldığını anlatıyordu.

Kapı büyük bir odaya açılıyordu; hekim, muayenelerini burada yapıyordu. Pencerenin yanında biri hekim biri de hasta için olmak üzere iki iskemle vardı. Bunların hemen yanbaşında yaraları yıkamak için kullanılacak suyun konacağı büyük bronz leğen bulunmaktaydı. Aletler duvara oyulmuş dolapların içine yerleştirilmişti. Cerrahi dolabında düz ve eğri bistüriler, hacamat için deriyi çizmekte kullanılan neşterler, dişçi kerpetenleri gibi aletler yer alıyordu. Buradaki en etkileyici aygıt kırıkları ve çıkıkları gidermeye



Kolu çıkan bir hastanın tedavisi



M.Ö. 2. yüzyılda Yunanların kullandığı ameliyat aletleri

yarayan makinedir. Tarlalarda kullanılan çiftçi tırmıkları kadar büyük, tahtadan bir çeşit karyoladır bu. Her iki ucunda birer çıkırık vardı. Birisi bacağı çekmeye dıgeriyse kırık kemiğin parçalarını yerine koymadan önce birbirlerinden ayırırken hastayı yerinde tutmaya yarıyordu. Bu aleti kullanmak için dört kişi gerekiyordu.

Hipokrat, hastaların yalnızca fiziki tedavisiyle de değil onların ruhsal tedavisiyle de ilgileniyordu. Ona göre doktor hastaya her yönden rahatlık vermeliydi. Hipokrat koyduğu birçok ilkeyle de gelecek kuşak doktorları en çok etkileyen, söylencesel bir doktor olarak öldüğünde oldukça yaşlıydı. Birçok öğrenci yetiştirmişti. Söylenceye göre mezarının üzerinde arılar yuva yapmıştı ve ürettikleri bal da çocuklardaki pamukçuk hastalığına iyi geliyordu. Tıbbı, tanrıların elinden alıp doktorların bilimsel bir biçimde uygulamaya başlamasını sağlayan kişidir Hipokrat. Bu anlamda tıbbın babası adını hak eder.

Hippokrat'ın gerçekleştirdiği büyük bir atılım olsa da aslında bilim hep ağır aksak yürümüştü eski çağlarda. Tıp da bundan nasibini aldı elbette. Bin beş yüz yıl boyunca Avrupalı hekimlerin temel bilgi kaynağı insan vücudu olmadı. Bunun yerine eski Yunan doktorlarının çalışmalarını temel almışlardı. "Bilgi", bilimin önünde bir engel haline gelmişti. Klasik kaynak, bağnazca saygı duyulan bir engeldi.

Bütün bilimsel yazılar arasında, Aristo ve Batlamyus hariç, hiçbir Galen'inkiler kadar etkileyici olmamıştır. Yunanlı bir ailenin oğlu olan Galen (Kalinus) on beş yaşında eczacılık öğrenmeye başlamıştı. Yirmi yaşına kadar İzmir ve İskenderiye'de bilim adamlarıyla birlikte çalıştıktan sonra gladyatörlerin doktorluğunu yapmak üzere doğduğu kent olan Bergama'ya döndü. Kadavraların incelenmek amacıyla kullanılmalarının yasak olduğu bir dönemde, gladyatörlerin yaralarını inceleyerek bir şeyler öğrenme şansına sahipti.

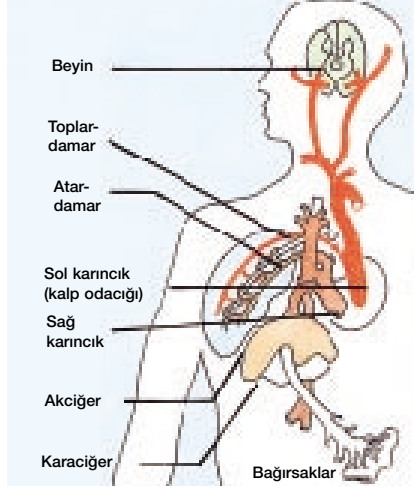
Roma'ya taşındığında bazı yüksek düzeydeki hastaları iyileştirdi. Bu sırada tıp alanında dersler de veriyordu; bir süre sonra imparator Marcus Aelius ve oğlu Commodus'un resmi doktoru unvanını aldı. Galen, eskiçağdaki yazarların en verimlilerinden biriydi. Anatomi, psikoloji, hitabet, gramer, drama ve felsefe alanında beş yüz kadar yapıt verdiği söylenir. Kendi çalışmalarının düzeniyle ilgili bir çalışması da dahil olmak üzere yüz kadar yapıtı halen mevcuttur.

Galen'in yazıları uzun olmalarına karşın, şanslı rastlantılarla kendinden sonraki kuşaklara kalmış ve onları etkilemiştir. Kendinden önce gelen tıp bilgilerinin çalışmalarını toplamış ve düzenlemiştir. Tıbbi işlemlere yönelik kendi felsefesini geliştirmiştir. Bilimin kümülatif olduğunu düşünüyordu, ilerlemekte olan bir doktor, Hippokrat ve daha önce gelen bütün otoriteleri öğrenmeliydi. Ona göre tıbbın kuşku-cu yapısı, Roma'nın ülkelere dağılan yollarına benziyordu. Ataları vahşi doğada ilk yolları açmışlar, sonra gelen kuşaklar da yollara köprüler kurarak bunlara bir şeyler eklemişlerdi. Galen meslektaşlarını, deneyim edinirken "kendilerini hastalarını iyi edecek bilgi birikimine odaklama" konusunda uyarıyordu. Kalp atışları üzerinde özellikle

durmuş ve damarlarda başkalarının düşündüğü gibi hava değil, kan dolaştığını göstermişti. Tanı konusunda çok başarılı olduğu biliniyordu. En etkileyici çalışması yedi yüz sayfalık "Bedenin Parçalarının Yararları Üzerine" adlı yapıtıdır. Bu yapıtında tüm organların yapısını ve işleyişini anlatır. İlk kitabı olan "El"de şunları yazar:

"İnsan tüm hayvanlar içinde en akıllı varlıktır ve eller akıllı bir hayvanın sahip olabileceği en uygun organdır. Anaksagoras'ın dediği gibi insan elleri olduğu için en akıllı değil, tersine Aristo'nun dediği gibi en akıllı olduğu için elleri olan varlıktır. İnsanın sanatta başarılı olmasının nedeni elleri olması değildir. Eller birer araçtır, müzisyenin enstrümanı ya da demircinin maşası gibi... Her ruhun atıl bir kapasitesi vardır; ama bunu eyleme dönüştürecek cihazlar olmadıkça, doğanın verdiği ye-

Galen'e göre vücuttaki kan dolaşımı.



tenek atıl kalmaya mahkumdur."

Şöyle diyordu Galen: "Eğer biri doğadaki olayları gözlemek istiyorsa anatomi kitaplarına değil, kendi gördüklerine inanmalı...ama yalnızca okumakla yetindiği sürece tüm eski anatomistlere inanmaya daha eğilimli olur."

Tarihin bilinen akışı içinde Galen'in kitapları kabul gören yapıtlar düzeyine gelirken kendi kişiliği unutulmuştu. Galenizm yüzyıllar boyunca doktorların egemen dogması oldu. Yunanca yazdığı için ilk etkilediği yerler İskenderiye, Roma İmparatorluğu'nun doğu uçları ve komşu müslüman devletler olmuştu. Müslüman dünyası onun yapıtlarını Arapça'ya çevirdi ve kendine örnek aldı; öyle ki İbn-i Sina için İslam'ın Galen'i tanımlamasını yapacak kadar yüceltmisti.

Galen'in ünü yüzyıllar boyunca sürdü. Rönesans'ın en çağcıl tıp profesörleri bile insan bedeni imajını Galen'in yapıtlarında aramışlardı. Ancak, Galen'in anlattıklarının çoğunu hiçbir zaman görmediği şeyler oluşturuyordu. Bin beş yüz yıl boyunca onun sözleri insan anatomisi için temel alındıysa da Galen bir kadavrayla hiç çalışma-

mıştı. Kendi verdiği bilgilere göre yalnızca iki kez vücudun iskelet yapısını inceleyebilmişti. Bunlardan biri etleri kuşlar tarafından yenmiş, diğeri de nehirde boğulmuş iki cesetti. Romalı yetkililer o dönemde insan vücudunu incelemek amacıyla da olsa parçalamayı yasakladığından, dış anatomi için maymunlara, iç anatomi için de domuzlara başvuruluyordu. İnsana en çok benzeyen hayvanlardaki bulguların insanda da olacağı varsayılıyordu. Anatomi bilgilerinin kaynağı olarak Galen'in verilerini seçen sonraki kuşak doktorlar, bu hatadan etkilendiler. Böylesi işleri kolaylaştırıyordu.

Ortaçağ İslam dünyası da bedenin incelenmesini kesinlikle yasaklamıştı. Yedinci ve on ikinci yüzyıllar arasında müslüman doktorların bilgisi de Galen'in bilgisinden fazla değildi. En iyi müslüman doktorlar Galen'in hatalarının bir kısmını düzelttiler de, bu kendi incelemelerinin sonucu değil bir rastlantı sonucu olmuştu. On ikinci yüzyılın başında Mısır'da gezen uzman bir Arap doktor bir toprak kayması sonucu ortaya çıkmış iskeletlere rastlamıştı. Bu iskeletleri inceledikten sonra Galen'in açıklamalarındaki hataları düzeltme gereği duydu.

İslam dünyası aslında büyük hekimlere alıştı. Avrupa'da Avicenna adıyla bilinen İbn-i Sina yaşamış en büyük bilim adamlarından biriydi ve iki yüz yetmiş kitap yazmıştı. Kitaplarının en önemlilerinden biri olan Kanun, Avrupa'da tıp eğitiminde 17. yüzyıla değin kullanıldı. Bir başka ünlü İslam hekimi olarak Ebubekir Razi'yi göstermek mümkün. Razi tıpla olduğu kadar simyayla da ilgiliydi. Simyacıların yaptığı büyü ve tılsımların gerçek olmadığını söylüyordu. Onun simyada ilgilendiği şey işin deneysel yanıydı. Razi'nin simya ve tıbbi birleştirip hastalıklara kimyasal çözümler bulma çabaları batılı başka bir hekimi Paracelsus'u çağırıştırıyor aslında. Dinsel öğretileri, dogmaları sorgulayan, dik başlı denecek kadar doğru bildiklerinin üzerine giden hekimlerdi onlar. Önce Rey kentindeki hastaneye başhekim atanan Razi, sonraları Bağdat'taki hastanede başhekimlik yaptı. Yunan, Hint, Çin bilimlerini anlattığı El-Havi adlı kitabı onun en önemli yapıtı sayılır.

16. yüzyıl Avrupası'nda insan anatomisi kimsenin hakkında temel bilgi-



ler bulamadığı bir konuydu. Avrupa'da insan anatomisinin incelenmesi, çok özel bir konu olarak görülmüş ve çok güçlü, ender ve saygı gören bir meslek olarak kabul edilmişti. Bu alandaki bilgiler, kendilerini "kentli doktorlar" diye adlandıran kişilerin elindeydi. Sahip oldukları bilgiler, bilimsel dillerde (Yunanca, Latince ve Arapça) yazılı olarak bulunuyordu. Vücuda yapılan müdahaleler ve ameliyatlarsa kasaplık mesleğine daha yakın olan ve bazen de "barbar cerrahlar" olarak anılan başka insanların işiydi.

1300 yılına dek, insan bedeni anatomisinin öğrenilmesi ve öğretilmesi için kullanılmamıştı. O günlerde bir kadvanın kesilmesi hiç de hoş bir iş olarak görülüyordu. Soğutma sistemi olmadığı için kesilecek parçalara ilk önce bozulacak parçalardan, sözgelimi karın boşluğu ve göğüsten başlayarak kafa ve diğer uzuvlara geçiliyordu. "Anatomi" olarak anılan ameliyat genellikle dört gün ve dört gece sürer ve kapalı kapılar ardında gizlilikle yapılırdı. Çok eski basımlı anatomi kitaplarındaki resimlerde, pelerin ve şapka giymiş, cathedra denen ve tahtı andıran sandalyesinde oturan bir doktoru, tahta bir masaya yatırılmış bedeni kesen "barbar cerrahı" ve vücudun bölümlerini göstermek için bir değnek yardımıyla açıklamaları yapan kişiyi görebiliriz. Doktorun elinde de büyük olasılıkla Galen'e ya da İbni Sina'ya ait bir kitap vardır.

Tıp bölünmüş bir dünyaydı. Bedenlerle ilgili kitaplar, deneyimlerden gelen bilgilerle dolu bir dünyaydı. Mesleğin oldukça az sayıda üyesi vardı. 15. yüzyıla kadar akademik dilleri öğrenmek ve tıp konusunda bilgili bir uzmanın öğrencisi olmak isteyen herhangi bir doktor, geleneksel inançla ve kabullenilmiş dogmalarla bir hayli zaman yitirirdi.

1493-1541 yılları arasında yaşamış olan Paracelsus, hayatı boyunca bir şarlatan olarak tanınmıştı. Kopernik'in mutlak simetrik evren inancı onu Kopernikçi düşünceye sevk etmişti. Benzer şekilde, insan bedenindeki kusursuz düzen de onu büyülemişti.



Paracelsus takma adlı bu adam, gizemli biri olarak bilinir. Bu, onun kendini mesleğinin genel çizgilerine ters düşen çalışmalar yapan romalı büyük tıp otoritesi Celsus ile bir tutulmasından kaynaklanmaktadır. Gerçek adı Theophrastus Philippus Aureus Bombastus von Hohenheim'dır. Tıp dalında bir diploması yoktu. Bildiklerini sürekli yaptığı geziler sırasında öğrenmişti. Eğitiminde babasının doğrudan rolü de büyüktü. Bir süre Strasburg'da tıp eğitimi gördüyse de bu kısa sürdü.

Paracelsus Basel'e, buradaki matbaanın kurucusu ve Yunanca ilk İncil'i basan Johann Froben'in önemli bir hastalığını tedavi etmek için çağrıldı. Froben'i iyileştirmeyi başaran Paracelsus, burada onunla birlikte yaşayan Erasmus'u da tedavi etti. Her ikisi de bu genç adamın başarısından o kadar etkilenmişti ki onu başdoktor olarak üniversiteye profesör atadılar. Ancak buradaki hekimler, diploması olmadığından ve Hipokrat yemini etmeyi kabul etmediği için onu dışlamışlardı. Onun tıbbı bakışı da diğer

Paracelsus, ders anlatırken ve ameliyat yaparken.



meslektaşlarından farklıydı. Bunu, 24 Haziran 1527'de "öğrenci günü" sırasında, Galen'in ve İbni Sina'nın kitaplarını şenlik ateşine atarak gösterdi. Derslerini bundan böyle hastalarıyla olan deneyimlerine dayanarak anlatacağını söylüyordu. Bu davranışı tüm tepkileri üzerine çekti. Dersleri Latince yerine "İsviçre Almanca'sı" denen yerel bir dille anlatması ve derslerine halktan kişileri de alması ona karşı duyulan öfkenin büyümesine neden oldu.

Paracelsus: "Bir insanı hasta eden şey, küçük dozlarda verildiğine onu iyileştirir de" görüşünü ilk ortaya atan kişi olmuştu. Böylece "benzeriyle tedavi edilen hastalık" kavramı doğmuştu. Simya'ya ilgi duyuyordu. Simya ile yeni bilim arasındaki uçurumu kapatmaya çalışıyordu. Yapmak istediği hastalıkları kimyasal maddeler kullanarak, bugün bizim "Kemoterapi" olarak adlandırdığımız şekilde, iyi etmeye çalışmaktı. Paracelsus, madencilerin göğüs hastalıklarına kötü ruhlar yerine maddenin gazlarının yol açtığını öne süren ilk kişi oldu. Ondan önce hiç kimse belli yörelerde sıkça görülen Guatr hastalığıyla içilen sudaki bazı minerallerin eksikliği arasında bir bağlantı kurmayı akıl etmemişti.

Paracelsus madenci hastalıklarını ciğer rahatsızlıkları ve mide ülseri olarak tanımlamıştı. Bunlara neden olarak solunum ya da cilt aracılığıyla ciğere ve bedene giden mineralleri göstermiştir. Arsenik, antimoni ve alkalinlerin yol açtığı hastalıkların farklılıklarını not almış, akut ve kronik zehirlenmeyi birbirinden ayırmıştır. Civa zehirlenmesine ayırdığı özel

bir bölümde de bu hastalığın somut semptomlarını belirtmiştir: Gastritik şikayetler, ağzın duyarlılığını yitirmesi, dişlerin kararması ve titreme gibi... Civa zehirlenmesinin tedavisinde zehirin vücudun belli bölgelerinde toplanmasını temel alarak, cerrahın ci-



Andreas Vesalius'un anatomik çizimlerinden üç örnek.

vanın bedenden çıkabileceği delikler açmasını önermiştir.

Paracelsus kendinden önce gelen hekimlere karşı kendi tavrını ortaya koyduysa da genel anlamda eski dogmalar egemendi hâlâ. Galen'ci görüş yaygın kabul görmekteydi. Galen'in anatomi alanındaki sorgulanamazlığının kırılması Leonardo da Vinci'nin çalışmaları sayesinde oldu. Leonardo, ressamlık, mimarlık ve mekaniğin yanı sıra anatomiye de kapsayan yapıtlar bıraktı geride. Bunun sonucu olarak öncü bir anatomist olarak kabul gördü. "Göz," diyordu yazılarında "ruhun penceresi, doğadaki gelişmeleri anlamının en doğru ve en gerçekçi olarak gerçekleşebileceği yerdir. Kulak ikinci sıradadır."

Leonardo'nun binlerce sayfalık notlarından anatomi alanında kendinden önce gelenlerin görmediklerini kaydetmiş olduğunu anlıyoruz. Eğer notları ölümünden sonra dağıtılıp satılmasa, bir arada tutulup yayınlanabilseydi Galen'den çok daha fazla üne kavuşabilirdi. Leonardo, çalışmalarında bedenın parçalarının her yönde gösterilmesinde ısrar ediyordu. Yayınlanmamış iskelet çizimleri iskeletinden, yandan, arkadan gösteriyordu. Sistematiik çalışmış ve otopsiieri tekrarlarmıştı. "Damar ve arterlerin gerçekçi görüntülerini istiyorsanız diğer organları dikkatle temizleyerek üç ameliyat yapmalısınız. Diyafram için üç ayrı, sinirler, kaslar, lifler, kemikler,

ilikler için de üç ayrı ameliyat yapılmalıdır."

Gözün anatomisini camdan bir model yaparak açıklamış, ayrı bir göz merceği yaparak görsel sinyallerin göz sinirine iletiildiği kuramını ileri sürmüştür. Bedenin bir makineye benzediği inancı, kaslar ve kemikleri hareket ettirmeleriyle ilgili dikkat çekecek kadar gerçekçi resimler yapmasını sağlamıştır. Kalp boşluğunu ve damarlara kan pompalayan kanatçık ve kulakçıkların varlığını ayrıntılı olarak göstermişti. Ne var ki Leonardo aslında bir ressamdı. İnsanı bu kadar iyi incelemesinin nedeni daha iyi resimler yapabilmektir. Belki de bu nedenle çalışmaları yaygınlık kazanmamış, gözlemleri geniş kitlelere ulaşmamıştı. Bunları yalnızca kendisi, resim yapmak için kullanmıştı.

Kendinden önceki büyük tıp adamlarının tersine evrensel bir deha olarak kabul edilmeyen bir bilim adamı tıptaki en önemli gelişmelerden birine imza attı. Bu adam Andreas Vesalius'tu. Babası gibi doktor olmaya karar vermişti ve ailesi tıp alanında iyi tanınıyordu.

Vesalius'un "Altı Anatomik Tablo" (TabulaeAnatomicae Sex) Galen'in öğretilerine yeni bir bakış açısı getiren ilk çalışmasıydı. Eğer o günlerde yayın organları olmasa Vesalius, belki de öğrencileri için hazırladığı şemaları basamayabilirdi. Bu tabloların üçü ortaçağ sanat öğrencilerince bilinen Kalkar'lı

John Stephen'in üç standart açısıyla diğer üçü de özgün yöntemlerle yapılmıştı. Vesalius'un kendi damarı arter ve sinir sistemi çizimleri idi bunlar. Vesalius, o güne değin kullanılmayan bir yöntemi kullanmış oluyordu böylece: Anatomide grafik kullanma.

Vesalius, diğer birçok hekimin yaşadığı bir sorunu yaşıyordu. Elinde üzerinde çalışabileceği yeterince kadavra yoktu. Fakat kendisine yardımcı olanlar vardı. Padua'da bir yargıç idam edilen bazı suçluların bedenlerinin Vesalius'a verilmesine izin verdi. Yargıcın yardımı bu kadarla sınırlı değildi; idamların tarihini de Vesalius'un cesedi rahatlıkla inceleyebileceği zamanlara göre ayarlıyordu. Vesalius'un anatomik çalışmalarının ünü kendisinin Avrupa'da yayılan bir kitabında doruğa ulaştı. "İnsan Vücudunun Yapısı" (De Humani Corporis Fabrica) 1543 yılında Kopernik'in "Revolutionibus"uyla aynı dönemde yayınlandı. Kopernik'in eseri astronomi alanında ne yaptıysa kısaca "Fabrica" adıyla anılan bu kitap da aynı etkiyi gösterdi. Bu, tıpkı Batlamyus evreninin çökmesi gibi, Galen'ci anatominin tarihe karışmasıydı. Yarım yüzyıl içinde Vesalius anatomiye ve hekimliği değiştirmişti; artık tıp tarihinde yeni bir dönem başlıyordu.

Gökhan Tok

Kaynaklar
Boorstin, D., *Keşifler ve Buluşlar*, Çev: Fatoş Dilber, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1996
Fara, P., Reid, S., *Bilim Adamları*, Çev: Levent Aysever, TÜBİTAK, 1997
Theil, P., *Dünyamızın Kurucuları*, Çev: Sâmih Tiryakioğlu, Varlık, 1979



Çerçi

Ş a h i n K o ç a k

Erzurumlu İbrahim Hakkı Ya da Bir Kitabın Peşinde

Geçen ay dedelerimizi imtihan etmeye kalkan yabancılarla hesaplaşmaya çalışmıştım. Tabii bizimkilerin eleştiriyi, hatta yergiyi hak ettiği hususlar olabilir. Ama bu iş yabancıardan gelince nedense kanıma dokunuyor. Kendi kendimizi sorgulayıp, eleştirmeyi öğrenmemiz lazım. Üstelik dedelerimizin arasında Milet’li Thales’in, Perge’li Apollonios’un ve Knidos’lu (Datça’lı) Eudoxos’un (ismi az bilinmekle beraber Arşimed öncesi en büyük matematikçi, arkaik integral hesabın mucidi, Öklid’in en önemli kitaplarının kaynağı) olduğunu düşününce bu sorumluluk daha da artıyor. Ama başkalarının bize gülüşünü taklid ederek kendimize gülmeye çalışınca komik oluyoruz. Mizaha, tabii, diyeceğim ne olabilir; ama hoyrat türkülerini sevmekle beraber, hoyrat mizahı sevmiyorum.

Her neyse, tam bu meseleyi unutup, söz verdiğim gibi Öklid’in saltanatı sona erdikten sonra önümüze açılan yeni âlemlerle ilgili birşeyler yazmaya başlayacaktım ki, televizyonda Demirtaş Ceyhun’la yapılan bir röportaja takıldım. Demirtaş Bey, anlayabildiğim kadarıyla, medreselerde İslami ilimler dışında hiçbir şeyin olmadığını söylüyordu. Ben şaşkınlık içinde kendisini izlerken, doçent veya profesör olduğu anlaşılan bir bey telefonla bağlandı ve bunu büyük bir nezaketle tekzib ederek, elinde bir kaynak oldu-

ğunu belirtti ve Erzurumlu İbrahim Hakkı Efendi Hazretlerinin Marifetname adlı kitabında “karekök almaya kadar varan” bilgilerin olduğunu söyledi. O anda küçük dilimi yutacaktım.

Bunun birkaç sebebi vardı. Bir kere karekök’ün bu kadar önemli görül-
düğünü bilmiyordum. İkincisi, ben bu kitabı yıllar önce bir rastlantıyla alıp, şöyle bir karıştırmış, sonra da isteyen bir arkadaşına vermiştim. Demek ki o kitabın “medreselerde İslami ilimler dışında bir şey yoktu” iddiasına televizyonlarda cevap teşkil edebilecek derecede ağırlık taşımakta olduğunu fark edememişim. Üçüncüsü, kitabı hangi arkadaşın aldığını çıkartamıyordum. Dördüncüsü, karekök almanın bu kitabın ileri bir mevzuu olduğu anlaşılıyordu, ama ben hayal meyal Babililerin de karekök alabildiğini anımsıyordum. Oysa İbrahim Hakkı nispeten yakın zamanda yaşamış olmalıydı ve bu arada matematikte epeyce birşeyler olmuştu. Karmakarışık bir kafayla ansiklopediye fırladım.

Erzurumlu İbrahim Hakkı (1703 Hasankale-Erzurum, 1780 Tillo-Siirt)

1752 de I. Mahmud’un özel konugu olarak saray kütüphanesinden yararlanmış. Marifetname yayınlandığında büyük yankılar uyandırmış ve daha sonraki dönemlerde de değerini korumuş. Astronomi, coğrafya, tıp, matematik, jeoloji, fizyoloji, psikoloji,

zooloji, mineraloji, anatomi, geometri gibi çok çeşitli bilim dallarına giren konuları tanıtan ansiklopedik bir yapıtmış.

Böyle bir ufka saygı duymamak mümkün değil.

Ertesi gün kitapçılara koştum. Marifetname (Diyanet yayınları satan bir kitapçı da dahil olmak üzere) hiçbirinde yoktu. Sonra üniversite kütüphanesine bakmak aklıma geldi. Orada da yoktu. Büyük bir Anadolu kentinde Marifetname’ye ulaşamıyordum ve ısrarla bilmek istediğim bir şey zihnimi rahat bırakmıyordu. Hatırlayabildiğim kadarıyla Marifetname’de diferansiyel ve integral hesapla veya kütle çekimiyle ya da dinamik ile ilgili birşey yoktu. Oysa 1752’ye gelindiğinde Sonsuz Küçükler hesabını yaratanlardan Leibniz öleli 36 sene, Newton öleli 25 sene olmuştu.

1752’de İbrahim Hakkı’nın çağdaşı Leonhard Euler 45 yaşındaydı ve 16 yıl önce, büyük matematikçi James Bernoulli’nin hayatı boyunca uğraşıp bulamadığı

$$1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \frac{1}{25} + \dots$$

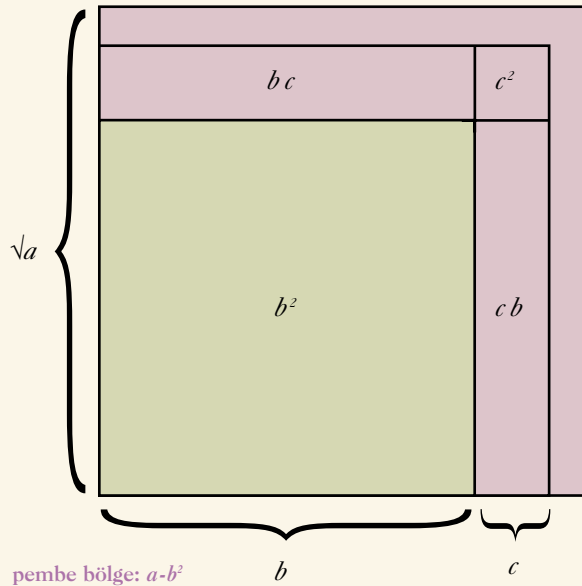
toplamının (ters kareler serisi) $\pi^2/6$ olduğunu onun ölümünden 31 sene sonra bularak Avrupa’da hadise yaratmıştı ve daha buna benzer neler bulmuştu ve daha ne seriler ve π ile ilgili

ne esrarengiz formüller ortalıkta kol geziyordu. Ama Marifetname'den hiç böyle şeyler hatırlamıyordum. Yani şimdi İbrahim Hakkı'yı Euler'le karşılaştırmak gibi bir haksızlığı aklının köşesinden geçirmeyecek kadar vicdan sahibi olduğumun bilinmesini isterim; çünkü Euler'le karşılaştırılacak ne o zaman, ne de ondan sonra, ne Almanı vardı, ne Fransızı vardı, ne İngiliz (Amerikalıları zaten saymaya lüzum yok); ama İbrahim Hakkı, ulaşabilse, belki Euler'i anlayabilirdi. Belki o bilgiler o zamanlar henüz kitap formunda ulaşılabilir hale gelmemiş olabilir ve İbrahim Hakkı o günlerin modası olan mektup trafiğinin dışında kalmış olabilir ama, 1752'de en azından Newton'un büyük eseri yayınlanalı 65 yıl olmuştu.

Principia Mathematica acaba saray kütüphanesinde var mıydı? Üstelik 1708'de 2. baskısı, 1726 da 3. baskısı da yapılmıştı. Yoksa neden yoktu? Yoksa İbrahim Hakkı'nın ne kabahati vardı? Yoksa olmamasında İbrahim Hakkı da kusurlu sayılabilir miydi? I. Mahmut kitap alırken İbrahim Hakkı'ya mı soruyordu? Sormuyorsa kime soruyordu? Sorsa İbrahim Hakkı bu eseri ısmarlar mıydı, varlığından haberdar mıydı? İbrahim Hakkı Latince biliyor muydu? 1752'de Principia hangi dillere çevrilmişti? Bu kitap Anadolu'ya ilk defa ne zaman girdi? Bu kitaptan şimdi nerede var? Bu kitabı Türkiye'de okuyan oldu mu? Okumak artık gerekmez mi? Gecikince okumaktan kurtuluyor muyuz? Okunmayan kitap eskir mi?

Zihnimi kurtarmak için başedebeleceğim şeylere dönmenin daha akıllıca olacağını düşündüm ve şu karekök meselesine bir bakayım dedim. Bu karekök işinden oldum olası nefret ederdim. Aslında kareköklere hayranımdır da, onların ondalık, yaklaşık hesabını sevmiyorum. Yoksa $\sqrt{2}$, uğruna felsefeler kurulmuş, felsefeler yıkılmış bir destandır. Ama hatırladığım kadarıyla Marifetname'de bulunan "karekök almaya kadar varan" bilgiler, ondalık, yaklaşık hesapla ilgiliydi.

Kırk yıl kadar önce anlamını kavramadan öğrenmiş olduğumu hatırladı-



pembe bölge: $a - b^2$
 $(b+c)^2 = b^2 + 2bc + c^2$
 $2bc + c^2 < a - b^2$

ğım bu yöntemi tamamen unutmuş olduğumun farkına vardım. Bir üniversitenin matematik bölümünde asistanından profesörüne kadar 10 kadar kişiye karekökün nasıl alındığını sordum ve hiçbirinden cevap alamadım. (Tabii bu bölümün başkanı ben olduğum için insanlara birşey diyecek halim yoktu. Yoksa herhalde birşeyler söylerdim. Ama belki de haklıydılar. Günümüzde bilmek değil, bulmak önemliydi. Bir gün ihtiyaç duyarlarsa, oturup bir yol bulurlardı.) Bana hesap makinası kullanmamı önerdiler, fakat ben bunun mertliğe sığmayacağını düşünerek kabul etmedim; bunun üzerine bir kitap önerdiler. Kitapta "sağdan başlayarak ikiye ikiye ayır, sonra şöyle yap, sonra böyle yap" diye muska gibi birşeyler yazıyordu. Hiçbirşey anlamadım ve en iyisi bunu oturup kendim çözmeye çalışayım, belki o zaman anlarım dedim.



Zaten kimsenin kimseye birşey öğretemeyeceği hep söylenir.

Şimdi diyelim ki a gibi bir sayının (örneğin 40) karekökünü ($\sqrt{40}$) alacağız, yani kendisiyle çarpıldığında a verecek bir sayı bulacağız. Ve diyelim ki, öyle bir b sayısı bulduk ki (örneğin 6), b^2 tam a 'ya eşit olmadı, biraz küçük kaldı: $b^2 < a$ ($36 < 40$). O zaman b 'ye c gibi bir sayı ekleyerek aradaki farkı kapatmaya ve durumu iyileştirmeye çalışabiliriz. (Sayı deyince burada hep pozitif sayılardan söz ediyorum.) Tam olarak $(b + c)^2 = a$ olmasını istersek, $b^2 + 2bc + c^2 = a$, yani $2bc + c^2 = a - b^2$ eşitliğini sağlayan bir c sayısı bulmamız gerekir ki, bu önceki problem-den daha beter oldu. Ama şöyle

bir şey deneyebiliriz:

$$(b + c)^2 < a$$

yani

$$2bc + c^2 < a - b^2$$

olacak şekilde bir c bulmaya çalışalım. Bu daha kolay olabilir. $2bc + c^2 = (2b+c) \cdot c$ olduğundan demek ki şöyle yapabiliriz: İlk adayımız olan b sayısının 2 katına öyle bir c sayısı ekleyelim ki, bu toplamı c ile çarptığımız zaman çıkan sayı $a - b^2$ farkından küçük kalsın. Bunu başarırız $b + c$ gibi yeni bir adayımız olacak ve bunun karesi a 'dan daha küçük, fakat önceki duruma göre a 'ya daha yakın olacak.

(Sayısal örneğimizde $a - b^2 = 40 - 36 = 4$ ve $2b = 12$ 'dir.

Bu nedenle örneğin

$c = 0.2$ veya $c = 0.3$ alabiliriz,

fakat $c = 0.4$ alamayız. Çünkü

$$12.2 \times 0.2 = 2.44 < 4,$$

$$12.3 \times 0.3 = 3.69 < 4 \text{ dür,}$$

fakat $12.4 \times 0.4 = 4.96 < 4$ değildir. Böylece $\sqrt{40}$ 'a 6 'dan daha yaklaşık bir değer olarak 6.3 alabiliriz.)

Artık bu işlemi istediğimiz kadar yineleyebiliriz ve aradığımız gerçek kareköke gittikçe daha fazla yaklaşabiliriz. c sayısını olabildiğince büyük seçmeye çalışmak tabii çok yerinde olacaktır. Yinelemeler sırasında, onlar basamağı, yüzler basamağı gibi uygun bir sistem tutturmak da işimize yarayabilir. Şimdi bu düşüncüyü bir örnek üzerinde daha ayrıntılı deneyelim.

$a = 2$ alalım ve $\sqrt{2}$ 'ye yaklaşmaya çalışalım.

$\begin{array}{r} a=2 \\ - \quad b^2=1 \\ \hline a-b^2=1 \\ - \quad (2b+c).c=0.96 \\ \hline a-b^2-(2b+c).c=0.04 \\ a-(b+c)^2=0.04 \end{array}$	$\begin{array}{l} b=1 \text{ ilk adayımız} \\ 2b+c=2+0.4 \\ \quad \times \quad 0.4 \\ \quad \hline \quad \quad 0.96 \end{array}$	(c olarak ondalıkları denedim, en fazla 0.4 alınabiliyor.)
$\begin{array}{r} a-b^2=0.04 \\ - \quad (2b_1+c_1).c_1=0.0281 \\ \hline a-(b_1+c_1)^2=0.0119 \end{array}$	$\begin{array}{l} b_1=b+c=1+0.4=1.4 \text{ ikinci adayımız} \\ 2b_1+c_1=2.8+0.01 \\ \quad \times \quad 0.01 \\ \quad \hline \quad \quad 0.0281 \end{array}$	(c₁ olarak yüzdeleri denedim, en fazla 0.01 alınabiliyor.)
$\begin{array}{r} a-b^2=0.0119 \\ - \quad (2b_2+c_2).c_2=0.011396 \\ \hline a-(b_2+c_2)^2=0.000604 \end{array}$	$\begin{array}{l} b_2=b_1+c_1=1.4+0.01=1.41 \text{ üçüncü adayımız} \\ 2b_2+c_2=2.82+0.004 \\ \quad \times \quad 0.004 \\ \quad \hline \quad \quad 0.011396 \end{array}$	(c₂ olarak bindelikleri denedim, en fazla 0.004 alınabiliyor.)
$a-b_3^2=0.000604$	$b_3=b_2+c_2=1.41+0.004=1.414 \text{ dördüncü adayımız.}$	

$b=1$ alarak işe başlayalım : $1^2=1 < 2$.

Biraz düzenli görünsün diye hesapların gerisini yukarıdaki çerçeveye yerleştirdik.

Bu kadar yaklaşıklığa razı olup (2 ile dördüncü adayımızın karesi arasındaki fark binde bir'in altına düştü) bir de Babillilerin ne yaptığını bakayım dedim. "Bilimin Uyanışı" adlı her matematik ve bilim tarihi meraklısına tavsiye edeceğim muhteşem kitapta (Türk Matematik Derneği yayını) önceki sayfadaki resmi gördüm.

YBC 7289 numarasıyla Yale'de muhafaza edilen bir kil tablet üzerindeki karenin bir kenarı 30 olarak verilmiş, köşegen üzerinde de 1, 24, 51, 10 ve 42, 25, 35 sayıları bulunuyormuş.

$\sqrt{2}$ 'nin 1.4 civarında olduğunu düşünersek, $30 \times 1.4 = 42$ olduğundan, ikinci sayı köşegenin uzunluğunu gösteriyor olmalı. Bu durumda ilk sayının da herhalde $\sqrt{2}$ olması lazım ama, bu 1.41 den bayağı uzak. Yoksa Babilliler kaba bir hata mı

yapmışlardı? Zaten rakamların ikişer ikişer ayrılması da tuhafıma gitti ve bana muska yöntemini çağırıyordu. Sonra ben gafil, uyandım ki (yani kitapta okudum ki) bu yazım 60 tabanına göre imiş.

Yani 1,24,51,10 sayısı şu demek:

$$1 + \frac{24}{60} + \frac{51}{60^2} + \frac{10}{60^3} = 1.414212.$$

Bu sayının virgülden sonra kaç hane doğru olduğunu görmek için, isterseniz bu defalık bir hesap makinesine bakın.

Babillilerin bunu nasıl bulduğunu okuyunca daha da hayretler içinde kaldım. $\sqrt{2}$ için gene bir b yaklaşık değeri ile başlıyorlar ve

$$b_1 = \frac{1}{2} \left(b + \frac{2}{b} \right)$$

yeni yaklaşık değerini buluyorlar. Bu da nerden çıktı demeyin (yok, aslında deyin.) Sonra bu değere aynı işlemi uygulayıp

$$b_2 = \frac{1}{2} \left(b_1 + \frac{2}{b_1} \right)$$

değerini buluyorlar ve böyle devam ediyorlar. Çok da fazla gitmelerine gerek kalmıyor: Gene $b=1$ alacak olursak, bu defa

$$b_1 = \frac{3}{2}, b_2 = \frac{17}{12} \text{ ve } b_3 = \frac{577}{408}$$

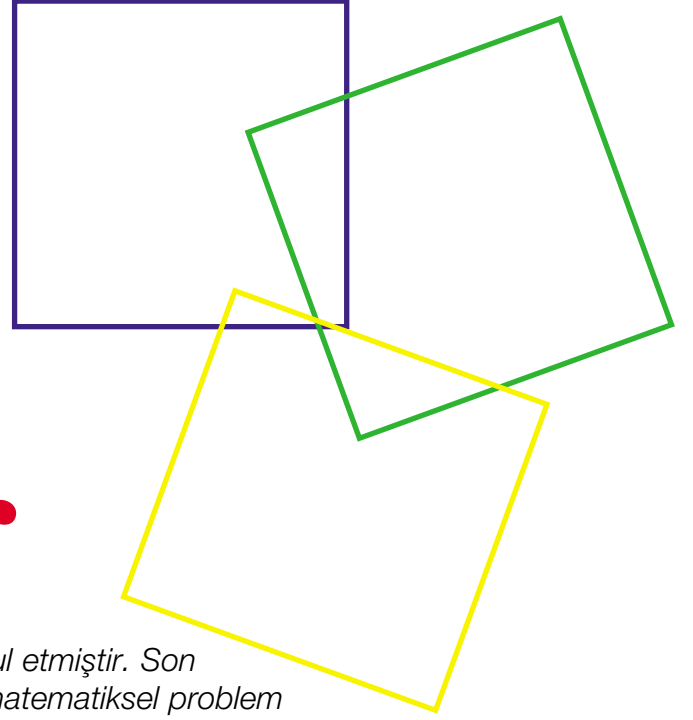
değerlerini buluyoruz. Tabletteki değer bu b_3 olduğu anlaşılıyor. Benim b_3 'e göre çok daha iyi bir değer! (Bunu 60'lı tabana göre yazmaya çalışmanızı hararetle öneririm. Babillilerin virgülden sonraki üç 60'lı rakamını bulacaksınız ve isterseniz ötesini).

Tabii Erzurumlu İbrahim Hakkı'nın bu tableti görmüş olması mümkün değil, çünkü 20. yüzyılın 2. çeyreğinde bulunmuş. Ama bu gerçek ne yazık ki gene de karekök almayı 18. yüzyılda da güncel yapmıyor.

Bir gün o kitaba ulaşırsam, hafızanın beni yanıltmış olduğunu gördüğüm noktalarda tabii ki gereken düzeltmeleri yapacağım.



Doğal Sihirli Kareler



Sihirli kareler 2000 yıldır insanların kafasını meşgul etmiştir. Son 250 yılda matematikçiler sihirli karenin ciddi bir matematiksel problem olduğunu ortaya koymuşlardır. Birçok matematikçi çözümler önermişlerdir. Bu çözümlerin bazıları çok ilginç olmakla birlikte (örneğin Euler'ın bir satranç atının hareketlerini izleyecek şekilde sayıları dağıtmasında olduğu gibi), çoğu kez ancak özel durumlar için geçerlidir ya da çözümler çok karmaşıktır. Bu yazıda oldukça basit ve genel bir çözüm yöntemi önerip, özel bir örnek üzerinde ayrıntılı olarak açıklayacağız.

Sihirli Kare Nedir?

Herhangi bir kareyi eşit aralıklarla $n - 1$ sayıda yatay ve düşey doğrular yardımıyla n^2 sayıda karelere bölelim. Böyle bir kareye n . dereceden kare diyeceğiz.

n . dereceden sihirli karenin tanımı:

$\{1, 2, 3, \dots, n^2-1, n^2\}$ sayılar kümesinin elemanlarını $n \times n$ kareye öyle yazalım ki, istenen sütun, satır veya köşegenlerdeki n sayının toplamı aynı sabit S sayısına eşit olsun. Bu sayıya Sihirli Sayı diyeceğiz. Bu sayının formülünü bulalım.

Sihirli karenin tanımına göre tüm hanelerdeki sayıların toplamı nS 'e,

diğer yandan ise $1 + 2 + 3 + \dots + (n^2 - 1) + n^2$ 'ye eşit olacak, yani $nS = 1 + 2 + 3 + \dots + (n^2 - 1) + n^2 = n^2(n^2 + 1)/2$ 'ye eşittir. Buradan

$S = n(n^2 + 1)/2$ bulunur.

Kareler derecesine göre çiftli ve tekli kareler olarak isim-

lendiriliyor. Çift dereceden kareler ise 2 türdür: derecesi ikiye bölündüğünde çift sayı oluşturan kare, çiftli-çift kare ve derecesi ikiye bölündüğünde tek sayı oluşturan kare ise tekli-çift kare olarak isimlendireceğiz.

4, 8, 12, 16, 20, ... çiftli-çift sayılar

2, 6, 10, 14, 18, ... tekli-çift sayılar

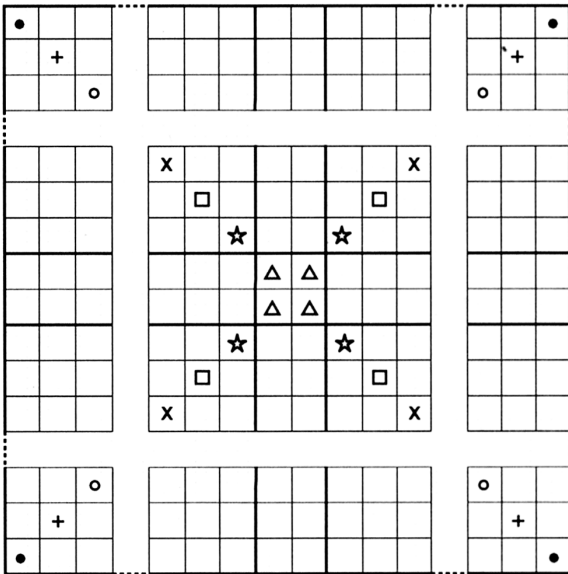
3, 5, 7, 9, ... ise tek sayılardır.

Bugün sihirli kare problemi, son-
suza dek istenilen n . derece için sihirli kare oluşturmaktan ibarettir. Şimdiye dek yazılan sihirli karelerin kuralları farklı olduklarından basit kuralla yazılmış kare mükemmel kare olarak isimlendirilir. Benim bulduğum kural ise bilinen en basiti olduğundan, bu algoritma ile oluşturulmuş sihirli kareye doğal sihirli kare adını verdim.

Doğal Sihirli Karelerin Algoritmaları

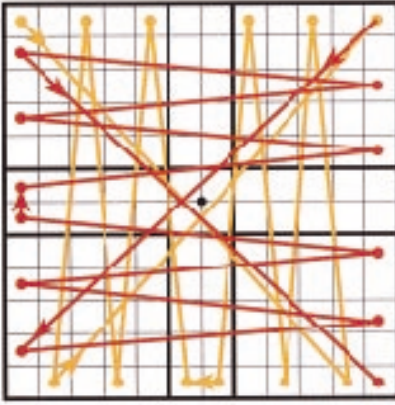
Bu algoritmayı açıklamak için 3 soruyu yanıtlamak gerekir: Ne, Nereye, Nasıl yazılmalıdır?

Doğal sihirli kare oluşturmak için $\{1, 2, 3, \dots, n^2\}$ kümesinin sayıları

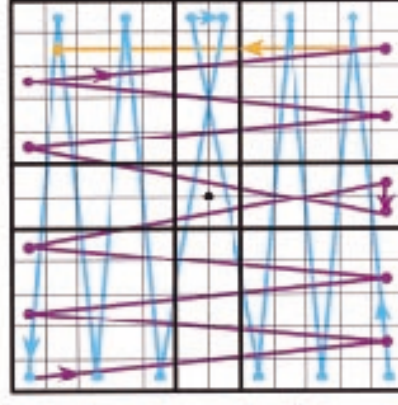


Şekil 1: Karenin çerçevelerinin sıralanması veya derecelenmesi.

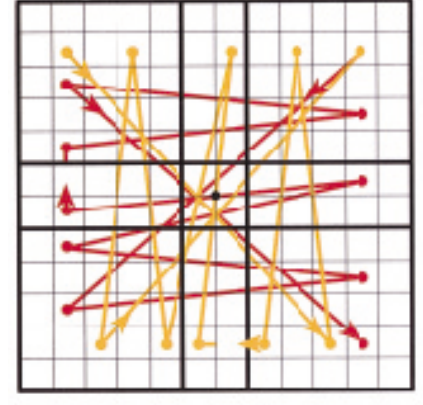
- - 1. çerçeve [n . derece]
- + - 2. çerçeve [$(n-2)$. derece]
- o - 3. çerçeve [$(n-4)$. derece]
- x ($\frac{n}{2}-3$). çerçeve [8. derece]
- ($\frac{n}{2}-2$). çerçeve [6. derece]
- ☆ ($\frac{n}{2}-1$). çerçeve [4. derece]



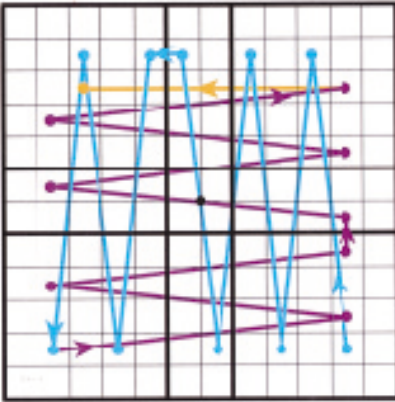
Şekil 2: α_1 ve β_1 grafları



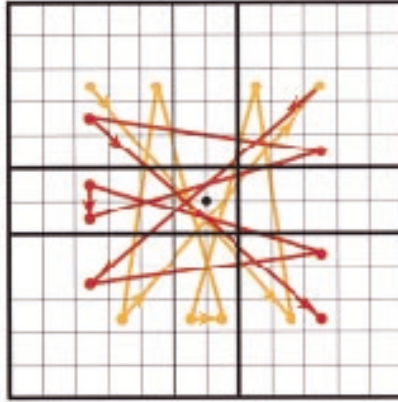
Şekil 2: γ_1 ve δ_1 grafları



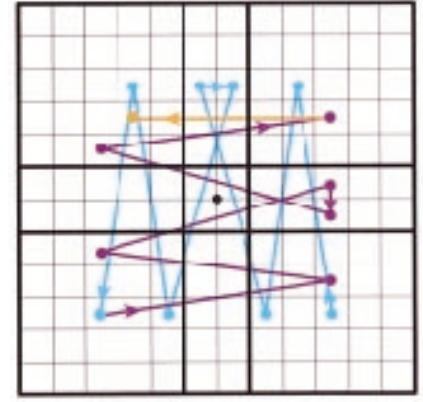
Şekil 2: α_2 ve β_2 grafları



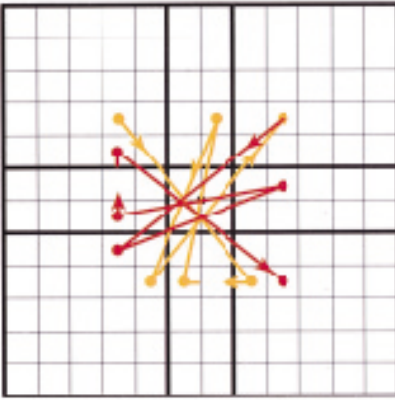
Şekil 2: γ_2 ve δ_2 grafları



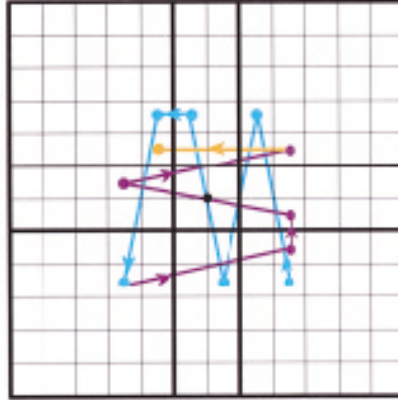
Şekil 2: α_3 ve β_3 grafları



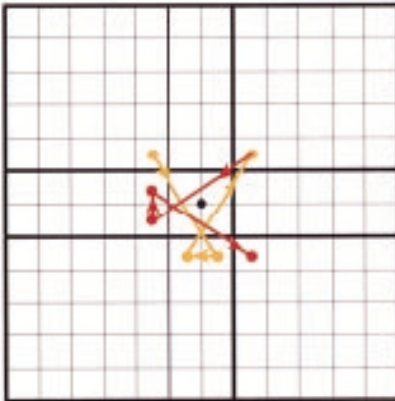
Şekil 2: γ_3 ve δ_3 grafları



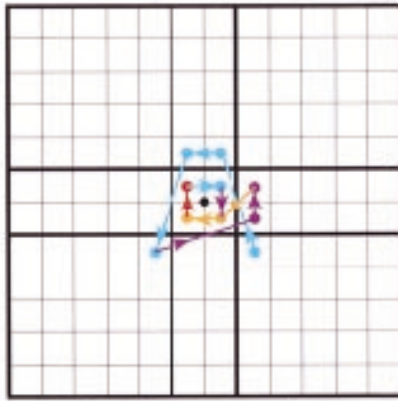
Şekil 2: α_4 ve β_4 grafları



Şekil 2: γ_4 ve δ_4 grafları



Şekil 2: α_5 ve β_5 grafları



Şekil 2: γ_5 ve δ_5 grafları;
 α_6 ve β_6 grafları;
 γ_6 ve δ_6 grafları.

$(n/2)$ gruba ayrılır. Her grup ise 4 çeşit aritmetik dizi içerir. Her dizinin son terimi bir sonraki dizinin ilk terimi olur. Her 4. dizinin son terimi 1. dizinin 1. terimiyle aynıdır. Bu ifade tüm grupların dizileri için geçerlidir. İlk grubun dizi uzunluğu n , ikinci grubun dizi uzunluğu $n-2$, genel olarak k . grubun dizi uzunluğu $n-2(k-1)$ 'dir. Böylece son grubun, yani $n/2$. grubun dizi uzunluğu 2 olur. n . dereceden kare için 1. grubun 4 dizisini oluşturalım:

$a_1 - 1, 2, 3, \dots, n-1, n$ (1'er artar)

$b_1 - n, 2n, 3n, \dots, (n-1)n, n^2$

(n 'er artar)

$c_1 - n^2, (n^2-1), (n^2-2), \dots, [n^2-(n-1)]$

(1'er azalır)

$d_1 - [n^2-(n-1)], [n^2-(n-1)-n], \dots, [n^2-$

$(n-1)-n(n-1)]$ (n 'er azalır)

d_1 dizisinin son terimi 1'e, ondan bir öncesi ise $(n+1)$ 'e eşittir.

Her grubun 1. dizisinin 1 terimi bir önceki grubun 4. dizisinin sonundan bir önceki teriminin 1 fazlasına eşittir. Her grubun 1., 2., 3., ve 4., dizileri sırasıyla $+1, +n, -1, -n$ olarak artar ve azalır. Örnek olarak $n = 12$ için grupları ve dizileri yazalım:

a1 - 1, 2, 3, ... , 11, 12
(1'er artar)
b1 - 12, 24, 36, ... , 132, 144
(12'şer artar)
c1 - 144, 143, 142, ... , 134, 133
(1'er azalır)
d1 - 133, 121, ... , 13, 1
(12'şer azalır)
a2 - 14, 15, ..., 22, 23
(1'er artar)
b2 - 23, 35, ..., 113, 131
(12'şer artar)
c2 - 131, 130, ..., 123, 122
(1'er azalır)
d2 - 122, 110, ..., 26, 14
(12'şer azalır)
a3 - 27, 28, ..., 23, 34
(1'er artar)
b3 - 34, 46, ..., 106, 118
(12'şer artar)
c3 - 118, 117, ..., 112, 111
(1'er azalır)
d3 - 111, 99, ..., 39, 27
(12'şer azalır)
a4 - 40, 41, 42, 43, 44, 45
(1'er artar)
b4 - 45, 57, 69, 81, 93, 105
(12'şer artar)
c4 - 105, 104, 103, 102, 101, 100
(1'er azalır)
d4 - 100, 88, 76, 64, 52, 40
(12'şer azalır)
a5 - 53, 54, 55, 56 (1'er artar)
b5 - 56, 68, 80, 92 (12'şer artar)
c5 - 92, 91, 90, 89 (1'er azalır)
d5 - 89, 77, 65, 53 (12'şer azalır)
a6 - 66, 67 (1'er artar)
b6 - 67, 79 (12'şer artar)
c6 - 79, 78 (1'er azalır)
d6 - 78, 66 (12'şer azalır)

Böylelikle, "Ne" sorumuzun yanıtı olarak grupları ve dizileri nasıl elde edeceğimizi gösterdik. Böyle gruplar ve diziler istenen çiftli-çift, tekli-çift ve tek dereceden karelerin hepsi için geçerlidir.

Şimdi ise "Nereye" sorusunu yanıtlatalım.

"Nereye" sorusunu yanıtlamak için ele aldığımız kareyi çerçevelere ayıralım: Çerçeveden kastımız dıştan içe varolan iç-içe (konsentrik) kare çerçevelerdir.

Şekil 1'de n. dereceden karenin çerçeveleri sırasına (derecesine) göre gösterilmiş ve aynı çerçevelerin köşegenlerindeki haneleri aynı sembollerle işaretlenmiştir. Kuşkusuz ki, çerçevelerin sayısı ve ele aldığımız

1	134	10	136	8	139	138	5	141	3	143	12
132	14	123	21	125	126	19	128	16	130	23	13
25	119	27	112	32	115	114	29	117	34	26	120
108	38	106	40	101	102	43	104	45	39	107	37
49	95	51	93	53	90	91	56	52	94	50	96
84	62	70	64	80	79	78	65	69	75	71	73
72	83	82	81	68	67	66	77	76	63	74	61
85	59	87	57	89	55	54	92	88	58	86	60
48	98	46	100	44	42	103	41	105	99	47	97
109	35	111	33	113	30	31	116	28	118	110	36
24	122	22	124	20	18	127	17	129	15	131	121
133	11	135	9	137	7	6	140	4	142	2	144

Şekil 3: 12. dereceden Doğal Sihirli Kare

grupların sayısı birbirlerine eşittirler, yani çerçeveler sayısı = gruplar sayısı = $n/2$.

Örneğin 12 x 12'lik bir karenin 6 çerçevesi ve 6 grubu vardır.

Her gruptaki dizilerin elemanları sayısı uygun çerçevedeki haneler sayısına eşittir.

Görüldüğü gibi çerçeveler ve gruplar sayılarının eşitliği bizi şu noktaya götürür:

1. çerçeve hanelerine 1. grubun 4 dizisindeki sayılar yazılacak;
2. çerçeve hanelerine 2. grubun 4 dizisindeki sayılar yazılacak, vb.

Her Grubun Dizi Elemanları Çerçevenin Hanelerine Nasıl Yazılmalıdır?

Çerçevenin hanelerine sayıları yazmak için yönlü parçalardan oluşan graflardan faydalanmamız gerekiyor. Her çerçeveye grubun sayılarını tamamen yazdığımızda graf kapanır. Böyle grafa kapalı graf veya Euler devri denir. Örnek olarak 12. dereceden kare için Euler devrini gösterelim (Şekil 2).

Şekillerden görüldüğü gibi her grubun aynı dizisi aynı renkle ifade olunmuştur:

1. veya a dizisi turuncu
2. veya b dizisi kırmızı
3. veya c dizisi mavi
4. veya d dizisi ise mor olarak verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi Euler devirlerindeki fark sadece "artı" işareti içerisinde.

12. dereceden doğal sihirli kare için sunduğumuz bu graflar dizilerdeki sayıların çerçevelerdeki hanelere nasıl yazılacağını göstermektedir. Bunun için graflardaki yönler ve renklere dikkat etmek gerekir.

Not: Tekli-çift dereceden doğal sihirli karelerin çerçevelerinin Euler devirleri çiftli-çift doğal sihirli karelerin çerçevelerine uygun Euler devirlerinden farklıdır. O yüzden bu konuyu bir başka yazıda açıklayacağız.

Şekil 3'de 12. dereceden doğal sihirli kare sunduğumuz algoritma ile yazılmıştır. Bu doğal sihirli karedeki hanelerin renklerini grafin renkleri ile karşılaştırdığınızda sihirli karenin nasıl yazıldığını kolaylıkla anlayabileceksiniz.

Asker Abiyev

Büyük Deprem Tahmininde Mikrodepremler

Deprem ve fay gibi jeofizik olayların farklı ölçeklerde benzer davranış (Fraktal) gösterdiği 1980'li yıllarda anlaşılmıştır (Öncel ve Alptekin, 1995). Fraktal, depremlerin zaman, uzay ve büyüklük dağılımlarının farklı ölçeklerde aynı davranmasıdır. Sismoloji'de fraktal dağılımın en temel bilinen ilişkisi deprem oluş frekansı (N) ile büyüklük (M) arasında ($\log N = a - bM$) bilinen bağıntıdır. Bu bağıntıda frekans-büyüklük arasındaki ilişkiyi veren b parametresi, yerin zemin, gerilme ve deformasyon özelliklerini temsil eden, deprem büyüklüğüne göre değişmeyen bir fraktal parametredir. Depremleri küçük ($0 < M < 3$), orta ($3 < M < 5.5$) ve büyük ($M > 5.5$) olarak kabaca tasnif edersek, b parametresi farklı büyüklük aralıklarındaki deprem popülasyonlarından aynı büyüklükte bir değerle hesaplanır. Zaten, fraktal olarak yukarıda nitelediğimiz ölçekle değişmezlik (scale invariance) özelliğinin anlamı budur. Depremlerin büyüklük-frekans düzeninin fraktal olmasından hareketle, büyük depremlerin zemin-gerilme koşulları küçük depremlerden belirlenebilmektedir.

Olabilecek bir depremin büyüklüğünü, yerin mekanik yapısıyla ilişkili olan gerilme artışı belirler. Genelde gerilmenin arttığı alanlara, yerin mekanik davranışı ile ilgili olarak gevrek (brittle) fakat malzeme dayanımı açısından nisbeten sağlam olduğu alanlara asperite alanları denir. Gerilme birikiminin büyük (küçük b değeri) olduğu asperite alanlarında beklenen deprem büyüktür. Krip alanları olarak tanımlanan bölgeler-

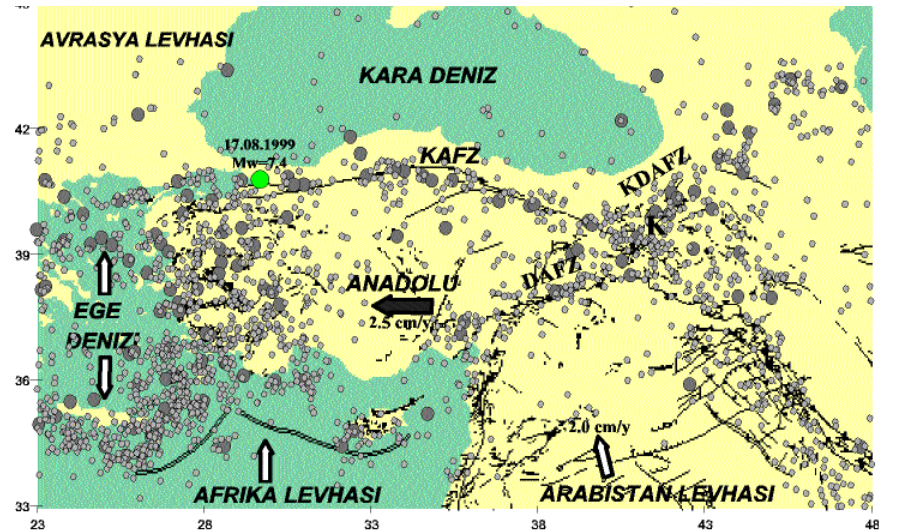
de ise malzeme mekanik olarak esnek (ductile) bir davranış gösterir. Gerilme birikiminin düşük olduğu krip (büyük b değeri) alanlarında gözlenen ve beklenecek depremler çok küçüktür.

Türkiye'deki Aktif Fay Kuşakları ve Marmara Bölgesi'nin Depremselliği

Türkiye ve yakın çevresinin sismotektoniği, Avrasya, Afrika ve Arap levhaları ve bunlar arasındaki Ege, Anadolu, Doğu Anadolu levhalarının göreceli hareketleriyle ilişkilidir. Avrasya levhasına göre Arabistan levhasının kuzeye doğru hareketi, Anadolu ve Doğu Anadolu levhalarının sırasıyla batı ve doğuya doğru kaçışla-

rına neden olarak, kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güneydoğuda Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve kuzeydoğuda Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu (KDAFZ) üzerinde yanal hareketlere neden olmaktadır (Şekil 1). Düşey hareketlerin gözlemlendiği Batı Anadolu'da yer alan Ege levhası ise Anadolu levhasından daha farklı bir tektonik davranış özelliği göstererek GB yönünde Afrika levhasına doğru hareket etmektedir (Taymaz ve diğ., 1991).

Alpin Deprem Kuşağı'nın ve Türkiye'nin en önemli kırık zonunu oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nu, doğuda Karlıova'dan (K ile gösterilmiş, Şekil 1) başlayarak Adapazarı'nın batısına kadar uzanır. KAFZ, Marmara Denizi'nin kuzeyinden ve güneyinden geçerek Kuzey Ege Denizi'ne kadar yanal ve düşey kırılma özelliği göstererek ve



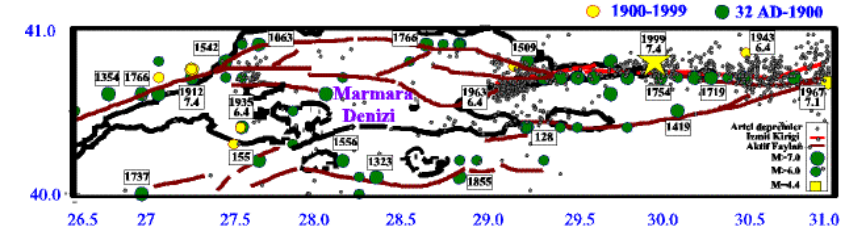
Şekil 1: Türkiye'nin sismotektonik haritası. 1899-1999 yılları arasında M> 4.5 ve daha yukarı olan ana şok depremler (Öncel ve Alptekin, 1999).

üç kola ayrılarak devam eder (Barka ve Kadinsky-Cade,1988; Şekil 2). Fay zonu bu bölgede, özellikle Adapazarı'nın batısından itibaren Marmara Bölgesi'nde, doğudaki belirgin morfolojisini ve tek ana fay çizgisi görünümünü kaybederek dallanma özelliği gösterir. Son 17 Ağustos İzmit depremi de bu kollardan biri üzerinde olmuştur. Tarihsel geçmişten günümüze bir çok depremin, Marmara Bölgesi'ndeki farklı kolların hareketleriyle ilişkili olduğu, Şekil 2'deki tarihsel depremlerin farklı kollar üzerine düşmesinden de açıkça görülmektedir.

Anaşok Deprem Kataloğu

Depremlerin oluş sayıları ile büyüklükleri arasındaki Log-Lineer fraktal değişimden yararlanılarak, büyük depremlerin yer alabileceği potansiyel alanların belirlenmesinde anaşok deprem kataloğu kullanılır. Anaşok deprem kataloğu, ham deprem kataloğunun işlenmesi ve artçı-şoklardan, kataloğun bilinen değişik (pencere ya da yığılma) yöntemlerinden birisinin uygulanması ile temizlenmesinden sonra elde edilen jeofizik veridir. Ham verilerin hiç bir işleme tabi tutulmadan kullanılması jeofizik parametreler üzerinde hatalara neden olduğu, belirlenmiş bilinen bir olgudur (Öncel ve Alptekin, 1999). Deprem kataloglarında, istasyon sayısındaki artmaya ya da kullanılan algoritmaların değişimine bağlı olarak bozulmalar (büyüklük değerlerinde kayma gibi) meydana gelmektedir. Bu bozulmaların hem düzeltilmesi hem de deprem kataloğunun rafine (decluster) edilerek uygun bir deprem kataloğu haline getirilmesi, sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir.

Öncel ve Alptekin (1999) Marmara Bölgesi'ndeki 1981-1999 yılları arasında toplanmış mikrodepremsellik verilerinde belirlenen deprem büyüklüklerindeki kaymayı (magnitude shift) düzelterek bölge için homojen bir ana şok karakterli mikrodepremsellik kataloğu hazırlamışlardır. Bölgeyle ilgili olarak yapılabilecek diğer araştırmalarda kullanılabil-



Şekil 2: Marmara bölgesinin aktif fay ve büyük depremleri (Ambraseys ve Finkel, 1995).

mesine imkan sağlamak için, hazırlanan katalog global bir web sitesine <http://www.angelfire.com/al/geophysics/index.html> yüklenmiştir.

Öncel ve Wyss'in (2000) Marmara Bölgesindeki potansiyel alanların, yani asperitelerin belirlenmesine yönelik çalışmada, yukarıda belirtilen katalog kullanılmıştır. Marmara Bölgesi'ni 5 km aralıklarla dilimleyerek, her bir dilim noktasından geçirilen 20 km çaplı dairelerden, içine en az 50 deprem düşen alanlar için gerilme (b-değeri) ve deprem etkinliği (a-değeri) değişimleriyle ilişkili parametrelerden hareketle, 17 Ağustos depremininkine ($M_w=7.4$) denk büyüklükte bir depremin Marmara Bölgesi'nin hangi alanlarında vuku bulabileceği konusunu incelemişlerdir. Bu incelemede yerel yinelenme (TL) parametresinden yararlanılmıştır. Bir sonraki paragrafta, kullanılan parametrelerin elde edilmesi ve yorumlanması ile ilgili bilgiler verilecektir.

Büyük Depremlerin Olabileceği Alanların Kestirimi

Asperite fiziksel olarak depremi oluşturacak gerilmeye karşı dayanımı en fazla olan alan demektir. Bu alanlar gelecekte bir depremi oluşturabilecek alanlar olduğu gibi, olabilecek bir depremi durduran alanlarda olabilir (Öncel ve Wyss, 2000). Evrendeki jeofizik fenomenlerin fraktal bir geometriye sahip olduğunun belirlenmesi, jeofizik yapıların modellenmesinde yeni bir dönem açmıştır (Turcotte, 1997). Frekans-Büyüklük (FB) arasındaki ilişkiyi veren sismolojinin meşhur istatistik bağıntısı:

$$\log N = a - b \quad (1) \text{ şeklindedir.}$$

Burada N, m büyüklüğünü aşan depremlerin sayısıdır; a ve b para-

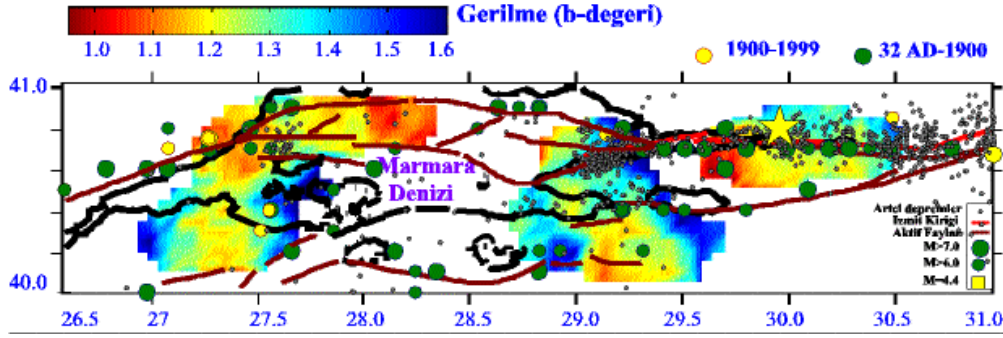
metreleri ise sabittirler. Gutenberg-Richter bağıntısı olarak bilinen bu bağıntının bir fraktal dağılım olduğu, Japon bilim adamı Aki (1981) tarafından gösterilmiştir.

Öncel ve Wyss'in (2000) Marmara Bölgesi'ndeki büyük depremlerin gelişebileceği potansiyel alanların, yani asperitelerin belirlenmesine yönelik çalışmada anaşok depremleri kullanılmıştır. Marmara Bölgesi'ni 5 km aralıklarla dilimleyerek, her bir dilim noktasından geçirilen 20 km çaplı dairelerden içine en az 50 deprem düşen alanlar için gerilme (b değeri) ve deprem etkinliğindeki (a değeri) değişimle yakından ilişkili olduğu ispatlanmış bulunan jeofizik fraktal değişkenlerinden hareketle, son 17 Ağustos depreminin büyüklüğüne ($M_w=7.4$) denk bir depremin yinelenme periyodları ve muhtemel yerleri aşağıdaki bağıntı kullanılarak belirlenmiştir:

$$TL(M) = dT/10(a-bM) \quad (2)$$

Öncel ve Wyss (2000), bölgede 7.4 büyüklüğünde bir depreme neden olabilecek gerilme, etkinlik değişimleri ve bunlara bağlı yinelenme zamanlarını gösteren haritayı yukarıda verilen yöntemle ve daha sonraki paragraflarda açıklanacak rafine edilmiş deprem verisinden hareketle belirlemişlerdir. Uygulanan yöntemde kullanılan fraktal değişkenlerin fiziksel anlamları ve belirlenen alanların deprem tehlike risklerine aşağıda değinilecektir.

Marmara Denizi'nde Gerilme: İlk olarak 1960'lı yıllarda, Amerikalı bilim adamı Scholz, gerilmeye, FB bağıntısındaki (1) b parametresinin ilişkili olduğunu belirlemiştir. Kırılmalarda artan (düşük b) ve azalan (büyük b) gerilme alanlarının FM bağıntısından belirlenebileceği, bu araştırmacının yaptığı laboratuvar deneyleriyle ortaya konmuştur. Depremde açığa çıkan enerjinin, gerilme kadar kırılan malzemeyle de iliş-



Şekil 3: Marmara Bölgesi'nde gerilme değişimleri (Öncel ve Wyss, 2000). İzmit depreminden önce gerilmenin nasıl arttığı ve benzer gerilme birikimlerinin Marmara bölgesinde nerelerde olduğu görülmektedir. Ayrıca depremden sonra artçı şokların nasıl dağıldığı görülmektedir.

kili olduğu, yine aynı yıllarda Japon bilim adamı Mogi tarafından laboratuvar koşullarında ortaya çıkarılmış olan diğer önemli bir gelişmedir.

Laboratuvar koşullarında belirlenen açığa çıkan enerjinin biriken gerilme miktarı ve kırılan malzemeye ilişkili olduğunu belgeleyen ve yukarıda değinilen deneysel sonuçlar, fay zonlarıyla ilgili olarak yapılan incelemelerin fiziki dayanaklarını oluşturmuşlardır. Özellikle, San Andreas fay zonunda ve Japon'ya daki aktif faylarda, kalite ve kantitesi yüksek deprem verilerinden hareketle yapılan incelemelerde gerilme değişimlerinin belirlenebilmiş olması bu yaklaşımın, kırık zonlarında büyük depremlerin oluşamayacağı (krip:büyük b değeri) ve oluşabileceği (asperite:düşük b değeri) alanların belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir (Wiemer ve Wyss, 1997, Öncel ve diğ., 2000).

Marmara Bölgesi'ndeki gerilme değişimleri ayrıntılı olarak verilmiştir (Şekil 3). Gerilmenin büyük olduğu yerler (kırmızı), büyük depremleri oluşturacak enerjinin depolandığı alanları göstermektedir. Benzer çalışmalar dünyanın değişik yerleri içinde yapılmış ve San Andreas fay zonunda gerilmenin küçük olduğu (yüksek b değeriyle temsil edilen) ve fayın plastik özellik gösterdiği alanlar (krip) ile (Amelung ve King, 1997; Wiemer ve Wyss, 1997);

San Jacinto fayındaki Anza sismik boşluğu (Wyss ve diğ., 2000) ve Morgan Hill depreminin yer aldığı asperite alanları (küçük b değerleri ile temsil edilen) belirlenmiştir.

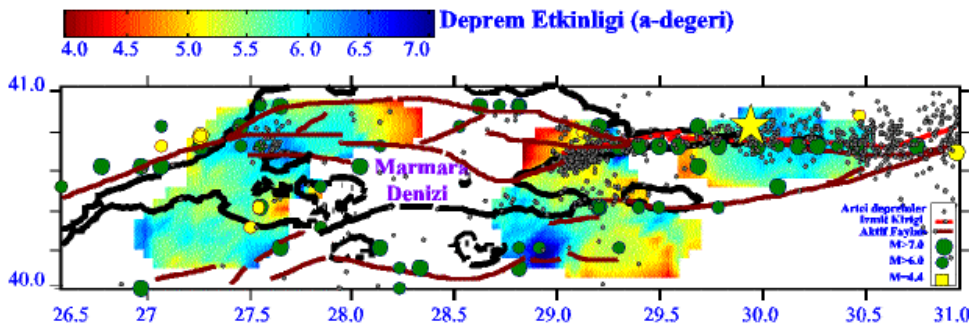
Marmara Bölgesi'nde Deprem Etkinliği: Laboratuvar koşullarında gerilme şiddeti ile b değerinin doğrusal olarak değiştikleri, yani aralarında pozitif bir korelasyona sahip oldukları belirlenmiştir (Main, 1992). Kısaca, gerilme konsantrasyonunun büyük olduğu (düşük b) yüksek dayanımlı alanlar, fayın kitlendiği asperite alanlarını, düşük dayanımlı alanlar (büyük a) ise, kırılmanın daha sık gözlemlendiği ya da beklenilebileceği çatlak (crack) zonları simgeler. Gerilme konsantrasyonunun fazla olduğu alanların (düşük b) veya daha yumuşak bölgelerin (büyük a), jeofizik fraktal değişkenleri ile belirlenebileceği yukarıda değinilen çalışmalarla ortaya konmuştur.

Marmara Bölgesi'nde Büyük Depremlerin Oluşabileceği Alanlar: Düşük b ve a değerlerinden, yinelenme periyodu en küçük bir TL anomali değerine karşılık gelir. Bu değer her iki parametrenin; hem daha büyük bir gerilme konsantrasyonuna, hem de daha yumuşak bir alan ya da fay parçasına karşı gelebilecek olan büyüklüklerinden hesaplandığı ve fayın mekanik özelliklerinin belirlenmesinde daha kuvvetli bir fiziksel temele dayanmakta oldu-

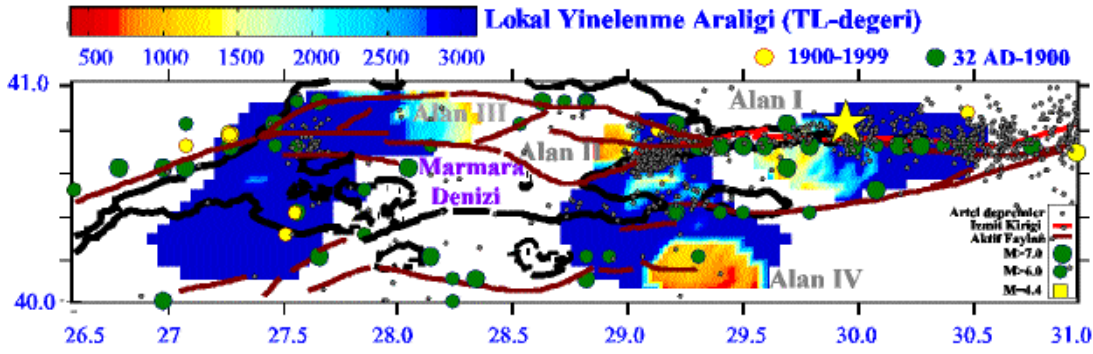
ğu için, yol açtığı sonuçlar da daha güvenilirlerdir. Aşağıda verilen ve belirlenen alanlara ait olan yorumlar, basıma hazır son bir çalışmadan derlenmiştir (Öncel ve Wyss, 2000).

Alan I: Kandilli Rasathanesi'nden derlenen M>3 artçı şok dağılımlarından görülebileceği gibi, son 17 Ağustos artçı şok zonunun uzunluğu yaklaşık 220 km'dir. Artçı şok dağılımının, 29°-31°D derece boylamları arasında kalan en batı ucunda büyük bir deprem yığılması görülmektedir. Bu yığılmanın, 17 Ağustos depreminin USGS tarafından verilen yerinin doğu ucuna, fakat kırığının tam ortasına denk düştüğü gözlenmiştir (bak Şekil 1 ve 2). Bu sonuç asperite olarak belirlenen alanlardan biri olan Alan I'in kenarına denk düşmekte ve TL anomalilerinden hareketle asperite alanlarının belirlenebileceğini göstermektedir.

Alan II: Bazı araştırmacılar tarafından bu alana yakın bir yerde 1963'de meydana gelmiş olan depremin neden olduğu lokal gerilme artımı üzerinde durulmaktadır (bak Şekil 4d, Nalbant ve diğ., 1998). Buna ilave olarak, 21 Ekim 1999 gününde yer alan ve İstanbul'da hissedilmiş bulunan M=4.4 depremi ve beş artçı şoku, bu alanda ki gerilmenin yüksek olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca gelebilecek bir kırığın, 28.8°D boylamındaki bu alandan başlayarak ba-



Şekil 4: Deprem etkinliğinin Marmara Bölgesi'ndeki değişimi. Deprem etkinliğinin arttığı alanlar a parametresinin büyük olduğu yerlere karşılık gelmektedir ve Şekil 3 de verilen haritanın lejantı ile değişiktir. Genelde daha düşük etkinliğin (küçük a değeri) daha büyük gerilme birikiminin (Şekil 3, küçük b değeri) alanlara karşılık gelir.



Şekil 5: Marmara Bölgesi'nde belirlenen asperite alanları. Son İzmit depreminin yinelenme periyoduna benzer dört alan depremden önce derlenen ve daha sonra işlenen deprem verilerinden belirlenmiştir.

tiya doğru hareket etmesi beklenebilir. Aynı zamanda asperitenin kuzey sınırının 1754 depremi ile ilişkilendirilmesi (Hubert-Ferrari ve diğ., 2000, Şekil 3), bu bölgedeki asperitenin, yaklaşık 250 yıldan beri deprem enerjisinin depolandığı bir alan olduğuna işaret etmektedir.

Alan III: Bu alan, gelecekte yer alacak kırılmalar üzerinde önemli rol oynayabilecek bir potansiyele sahiptir. Şüphesiz, $M > 7$ olan depremlerin yerleri birer nokta ile resmedildikleri için, haritalanmasına çalışılan asperite alanlarının tarihsel geçmişte olmuş depremlerle ilişkilendirilmeleri zordur. Bu nedenle bu alanın, geçmişte olduğunu bildiğimiz deprem kırıklarının gelişimi üzerinde ne tür bir rol oynadığı konusunda bir şey söylemek mümkün değildir. Hubert ve Ferrari ve diğerlerinin, (2000), tarihsel depremlerin bilinen kırıklarla ilişkilendirmesine yönelik çalışmalarını göz önüne alırsak, mevcut asperitenin kuzey ucu 1766 depremi ile, güney ucu ise 1776 yılındaki depremle sınırlanmaktadır. Bu bilgilerin doğruluğu kabul edilecek olursa, var olan deprem potansiyelinin bu alanda da büyük olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Alan IV: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) güney kolu, deprem tekrarlanma süresinin en düşük değerle gözlemlendiği bir alandır. Bu alanda gözlenen en büyük deprem 1983 yılında vuku bulmuş olan $M=5.5$ depremidir. Bu nedenle bu alan, istatistiksel açıdan sismik suskunluğa sahiptir. Diğer taraftan, gözlenen suskunluk ve tekrarlanma süresinin (TL) küçük olması, orta büyüklükteki 1983 depreminden kaynaklanıyor olabilir. Bu kol bu depremden sonra, bir kaç yıl için deprem etkinliğini arttırmış ve sonra, normal olan düşük deprem etkinliğine geri dön-

müş de olabilir. Bu nedenle Alan IV'ün civarındaki suskunluğun büyük olmasına karşın, gelecekte olabilecek bir ana şokun beklenebileceği bir alan olarak gösterilmesi tereddütle karşılanmalıdır. Çünkü deprem etkinliğinde gözlenen son değişimler, 1983 yılındaki depremin sonucu olarak yorumlanabilir (Öncel ve Wyss, 2000). Gene Hubert-Ferrari ve diğ., (2000) çalışmasına göre bu alana 1855 yılında bir deprem kırığı düşmüş olması bu bölgedeki deprem potansiyelinin yüksek olabileceğini göstermektedir.

Sonuç

Gerilme (b değeri) ve etkinlik (a değeri) değişimlerine bağlı olarak ve yerel yinelenme zamanı TL'nin anomalı değerlerinden hareketle, potansiyel deprem alanları (asperite) belirlenmiştir. Alan I, 17 Ağustos deprem kırığının daha batıya doğru ilerlemesini engelleyen engel (bariyer) tipi bir davranış göstermektedir. Alan II ve Alan III arasında deprem etkinliğinin düşük olmuş ve depremlerin bir saçılma göstermiş olmasından dolayı gelecekte depremin yeri olduğu ileri sürülen bölümdeki hareket, KAFZ'nun diğer bölümlerinde gözlenen asismik, yani depreme bağlı olmayan bir davranışa karşılık geliyor da olabilir. Çünkü daha büyük depremlerin izcisi olan bir mikroydeprem aktivitesinin olmaması bu düşüncüyü kuvvetlendirmektedir. Son çalışmaların ışığında, fay boyunca yer alan küçük ve büyük ölçekteki depremlerin davranışlarının benzerlik gösterdiği görüşü yerbilimlerinde ağırlık kazanmıştır (Öncel, 1995, 1996a,b, 2000). Yinelenme sürelerinin tehdit oluşturabilecek büyüklükte bir deprem için incelenmesi ve yerel değişimlerinden hare-

ketle bir sonraki depremi oluşturabilecek asperite alanların belirlenmesi, ülkemizde ilk defa uygulanan yeni bir yaklaşımdır (Öncel ve Wyss, 2000). Yöntemin yeterince sınanmamış olduğu dikkate alındığında, gelecek depremlerin yerlerini belirlemekle ilgili yapılan çalışmanın sonuçlarına (Öncel ve Wyss, 2000) kuşku ile bakılması gerekeceğinden; depremin gelecekte Alan II, III ve IV ile verilen asperitelerde olabileceğini kesin olarak söylemek mümkün değildir.

Ali Osman Öncel
İÜ., Jeofizik Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar

- Aki, K., 1981, A probabilistic synthesis of precursory phenomena: in Earthquake Prediction: An International Review, Maurice Ewing Ser., vol. 4, edited by D. W. Simpson and P. G. Richards, p. 566-574. A
- Ambraseys, N.N., Finkel, C. F., 1995, The Seismicity of Turkey and adjacent areas: Eren Press, 240p.
- Barka ve Kadinsky-Cade, 1988
- Hubert-Ferrari, A., Barka, A., Nalbant S., Meyer, B., Armijo, R., (2000), 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında Marmara'da deprem riski. Bilim ve Teknik, sayı: 389, sayfa: 54 - 58.
- Main, I.G., P.G. Meredith & P.R. Sammonds (1992). Temporal variations in seismic event rate and b-values from stress corrosion constitutive laws, Tectonophysics 211, 233-246.
- Main, I.G. (1992). Damage mechanics with long-range interactions: correlation between the seismic b-value and the two point correlation dimension, Geophys. J. Int. 111, 531-541.
- Mogi, K., 1962, Magnitude-frequency relation for elastic shocks accompanying fractures of various materials and some related problems in earthquakes, Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ. 40, 831-853.
- Öncel ve Wyss (2000): The major asperities of the 1999 Mw7.4 İzmit earthquake, defined by the microseismicity of the two decades before it, GJI, press.
- Öncel, A.O., Wilson, T., Nishizawa, O., 2000. Size Scaling Relations in the Active Fault Networks of Japan and their correlation with Gutenberg-Richter b-Values, Revised for Journal of Geophysical Research, in press.
- Öncel, A.O., Alptekin, Ö., 1999. Effect of aftershocks on estimation of earthquake hazard parameters: An example from the north Anatolian fault zone, Vol 19, 1-11, Natural Hazards.
- Öncel ve Alptekin (1999): Marmara Bölgesi'nin Mikroydepremselliği ve Sismik Tehlike, Proje No: 1038/250897.15.
- Öncel, A. O., Main, I., Alptekin, Ö., Cowie, P., 1996a. Spatial variations of the fractal properties of seismicity in the Anatolian Fault Zones, Tectonophysics 257, 189-202.
- Öncel, A.O., Main, I., Alptekin, Ö., Cowie, P., 1996b. Temporal variations of the fractal properties of seismicity in the North Anatolian fault zone between 31°E and 41°E, Vol.146, No.2, Pure and Applied Geophysics.
- Öncel, A.O., Alptekin, Ö., 1995. Fractal distribution and its application in Seismology, Jeofizik, 10, 11-316, ISSN 0259-1472.12.
- Öncel, A.O., Alptekin, Ö., Main, I., 1995. Temporal variations of the fractal properties of seismicity in the western part of the North Anatolian fault zone: possible artefacts due to improvements in station coverage, Vol.2,147-157, Nonlinear processes in Geophysics.
- Turcotte, D. L., 1997, Fractals and chaos in geology and geophysics: Cambridge University Press, Cambridge, 2nd edition, 398p.
- Taymaz, T., Jackson, D. McKenzie, 1991, Active tectonics of the north and central Aegean Sea, Geophys. J. Int. 106, 537-550.
- Wiemer, S., and M. Wyss, 1997, Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: An improved technique to calculate recurrence times?, J. Geophys. Res., 102, 15115-15128.



Yaşam

S a r g u n T o n t

Uçun Kuşlar Uçun...

Hangi yaşta olursa olsun uçan bir kuşa bakıp ta "Ah, ben de onlar gibi olabilsem " diye iç çekmeyen bir insan yoktur sanırım. Bizleri yeryüzüne kelepçeleyen yerçekimine karşı onların kazandığı zafer bu hayranlığın yalnız bir boyutudur, tabi. Doğa en güzel renkleri, en lirik melodileri onlara hediye etmiş. Bizlere de hayran hayran seyretmek ve dinlemek kalmış. Tabii böyle muhteşem yaratıklara şairlerin ilgisiz kalacağı düşünülemez. Kuşlarla ilgili şiirlerde en sık rastladığımız temaların başında özgürlük gelir. İngiliz şairi Shelly, Tarla Kuşu adlı şiirinde bu kavramı ne güzel ifade eder:

*Yükseklere, daha yükseklere
Bu dünyadan kopmuşsun
Sanki ateşten bir bulut gibi.*

Tevfik Fikret seyretmekle yetinmeyerek birlikte havalanmak ister:

*Oalım her beliyeden salım
Uçalım âsmâna dönmeyelim
(Her felaketten sağ kurtulalım
Uçalım göklere, dönmeyelim)*

Kafese hapsedilmiş bir kuş ise esareti simgeler. Romalı şair Boethius'un (M.S 480) "Kafesteki kuşa bal dahil, ihtiyacı olan her şey verildiği halde o yine ormanım, yine ormanım diye inilder" ve atalarımızın "Bülbülü altın kafese koymuşlar, yine de vatanım diye inlemiş" sözlerinde belirtildiği gibi.

Kuşlar şairlerin aklına çeşitli metafor ve benzetmeler getirir. "Eşini kaybetmiş bir kuş gibi karlar" (Cenap Şahabettin) "Yağan kar gibi kanatlarını açmış güvercinler" (Emile Zola) "Sanki bir yarış teknesinde kürek çeker gibi uçan zarif pelikanlar" (Geor-

ge Garrett) "Bir avuç çakıl gibi saçılan serçeler" (William H. Gass), "Leylekler ve pelikanlar havada sallanan kurdeler gibi uçtular" (Hans Christian Andersen) "Beyaz kandiller gibi uçan kuğukuşları" (Lawrence Durrell), "Kırılan dalgardan bir köpük gibi yükselen deniz kırlangıcı" (Robert Hass) gibi. Bir çok toplumlarda baykuş bazen akıllı bir filozof, bazen felaket habercisi olarak bilinir. Kartal kuvvetin, güvercin barışın, bülbül hüznün simgesidir.

Aristoteles'ten günümüze kadar kuşlar biliminsanlarının en çok ilgisini çeken yaratıklar arasındadır. Charles Darwin'in Galapagos adalarında ispinoz kuşları ile ilgili yaptığı çalışmalar evrim teorisinin temel taşı oluşturmuş, ekolojide "bölgesel egemenlik" dediğimiz bir canlının belirli bir araziye sahip çıkarak koruması ilk kez

kuş bilimci Eliot Howard'ın aklına kıraz kuşlarını seyrederken gelmiş, etoloji (hayvan davranışı) bilimin temelleri Konrad Lorenz'in kazlar üzerinde yaptığı deneylerle atılmıştır.

Ah, diyeceksiniz, bu satırları okurken, ben de kuşları çok severim ama ne Tevfik Fikret gibi şiir yazabilirim ne de bilimsel çalışma yapabilecek kadar eğitim gördüm. Size bir müjdem var: Hemen bir kuş gözlem topluluğuna üye olun, böylelikle hem estetik duyularınızı tatmin eder hem de ortaokul biyoloji dersinde yaptığınız halde sınırlı da olsa bilimsel çalışmalara katılabilirsiniz.

Kuş gözlemciliği çok kolay fakat o kadar da keyifli doğa sporlarından biri. Tek ihtiyacınız ufak bir dürbün, bir rehber kitabı ve kalem kağıt. Geziler genellikle hafta sonlarında gruplar halinde yapılıyor. Mekan bir dere boyu olabileceği gibi bir orman köşesi de olabilir. Dirsek dirseğe kuşları izlediğiniz ve zaman zaman bilgi alış verişinde bulunduğunuz bay veya bayan bir astrofizikçi olabildiği gibi bir tiyatro oyuncusu olabilir.

Kuş gözlemciliği Batı ülkelerinde o kadar yaygındır ki sadece İngiltere'nin Kraliyet Kuşları Koruma Derneğinin bir milyondan fazla üyesi var. ABD'de de milyonlarca insan bu tür derneklere üye. Gururla söylüyoruz ki son yıllarda ülkemizde, bir çoğu üniversitelerde olmak üzere çeşitli kuruluşlar var. Türkiye Kuş Derneği başkanı arkadaşım kuşbilimci Dr. Can Bilgin'in bana söylediğine göre özellikle kuş sayımlarında amatör üyeler çok yardımcı oluyormuş.



Belki şaşıracaksınız ama kuş gözlemciliğin geçmişi o kadar eski değildir. Her ne kadar insan kuş ilişkileri çok eski zamanlara kadar dayansa da tarih boyunca özellikle Batı toplumlarında, kuşlara sadece etinden tüyünden faydalanılan herhangi bir av hayvanı olarak bakılırdı. Kuş merak ve sevgisini halk arasında yayılmasını en çok bir adama borçluyuz: Gilbert White.

1720 yılında İngilterede doğmuş olan White, Oxford Üniversitesini bitirdikten sonra bugün bile haritada zor bulabileceğiniz Selborne kasabasında ömrünün sonuna kadar rahiplik yapmayı tercih etmiştir. Doğaya çok meraklı olan White bir yandan remi görevini yaparken diğer boş zamanlarında kuşları inceleyip onların yeyip ne içtiklerini, nasıl bir yaşam sürdükleri hakkında topladığı bilgileri bir not defterine kaydedermiş. White'ın bu çalışmaları zamanın ünlü kuş bilimcilerinden Thomas Pennant'ın kulağına gitmiş. Pennant, White'a buluşlarını kendisine mektup şeklinde yazmasını önermiş. Böylelikle iki adam arasında yıllar süren bir fikir alış veriş başlanmış. Bir süre sonra bu ikiliye mesleği avukatlık olan Daines Barrington'da katılmış. Bu mektupların bir kitap halinde basılmasını da Barrington önermiş ve ortaya The Natural History and Antiquities of Selborne (Selborne'nun Doğal tarihi ve Eski Zamanları) çıkmış.

Kitap White dahil hiç kimsenin hayal edemeyeceği bir ilgiyle karşılanmış. Kitabı okul çağlarında okuyan Charles Darwin anılarında 'Bu kitabı okuduktan sonra insan ornitologtan (kuş bilimcisi) başka ne olmak isteyebilir ki' diye yazar. Zamanın ünlü şairlerinden Coleridge ne kadar "hoş, şirin bir kitap" diyerek White'a övgü yağdırmış. Gelmiş geçmiş en büyük ressamlarından John Constable bu kitabı "yaratan akla her zaman imrendim" demiş. İsterseniz gelin, lafı fazla uzatmadan, sizlere bir örnek sunalım. İşte 8 Temmuz, 1773 yılında Daines Barrington'a yazdığı mektuptan bir alıntı.

"Bildim bileli bizim kilisenin saçaklarının altında yavrulayan iki beyaz baykuş vardır. Bunların özellikle üreme mevsimlerinde davranışlarını inceledim... Güneş batmasından yarım saat önce (ki o sıralarda fareler de orta-



ya çıkar) hucuma geçerek dere boylarında ve çalılar arasında avlanırlar... Bu kuşları bir saat boyunca izlediğim zaman ikisinden birinin her 5 dakikada bir geriye dönerek yuvayı kontrol ettiğini gördüm ve bu becerikli kuşların kendileri kadar yavrularını da düşünmeleri benim dikkatimi çekti."

Biraz sonra yuvaya dönüş en ince ayrıntılar gözardı edilmeden anlatılır:

"Avlarını pençeleriyle tutarak yuvaya kadar uçarlar ve önce kiremitlerin üzerine konarlar, saçaklara inebilmek için pençeleri gerekli olduğundan fareyi gagalarına alıp boş kalan pençeleriyle saçaklarda yürüyebilirler. (Bundan emin değilim ama) sanırım beyaz baykuşlar ötmezler, bütün o bağırma çağırımlar sanırım koruda yaşayan baykuşlardan gelir..."

White çok önemli bir keşif yaptığı zaman bile mütevazılığı elden bırakmaz: "Bazı gençler Wolmer ormanının kenarındaki gölette keklik palazı veya yaban ördeği avlamaya gittiler ve bir çoğunu canlı olarak yakaladılar... Bunların arasında tüyleri yeni çıkmış yaban ördekleri de gördüm ve biraz



inceledikten sonra bunların çamurcun kuşu olduklarını anladım: bu beni çok mutlu etti. O zamana kadar ben İngilterenin güneyinde bu kuşların yaşadığını bilmiyordum ve beni çok mutlu eden bu buluşa doğa tarihinde önemli bir olay olarak bakabiliriz."

Tabii her doğa sever gibi White da sevgili kuşların yanı sıra diğer canlıların da ekosistemdeki önemini unutmaz. Örneğin solucanlara övgüler yağdırır. Sanırım Charles Darwin'in yaşamının sonuna doğru yazdığı kitabı sırf solucanlara ayırmasında White'ın büyük etkisi olmuştur. Sonuç olarak doğa tarihçileri kuş gözlemciliğini bu mektupların başlattığında hemfikir.

Peki ama diyeceksiniz kuşlar ne alemde. Durumları pek parlak değil. Aşırı avlanma, pestisitler ve onları yerlerinden yurtlarından eden çarpık kentleşme- bunların hepsi sevgili kuşların geleceğini tehlike altına sokuyor. Bu günkü durumu da yine bir mektup çok güzel açıklıyor. Mektubu kuşların ağzından Malazyalı şair Usman Awang yazmış:

"Kuş Toplumundan Valiye Mektup Sayın Vali,

Biz kuşlar parlak bir sabah terk edilmiş meclis binasının çatısında bir toplantı yaptık.

Kelebekler de toplantıya özel misafir olarak katıldı. Her ne kadar senin için oy vermediysek de, bizlere verdiğiniz Yeşil Kent vaadini tutmanızı istiyoruz... Yazıklar olsun, doların yeşili uğruna kentin yeşilini yok ettiniz."

Sanırım bu mektubu hangi kent valisine gönderirseniz gönderin, yalnız adres diye geri gelmeyeceğinden emin olabilirsiniz.

Sargun A. Tont



Doğanın Harika Ürünü Arı Sütü

Arı ürünleri arasında besin maddelerince en zengini olan arı sütü, 5-15 günlük yaştaki işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanan ve ana arı ile genç larvaların beslenmesinde kullandıkları bir gıda maddesidir. Beyaz-krem renkte, pelte kıvamında, kendine özgü kokusu ve ekşi-acı bir tadı bulunmaktadır.

ARI KOLONİSİNİ oluşturan bireylerden ana arı ve işçi arılar aynı genetik yapıya sahip olmalarına karşılık, larva döneminde farklı oranda ve sürede arı sütüyle beslenmeleri aralarında kast farklılaşmasına neden olmaktadır. Ana arılar, tüm larva ve ergin dönemlerinde arı sütü ile beslendiğinden yumurtalıkları ve spermatekalari (erkekten gelen spermayı depo ettikleri kese) çok iyi gelişmekte, günde 1500-3000 yumurta bırakmakta ve birkaç yıl bu üretkenliğini sürdürerek koloninin geleceğini yönlendiren en önemli bireyi olmaktadır. Ana arının dömlü olarak bıraktığı yumurtalardan oluşan larvalar ilk 3 gün arı sütü, 3. günden sonra bal ve polen karışımı ile beslendiğinde işçi arılar oluşmaktadır. İşçi arılar 21 günlük gelişme sürelerinden sonra ana arıdan oldukça küçük yapıda, üreme organları gelişmemiş; koloni içersinde ve dışında yapacakları işlevlerine uygun olarak çeneleri, yavru gıda bezleri, mum bezleri, koku bezleri gelişen, vücutları nektar ve polen toplamaya uygun ve yaşam süreleri ancak 35-40 gün olan koloninin en kalabalık bireylerini oluşturmaktadırlar.

Arı sütü, salgılandığı gibi, depolanmadan doğrudan ana

arı ve genç larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesi olması açısından geleneksel bir arı ürünü değildir. Ana arıların özel olarak arı sütü ile beslenerek aynı genetik yapıya sahip işçi arılardan farklı yapısal özellikler göstermesi, uzun ömürlü olması ve olağanüstü verimliliğe sahip olması; insanlar üzerinde de benzer etkiler gösterebileceği görüşü dünden bugüne bu ürünü çok çekici bir duruma getirmiştir.

Günümüzde arı sütünün insan sağlığına doğrudan katkısının bilimsel olarak kanıtlanamamış olmasına ve klinik etkileri konusunda ciddi eksikliklerin bulunmasına karşın; arı sütünün biyolojik, klinik özellikleri, üretim tekniği ve kalite kontrolü konusunda yapılan çalışmalarda önemli aşamaların kaydedilmiş olması sevindiricidir.

Arı sütü 30-35 yıldan bu yana insanlar tarafından çeşitli hastalıkların sağıtılmasında, vücudun sağlıklı ve dinç tutulmasında hücre yenileme özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Son yıllarda arı sütünün apiterapi alanında kullanımı da üretimini cazip duruma getirmiştir. Saf arı sütü üretiminin

ve korunmasının oldukça zor, son derece teknik ve yoğun işgücü gerektirmektedir. Üretici durumundaki arı yetiştiricilerinin bu konuda bilinçli olması tüketici haklarının korunması açısından son derece önem taşımaktadır.

Dünyada arı sütünün üretim ve ticareti Çin, Japonya, Taiwan ve Yeni Zelanda gibi Uzak Doğu ülkelerinde yapılmaktadır. Çin yılda 1000 ton arı sütü üretimi ile ABD ve birçok Avrupa ülkesinin arı sütü talebini karşılamaktadır. Ülkemizde arı sütü üretimi 1990' lı yıllarda küçük çapta başlamasına karşın talebin büyük bir kısmı Çin, Fransa, İtalya ve BDT ülkelerinden ithal edilerek karşılanmaktadır.

Ülkemiz arı yetiştiricilerinin arı sütünün üretim, muhafaza tekniği ve pazarlaması konularında çok fazla bilgiye sahip olmaması, teknik sorunlarla karşılaşmaları, bazı üreticilerin arı sütüne katkı maddeleri karıştırarak pazarlamaları tüketici ve ihracatçıları zor durumda bırakmakta, sağlığı konusunda şüphe oluşmasına neden olmaktadır. Bu açıdan ülkemizde arı sütünün önemi, özellikleri, üretimi, muhafaza tekniği, kullanım alanlarının bilinmesi; üretici ve tüketicilerin bu yönden aydınlatılması gibi konulara önem veril-melidir.



Balmumundan hazırlanmış yapay ana arı yüksükleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Arı sütü yüksek viskoziteli, akıcı kıvamda, karmaşık fiziksel ve kimyasal yapısına karşın oldukça homojendir. Rengi hafif bej-sarıdır. Tadı ekşi ve kokusu keskin fenolik yapıdadır. Yoğunluğu 1.1 g/cm³ olup kısmen suda çözünabilmektedir.

Arı sütünde mum ve larva kalıntıları'nın bulunması sağlığı konusunda bir gösterge olsa da bu durum arı sütü toplama yöntemiyle ilgilidir. Asidik bir yapıda (pH 3.6-4.2). olan arı sütünün bileşiminde su, protein, şekerler, yağlar ve mineral maddeler bulunmaktadır (Çizelge 1). Taze arı sütünün 2/3'ü su, kuru ağırlığının önemli bir kısmını protein ve şekerler, azotlu maddelerin %73.9'unu proteinler oluşturmaktadır. Yapısında altı çeşit büyük protein ve dört adet glikoprotein bulunmaktadır. Azotlu yapıların %2.3'nü serbest aminoasitler ve %0.16'nı peptitler oluşturur. Yapısında insanlar için temel gerekliliği olan 29 aminoasit ve türevlerinin tamamı bulunmaktadır. En önemli olanları aspartik asit, glutamik asit, prolin ve lisindir. Arı sütünde glikoz oksidaz, fosfataz ve kolinesteraz enzimleri ile insülin benzeri bir madde de tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Arı Sütünün Yapısı

İçindekiler	Minimum	Maksimum
Su	% 57	% 70
Proteinler (N x 6.25)	Kuru ağırlığın % 17'si	Kuru ağırlığın % 45'i
şekerler	Kuru ağırlığın % 18'i	Kuru ağırlığın % 52'si
Yağlar	Kuru ağırlığın % 3.5'i	Kuru ağırlığın % 19'u
Mineraller	Kuru ağırlığın % 2'si	Kuru ağırlığın % 3'ü

Arı sütünde bulunan şekerlerin yapısı bal benzer özellik göstermektedir. Toplam şekerlerin %90'ını fruktoz ve glikoz oluşturur.

Lipidler arı sütünün önemli bir özelliğini yansıtır. Lipid türevleri serbest yağ asitlerinin %80-90'nı oluşturur. Bunlar, hayvan ve bitkilerde yaygın bulunan 14-20 karbon atomlu yağ asitlerinin aksine, çoğunlukla 8-10 karbon atomlu, kısa zincirli hidroksi-yag asitleri veya dikarboksilik asitlerden oluşmaktadır. Arı sütü yapısına giren ve biyolojik özellik gösteren yağ asitleri ile steroller, larva döneminde endokrin sistemini, diğer protein ve lipidler de hücre çoğalmasını etkileyerek işçi ve ana arı arasındaki fizyolojik ve morfolojik farklılığa neden olmaktadır. Toplam kül içeriği yaş



Sağlıklı bir ana arı ve çevresinde bulunan bakımsız arılar

Üretim Tekniği

Arı sütü, ana arı yetiştirmek amacıyla kolonilerin uyarılmasıyla elde edilmekte ve çok az bir yatırımı gerektirmektedir. Ancak diğer arı ürünlerinin üretimine oranla daha fazla uzman kişi ve zaman isteyen bir çalışmayı gerektirir. Kolonilerin ana arı değiştirmek veya oğul hazırlığı için yaptıkları doğal ana arı memelerinden arı sütü elde edilebilir. Bu şekilde yapılan üretimden fazla arı sütü (1g/2 koloni) elde edilemez. Ancak iyi hazırlanan bir koloniden 5-6 aylık dönemde yaklaşık 500g arı sütü üretilebilir.

Arı sütünün geniş çaplı üretiminde, ana arı yetiştirilmesinde kullanılan Doolittle yönteminin değişik bir şekli uygulanmaktadır. Bunun için kuvvetli arı kolonilerine, yüksük taşıma çitalarına, balmumu veya plastikten yapılmış yüksük kalıplarına, ana arı ızgarasına, transfer kaşığına, hasad kaşığına, koyu renkli cam kaplara, buzdolabı ve derin dondurucuya gereksinim bulunmaktadır. Özellikle arı sütünün çok çabuk bozulma özelliği göstermesi nedeniyle soğutucu önem taşımaktadır. Üretim kolaylığı açısından kovanlarda özel değişiklikler yapılabilir ve santrifüjli ekstraktör kullanılabilir.

Çevrede bal arılarının yararlanabileceği nektar ve polen kaynakları yeterli düzeyde olsa bile kolonilerin ek beslenmesi arı sütü üretimini artırıcı yatırımlardır.

Arı sütü üretimi analı ve ana arısı alınan kolonilerde yapılabilir. Bu yöntemle üretimin ekonomik olması için, transfer edilen larvalı yüksükler başlatıcı koloniler kullanılmadan bitirici kolonilere doğrudan verilir. Analı ve güçlü kolonilerde üretim yapılacak ise ana arı, yavru ve yumurta bırakabilmesi için boş petekler ile kuluçkalığa (1. kata) bir ana arı ızgarası ile kapatılır; 2. kata genç ergin arılı, polenli, ballı

petekler ile transfer edilen larvalı yüksükleri içeren taşıyıcı çerçeve yerleştirilir. Ancak anasız kolonilerde daha fazla arı sütü üretimi söz konusudur.

Arı sütü üretimine arıların ırkı, mevsim, nektar ve polen kaynakları, kolonilerin beslenmesi, transfer edilen larvaların yaşı, transfer sayısı, kolonilerin gücü, arı sütü üreten işçi arıların sayısı ve salgı bezlerinin morfolojik yapısı gibi bir çok etken etkili olmaktadır.

Aşılama yapılacak oda 30-35 °C sıcaklıkta ve %60-65 nisbi nemde olmalıdır. Önceden hazırlanan balmumlu veya plastik yüksüklere 1:1 oranında sulandırılmış arı sütü+su karışımı damlatılır. Transfer için 12-24 saatlik larvaların bol olduğu bir petek, kolonilerden seçilerek transfer yapılır ve önceden

hazırlanan bitirici koloniye verilir. Transferden 72 saat sonra, kolonilerden aşılama çerçeveleri alınır ve içindeki ana arı larvaları çıkartılarak arı sütleri küçük bir vakumlu pompa veya küçük çaplı üretimlerde spatul yardımıyla yüksüklerden hasad edilir. Elde edilen arı sütü naylon bir filtreden geçirilerek balmumu ve larva artıklarından temizlenmelidir. Arı sütü koyu renkli cam şişelere konulmalı, hava ile doğrudan temastan kaçınılmalı ve hemen

soğutucuya konulmalıdır. Üretimde kullanılan tüm malzeme, ekipmanlar sıcak su veya saf alkolle dezenfekte edilmelidir. Laboratuvar mutlaka temiz tutulmalı, hasad işlemi güneş ışığı altında ve dışarıda yapılmamalıdır.

Bu yöntemle ticari açıdan yüksük başına elde edilen arı sütü miktarı 200 mg dan az olmamalıdır. Tutma oranının az olması koloninin süt için isteksiz olduğunu veya koloninin hazırlanışında teknik hata yapıldığını gösterir. Bu nedenle arı sütü üretimi iyi bir organizasyon, zamanlama,

teknik bilgi ve beceriyi gerektirmektedir.



Doğal ana arı memeleri ve arı sütü. Ana arı pupası, ana arı larvası ve arı sütü.



Yapay ana arı memeleri ve bakıcı işçi arılar



Larva transferi



Arı sütü ve larvanın görünüşü

	Çizelge 2. Arı sütünün yaş ağırlığında vitamin içeriği (mg/g)							
	Thiamin	Riboflavin	Pantotenik Asit	Pridoksın	Niasin	Folik	Inositol Asit	Biotin
Minimum	1.44	5	159	1.00	48	0.130	80	1.1
Maksimum	6.70	25	265	48.00	88	0.530	350	19.8

ağırlığının %1'ini, kuru ağırlığının %2-3'nü içermektedir. Potasyum, Kalsiyum, Sodyum, Çinko, Demir, Bakır ve Magnezyum arı sütünde belirlenen minerallerdir. Arı sütü vitaminlerce zengin bir üründür (Çizelge 2), içeriğinde A, D ve K vitaminleri bulunmamaktadır.

Arı sütünde seks hormonları varlığının araştırılmasında günümüze kadar önemli bulgular ortaya konulmuştur. Arı sütünün dişi farelerde cinselliği uyarıcı etkisinin olmadığı, herhangi bir seks hormonu içermediği belirtilmektedir. Ancak son yıllarda radyoimmünojenik yöntemlerle eser miktarda (0.012 mg/g yaş ağırlık) hormonların varlığı ortaya konmuştur. Buna karşılık bir erkek birey, günde 1 g yaş arı sütü içerisinde bulunan bu hormon miktarının 250.000.-1 000 000 katını üretebilmektedir. Bu nedenle çok az bulunan hormonların insanlar üzerinde biyolojik etkisinin olmayacağı görüşü ağırlık kazanmıştır.

Fizyolojik Etkileri

Bal Arılarına Olan Etkileri

Arı sütü: İşçi arılar tarafından salgılanan, petek gözelerinde gelişen genç larvaların (0-3 gün) ve ana arıların ömür boyu beslenmesinde kullanılan bir besin maddesidir. İşçi arılar arı sütünü hypopharyngeal salgı bezlerinde 8-14 günlük olgunlukta iken maksimum düzeyde üretmekte, 17-19 günlük yaştan sonra salgı bezleri küçülerek üretim düşmektedir.

Arı sütünün dişi larvalar üzerindeki hormonal etkileri yalnız işçi ve ana arı arasında kast farklılığını ortaya çıkarmamakta; ana arının verimliliğine de etkide bulunmaktadır. İşçi arılara oranla daha fazla miktarda arı sütü ile beslenen ana arıların ömrü 5-7 yıla kadar uzamaktadır. İşçi arılarda ise ömür uzunluğu 35-42 gün ile sınırlanmıştır. Arı sütünün ana arının yaşam uzunluğu ve verimliliği için gerekli olduğu, ancak bu iş için arı sütündeki

hangi maddelerin hangi düzeyde etkili olduğu halen bilinmemektedir. Bu konuda hormonların ve diğer maddelerin etkilerini ortaya koymak ve kaliteli ana arı elde etmek amacıyla sayısız çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalarda ana arının özelliklerini belirleyici etkenlerin neler olduğu konusunda kesin bir sonuca ulaşılamamıştır.

İnsanlar Üzerinde Etkisi

Arı sütü başlangıçta, insanları gençleştirici etkisiyle kamuoyuna tanıtılmıştır. Bu konu Avrupa'nın en yaygın ve popüler yayın organları ile desteklenmiştir. Arı sütünün 1-2 ay süreyle günde 200-500 mg dozda ağızdan alınmasının olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Arı sütü kullanan insanlar; sağlık sorunlarını giderdiğini, uyarıcı olarak vücut fonksiyonlarını harekete geçirerek genelde bir iyileşme, öğrenmede kapasite artışı, hafıza performansının ve kendine güvenin artmasını sağladığı bildirilmiştir. Ancak kronik ve tekrarlayan hastalıkların iyileştirilmesinde istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Bu konularda bilimsel çalışmaların yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Tüketim Şekilleri

Arı sütünün yararları bilimsel anlamda günümüze kadar kanıtlanmamış olmasına karşın, bu konuda yapılan reklamlar ve hazırlanan etiketler abartılı bilgiler ve önerilerle doldurulmakta, arı sütü adı altında çeşitli ürünler de sunulabilmektedir. Bu girişimler, arı sütünün fiyatını artırarak kısa vadede kazanç sağlasa da, uzun vadede insanlar açısından büyük tehlikeler yaratmaktadır.

Arı sütü besleyici özelliğiyle değil, varsayılan tedavi edici değerleri ve uyarıcı etkileri göz önüne alınarak tüketilmektedir. Arı sütünü tıbbi bir ürün olarak tanımlamak doğru değildir. Bu alanda tanımlanması için üretim, pazarlama ve kullanımın ilaç endüstrisinin özel bir alanında değerlendirilmesi gerekmektedir. Tüketiciler genellikle arı sütünü işlenmemiş, doğal ve hasat edildiği şekli ile pazarlanmasını tercih etmektedir. İşlenmemiş arı sütü en uygun olarak günde 250-500 mg dozda, koyu cam şişelerde veya özel izotermal paketleme sistemi içerisinde pazarlanabilmektedir. Üreticiler arı sütünü bireysel olarak larvaları alınan doğal ana arı yüksüklerinde saf olarak küçük plastik kutular veya cam kavanozlar içinde paketleyerek satmaktadır. Bu tip paketlemede arı sütü iyi korunamamakta ve sorunlar yaşanabilmektedir. Ancak tüketicilerin işlenmemiş saf, taze arı sütü aldıklarından emin olabilmeleri için bu tip pazarlama son derece etkileyici ve kazançlı olabilmektedir. Bu şekilde pazarlanan arı sütü, depolama, taşıma ve satış sırasında 5°C'den aşağıda tutulmalıdır.

Arı sütünün bal ile karışımı (%1-3 arı sütü) en yaygın kullanım şeklidir. Balın arı sütünde herhangi bir değişime neden olmaması ve hazırlan-

masında özel bir teknoloji gerektirmemesi bu kullanım şeklinin avantajlı yönleridir. Elde edilen karışım iyi bir tada ve her iki ürünün yararlı etkilerini koruyan özellikler taşımaktadır. Bu karışımın depolanması konusunda kesin bilgiler bulunmamasına karşın buzdolabında saklanması önerilmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde arı sütü, benzer asitliğe sahip yoğunlu ile zenginleştirilmiş besin olarak kullanılmaktadır. Yoğurt+arı sütü karışımı buzdolabında saklanmalıdır. Vitamin katkıları ve suları dondurulmuş meyveler, kurutulmuş arı sütü ile zenginleştirilerek pazarlanmaktadır. Asya ülkelerinde arı sütü yaygın olarak içeceklerle katılarak tüketilmektedir. Arı sütü bal, şeker, reçel ve pektin ile yapılan jellerle karıştırılarak da pazarlanmakta, ancak bu karışımlarda arı sütünün özelliklerinin korunabilmesi konusunda kesin bilgiler bulunmamaktadır.

Arı sütü, ilaç benzeri formülasyonlarda genellikle uyarıcı etkisi ve özel sağlık sorunlarını giderici özelliği göz önüne alınarak kullanılmaktadır. Ancak bu tip kullanımların bilimsel açıklaması yapılmadığından bu konularda yapılan reklam ve bilgilerin dikkatle uygulanması gerekir. Arı sütü uzman bir hekim tarafından önerilmedikçe kesinlikle bu tür preparatlar tüketilmemelidir. Arı sütü içeren preparatların hazırlanma şekilleri aşağıda özetlenmiştir.

* Kurutulmuş arı sütünün ayrı bir çözücü içinde tek doz olarak hazırlanması: Dondurularak-kurulan arı sütü 250 mg içeren tek doz şeklinde çeşitli dolgu ve tatlandırıcı maddeler (şeker, tuz, aromalar, sitrik asit, glisin) ile hazırlanmakta; genellikle bitki ve polen ekstraktları, mayalar gibi ek bileşimler de karıştırılabilmektedir.

* Kurutulmuş arı sütünün çözücülü veya çözü-

cüsüz bileşimlerinin, tablet veya kapsül şeklinde tek doz olarak hazırlanması: Kurutulan arı sütü ve çözücü, ayrı taşıyıcı kaplar içerisinde paketlenerek depolama ömrü uzatılmış bir şekilde pazara sunulmaktadır. Arı sütü toz haline getirilen şeker ve gam arabik gibi bağlayıcılarla karıştırılarak özel makineler yardımıyla tablet, sert ve yumuşak kapsül şeklinde de hazırlanabilmektedir.

* Sıvı arı sütünün enjeksiyon veya ağız yoluyla kullanımı için tek veya çok doz olarak hazırlanması: İşlenmemiş taze arı sütü sıvı çözelti haline getirilir, bu çözeltiye bir miktar alkol ve propolis ekstraktı eklenmesi mikrop üremesini engeller. Bu preparatlar Asya ve Latin Amerika ülkeleri tarafından ihraç edilmektedir. Diğer bir enjektilebilir formülasyon bal, arı sütü ve ginseng alkol ekstresi içeren ürünlerdir. Bu ürünlerin bulaşma ve toksisite problemlerine karşı üretiminin yetkili bir laboratuvarla yapılması önerilmektedir. Enjeksiyon yoluyla insanların kullanabileceği arı sütü ekstraktlarının üretimi patentli ve uygulamaları denetleyen kurullar gözetiminde yapılmaktadır.

Arı sütü yaygın olarak kozmetik ürünlerinde, birçok dermatolojik preparatlarda bulunmakta ve genellikle hücre yenileme ve gençleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır. Yanma ve yaralarda kullanılan krem ve merhemlere genellikle %0.05-1 oranında arı sütü katılmaktadır. Ancak bu ürünlerin çabuk bozulma eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Kuru arı sütü laktöz ile karıştırılarak elde edilen hamur, 0°C 'de tutulan çeşitli kozmetik preparatlarla eklenmektedir. Özellikle arı sütünün taze veya kuru şekli yarış atlarını uyarda, laboratuvarlarda akar ve böceklerin yetiştirilmesinde kullanılmaktadır.



Çizelge 3. Arı sütünün bilimsel olarak kanıtlanmamış yararları

İç Kullanım

Tonik, fiziksel performansı uyarıcı etki.
İyi hafıza, öğrenme kapasitesi ve kendine güven.
Genel sağlık düzelmesi, cinsel istek ve performansın artması. İştah artması.
Anoreksi, nezle, iştah artması, kansızlık, kolesterol gibi durumlarda düzeltici etki.
Viral enfeksiyonlara karşı direncin artması

Yüksek ve düşük kan basıncı damar sertliğinde müsait etki.
Kronik ve tekrarlayan hastalıklar

Dış Kullanım

Deri rahatsızlıkları:
Epitelyal uyarı ve yeniden büyüme
Kırışıklıklara karşı
Deri yağ salgısının normalleşmesi

Bilimsel Olarak Kanıtlanan Yararları

Arı sütü, laboratuvar hayvanlarına vücut ağırlıklarının her bir kilogramı için 3 g/gün ve daha fazlası enjekte edildiğinde toksik ve mutajenik mütasyon yaratıcı bir etki göstermemiştir.

Yama testleri uygulanan hasta deneklerin 2/10'nun allerjik temasa bağlı deri allerjisi geliştirdikleri bildirilmiştir. Arı sütünün en yaygın kullanım şekli olan kas içine veya karın içine enjeksiyonların son yıllarda insanlar üzerinde ciddi allerjik reaksiyon oluşturması nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir. Günümüzde arı sütü genellikle ağızdan alınmakta ve kozmetiklere katılarak kullanılmaktadır.

In vitro çalışmalar arı sütünde bulunan 10 HDA'nın antibiyotik etkiye sahip olduğunu desteklemektedir. Antibiyotik etki sıcaklığa bağlı olarak değişebilmekte uzun süreli veya yetersiz depolama koşullarında azalmaktadır. Antibiyotik etki *Esheria coli*, *Salmonella*, *Proteus*, *Bacillus subtilis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarına karşı kanıtlanmıştır. Ayrıca *Micrococcus pyrogenes* karşı penisilinin gösterdiği etkinin 1/4'nü göstermiştir. In vitro koşullarda arı sütünün antiviral etki gösterdiği kanıtlanmıştır.



Transfer çerçevesinin kovandan alınması



Ana arı larvalarının çıkartılması ve gözlerdeki arı sütünün görünüşü

Yağ asitlerinin anti-bakteriyel etkisinin herhangi bir iç uygulamada tedavi edici değerini göstermediği ağırlık kazanmaktadır. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde arı sütünün etkileri genellikle ağız veya enjeksiyon yoluyla kullanılarak belirlenmektedir. Allerjik reaksiyon için önemli risk taşımakla birlikte, hormonal etki en iyi enjeksiyon yolu ile kullanımlarda görülmektedir.

Ağız Yoluyla Kullanımı

Arı sütünün tavşan, bıldırcın ve tavukların verimliliklerine etkisi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Tavşanların normal besinine arı sütünün (100-200 mg/kg vücut ağırlığı) eklenmesi embriyo gelişimi ve fertilitenin artmasını sağlamıştır. Japon bıldırcınlarının besinlerine yüksek dozda (0.2 g) dondurulmuş kurutulmuş arı sütünün eklenmesi seksüel olgunluğa daha kısa sürede erişmelerini ve daha fazla yumurtlamaları sağlamıştır. Tavuk besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi yumurta üretimini, verimini ve kuluçka çıkış ağırlığını artırdığı, günde 10-40 mg uygulanmasının ise erkek ve dişi üreme organlarında herhangi histolojik bir değişim veya ağırlık kazancı yaratmadığı belirlenmiştir.

Farelerde besinlerinin bir kilogramına 1g arı sütü eklenmesi canlı ağırlık artışı sağlamakta, ancak yüksek dozlarda kullanımda azalma kaydedilmektedir. Tavuk, keklik ve sülünlerin besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi canlı ağırlıkta artış sağlamaktadır. Farelerin midelerine doğrudan 10, 20 ve 40 mg arı sütünün enjekte edilmesi ağırlık artışı sağlamaktadır. Buzağılara (7 günlük) 0.02 g/gün miktarında arı sütü kullanılması kontrol grubuna oranla altı ay içerisinde %11-13 ağırlık kazancı sağladığı; daha düşük ölüm oranı ve enfeksiyonlara karşı daha yüksek direnç olduğu görülmüştür.

Enjeksiyon Olarak Kullanımı

Arı sütünün intravenöz enjeksiyon şeklinde kullanımı, kan damarlarında geçici



Elde edilen saf arı sütü

ci büyümeye ve düşük kan basıncına neden olmakta ve bu etkiler asetil koline bağlanmaktadır. Arı sütünün enjeksiyon şeklinde kullanımı, ağız yoluyla kullanıma göre kandaki şeker düzeyini daha fazla artırmaktadır. Fareler de hipoglisemik (insülin benzeri) tepki göstermemiştir. Domuzlarda arı sütü (100-300 mg/1kg vücut ağırlığı) enjeksiyonu ağırlık artışı sağlamaktadır. Farelere çok az arı sütünün enjekte edilmesi kandaki hemoglobin ve eritrosit miktarını artırmakta, 10 mg ve yüksek dozları güç ve ağırlık artışı sağlamakta, 100 mg ve yüksek dozlarının ise ağırlık kaybına ve beyin korteks hücre metabolizmasını zayıflattığı saptanmıştır.

Denek Hayvanlarında Yapılan Testler

Arı sütünün insan hastalıklarına olan etki mekanizmasını ortaya koyabilmek için hayvanlar üzerinde yapılan çeşitli testlerden yararlanılmıştır. Arı sütünün insanlarda kolesterol ve trigliseridlerin kan plazma düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Tavşanlarda arı sütünün kan plazma lipid düzeyine etkisi olmadığı, kolesterol birikimi yapan besinlerle beslenen hayvanların kanındaki kolesterol içeriğini azalttığı bildirilmektedir.

Arı sütünün tavşanlarda kemik iyileşmesini yükselttiği, farelerde deri lezyonlarının iyileşmesini hızlandırdığı ve anti-enflamatuar etki gösterdiği bildirilmektedir. Tümör hücre kültürlerindeki bileşiklerin bir kısmı test edilerek, arı sütünde bulunan 10 HDA ve bilinen dikarboksilik asitlerin inhibitör etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Arı sütü almayan kontrol grubu fareler ile arı sütü (20 mg/kg-vücut ağırlığı) verilen ve ışın verilerek tümör oluşturulan fareler karşılaştırıldığında; arı sütünün yaşam süresine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Arı sütünün profilaktik ve ağız yoluyla kullanımında farelerde tümör büyümesinin engellendiği; hızlı büyüyen kanser üzerinde etkisinin önemsiz olduğu, yavaş büyüyen katı tümörlerde olumlu sonuç gösterdiği vurgulanmaktadır.

Çizelge 4. Arı sütünün insanlar üzerindeki etkileri.

Uygulamalar	Açıklama
Prematüre bebekler ve çeşitli sebeplerle besin eksikliği	Oral olarak 8-100 mg, genel koşullarda iyileşme; açlık, iştah, kırmızı kan hücreleri ve hemoglobinde artış.
Oldukça yaşlı (70-75 yaş), iştahsız, depresyonlu ve düşük kan basıncı hastalar	Her iki günde bir 20 mg enjeksiyonla bütün kullanıcılarda gelişme. Her iki günde bir oral yoldan 20 mg alındığında yukarıdaki gibi gelişme
Psikiyatrik belirtilerde	Güç kaybı, sinirsel kırılganlık, duygusal problemler ve psikoaktif ilaçların yan etkisini gidermede gelişmeler
Kronik tüberküloz hastalarında	Arı sütü, bal ve ginseng karışımı ile ağırlık kaybı ve fizyolojik koşullarda gelişme fakat kan karakteristiklerinde değişimler
Metabolizma uyarıcı	Proteinlerle karşılaştırılabilir uyarıcı etki, enzimatik karışımların etkinliğine bağlanan etki
Yara sağaltımında	5-30 mg/ml yara içerisine enjekte edilerek derinin yeniden gelişmesi

İnsanlar Üzerindeki Etkileri

Arı sütünün insanlar üzerinde etkileri Doğu Avrupa'da yapılan çalışmalarla gündeme gelmiştir (Çizelge 4). Ancak bu konuda yapılan bir çok test yönteminde eksiklik ve kullanılan parametreleri değerlendirmedeki güçlükler nedeniyle bilimsel yönden açıklanamayan belirsizlikler günümüze kadar yansımaktadır.

Arı sütü aktivitesinin mekanizması tam olarak bilinmemekte ve ileri sürülen sayısız hipotezin hiçbiri desteklenmemektedir. Vitamin içeriğinin yüksek olduğu konusundaki bulguların benzer vitamin miktarını içeren bir bardak süt veya diğer besinlerle karşılaştırılması, bu konudaki yanlışlığı ortaya koyabilmektedir. Arı sütünün intestinal florada yarattığı antimikrobiyal etkileri daha çok pH ile ilgilidir.

Günümüzde bal arıları ve arı sütü ile, insanlar ve arı sütü arasında benzer etkileşimlerin kurulması gibi konuların arı sütünün alım dozu, miktarı ve alım şekli dikkate alınarak incelenmesi önem kazanmaktadır. İnsanların arı sütünü değişik şekillerde kullanması ve tüketmesi onlara daha gençlik ve uzun yıl canlılık kazandırmamaktadır. Ancak besinlerle birlikte alındığında olumlu sonuçlar ortaya çıkarmakta ve bireysel sonuçların açıklanamadığı sinerjik etkiler oluşmaktadır. Yukarıda sıralanan hipotezlerin ciddi klinik ve bilimsel denemelerle ortaya konulması gerekmektedir.

Koruma

Arı sütü raf ömrü çok kısa olan bir maddedir. Bu ürünün biyolojik aktivitesi konusunda kanıtlanan veya kabul edilen bir bilginin olmaması, uzun süreli depolama sonrası etkinliğinde belirsiz kılmaktadır. Ancak uzun süreli depolamada asiditesinin ve çözünemez protein oranının

arttığı, serbest aminoasitlerin, glikoz oksidaz ve diğer maddelerin azaldığı konusunda bazı bilgilerin bulunması, biyolojik aktivitenin depolanmadan etkilendiğini göstermektedir. Soğutma ve dondurma, kimyasal değişiklikleri azaltmakta ve geciktirebilmektedir. Arı sütünün dondurularak kurutulmuş jel hali en uygun saklama şekli olmakla birlikte, bu kullanım şeklinde de bazı değişiklikler söz konusu olmaktadır.

Bu açıdan arı sütünün önlem olarak en azından 0-5°C'de buzdolabında veya en iyi saklama şekli olarak ev koşullarındaki dondurucularda -17°C'nin aşağısındaki sıcaklıklarda saklanması gerekmektedir. Ancak ürün faaliyeti ve sakla-

ma şekli açısından kesin ve emin sınırları ortaya koymak için herhangi bir kriter bulunmamaktadır. Arı sütü mümkün olduğu kadar kısa sürede tüketilmelidir. Avrupa'da pazarlanan arı sütü ürünleri için önerilen saklama süresi üretimden sonra buzdolabında 18 ay, -17°C'de depolanması durumunda ise bu süre 24 aya kadar çıkabilmektedir. Arı sütünü dondurulup çözülerek paketlenmesinden sonra buzdolabında 12 aydan daha fazla saklanmaması önerilmektedir.

Dondurularak-kurutulan arı sütü ve arı sütlü ürünler oda koşullarında genellikle birkaç yıl saklanabilir. Dondurularak-kurutulan arı sütü, kesinlikle taze durumundan daha kararlı bir yapıya sahiptir. Taze olarak kurutulmuş arı sütü için saklama önerileri; arı sütü katılan tüm yaş ve kuru ürünler için de geçerli olmaktadır. Karbonhidrat ve protein gibi kolayca emebilir destek maddeleri ile karıştırılarak dengelenen arı sütü yöntemi Fransa'da 1956'da patent almıştır. Bu yöntemde 0°C'de 100 g laktoz ile 10 g taze arı sütü karıştırılarak hamur haline getirilmektedir. Ancak bu uygulama, ürünün raf ömrünü uzatmaya yönelik olmamaktadır.

Arı Sütünün Pazarlanma Şekilleri

Dondurularak-Kurutulan (Liyofilize edilmiş) Arı Sütü

Dondurularak kurutulmuş arı sütü son derece su emici özelliğe sahip bir tozdur. Vakum ortamında dondurulan üründen su içeriği yüksek sıcaklıkta buharlaştırılarak elde edilir. Kurutma işlemi buharlaşma yoluyla değişken bileşikler tutmakta ve ürünün doğal yapısına zarar vermeden yapılmaktadır. Kurutma sürecinde arı sütü bir miktar su ile seyreltilir ve 35°C'yi geçmeyecek şekilde ısıtılır. Arı sütünün bu yöntemle üretiminde geniş kapasiteli endüstriyel kurutma sistemine gereksinim bulunmaktadır. Küçük laboratuvar modelleri sadece analiz için kullanılsa bile, küçük hacimli arı sütü bu boyuttaki ekipmanlarla yeterli bir şekilde işlenebilir. Küçük bir kurutma sistemi için yaklaşık 10 000 dolarlık bir yatırım yeterli olurken daha geniş sistemler için birkaç yüz bin dolar gerekmektedir. Dondurularak kurutulmuş arı sütü doğrudan pazara sunulabilir.

Arı Sütü-Bal Karışımı

Bu üretim şekli için sıvı ve hızlı kristalleşen ballar kullanılabilir. Balın nem içeriği %16'dan düşük olmalıdır. Arı sütünün her bir gramına 0.6-0.7 g suyun eklenmesi balın fermente olmasına neden olur. Bu sorunların yaşanmaması için dondurularak kurutulmuş arı sütü kullanılmalıdır. Ayrıca yüksek nem içeriğine sahip ballarda arı sütü baldan ayrılma ve yüzeyde toplanma eğilimi gösterir. Karışımı hazırlamak için arı sütü az miktarda bal ile karıştırılır sonra balın kalan kısmı eklenerek tekrar karıştırılır. Arı sütü krem bal, polen, propolis ekstraktı gibi diğer arı ürün-

lerine eklenerek de hazırlanabilir. Arı sütü-bal karışımı saf bal gibi paketlenir. Ancak paketlenmede renkli şişe ve kartonlar kullanılmalıdır. Bu karışımın buzdolabında saklanması önerilmektedir.

Arı Sütü-Yoğurt Karışımı

Yoğurt, arı sütü gibi düşük pH'ya sahip ve soğuk havada saklanması gereken bir üründür. Bu açıdan elde edilen karışımın saklanması ve pazarlanmasında sorunlarla karşılaşılması olasıdır. Genel olarak her bir kilogram yoğurda 2 gram arı sütü eklenerek karışım elde edilir. Standart olarak 125 gram yoğurt içinde 250 mg arı sütü bulunmalıdır.

Arı Sütlü Jel ve Yumuşak Karamel Karışımı

Ağırlıkça içinde %20-25 birim su, %75 sakkaroz, glikoz, bal veya meyve püreleri, 1-1.5 birim pektin, 1 birim arı sütü ve az miktarda sitrik asit, bitki ekstraktları gibi aromatik maddeler karıştırılarak hazırlanmaktadır. Pektin veya diğer şekerlerin miktarı karışımın kıvamını belirlemektedir. Arı sütü, hazırlanan jelatin karameller içine düşük sıcaklıkta eklenmekte, karışım soğutulup katıldığı zaman küçük küpler halinde kesilerek toz şekerle üzeri örtülerek plastik kutular içerisinde paketlenerek pazara sunulmaktadır.

Arı Sütünün Sıvı Maddelerle Karışımı

Arı sütünün sıvı maddelerle hazırlanmasında farklı karışım şekilleri kullanılmaktadır. Ürünün küçük ve tek doz şeklinde hazırlanması maliyeti yükseltmekte ve özel ekipman gerektirmektedir. Ancak bu şekilde pazarlanması çok

Kullanımda Dikkat!

Arı sütünün besin, enjeksiyon ve tablet şeklinde kullanılmasında herhangi bir toksik etkisi gözlenmemiştir. Allerjik reaksiyonlar temas veya enjeksiyon yoluyla ortaya çıkabilmektedir. Potansiyel tüm allerjik maddelerde olduğu gibi arı sütü de tam dozda kullanılmadan önce birkaç gün küçük miktarda kullanımlarla denenmeli, allerjik reaksiyon ortaya çıktığında kullanımdan vazgeçilmelidir.

Arı sütünün tedavi edici yönleri ve diğer etkileri kesin olarak kanıtlanmadığından tanıtımı ve paket etiketleri yasal açıdan doğru olmalı; tüketici hakları korunmalıdır. Bu durum zaman içerisinde tüketici güvenini ve satışları geliştirecektir. Üretim ve pazarlama açısından saklama sırasında uygulanan sıcaklık en önemli sınırlayıcı faktördür. Bu nedenle arı sütünün üretim ve pazarlanması son derece iyi planlanmalıdır.

Pazar Durumu

Arı sütünün tahmini değerleri dışında kullanılabilir pazar istatistiği bulunmamaktadır. Çin dünyanın en fazla arı sütü

üreten ve ihraç eden ülkesi konumundadır. Çinde arı sütü üretiminin yıllık 400-500 ton olduğu ve dünya üretiminin yaklaşık %60'ını elinde bulundurduğu tahmin edilmektedir. Bu üretimin hemen tamamı Japonya, Avrupa ve ABD'ye ihraç edilmektedir. Uzak Doğu ülkelerinden Kore, Tayvan ve Japonya da önemli arı sütü üretici ve ihracatçı ülkeler arasında bulunmaktadır. Doğu ve Batı Avrupa ile Amerika ülkelerinde (özellikle Meksika'da) ise daha az üretim yapılmaktadır.

Arı sütünün uluslararası pazarda top tan fiyatı: Çinde 1993 yılında 50-80 dolar/kg, Arjantin'de 1992 yılında 100-180 dolar/kg, çeşitli ülkelerde ise 1964 yılında 180-400 dolar/kg olarak değişiklik göstermiştir. Arı sütünün tablet, kapsül gibi işlenmiş şekillerinin bir kilogramı 300 dolar dan satılabilmektedir.

Asya pazarı potansiyel olarak çok geniş ve olağanüstü bir değer taşımaktadır. Asya ülkelerinin tüketici tercihleri ve alışkanlıkları Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinden oldukça farklı bir yapı oluşturmaktadır. Arı sütünün kozmetik sanayiinde kullanılması batı ülkelerine oranla kalite ve pazarlama açısından çok başarılı ürün

maktadır. Mannitol ve laktoz yerine toz şeker, kaplama maddeleri olarak agar agar, pektin, jelatin, çeşitli zamlar veya balmumu, kokular ve boyalar yerine doğal bitki ekstraktları kullanılabilir.

Arı Sütünün Kapsül şeklinde Hazırlanması

I. Formül: İçinde ağırlıkça 1 birim liyofilize arı sütü, 2-4 birim pulverize edilmiş glikoz, fruktoz, laktoz veya arı poleni, kuru propolis ekstraktı kullanılabilir.

II. Formül: İçindekiler (ağırlıkça), 6 birim ginkgo biloba yaprakları, 4 birim kawakawa kökü, 2 birim melilotus uçları, 8 birim istiridy kabuk tozu, 6 birim liyofilize arı sütünden oluşmaktadır. Her bir kapsül 300-350 mg gelmektedir.

III. Formül: İçinde (ağırlıkça, hepsi kuru) 7 birim ginkgo biloba yaprakları, 3 birim havuç, 3 birim rosehips, 1.5 birim ginseng kökü, 7 birim selenyum mayası, 4 birim buğday embriyosu, 3 birim liyofilize arı sütü bulunmaktadır. Karışıma eklenen maddelerin tümü kuru ve toz halinde olmalı iyice karıştırıldıktan sonra arı sütü eklenerek kapsül haline getirilmelidir. Ürün kıvamı için oranlar çok önemli olmamakla ancak herbal özellik taşımalı, polen, propolis ile zenginleştirilebilir. Katı jelatin kapsülleri doldurma işlemi elle veya çeşitli kapasiteli makineler kullanılarak yapılabilir. Yumuşak jel kapsüllerin üretiminde yağlı ekstraktlara ve pahalı bir teknolojiye gereksinim bulunmaktadır.

Arı Sütünün Kozmetik Ürünlerle Karışımı

Krem veya losyonlara %0.1-1 taze, %0.03-0.3 liyofilize arı sütü eklenerek kozmatikler zenginleştirilebilmektedir. Kremin küçük bir miktarı arı sütü karıştırılır ve sonra kalan kısmı ile karıştırılarak kullanılır.



Tutan ana arı yüksüklerinin görünüşü ve arı sata hasadı için arılardan arındırılan transfer çerçevesinin görünüşü (üstte). Larva transferinin yapılması (altta).



ler elde edilmektedir. Asyada sayıları önemli oranda artan küçük işletmelerde arı ürünleri özellikle arı sütü içeren ürünler başarıyla pazarlanmaktadır. Bu işletmeler yerel tüketici eğilimine göre çalışmakta, yüksek kalitede paketleme ve pazarlama konusuna önem vermemektedirler. Arı sütünün tedavi edici ve yararlı özellikleri bilimsel olarak kanıtlandıkça uluslararası pazarda daha büyük bir potansiyel yaratacağı açıktır.

Ulviye Kumova

Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Öğretim Üyesi, Adana

Ali Korkmaz

Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli-İçel

Kaynaklar

- Blum, M. S., Novak A. F., Taber, S. 1959. 10-Hydroxy-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly. Science, 130:452-453.
- Csuka, J., Baumgartner, J. Dubay, J. 1978. The effect of royal jelly on some reproductive characters of Japanese quail. Zivocisna Vyroba, 23(5):395-400.
- Derevici, A., Petrescu, A. 1965. Experimental studies in vitro and in vivo on the virulicidal action of royal jelly. Lucr. Stiint. Stat. Cent. Seri. Apic. 5:135-143.
- Giordani, G. 1961. Effect of royal jelly on chickens. Avicoltura 30(6):114-120.
- Howe, S. R., Dimick, P. S., Benton, A. W., 1985. Composition of freshly harvested and commercial royal jelly. J. Apic. Res. 24(1):52-61.
- Inoue, T., Inoue, A. 1986. The world royal jelly industry: present status and future prospects. Bee World. 45(2):59-69.
- Jean, E. 1956. A process of royal jelly absorption for its incorporation into assimilable substances. Fr. Pat., 1:118-123.
- Kramer, K.J., Tager, H. S., Childs, C. N., Spiers, R.D. 1977. Insulin-like hypoglycemic and immunological activities in honeybee royal jelly. J. of Ins. Physc. 32(2):293.
- Melampy, R. M., Stanley, A. J. 1940. Alleged gonadotropic effect of royal jelly. Science. 91: 457-458.
- Nakamura, T. 1986. Quality standards of royal jelly for medical use. Proc. of the XXXth Int. Cong. Of Apiculture. Nagoya, Apimondia, 462-464.
- Rembold, H., 1965. Biological active substance in royal jelly. Vitamins and hormones. 23:359-382.
- Sasaki, M., Tsuruta, T., Asada, S., 1987. Role of physical property of royal jelly in queen differentiation of honeybee. Munich, Verlag J. Paperny. 306-307.
- Shibi, C. 1993. The Technique of upgrading the output and quality of royal jelly. Honeybee Royal Jelly Environment. China Popular Science Press. 1-6.
- Takenaka, T., Yatsunami, K., Echigo, T., 1986. Changes in quality of royal jelly during storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 33(1):1-7.
- Vittek, J., Slomiany, B.L., 1984. Testosterone in royal jelly. Experientia. 40:104-106.
- Yatsunami, K., Echigo, T., 1985. Antibacterial activity of royal jelly. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tamagawa University. No:25, 13-22.



Doğanın Harika Ürünü

Arı Sütü

Arı ürünleri arasında besin maddelerince en zengini olan arı sütü, 5-15 günlük yaştaki işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanan ve ana arı ile genç larvaların beslenmesinde kullandıkları bir gıda maddesidir. Beyaz-krem renkte, pelte kıvamında, kendine özgü kokusu ve ekşi-acı bir tadı bulunmaktadır.

ARI KOLONİSİNİ oluşturan bireylerden ana arı ve işçi arılar aynı genetik yapıya sahip olmalarına karşılık, larva döneminde farklı oranda ve sürede arı sütüyle beslenmeleri aralarında kast farklılaşmasına neden olmaktadır. Ana arılar, tüm larva ve ergin dönemlerinde arı sütü ile beslendiğinden yumurtalıkları ve spermatekalari (erkekten gelen spermayı depo ettikleri kese) çok iyi gelişmekte, günde 1500-3000 yumurta bırakmakta ve birkaç yıl bu üretkenliğini sürdürerek koloninin geleceğini yönlendiren en önemli bireyi olmaktadır. Ana arının döllenmiş yumurtalardan oluşan larvalar ilk 3 gün arı sütü, 3. günden sonra bal ve polen karışımı ile beslendiğinde işçi arılar oluşmaktadır. İşçi arılar 21 günlük gelişme sürelerinden sonra ana arıdan oldukça küçük yapıda, üreme organları gelişmemiş; koloni içersinde ve dışında yapacakları işlevlerine uygun olarak çeneleri, yavru gıda bezleri, mum bezleri, koku bezleri gelişen, vücutları nektar ve polen toplamaya uygun ve yaşam süreleri ancak 35-40 gün olan koloninin en kalabalık bireylerini oluşturmaktadırlar.

Arı sütü, salgılandığı gibi, depolanmadan doğrudan ana

arı ve genç larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesi olması açısından geleneksel bir arı ürünü değildir. Ana arıların özel olarak arı sütü ile beslenerek aynı genetik yapıya sahip işçi arılardan farklı yapısal özellikler göstermesi, uzun ömürlü olması ve olağanüstü verimliliğe sahip olması; insanlar üzerinde de benzer etkiler gösterebileceği görüşü dünden bugüne bu ürünü çok çekici bir duruma getirmiştir.

Günümüzde arı sütünün insan sağlığına doğrudan katkısının bilimsel olarak kanıtlanamamış olmasına ve klinik etkileri konusunda ciddi eksikliklerin bulunmasına karşın; arı sütünün biyolojik, klinik özellikleri, üretim tekniği ve kalite kontrolü konusunda yapılan çalışmalarda önemli aşamaların kaydedilmiş olması sevindiricidir.

Arı sütü 30-35 yıldan bu yana insanlar tarafından çeşitli hastalıkların sağıtılmasında, vücudun sağlıklı ve dinç tutulmasında hücre yenileme özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Son yıllarda arı sütünün apiterapi alanında kullanımı da üretimini cazip duruma getirmiştir. Saf arı sütü üretiminin

ve korunmasının oldukça zor, son derece teknik ve yoğun işgücü gerektirmektedir. Üretici durumundaki arı yetiştiricilerinin bu konuda bilinçli olması tüketici haklarının korunması açısından son derece önem taşımaktadır.

Dünyada arı sütünün üretim ve ticareti Çin, Japonya, Taiwan ve Yeni Zelanda gibi Uzak Doğu ülkelerinde yapılmaktadır. Çin yılda 1000 ton arı sütü üretimi ile ABD ve birçok Avrupa ülkesinin arı sütü talebini karşılamaktadır. Ülkemizde arı sütü üretimi 1990' lı yıllarda küçük çapta başlamasına karşın talebin büyük bir kısmı Çin, Fransa, İtalya ve BDT ülkelerinden ithal edilerek karşılanmaktadır.

Ülkemiz arı yetiştiricilerinin arı sütünün üretim, muhafaza tekniği ve pazarlaması konularında çok fazla bilgiye sahip olmaması, teknik sorunlarla karşılaşmaları, bazı üreticilerin arı sütüne katkı maddeleri karıştırarak pazarlamaları tüketici ve ihracatçıları zor durumda bırakmakta, sağlığı konusunda şüphe oluşmasına neden olmaktadır. Bu açıdan ülkemizde arı sütünün önemi, özellikleri, üretimi, muhafaza tekniği, kullanım alanlarının bilinmesi; üretici ve tüketicilerin bu yönden aydınlatılması gibi konulara önem verilmalıdır.



Balmumundan hazırlanmış yapay ana arı yüksükleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Arı sütü yüksek viskoziteli, akıcı kıvamda, karmaşık fiziksel ve kimyasal yapısına karşın oldukça homojendir. Rengi hafif bej-sarıdır. Tadı ekşi ve kokusu keskin fenolik yapıdadır. Yoğunluğu 1.1 g/cm³ olup kısmen suda çözünabilmektedir.

Arı sütünde mum ve larva kalıntıları'nın bulunması sağlığı konusunda bir gösterge olsa da bu durum arı sütü toplama yöntemiyle ilgilidir. Asidik bir yapıda (pH 3.6-4.2). olan arı sütünün bileşiminde su, protein, şekerler, yağlar ve mineral maddeler bulunmaktadır (Çizelge 1). Taze arı sütünün 2/3'ü su, kuru ağırlığının önemli bir kısmını protein ve şekerler, azotlu maddelerin %73.9'unu proteinler oluşturmaktadır. Yapısında altı çeşit büyük protein ve dört adet glikoprotein bulunmaktadır. Azotlu yapıların %2.3'nü serbest aminoasitler ve %0.16'nı peptitler oluşturur. Yapısında insanlar için temel gerekliliği olan 29 aminoasit ve türevlerinin tamamı bulunmaktadır. En önemli olanları aspartik asit, glutamik asit, prolin ve lisindir. Arı sütünde glikoz oksidaz, fosfataz ve kolinesteraz enzimleri ile insülin benzeri bir madde de tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Arı Sütünün Yapısı

İçindekiler	Minimum	Maksimum
Su	% 57	% 70
Proteinler (N x 6.25)	Kuru ağırlığın % 17'si	Kuru ağırlığın % 45'i
şekerler	Kuru ağırlığın % 18'i	Kuru ağırlığın % 52'si
Yağlar	Kuru ağırlığın % 3.5'i	Kuru ağırlığın % 19'u
Mineraller	Kuru ağırlığın % 2'si	Kuru ağırlığın % 3'ü

Arı sütünde bulunan şekerlerin yapısı bal benzer özellik göstermektedir. Toplam şekerlerin %90'ını fruktoz ve glikoz oluşturur.

Lipidler arı sütünün önemli bir özelliğini yansıtır. Lipid türevleri serbest yağ asitlerinin %80-90'nı oluşturur. Bunlar, hayvan ve bitkilerde yaygın bulunan 14-20 karbon atomlu yağ asitlerinin aksine, çoğunlukla 8-10 karbon atomlu, kısa zincirli hidroksi-yag asitleri veya dikarboksilik asitlerden oluşmaktadır. Arı sütü yapısına giren ve biyolojik özellik gösteren yağ asitleri ile steroller, larva döneminde endokrin sistemini, diğer protein ve lipidler de hücre çoğalmasını etkileyerek işçi ve ana arı arasındaki fizyolojik ve morfolojik farklılığa neden olmaktadır. Toplam kül içeriği yaş



Sağlıklı bir ana arı ve çevresinde bulunan bakımsız arılar

Üretim Tekniği

Arı sütü, ana arı yetiştirmek amacıyla kolonilerin uyarılmasıyla elde edilmekte ve çok az bir yatırımı gerektirmektedir. Ancak diğer arı ürünlerinin üretimine oranla daha fazla uzman kişi ve zaman isteyen bir çalışmayı gerektirir. Kolonilerin ana arı değiştirmek veya oğul hazırlığı için yaptıkları doğal ana arı memelerinden arı sütü elde edilebilir. Bu şekilde yapılan üretimden fazla arı sütü (1g/2 koloni) elde edilemez. Ancak iyi hazırlanan bir koloniden 5-6 aylık dönemde yaklaşık 500g arı sütü üretilebilir.

Arı sütünün geniş çaplı üretiminde, ana arı yetiştirilmesinde kullanılan Doolittle yönteminin değişik bir şekli uygulanmaktadır. Bunun için kuvvetli arı kolonilerine, yüksük taşıma çitalarına, balmumu veya plastikten yapılmış yüksük kalıplarına, ana arı ızgarasına, transfer kaşığına, hasad kaşığına, koyu renkli cam kaplara, buzdolabı ve derin dondurucuya gereksinim bulunmaktadır. Özellikle arı sütünün çok çabuk bozulma özelliği göstermesi nedeniyle soğutucu önem taşımaktadır. Üretim kolaylığı açısından kovanlarda özel değişiklikler yapılabilir ve santrifüjli ekstraktör kullanılabilir.

Çevrede bal arılarının yararlanabileceği nektar ve polen kaynakları yeterli düzeyde olsa bile kolonilerin ek beslenmesi arı sütü üretimini artırıcı yatırımlardır.

Arı sütü üretimi analı ve ana arısı alınan kolonilerde yapılabilir. Bu yöntemle üretimin ekonomik olması için, transfer edilen larvalı yüksükler başlatıcı koloniler kullanılmadan bitirici kolonilere doğrudan verilir. Analı ve güçlü kolonilerde üretim yapılacak ise ana arı, yavru ve yumurta bırakabilmesi için boş petekler ile kuluçkalığa (1. kata) bir ana arı ızgarası ile kapatılır; 2. kata genç ergin arılı, polenli, ballı

petekler ile transfer edilen larvalı yüksükleri içeren taşıyıcı çerçeve yerleştirilir. Ancak anasız kolonilerde daha fazla arı sütü üretimi söz konusudur.

Arı sütü üretimine arıların ırkı, mevsim, nektar ve polen kaynakları, kolonilerin beslenmesi, transfer edilen larvaların yaşı, transfer sayısı, kolonilerin gücü, arı sütü üreten işçi arıların sayısı ve salgı bezlerinin morfolojik yapısı gibi bir çok etken etkili olmaktadır.

Aşılama yapılacak oda 30-35 °C sıcaklıkta ve %60-65 nisbi nemde olmalıdır. Önceden hazırlanan balmumlu veya plastik yüksüklere 1:1 oranında sulandırılmış arı sütü+su karışımı damlatılır. Transfer için 12-24 saatlik larvaların bol olduğu bir petek, kolonilerden seçilerek transfer yapılır ve önceden

hazırlanan bitirici koloniye verilir. Transferden 72 saat sonra, kolonilerden aşılama çerçeveleri alınır ve içindeki ana arı larvaları çıkartılarak arı sütleri küçük bir vakumlu pompa veya küçük çaplı üretimlerde spatul yardımıyla yüksüklerden hasad edilir. Elde edilen arı sütü naylon bir filtreden geçirilerek balmumu ve larva artıklarından temizlenmelidir. Arı sütü koyu renkli cam şişelere konulmalı, hava ile doğrudan temastan kaçınılmalı ve hemen

soğutucuya konulmalıdır. Üretimde kullanılan tüm malzeme, ekipmanlar sıcak su veya saf alkolle dezenfekte edilmelidir. Laboratuvar mutlaka temiz tutulmalı, hasad işlemi güneş ışığı altında ve dışarıda yapılmamalıdır.

Bu yöntemle ticari açıdan yüksük başına elde edilen arı sütü miktarı 200 mg dan az olmamalıdır. Tutma oranının az olması koloninin süt için isteksiz olduğunu veya koloninin hazırlanışında teknik hata yapıldığını gösterir. Bu nedenle arı sütü üretimi iyi bir organizasyon, zamanlama, teknik bilgi ve beceriyi gerektirmektedir.



Doğal ana arı memeleri ve arı sütü. Ana arı pupası, ana arı larvası ve arı sütü.



Yapay ana arı memeleri ve bakıcı işçi arılar



Larva transferi



Arı sütü ve larvanın görünüşü

	Çizelge 2. Arı sütünün yaş ağırlığında vitamin içeriği (mg/g)							
	Thiamin	Riboflavin	Pantotenik Asit	Pridoksın	Niasin	Folik	Inositol Asit	Biotin
Minimum	1.44	5	159	1.00	48	0.130	80	1.1
Maksimum	6.70	25	265	48.00	88	0.530	350	19.8

ağırlığının %1'ini, kuru ağırlığının %2-3'nü içermektedir. Potasyum, Kalsiyum, Sodyum, Çinko, Demir, Bakır ve Magnezyum arı sütünde belirlenen minerallerdir. Arı sütü vitaminlerce zengin bir üründür (Çizelge 2), içeriğinde A, D ve K vitaminleri bulunmamaktadır.

Arı sütünde seks hormonları varlığının araştırılmasında günümüze kadar önemli bulgular ortaya konulmuştur. Arı sütünün dişi farelerde cinselliği uyarıcı etkisinin olmadığı, herhangi bir seks hormonu içermediği belirtilmektedir. Ancak son yıllarda radyoimmünojenik yöntemlerle eser miktarda (0.012 mg/g yaş ağırlık) hormonların varlığı ortaya konmuştur. Buna karşılık bir erkek birey, günde 1 g yaş arı sütü içerisinde bulunan bu hormon miktarının 250.000.-1 000 000 katını üretebilmektedir. Bu nedenle çok az bulunan hormonların insanlar üzerinde biyolojik etkisinin olmayacağı görüşü ağırlık kazanmıştır.

Fizyolojik Etkileri

Bal Arılarına Olan Etkileri

Arı sütü: İşçi arılar tarafından salgılanan, petek gözelerinde gelişen genç larvaların (0-3 gün) ve ana arıların ömür boyu beslenmesinde kullanılan bir besin maddesidir. İşçi arılar arı sütünü hypopharyngeal salgı bezlerinde 8-14 günlük olgunlukta iken maksimum düzeyde üretmekte, 17-19 günlük yaştan sonra salgı bezleri küçülerek üretim düşmektedir.

Arı sütünün dişi larvalar üzerindeki hormonal etkileri yalnız işçi ve ana arı arasında kast farklılığını ortaya çıkarmamakta; ana arının verimliliğine de etkide bulunmaktadır. İşçi arılara oranla daha fazla miktarda arı sütü ile beslenen ana arıların ömrü 5-7 yıla kadar uzamaktadır. İşçi arılarda ise ömür uzunluğu 35-42 gün ile sınırlanmıştır. Arı sütünün ana arının yaşam uzunluğu ve verimliliği için gerekli olduğu, ancak bu iş için arı sütündeki

hangi maddelerin hangi düzeyde etkili olduğu halen bilinmemektedir. Bu konuda hormonların ve diğer maddelerin etkilerini ortaya koymak ve kaliteli ana arı elde etmek amacıyla sayısız çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalarda ana arının özelliklerini belirleyici etkenlerin neler olduğu konusunda kesin bir sonuca ulaşılamamıştır.

İnsanlar Üzerinde Etkisi

Arı sütü başlangıçta, insanları gençleştirici etkisiyle kamuoyuna tanıtılmıştır. Bu konu Avrupa'nın en yaygın ve popüler yayın organları ile desteklenmiştir. Arı sütünün 1-2 ay süreyle günde 200-500 mg dozda ağızdan alınmasının olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Arı sütü kullanan insanlar; sağlık sorunlarını giderdiğini, uyarıcı olarak vücut fonksiyonlarını harekete geçirerek genelde bir iyileşme, öğrenmede kapasite artışı, hafıza performansının ve kendine güvenin artmasını sağladığı bildirilmiştir. Ancak kronik ve tekrarlayan hastalıkların iyileştirilmesinde istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Bu konularda bilimsel çalışmaların yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Tüketim Şekilleri

Arı sütünün yararları bilimsel anlamda günümüze kadar kanıtlanmamış olmasına karşın, bu konuda yapılan reklamlar ve hazırlanan etiketler abartılı bilgiler ve önerilerle doldurulmakta, arı sütü adı altında çeşitli ürünler de sunulabilmektedir. Bu girişimler, arı sütünün fiyatını artırarak kısa vadede kazanç sağlasa da, uzun vadede insanlar açısından büyük tehlikeler yaratmaktadır.

Arı sütü besleyici özelliğiyle değil, varsayılan tedavi edici değerleri ve uyarıcı etkileri göz önüne alınarak tüketilmektedir. Arı sütünü tıbbi bir ürün olarak tanımlamak doğru değildir. Bu alanda tanımlanması için üretim, pazarlama ve kullanımın ilaç endüstrisinin özel bir alanında değerlendirilmesi gerekmektedir. Tüketiciler genellikle arı sütünü işlenmemiş, doğal ve hasat edildiği şekli ile pazarlanmasını tercih etmektedir. İşlenmemiş arı sütü en uygun olarak günde 250-500 mg dozda, koyu cam şişelerde veya özel izotermal paketleme sistemi içerisinde pazarlanabilmektedir. Üreticiler arı sütünü bireysel olarak larvaları alınan doğal ana arı yüksüklerinde saf olarak küçük plastik kutular veya cam kavanozlar içinde paketleyerek satmaktadır. Bu tip paketlemede arı sütü iyi korunamamakta ve sorunlar yaşanabilmektedir. Ancak tüketicilerin işlenmemiş saf, taze arı sütü aldıklarından emin olabilmeleri için bu tip pazarlama son derece etkileyici ve kazançlı olabilmektedir. Bu şekilde pazarlanan arı sütü, depolama, taşıma ve satış sırasında 5°C'den aşağıda tutulmalıdır.

Arı sütünün bal ile karışımı (%1-3 arı sütü) en yaygın kullanım şeklidir. Balın arı sütünde herhangi bir değişime neden olmaması ve hazırlan-

masında özel bir teknoloji gerektirmemesi bu kullanım şeklinin avantajlı yönleridir. Elde edilen karışım iyi bir tada ve her iki ürünün yararlı etkilerini koruyan özellikler taşımaktadır. Bu karışımın depolanması konusunda kesin bilgiler bulunmamasına karşın buzdolabında saklanması önerilmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde arı sütü, benzer asitliğe sahip yoğunlu ile zenginleştirilmiş besin olarak kullanılmaktadır. Yoğurt+arı sütü karışımı buzdolabında saklanmalıdır. Vitamin katkıları ve suları dondurulmuş meyveler, kurutulmuş arı sütü ile zenginleştirilerek pazarlanmaktadır. Asya ülkelerinde arı sütü yaygın olarak içeceklerle katılarak tüketilmektedir. Arı sütü bal, şeker, reçel ve pektin ile yapılan jellerle karıştırılarak da pazarlanmakta, ancak bu karışımlarda arı sütünün özelliklerinin korunabilmesi konusunda kesin bilgiler bulunmamaktadır.

Arı sütü, ilaç benzeri formülasyonlarda genellikle uyarıcı etkisi ve özel sağlık sorunlarını giderici özelliği göz önüne alınarak kullanılmaktadır. Ancak bu tip kullanımların bilimsel açıklaması yapılmadığından bu konularda yapılan reklam ve bilgilerin dikkatle uygulanması gerekir. Arı sütü uzman bir hekim tarafından önerilmedikçe kesinlikle bu tür preparatlar tüketilmemelidir. Arı sütü içeren preparatların hazırlanma şekilleri aşağıda özetlenmiştir.

* Kurutulmuş arı sütünün ayrı bir çözücü içinde tek doz olarak hazırlanması: Dondurularak-kurulan arı sütü 250 mg içeren tek doz şeklinde çeşitli dolgu ve tatlandırıcı maddeler (şeker, tuz, aromalar, sitrik asit, glisin) ile hazırlanmakta; genellikle bitki ve polen ekstraktları, mayalar gibi ek bileşimler de karıştırılabilmektedir.

* Kurutulmuş arı sütünün çözücülü veya çözü-

cüsüz bileşimlerinin, tablet veya kapsül şeklinde tek doz olarak hazırlanması: Kurutulan arı sütü ve çözücü, ayrı taşıyıcı kaplar içerisinde paketlenerek depolama ömrü uzatılmış bir şekilde pazara sunulmaktadır. Arı sütü toz haline getirilen şeker ve gam arabik gibi bağlayıcılarla karıştırılarak özel makinelerle yardımıyla tablet, sert ve yumuşak kapsül şeklinde de hazırlanabilmektedir.

* Sıvı arı sütünün enjeksiyon veya ağız yoluyla kullanımı için tek veya çok doz olarak hazırlanması: İşlenmemiş taze arı sütü sıvı çözelti haline getirilir, bu çözeltiye bir miktar alkol ve propolis ekstraktı eklenmesi mikrop üremesini engeller. Bu preparatlar Asya ve Latin Amerika ülkeleri tarafından ihraç edilmektedir. Diğer bir enjekte edilebilir formülasyon bal, arı sütü ve ginseng alkol ekstresi içeren ürünlerdir. Bu ürünlerin bulaşma ve toksite problemlerine karşı üretiminin yetkili bir laboratuvarla yapılması önerilmektedir. Enjeksiyon yoluyla insanların kullanabileceği arı sütü ekstraktlarının üretimi patentli ve uygulamaları denetleyen kurullar gözetiminde yapılmaktadır.

Arı sütü yaygın olarak kozmetik ürünlerinde, birçok dermatolojik preparatlarda bulunmakta ve genellikle hücre yenileme ve gençleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır. Yanma ve yaralarda kullanılan krem ve merhemlere genellikle %0.05-1 oranında arı sütü katılmaktadır. Ancak bu ürünlerin çabuk bozulma eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Kuru arı sütü laktöz ile karıştırılarak elde edilen hamur, 0°C 'de tutulan çeşitli kozmetik preparatlarla eklenmektedir. Özellikle arı sütünün taze veya kuru şekli yarış atlarını uyarda, laboratuvarlarda akar ve böceklerin yetiştirilmesinde kullanılmaktadır.



Çizelge 3. Arı sütünün bilimsel olarak kanıtlanmamış yararları

İç Kullanım

Tonik, fiziksel performansı uyarıcı etki.
İyi hafıza, öğrenme kapasitesi ve kendine güven.
Genel sağlık düzelmesi, cinsel istek ve performansın artması. İştah artması.
Anoreksi, nezle, iştah artması, kansızlık, kolesterol gibi durumlarda düzeltici etki.
Viral enfeksiyonlara karşı direncin artması

Yüksek ve düşük kan basıncı damar sertliğinde müsait etki.
Kronik ve tekrarlayan hastalıklar

Dış Kullanım

Deri rahatsızlıkları:
Epitelyal uyarı ve yeniden büyüme
Kırışıklıklara karşı
Deri yağ salgısının normalleşmesi

Bilimsel Olarak Kanıtlanan Yararları

Arı sütü, laboratuvar hayvanlarına vücut ağırlıklarının her bir kilogramı için 3 g/gün ve daha fazlası enjekte edildiğinde toksik ve mutajenik mütasyon yaratıcı bir etki göstermemiştir.

Yama testleri uygulanan hasta deneklerin 2/10'nun allerjik temasa bağlı deri alerjisi geliştirdikleri bildirilmiştir. Arı sütünün en yaygın kullanım şekli olan kas içine veya karın içine enjeksiyonların son yıllarda insanlar üzerinde ciddi allerjik reaksiyon oluşturması nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir. Günümüzde arı sütü genellikle ağızdan alınmakta ve kozmetiklere katılarak kullanılmaktadır.

In vitro çalışmalar arı sütünde bulunan 10 HDA'nın antibiyotik etkiye sahip olduğunu desteklemektedir. Antibiyotik etki sıcaklığa bağlı olarak değişebilmekte uzun süreli veya yetersiz depolama koşullarında azalmaktadır. Antibiyotik etki *Esheria coli*, *Salmonella*, *Proteus*, *Bacillus subtilis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarına karşı kanıtlanmıştır. Ayrıca *Micrococcus pyrogenes* karşı penisilinin gösterdiği etkinin 1/4'nü göstermiştir. In vitro koşullarda arı sütünün antiviral etki gösterdiği kanıtlanmıştır.



Transfer çerçevesinin kovandan alınması



Ana arı larvalarının çıkartılması ve gözlerdeki arı sütünün görünüşü

Yağ asitlerinin anti-bakteriyel etkisinin herhangi bir iç uygulamada tedavi edici değerini göstermediği ağırlık kazanmaktadır. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde arı sütünün etkileri genellikle ağız veya enjeksiyon yoluyla kullanılarak belirlenmektedir. Allerjik reaksiyon için önemli risk taşımakla birlikte, hormonal etki en iyi enjeksiyon yolu ile kullanımlarda görülmektedir.

Ağız Yoluyla Kullanımı

Arı sütünün tavşan, bıldırcın ve tavukların verimliliklerine etkisi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Tavşanların normal besinine arı sütünün (100-200 mg/kg vücut ağırlığı) eklenmesi embriyo gelişimi ve fertilitenin artmasını sağlamıştır. Japon bıldırcınlarının besinlerine yüksek dozda (0.2 g) dondurulmuş kurutulmuş arı sütünün eklenmesi seksüel olgunluğa daha kısa sürede erişmelerini ve daha fazla yumurtlamaları sağlamıştır. Tavuk besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi yumurta üretimini, verimini ve kuluçka çıkış ağırlığını artırdığı, günde 10-40 mg uygulanmasının ise erkek ve dişi üreme organlarında herhangi histolojik bir değişim veya ağırlık kazancı yaratmadığı belirlenmiştir.

Farelerde besinlerinin bir kilogramına 1g arı sütü eklenmesi canlı ağırlık artışı sağlamakta, ancak yüksek dozlarda kullanımda azalma kaydedilmektedir. Tavuk, keklik ve sülünlerin besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi canlı ağırlıkta artış sağlamaktadır. Farelerin midelerine doğrudan 10, 20 ve 40 mg arı sütünün enjekte edilmesi ağırlık artışı sağlamaktadır. Buzağılara (7 günlük) 0.02 g/gün miktarında arı sütü kullanılması kontrol grubuna oranla altı ay içerisinde %11-13 ağırlık kazancı sağladığı; daha düşük ölüm oranı ve enfeksiyonlara karşı daha yüksek direnç olduğu görülmüştür.

Enjeksiyon Olarak Kullanımı

Arı sütünün intravenöz enjeksiyon şeklinde kullanımı, kan damarlarında geçici



Elde edilen saf arı sütü

ci büyümeye ve düşük kan basıncına neden olmakta ve bu etkiler asetil koline bağlanmaktadır. Arı sütünün enjeksiyon şeklinde kullanımı, ağız yoluyla kullanıma göre kandaki şeker düzeyini daha fazla artırmaktadır. Fareler de hipoglisemik (insülin benzeri) tepki göstermemiştir. Domuzlarda arı sütü (100-300 mg/1kg vücut ağırlığı) enjeksiyonu ağırlık artışı sağlamaktadır. Farelere çok az arı sütünün enjekte edilmesi kandaki hemoglobin ve eritrosit miktarını artırmakta, 10 mg ve yüksek dozları güç ve ağırlık artışı sağlamakta, 100 mg ve yüksek dozlarının ise ağırlık kaybına ve beyin korteks hücre metabolizmasını zayıflattığı saptanmıştır.

Denek Hayvanlarında Yapılan Testler

Arı sütünün insan hastalıklarına olan etki mekanizmasını ortaya koyabilmek için hayvanlar üzerinde yapılan çeşitli testlerden yararlanılmıştır. Arı sütünün insanlarda kolesterol ve trigliseridlerin kan plazma düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Tavşanlarda arı sütünün kan plazma lipid düzeyine etkisi olmadığı, kolesterol birikimi yapan besinlerle beslenen hayvanların kanındaki kolesterol içeriğini azalttığı bildirilmektedir.

Arı sütünün tavşanlarda kemik iyileşmesini yükselttiği, farelerde deri lezyonlarının iyileşmesini hızlandırdığı ve anti-enflamatuar etki gösterdiği bildirilmektedir. Tümör hücre kültürlerindeki bileşiklerin bir kısmı test edilerek, arı sütünde bulunan 10 HDA ve bilinen dikarboksilik asitlerin inhibitör etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Arı sütü almayan kontrol grubu fareler ile arı sütü (20 mg/kg-vücut ağırlığı) verilen ve ışın verilerek tümör oluşturulan fareler karşılaştırıldığında; arı sütünün yaşam süresine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Arı sütünün profilaktik ve ağız yoluyla kullanımında farelerde tümör büyümesinin engellendiği; hızlı büyüyen kanser üzerinde etkisinin önemsiz olduğu, yavaş büyüyen katı tümörlerde olumlu sonuç gösterdiği vurgulanmaktadır.

Çizelge 4. Arı sütünün insanlar üzerindeki etkileri.

Uygulamalar	Açıklama
Prematüre bebekler ve çeşitli sebeplerle besin eksikliği	Oral olarak 8-100 mg, genel koşullarda iyileşme; açlık, iştah, kırmızı kan hücreleri ve hemoglobinde artış.
Oldukça yaşlı (70-75 yaş), iştahsız, depresyonlu ve düşük kan basıncı hastalar	Her iki günde bir 20 mg enjeksiyonla bütün kullanıcılarda gelişme. Her iki günde bir oral yoldan 20 mg alındığında yukarıdaki gibi gelişme
Psikiyatrik belirtilerde	Güç kaybı, sinirsel kırılganlık, duygusal problemler ve psikoaktif ilaçların yan etkisini gidermede gelişmeler
Kronik tüberküloz hastalarında	Arı sütü, bal ve ginseng karışımı ile ağırlık kaybı ve fizyolojik koşullarda gelişme fakat kan karakteristiklerinde değişimler
Metabolizma uyarıcı	Proteinlerle karşılaştırılabilir uyarıcı etki, enzimatik karışımların etkinliğine bağlanan etki
Yara sağaltımında	5-30 mg/ml yara içerisine enjekte edilerek derinin yeniden gelişmesi

İnsanlar Üzerindeki Etkileri

Arı sütünün insanlar üzerinde etkileri Doğu Avrupa'da yapılan çalışmalarla gündeme gelmiştir (Çizelge 4). Ancak bu konuda yapılan bir çok test yönteminde eksiklik ve kullanılan parametreleri değerlendirmedeki güçlükler nedeniyle bilimsel yönden açıklanamayan belirsizlikler günümüze kadar yansımaktadır.

Arı sütü aktivitesinin mekanizması tam olarak bilinmemekte ve ileri sürülen sayısız hipotezin hiçbiri desteklenmemektedir. Vitamin içeriğinin yüksek olduğu konusundaki bulguların benzer vitamin miktarını içeren bir bardak süt veya diğer besinlerle karşılaştırılması, bu konudaki yanlışlığı ortaya koyabilmektedir. Arı sütünün intestinal florada yarattığı antimikrobiyal etkileri daha çok pH ile ilgilidir.

Günümüzde bal arıları ve arı sütü ile, insanlar ve arı sütü arasında benzer etkileşimlerin kurulması gibi konuların arı sütünün alım dozu, miktarı ve alım şekli dikkate alınarak incelenmesi önem kazanmaktadır. İnsanların arı sütünü değişik şekillerde kullanması ve tüketmesi onlara daha gençlik ve uzun yıl canlılık kazandırmamaktadır. Ancak besinlerle birlikte alındığında olumlu sonuçlar ortaya çıkarmakta ve bireysel sonuçların açıklanamadığı sinerjik etkiler oluşmaktadır. Yukarıda sıralanan hipotezlerin ciddi klinik ve bilimsel denemelerle ortaya konulması gerekmektedir.

Koruma

Arı sütü raf ömrü çok kısa olan bir maddedir. Bu ürünün biyolojik aktivitesi konusunda kanıtlanan veya kabul edilen bir bilginin olmaması, uzun süreli depolama sonrası etkinliğinde belirsiz kılacaktır. Ancak uzun süreli depolamada asiditesinin ve çözünemez protein oranının

arttığı, serbest aminoasitlerin, glikoz oksidaz ve diğer maddelerin azaldığı konusunda bazı bilgilerin bulunması, biyolojik aktivitenin depolanmadan etkilendiğini göstermektedir. Soğutma ve dondurma, kimyasal değişiklikleri azaltmakta ve geciktirebilmektedir. Arı sütünün dondurularak kurutulmuş jel hali en uygun saklama şekli olmakla birlikte, bu kullanım şeklinde de bazı değişiklikler söz konusu olmaktadır.

Bu açıdan arı sütünün önlem olarak en azından 0-5°C'de buzdolabında veya en iyi saklama şekli olarak ev koşullarındaki dondurucularda -17°C'nin aşağısındaki sıcaklıklarda saklanması gerekmektedir. Ancak ürün faaliyeti ve sakla-

ma şekli açısından kesin ve emin sınırları ortaya koymak için herhangi bir kriter bulunmamaktadır. Arı sütü mümkün olduğu kadar kısa sürede tüketilmelidir. Avrupa'da pazarlanan arı sütü ürünleri için önerilen saklama süresi üretimden sonra buzdolabında 18 ay, -17°C'de depolanması durumunda ise bu süre 24 aya kadar çıkabilmektedir. Arı sütünü dondurulup çözülerek paketlenmesinden sonra buzdolabında 12 aydan daha fazla saklanmaması önerilmektedir.

Dondurularak-kurutulan arı sütü ve arı sütlü ürünler oda koşullarında genellikle birkaç yıl saklanabilir. Dondurularak-kurutulan arı sütü, kesinlikle taze durumundan daha kararlı bir yapıya sahiptir. Taze olarak kurutulmuş arı sütü için saklama önerileri; arı sütü katılan tüm yaş ve kuru ürünler için de geçerli olmaktadır. Karbonhidrat ve protein gibi kolayca emebilir destek maddeleri ile karıştırılarak dengelenen arı sütü yöntemi Fransa'da 1956'da patent almıştır. Bu yöntemde 0°C'de 100 g laktoz ile 10 g taze arı sütü karıştırılarak hamur haline getirilmektedir. Ancak bu uygulama, ürünün raf ömrünü uzatmaya yönelik olmamaktadır.

Arı Sütünün Pazarlanma Şekilleri

Dondurularak-Kurutulan (Liyofilize edilmiş) Arı Sütü

Dondurularak kurutulmuş arı sütü son derece su emici özelliğe sahip bir tozdur. Vakum ortamında dondurulan üründen su içeriği yüksek sıcaklıkta buharlaştırılarak elde edilir. Kurutma işlemi buharlaşma yoluyla değişken bileşikleri tutmakta ve ürünün doğal yapısına zarar vermeden yapılmaktadır. Kurutma sürecinde arı sütü bir miktar su ile seyreltilir ve 35°C'yi geçmeyecek şekilde ısıtılır. Arı sütünün bu yöntemle üretiminde geniş kapasiteli endüstriyel kurutma sistemine gereksinim bulunmaktadır. Küçük laboratuvar modelleri sadece analiz için kullanılsa bile, küçük hacimli arı sütü bu boyuttaki ekipmanlarla yeterli bir şekilde işlenebilir. Küçük bir kurutma sistemi için yaklaşık 10 000 dolarlık bir yatırım yeterli olurken daha geniş sistemler için birkaç yüz bin dolar gerekmektedir. Dondurularak kurutulmuş arı sütü doğrudan pazara sunulabilir.

Arı Sütü-Bal Karışımı

Bu üretim şekli için sıvı ve hızlı kristalleşen ballar kullanılabilir. Balın nem içeriği %16'dan düşük olmalıdır. Arı sütünün her bir gramına 0.6-0.7 g suyun eklenmesi balın fermente olmasına neden olur. Bu sorunların yaşanmaması için dondurularak kurutulmuş arı sütü kullanılmalıdır. Ayrıca yüksek nem içeriğine sahip ballarda arı sütü baldan ayrılma ve yüzeyde toplanma eğilimi gösterir. Karışımı hazırlamak için arı sütü az miktarda bal ile karıştırılır sonra balın kalan kısmı eklenerek tekrar karıştırılır. Arı sütü krem bal, polen, propolis ekstraktı gibi diğer arı ürün-

lerine eklenerek de hazırlanabilir. Arı sütü-bal karışımı saf bal gibi paketlenir. Ancak paketlenmede renkli şişe ve kartonlar kullanılmalıdır. Bu karışımın buzdolabında saklanması önerilmektedir.

Arı Sütü-Yoğurt Karışımı

Yoğurt, arı sütü gibi düşük pH'ya sahip ve soğuk havada saklanması gereken bir üründür. Bu açıdan elde edilen karışımın saklanması ve pazarlanmasında sorunlarla karşılaşılması olasıdır. Genel olarak her bir kilogram yoğurda 2 gram arı sütü eklenerek karışım elde edilir. Standart olarak 125 gram yoğurt içinde 250 mg arı sütü bulunmalıdır.

Arı Sütlü Jel ve Yumuşak Karamel Karışımı

Ağırlıkça içinde %20-25 birim su, %75 sakkaroz, glikoz, bal veya meyve püreleri, 1-1.5 birim pektin, 1 birim arı sütü ve az miktarda sitrik asit, bitki ekstraktları gibi aromatik maddeler karıştırılarak hazırlanmaktadır. Pektin veya diğer şekerlerin miktarı karışımın kıvamını belirlemektedir. Arı sütü, hazırlanan jelatin karameller içine düşük sıcaklıkta eklenmekte, karışım soğutulup katıldığı zaman küçük küpler halinde kesilerek toz şekerle üzeri örtülerek plastik kutular içerisinde paketlenerek pazara sunulmaktadır.

Arı Sütünün Sıvı Maddelerle Karışımı

Arı sütünün sıvı maddelerle hazırlanmasında farklı karışım şekilleri kullanılmaktadır. Ürünün küçük ve tek doz şeklinde hazırlanması maliyeti yükseltmekte ve özel ekipman gerektirmektedir. Ancak bu şekilde pazarlanması çok

Kullanımda Dikkat!

Arı sütünün besin, enjeksiyon ve tablet şeklinde kullanılmasında herhangi bir toksik etkisi gözlenmemiştir. Allerjik reaksiyonlar temas veya enjeksiyon yoluyla ortaya çıkabilmektedir. Potansiyel tüm allerjik maddelerde olduğu gibi arı sütü de tam dozda kullanılmadan önce birkaç gün küçük miktarda kullanımlarla denenmeli, allerjik reaksiyon ortaya çıktığında kullanımdan vazgeçilmelidir.

Arı sütünün tedavi edici yönleri ve diğer etkileri kesin olarak kanıtlanmadığından tanıtımı ve paket etiketleri yasal açıdan doğru olmalı; tüketici hakları korunmalıdır. Bu durum zaman içerisinde tüketici güvenini ve satışları geliştirecektir. Üretim ve pazarlama açısından saklama sırasında uygulanan sıcaklık en önemli sınırlayıcı faktördür. Bu nedenle arı sütünün üretim ve pazarlanması son derece iyi planlanmalıdır.

Pazar Durumu

Arı sütünün tahmini değerleri dışında kullanılabilir pazar istatistiği bulunmamaktadır. Çin dünyanın en fazla arı sütü

üreten ve ihraç eden ülkesi konumundadır. Çinde arı sütü üretiminin yıllık 400-500 ton olduğu ve dünya üretiminin yaklaşık %60'ını elinde bulundurduğu tahmin edilmektedir. Bu üretimin hemen tamamı Japonya, Avrupa ve ABD'ye ihraç edilmektedir. Uzak Doğu ülkelerinden Kore, Tayvan ve Japonya da önemli arı sütü üretici ve ihracatçı ülkeler arasında bulunmaktadır. Doğu ve Batı Avrupa ile Amerika ülkelerinde (özellikle Meksika'da) ise daha az üretim yapılmaktadır.

Arı sütünün uluslararası pazarda top tan fiyatı: Çinde 1993 yılında 50-80 dolar/kg, Arjantin'de 1992 yılında 100-180 dolar/kg, çeşitli ülkelerde ise 1964 yılında 180-400 dolar/kg olarak değişiklik göstermiştir. Arı sütünün tablet, kapsül gibi işlenmiş şekillerinin bir kilogramı 300 dolar dan satılabilmektedir.

Asya pazarı potansiyel olarak çok geniş ve olağanüstü bir değer taşımaktadır. Asya ülkelerinin tüketici tercihleri ve alışkanlıkları Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinden oldukça farklı bir yapı oluşturmaktadır. Arı sütünün kozmetik sanayiinde kullanılması batı ülkelerine oranla kalite ve pazarlama açısından çok başarılı ürün

maktadır. Mannitol ve laktoz yerine toz şeker, kaplama maddeleri olarak agar agar, pektin, jelatin, çeşitli zamlar veya balmumu, kokular ve boyalar yerine doğal bitki ekstraktları kullanılabilir.

Arı Sütünün Kapsül şeklinde Hazırlanması

I. Formül: İçinde ağırlıkça 1 birim liyofilize arı sütü, 2-4 birim pulverize edilmiş glikoz, fruktoz, laktoz veya arı poleni, kuru propolis ekstraktı kullanılabilir.

II. Formül: İçindekiler (ağırlıkça), 6 birim ginkgo biloba yaprakları, 4 birim kawakawa kökü, 2 birim melilotus uçları, 8 birim istiridy kabuk tozu, 6 birim liyofilize arı sütünden oluşmaktadır. Her bir kapsül 300-350 mg gelmektedir.

III. Formül: İçinde (ağırlıkça, hepsi kuru) 7 birim ginkgo biloba yaprakları, 3 birim havuç, 3 birim rosehips, 1.5 birim ginseng kökü, 7 birim selenyum mayası, 4 birim buğday embriyosu, 3 birim liyofilize arı sütü bulunmaktadır. Karışıma eklenen maddelerin tümü kuru ve toz halinde olmalı iyice karıştırıldıktan sonra arı sütü eklenerek kapsül haline getirilmelidir. Ürün kıvamı için oranlar çok önemli olmamakta ancak herbal özellik taşımalı, polen, propolis ile zenginleştirilebilir. Katı jelatin kapsülleri doldurma işlemi elle veya çeşitli kapasiteli makineler kullanılarak yapılabilir. Yumuşak jel kapsüllerin üretiminde yağlı ekstraktlara ve pahalı bir teknolojiye gereksinim bulunmaktadır.

Arı Sütünün Kozmetik Ürünlerle Karışımı

Krem veya losyonlara %0.1-1 taze, %0.03-0.3 liyofilize arı sütü eklenerek kozmatikler zenginleştirilebilmektedir. Kremin küçük bir miktarı arı sütü karıştırılır ve sonra kalan kısmı ile karıştırılarak kullanılır.



Tutan ana arı yüksüklerinin görünüşü ve arı sata hasadı için arılardan arındırılan transfer çerçevesinin görünüşü (üstte). Larva transferinin yapılması (altta).



ler elde edilmektedir. Asyada sayıları önemli oranda artan küçük işletmelerde arı ürünleri özellikle arı sütü içeren ürünler başarıyla pazarlanmaktadır. Bu işletmeler yerel tüketici eğilimine göre çalışmakta, yüksek kalitede paketleme ve pazarlama konusuna önem vermemektedirler. Arı sütünün tedavi edici ve yararlı özellikleri bilimsel olarak kanıtlandıkça uluslararası pazarda daha büyük bir potansiyel yaratacağı açıktır.

Ulviye Kumova

Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Öğretim Üyesi, Adana

Ali Korkmaz

Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli-İçel

Kaynaklar

- Blum, M. S., Novak A. F., Taber, S. 1959. 10-Hydroxy-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly. Science, 130:452-453.
- Csuka, J., Baumgartner, J. Dubay, J. 1978. The effect of royal jelly on some reproductive characters of Japanese quail. Zivocisna Vyroba, 23(5):395-400.
- Derevici, A., Petrescu, A. 1965. Experimental studies in vitro and in vivo on the virulicidal action of royal jelly. Lucr. Stiint. Stat. Cent. Seri. Apic. 5:135-143.
- Giordani, G. 1961. Effect of royal jelly on chickens. Avicoltura 30(6):114-120.
- Howe, S. R., Dimick, P. S., Benton, A. W., 1985. Composition of freshly harvested and commercial royal jelly. J. Apic. Res. 24(1):52-61.
- Inoue, T., Inoue, A. 1986. The world royal jelly industry: present status and future prospects. Bee World. 45(2):59-69.
- Jean, E. 1956. A process of royal jelly absorption for its incorporation into assimilable substances. Fr. Pat., 1:118-123.
- Kramer, K.J., Tager, H. S., Childs, C. N., Spiers, R.D. 1977. Insulin-like hypoglycemic and immunological activities in honeybee royal jelly. J. of Ins. Physc. 32(2):293.
- Melampy, R. M., Stanley, A. J. 1940. Alleged gonadotropic effect of royal jelly. Science. 91: 457-458.
- Nakamura, T. 1986. Quality standards of royal jelly for medical use. Proc. of the XXXth Int. Cong. Of Apiculture. Nagoya, Apimondia, 462-464.
- Rembold, H., 1965. Biological active substance in royal jelly. Vitamins and hormones. 23:359-382.
- Sasaki, M., Tsuruta, T., Asada, S., 1987. Role of physical property of royal jelly in queen differentiation of honeybee. Munich, Verlag J. Paperny. 306-307.
- Shibi, C. 1993. The Technique of upgrading the output and quality of royal jelly. Honeybee Royal Jelly Environment. China Popular Science Press. 1-6.
- Takenaka, T., Yatsunami, K., Echigo, T., 1986. Changes in quality of royal jelly during storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 33(1):1-7.
- Vitteck, J., Slomiany, B.L., 1984. Testosterone in royal jelly. Experientia. 40:104-106.
- Yatsunami, K., Echigo, T., 1985. Antibacterial activity of royal jelly. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tamagawa University. No:25, 13-22.



Doğanın Harika Ürünü

Arı Sütü

Arı ürünleri arasında besin maddelerince en zengini olan arı sütü, 5-15 günlük yaştaki işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanan ve ana arı ile genç larvaların beslenmesinde kullandıkları bir gıda maddesidir. Beyaz-krem renkte, pelte kıvamında, kendine özgü kokusu ve ekşi-acı bir tadı bulunmaktadır.

ARI KOLONİSİNİ oluşturan bireylerden ana arı ve işçi arılar aynı genetik yapıya sahip olmalarına karşılık, larva döneminde farklı oranda ve sürede arı sütüyle beslenmeleri aralarında kast farklılaşmasına neden olmaktadır. Ana arılar, tüm larva ve ergin dönemlerinde arı sütü ile beslendiğinden yumurtalıkları ve spermatekalari (erkekten gelen spermayı depo ettikleri kese) çok iyi gelişmekte, günde 1500-3000 yumurta bırakmakta ve birkaç yıl bu üretkenliğini sürdürerek koloninin geleceğini yönlendiren en önemli bireyi olmaktadır. Ana arının döller olarak bıraktığı yumurtalardan oluşan larvalar ilk 3 gün arı sütü, 3. günden sonra bal ve polen karışımı ile beslendiğinde işçi arılar oluşmaktadır. İşçi arılar 21 günlük gelişme sürelerinden sonra ana arıdan oldukça küçük yapıda, üreme organları gelişmemiş; koloni içersinde ve dışında yapacakları işlevlerine uygun olarak çeneleri, yavru gıda bezleri, mum bezleri, koku bezleri gelişen, vücutları nektar ve polen toplamaya uygun ve yaşam süreleri ancak 35-40 gün olan koloninin en kalabalık bireylerini oluşturmaktadırlar.

Arı sütü, salgılandığı gibi, depolanmadan doğrudan ana

arı ve genç larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesi olması açısından geleneksel bir arı ürünü değildir. Ana arıların özel olarak arı sütü ile beslenerek aynı genetik yapıya sahip işçi arılardan farklı yapısal özellikler göstermesi, uzun ömürlü olması ve olağanüstü verimliliğe sahip olması; insanlar üzerinde de benzer etkiler gösterebileceği görüşü dünden bugüne bu ürünü çok çekici bir duruma getirmiştir.

Günümüzde arı sütünün insan sağlığına doğrudan katkısının bilimsel olarak kanıtlanamamış olmasına ve klinik etkileri konusunda ciddi eksikliklerin bulunmasına karşın; arı sütünün biyolojik, klinik özellikleri, üretim tekniği ve kalite kontrolü konusunda yapılan çalışmalarda önemli aşamaların kaydedilmiş olması sevindiricidir.

Arı sütü 30-35 yıldan bu yana insanlar tarafından çeşitli hastalıkların sağıtılmasında, vücudun sağlıklı ve dinç tutulmasında hücre yenileme özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Son yıllarda arı sütünün apiterapi alanında kullanımı da üretimini cazip duruma getirmiştir. Saf arı sütü üretiminin

ve korunmasının oldukça zor, son derece teknik ve yoğun işgücü gerektirmektedir. Üretici durumundaki arı yetiştiricilerinin bu konuda bilinçli olması tüketici haklarının korunması açısından son derece önem taşımaktadır.

Dünyada arı sütünün üretim ve ticareti Çin, Japonya, Taiwan ve Yeni Zelanda gibi Uzak Doğu ülkelerinde yapılmaktadır. Çin yılda 1000 ton arı sütü üretimi ile ABD ve birçok Avrupa ülkesinin arı sütü talebini karşılamaktadır. Ülkemizde arı sütü üretimi 1990' lı yıllarda küçük çapta başlamasına karşın talebin büyük bir kısmı Çin, Fransa, İtalya ve BDT ülkelerinden ithal edilerek karşılanmaktadır.

Ülkemiz arı yetiştiricilerinin arı sütünün üretim, muhafaza tekniği ve pazarlaması konularında çok fazla bilgiye sahip olmaması, teknik sorunlarla karşılaşmaları, bazı üreticilerin arı sütüne katkı maddeleri karıştırarak pazarlamaları tüketici ve ihracatçıları zor durumda bırakmakta, sağlığı konusunda şüphe oluşmasına neden olmaktadır. Bu açıdan ülkemizde arı sütünün önemi, özellikleri, üretimi, muhafaza tekniği, kullanım alanlarının bilinmesi; üretici ve tüketicilerin bu yönden aydınlatılması gibi konulara önem verilmalıdır.



Balmumundan hazırlanmış yapay ana arı yüksükleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Arı sütü yüksek viskoziteli, akıcı kıvamda, karmaşık fiziksel ve kimyasal yapısına karşın oldukça homojendir. Rengi hafif bej-sarıdır. Tadı ekşi ve kokusu keskin fenolik yapıdadır. Yoğunluğu 1.1 g/cm³ olup kısmen suda çözünabilmektedir.

Arı sütünde mum ve larva kalıntıları'nın bulunması sağlığı konusunda bir gösterge olsa da bu durum arı sütü toplama yöntemiyle ilgilidir. Asidik bir yapıda (pH 3.6-4.2). olan arı sütünün bileşiminde su, protein, şekerler, yağlar ve mineral maddeler bulunmaktadır (Çizelge 1). Taze arı sütünün 2/3'ü su, kuru ağırlığının önemli bir kısmını protein ve şekerler, azotlu maddelerin %73.9'unu proteinler oluşturmaktadır. Yapısında altı çeşit büyük protein ve dört adet glikoprotein bulunmaktadır. Azotlu yapıların %2.3'nü serbest aminoasitler ve %0.16'nı peptitler oluşturur. Yapısında insanlar için temel gerekliliği olan 29 aminoasit ve türevlerinin tamamı bulunmaktadır. En önemli olanları aspartik asit, glutamik asit, prolin ve lisindir. Arı sütünde glikoz oksidaz, fosfataz ve kolinesteraz enzimleri ile insülin benzeri bir madde de tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Arı Sütünün Yapısı

İçindekiler	Minimum	Maksimum
Su	% 57	% 70
Proteinler (N x 6.25)	Kuru ağırlığın % 17'si	Kuru ağırlığın % 45'i
şekerler	Kuru ağırlığın % 18'i	Kuru ağırlığın % 52'si
Yağlar	Kuru ağırlığın % 3.5'i	Kuru ağırlığın % 19'u
Mineraller	Kuru ağırlığın % 2'si	Kuru ağırlığın % 3'ü

Arı sütünde bulunan şekerlerin yapısı bal benzer özellik göstermektedir. Toplam şekerlerin %90'ını fruktoz ve glikoz oluşturur.

Lipidler arı sütünün önemli bir özelliğini yansıtır. Lipid türevleri serbest yağ asitlerinin %80-90'nı oluşturur. Bunlar, hayvan ve bitkilerde yaygın bulunan 14-20 karbon atomlu yağ asitlerinin aksine, çoğunlukla 8-10 karbon atomlu, kısa zincirli hidroksi-yag asitleri veya dikarboksilik asitlerden oluşmaktadır. Arı sütü yapısına giren ve biyolojik özellik gösteren yağ asitleri ile steroller, larva döneminde endokrin sistemini, diğer protein ve lipidler de hücre çoğalmasını etkileyerek işçi ve ana arı arasındaki fizyolojik ve morfolojik farklılığa neden olmaktadır. Toplam kül içeriği yaş



Sağlıklı bir ana arı ve çevresinde bulunan bakımsız arılar

Üretim Tekniği

Arı sütü, ana arı yetiştirmek amacıyla kolonilerin uyarılmasıyla elde edilmekte ve çok az bir yatırımı gerektirmektedir. Ancak diğer arı ürünlerinin üretimine oranla daha fazla uzman kişi ve zaman isteyen bir çalışmayı gerektirir. Kolonilerin ana arı değiştirmek veya oğul hazırlığı için yaptıkları doğal ana arı memelerinden arı sütü elde edilebilir. Bu şekilde yapılan üretimden fazla arı sütü (1g/2 koloni) elde edilemez. Ancak iyi hazırlanan bir koloniden 5-6 aylık dönemde yaklaşık 500g arı sütü üretilebilir.

Arı sütünün geniş çaplı üretiminde, ana arı yetiştirilmesinde kullanılan Doolittle yönteminin değişik bir şekli uygulanmaktadır. Bunun için kuvvetli arı kolonilerine, yüksük taşıma çitalarına, balmumu veya plastikten yapılmış yüksük kalıplarına, ana arı ızgarasına, transfer kaşığına, hasad kaşığına, koyu renkli cam kaplara, buzdolabı ve derin dondurucuya gereksinim bulunmaktadır. Özellikle arı sütünün çok çabuk bozulma özelliği göstermesi nedeniyle soğutucu önem taşımaktadır. Üretim kolaylığı açısından kovanlarda özel değişiklikler yapılabilir ve santrifüjli ekstraktör kullanılabilir.

Çevrede bal arılarının yararlanabileceği nektar ve polen kaynakları yeterli düzeyde olsa bile kolonilerin ek beslenmesi arı sütü üretimini artırıcı yatırımlardır.

Arı sütü üretimi analı ve ana arısı alınan kolonilerde yapılabilir. Bu yöntemle üretimin ekonomik olması için, transfer edilen larvalı yüksükler başlatıcı koloniler kullanılmadan bitirici kolonilere doğrudan verilir. Analı ve güçlü kolonilerde üretim yapılacak ise ana arı, yavru ve yumurta bırakabilmesi için boş petekler ile kuluçkalığa (1. kata) bir ana arı ızgarası ile kapatılır; 2. kata genç ergin arılı, polenli, ballı

petekler ile transfer edilen larvalı yüksükleri içeren taşıyıcı çerçeve yerleştirilir. Ancak anasız kolonilerde daha fazla arı sütü üretimi söz konusudur.

Arı sütü üretimine arıların ırkı, mevsim, nektar ve polen kaynakları, kolonilerin beslenmesi, transfer edilen larvaların yaşı, transfer sayısı, kolonilerin gücü, arı sütü üreten işçi arıların sayısı ve salgı bezlerinin morfolojik yapısı gibi bir çok etken etkili olmaktadır.

Aşılama yapılacak oda 30-35 °C sıcaklıkta ve %60-65 nisbi nemde olmalıdır. Önceden hazırlanan balmumlu veya plastik yüksüklere 1:1 oranında sulandırılmış arı sütü+su karışımı damlatılır. Transfer için 12-24 saatlik larvaların bol olduğu bir petek, kolonilerden seçilerek transfer yapılır ve önceden

hazırlanan bitirici koloniye verilir. Transferden 72 saat sonra, kolonilerden aşılama çerçeveleri alınır ve içindeki ana arı larvaları çıkartılarak arı sütleri küçük bir vakumlu pompa veya küçük çaplı üretimlerde spatul yardımıyla yüksüklerden hasad edilir. Elde edilen arı sütü naylon bir filtreden geçirilerek balmumu ve larva artıklarından temizlenmelidir. Arı sütü koyu renkli cam şişelere konulmalı, hava ile doğrudan temastan kaçınılmalı ve hemen

soğutucuya konulmalıdır. Üretimde kullanılan tüm malzeme, ekipmanlar sıcak su veya saf alkolle dezenfekte edilmelidir. Laboratuvar mutlaka temiz tutulmalı, hasad işlemi güneş ışığı altında ve dışarıda yapılmamalıdır.

Bu yöntemle ticari açıdan yüksük başına elde edilen arı sütü miktarı 200 mg dan az olmamalıdır. Tutma oranının az olması koloninin süt için isteksiz olduğunu veya koloninin hazırlanışında teknik hata yapıldığını gösterir. Bu nedenle arı sütü üretimi iyi bir organizasyon, zamanlama,

teknik bilgi ve beceriyi gerektirmektedir.



	Çizelge 2. Arı sütünün yaş ağırlığında vitamin içeriği (mg/g)							
	Thiamin	Riboflavin	Pantotenik Asit	Pridoksın	Niasin	Folik	Inositol Asit	Biotin
Minimum	1.44	5	159	1.00	48	0.130	80	1.1
Maksimum	6.70	25	265	48.00	88	0.530	350	19.8

ağırlığının %1'ini, kuru ağırlığının %2-3'nü içermektedir. Potasyum, Kalsiyum, Sodyum, Çinko, Demir, Bakır ve Magnezyum arı sütünde belirlenen minerallerdir. Arı sütü vitaminlerce zengin bir üründür (Çizelge 2), içeriğinde A, D ve K vitaminleri bulunmamaktadır.

Arı sütünde seks hormonları varlığının araştırılmasında günümüze kadar önemli bulgular ortaya konulmuştur. Arı sütünün dişi farelerde cinselliği uyarıcı etkisinin olmadığı, herhangi bir seks hormonu içermediği belirtilmektedir. Ancak son yıllarda radyoimmünojenik yöntemlerle eser miktarda (0.012 mg/g yaş ağırlık) hormonların varlığı ortaya konmuştur. Buna karşılık bir erkek birey, günde 1 g yaş arı sütü içerisinde bulunan bu hormon miktarının 250.000.-1 000 000 katını üretebilmektedir. Bu nedenle çok az bulunan hormonların insanlar üzerinde biyolojik etkisinin olmayacağı görüşü ağırlık kazanmıştır.

Fizyolojik Etkileri

Bal Arılarına Olan Etkileri

Arı sütü: İşçi arılar tarafından salgılanan, petek gözelerinde gelişen genç larvaların (0-3 gün) ve ana arıların ömür boyu beslenmesinde kullanılan bir besin maddesidir. İşçi arılar arı sütünü hypopharyngeal salgı bezlerinde 8-14 günlük olgunlukta iken maksimum düzeyde üretmekte, 17-19 günlük yaştan sonra salgı bezleri küçülerek üretim düşmektedir.

Arı sütünün dişi larvalar üzerindeki hormonal etkileri yalnız işçi ve ana arı arasında kast farklılığını ortaya çıkarmamakta; ana arının verimliliğine de etkide bulunmaktadır. İşçi arılara oranla daha fazla miktarda arı sütü ile beslenen ana arıların ömrü 5-7 yıla kadar uzamaktadır. İşçi arılarda ise ömür uzunluğu 35-42 gün ile sınırlanmıştır. Arı sütünün ana arının yaşam uzunluğu ve verimliliği için gerekli olduğu, ancak bu iş için arı sütündeki

hangi maddelerin hangi düzeyde etkili olduğu halen bilinmemektedir. Bu konuda hormonların ve diğer maddelerin etkilerini ortaya koymak ve kaliteli ana arı elde etmek amacıyla sayısız çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalarda ana arının özelliklerini belirleyici etkenlerin neler olduğu konusunda kesin bir sonuca ulaşılamamıştır.

İnsanlar Üzerinde Etkisi

Arı sütü başlangıçta, insanları gençleştirici etkisiyle kamuoyuna tanıtılmıştır. Bu konu Avrupa'nın en yaygın ve popüler yayın organları ile desteklenmiştir. Arı sütünün 1-2 ay süreyle günde 200-500 mg dozda ağızdan alınmasının olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Arı sütü kullanan insanlar; sağlık sorunlarını giderdiğini, uyarıcı olarak vücut fonksiyonlarını harekete geçirerek genelde bir iyileşme, öğrenmede kapasite artışı, hafıza performansının ve kendine güvenin artmasını sağladığı bildirilmiştir. Ancak kronik ve tekrarlayan hastalıkların iyileştirilmesinde istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Bu konularda bilimsel çalışmaların yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Tüketim Şekilleri

Arı sütünün yararları bilimsel anlamda günümüze kadar kanıtlanmamış olmasına karşın, bu konuda yapılan reklamlar ve hazırlanan etiketler abartılı bilgiler ve önerilerle doldurulmakta, arı sütü adı altında çeşitli ürünler de sunulabilmektedir. Bu girişimler, arı sütünün fiyatını artırarak kısa vadede kazanç sağlasa da, uzun vadede insanlar açısından büyük tehlikeler yaratmaktadır.

Arı sütü besleyici özelliğiyle değil, varsayılan tedavi edici değerleri ve uyarıcı etkileri göz önüne alınarak tüketilmektedir. Arı sütünü tıbbi bir ürün olarak tanımlamak doğru değildir. Bu alanda tanımlanması için üretim, pazarlama ve kullanımın ilaç endüstrisinin özel bir alanında değerlendirilmesi gerekmektedir. Tüketiciler genellikle arı sütünü işlenmemiş, doğal ve hasat edildiği şekli ile pazarlanmasını tercih etmektedir. İşlenmemiş arı sütü en uygun olarak günde 250-500 mg dozda, koyu cam şişelerde veya özel izotermal paketleme sistemi içerisinde pazarlanabilmektedir. Üreticiler arı sütünü bireysel olarak larvaları alınan doğal ana arı yüksüklerinde saf olarak küçük plastik kutular veya cam kavanozlar içinde paketleyerek satmaktadırlar. Bu tip paketlemede arı sütü iyi korunamamakta ve sorunlar yaşanabilmektedir. Ancak tüketicilerin işlenmemiş saf, taze arı sütü aldıklarından emin olabilmeleri için bu tip pazarlama son derece etkileyici ve kazançlı olabilmektedir. Bu şekilde pazarlanan arı sütü, depolama, taşıma ve satışı sırasında 5°C'den aşağıda tutulmalıdır.

Arı sütünün bal ile karışımı (%1-3 arı sütü) en yaygın kullanım şeklidir. Balın arı sütünde herhangi bir değişime neden olmaması ve hazırlan-

masında özel bir teknoloji gerektirmemesi bu kullanım şeklinin avantajlı yönleridir. Elde edilen karışım iyi bir tada ve her iki ürünün yararlı etkilerini koruyan özellikler taşımaktadır. Bu karışımın depolanması konusunda kesin bilgiler bulunmamasına karşın buzdolabında saklanması önerilmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde arı sütü, benzer asitliğe sahip yoğunlu ile zenginleştirilmiş besin olarak kullanılmaktadır. Yoğurt+arı sütü karışımı buzdolabında saklanmalıdır. Vitamin katkıları ve suları dondurulmuş meyveler, kurutulmuş arı sütü ile zenginleştirilerek pazarlanmaktadır. Asya ülkelerinde arı sütü yaygın olarak içeceklerle katılarak tüketilmektedir. Arı sütü bal, şeker, reçel ve pektin ile yapılan jellerle karıştırılarak da pazarlanmakta, ancak bu karışımlarda arı sütünün özelliklerinin korunabilmesi konusunda kesin bilgiler bulunmamaktadır.

Arı sütü, ilaç benzeri formülasyonlarda genellikle uyarıcı etkisi ve özel sağlık sorunlarını giderici özelliği göz önüne alınarak kullanılmaktadır. Ancak bu tip kullanımların bilimsel açıklaması yapılmadığından bu konularda yapılan reklam ve bilgilerin dikkatle uygulanması gerekir. Arı sütü uzman bir hekim tarafından önerilmedikçe kesinlikle bu tür preparatlar tüketilmemelidir. Arı sütü içeren preparatların hazırlanma şekilleri aşağıda özetlenmiştir.

* Kurutulmuş arı sütünün ayrı bir çözücü içinde tek doz olarak hazırlanması: Dondurularak-kurulan arı sütü 250 mg içeren tek doz şeklinde çeşitli dolgu ve tatlandırıcı maddeler (şeker, tuz, aromalar, sitrik asit, glisin) ile hazırlanmakta; genellikle bitki ve polen ekstraktları, mayalar gibi ek bileşimler de karıştırılabilmektedir.

* Kurutulmuş arı sütünün çözücülü veya çözü-

cüsüz bileşimlerinin, tablet veya kapsül şeklinde tek doz olarak hazırlanması: Kurutulan arı sütü ve çözücü, ayrı taşıyıcı kaplar içerisinde paketlenerek depolama ömrü uzatılmış bir şekilde pazara sunulmaktadır. Arı sütü toz haline getirilen şeker ve gam arabik gibi bağlayıcılarla karıştırılarak özel makineler yardımıyla tablet, sert ve yumuşak kapsül şeklinde de hazırlanabilmektedir.

* Sıvı arı sütünün enjeksiyon veya ağız yoluyla kullanımı için tek veya çok doz olarak hazırlanması: İşlenmemiş taze arı sütü sıvı çözelti haline getirilir, bu çözeltiye bir miktar alkol ve propolis ekstraktı eklenmesi mikrop üremesini engeller. Bu preparatlar Asya ve Latin Amerika ülkeleri tarafından ihraç edilmektedir. Diğer bir enjekte edilebilir formülasyon bal, arı sütü ve ginseng alkol ekstresi içeren ürünlerdir. Bu ürünlerin bulaşma ve toksite problemlerine karşı üretiminin yetkili bir laboratuvarla yapılması önerilmektedir. Enjeksiyon yoluyla insanların kullanılabileceği arı sütü ekstraktlarının üretimi patentli ve uygulamaları denetleyen kurullar gözetiminde yapılmaktadır.

Arı sütü yaygın olarak kozmetik ürünlerinde, birçok dermatolojik preparatlarda bulunmakta ve genellikle hücre yenileme ve gençleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır. Yanma ve yaralarda kullanılan krem ve merhemlere genellikle %0.05-1 oranında arı sütü katılmaktadır. Ancak bu ürünlerin çabuk bozulma eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Kuru arı sütü laktöz ile karıştırılarak elde edilen hamur, 0°C 'de tutulan çeşitli kozmetik preparatlarla eklenmektedir. Özellikle arı sütünün taze veya kuru şekli yarış atlarını uyarda, laboratuvarlarda akar ve böceklerin yetiştirilmesinde kullanılmaktadır.



Çizelge 3. Arı sütünün bilimsel olarak kanıtlanmamış yararları

İç Kullanım

Tonik, fiziksel performansı uyarıcı etki.
İyi hafıza, öğrenme kapasitesi ve kendine güven.
Genel sağlık düzelmesi, cinsel istek ve performansın artması. İştah artması.
Anoreksi, nezle, iştah artması, kansızlık, kolesterol gibi durumlarda düzeltici etki.
Viral enfeksiyonlara karşı direncin artması

Yüksek ve düşük kan basıncı damar sertliğinde müsait etki.

Kronik ve tekrarlayan hastalıklar

Dış Kullanım

Deri rahatsızlıkları:
Epitelyal uyarı ve yeniden büyüme
Kırışıklıklara karşı
Deri yağ salgısının normalleşmesi

Bilimsel Olarak Kanıtlanan Yararları

Arı sütü, laboratuvar hayvanlarına vücut ağırlıklarının her bir kilogramı için 3 g/gün ve daha fazlası enjekte edildiğinde toksik ve mutajenik mütasyon yaratıcı bir etki göstermemiştir.

Yama testleri uygulanan hasta deneklerin 2/10'nun allerjik temasa bağlı deri allerjisi geliştirdikleri bildirilmiştir. Arı sütünün en yaygın kullanım şekli olan kas içine veya karın içine enjeksiyonların son yıllarda insanlar üzerinde ciddi allerjik reaksiyon oluşturmaması nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir. Günümüzde arı sütü genellikle ağızdan alınmakta ve kozmetiklere katılarak kullanılmaktadır.

In vitro çalışmalar arı sütünde bulunan 10 HDA'nın antibiyotik etkiye sahip olduğunu desteklemektedir. Antibiyotik etki sıcaklığa bağlı olarak değişebilmekte uzun süreli veya yetersiz depolama koşullarında azalmaktadır. Antibiyotik etki *Esheria coli*, *Salmonella*, *Proteus*, *Bacillus subtilis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarına karşı kanıtlanmıştır. Ayrıca *Micrococcus pyrogenes* karşı penisilin gösterdiği etkinin 1/4'nü göstermiştir. In vitro koşullarda arı sütünün antiviral etki gösterdiği kanıtlanmıştır.



Transfer çerçevesinin kovandan alınması



Ana arı larvalarının çıkartılması ve gözlerdeki arı sütünün görünüşü

Yağ asitlerinin anti-bakteriyel etkisinin herhangi bir iç uygulamada tedavi edici değerini göstermediği ağırlık kazanmaktadır. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde arı sütünün etkileri genellikle ağız veya enjeksiyon yoluyla kullanılarak belirlenmektedir. Allerjik reaksiyon için önemli risk taşımakla birlikte, hormonal etki en iyi enjeksiyon yolu ile kullanımlarda görülmektedir.

Ağız Yoluyla Kullanımı

Arı sütünün tavşan, bıldırcın ve tavukların verimliliklerine etkisi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Tavşanların normal besinine arı sütünün (100-200 mg/kg vücut ağırlığı) eklenmesi embriyo gelişimi ve fertilitenin artmasını sağlamıştır. Japon bıldırcınlarının besinlerine yüksek dozda (0.2 g) dondurulmuş kurutulmuş arı sütünün eklenmesi seksüel olgunluğa daha kısa sürede erişmelerini ve daha fazla yumurtlamaları sağlamıştır. Tavuk besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi yumurta üretimini, verimini ve kuluçka çıkış ağırlığını artırdığı, günde 10-40 mg uygulanmasının ise erkek ve dişi üreme organlarında herhangi histolojik bir değişim veya ağırlık kazancı yaratmadığı belirlenmiştir.

Farelerde besinlerinin bir kilogramına 1g arı sütü eklenmesi canlı ağırlık artışı sağlamakta, ancak yüksek dozlarda kullanımda azalma kaydedilmektedir. Tavuk, keklik ve sülünlerin besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi canlı ağırlıkta artış sağlamaktadır. Farelerin midelerine doğrudan 10, 20 ve 40 mg arı sütünün enjekte edilmesi ağırlık artışı sağlamaktadır. Buzağılara (7 günlük) 0.02 g/gün miktarında arı sütü kullanılması kontrol grubuna oranla altı ay içerisinde %11-13 ağırlık kazancı sağladığı; daha düşük ölüm oranı ve enfeksiyonlara karşı daha yüksek direnç olduğu görülmüştür.

Enjeksiyon Olarak Kullanımı

Arı sütünün intravenöz enjeksiyon şeklinde kullanımı, kan damarlarında geçici



Elde edilen saf arı sütü

ci büyümeye ve düşük kan basıncına neden olmakta ve bu etkiler asetil koline bağlanmaktadır. Arı sütünün enjeksiyon şeklinde kullanımı, ağız yoluyla kullanıma göre kandaki şeker düzeyini daha fazla artırmaktadır. Fareler de hipoglisemik (insülin benzeri) tepki göstermemiştir. Domuzlarda arı sütü (100-300 mg/1kg vücut ağırlığı) enjeksiyonu ağırlık artışı sağlamaktadır. Farelere çok az arı sütünün enjekte edilmesi kandaki hemoglobin ve eritrosit miktarını artırmakta, 10 mg ve yüksek dozları güç ve ağırlık artışı sağlamakta, 100 mg ve yüksek dozlarının ise ağırlık kaybına ve beyin korteks hücre metabolizmasını zayıflattığı saptanmıştır.

Denek Hayvanlarında Yapılan Testler

Arı sütünün insan hastalıklarına olan etki mekanizmasını ortaya koyabilmek için hayvanlar üzerinde yapılan çeşitli testlerden yararlanılmıştır. Arı sütünün insanlarda kolesterol ve trigliseridlerin kan plazma düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Tavşanlarda arı sütünün kan plazma lipid düzeyine etkisi olmadığı, kolesterol birikimi yapan besinlerle beslenen hayvanların kanındaki kolesterol içeriğini azalttığı bildirilmektedir.

Arı sütünün tavşanlarda kemik iyileşmesini yükselttiği, farelerde deri lezyonlarının iyileşmesini hızlandırdığı ve anti-enflamatuar etki gösterdiği bildirilmektedir. Tümör hücre kültürlerindeki bileşiklerin bir kısmı test edilerek, arı sütünde bulunan 10 HDA ve bilinen dikarboksilik asitlerin inhibitör etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Arı sütü almayan kontrol grubu fareler ile arı sütü (20 mg/kg-vücut ağırlığı) verilen ve ışın verilerek tümör oluşturulan fareler karşılaştırıldığında; arı sütünün yaşam süresine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Arı sütünün profilaktik ve ağız yoluyla kullanımında farelerde tümör büyümesinin engellendiği; hızlı büyüyen kanser üzerinde etkisinin önemsiz olduğu, yavaş büyüyen katı tümörlerde olumlu sonuç gösterdiği vurgulanmaktadır.

Çizelge 4. Arı sütünün insanlar üzerindeki etkileri.

Uygulamalar	Açıklama
Prematüre bebekler ve çeşitli sebeplerle besin eksikliği	Oral olarak 8-100 mg, genel koşullarda iyileşme; açgırlık, iştah, kırmızı kan hücreleri ve hemoglobinde artış.
Oldukça yaşlı (70-75 yaş), iştahsız, depresyonlu ve düşük kan basıncı hastalar	Her iki günde bir 20 mg enjeksiyonla bütün kullanıcılar da gelişme. Her iki günde bir oral yoldan 20 mg alındığında yukarıdaki gibi gelişme
Psikiyatrik belirtilerde	Güç kaybı, sinirsel kırılganlık, duygusal problemler ve psikoaktif ilaçların yan etkisini gidermede gelişmeler
Kronik tüberküloz hastalarında	Arı sütü, bal ve ginseng karışımı ile ağırlık kaybı ve fizyolojik koşullarda gelişme fakat kan karakteristiklerinde değişimler
Metabolizma uyarıcı	Proteinlerle karşılaştırılabilir uyarıcı etki, enzimatik karışımların etkinliğine bağlanan etki
Yara sağaltımında	5-30 mg/ml yara içerisine enjekte edilerek derinin yeniden gelişmesi

İnsanlar Üzerindeki Etkileri

Arı sütünün insanlar üzerinde etkileri Doğu Avrupa'da yapılan çalışmalarla gündeme gelmiştir (Çizelge 4). Ancak bu konuda yapılan bir çok test yönteminde eksiklik ve kullanılan parametreleri değerlendirmedeki güçlükler nedeniyle bilimsel yönden açıklanamayan belirsizlikler günümüze kadar yansımaktadır.

Arı sütü aktivitesinin mekanizması tam olarak bilinmemekte ve ileri sürülen sayısız hipotezin hiçbiri desteklenmemektedir. Vitamin içeriğinin yüksek olduğu konusundaki bulguların benzer vitamin miktarını içeren bir bardak süt veya diğer besinlerle karşılaştırılması, bu konudaki yanlışlığı ortaya koyabilmektedir. Arı sütünün intestinal florada yarattığı antimikrobiyal etkileri daha çok pH ile ilgilidir.

Günümüzde bal arıları ve arı sütü ile, insanlar ve arı sütü arasında benzer etkileşimlerin kurulması gibi konuların arı sütünün alım dozu, miktarı ve alım şekli dikkate alınarak incelenmesi önem kazanmaktadır. İnsanların arı sütünü değişik şekillerde kullanması ve tüketmesi onlara daha gençlik ve uzun yıl canlılık kazandırmamaktadır. Ancak besinlerle birlikte alındığında olumlu sonuçlar ortaya çıkarmakta ve bireysel sonuçların açıklanamadığı sinerjik etkiler oluşmaktadır. Yukarıda sıralanan hipotezlerin ciddi klinik ve bilimsel denemelerle ortaya konulması gerekmektedir.

Koruma

Arı sütü raf ömrü çok kısa olan bir maddedir. Bu ürünün biyolojik aktivitesi konusunda kanıtlanan veya kabul edilen bir bilginin olmaması, uzun süreli depolama sonrası etkinliğinde belirsiz kılmaktadır. Ancak uzun süreli depolamada asiditesinin ve çözünemez protein oranının

arttığı, serbest aminoasitlerin, glikoz oksidaz ve diğer maddelerin azaldığı konusunda bazı bilgilerin bulunması, biyolojik aktivitenin depolanmadan etkilendiğini göstermektedir. Soğutma ve dondurma, kimyasal değişiklikleri azaltmakta ve geciktirebilmektedir. Arı sütünün dondurularak kurutulmuş jel hali en uygun saklama şekli olmakla birlikte, bu kullanım şeklinde de bazı değişiklikler söz konusu olmaktadır.

Bu açıdan arı sütünün önlem olarak en azından 0-5°C'de buzdolabında veya en iyi saklama şekli olarak ev koşullarındaki dondurucularda -17°C'nin aşağısındaki sıcaklıklarda saklanması gerekmektedir. Ancak ürün faaliyeti ve sakla-

ma şekli açısından kesin ve emin sınırları ortaya koymak için herhangi bir kriter bulunmamaktadır. Arı sütü mümkün olduğu kadar kısa sürede tüketilmelidir. Avrupa'da pazarlanan arı sütü ürünleri için önerilen saklama süresi üretimden sonra buzdolabında 18 ay, -17°C'de depolanması durumunda ise bu süre 24 aya kadar çıkabilmektedir. Arı sütünü dondurulup çözülerek paketlenmesinden sonra buzdolabında 12 aydan daha fazla saklanmaması önerilmektedir.

Dondurularak-kurutulan arı sütü ve arı sütlü ürünler oda koşullarında genellikle birkaç yıl saklanabilir. Dondurularak-kurutulan arı sütü, kesinlikle taze durumundan daha kararlı bir yapıya sahiptir. Taze olarak kurutulmuş arı sütü için saklama önerileri; arı sütü katılan tüm yaş ve kuru ürünler için de geçerli olmaktadır. Karbonhidrat ve protein gibi kolayca emebilir destek maddeleri ile karıştırılarak dengelenen arı sütü yöntemi Fransa'da 1956'da patent almıştır. Bu yöntemde 0°C'de 100 g laktoz ile 10 g taze arı sütü karıştırılarak hamur haline getirilmektedir. Ancak bu uygulama, ürünün raf ömrünü uzatmaya yönelik olmamaktadır.

Arı Sütünün Pazarlanma Şekilleri

Dondurularak-Kurutulan (Liyofilize edilmiş) Arı Sütü

Dondurularak kurutulmuş arı sütü son derece su emici özelliğe sahip bir tozdur. Vakum ortamında dondurulan üründen su içeriği yüksek sıcaklıkta buharlaştırılarak elde edilir. Kurutma işlemi buharlaşma yoluyla değişken bileşikler tutmakta ve ürünün doğal yapısına zarar vermeden yapılmaktadır. Kurutma sürecinde arı sütü bir miktar su ile seyreltilir ve 35°C'yi geçmeyecek şekilde ısıtılır. Arı sütünün bu yöntemle üretiminde geniş kapasiteli endüstriyel kurutma sistemine gereksinim bulunmaktadır. Küçük laboratuvar modelleri sadece analiz için kullanılsa bile, küçük hacimli arı sütü bu boyuttaki ekipmanlarla yeterli bir şekilde işlenebilir. Küçük bir kurutma sistemi için yaklaşık 10 000 dolarlık bir yatırım yeterli olurken daha geniş sistemler için birkaç yüz bin dolar gerekmektedir. Dondurularak kurutulmuş arı sütü doğrudan pazara sunulabilir.

Arı Sütü-Bal Karışımı

Bu üretim şekli için sıvı ve hızlı kristalleşen ballar kullanılabilir. Balın nem içeriği %16'dan düşük olmalıdır. Arı sütünün her bir gramına 0.6-0.7 g suyun eklenmesi balın fermente olmasına neden olur. Bu sorunların yaşanmaması için dondurularak kurutulmuş arı sütü kullanılmalıdır. Ayrıca yüksek nem içeriğine sahip ballarda arı sütü baldan ayrılma ve yüzeyde toplanma eğilimi gösterir. Karışımı hazırlamak için arı sütü az miktarda bal ile karıştırılır sonra balın kalan kısmı eklenerek tekrar karıştırılır. Arı sütü krem bal, polen, propolis ekstraktı gibi diğer arı ürün-

lerine eklenerek de hazırlanabilir. Arı sütü-bal karışımı saf bal gibi paketlenir. Ancak paketlenmede renkli şişe ve kartonlar kullanılmalıdır. Bu karışımın buzdolabında saklanması önerilmektedir.

Arı Sütü-Yoğurt Karışımı

Yoğurt, arı sütü gibi düşük pH'ya sahip ve soğuk havada saklanması gereken bir üründür. Bu açıdan elde edilen karışımın saklanması ve pazarlanmasında sorunlarla karşılaşılması olasıdır. Genel olarak her bir kilogram yoğurda 2 gram arı sütü eklenerek karışım elde edilir. Standart olarak 125 gram yoğurt içinde 250 mg arı sütü bulunmalıdır.

Arı Sütlü Jel ve Yumuşak Karamel Karışımı

Ağırlıkça içinde %20-25 birim su, %75 sakkaroz, glikoz, bal veya meyve püreleri, 1-1.5 birim pektin, 1 birim arı sütü ve az miktarda sitrik asit, bitki ekstraktları gibi aromatik maddeler karıştırılarak hazırlanmaktadır. Pektin veya diğer şekerlerin miktarı karışımın kıvamını belirlemektedir. Arı sütü, hazırlanan jelatin karameller içine düşük sıcaklıkta eklenmekte, karışım soğutulup katıldığı zaman küçük küpler halinde kesilerek toz şekerle üzeri örtülerek plastik kutular içerisinde paketlenerek pazara sunulmaktadır.

Arı Sütünün Sıvı Maddelerle Karışımı

Arı sütünün sıvı maddelerle hazırlanmasında farklı karışım şekilleri kullanılmaktadır. Ürünün küçük ve tek doz şeklinde hazırlanması maliyeti yükseltmekte ve özel ekipman gerektirmektedir. Ancak bu şekilde pazarlanması çok

Kullanımda Dikkat!

Arı sütünün besin, enjeksiyon ve tablet şeklinde kullanılmasında herhangi bir toksik etkisi gözlenmemiştir. Allerjik reaksiyonlar temas veya enjeksiyon yoluyla ortaya çıkabilmektedir. Potansiyel tüm allerjik maddelerde olduğu gibi arı sütü de tam dozda kullanılmadan önce birkaç gün küçük miktarda kullanımlarla denenmeli, allerjik reaksiyon ortaya çıktığında kullanımdan vazgeçilmelidir.

Arı sütünün tedavi edici yönleri ve diğer etkileri kesin olarak kanıtlanmadığından tanıtımı ve paket etiketleri yasal açıdan doğru olmalı; tüketici hakları korunmalıdır. Bu durum zaman içerisinde tüketici güvenini ve satışları geliştirecektir. Üretim ve pazarlama açısından saklama sırasında uygulanan sıcaklık en önemli sınırlayıcı faktördür. Bu nedenle arı sütünün üretim ve pazarlanması son derece iyi planlanmalıdır.

Pazar Durumu

Arı sütünün tahmini değerleri dışında kullanılabilir pazar istatistiği bulunmamaktadır. Çin dünyanın en fazla arı sütü

üreten ve ihraç eden ülkesi konumundadır. Çinde arı sütü üretiminin yıllık 400-500 ton olduğu ve dünya üretiminin yaklaşık %60'ını elinde bulundurduğu tahmin edilmektedir. Bu üretimin hemen tamamı Japonya, Avrupa ve ABD'ye ihraç edilmektedir. Uzak Doğu ülkelerinden Kore, Tayvan ve Japonya da önemli arı sütü üretici ve ihracatçı ülkeler arasında bulunmaktadır. Doğu ve Batı Avrupa ile Amerika ülkelerinde (özellikle Meksika'da) ise daha az üretim yapılmaktadır.

Arı sütünün uluslararası pazarda top tan fiyatı: Çinde 1993 yılında 50-80 dolar/kg, Arjantin'de 1992 yılında 100-180 dolar/kg, çeşitli ülkelerde ise 1964 yılında 180-400 dolar/kg olarak değişiklik göstermiştir. Arı sütünün tablet, kapsül gibi işlenmiş şekillerinin bir kilogramı 300 dolar dan satılabilmektedir.

Asya pazarı potansiyel olarak çok geniş ve olağanüstü bir değer taşımaktadır. Asya ülkelerinin tüketici tercihleri ve alışkanlıkları Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinden oldukça farklı bir yapı oluşturmaktadır. Arı sütünün kozmetik sanayiinde kullanılması batı ülkelerine oranla kalite ve pazarlama açısından çok başarılı ürün

maktadır. Mannitol ve laktoz yerine toz şeker, kaplama maddeleri olarak agar agar, pektin, jelatin, çeşitli zamlar veya balmumu, kokular ve boyalar yerine doğal bitki ekstraktları kullanılabilir.

Arı Sütünün Kapsül şeklinde Hazırlanması

I. Formül: İçinde ağırlıkça 1 birim liyofilize arı sütü, 2-4 birim pulverize edilmiş glikoz, fruktoz, laktoz veya arı poleni, kuru propolis ekstraktı kullanılabilir.

II. Formül: İçindekiler (ağırlıkça), 6 birim ginkgo biloba yaprakları, 4 birim kawakawa kökü, 2 birim melilotus uçları, 8 birim istiridye kabuk tozu, 6 birim liyofilize arı sütünden oluşmaktadır. Her bir kapsül 300-350 mg gelmektedir.

III. Formül: İçinde (ağırlıkça, hepsi kuru) 7 birim ginkgo biloba yaprakları, 3 birim havuç, 3 birim rosehips, 1.5 birim ginseng kökü, 7 birim selenyum mayası, 4 birim buğday embriyosu, 3 birim liyofilize arı sütü bulunmaktadır. Karışıma eklenen maddelerin tümü kuru ve toz halinde olmalı iyice karıştırıldıktan sonra arı sütü eklenerek kapsül haline getirilmelidir. Ürün kıvamı için oranlar çok önemli olmamakta ancak herbal özellik taşımalı, polen, propolis ile zenginleştirilebilir. Katı jelatin kapsülleri doldurma işlemi elle veya çeşitli kapasiteli makineler kullanılarak yapılabilir. Yumuşak jel kapsüllerin üretiminde yağlı ekstraktlara ve pahalı bir teknolojiye gereksinim bulunmaktadır.

Arı Sütünün Kozmetik Ürünlerle Karışımı

Krem veya losyonlara %0.1-1 taze, %0.03-0.3 liyofilize arı sütü eklenerek kozmatikler zenginleştirilebilmektedir. Kremin küçük bir miktarı arı sütü karıştırılır ve sonra kalan kısmı ile karıştırılarak kullanılır.



Tutan ana arı yüksüklerinin görünüşü ve arı sata hasadı için arılardan arındırılan transfer çerçevesinin görünüşü (üstte). Larva transferinin yapılması (altta).



ler elde edilmektedir. Asyada sayıları önemli oranda artan küçük işletmelerde arı ürünleri özellikle arı sütü içeren ürünler başarıyla pazarlanmaktadır. Bu işletmeler yerel tüketici eğilimine göre çalışmakta, yüksek kalitede paketleme ve pazarlama konusuna önem vermemektedirler. Arı sütünün tedavi edici ve yararlı özellikleri bilimsel olarak kanıtlandıkça uluslararası pazarda daha büyük bir potansiyel yaratacağı açıktır.

Ulviye Kumova

Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Öğretim Üyesi, Adana

Ali Korkmaz

Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli-İçel

Kaynaklar

- Blum, M. S., Novak A. F., Taber, S. 1959. 10-Hydroxy-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly. Science, 130:452-453.
- Csuka, J., Baumgartner, J. Dubay, J. 1978. The effect of royal jelly on some reproductive characters of Japanese quail. Zivocisna Vyroba, 23(5):395-400.
- Derevici, A., Petrescu, A. 1965. Experimental studies in vitro and in vivo on the virulicidal action of royal jelly. Lucr. Stiint. Stat. Cent. Seri. Apic. 5:135-143.
- Giordani, G. 1961. Effect of royal jelly on chickens. Avicoltura 30(6):114-120.
- Howe, S. R., Dimick, P. S., Benton, A. W., 1985. Composition of freshly harvested and commercial royal jelly. J. Apic. Res. 24(1):52-61.
- Inoue, T., Inoue, A. 1986. The world royal jelly industry: present status and future prospects. Bee World. 45(2):59-69.
- Jean, E. 1956. A process of royal jelly absorption for its incorporation into assimilable substances. Fr. Pat., 1:118-123.
- Kramer, K.J., Tager, H. S., Childs, C. N., Spiers, R.D. 1977. Insulin-like hypoglycemic and immunological activities in honeybee royal jelly. J. of Ins. Physc. 32(2):293.
- Melampy, R. M., Stanley, A. J. 1940. Alleged gonadotropic effect of royal jelly. Science. 91: 457-458.
- Nakamura, T. 1986. Quality standards of royal jelly for medical use. Proc. of the XXXth Int. Cong. Of Apiculture. Nagoya, Apimondia, 462-464.
- Rembold, H., 1965. Biological active substance in royal jelly. Vitamins and hormones. 23:359-382.
- Sasaki, M., Tsuruta, T., Asada, S., 1987. Role of physical property of royal jelly in queen differentiation of honeybee. Munich, Verlag J. Paperny. 306-307.
- Shibi, C. 1993. The Technique of upgrading the output and quality of royal jelly. Honeybee Royal Jelly Environment. China Popular Science Press. 1-6.
- Takenaka, T., Yatsunami, K., Echigo, T., 1986. Changes in quality of royal jelly during storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 33(1):1-7.
- Vitteck, J., Slomiany, B.L., 1984. Testosterone in royal jelly. Experientia. 40:104-106.
- Yatsunami, K., Echigo, T., 1985. Antibacterial activity of royal jelly. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tamagawa University. No:25, 13-22.



Doğanın Harika Ürünü

Arı Sütü

Arı ürünleri arasında besin maddelerince en zengini olan arı sütü, 5-15 günlük yaştaki işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanan ve ana arı ile genç larvaların beslenmesinde kullandıkları bir gıda maddesidir. Beyaz-krem renkte, pelte kıvamında, kendine özgü kokusu ve ekşi-acı bir tadı bulunmaktadır.

ARI KOLONİSİNİ oluşturan bireylerden ana arı ve işçi arılar aynı genetik yapıya sahip olmalarına karşılık, larva döneminde farklı oranda ve sürede arı sütüyle beslenmeleri aralarında kast farklılaşmasına neden olmaktadır. Ana arılar, tüm larva ve ergin dönemlerinde arı sütü ile beslendiğinden yumurtalıkları ve spermatekalari (erkekten gelen spermayı depo ettikleri kese) çok iyi gelişmekte, günde 1500-3000 yumurta bırakmakta ve birkaç yıl bu üretkenliğini sürdürerek koloninin geleceğini yönlendiren en önemli bireyi olmaktadır. Ana arının dömlü olarak bıraktığı yumurtalardan oluşan larvalar ilk 3 gün arı sütü, 3. günden sonra bal ve polen karışımı ile beslendiğinde işçi arılar oluşmaktadır. İşçi arılar 21 günlük gelişme sürelerinden sonra ana arıdan oldukça küçük yapıda, üreme organları gelişmemiş; koloni içersinde ve dışında yapacakları işlevlerine uygun olarak çeneleri, yavru gıda bezleri, mum bezleri, koku bezleri gelişen, vücutları nektar ve polen toplamaya uygun ve yaşam süreleri ancak 35-40 gün olan koloninin en kalabalık bireylerini oluşturmaktadırlar.

Arı sütü, salgılandığı gibi, depolanmadan doğrudan ana

arı ve genç larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesi olması açısından geleneksel bir arı ürünü değildir. Ana arıların özel olarak arı sütü ile beslenerek aynı genetik yapıya sahip işçi arılardan farklı yapısal özellikler göstermesi, uzun ömürlü olması ve olağanüstü verimliliğe sahip olması; insanlar üzerinde de benzer etkiler gösterebileceği görüşü dünden bugüne bu ürünü çok çekici bir duruma getirmiştir.

Günümüzde arı sütünün insan sağlığına doğrudan katkısının bilimsel olarak kanıtlanamamış olmasına ve klinik etkileri konusunda ciddi eksikliklerin bulunmasına karşın; arı sütünün biyolojik, klinik özellikleri, üretim tekniği ve kalite kontrolü konusunda yapılan çalışmalarda önemli aşamaların kaydedilmiş olması sevindiricidir.

Arı sütü 30-35 yıldan bu yana insanlar tarafından çeşitli hastalıkların sağıtılmasında, vücudun sağlıklı ve dinç tutulmasında hücre yenileme özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Son yıllarda arı sütünün apiterapi alanında kullanımı da üretimini cazip duruma getirmiştir. Saf arı sütü üretiminin

ve korunmasının oldukça zor, son derece teknik ve yoğun işgücü gerektirmektedir. Üretici durumundaki arı yetiştiricilerinin bu konuda bilinçli olması tüketici haklarının korunması açısından son derece önem taşımaktadır.

Dünyada arı sütünün üretim ve ticareti Çin, Japonya, Taiwan ve Yeni Zelanda gibi Uzak Doğu ülkelerinde yapılmaktadır. Çin yılda 1000 ton arı sütü üretimi ile ABD ve birçok Avrupa ülkesinin arı sütü talebini karşılamaktadır. Ülkemizde arı sütü üretimi 1990' lı yıllarda küçük çapta başlamasına karşın talebin büyük bir kısmı Çin, Fransa, İtalya ve BDT ülkelerinden ithal edilerek karşılanmaktadır.

Ülkemiz arı yetiştiricilerinin arı sütünün üretim, muhafaza tekniği ve pazarlaması konularında çok fazla bilgiye sahip olmaması, teknik sorunlarla karşılaşmaları, bazı üreticilerin arı sütüne katkı maddeleri karıştırarak pazarlamaları tüketici ve ihracatçıları zor durumda bırakmakta, sağlığı konusunda şüphe oluşmasına neden olmaktadır. Bu açıdan ülkemizde arı sütünün önemi, özellikleri, üretimi, muhafaza tekniği, kullanım alanlarının bilinmesi; üretici ve tüketicilerin bu yönden aydınlatılması gibi konulara önem verilmalıdır.



Balmumundan hazırlanmış yapay ana arı yüksükleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Arı sütü yüksek viskoziteli, akıcı kıvamda, karmaşık fiziksel ve kimyasal yapısına karşın oldukça homojendir. Rengi hafif bej-sarıdır. Tadı ekşi ve kokusu keskin fenolik yapıdadır. Yoğunluğu 1.1 g/cm³ olup kısmen suda çözünabilmektedir.

Arı sütünde mum ve larva kalıntıları'nın bulunması sağlığı konusunda bir gösterge olsa da bu durum arı sütü toplama yöntemiyle ilgilidir. Asidik bir yapıda (pH 3.6-4.2). olan arı sütünün bileşiminde su, protein, şekerler, yağlar ve mineral maddeler bulunmaktadır (Çizelge 1). Taze arı sütünün 2/3'ü su, kuru ağırlığının önemli bir kısmını protein ve şekerler, azotlu maddelerin %73.9'unu proteinler oluşturmaktadır. Yapısında altı çeşit büyük protein ve dört adet glikoprotein bulunmaktadır. Azotlu yapıların %2.3'nü serbest aminoasitler ve %0.16'nı peptitler oluşturur. Yapısında insanlar için temel gerekliliği olan 29 aminoasit ve türevlerinin tamamı bulunmaktadır. En önemli olanları aspartik asit, glutamik asit, prolin ve lisindir. Arı sütünde glikoz oksidaz, fosfataz ve kolinesteraz enzimleri ile insülin benzeri bir madde de tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Arı Sütünün Yapısı

İçindekiler	Minimum	Maksimum
Su	% 57	% 70
Proteinler (N x 6.25)	Kuru ağırlığın % 17'si	Kuru ağırlığın % 45'i
şekerler	Kuru ağırlığın % 18'i	Kuru ağırlığın % 52'si
Yağlar	Kuru ağırlığın % 3.5'i	Kuru ağırlığın % 19'u
Mineraller	Kuru ağırlığın % 2'si	Kuru ağırlığın % 3'ü

Arı sütünde bulunan şekerlerin yapısı bal benzer özellik göstermektedir. Toplam şekerlerin %90'ını fruktoz ve glikoz oluşturur.

Lipidler arı sütünün önemli bir özelliğini yansıtır. Lipid türevleri serbest yağ asitlerinin %80-90'nı oluşturur. Bunlar, hayvan ve bitkilerde yaygın bulunan 14-20 karbon atomlu yağ asitlerinin aksine, çoğunlukla 8-10 karbon atomlu, kısa zincirli hidroksi-yag asitleri veya dikarboksilik asitlerden oluşmaktadır. Arı sütü yapısına giren ve biyolojik özellik gösteren yağ asitleri ile steroller, larva döneminde endokrin sistemini, diğer protein ve lipidler de hücre çoğalmasını etkileyerek işçi ve ana arı arasındaki fizyolojik ve morfolojik farklılığa neden olmaktadır. Toplam kül içeriği yaş



Sağlıklı bir ana arı ve çevresinde bulunan bakımsız arılar

Üretim Tekniği

Arı sütü, ana arı yetiştirmek amacıyla kolonilerin uyarılmasıyla elde edilmekte ve çok az bir yatırımı gerektirmektedir. Ancak diğer arı ürünlerinin üretimine oranla daha fazla uzman kişi ve zaman isteyen bir çalışmayı gerektirir. Kolonilerin ana arı değiştirmek veya oğul hazırlığı için yaptıkları doğal ana arı memelerinden arı sütü elde edilebilir. Bu şekilde yapılan üretimden fazla arı sütü (1g/2 koloni) elde edilemez. Ancak iyi hazırlanan bir koloniden 5-6 aylık dönemde yaklaşık 500g arı sütü üretilebilir.

Arı sütünün geniş çaplı üretiminde, ana arı yetiştirilmesinde kullanılan Doolittle yönteminin değişik bir şekli uygulanmaktadır. Bunun için kuvvetli arı kolonilerine, yüksük taşıma çitalarına, balmumu veya plastikten yapılmış yüksük kalıplarına, ana arı ızgarasına, transfer kaşığına, hasad kaşığına, koyu renkli cam kaplara, buzdolabı ve derin dondurucuya gereksinim bulunmaktadır. Özellikle arı sütünün çok çabuk bozulma özelliği göstermesi nedeniyle soğutucu önem taşımaktadır. Üretim kolaylığı açısından kovanlarda özel değişiklikler yapılabilir ve santrifüjli ekstraktör kullanılabilir.

Çevrede bal arılarının yararlanabileceği nektar ve polen kaynakları yeterli düzeyde olsa bile kolonilerin ek beslenmesi arı sütü üretimini artırıcı yatırımlardır.

Arı sütü üretimi analı ve ana arısı alınan kolonilerde yapılabilir. Bu yöntemle üretimin ekonomik olması için, transfer edilen larvalı yüksükler başlatıcı koloniler kullanılmadan bitirici kolonilere doğrudan verilir. Analı ve güçlü kolonilerde üretim yapılacak ise ana arı, yavru ve yumurta bırakabilmesi için boş petekler ile kuluçkalığa (1. kata) bir ana arı ızgarası ile kapatılır; 2. kata genç ergin arılı, polenli, ballı

petekler ile transfer edilen larvalı yüksükleri içeren taşıyıcı çerçeve yerleştirilir. Ancak anasız kolonilerde daha fazla arı sütü üretimi söz konusudur.

Arı sütü üretimine arıların ırkı, mevsim, nektar ve polen kaynakları, kolonilerin beslenmesi, transfer edilen larvaların yaşı, transfer sayısı, kolonilerin gücü, arı sütü üreten işçi arıların sayısı ve salgı bezlerinin morfolojik yapısı gibi bir çok etken etkili olmaktadır.

Aşılama yapılacak oda 30-35 °C sıcaklıkta ve %60-65 nisbi nemde olmalıdır. Önceden hazırlanan balmumlu veya plastik yüksüklere 1:1 oranında sulandırılmış arı sütü+su karışımı damlatılır. Transfer için 12-24 saatlik larvaların bol olduğu bir petek, kolonilerden seçilerek transfer yapılır ve önceden

hazırlanan bitirici koloniye verilir. Transferden 72 saat sonra, kolonilerden aşılama çerçeveleri alınır ve içindeki ana arı larvaları çıkartılarak arı sütleri küçük bir vakumlu pompa veya küçük çaplı üretimlerde spatul yardımıyla yüksüklerden hasad edilir. Elde edilen arı sütü naylon bir filtreden geçirilerek balmumu ve larva artıklarından temizlenmelidir. Arı sütü koyu renkli cam şişelere konulmalı, hava ile doğrudan temastan kaçınılmalı ve hemen

soğutucuya konulmalıdır. Üretimde kullanılan tüm malzeme, ekipmanlar sıcak su veya saf alkolle dezenfekte edilmelidir. Laboratuvar mutlaka temiz tutulmalı, hasad işlemi güneş ışığı altında ve dışarıda yapılmamalıdır.

Bu yöntemle ticari açıdan yüksük başına elde edilen arı sütü miktarı 200 mg dan az olmamalıdır. Tutma oranının az olması koloninin süt için isteksiz olduğunu veya koloninin hazırlanışında teknik hata yapıldığını gösterir. Bu nedenle arı sütü üretimi iyi bir organizasyon, zamanlama,

teknik bilgi ve beceriyi gerektirmektedir.



Doğal ana arı memeleri ve arı sütü. Ana arı pupası, ana arı larvası ve arı sütü.



Yapay ana arı memeleri ve bakıcı işçi arılar



Larva transferi



Arı sütü ve larvanın görünüşü

	Çizelge 2. Arı sütünün yaş ağırlığında vitamin içeriği (mg/g)							
	Thiamin	Riboflavin	Pantotenik Asit	Pridoksın	Niasin	Folik	Inositol Asit	Biotin
Minimum	1.44	5	159	1.00	48	0.130	80	1.1
Maksimum	6.70	25	265	48.00	88	0.530	350	19.8

ağırlığının %1'ini, kuru ağırlığının %2-3'nü içermektedir. Potasyum, Kalsiyum, Sodyum, Çinko, Demir, Bakır ve Magnezyum arı sütünde belirlenen minerallerdir. Arı sütü vitaminlerce zengin bir üründür (Çizelge 2), içeriğinde A, D ve K vitaminleri bulunmamaktadır.

Arı sütünde seks hormonları varlığının araştırılmasında günümüze kadar önemli bulgular ortaya konulmuştur. Arı sütünün dişi farelerde cinselliği uyarıcı etkisinin olmadığı, herhangi bir seks hormonu içermediği belirtilmektedir. Ancak son yıllarda radyoimmünojenik yöntemlerle eser miktarda (0.012 mg/g yaş ağırlık) hormonların varlığı ortaya konmuştur. Buna karşılık bir erkek birey, günde 1 g yaş arı sütü içerisinde bulunan bu hormon miktarının 250.000.-1 000 000 katını üretebilmektedir. Bu nedenle çok az bulunan hormonların insanlar üzerinde biyolojik etkisinin olmayacağı görüşü ağırlık kazanmıştır.

Fizyolojik Etkileri

Bal Arılarına Olan Etkileri

Arı sütü: İşçi arılar tarafından salgılanan, petek gözelerinde gelişen genç larvaların (0-3 gün) ve ana arıların ömür boyu beslenmesinde kullanılan bir besin maddesidir. İşçi arılar arı sütünü hypopharyngeal salgı bezlerinde 8-14 günlük olgunlukta iken maksimum düzeyde üretmekte, 17-19 günlük yaştan sonra salgı bezleri küçülerek üretim düşmektedir.

Arı sütünün dişi larvalar üzerindeki hormonal etkileri yalnız işçi ve ana arı arasında kast farklılığını ortaya çıkarmamakta; ana arının verimliliğine de etkide bulunmaktadır. İşçi arılara oranla daha fazla miktarda arı sütü ile beslenen ana arıların ömrü 5-7 yıla kadar uzamaktadır. İşçi arılarda ise ömür uzunluğu 35-42 gün ile sınırlanmıştır. Arı sütünün ana arının yaşam uzunluğu ve verimliliği için gerekli olduğu, ancak bu iş için arı sütündeki

hangi maddelerin hangi düzeyde etkili olduğu halen bilinmemektedir. Bu konuda hormonların ve diğer maddelerin etkilerini ortaya koymak ve kaliteli ana arı elde etmek amacıyla sayısız çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalarda ana arının özelliklerini belirleyici etkenlerin neler olduğu konusunda kesin bir sonuca ulaşılamamıştır.

İnsanlar Üzerinde Etkisi

Arı sütü başlangıçta, insanları gençleştirici etkisiyle kamuoyuna tanıtılmıştır. Bu konu Avrupa'nın en yaygın ve popüler yayın organları ile desteklenmiştir. Arı sütünün 1-2 ay süreyle günde 200-500 mg dozda ağızdan alınmasının olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Arı sütü kullanan insanlar; sağlık sorunlarını giderdiğini, uyarıcı olarak vücut fonksiyonlarını harekete geçirerek genelde bir iyileşme, öğrenmede kapasite artışı, hafıza performansının ve kendine güvenin artmasını sağladığı bildirilmiştir. Ancak kronik ve tekrarlayan hastalıkların iyileştirilmesinde istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Bu konularda bilimsel çalışmaların yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Tüketim Şekilleri

Arı sütünün yararları bilimsel anlamda günümüze kadar kanıtlanmamış olmasına karşın, bu konuda yapılan reklamlar ve hazırlanan etiketler abartılı bilgiler ve önerilerle doldurulmakta, arı sütü adı altında çeşitli ürünler de sunulabilmektedir. Bu girişimler, arı sütünün fiyatını artırarak kısa vadede kazanç sağlasa da, uzun vadede insanlar açısından büyük tehlikeler yaratmaktadır.

Arı sütü besleyici özelliğiyle değil, varsayılan tedavi edici değerleri ve uyarıcı etkileri göz önüne alınarak tüketilmektedir. Arı sütünü tıbbi bir ürün olarak tanımlamak doğru değildir. Bu alanda tanımlanması için üretim, pazarlama ve kullanımın ilaç endüstrisinin özel bir alanında değerlendirilmesi gerekmektedir. Tüketiciler genellikle arı sütünü işlenmemiş, doğal ve hasat edildiği şekli ile pazarlanmasını tercih etmektedir. İşlenmemiş arı sütü en uygun olarak günde 250-500 mg dozda, koyu cam şişelerde veya özel izotermal paketleme sistemi içerisinde pazarlanabilmektedir. Üreticiler arı sütünü bireysel olarak larvaları alınan doğal ana arı yüksüklerinde saf olarak küçük plastik kutular veya cam kavanozlar içinde paketleyerek satmaktadır. Bu tip paketlemede arı sütü iyi korunamamakta ve sorunlar yaşanabilmektedir. Ancak tüketicilerin işlenmemiş saf, taze arı sütü aldıklarından emin olabilmeleri için bu tip pazarlama son derece etkileyici ve kazançlı olabilmektedir. Bu şekilde pazarlanan arı sütü, depolama, taşıma ve satış sırasında 5°C'den aşağıda tutulmalıdır.

Arı sütünün bal ile karışımı (%1-3 arı sütü) en yaygın kullanım şeklidir. Balın arı sütünde herhangi bir değişime neden olmaması ve hazırlan-

masında özel bir teknoloji gerektirmemesi bu kullanım şeklinin avantajlı yönleridir. Elde edilen karışım iyi bir tada ve her iki ürünün yararlı etkilerini koruyan özellikler taşımaktadır. Bu karışımın depolanması konusunda kesin bilgiler bulunmamasına karşın buzdolabında saklanması önerilmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde arı sütü, benzer asitliğe sahip yoğunlu ile zenginleştirilmiş besin olarak kullanılmaktadır. Yoğurt+arı sütü karışımı buzdolabında saklanmalıdır. Vitamin katkıları ve suları dondurulmuş meyveler, kurutulmuş arı sütü ile zenginleştirilerek pazarlanmaktadır. Asya ülkelerinde arı sütü yaygın olarak içeceklerle katılarak tüketilmektedir. Arı sütü bal, şeker, reçel ve pektin ile yapılan jellerle karıştırılarak da pazarlanmakta, ancak bu karışımlarda arı sütünün özelliklerinin korunabilmesi konusunda kesin bilgiler bulunmamaktadır.

Arı sütü, ilaç benzeri formülasyonlarda genellikle uyarıcı etkisi ve özel sağlık sorunlarını giderici özelliği göz önüne alınarak kullanılmaktadır. Ancak bu tip kullanımların bilimsel açıklaması yapılmadığından bu konularda yapılan reklam ve bilgilerin dikkatle uygulanması gerekir. Arı sütü uzman bir hekim tarafından önerilmedikçe kesinlikle bu tür preparatlar tüketilmemelidir. Arı sütü içeren preparatların hazırlanma şekilleri aşağıda özetlenmiştir.

* Kurutulmuş arı sütünün ayrı bir çözücü içinde tek doz olarak hazırlanması: Dondurularak-kurulan arı sütü 250 mg içeren tek doz şeklinde çeşitli dolgu ve tatlandırıcı maddeler (şeker, tuz, aromalar, sitrik asit, glisin) ile hazırlanmakta; genellikle bitki ve polen ekstraktları, mayalar gibi ek bileşimler de karıştırılabilmektedir.

* Kurutulmuş arı sütünün çözücülü veya çözü-

cüsüz bileşimlerinin, tablet veya kapsül şeklinde tek doz olarak hazırlanması: Kurutulan arı sütü ve çözücü, ayrı taşıyıcı kaplar içerisinde paketlenerek depolama ömrü uzatılmış bir şekilde pazara sunulmaktadır. Arı sütü toz haline getirilen şeker ve gam arabik gibi bağlayıcılarla karıştırılarak özel makinelerle yardımıyla tablet, sert ve yumuşak kapsül şeklinde de hazırlanabilmektedir.

* Sıvı arı sütünün enjeksiyon veya ağız yoluyla kullanımı için tek veya çok doz olarak hazırlanması: İşlenmemiş taze arı sütü sıvı çözelti haline getirilir, bu çözeltiye bir miktar alkol ve propolis ekstraktı eklenmesi mikrop üremesini engeller. Bu preparatlar Asya ve Latin Amerika ülkeleri tarafından ihraç edilmektedir. Diğer bir enjekte edilebilir formülasyon bal, arı sütü ve ginseng alkol ekstresi içeren ürünlerdir. Bu ürünlerin bulaşma ve toksite problemlerine karşı üretiminin yetkili bir laboratuvarla yapılması önerilmektedir. Enjeksiyon yoluyla insanların kullanabileceği arı sütü ekstraktlarının üretimi patentli ve uygulamaları denetleyen kurullar gözetiminde yapılmaktadır.

Arı sütü yaygın olarak kozmetik ürünlerinde, birçok dermatolojik preparatlarda bulunmakta ve genellikle hücre yenileme ve gençleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır. Yanma ve yaralarda kullanılan krem ve merhemlere genellikle %0.05-1 oranında arı sütü katılmaktadır. Ancak bu ürünlerin çabuk bozulma eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Kuru arı sütü laktöz ile karıştırılarak elde edilen hamur, 0°C 'de tutulan çeşitli kozmetik preparatlarla eklenmektedir. Özellikle arı sütünün taze veya kuru şekli yarış atlarını uyarda, laboratuvarlarda akar ve böceklerin yetiştirilmesinde kullanılmaktadır.



Çizelge 3. Arı sütünün bilimsel olarak kanıtlanmamış yararları

İç Kullanım

Tonik, fiziksel performansı uyarıcı etki.
İyi hafıza, öğrenme kapasitesi ve kendine güven.
Genel sağlık düzelmesi, cinsel istek ve performansın artması. İştah artması.
Anoreksi, nezle, iştah artması, kansızlık, kolesterol gibi durumlarda düzeltici etki.
Viral enfeksiyonlara karşı direncin artması

Yüksek ve düşük kan basıncı damar sertliğinde müsait etki.

Kronik ve tekrarlayan hastalıklar

Dış Kullanım

Deri rahatsızlıkları:
Epitelyal uyarı ve yeniden büyüme
Kırışıklıklara karşı
Deri yağ salgısının normalleşmesi

Bilimsel Olarak Kanıtlanan Yararları

Arı sütü, laboratuvar hayvanlarına vücut ağırlıklarının her bir kilogramı için 3 g/gün ve daha fazlası enjekte edildiğinde toksik ve mutajenik mütasyon yaratıcı bir etki göstermemiştir.

Yama testleri uygulanan hasta deneklerin 2/10'nun allerjik temasa bağlı deri allerjisi geliştirdikleri bildirilmiştir. Arı sütünün en yaygın kullanım şekli olan kas içine veya karın içine enjeksiyonların son yıllarda insanlar üzerinde ciddi allerjik reaksiyon oluşturması nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir. Günümüzde arı sütü genellikle ağızdan alınmakta ve kozmetiklere katılarak kullanılmaktadır.

In vitro çalışmalar arı sütünde bulunan 10 HDA'nın antibiyotik etkiye sahip olduğunu desteklemektedir. Antibiyotik etki sıcaklığa bağlı olarak değişebilmekte uzun süreli veya yetersiz depolama koşullarında azalmaktadır. Antibiyotik etki *Esheria coli*, *Salmonella*, *Proteus*, *Bacillus subtilis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarına karşı kanıtlanmıştır. Ayrıca *Micrococcus pyrogenes* karşı penisilinin gösterdiği etkinin 1/4'nü göstermiştir. In vitro koşullarda arı sütünün antiviral etki gösterdiği kanıtlanmıştır.



Transfer çerçevesinin kovandan alınması



Ana arı larvalarının çıkartılması ve gözlerdeki arı sütünün görünüşü

Yağ asitlerinin anti-bakteriyel etkisinin herhangi bir iç uygulamada tedavi edici değerini göstermediği ağırlık kazanmaktadır. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde arı sütünün etkileri genellikle ağız veya enjeksiyon yoluyla kullanılarak belirlenmektedir. Allerjik reaksiyon için önemli risk taşımakla birlikte, hormonal etki en iyi enjeksiyon yolu ile kullanımlarda görülmektedir.

Ağız Yoluyla Kullanımı

Arı sütünün tavşan, bıldırcın ve tavukların verimliliklerine etkisi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Tavşanların normal besinine arı sütünün (100-200 mg/kg vücut ağırlığı) eklenmesi embriyo gelişimi ve fertilitenin artmasını sağlamıştır. Japon bıldırcınlarının besinlerine yüksek dozda (0.2 g) dondurulmuş kurutulmuş arı sütünün eklenmesi seksüel olgunluğa daha kısa sürede erişmelerini ve daha fazla yumurtlamaları sağlamıştır. Tavuk besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi yumurta üretimini, verimini ve kuluçka çıkış ağırlığını artırdığı, günde 10-40 mg uygulanmasının ise erkek ve dişi üreme organlarında herhangi histolojik bir değişim veya ağırlık kazancı yaratmadığı belirlenmiştir.

Farelerde besinlerinin bir kilogramına 1g arı sütü eklenmesi canlı ağırlık artışı sağlamakta, ancak yüksek dozlarda kullanımda azalma kaydedilmektedir. Tavuk, keklik ve sülünlerin besinlerinin her bir kilogramına 5 mg arı sütü ilavesi canlı ağırlıkta artış sağlamaktadır. Farelerin midelerine doğrudan 10, 20 ve 40 mg arı sütünün enjekte edilmesi ağırlık artışı sağlamaktadır. Buzağılara (7 günlük) 0.02 g/gün miktarında arı sütü kullanılması kontrol grubuna oranla altı ay içerisinde %11-13 ağırlık kazancı sağladığı; daha düşük ölüm oranı ve enfeksiyonlara karşı daha yüksek direnç olduğu görülmüştür.

Enjeksiyon Olarak Kullanımı

Arı sütünün intravenöz enjeksiyon şeklinde kullanımı, kan damarlarında geçici



Elde edilen saf arı sütü

ci büyümeye ve düşük kan basıncına neden olmakta ve bu etkiler asetil koline bağlanmaktadır. Arı sütünün enjeksiyon şeklinde kullanımı, ağız yoluyla kullanıma göre kandaki şeker düzeyini daha fazla artırmaktadır. Fareler de hipoglisemik (insülin benzeri) tepki göstermemiştir. Domuzlarda arı sütü (100-300 mg/1kg vücut ağırlığı) enjeksiyonu ağırlık artışı sağlamaktadır. Farelere çok az arı sütünün enjekte edilmesi kandaki hemoglobin ve eritrosit miktarını artırmakta, 10 mg ve yüksek dozları güç ve ağırlık artışı sağlamakta, 100 mg ve yüksek dozlarının ise ağırlık kaybına ve beyin korteks hücre metabolizmasını zayıflattığı saptanmıştır.

Denek Hayvanlarında Yapılan Testler

Arı sütünün insan hastalıklarına olan etki mekanizmasını ortaya koyabilmek için hayvanlar üzerinde yapılan çeşitli testlerden yararlanılmıştır. Arı sütünün insanlarda kolesterol ve trigliseridlerin kan plazma düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Tavşanlarda arı sütünün kan plazma lipid düzeyine etkisi olmadığı, kolesterol birikimi yapan besinlerle beslenen hayvanların kanındaki kolesterol içeriğini azalttığı bildirilmektedir.

Arı sütünün tavşanlarda kemik iyileşmesini yükselttiği, farelerde deri lezyonlarının iyileşmesini hızlandırdığı ve anti-enflamatuar etki gösterdiği bildirilmektedir. Tümör hücre kültürlerindeki bileşiklerin bir kısmı test edilerek, arı sütünde bulunan 10 HDA ve bilinen dikarboksilik asitlerin inhibitör etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Arı sütü almayan kontrol grubu fareler ile arı sütü (20 mg/kg-vücut ağırlığı) verilen ve ışın verilerek tümör oluşturulan fareler karşılaştırıldığında; arı sütünün yaşam süresine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Arı sütünün profilaktik ve ağız yoluyla kullanımında farelerde tümör büyümesinin engellendiği; hızlı büyüyen kanser üzerinde etkisinin önemsiz olduğu, yavaş büyüyen katı tümörlerde olumlu sonuç gösterdiği vurgulanmaktadır.

Çizelge 4. Arı sütünün insanlar üzerindeki etkileri.

Uygulamalar	Açıklama
Prematüre bebekler ve çeşitli sebeplerle besin eksikliği	Oral olarak 8-100 mg, genel koşullarda iyileşme; açlık, iştah, kırmızı kan hücreleri ve hemoglobinde artış.
Oldukça yaşlı (70-75 yaş), iştahsız, depresyonlu ve düşük kan basıncı hastalar	Her iki günde bir 20 mg enjeksiyonla bütün kullanıcılarda gelişme. Her iki günde bir oral yoldan 20 mg alındığında yukarıdaki gibi gelişme
Psikiyatrik belirtilerde	Güç kaybı, sinirsel kırılganlık, duygusal problemler ve psikoaktif ilaçların yan etkisini gidermede gelişmeler
Kronik tüberküloz hastalarında	Arı sütü, bal ve ginseng karışımı ile ağırlık kaybı ve fizyolojik koşullarda gelişme fakat kan karakteristiklerinde değişimler
Metabolizma uyarıcı	Proteinlerle karşılaştırılabilir uyarıcı etki, enzimatik karışımların etkinliğine bağlanan etki
Yara sağaltımında	5-30 mg/ml yara içerisine enjekte edilerek derinin yeniden gelişmesi

İnsanlar Üzerindeki Etkileri

Arı sütünün insanlar üzerinde etkileri Doğu Avrupa'da yapılan çalışmalarla gündeme gelmiştir (Çizelge 4). Ancak bu konuda yapılan bir çok test yönteminde eksiklik ve kullanılan parametreleri değerlendirmedeki güçlükler nedeniyle bilimsel yönden açıklanamayan belirsizlikler günümüze kadar yansımaktadır.

Arı sütü aktivitesinin mekanizması tam olarak bilinmemekte ve ileri sürülen sayısız hipotezin hiçbiri desteklenmemektedir. Vitamin içeriğinin yüksek olduğu konusundaki bulguların benzer vitamin miktarını içeren bir bardak süt veya diğer besinlerle karşılaştırılması, bu konudaki yanlışlığı ortaya koyabilmektedir. Arı sütünün intestinal florada yarattığı antimikrobiyal etkileri daha çok pH ile ilgilidir.

Günümüzde bal arıları ve arı sütü ile, insanlar ve arı sütü arasında benzer etkileşimlerin kurulması gibi konuların arı sütünün alım dozu, miktarı ve alım şekli dikkate alınarak incelenmesi önem kazanmaktadır. İnsanların arı sütünü değişik şekillerde kullanması ve tüketmesi onlara daha gençlik ve uzun yıl canlılık kazandırmamaktadır. Ancak besinlerle birlikte alındığında olumlu sonuçlar ortaya çıkarmakta ve bireysel sonuçların açıklanamadığı sinerjik etkiler oluşmaktadır. Yukarıda sıralanan hipotezlerin ciddi klinik ve bilimsel denemelerle ortaya konulması gerekmektedir.

Koruma

Arı sütü raf ömrü çok kısa olan bir maddedir. Bu ürünün biyolojik aktivitesi konusunda kanıtlanan veya kabul edilen bir bilginin olmaması, uzun süreli depolama sonrası etkinliğinde belirsiz kılmaktadır. Ancak uzun süreli depolamada asiditesinin ve çözünemez protein oranının

arttığı, serbest aminoasitlerin, glikoz oksidaz ve diğer maddelerin azaldığı konusunda bazı bilgilerin bulunması, biyolojik aktivitenin depolanmadan etkilendiğini göstermektedir. Soğutma ve dondurma, kimyasal değişiklikleri azaltmakta ve geciktirebilmektedir. Arı sütünün dondurularak kurutulmuş jel hali en uygun saklama şekli olmakla birlikte, bu kullanım şeklinde de bazı değişiklikler söz konusu olmaktadır.

Bu açıdan arı sütünün önlem olarak en azından 0-5°C'de buzdolabında veya en iyi saklama şekli olarak ev koşullarındaki dondurucularda -17°C'nin aşağısındaki sıcaklıklarda saklanması gerekmektedir. Ancak ürün faaliyeti ve sakla-

ma şekli açısından kesin ve emin sınırları ortaya koymak için herhangi bir kriter bulunmamaktadır. Arı sütü mümkün olduğu kadar kısa sürede tüketilmelidir. Avrupa'da pazarlanan arı sütü ürünleri için önerilen saklama süresi üretimden sonra buzdolabında 18 ay, -17°C'de depolanması durumunda ise bu süre 24 aya kadar çıkabilmektedir. Arı sütünü dondurulup çözülerek paketlenmesinden sonra buzdolabında 12 aydan daha fazla saklanmaması önerilmektedir.

Dondurularak-kurutulan arı sütü ve arı sütlü ürünler oda koşullarında genellikle birkaç yıl saklanabilir. Dondurularak-kurutulan arı sütü, kesinlikle taze durumundan daha kararlı bir yapıya sahiptir. Taze olarak kurutulmuş arı sütü için saklama önerileri; arı sütü katılan tüm yaş ve kuru ürünler için de geçerli olmaktadır. Karbonhidrat ve protein gibi kolayca emebilir destek maddeleri ile karıştırılarak dengelenen arı sütü yöntemi Fransa'da 1956'da patent almıştır. Bu yöntemde 0°C'de 100 g laktoz ile 10 g taze arı sütü karıştırılarak hamur haline getirilmektedir. Ancak bu uygulama, ürünün raf ömrünü uzatmaya yönelik olmamaktadır.

Arı Sütünün Pazarlanma Şekilleri

Dondurularak-Kurutulan (Liyofilize edilmiş) Arı Sütü

Dondurularak kurutulmuş arı sütü son derece su emici özelliğe sahip bir tozdur. Vakum ortamında dondurulan üründen su içeriği yüksek sıcaklıkta buharlaştırılarak elde edilir. Kurutma işlemi buharlaşma yoluyla değişken bileşikler tutmakta ve ürünün doğal yapısına zarar vermeden yapılmaktadır. Kurutma sürecinde arı sütü bir miktar su ile seyreltilir ve 35°C'yi geçmeyecek şekilde ısıtılır. Arı sütünün bu yöntemle üretiminde geniş kapasiteli endüstriyel kurutma sistemine gereksinim bulunmaktadır. Küçük laboratuvar modelleri sadece analiz için kullanılsa bile, küçük hacimli arı sütü bu boyuttaki ekipmanlarla yeterli bir şekilde işlenebilir. Küçük bir kurutma sistemi için yaklaşık 10 000 dolarlık bir yatırım yeterli olurken daha geniş sistemler için birkaç yüz bin dolar gerekmektedir. Dondurularak kurutulmuş arı sütü doğrudan pazara sunulabilir.

Arı Sütü-Bal Karışımı

Bu üretim şekli için sıvı ve hızlı kristalleşen ballar kullanılabilir. Balın nem içeriği %16'dan düşük olmalıdır. Arı sütünün her bir gramına 0.6-0.7 g suyun eklenmesi balın fermente olmasına neden olur. Bu sorunların yaşanmaması için dondurularak kurutulmuş arı sütü kullanılmalıdır. Ayrıca yüksek nem içeriğine sahip ballarda arı sütü baldan ayrılma ve yüzeyde toplanma eğilimi gösterir. Karışımı hazırlamak için arı sütü az miktarda bal ile karıştırılır sonra balın kalan kısmı eklenerek tekrar karıştırılır. Arı sütü krem bal, polen, propolis ekstraktı gibi diğer arı ürün-

lerine eklenerek de hazırlanabilir. Arı sütü-bal karışımı saf bal gibi paketlenir. Ancak paketlenmede renkli şişe ve kartonlar kullanılmalıdır. Bu karışımın buzdolabında saklanması önerilmektedir.

Arı Sütü-Yoğurt Karışımı

Yoğurt, arı sütü gibi düşük pH'ya sahip ve soğuk havada saklanması gereken bir üründür. Bu açıdan elde edilen karışımın saklanması ve pazarlanmasında sorunlarla karşılaşılması olasıdır. Genel olarak her bir kilogram yoğurda 2 gram arı sütü eklenerek karışım elde edilir. Standart olarak 125 gram yoğurt içinde 250 mg arı sütü bulunmalıdır.

Arı Sütlü Jel ve Yumuşak Karamel Karışımı

Ağırlıkça içinde %20-25 birim su, %75 sakkaroz, glikoz, bal veya meyve püreleri, 1-1.5 birim pektin, 1 birim arı sütü ve az miktarda sitrik asit, bitki ekstraktları gibi aromatik maddeler karıştırılarak hazırlanmaktadır. Pektin veya diğer şekerlerin miktarı karışımın kıvamını belirlemektedir. Arı sütü, hazırlanan jelatin karameller içine düşük sıcaklıkta eklenmekte, karışım soğutulup katıldığı zaman küçük küpler halinde kesilerek toz şekerle üzeri örtülerek plastik kutular içerisinde paketlenerek pazara sunulmaktadır.

Arı Sütünün Sıvı Maddelerle Karışımı

Arı sütünün sıvı maddelerle hazırlanmasında farklı karışım şekilleri kullanılmaktadır. Ürünün küçük ve tek doz şeklinde hazırlanması maliyeti yükseltmekte ve özel ekipman gerektirmektedir. Ancak bu şekilde pazarlanması çok

Kullanımda Dikkat!

Arı sütünün besin, enjeksiyon ve tablet şeklinde kullanılmasında herhangi bir toksik etkisi gözlenmemiştir. Allerjik reaksiyonlar temas veya enjeksiyon yoluyla ortaya çıkabilmektedir. Potansiyel tüm allerjik maddelerde olduğu gibi arı sütü de tam dozda kullanılmadan önce birkaç gün küçük miktarda kullanımlarla denenmeli, allerjik reaksiyon ortaya çıktığında kullanımdan vazgeçilmelidir.

Arı sütünün tedavi edici yönleri ve diğer etkileri kesin olarak kanıtlanmadığından tanıtımı ve paket etiketleri yasal açıdan doğru olmalı; tüketici hakları korunmalıdır. Bu durum zaman içerisinde tüketici güvenini ve satışları geliştirecektir. Üretim ve pazarlama açısından saklama sırasında uygulanan sıcaklık en önemli sınırlayıcı faktördür. Bu nedenle arı sütünün üretim ve pazarlanması son derece iyi planlanmalıdır.

Pazar Durumu

Arı sütünün tahmini değerleri dışında kullanılabilir pazar istatistiği bulunmamaktadır. Çin dünyanın en fazla arı sütü

üreten ve ihraç eden ülkesi konumundadır. Çinde arı sütü üretiminin yıllık 400-500 ton olduğu ve dünya üretiminin yaklaşık %60'ını elinde bulundurduğu tahmin edilmektedir. Bu üretimin hemen tamamı Japonya, Avrupa ve ABD'ye ihraç edilmektedir. Uzak Doğu ülkelerinden Kore, Tayvan ve Japonya da önemli arı sütü üretici ve ihracatçı ülkeler arasında bulunmaktadır. Doğu ve Batı Avrupa ile Amerika ülkelerinde (özellikle Meksika'da) ise daha az üretim yapılmaktadır.

Arı sütünün uluslararası pazarda top tan fiyatı: Çinde 1993 yılında 50-80 dolar/kg, Arjantin'de 1992 yılında 100-180 dolar/kg, çeşitli ülkelerde ise 1964 yılında 180-400 dolar/kg olarak değişiklik göstermiştir. Arı sütünün tablet, kapsül gibi işlenmiş şekillerinin bir kilogramı 300 dolar dan satılabilmektedir.

Asya pazarı potansiyel olarak çok geniş ve olağanüstü bir değer taşımaktadır. Asya ülkelerinin tüketici tercihleri ve alışkanlıkları Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinden oldukça farklı bir yapı oluşturmaktadır. Arı sütünün kozmetik sanayiinde kullanılması batı ülkelerine oranla kalite ve pazarlama açısından çok başarılı ürün-

maktadır. Mannitol ve laktoz yerine toz şeker, kaplama maddeleri olarak agar agar, pektin, jelatin, çeşitli zamlar veya balmumu, kokular ve boyalar yerine doğal bitki ekstraktları kullanılabilir.

Arı Sütünün Kapsül şeklinde Hazırlanması

I. Formül: İçinde ağırlıkça 1 birim liyofilize arı sütü, 2-4 birim pulverize edilmiş glikoz, fruktoz, laktoz veya arı poleni, kuru propolis ekstraktı kullanılabilir.

II. Formül: İçindekiler (ağırlıkça), 6 birim ginkgo biloba yaprakları, 4 birim kawakawa kökü, 2 birim melilotus uçları, 8 birim istiridye kabuk tozu, 6 birim liyofilize arı sütünden oluşmaktadır. Her bir kapsül 300-350 mg gelmektedir.

III. Formül: İçinde (ağırlıkça, hepsi kuru) 7 birim ginkgo biloba yaprakları, 3 birim havuç, 3 birim rosehips, 1.5 birim ginseng kökü, 7 birim selenyum mayası, 4 birim buğday embriyosu, 3 birim liyofilize arı sütü bulunmaktadır. Karışıma eklenen maddelerin tümü kuru ve toz halinde olmalı iyice karıştırıldıktan sonra arı sütü eklenerek kapsül haline getirilmelidir. Ürün kıvamı için oranlar çok önemli olmamakta ancak herbal özellik taşımalı, polen, propolis ile zenginleştirilebilir. Katı jelatin kapsülleri doldurma işlemi elle veya çeşitli kapasiteli makineler kullanılarak yapılabilir. Yumuşak jel kapsüllerin üretiminde yağlı ekstraktlara ve pahalı bir teknolojiye gereksinim bulunmaktadır.

Arı Sütünün Kozmetik Ürünlerle Karışımı

Krem veya losyonlara %0.1-1 taze, %0.03-0.3 liyofilize arı sütü eklenerek kozmatikler zenginleştirilebilmektedir. Kremin küçük bir miktarı arı sütü karıştırılır ve sonra kalan kısmı ile karıştırılarak kullanılır.



Tutan ana arı yüksüklerinin görünüşü ve arı sata hasadı için arılardan arındırılan transfer çerçevesinin görünüşü (üstte). Larva transferinin yapılması (altta).



ler elde edilmektedir. Asyada sayıları önemli oranda artan küçük işletmelerde arı ürünleri özellikle arı sütü içeren ürünler başarıyla pazarlanmaktadır. Bu işletmeler yerel tüketici eğilimine göre çalışmakta, yüksek kalitede paketleme ve pazarlama konusuna önem vermemektedirler. Arı sütünün tedavi edici ve yararlı özellikleri bilimsel olarak kanıtlandıkça uluslararası pazarda daha büyük bir potansiyel yaratacağı açıktır.

Ulviye Kumova

Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Öğretim Üyesi, Adana

Ali Korkmaz

Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Erdemli-İçel

Kaynaklar

- Blum, M. S., Novak A. F., Taber, S. 1959. 10-Hydroxy-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly. Science, 130:452-453.
- Csuka, J., Baumgartner, J. Dubay, J. 1978. The effect of royal jelly on some reproductive characters of Japanese quail. Zivocisna Vyroba, 23(5):395-400.
- Derevici, A., Petrescu, A. 1965. Experimental studies in vitro and in vivo on the virulicidal action of royal jelly. Lucr. Stiint. Stat. Cent. Seri. Apic. 5:135-143.
- Giordani, G. 1961. Effect of royal jelly on chickens. Avicoltura 30(6):114-120.
- Howe, S. R., Dimick, P. S., Benton, A. W., 1985. Composition of freshly harvested and commercial royal jelly. J. Apic. Res. 24(1):52-61.
- Inoue, T., Inoue, A. 1986. The world royal jelly industry: present status and future prospects. Bee World. 45(2):59-69.
- Jean, E. 1956. A process of royal jelly absorption for its incorporation into assimilable substances. Fr. Pat., 1:118-123.
- Kramer, K.J., Tager, H. S., Childs, C. N., Spiers, R.D. 1977. Insulin-like hypoglycemic and immunological activities in honeybee royal jelly. J. of Ins. Physc. 33(2):293.
- Melampy, R. M., Stanley, A. J. 1940. Alleged gonadotropic effect of royal jelly. Science. 91: 457-458.
- Nakamura, T. 1986. Quality standards of royal jelly for medical use. Proc. of the XXXth Int. Cong. Of Apiculture. Nagoya, Apimondia, 462-464.
- Rembold, H., 1965. Biological active substance in royal jelly. Vitamins and hormones. 23:359-382.
- Sasaki, M., Tsuruta, T., Asada, S., 1987. Role of physical property of royal jelly in queen differentiation of honeybee. Munich, Verlag J. Paperny. 306-307.
- Shibi, C. 1993. The Technique of upgrading the output and quality of royal jelly. Honeybee Royal Jelly Environment. China Popular Science Press. 1-6.
- Takenaka, T., Yatsunami, K., Echigo, T., 1986. Changes in quality of royal jelly during storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 33(1):1-7.
- Vitteck, J., Slomiany, B.L., 1984. Testosterone in royal jelly. Experientia. 40:104-106.
- Yatsunami, K., Echigo, T., 1985. Antibacterial activity of royal jelly. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tamagawa University. No:25, 13-22.

Değerli Okurlar, görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.

Nüfusumuz ya da Toplumsal Sorunlarımız Artıyor mu, Azalıyor mu?

22 Ekim'de genel nüfus sayımı yapılacak. Bu sayım ülkemizin yeni binyıldaki tablosunu da ortaya çıkartacak. Nüfusumuzdan yola çıkarak, kadın erkek oranı, yaş durumu, ailelerin küçülüp küçülmediği, evlenme yaşı, doğurganlık durumu, ülkemizdeki bebek ölümlerinin yüzdesi, çocukların ve yetişkinlerin eğitim durumları, özürliülerin oranı ve daha pek çok konuda bilgi sahibi olacağız. Bu sayımın sonucunda yapılacak araştırmalar diğer sayımlarda olduğu gibi, yoruma dayalı ve öneri getiren araştırmalara da ışık tutacak. Örneğin 1998'de, Türkiye

Nüfus ve Sağlık Araştırması yapılmıştı. Bu araştırmanın sonucunda da, Türk aile yapısının küçüldüğü, Türkiye'de ortalama hane halkı büyüklüğünün son yirmi yılda 2 kişi azalarak 4,3 kişiye düştüğü ve hanehalkı büyüklüğünün kırsal kesimde, kentsel kesime göre 1 kişi fazla olduğu sonucuna varılmıştı. Araştırma evlenme yaşının da arttığını ortaya koydu. Son yirmi yılda özellikle kadınların, evlenmelerini iki yıl geciktirdikleri saptandı. Doğurganlıktaki azalma eğiliminin de son beş yılda yavaşlamaya geçtiği belirlendi. Türkiye'de 1978-1993 döneminde do-

ğurganlık düzeyinde önemli bir düşüş olmuş, doğurganlık düzeyi % 60 azalarak kadın başına 4,3 doğumdan, 2,7 doğuma düşmüştü. Adı geçen araştırma, kadın başına doğum sayısını sadece % 4'lük bir azalmaya, 2,6 olarak gösterdi. Bu sonuç, doğurganlık düzeyindeki hızlı düşüşün son beş yılda yavaşladığını ortaya koyuyordu. Şimdi ki sayımın sonuçlarından yola çıkarak bu rakamlar yeniden saptanacak ve sonuçta doğum oranında bir düşüş mü, yavaşlama mı ya da artış mı olduğu belirlenecek.

Peki sizler bu konuda nasıl bir öngöründe bulunuyorsunuz? Aca-

ba, Türkiye'de bir zamanların hızlı nüfus artışı ve beraberinde getirdiği sorunlar sona erdi ve ülkemiz insanlarının yaşam beklentileri değişti mi? Yoksa bu düşüşe etken olan bazı nedenler vardı da bundan dolayı mı bu aldatıcı durum ortaya çıktı? Ülkemiz hâlâ ciddi halk sağlığı, eğitim, enerji, tarım, teknoloji sorunları olan ya da nüfus artış hızı sorunları olan bir ülke mi? Aslında bu konu bir anlamda ülkemizin gelişmişlik düzeyi konusunda da bizlere görüşlerimizi açıklama fırsatı sağlayacak. Bu ay Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyoruz.

Gülşün Akbaba

Serbest Kürsü

Hayvanlara Hayvanca Yaşam Hakkı

Tekerleğin icadıyla başlayan insanlığın modernleşmesi, uzunca bir süreçten geçerek günümüze ulaşmıştır. Mağara devrindeki ilkel yaşamdan kurtulup, alet kullanmaya başlayan insan, bir yandan kendi neslini kurtarıken, diğer yandan hayvanların özgürlüklerini kısıtlamaya başladı. O güne kadar hayvanlardan yalnız beslenmek ve örtünmek için yararlanan insanlar, tekerleğin icadından sonraki dönemlerde hayvanların gücünden ve becerilerinden de yararlanır oldular. Bu aslında hayvanlar için sonu gelmeyecek bir kölelik hayatının da başlangıcıydı.

Üçüzcü bucağı çayırda dilediği gibi otlayıp, koşan atlar, ağzlarına takılan demir çubuklarla evcilleştirilerek, insanların denetimleri altına alındılar. Dahası da var: Çevresi sınırlanmış alanlarda, insanların zevkleri uğruna yaşatıldılar. Çok ağır yüklerin altına sokulduklar. Ölümleri de insanların elinden oluyordu. İşleri bittiğinde, kafalarına sıkılan birer kurşunla yaşama veda ediyorlar atlar.

Hamamda kocakarların bayılma figürlerini öğrenmeleri için kızgın saçlar üzerinde eğitime alınan aylara ne demeli? Bu runlarına takılan demir halkalarla uysallaştırıldılar. Bir tefin tıngırsında insanlara eğlence oldular. Ürkek tavırlarla, sahibinin (!) sopasına sarılıp iki ayağı üzerine kalkarken, umutsuz gözlerinde dağlar vardır biçare ayların.

Maymunlar, bir yandan neon ışıklarla kirlenmiş metropollerde, derin dururucudan çıkardıkları muzı yerken, bir yandan da askılı pantolon ve ruğan ayakkabılarla sosyetenin cıvalı salonlarında dans eden maymunlar. Oysa onlar, ay ışığında, bir ormandaki ağaca tırmanıp dalından meyveleri koparıp yemeli. Daldan dala sıçradığı sık ağaçlar arasında kendi türleriyle yaşayabilmeli.

Örnekleme sürdürülmeli: Turizm ve

ekmek parası uğruna (!) flüt nağmeleri eşliğinde yılanlar oynatılıyor. Dişlerini kökünden kesmek yetmezmiş gibi koskoca filler, minicik insanların emrine sokuluyor, taşımacılıkta kullanılıyorlar. Güçlerini cinselliğinde değil kaslarında toplamaları için to-suncuklar bulurup öküç yapıyor...

Yüzyıllardır kendi türüne de acımasızca davranan insanlar salt renkleri farklı diye hayvanlar gibi siyahlan da köle niyetine kullandılar. Yarı sıra, teorikte olmasa bile pratikte hala köle gibi kullanılan insanlar var. Bu cepheden bakıldığında şöyle diyelim geliyor: Ey hayvanlar çektiğiniz daha ne ki? İnsan, aklıyla kimbilir sizlere daha neler neler gösterecek?

Ama yine de Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyorum: Hayvanlar hayvanca yaşamalı mı? Yoksa onlar da insanlar için mi varlar?

Ahmet Önen, Bursa

Sizce Miyop muyuz?

Ağustos sayınızda Genom Projesi hakkında sayfalarca yazınızı okudum. İnsan, bitki, mikroorganizma genomlarından hastalıkların teşhis ve tedavisinden gen aktarımlarına kadar birçok konuda aydınlatıcı oldunuz ve bir konu başlığı daha vardı ki adeta biz gençlerin ders alması için yazılmıştı.

Evet bahsettiğim başlık "Genom Projeleri ve Türkiye". Yazınızda sadece Türkiye ile ilgili olarak bu dalda eğitim veren üniversitelerimizi söyleyip yurtdışında çalışan bazı Türk bilim adamlarının olduğundan bahsetmişsiniz. Tabi haklı olarak sizin yazabileceğiniz bir araştırma boyutu Türkiye'de mevcut olmadığı için sizi yadırgıyorum eleştirim bu konuya yeterince eğilmeyen büyüklüme.

Bildiğimiz gibi genetik araştırmalar artık bilimsel boyutu aşmış ticari, siyasi ve askeri boyut da kazanmıştır. Şimdi nasıl petrol zengini ülkeler hüküm sürüyorsa; gelecekte de gen teknolojisini büyütmiş,

tedavileri başarmış, genlerin patentlerini toplamış, hatta ve hatta nükleer füzelerden daha tehlikeli biyolojik silahlar üreten ülkeler dünyanın sözünü söyleyecekler. Sizce Craig Venter bilime hizmet etmek için mi milyon dolarlarla ölçülen sermayeyi bir araştırma şirketine bağladı? Bunun böyle olmadığını siz de, biz de gayet iyi biliyoruz. Bu gelişmenin, matbaanın bulunmasından bir farkı yoktur. Nasıl Avrupalılar matbaayı bulduktan yüz yıllar sonra biz ülkemize getirmişiz, şimdi aynen tarihi tekrarı ettiriyoruz. Tek farkımız bu geçen süreye yasakların değil de yetersiz araştırmaların neden olması. Burada yetersiz araştırmalardan kastım, bilim adamlarımız değildir; onlara, ortam, araştırma alt yapısı ve teknolojik donanım verilmesi gerektiği kanısındayım. Bu olay o kadar büyüktür ki, gün gelecek insan etiğinin değerini kaybettiği ülkeler, nüfus cüzdanı olmayan, ismi olmayan insan kopyalarını asker yaparak düşmanlarına saldıracaklardır; bu bir hayal gibi gözüke de, bir gün gerçek olacak. Unutmayalım Genom Projesi de bir hayal değil miydi?

İşte bütün bunları diğer ülkeler görüyor ve gizli denizliye çalışmalarının hızlarını artırırlar. Fakat biz niye uzağı göremiyoruz? Fikiriniz nedir, miyop muyuz sizce?

Kağan Abidin, Antalya

Öğretmenlerin Geçmesi Gereken Sınavlar...

Eğitim sisteminizin ve öğretmenlerimizin durumu öteden beri tartışılmalıdır. Elbette sorun çok yönlüdür ve çözümü de birçok alanda yapılacak yeniliklerle oluşur. Bunları zincirin bir halkası olarak düşünürsek, ilk halka eğitimcilerin seçimi, yani eğitim fakültelerine öğrenci alımıdır. Bu halka hem çok önemlidir, hem de önemli düzenlemelerin yapılması gereken bir halkadır. Neden mi?

Çok iyimser düşünersek dahi, üniversite öğrenimini kendi istediği alanda yapan öğrencilerin sayısı oldukça azdır. "Hiçbir şey olamazsa öğretmen olur" anlayışının çok yaygın olduğu ülkemizde, bu duru-

mun eğitim fakültelerine nasıl yansıdığını hemen anlayabiliriz. Yalnızca bir meslek sahibi olabilmek ya da iş garantisi gözüyle bakılıp, tercih edilir olan eğitim fakültelerinin durumu oldukça kötüdür. Eğitim fakültelerine bu yaklaşım sürdükçe, gereken düzenlemeler yapılmadıkça, eğitim kalitesi yükseltilmedikçe, hedeflenen sonuçlar da alınamayacaktır.

Eğitim ve öğretimde başarı için, öğrencinin bilgiyi almaya hazır olması gerekliliğini bütün eğitimciler bilir. Bu öğrencinin istekli olmasıyla ilintilidir. Kendi tercihi dışında, farklı nedenlerle eğitim fakültelerini tercih etmek zorunda kalan adayların varmayacağı, bu okullardan bir an önce mezun olup gitmeye bakacakları açıktır. Dolayısıyla bu durum düzeltilmezse, eğitim ve öğretim kalitesinde istenen hedeflere ulaşılamaz. Sorun bununla da bitmiyor. Öğretmenliğe bir iş olarak bakılamayacağı gibi, sevilmeden de öğretmenlik yapılamaz. Meslek olarak bakan ve öğretmenliği de sevmeyen bir öğretmen, öğretmenlik ahlak ilkelerine uyamaz. Bu durumda da öğrencilerine, fiziki ceza gibi çağ dışı kalmış uygulamalardan tutun da, öğrencinin ruhsal yapısında tahribatlara varan durumların ortaya çıkmasına yol açabilir.

Bu konuda önerilerim şunlardır: Müzik, resim, beden eğitimi öğretmenliği bölümlerine öğrenci alımında uygulanan yetenek sınavlarının bir benzeri başta sınıf öğretmenliği olmak üzere tüm diğer bölümler için geliştirilmelidir.

Yalnızca bilgi sahibi olmak, öğretmenlik için yeterli değildir. İstekli olmak, öğretmenliği sevmek gerekir. Öğrenci seçiminde bu kriterler de göz önüne alınmalıdır.

Gerek fakültelere girişte, gerekse öğretmenliğe atamada adaylara gerekli psikolojik testler kesinlikle yapılmalıdır. Ruhsal bozukluğu olan bir öğretmen öğrencilerini de etkileyecektir.

Birçok eğitim mucizesinin altından, öğretmenin bilincinde, onu severek yapan, alanında yeterli, idealist öğretmenlerin imzası vardır.

Mehmet N. Fidan

DEÜ Buca Eğitim Fak. Sınıf Öğr., 4.Sınıf Öğrencisi

Değerli Okurlar, görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.

Nüfusumuz ya da Toplumsal Sorunlarımız Artıyor mu, Azalıyor mu?

22 Ekim'de genel nüfus sayımı yapılacak. Bu sayım ülkemizin yeni binyıldaki tablosunu da ortaya çıkartacak. Nüfusumuzdan yola çıkarak, kadın erkek oranı, yaş durumu, ailelerin küçülüp küçülmediği, evlenme yaşı, doğurganlık durumu, ülkemizdeki bebek ölümlerinin yüzdesi, çocukların ve yetişkinlerin eğitim durumları, özürliülerin oranı ve daha pek çok konuda bilgi sahibi olacağız. Bu sayımın sonucunda yapılacak araştırmalar diğer sayımlarda olduğu gibi, yoruma dayalı ve öneri getiren araştırmalara da ışık tutacak. Örneğin 1998'de, Türkiye

Nüfus ve Sağlık Araştırması yapılmıştı. Bu araştırmanın sonucunda da, Türk aile yapısının küçüldüğü, Türkiye'de ortalama hane halkı büyüklüğünün son yirmi yılda 2 kişi azalarak 4,3 kişiye düştüğü ve hanehalkı büyüklüğünün kırsal kesimde, kentsel kesime göre 1 kişi fazla olduğu sonucuna varılmıştı. Araştırma evlenme yaşının da arttığını ortaya koydu. Son yirmi yılda özellikle kadınların, evlenmelerini iki yıl geciktirdikleri saptandı. Doğurganlıktaki azalma eğiliminin de son beş yılda yavaşlamaya geçtiği belirlendi. Türkiye'de 1978-1993 döneminde do-

ğurganlık düzeyinde önemli bir düşüş olmuş, doğurganlık düzeyi % 60 azalarak kadın başına 4,3 doğumdan, 2,7 doğuma düşmüştü. Adı geçen araştırma, kadın başına doğum sayısını sadece % 4'lük bir azalmaya, 2,6 olarak gösterdi. Bu sonuç, doğurganlık düzeyindeki hızlı düşüşün son beş yılda yavaşladığını ortaya koyuyordu. Şimdi ki sayımın sonuçlarından yola çıkarak bu rakamlar yeniden saptanacak ve sonuçta doğum oranında bir düşüş mü, yavaşlama mı ya da artış mı olduğu belirlenecek.

Peki sizler bu konuda nasıl bir öngöründe bulunuyorsunuz? Aca-

ba, Türkiye'de bir zamanların hızlı nüfus artışı ve beraberinde getirdiği sorunlar sona erdi ve ülkemiz insanlarının yaşam beklentileri değişti mi? Yoksa bu düşüşe etken olan bazı nedenler vardı da bundan dolayı mı bu aldatıcı durum ortaya çıktı? Ülkemiz hâlâ ciddi halk sağlığı, eğitim, enerji, tarım, teknoloji sorunları olan ya da nüfus artış hızı sorunları olan bir ülke mi? Aslında bu konu bir anlamda ülkemizin gelişmişlik düzeyi konusunda da bizlere görüşlerimizi açıklama fırsatı sağlayacak. Bu ay Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyoruz.

Gülşün Akbaba

Serbest Kürsü

Hayvanlara Hayvanca Yaşam Hakkı

Tekerleğin icadıyla başlayan insanlığın modernleşmesi, uzunca bir süreçten geçerek günümüze ulaşmıştır. Mağara devrindeki ilkel yaşamdan kurtulup, alet kullanmaya başlayan insan, bir yandan kendi neslini kurtarıken, diğer yandan hayvanların özgürlüklerini kısıtlamaya başladı. O güne kadar hayvanlardan yalnız beslenmek ve örtünmek için yararlanan insanlar, tekerleğin icadından sonraki dönemlerde hayvanların gücünden ve becerilerinden de yararlanır oldular. Bu aslında hayvanlar için sonu gelmeyecek bir kölelik hayatının da başlangıcıydı.

Uçsuz bucaksız çayırarda dilediği gibi otlayıp, koşan atlar, ağzlarına takılan demir çubuklarla evcilleştirilerek, insanların denetimleri altına alındılar. Dahası da var: Çevresi sınırlandırılmış alanlarda, insanların zevkleri uğruna yaşatıldılar. Çok ağır yüklerin altına sokulduklar. Ölümleri de insanların elinden oluyordu. İşleri bittiğinde, kafalarına sıkılan birer kurşunla yaşama veda ediyorlar atlar.

Hamamda kocakarların bayılma figürlerini öğrenmeleri için kızgın saçlar üzerinde eğitime alınan aylara ne demeli? Bu-runlarına takılan demir halkalarla uysallaştırıldılar. Bir tefin tıngirtisinde insanlara eğlence oldular. Ürkek tavırlarla, sahibinin (!) sopasına sarılıp iki ayağı üzerine kalkarken, umutsuz gözlerinde dağlar vardır biçare ayların.

Maymunlar, bir yandan neon ışıklarla kirlenmiş metropollerde, derin dondurucudan çıkardıkları muzı yerken, bir yandan da askılı pantolon ve ruğan ayakkabılarla sosyetenin cıvalı salonlarında dans eden maymunlar. Oysa onlar, ay ışığında, bir ormandaki ağaca tırmanıp dalından meyveleri koparıp yemeli. Daldan dala sıçradığı sık ağaçlar arasında kendi türleriyle yaşayabilmeli.

Örnekleme sürdürülim: Turizm ve

ekmek parası uğruna (!) flüt nağmeleri eşliğinde yılanlar oynatılıyor. Dişlerini kökünden kesmek yetmezmiş gibi koskoca filler, minicik insanların emrine sokuluyor, taşımacılıkta kullanılıyorlar. Güçlerini cinselliğinde değil kaslarında toplamaları için to-suncuklar bulurup öküz yapıyor...

Yüzyıllardır kendi türüne de acımasızca davranan insanlar salt renkleri farklı diye hayvanlar gibi siyahlan da köle niyetine kullandılar. Yarı sıra, teorikte olmasa bile pratikte hala köle gibi kullanılan insanlar var. Bu cepheden bakıldığında şöyle diyelim geliyor: Ey hayvanlar çektiğiniz daha ne ki? İnsan, aklıyla kimbilir sizlere daha neler neler gösterecek?

Ama yine de Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyorum: Hayvanlar hayvanca yaşamalı mı? Yoksa onlar da insanlar için mi varlar?

Ahmet Önen, Bursa

Sizce Miyop muyuz?

Ağustos sayınızda Genom Projesi hakkında sayfalarca yazınızı okudum. İnsan, bitki, mikroorganizma genomlarından hastalıkların teşhis ve tedavisinden gen aktarımlarına kadar birçok konuda aydınlatıcı oldunuz ve bir konu başlığı daha vardı ki adeta biz gençlerin ders alması için yazılmış.

Evet bahsettiğim başlık "Genom Projeleri ve Türkiye". Yazınızda sadece Türkiye ile ilgili olarak bu dalda eğitim veren üniversitelerimizi söyleyip yurtdışında çalışan bazı Türk bilim adamlarının olduğundan bahsetmişsiniz. Tabi haklı olarak sizin yazabileceğiniz bir araştırma boyutu Türkiye'de mevcut olmadığı için sizi yadırgıyorum eleştirim bu konuya yeterince eğilmeyen büyüklüme.

Bildiğimiz gibi genetik araştırmalar artık bilimsel boyutu aşmış ticari, siyasi ve askeri boyut da kazanmıştır. Şimdi nasıl petrol zengini ülkeler hüküm sürüyorsa; gelecekte de gen teknolojisini büyütmiş,

tedavileri başarmış, genlerin patentlerini toplamış, hatta ve hatta nükleer füzelerden daha tehlikeli biyolojik silahlar üreten ülkeler dünyanın sözünü söyleyecekler. Sizce Craig Venter bilime hizmet etmek için mi milyon dolarlarla ölçülen sermayeyi bir araştırma şirketine bağladı? Bunun böyle olmadığını siz de, biz de gayet iyi biliyoruz. Bu gelişmenin, matbaanın bulunmasından bir farkı yoktur. Nasıl Avrupalılar matbaayı bulduktan yüz yıllar sonra biz ülkemize getirmişiz, şimdi aynen tarihi tekrarı ettiriyoruz. Tek farkımız bu geçen süreye yasakların değil de yetersiz araştırmaların neden olması. Burada yetersiz araştırmalardan kastım, bilim adamlarımız değildir; onlara, ortam, araştırma alt yapısı ve teknolojik donanım verilmesi gerektiği kanısındayım. Bu olay o kadar büyüktür ki, gün gelecek insan etiğinin değerini kaybettiği ülkeler, nüfus cüzdanı olmayan, ismi olmayan insan kopyalarını asker yaparak düşmanlarına saldıracaklardır; bu bir hayal gibi gözüke de, bir gün gerçek olacak. Unutmayalım Genom Projesi de bir hayal değil miydi?

İşte bütün bunları diğer ülkeler görüyor ve gizli denizliye çalışmalarının hızlarını artırırlar. Fakat biz niye uzağı göremiyoruz? Fikiriniz nedir, miyop muyuz sizce?

Kağan Abidin, Antalya

Öğretmenlerin Geçmesi Gereken Sınavlar...

Eğitim sisteminizin ve öğretmenlerimizin durumu öteden beri tartışılmalıdır. Elbette sorun çok yönlüdür ve çözümü de birçok alanda yapılacak yeniliklerle oluşur. Bunları zincirin bir halkası olarak düşünürsek, ilk halka eğitimcilerin seçimi, yani eğitim fakültelerine öğrenci alımıdır. Bu halka hem çok önemlidir, hem de önemli düzenlemelerin yapılması gereken bir halkadır. Neden mi?

Çok iyimser düşünersek dahi, üniversite öğrenimini kendi istediği alanda yapan öğrencilerin sayısı oldukça azdır. "Hiçbir şey olamazsa öğretmen olur" anlayışının çok yaygın olduğu ülkemizde, bu duru-

mun eğitim fakültelerine nasıl yansıdığını hemen anlayabiliriz. Yalnızca bir meslek sahibi olabilmek ya da iş garantisi gözüyle bakılıp, tercih edilir olan eğitim fakültelerinin durumu oldukça kötüdür. Eğitim fakültelerine bu yaklaşım sürdükçe, gereken düzenlemeler yapılmadıkça, eğitim kalitesi yükseltilmedikçe, hedeflenen sonuçlar da alınamayacaktır.

Eğitim ve öğretimde başarı için, öğrencinin bilgiyi almaya hazır olması gerekliliğini bütün eğitimciler bilir. Bu öğrencinin istekli olmasıyla ilintilidir. Kendi tercihi dışında, farklı nedenlerle eğitim fakültelerini tercih etmek zorunda kalan adayların varmayacağı, bu okullardan bir an önce mezun olup gitmeye bakacakları açıktır. Dolayısıyla bu durum düzeltilmezse, eğitim ve öğretim kalitesinde istenen hedeflere ulaşılamaz. Sorun bununla da bitmiyor. Öğretmenliğe bir iş olarak bakılmayacağı gibi, sevilmeden de öğretmenlik yapılmaz. Meslek olarak bakan ve öğretmenliği de sevmeyen bir öğretmen, öğretmenlik ahlak ilkelerine uyamaz. Bu durumda da öğrencilerine, fiziki ceza gibi çağ dışı kalmış uygulamalardan tutun da, öğrencinin ruhsal yapısında tahribatlara varan durumların ortaya çıkmasına yol açabilir.

Bu konuda önerilerim şunlardır: Müzik, resim, beden eğitimi öğretmenliği bölümlerine öğrenci alımında uygulanan yetenek sınavlarının bir benzeri başta sınıf öğretmenliği olmak üzere tüm diğer bölümler için geliştirilmelidir.

Yalnızca bilgi sahibi olmak, öğretmenlik için yeterli değildir. İstekli olmak, öğretmenliği sevmek gerekir. Öğrenci seçiminde bu kriterler de göz önüne alınmalıdır.

Gerek fakültelere girişte, gerekse öğretmenliğe atamada adaylara gerekli psikolojik testler kesinlikle yapılmalıdır. Ruhsal bozukluğu olan bir öğretmen öğrencilerini de etkileyecektir.

Birçok eğitim mucizesinin altında, öğretmenin bilinci, onu sevecek yapan, alanında yeterli, idealist öğretmenlerin imzası vardır.

Mehmet N. Fidan

DEÜ Buca Eğitim Fak. Sınıf Öğr., 4.Sınıf Öğrencisi

Değerli Okurlar, görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.

Nüfusumuz ya da Toplumsal Sorunlarımız Artıyor mu, Azalıyor mu?

22 Ekim'de genel nüfus sayımı yapılacak. Bu sayım ülkemizin yeni binyıldaki tablosunu da ortaya çıkartacak. Nüfusumuzdan yola çıkarak, kadın erkek oranı, yaş durumu, ailelerin küçülüp küçülmediği, evlenme yaşı, doğurganlık durumu, ülkemizdeki bebek ölümlerinin yüzdesi, çocukların ve yetişkinlerin eğitim durumları, özürliülerin oranı ve daha pek çok konuda bilgi sahibi olacağız. Bu sayımın sonucunda yapılacak araştırmalar diğer sayımlarda olduğu gibi, yoruma dayalı ve öneri getiren araştırmalara da ışık tutacak. Örneğin 1998'de, Türkiye

Nüfus ve Sağlık Araştırması yapılmıştı. Bu araştırmanın sonucunda da, Türk aile yapısının küçüldüğü, Türkiye'de ortalama hane halkı büyüklüğünün son yirmi yılda 2 kişi azalarak 4,3 kişiye düştüğü ve hanehalkı büyüklüğünün kırsal kesimde, kentsel kesime göre 1 kişi fazla olduğu sonucuna varılmıştı. Araştırma evlenme yaşının da arttığını ortaya koydu. Son yirmi yılda özellikle kadınların, evlenmelerini iki yıl geciktirdikleri saptandı. Doğurganlıktaki azalma eğiliminin de son beş yılda yavaşlamaya geçtiği belirlendi. Türkiye'de 1978-1993 döneminde do-

ğurganlık düzeyinde önemli bir düşüş olmuş, doğurganlık düzeyi % 60 azalarak kadın başına 4,3 doğumdan, 2,7 doğuma düşmüştü. Adı geçen araştırma, kadın başına doğum sayısını sadece % 4'lük bir azalmayla 2,6 olarak gösterdi. Bu sonuç, doğurganlık düzeyindeki hızlı düşüşün son beş yılda yavaşladığını ortaya koyuyordu. Şimdi ki sayımın sonuçlarından yola çıkarak bu rakamlar yeniden saptanacak ve sonuçta doğum oranında bir düşüş mü, yavaşlama mı ya da artış mı olduğu belirlenecek.

Peki sizler bu konuda nasıl bir öngöründe bulunuyorsunuz? Aca-

ba, Türkiye'de bir zamanların hızlı nüfus artışı ve beraberinde getirdiği sorunlar sona erdi ve ülkemiz insanların yaşam beklentileri değişti mi? Yoksa bu düşüşe etken olan bazı nedenler vardı da bundan dolayı mı bu aldatıcı durum ortaya çıktı? Ülkemiz hâlâ ciddi halk sağlığı, eğitim, enerji, tarım, teknoloji sorunları olan ya da nüfus artış hızı sorunları olan bir ülke mi? Aslında bu konu bir anlamda ülkemizin gelişmişlik düzeyi konusunda da bizlere görüşlerimizi açıklama fırsatı sağlayacak. Bu ay Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyoruz.

Gülşün Akbaba

Serbest Kürsü

Hayvanlara Hayvanca Yaşam Hakkı

Tekerleğin icadıyla başlayan insanlığın modernleşmesi, uzunca bir süreçten geçerek günümüze ulaşmıştır. Mağara devrindeki ilkel yaşamdan kurtulup, alet kullanmaya başlayan insan, bir yandan kendi neslini kurtarıken, diğer yandan hayvanların özgürlüklerini kısıtlamaya başladı. O güne kadar hayvanlardan yalnız beslenmek ve örtünmek için yararlanan insanlar, tekerleğin icadından sonraki dönemlerde hayvanların gücünden ve becerilerinden de yararlanır oldular. Bu aslında hayvanlar için sonu gelmeyecek bir kölelik hayatının da başlangıcıydı.

Uçsuz bucaksız çayırarda dilediği gibi otlayıp, koşan atlar, ağzlarına takılan demir çubuklarla evcilleştirilerek, insanların denetimleri altına alındılar. Dahası da var: Çevresi sınırlandırılmış alanlarda, insanların zevkleri uğruna yaşatıldılar. Çok ağır yüklerin altına sokulduklar. Ölümleri de insanların elinden oluyordu. İşleri bittiğinde, kafalarına sıkılan birer kurşunla yaşama veda ediyorlar atlar.

Hamamda kocakarların bayılma figürlerini öğrenmeleri için kızgın saçlar üzerinde eğitime alınan aylara ne demeli? Bu-runlarına takılan demir halkalarla uysallaştırıldılar. Bir tefin tıngirtisinde insanlara eğlence oldular. Ürkek tavırlarla, sahibinin (!) sopasına sarılıp iki ayağı üzerine kalkarken, umutsuz gözlerinde dağlar vardır biçare ayların.

Maymunlar, bir yandan neon ışıklarla kirlenmiş metropollerde, derin dondurucudan çıkardıkları muzı yerken, bir yandan da askılı pantolon ve ruğan ayakkabılarla sosyetenin cıvalı salonlarında dans eden maymunlar. Oysa onlar, ay ışığında, bir ormandaki ağaca tırmanıp dalından meyveleri koparıp yemeli. Daldan dala sıçradığı sık ağaçlar arasında kendi türleriyle yaşayabilmeli.

Örnekleme sürdürülim: Turizm ve

ekmek parası uğruna (!) flüt nağmeleri eşliğinde yılanlar oynatılıyor. Dişlerini kökünden kesmek yetmezmiş gibi koskoca filler, minicik insanların emrine sokuluyor, taşımacılıkta kullanılıyorlar. Güçlerini cinselliğinde değil kaslarında toplamaları için to-suncuklar bulurup öküç yapıyor...

Yüzyıllardır kendi türüne de acımasızca davranan insanlar salt renkleri farklı diye hayvanlar gibi siyahlan da köle niyetine kullandılar. Yani sıra, teorikte olmasa bile pratikte hala köle gibi kullanılan insanlar var. Bu cepheden bakıldığında şöyle diyelim geliyor: Ey hayvanlar çektiğiniz daha ne ki? İnsan, aklıyla kimbilir sizlere daha neler neler gösterecek?

Ama yine de Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyorum: Hayvanlar hayvanca yaşamalı mı? Yoksa onlar da insanlar için mi varlar?

Ahmet Önen, Bursa

Sizce Miyop muyuz?

Ağustos sayınızda Genom Projesi hakkında sayfalarca yazınızı okudum. İnsan, bitki, mikroorganizma genomlarından hastalıkların teşhis ve tedavisinden gen aktarımlarına kadar birçok konuda aydınlatıcı oldunuz ve bir konu başlığı daha vardı ki adeta biz gençlerin ders alması için yazılmış.

Evet bahsettiğim başlık "Genom Projeleri ve Türkiye". Yazınızda sadece Türkiye ile ilgili olarak bu dalda eğitim veren üniversitelerimizi söyleyip yurtdışında çalışan bazı Türk bilim adamlarının olduğundan bahsetmişsiniz. Tabi haklı olarak sizin yazabileceğiniz bir araştırma boyutu Türkiye'de mevcut olmadığı için sizi yadırgıyorum eleştirim bu konuya yeterince eğilmeyen büyüklüme.

Bildiğimiz gibi genetik araştırmalar artık bilimsel boyutu aşmış ticari, siyasi ve askeri boyut da kazanmıştır. Şimdi nasıl petrol zengini ülkeler hüküm sürüyorsa; gelecekte de gen teknolojisini büyütmiş,

tedavileri başarmış, genlerin patentlerini toplamış, hatta ve hatta nükleer füzelerden daha tehlikeli biyolojik silahlar üreten ülkeler dünyanın sözünü söyleyecekler. Sizce Craig Venter bilime hizmet etmek için mi milyon dolarlarla ölçülen sermayeyi bir araştırma şirketine bağladı? Bunun böyle olmadığını siz de, biz de gayet iyi biliyoruz. Bu gelişmenin, matbaanın bulunmasından bir farkı yoktur. Nasıl Avrupalılar matbaayı bulduktan yüz yıllar sonra biz ülkemize getirmişiz, şimdi aynen tarihi tekrarı ettiriyoruz. Tek farkımız bu geçen süreye yasakların değil de yetersiz araştırmaların neden olması. Burada yetersiz araştırmalardan kastım, bilim adamlarımız değildir; onlara, ortam, araştırma alt yapısı ve teknolojik donanım verilmesi gerektiği kanısındayım. Bu olay o kadar büyüktür ki, gün gelecek insan etiğinin değerini kaybettiği ülkeler, nüfus cüzdanı olmayan, ismi olmayan insan kopyalarını asker yaparak düşmanlarına saldıracaklardır; bu bir hayal gibi gözüke de, bir gün gerçek olacak. Unutmayalım Genom Projesi de bir hayal değil miydi?

İşte bütün bunları diğer ülkeler görüyor ve gizli denizliye çalışmalarının hızlarını artırırlar. Fakat biz niye uzağı göremiyoruz? Fikiriniz nedir, miyop muyuz sizce?

Kağan Abidin, Antalya

Öğretmenlerin Geçmesi Gereken Sınavlar...

Eğitim sisteminizin ve öğretmenlerimizin durumu öteden beri tartışılmalıdır. Elbette sorun çok yönlüdür ve çözümü de birçok alanda yapılacak yeniliklerle oluşur. Bunları zincirin bir halkası olarak düşünürsek, ilk halka eğitimcilerin seçimi, yani eğitim fakültelerine öğrenci alımıdır. Bu halka hem çok önemlidir, hem de önemli düzenlemelerin yapılması gereken bir halkadır. Neden mi?

Çok iyimser düşünersek dahi, üniversite öğrenimini kendi istediği alanda yapan öğrencilerin sayısı oldukça azdır. "Hiçbir şey olamazsa öğretmen olur" anlayışının çok yaygın olduğu ülkemizde, bu duru-

mun eğitim fakültelerine nasıl yansıdığını hemen anlayabiliriz. Yalnızca bir meslek sahibi olabilmek ya da iş garantisi gözüyle bakılıp, tercih edilir olan eğitim fakültelerinin durumu oldukça kötüdür. Eğitim fakültelerine bu yaklaşım sürdükçe, gereken düzenlemeler yapılmadıkça, eğitim kalitesi yükseltilmedikçe, hedeflenen sonuçlar da alınamayacaktır.

Eğitim ve öğretimde başarı için, öğrencinin bilgiyi almaya hazır olması gerekliliğini bütün eğitimciler bilir. Bu öğrencinin istekli olmasıyla ilintilidir. Kendi tercihi dışında, farklı nedenlerle eğitim fakültelerini tercih etmek zorunda kalan adayların varmayacağı, bu okullardan bir an önce mezun olup gitmeye bakacakları açıktır. Dolayısıyla bu durum düzeltilmezse, eğitim ve öğretim kalitesinde istenen hedeflere ulaşılamaz. Sorun bununla da bitmiyor. Öğretmenliğe bir iş olarak bakılmayacağı gibi, sevilmeden de öğretmenlik yapılamaz. Meslek olarak bakan ve öğretmenliği de sevmeyen bir öğretmen, öğretmenlik ahlak ilkelerine uyamaz. Bu durumda da öğrencilerine, fiziki ceza gibi çağ dışı kalmış uygulamalardan tutun da, öğrencinin ruhsal yapısında tahribatlara varan durumların ortaya çıkmasına yol açabilir.

Bu konuda önerilerim şunlardır: Müzik, resim, beden eğitimi öğretmenliği bölümlerine öğrenci alımında uygulanan yetenek sınavlarının bir benzeri başta sınıf öğretmenliği olmak üzere tüm diğer bölümler için geliştirilmelidir.

Yalnızca bilgi sahibi olmak, öğretmenlik için yeterli değildir. İstekli olmak, öğretmenliği sevmek gerekir. Öğrenci seçiminde bu kriterler de göz önüne alınmalıdır.

Gerek fakültelere girişte, gerekse öğretmenliğe atamada adaylara gerekli psikolojik testler kesinlikle yapılmalıdır. Ruhsal bozukluğu olan bir öğretmen öğrencilerini de etkileyecektir.

Birçok eğitim mucizesinin altında, öğretmenin bilinci, onu sevmek yapan, alanında yeterli, idealist öğretmenlerin imzası vardır.

Mehmet N. Fidan

DEÜ Buca Eğitim Fak. Sınıf Öğr., 4.Sınıf Öğrencisi

Değerli Okurlar, görüşlerinizi en çok 400 kelimeyi geçmeyecek biçimde "TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Forum Köşesi, Atatürk Bul. No:221 Kavaklıdere- Ankara" ya da "Forum Köşesi PK 52 Kavaklıdere 06100 Ankara" adresine, gönderebilirsiniz.

Nüfusumuz ya da Toplumsal Sorunlarımız Artıyor mu, Azalıyor mu?

22 Ekim'de genel nüfus sayımı yapılacak. Bu sayım ülkemizin yeni binyıldaki tablosunu da ortaya çıkartacak. Nüfusumuzdan yola çıkarak, kadın erkek oranı, yaş durumu, ailelerin küçülüp küçülmediği, evlenme yaşı, doğurganlık durumu, ülkemizdeki bebek ölümlerinin yüzdesi, çocukların ve yetişkinlerin eğitim durumları, özürliülerin oranı ve daha pek çok konuda bilgi sahibi olacağız. Bu sayımın sonucunda yapılacak araştırmalar diğer sayımlarda olduğu gibi, yoruma dayalı ve öneri getiren araştırmalara da ışık tutacak. Örneğin 1998'de, Türkiye

Nüfus ve Sağlık Araştırması yapılmıştı. Bu araştırmanın sonucunda da, Türk aile yapısının küçüldüğü, Türkiye'de ortalama hane halkı büyüklüğünün son yirmi yılda 2 kişi azalarak 4,3 kişiye düştüğü ve hanehalkı büyüklüğünün kırsal kesimde, kentsel kesime göre 1 kişi fazla olduğu sonucuna varılmıştı. Araştırma evlenme yaşının da arttığını ortaya koydu. Son yirmi yılda özellikle kadınların, evlenmelerini iki yıl geciktirdikleri saptandı. Doğurganlıktaki azalma eğiliminin de son beş yılda yavaşlamaya geçtiği belirlendi. Türkiye'de 1978-1993 döneminde do-

ğurganlık düzeyinde önemli bir düşüş olmuş, doğurganlık düzeyi % 60 azalarak kadın başına 4,3 doğumdan, 2,7 doğuma düşmüştü. Adı geçen araştırma, kadın başına doğum sayısını sadece % 4'lük bir azalmayla 2,6 olarak gösterdi. Bu sonuç, doğurganlık düzeyindeki hızlı düşüşün son beş yılda yavaşladığını ortaya koyuyordu. Şimdi ki sayımın sonuçlarından yola çıkarak bu rakamlar yeniden saptanacak ve sonuçta doğum oranında bir düşüş mü, yavaşlama mı ya da artış mı olduğu belirlenecek.

Peki sizler bu konuda nasıl bir öngöründe bulunuyorsunuz? Aca-

ba, Türkiye'de bir zamanların hızlı nüfus artışı ve beraberinde getirdiği sorunlar sona erdi ve ülkemiz insanların yaşam beklentileri değişti mi? Yoksa bu düşüşe etken olan bazı nedenler vardı da bundan dolayı mı bu aldatıcı durum ortaya çıktı? Ülkemiz hâlâ ciddi halk sağlığı, eğitim, enerji, tarım, teknoloji sorunları olan ya da nüfus artış hızı sorunları olan bir ülke mi? Aslında bu konu bir anlamda ülkemizin gelişmişlik düzeyi konusunda da bizlere görüşlerimizi açıklama fırsatı sağlayacak. Bu ay Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyoruz.

Gülşün Akbaba

Serbest Kürsü

Hayvanlara Hayvanca Yaşam Hakkı

Tekerleğin icadıyla başlayan insanlığın modernleşmesi, uzunca bir süreçten geçerek günümüze ulaşmıştır. Mağara devrindeki ilkel yaşamdan kurtulup, alet kullanmaya başlayan insan, bir yandan kendi neslini kurtarıken, diğer yandan hayvanların özgürlüklerini kısıtlamaya başladı. O güne kadar hayvanlardan yalnız beslenmek ve örtünmek için yararlanan insanlar, tekerleğin icadından sonraki dönemlerde hayvanların gücünden ve becerilerinden de yararlanır oldular. Bu aslında hayvanlar için sonu gelmeyecek bir kölelik hayatının da başlangıcıydı.

Uçsuz bucaksız çayırarda dilediği gibi otlayıp, koşan atlar, ağzlarına takılan demir çubuklarla evcilleştirilerek, insanların denetimleri altına alındılar. Dahası da var: Çevresi sınırlandırılmış alanlarda, insanların zevkleri uğruna yaşatıldılar. Çok ağır yüklerin altına sokulduklar. Ölümleri de insanların elinden oluyordu. İşleri bittiğinde, kafalarına sıkılan birer kurşunla yaşama veda ediyorlar atlar.

Hamamda kocakarların bayılma figürlerini öğrenmeleri için kızgın saçlar üzerinde eğitime alınan aylara ne demeli? Bu-runlarına takılan demir halkalarla uysallaştırıldılar. Bir tefin tıngirtsında insanlara eğlence oldular. Ürkek tavırlarla, sahibinin (!) sopasına sarılıp iki ayağı üzerine kalkarken, umutsuz gözlerinde dağlar vardır biçare ayların.

Maymunlar, bir yandan neon ışıklarla kirlenmiş metropollerde, derin dururucudan çıkardıkları muzı yerken, bir yandan da askılı pantolon ve ruğan ayakkabılarla sosyetenin cıvalı salonlarında dans eden maymunlar. Oysa onlar, ay ışığında, bir ormandaki ağaca tırmanıp dalından meyveleri koparıp yemeli. Daldan dala sıçradığı sık ağaçlar arasında kendi türleriyle yaşayabilmeli.

Örnekleme sürdürülim: Turizm ve

ekmek parası uğruna (!) flüt nağmeleri eşliğinde yılanlar oynatılıyor. Dişlerini kökünden kesmek yetmezmiş gibi koskoca filler, minicik insanların emrine sokuluyor, taşımacılıkta kullanılıyorlar. Güçlerini cinselliğinde değil kaslarında toplamaları için to-suncuklar bulurup öküz yapıyor...

Yüzyıllardır kendi türüne de acımasızca davranan insanlar salt renkleri farklı diye hayvanlar gibi siyahlan da köle niyetine kullandılar. Yarı sıra, teorikte olmasa bile pratikte hala köle gibi kullanılan insanlar var. Bu cepheden bakıldığında şöyle diyelim geliyor: Ey hayvanlar çektiğiniz daha ne ki? İnsan, aklıyla kimbilir sizlere daha neler neler gösterecek?

Ama yine de Forum'da bu konuyu tartışmaya açıyorum: Hayvanlar hayvanca yaşamalı mı? Yoksa onlar da insanlar için mi varlar?

Ahmet Önen, Bursa

Sizce Miyop muyuz?

Ağustos sayınızda Genom Projesi hakkında sayfalarca yazınızı okudum. İnsan, bitki, mikroorganizma genomlarından hastalıkların teşhis ve tedavisinden gen aktarımlarına kadar birçok konuda aydınlatıcı oldunuz ve bir konu başlığı daha vardı ki adeta biz gençlerin ders alması için yazılmış.

Evet bahsettiğim başlık "Genom Projeleri ve Türkiye". Yazınızda sadece Türkiye ile ilgili olarak bu dalda eğitim veren üniversitelerimizi söyleyip yurtdışında çalışan bazı Türk bilim adamlarının olduğundan bahsetmişsiniz. Tabi haklı olarak sizin yazabileceğiniz bir araştırma boyutu Türkiye'de mevcut olmadığı için sizi yadırgıyorum eleştirim bu konuya yeterince eğilmeyen büyüklüme.

Bildiğimiz gibi genetik araştırmalar artık bilimsel boyutu aşmış ticari, siyasi ve askeri boyut da kazanmıştır. Şimdi nasıl petrol zengini ülkeler hüküm sürüyorsa; gelecekte de gen teknolojisini büyütmiş,

tedavileri başarmış, genlerin patentlerini toplamış, hatta ve hatta nükleer füzelerden daha tehlikeli biyolojik silahlar üreten ülkeler dünyanın sözünü söyleyecekler. Sizce Craig Venter bilime hizmet etmek için mi milyon dolarlarla ölçülen sermayeyi bir araştırma şirketine bağladı? Bunun böyle olmadığını siz de, biz de gayet iyi biliyoruz. Bu gelişmenin, matbaanın bulunmasından bir farkı yoktur. Nasıl Avrupalılar matbaayı bulduktan yüz yıllar sonra biz ülkemize getirmişiz, şimdi aynen tarihi tekrarı ettiriyoruz. Tek farkımız bu geçen süreye yasakların değil de yetersiz araştırmaların neden olması. Burada yetersiz araştırmalardan kastım, bilim adamlarımız değildir; onlara, ortam, araştırma alt yapısı ve teknolojik donanım verilmesi gerektiği kanısındayım. Bu olay o kadar büyüktür ki, gün gelecek insan etiğinin değerini kaybettiği ülkeler, nüfus cüzdanı olmayan, ismi olmayan insan kopyalarını asker yaparak düşmanlarına saldıracaklardır; bu bir hayal gibi gözüke de, bir gün gerçek olacak. Unutmayalım Genom Projesi de bir hayal değil miydi?

İşte bütün bunları diğer ülkeler görüyor ve gizli denizliye çalışmalarının hızlarını artırırlar. Fakat biz niye uzağı göremiyoruz? Fikiriniz nedir, miyop muyuz sizce?

Kağan Abidin, Antalya

Öğretmenlerin Geçmesi Gereken Sınavlar...

Eğitim sisteminizin ve öğretmenlerimizin durumu öteden beri tartışılmalıdır. Elbette sorun çok yönlüdür ve çözümü de birçok alanda yapılacak yeniliklerle oluşur. Bunları zincirin bir halkası olarak düşünürsek, ilk halka eğitimcilerin seçimi, yani eğitim fakültelerine öğrenci alımıdır. Bu halka hem çok önemlidir, hem de önemli düzenlemelerin yapılması gereken bir halkadır. Neden mi?

Çok iyimser düşünersek dahi, üniversite öğrenimini kendi istediği alanda yapan öğrencilerin sayısı oldukça azdır. "Hiçbir şey olamazsa öğretmen olur" anlayışının çok yaygın olduğu ülkemizde, bu duru-

mun eğitim fakültelerine nasıl yansıdığını hemen anlayabiliriz. Yalnızca bir meslek sahibi olabilmek ya da iş garantisi gözüyle bakılıp, tercih edilir olan eğitim fakültelerinin durumu oldukça kötüdür. Eğitim fakültelerine bu yaklaşım sürdükçe, gereken düzenlemeler yapılmadıkça, eğitim kalitesi yükseltilmedikçe, hedeflenen sonuçlar da alınamayacaktır.

Eğitim ve öğretimde başarı için, öğrencinin bilgiyi almaya hazır olması gerekliliğini bütün eğitimciler bilir. Bu öğrencinin istekli olmasıyla ilintilidir. Kendi tercihi dışında, farklı nedenlerle eğitim fakültelerini tercih etmek zorunda kalan adayların varmayacağı, bu okullardan bir an önce mezun olup gitmeye bakacakları açıktır. Dolayısıyla bu durum düzeltilmezse, eğitim ve öğretim kalitesinde istenen hedeflere ulaşılamaz. Sorun bununla da bitmiyor. Öğretmenliğe bir iş olarak bakılmayacağı gibi, sevilmeden de öğretmenlik yapılmaz. Meslek olarak bakan ve öğretmenliği de sevmeyen bir öğretmen, öğretmenlik ahlak ilkelerine uyamaz. Bu durumda da öğrencilerine, fiziki ceza gibi çağ dışı kalmış uygulamalardan tutun da, öğrencinin ruhsal yapısında tahribatlara varan durumların ortaya çıkmasına yol açabilir.

Bu konuda önerilerim şunlardır: Müzik, resim, beden eğitimi öğretmenliği bölümlerine öğrenci alımında uygulanan yetenek sınavlarının bir benzeri başta sınıf öğretmenliği olmak üzere tüm diğer bölümler için geliştirilmelidir.

Yalnızca bilgi sahibi olmak, öğretmenlik için yeterli değildir. İstekli olmak, öğretmenliği sevmek gerekir. Öğrenci seçiminde bu kriterler de göz önüne alınmalıdır.

Gerek fakültelere girişte, gerekse öğretmenliğe atamada adaylara gerekli psikolojik testler kesinlikle yapılmalıdır. Ruhsal bozukluğu olan bir öğretmen öğrencilerini de etkileyecektir.

Birçok eğitim mucizesinin altında, öğretmenin bilinci, onu sevmek yapan, alanında yeterli, idealist öğretmenlerin imzası vardır.

Mehmet N. Fidan

DEÜ Buca Eğitim Fak. Sınıf Öğr., 4.Sınıf Öğrencisi

34. Dünya Satranç Olimpiyadı



İstanbul 2000

34. Dünya Satranç Olimpiyadı (28 Ekim-12 Kasım, Lütfi Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı - Rumeli Salonu) ve 71. FIDE Kongresi'ni (3-12 Kasım, İstanbul Hilton Otel) gerçekleştireceğimiz organizasyonda, 120 dolayında ülkeye, Uluslararası Görme Engelliler Federasyonu'nun da hem erkekler hem de bayanlarda katılımıyla, 1500 kadar seçkin sporcu, antrenör, refakatçi, idareci, medya mensubu izleyici ve yöneticiye ev sahipliği yapacağız.

İstanbul 2000'de teknolojinin sınırları zorlanarak tüm oyunlar (baylarda yaklaşık 60x4=240, bayanlarda yaklaşık 45x3=135, toplamda her gün 375 kadar karşılaşma, 14 turluk olimpiyat süresince ise 14x375=5250 civarında oyun internetten canlı olarak izlenebilecek.)

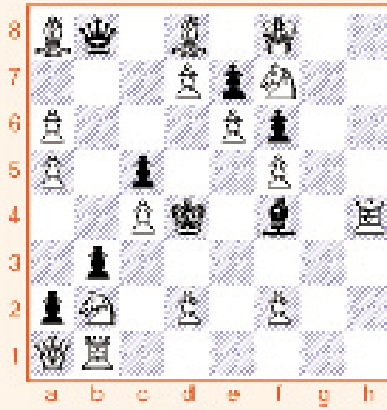
Çanakkale

Troya Festivali VIII. Geleneksel Satranç Turnuvası'nda bu sene Armen Grigoriev, 25'i ELO'lu (adını sistemi kuran Prof. Arpad Elo'dan alan ve FIDE tarafından düzenli periyodlarla ilan edilen bir kuvvet derecelendirme-puanlama sistemi) 128 satranççı arasında 7,5 puanla tek başına birinci olurken; Yakup Erturan, Suat Soylu, Mert Erdoğan, Mehmet Altınsoy, Hakan Erdoğan, Tolga Demirel ve Ahmed Abdulvahab 7'şer puanla ikinciliği paylaştılar. Yıllardır başarıyla sürdürülen ve ilginin hiç azalmadığı organizasyon, yine özverili çalışmaları ile bu yükü üstlenen Çanakkale Satranç İl Temsilcisi Turgut Tunca ve Çanakkale Tarımspor Satranç Takımı Kaptanı Tevfik Sayman tarafından, Çanakkale Satranç Derneği, Düşün Satranç Merkezi ve Çanakkale Belediyesi'nin de katkılarıyla, uluslararası hakemlerimizden İsmet Arvit'in başhakeimliğinde, 5-13 Ağustos 2000 tarihlerinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Anafartalar Kampüsü'nde gerçekleştirildi. Turnuvanın bilgisayar danışmanlığını Tansu Küçüköncü yaptı. Bu yıl, ilk kez görme engelli satranççılarımız Kerim-Selim Altınok kardeşler ve Mahmut Günday'ın da katılması, turnuvayı daha da anlamlı hale getirdi. 3'ü de avukat, ikisi aynı zamanda iyi birer müzisyen de olan bu güçlü satranççılar, hem turnuvaya hem de ortama renk kattılar. Bu mucizevi organizasyonu, sa-

dece satranç sevgisi ile yıllardır ayakta tutmayı başaran tüm idareci ve oyuncuların diğer illerimize de örnek olması dileğimizi yineliyoruz.

Problem

Leonid Yarosh
1983 Shakmatnıy 1. Ödül



(16-8) 4 Hamlede Mat

Olağanüstü bir kurgu... Kurgumatın sahibi, 1983'de sayısız üstadın önünde birincilik ödülü aldığı, adı sanı duyulmamış 26 yaşında bir futbol antrenörüydü. İşte çözümü ana varyantları:

1.a7! ab1A [1...ab1K 2.ab8K! (2.ab8V? Kb2! 3.Vb3 pat) 2...Kb2 3.Kb3 Şc4 4.Va4; 1...ab1F 2.ab8F! (2.ab8V? Fe4! 3.Vf4 pat) 2...Fe4 3.Ff4 Fa8 4.Fe3; 1...ab1V 2.ab8V Vb2 (2...Ve4 3.Vf4 Vf4 4.Kf4) 3.Vb3 Ve3 4.Vac3] **2.ab8A!** [2.ab8V? Ad2! 3.Vf4 (3.Kf4 Ae4; 3.Vc1 Ae4) 3...Şc3] **2...Ad2 3.Vc1 Ae4 4.Ac6**

Siyah, piyadesini hangi taşa terfi ettirirse, Beyaz'da aynı taşa terfi ettirerek matı gerçekleştiriyor. Eşine rastlanmamış bu tema, sahibine haklı bir birincilik getirmiş.

Seçme Oyunlar

De Vreugt,D - Atakişi,U [B33] 20 Yaş Altı Avrupa Gençler Birinciliği, Aviles/İspanya, 2000

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 e5 6.Adb5 d6 7.Fg5 a6 8.Aa3 b5 9.Ff6 gf6 10.Ad5 Fg7 11.Fd3 Ae7 12.Ae7 Ve7 13.c3 f5 14.Ac2 f4?! 15.a4 ba4 [15...Vg5 16.0-0 Fh3? 17.Ac1] 16.Ab4!?

0-0 [16...Vg5 17.Ff1 (17.g3! Fd7 18.Fc2 Vg6 19.Vd3) 17...0-0 18.Ka4 a5 19.Ad5 (19.h4 Vd8; 19.Ac6 Fb7 20.h4 Vf6) 19...Fd7] **17.Ka4 a5** [17...Vg5 18.Kg1!? (18.Ff1 a5 19.Ad5 Fd7 20.Ka2 Kfb8; 18.g3 Fg4 19.Vd2 Ff3 20.Kg1 Vh5 21.h4 Şh8; 18.Şf1 a5) 18...Fb7 19.Ka5 (19.Ad5 Fd5 20.ed5 a5) 19...Kfc8] **18.Ad5 Vg5** [18...Vb7 19.Ve2 Şh8] **19.g3 Fh3 20.Ff1** [20.Fe2 Kfb8 21.Vc2 Vh6 22.Ff3 (22.Ae7? Şf8 23.Af5 Ff5 24.ef5 fg3 25.fg3 d5) 22...Fe6] **20...Fg4 21.Fe2** [21.Vd2 Ff3 22.Kg1 Kfb8; 21.Vc2 A) 21...f5 22.gf4 (22.Ac7 Ff3 23.Kg1 Fe4 24.Vb3) 22...Vh6; B) 21...fg3 22.hg3 Kfb8 (22...f5 23.f4) 23.b3?! (23.f4 Vd8) 23...Kb3 24.f4 ef4 25.gf4 (25.Vb3 fg3) 25...Fc3 (25...Vd5 26.ed5 Fc3 27.Şf2 Kb2 28.Vb2 Fb2 29.Fh3 Fh3 30.Kh3) 26.Ac3 (26.Şf2 Vd5 27.ed5 Kb2 28.Vb2 Fb2 29.Fh3 Fh3 30.Kh3) 26...Vf4 27.Kg1 (27.Ae2 Vf3 28.Kg1 Ke3 29.e5 h5 30.ed6 Kb8 31.Kag4 hg4 32.d7 Şg7 33.Vc5 Kb1 34.Şd2 Kd3 35.Şc2 Kd7 36.Şb1 Vb3 37.Şa1 Va4 38.Şb1 Vb3; 27.e5 Ve5 28.Ae2 Fe2 29.Fe2 Kb2 30.Vh7 Şf8 31.0-0 Vg7 32.Vg7 Şg7; 27.Vb3 Ve3 28.Fe2 Fe2 29.Kh3 Vh3 30.Şe2) 27...Kab8 28.Fe2 (28.Ad1 Kg3) 28...h5 29.Fd1 (29.Fg4 Ve3 30.Şf1 Kb2 31.Fd1 Şf8 32.Ad5 Vh3 33.Şf2 f5) 29...Ve3 30.Ae2 Vh3 31.Vc7 Kb2 32.Vd6 (32.Ka5 Vd3 33.Kg5 Şf8 34.K5g4 hg4 35.Vc1 Kb1 36.Vd2 Ve4 37.Vd6 Şe8 38.Şf2 K8b3 39.Kg3 Kf3 40.Şe1 Kg3 41.Vg3 f5) 32...Vf3 33.Ka2 Ve4 34.Kg3 Ka2 35.Vb8 Şg7] **21...Fh3?** [21...Fe2 22.Şe2 (22.Ve2 fg3 23.fg3 Vc1 24.Vd1 Vb2 25.0-0) 22...Kab8 23.Vb1 Vh5 24.Ve1 (24.f3 fg3 25.hg3 Kb2 26.Vb2 Vh1; 24.g4 Vg4 25.Şe1 f5 26.Va2 Vf3 27.Kf1 fe4 28.Af6 Şh8 29.Ad7 Vd3 30.Ab8 f3; 24.Şd2 fg3 25.hg3 Fh6 26.f4 Kb2 27.Vb2 Vh1) 24...f5 25.Ae7 Şh8 26.Af5 Vf3 27.Şd2 (27.Kf1 Vc3 28.b3 Kb1 29.Şe2 f3 30.Şf3 Kf1) 27...Kf5 28.ef5 Vd5] **22.Ff1** [22.Ff3] **22...Fg4 23.Vd2 Ff3 24.Kg1 Şh8 25.Fg2? Fg2 26.Kg2 f5! 27.f3** [27.Ac7 f3! 28.Kg1 Vd2 29.Şd2 Kab8 30.Kb1 fe4 31.Şc3] **27...fe4 28.Ke4 Vh5 29.g4** [29.gf4 Vf3 30.Ke3 (30.Ve2) 30...Vh5 31.Kg7 Şg7 32.Ac7 Şh8 33.Aa8 Ka8 34.Vd6 Vh4] **29...Vh3 30.Şf2? Kfb8! 31.Ka4 Kb3! 32.Ka3? Ka3 33.ba3 Kb8 34.Ve2 h6** [34...a4 35.Va4 h5 (35...e4 36.Ve4 Kb2 37.Şe1 Fc3 38.Ac3 Vg2 39.Ve8) A) 36.Ab6 hg4 37.Kg4 Vh2 38.Şf1 Vh1 39.Şe2 (39.Şf2 Ff6 40.Va7 Fh4 41.Şe2 Ve1 42.Şd3) 39...Vh7 40.Va7 Vc2 41.Şf1 Vd1 42.Şf2 Vd2 43.Şg1 Ve3 44.Şh2 Vf2 45.Kg2 Vh4 46.Şg1 Kg8 47.Vf7 e4 48.fe4; B) 36.Ab4 e4; C) 36.Vc2] **35.a4 Kb7** [35...e4 36.fe4 Fe5 37.Şe1 (37.Şg1 f3) 37...Kg8] **36.Vc1** [36.Vf5] **36...e4! 37.fe4** [37.Af4 Vf3 38.Şg1 e3; 37.Şg1 Vf3 38.h4 e3] **37...Fe5! 38.Şg1** [38.Kg1 Vh2 39.Kg2 Vh3; 38.Af4 Kf7; 38.g5

f3 39.Kg1 Fh2; 38.Va1 f3 39.Kg1 Kb2 40.Vb2 Vh2] 38...f3 39.Kf2 [39.Kc2 Vg4 40.Şf2 Vh3] 39...Vg4 40.Şh1 Şh7 41.Vc2 Vh4 42.Kf1 Kg7 43.Kf2 Fh2 0-1

Turgut,T - Gorlin [C15] Chicago, USMasters 2000

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Fb4 4.Age2 dxe4 5.a3 Fe7 6.Axe4 Af6 7.A2g3 b6 8.Vf3 c6 9.c3 Fb7 10.Ff4 Vd5 11.Fd3 Abd7 12.0-0-0 b5 13.Axf6 Axf6 14.Ae4 a6 15.Fe5 Vd8 16.Ac5 Vc8 17.g4 0-0 18.g5 Ad7 19.Fxh7 Şxh7 20.Vh5 Şg8 21.Fxg7 Şxg7 22.Vh6 Şg8 23.Khg1 Kd8 [23...Ae5 24.Ae4! c5 25.Af6 Fxf6 26.gxf6 Ag6 27.Vg7; 23...Fd6 24.g6 Ff4 25.Vxf4 f5 26.Vh6 Af6 27.Kg3] 24.g6 24...Af6 25.gxf7 Şxf7 26.Kg7 Şe8 27.Vg6 1-0

Altinel,S (Ankara Üniversitesi) - Laçiner,K (Antalya Çallışpor) [A48] Türkiye Satranç 1. Ligi 2000

1.d4 Af6 2.Af3 g6 3.Ff4 Fg7 4.Abd2 d6 5.e3 [5.h3 pozisyonunda önce oynanması gereken hamle] 5...0-0 6.Fe2 [Eski dünya şampiyonu Botvinnik, plan gözetmeden sadece taş gelişiminin yapıldığı bu tip açılışları beğenmemektedir.] 6...Abd7 7.h3 Ve8 8.Fh2 e5 9.de5 Ae5 10.Ae5 de5 11.Af3 [11.Ac4 Ad7 12.0-0 Ab6 13.Vd2 Ve7 14.Kfd1 Ff5 15.Ab6 ab6 16.Fc4 Kfd8 17.Ve2 c6] 11...Ad7 12.Vd5? [12.c3 Ab6 13.Vc2 Ve7 14.0-0 Fd7 15.Kfd1 Gelle,I-Forgacs,A Macaristan 1995] 12...Ve7?! [12...e4!] 13.0-0 c6 14.Va5 [14.Vd2!? Yuvaya dönme teşebbüsü daha doğru görünüyör. Fikir: Xd6] 14...b6 15.Vd2 Ac5 16.Kad1 Ae4 17.Vc1?! [17.Vd3!? Ff5 18.Vc4 Kfc8 ve siyahların vezir kanadı manevraları biraz engellenmiş oldu] 17...Fb7 [17...f5] 18.Ad2 c5 [Bu hamlelerden sonra d6 ve d7 karelerinin zayıf olması nedeniyle d sütnü önem kazanıyor.] 19.Ae4 Fe4 20.Kd2! Vg5 21.Fg3 h5 22.h4 Ve7 23.Kfd1 Kad8 24.f3? [Şah kanadı tamamen zayıflıyor. 24.Fb5 daha iyi...] 24...Fe6 25.Ff2 Ff6 26.g3 e4 27.f4 Kd2 28.Kd2 Kd8 29.c3 Fd5 30.c4 Fe6 31.b3 Kd7 32.Kd7 Vd7 33.Vd1 Fe3 34.Vd7 Fd7 35.Fd1 Fh3!? [Artık beyaz şahın hareketleri çok kısıtlı.] 36.Fe2 Şf8 37.Ff1 [37.Şh2 Fe6 38.Şg2 Şe7 39.Şf1 Fh3] 37...Fg4 38.Fg2 f5 39.Şf1 Fd2! 40.Fg1 Şe7 41.Şf2 Şd6 42.Ff1 Fd1! 43.Fe2 Fc2 44.Şf1 Şc6 45.Ff2 a6 46.Fg1 Fb1 47.Fd1 Fa2 48.Şe2 Fb4 49.Ff2 b5 50.cb5 Şb5 51.Fc2 Fe3 52.Fe1 Şb4 53.Fd2 Fd2 54.Şd2 Fb3 55.Fb1 a5 0-1

Yasin,H (Çankaya) - Tofan,İ (Van) [C05] Türkiye Satranç 1. Ligi 2000

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ad2 Af6 4.e5 Afd7 5.Fd3 c5 6.c3 Ac6 7.Ae2 Vb6 8.Af3 a5 9.0-0 a4 10.Şh1!? Fe7 11.Fc2 Va7 12.Fg5 Fg5 13.Ag5 h6 14.Ah3!? [Beyazlar f4-f5'e hız vermek istiyor.] 14...b6 15.f4 g6 16.Ahg1?! [16.g4! h5 17.f5 hg4 18.fe6 Kh3 (18...gh3 19.e7 Şd8 20.dc5) 19.ef7 Şf8 20.Af4 Fa6 21.Ag6 Şg7 22.Vg4] 16...Fa6 17.g4 Fb7 18.f5 gf5 19.gf5 0-0-0

[19...Ace5!]; 19...ef5 20.Ff5 Ace5!]; 20.Af3 a3 21.ba3 [21.Kb1] 21...Va3 22.Kb1 Khg8 23.Kb3 Va6 [23...Va2 24.Vc1!] 24.fe6 fe6 25.Af4 Kde8 26.Vc1 Kg4 [26...Va2?? 27.Ka3] 27.Fd3 c4 28.Fe2 [28.Ka3] 28...cb3 [28...Kf4 29.Ka3 (29.Vf4? Va2 30.Kbb1 Ve2 31.Vh6 Kg8) A] 29...Kf3 A1] 30.Kf3 Vb5 (30...Aa5); A2] 30.Ff3 30...Aa5 (30...Vb5); B] 29...Vb5 30.Kb3 Va5 31.Ka3 Ad4 (31...Vb5; 31...Kf3]) 29.Fa6 [29.Ad2 Va2 (29...ba2 30.Fa6 Fa6 31.h3 Kh4 32.Kf2 Kf8 33.Ab3 Fc4 34.Aa1 Kh5) 30.Fg4 Ace5 (30...b2)] 29...Fa6 30.Kf2! [30.c4 b2 31.Ve3 Aa5 (31...dc4)] 30...b2! 31.Kb2 Kf8 32.Ae6 [32.Ad5 Kf3 33.Kg2 ed5 34.Kg4 Kf1 35.Vf1 Ff1] 32...Kf3 33.Kg2 Kg2 [33...h5 34.Kg4 hg4 35.Vg5 Kc3 36.Vg8 Şb7 37.Vg4] 34.Şg2 Kf7 [34...Ade5 35.de5 Ae5 36.Ad4 Ff1 37.Şg1 Kf6 38.Ve3 Ad7] 35.Va3?! [35.Vh6 Ff1 36.Şg1] 35...Fd3 [35...Ff1 36.Şg3 Ae7 37.Af4 Ab8 38.e6 Kg7 39.Şf2 Fc4 40.Ah5] 36.Vd6 Fe4 37.Şg3 Adb8 38.Af4 Şb7 [38...Kg7 39.Şf2] 39.Vh6 Kh7 40.Vf8 Ae7 41.h3 Abc6 42.Şg4 Ag6?! [42...Ff5] 43.Ag6 Fg6 44.h4 Ae7 45.Vd8 Fe4 46.h5 Kg7 47.Şf4 Kf7 48.Şg5 Ac6 49.Vg8 Kc7 50.h6 Ae7 51.h7 Fh7



52.Vh7 Ae8 53.Vg8 Kc3 54.Vd5 Şb8 55.e6 Kc7 56.Şf6 Şa7 57.Vd7 Şb8 58.d5 Kc2 59.d6 1-0

İnce,C (Hacettepe Üniversitesi) - Arduman,C (TED Kolejliler) [A75] Türkiye Satranç 1. Ligi 2000

1.d4 Af6 2.c4 e6 3.Af3 c5 4.d5 d6 5.Ac3 ed5 6.cd5 g6 7.e4 a6 8.a4 Fg4 9.Fe2 Ff3 10.Ff3 Fg7 11.0-0 0-0 12.Ff4 Vc7 13.h3 Abd7 14.Vc2 Kfe8 [14...c4 15.Fe2 (15.Kac1 Ac5 16.Ae2 b5 17.ab5 ab5 18.b4 cb3 19.Vb3 Vb6) 15...Kfe8 16.Kf1 Ke7 17.Kad1 Kb8 18.a5 Kbe8 19.Kd4 Va5 20.Fd6 Ke4 (20...Vb6 21.Fe7 Vd4 22.Kd1 Vb6 23.Ff6 Ff6 24.Fc4) 21.Kdd1 Vb6 22.Ae4 Ae4 23.Fg4 A] 23...f5 24.Fg3 (24.Ff4 Vb2 25.Vb2 Fb2; 24.Fa3 Fd4; 24.Fh2 Fd4) 24...Vb2 25.Vc4 Ae5 26.Ke4 (26.Ve2 Vb6 27.Fe5 Fe5) 26...Ac4 27.Ke8 Şf7 28.d6 (28.Kc8 fg4 29.Kc4 gh3 30.d6 Ve2 31.Kc7 Şg8 32.Kc8 Şf7 33.Kdc1 hg2 34.d7 Vh5 35.d8A! Şf6 36.Şg2) 28...Ad6 29.Ke2 Vb5 30.Fd6 fg4 31.Ke7 Şg8 32.Fe5 Şf8 33.Kg7 Ve5 34.Kb7 Şe8 35.hg4 h6 36.Kh7; B] 23...Ad6 24.Ke8 (24.Fd7 Ke1 25.Ke1 Vb2) 24...Ae8 25.Fd7 Ad6 26.Kd2 (26.Kb1 h5) 26...h5!] 15.Kac1 Ae5

[15...Kab8 16.Fe2] 16.Fe2 c4 17.Fe3 Va5 18.Fd2 Vb6 19.Fe3 Vb3 20.Vd2 Aed7 21.Fd1 Vb4 22.Vd4 Ae5 23.Fc2 Afd7 24.Fg7 Şg7 25.Vd4 f6 26.Kb1 Ae5 27.b3 Ke7? 28.bc4? [28.f4] 28...Vc4 29.Vc4 Ac4 1/2-1/2

Soylu,S (TED Kolejliler) - Kaygısız, Ö.C. (Hacettepe Üniversitesi) [B70], Türkiye Satranç 1. Ligi, 2000

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cxd4 4.Axd4 Af6 5.Ac3 g6 6.Fc4 Fg7 7.0-0 0-0 8.Ke1 a6 [8...Ac6 A] 9.Fg5 Axd4 10.Vxd4 Ag4 (10...Fd7) 11.Vd2 h6 A1] 12.Ff4 Fe6 (12...Vc7); A2] 12.Fh4 12...Fe6 A2a) 13.Fd5 Kc8 (13...g5 14.Fg3) 14.h3 Ae5 15.Ve2; A2b) 13.Fxc6 fxe6 14.h3 Ae5 15.Ve2; A2c) 13.Ad5 A2c1) 13...Fxd5 14.Fxd5 (14.exd5); A2c2) 13...g5 14.Fg3 Kc8 (14...Fxb2 15.Kab1 Fe5 16.Kxb7 Fxd5 17.exd5! Vc8 18.Kb4 a5 19.Ka4 Vc5 20.Fxe5 Axe5 21.Fb3) 15.Fe2 Ae5 16.c3 f5 17.f4! gxf4 18.Axf4 Fd7 19.exf5 Fxf5 (19...Kxf5 20.Vd5 Şh7 21.Vxb7 Kb8 22.Vxa7 Kxb2 23.Kab1) 20.Ah5 (20.Vd5); B) 9.Axc6 9...bxc6 10.Fg5 (10.Kb1) 10...Kb8 (10...Ag4 11.Fe2 Axf2 12.Şxf2 Vb6 13.Fe3 Vxb2 14.Fd4 e5 15.Kb1 Va3 16.Kb3 Va5 17.Fe3 Fe6 18.Va1 Fxb3 19.axb3; 10...Vb6 11.Fb3 Ag4; 10...Vc7 11.Vd2; 10...h6 11.Ff4 Vb6; 10...Ah5 11.Vd2 Kb8) 11.Fb3 Ag4 12.h3 Ae5 13.Ve2 Fe6 14.Kad1] 9.Fg5 b5 10.Fb3 [10.Fd5!? Axd5 (10...Ka7 11.Vd2) 11.exd5 (11.Axd5 f6 12.Fd2 e6 13.Af4 Ke8) 11...Vb6 (11...Ke8 12.Vd2 Fb7 13.Fh6; 11...Ka7 12.Vd2 Ke8 13.a4 b4 14.Ae4) 12.Fe3 b4 13.Af5 Vb7 14.Axg7 bxc3 15.Fh6 cxb2 16.Kb1 Vb4 17.Vd3! Ka7 (17...Ad7 18.Ke4 Vb5 19.Af5 Vxd3 20.Axe7 Şh8 21.cxd3; 17...Vh4 18.Ah5 Vxh5 19.Fxf8 Şxf8 20.Vc3) A] 18.Ah5 Kc7 (18...Kd8 19.Af6 Şh8 20.Ke4 Ff5 21.Kxb4 Fxd3 22.K1xb2 Ka8 23.cxd3 exf6 24.Kb6) 19.Ke4; B) 18.Ke4 18...Vb6 19.Ah5 Kc7 (19...Ff5 20.Vc3 f6 21.Kb4) 20.Fxf8 Şxf8 21.Kc4] 10...Fb7 11.a4! b4 12.Ad5 [12.Fxf6 Fxf6 13.Ad5 Fxd5 14.Fxd5 Ka7 15.Vd2 Vb6] 12...Axd5 13.exd5 Ff6? [13...Ke8 14.a5] 14.Fxf6 exf6 15.a5! Ad7? [15...Vc7] 16.Ae6! Vc8 [16...fxe6 17.dxe6 Şh8 18.e7] 17.Axf8 Vxf8 18.Vd4 Kb8 19.Ke3 Ac5 20.h4 f5 21.Kae1 Ad7 22.Fa4 f4 23.Vxf4 Ae5 24.Vd4 Fe8 25.Kxe5 dxe5 26.Kxe5 Ff5 27.g4 b3 28.c3 f6 29.Ke3 Fe2 30.d6 f5 31.d7 Fe4 32.Fxb3 1-0

İpek,A - Arı,Z [A43], Olimpiyat B Milli Seçmeleri, Mordoğan/İzmir, 2000

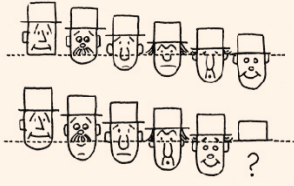
1.d4 Af6 2.Af3 c5 3.d5 b5 4.Fg5 Vb6 5.Ac3 b4 6.Aa4 Va5 7.b3 Ae4 8.Vd3 f5 9.g4 g6 10.gf5 gf5 11.Fh3 d6 12.Kg1 Kg8 13.Şf1 Fd7 14.Ab2 h6 15.Fh4 Kg1 16.Şg1 Fg7 17.Ac4 Va6 18.Kd1 Va2 19.Afd2 Ad2 20.Vd2 f4 21.Fg2 Aa6 22.Fe4 Ac7 23.Fg6 Şd8 24.Ad6 Ab5 25.Ab5 Fb5 26.d6 Fd4 27.Vf4 Va6 28.Vf8 Şd7 29.Ve7 Şc6 30.Fe4 1-0

Aybar Karaçay, Yakup Bayram

Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

Kaybolan Yüz



Üstteki şekilde 6 şapka ve 6 yüz var. Şekli çizgi boyunca kesip üst parçayı kaydırırsanız 6 şapka kalıyor; fakat bir yüz eksiliyor; alttaki şekilde 6 şapka ve 5 yüz var. Yüzün birine ne oldu?

Yaz Mektupları

Sınıf tatil olurken 19 öğrenci yazın birbirlerine mektup yazmaya söz verdiler. Her öğrenci eve vardıkdan sonra 2 veya 4 mektup yazacaktı. Her öğrenci 3 mektup alabilir mi?

Saat

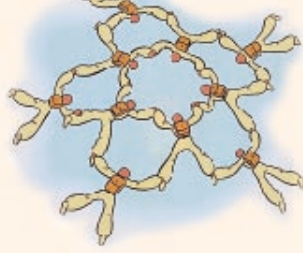


Bir saatçi akreple yelkovan arasında ki açının açısı olarak hareket eden bir işi ne yaptı. Bu işi ne 24 saatte kaç kere döner?

Uranya Postaları

Uranya ülkesindeki postacılar pek güvenilir kişiler değildir. Bu nedenle burada herkes paket yollarken onu asma kilidi bir kutu içinde yollar. Postacılar kural olarak bir asma kilidi ya da asma kilitle kapatılmış bir pakedi asla çalmamaktadır. Kutular kırılmaz ve asma kilitler kendi anahtarları olmadan asla açılmaz cinstendir. Karışıklık olmasın diye her vatandaşın parmakizi gibi kendine özgü asmakilidi ve ona uyan anahtarı vardır. Bu koşullarda arkadaşınıza yılbaşı hediyenizi çalınmayacak şekilde nasıl yollarsınız?

İltozda Akrobasi



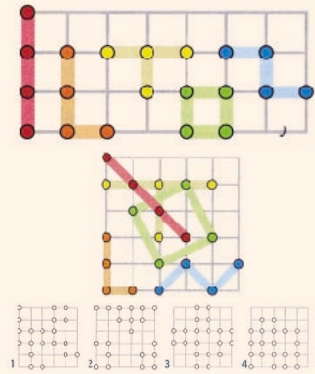
Hayali İltoz gezegeninde en tutulan spor havada akrobasi'dir. Büyük resimde görüldüğü üzere her akrobat, iki diğer akrobatın elini ya da ayağını tutar. Yalnız halkadan dışarı yönelen ayaklar tutulmamıştır. Fakat kural her elin bir ayak tutması ve her ayağın bir elce tutulmasıdır. Küçük resimde bunun yapılış şekillerinden birini görüyorsunuz: her akrobat iki eliyle bir akrobatın iki bacağına yakalar.

1) İltozda kural değiştirildi. Her akrobatın diğer 4 akrobatla bağlantı yapması istendi. Bunun olabilmesi için en az kaç akrobat gerekir?

2) 1. soruya en iyi yanıt, her akrobatın vücuduna burulmalar yaptırarak kendini çaprazlamasıdır. Astronotların 2 farklı geometrik biçim oluşturmaları için en az kaç akrobat gerekir?



İltoz Takım Yıldızları

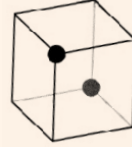


İltoz dilinin 5 harfinin herbiri, üst şekilde görüldüğü üzere 4 noktadan oluşur. Üst şekilde sırayla İ (kırmızı), L (turuncu), T (sarı), O (yeşil), Z (mavi)

harfleri görülüyor. Diğer taraftan en aşağıda 1, 2, 3 ve 4'de görüldüğü üzere İltoz semasında görülen takım yıldızların herbiri 20 yıldızdan oluşmuştur. Bu 20 yıldız her biri 4 yıldız içeren 5 gruba ayırınız ve 4 yıldızlık grupların her birine biçim ve rengini koruyarak, İ, L, T, O, Z harflerinden birini veriniz. Öyle ki gökte 4 değişik şekilde İLTOZ yazılsın. Solda bir örnek veriliyor. Harfler birbirini kesebilir, büyütülebilir ve rotasyon yapabilir. Örnekte İ, O ve Z rotasyon yapmış, T büyütülmüş.

İltoz Uyduları

İltoz gezegeni küp biçiminde. İltoz-yalılar uyduları öyle fırlatmak istiyorlar ki küpün her yüzünün merkezinde duran bir insan tek bir uydı görsün. Uydular jeostasyoner tipte olacaktır; yani daima İltoz'un aynı noktasını görecekler. Küpün köşesinin üstündeki bir uydı, küpün 3 yüzü tarafından görülür. 2 karşıt köşenin üstüne atılacak 2 uydı, 6 yüz tarafından görülecektir (şekil 1) 1) Kaç tane uydı fırlatılmalı ki İltoz'un 6 yüzünün herhangi birinin merkezinden bakan bir İltozyalı yalnız 2 uydı görsün ve diğer yüzlerdeki o 2 uyduyu göremesin. 2) İltoz'un herhangi bir yüzeyinden bakan bir kişinin 3 uydı görmesi için kaç uydı atılmalı? Diğer yüzdekiler bu 3 uyduyu görmemeli. 3) Bir İltoz-yalının 4 uydı görmesi için kaç uydı fırlatılmalı?

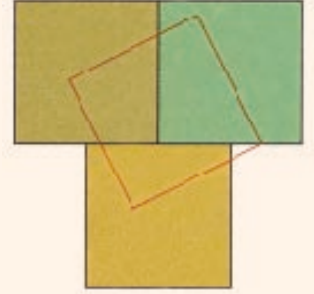


25 Arkadaş

25 arkadaş yere çizilmiş 5 x 5 m'lik bir büyük karenin içinde ayakta duruyorsunuz. Her 1 m²'lik karede bir kişi var. Sizlere yatay ya da düşey doğrultuda bir adım atarak komşu karelerden birindeki (bir kenarı sizin karenizle ortak bir kareye) kişiyle karşılıklı yer değiştirmeniz söyleniyor; çap-

raz geçiş yok. Bu yöntemle bu 25 kişinin herbiri, daha önce bulunduğu kareden farklı bir kareye geçip yeni bir 25'lik diziliş yapabilir mi? Bir adım yerine iki adım atmanıza izin verirse bu mümkün olur mu?

Kağıtların Değmesi

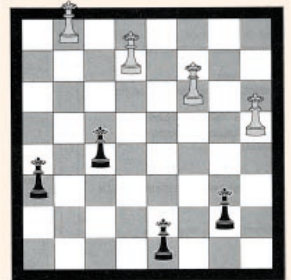


Resimde 3 kağıttan herbiri, diğerlerine değecek şekilde konulmuş. 4. bir kağıt bunların üstüne konulursa dördü de birbirine değdi. 1) Aynı büyüklükte 6 kare kesin. Bunları iki tabaka şeklinde öyle yerleştirin ki her kare diğerlerine değsin. Bir köşe bir kenara değiyorsa, değdi sayılır. İki köşenin değmesi değdi sayılmaz. Aynı soru 9 kare ve sonsuz sayıda kare için.

Beş Bombardıman Uçağı

Kenarı 100 m olan eşkenar üçgen biçimi bir alan üzerinde 5 bombardıman uçağı uçuyor. Her uçak 1 bomba atıyor. Bombaların yerde açtığı çukurlardan en az ikisi arasında en fazla 50 m olduğunu açıklayın.

Vezirlerin Dansı



1) 4 siyah vezir ve 4 beyaz vezir satranç tahtasına öyle konulmuş ki karşıt renkten olan vezirler birbirini alamı-

yor. 8 siyah ve 8 beyaz vezirle aynı şeyi yapınız.

2) 8 beyaz ve 10 siyah vezirle aynı şeyi yapınız. Pozisyonlar simetrik olacak.

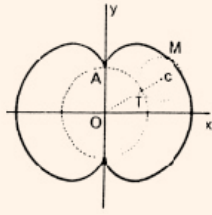
3) 9 siyah ve 9 beyaz vezirle aynı şeyi yapın. Simetri şartı yok.

4) 9 beyaz ve 10 siyah vezirle aynı şeyi yapın. Simetri şartı yok. 8 beyaz ve 11 siyah veya 10 beyaz 10 siyah vezirle aynı şey olası mı?

Tangram



İlginç Eğriler Nefroid (Böbreksi Eğri)



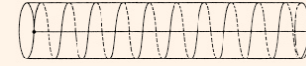
Yarıçapı $OA = 2a$ olan bir çemberin üzerinde yarıçapı $CT = a$ olan bir çemberi döndürelim. Bu dairenin başlangıçta A'da olan M noktası bir episikloid çizer; buna nefroid (böbrek eğrisi) denir. Bu eğrinin parametrik denklemleri: $x = a(3 \sin \theta - \sin 3\theta)$ $y = a(3 \cos \theta - \cos 3\theta)$ dir. Kartezyen denklemlerse $(x^2 + y^2 - 4a^2)^3 = 108 a^4 x^2$ dir. Bu eğri 1670'de Huygens tarafından bulundu ve Huygens episikloidi adını

aldı, Nefroid adını 1878'de Procior kullandı.

El Sıkışlar

Dünyada herkes bugüne kadar belli sayıda el sıkıştı. Kanıtlayınız ki dünyada bugüne kadar sıkıştığı ellerin sayısı tek olan kimselerin sayısı çifttir. (Martin Gardner'den, 1961)

Sarmalın Uzunluğu



Silindirik bir tübün etrafına 10 sarmal halkası sarılmış. Silindirin çapı 10 cm ve uzunluğu 22.5 cm. Telin uçları silindirin aynı jeneratöründe son bulur. Telin uzunluğu nedir?

Sonsuza Yolculuk

Cin Ruhî'nin son gittiği yıldızda yaratıklar eşkenar üçgen

biçimindeydi ve her yaratık, çevresi kendi çevresinin yarısı kadar olan bir çocuk yapıyordu. Büyük Üçgen Reis, Cin Ruhî'ye sordu: "Biz sonsuza kadar yaşayacağız. Benim çevrem 30 cm. Benden doğacak sonsuz sayıda üçgenin çevrelerinin toplamı ne yapar?"

Tek Sayılar ve Küp

Tek sayılar 1'den itibaren şöyle yazılmış: (1), (3, 5), (7, 9, 11), (13, 15, 17, 19), ... Tek sayılar ardışık yazılmış ve her parantezde terim sayısı 1 artıyor. n. parantez içindeki terimlerin toplamı S_n ise $S_n = n^3$ olduğunu kanıtlayınız.

Elips İçi Poligon

Bir elips içine kenar sayısı 4'ten fazla olan düzgün bir çokgen çizilemeyeceğini gösteriniz.

Geçen Ayın Çözümleri

Uzayda 4 Nokta

$$AD^2 = (x-0)^2 + (y-1)^2 + (0+1)^2$$

$$BD^2 = (x+1)^2 + (y-0)^2 + (0-1)^2$$

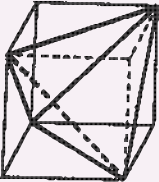
$$CD^2 = (x-0)^2 + (y+1)^2 + (0-0)^2$$

Bunlardan iki denklem bulunur.

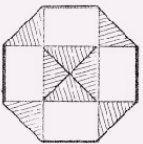
$$1-4y=0 \text{ ve } 2x-2y+1=0$$

Buradan $y=1/4$ ve $x=-1/4$. Aranan noktanın koordinatları D $(-1/4, 1/4, 0)$ dir.

Küp ve Üçgen



Seçilen köşelerden ikisi komşuysa üçüncüsü daima bir diküçgen oluşturur. Daraçılı üçgen oluşturmak için bir köşegenle birleşen iki köşe seçilmelidir; oluşan üçgen daima daraçılıdır ve eşkenar üçgendir. 8 köşeden 3 köşe $C_3^8=56$ şekilde seçilebilir; oluşan üçgenlerden yalnız 8'i daraçılıdır. (Oluşan 2 dörtyüzlünün üçgen yüzlerini düşünün. Şekilde bu dörtyüzlerden yalnız biri gösterilmiştir). Daraçılı üçgen olasılığı $8/56=1/7$, dik üçgen olasılığı $6/7$ 'dir.



Sekizgen

Çokgenin İzdüşümü

$$S = S \cos 30^\circ = \sqrt{3}/2 \quad S. (S = \text{da-} \\ \text{mın alanı, } S = \text{izdüşümün alanı}) \\ S = 100 \cdot \sqrt{3}/2 = 86.6 \text{ m}^2.$$

n^4 'ün özelliği

Herhangi bir sayının 4. kuvveti iki üçgen sayının toplamına eşittir: $2^4=16=1+15=T_1+T_5$ (1. ve 5. üçgen sayı)

$$3^4=81=15+66=T_5+T_{11}$$

$$4^4=256=66+190=T_{11}+T_{19}$$

$$5^4=625=190+435=T_{19}+T_{29}$$

$$6^4=1296=435+861=T_{29}+T_{41}$$

[Üçgen sayılar: $T_n = 1+2+3+\dots+n$ şeklindeki sayılardır: 1,3,6,10,15,...

$$T_n = n(n+1)/2]$$

Tanker Vagon

b sıkı

Bisiklet Pompası

Pistonun içinde sıkışan hava ısınır ve pompayı da ısıtır.

Çabuk Soğutma

Kapağının üstüne buz konulan kap daha çabuk soğur.

Cinnoş Kaç Yaşında?

Cinnoş 12, Minnoş 2, dede 72 yaşındadır. $12/72=2/12=1/6$.

Üç Kesişen Daire



Kesişen iki yarım kürenin yatay bir düzlemle kesit çizgileri kesişen iki dairedir. İki yarım küre birbirini yatay düzlemle dik bir daire boyunca keser; bu nedenle bu dairenin yatay düzlemdeki izdüşümü bir doğrudur ve kesişen iki dairenin kirişidir. Üç kürenin birbirini kestiği noktanın yatay düzlem üzerindeki izdüşümü üç kirişin birbirini kestiği noktadır.

Mayın Tarlası

3 ve 5'in en büyük ortak böleni

-OBEB- 1 olduğundan $3y-5x=k$ denkleminin her k tam sayısı için çözümü vardır. Aranan yolun eni $3y-5x=k$ ile $3y-5x=k+1$ doğruları arasındaki uzaklıktan fazla olmaz. $k=0$ alalım ve $3y-5x=0$ ile $3y-5x=1$ doğruları arasındaki uzaklığı bulalım. $3y-5x=0$ doğrusu orijinden geçtiğinden aranan uzaklık ON'dir. AOB diküçgeninde $ON \cdot AB = OA \cdot OB$ (mutlak değerler olarak). $ON = OA \cdot OB / \sqrt{OA^2 + OB^2}$. $OA = 1/3$ ve $OB = 1/5$ olduğundan $ON = 1/\sqrt{34} = 0.17$ ol-

duğundan ayakkabısının eni 17 cm den az olan bir asker, mayınlara değmeden bu yoldan gidebilir.

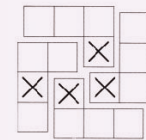
Sütü Ölçmek

1) 5 litrelik ölçeği doldur ve 3 litrelik ölçeğe boşalt. 5 litrelik kaptaki 2 litre kalır.

2) 3 litrelik ölçeği güğüme boşalt ve 3 litrelik boş ölçeğe 5 litrelik ölçekteki 2 litre sütü boşalt.

3) 5 litrelik ölçeği doldur ve 3 litrelik kaptaki 2 litre sütte 1 litre süt daha ekle. 5 litrelik kaptaki 5-1=4 litre süt kalmıştır.

Atı Parçalayın



100 Yumurta

$100=64+36=2^6+36$. Şimdi 36 yumurtayı verilen kurala uyarak bir yana ayıralım. 100 yerine 64 yumurta olsaydı ne olacaktı, onu düşünelim. 1. turda $64/2=32$, ikinci turda $32/2=16$, üçüncü turda $16/2=8$, dördüncü turda $8/2=4$, beşinci turda $4/2=2$ ve altıncı turda $2/2=1$ yumurta kalırdı. Demek ki 64 yumurtadan oluşan bir halkada geriye 1. yumurta kalırdı. 64 yumurtadan birinci konumunda olanın numarası $(2 \cdot 36)+1=73$ dür. En sona 73. yumurta kalır.

Kaç Sınay

$$n+n+1 + n+2 + n+3 + 2n = 30$$

$$6n + 6 = 30 \text{ ve } n=4$$

Numara Çekmek

Sayılar $A_1, A_2, \dots, A_{1998}$ ve olası alt kümeler $S_k = A_1 + A_2 + \dots + A_k$ olsun. S_k 'lerden herhangi biri 1948'e bölünüyorsa problem çözülmüştür. S_k 'lerden herhangi biri 1998 ile bölününce bir kalan veriyor olsun. 1998 toplam ve 1'den 1997'ye 1997 kalan olduğundan çekmece kuralına göre kalanlardan ikisi aynıdır (n-1 çekmecenin herbi-

rine bir top konulmuşsa ve toplam top sayısı n ise, bir çekmecede mutlaka 2 top vardır) ve bölününce aynı kalanı veren iki S'nin farkı 1998'e bölünür. $(1998 \cdot x + a = A$ ve $1998 \cdot y + a = B$ den $1998 \cdot (x-y) = A-B$ ve $A-B/1998 = x-y$).

Kağıttan Tencere

Evet, kaynar. Mumun verdiği ısı önce suyun sıcaklığını yükseltmeye, su 100 °C'a eriştikten sonra da suyu kaynatıp buharlaştırmaya harcanır. Bu nedenle sıcaklık asla 100 °C'ı aşmaz. Bir kağıdı yakmak için 100 °C yetersizdir.

Garip Bir Oda

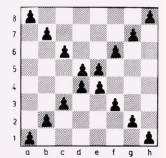
Bu oda Savaş Gazileri Derneği'nin toplantı odasıydı. Gelenlerin hepsi tek bacaklıydı. Böylece $(5 \times 3) + (10 \times 4) + (15 \times 1) = 70$ ayak sayılıyordu.

Tersine Döndürme



Düşüncelerin Ası Satranç Tahtası

Bir köşegen üzerinden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 taş kaldırılırsa her yatay ve her dikey çizgi üzerinde en az 1 taş bulunur.



Sayırama Kuant

$$(1+9+6+8+3)^2 = 19683$$



Tangram



Vitrinde Olmayanlar

Jack Cohen ve Ian Stewart Kaosun Çöküşü adlı bu kitapta, bilimin geleneksel sorusu olan "dünyayı en basit bileşenlerine nasıl ayırırız" sorusu yerine, çok daha ilginç bir soru soruyorlar: Karmaşık bir dünyada basitlik neden var? Oluşturdıkları kuram, kaosu ve karmaşıklığı bir araya getiriyor ve bu ikisinin etkileşiminden basitliği elde ediyor.

Basitlik ve Karmaşıklık

Basit bir evrende mi yaşıyoruz yoksa karmaşık bir evrende mi? Sağduyu –yani gündelik hayatlarımızı sürdürürkenki düşünme biçimimiz– dünyayı, aralarında bilinen ilişkiler olan tanıdık nesnelerin bir araya gelmesiyle oluşan bir toplam olarak görür. Buzdolabını açıp, bir tabağa biraz süt koyup sonra da kediniz gelip içsin diye tabağı yere bıraktığınızda, soğutmanın termodinamiğini, sütteki kimyasal maddelerin moleküler yapısını, seramiği oluşturan maddeleri bir arada tutan atomlar arası kuvvetleri veya kedinin beynindeki hücrelerin arasındaki elektrik atımlarını düşünmeyiz. Çünkü beyinlerimiz dünyayı düzene koymanın ve karmaşık yollara sapmadan anlaşılır kılmanın çeşitli yollarını bulmuştur. Pencereden dışarı baktığınızda yaklaşık kırk çeşit şey görürsünüz –çiçekler, ağaçlar, kuşlar, çitler, otomobiller, insanlar, bulutlar– biraz daha dikkatli bakar ve fulyalarla papatyaları ayırt ederseniz bu sayı belki iki yüze çıkar. Gündelik işlerinizin çoğunu beş yüz sözcükten oluşan bir söz dağarcığı kullanarak halledersiniz.

Ne var ki, yakından bir inceleme insan zihninin anlayamayacağı kadar girift görünen karmaşıklıkları ortaya çıkarır. Örneğin gündelik hayatta "çiçek" sözcüğü ile özetlediğimiz nesnenin gerisinde yatan karmaşıklık çok şaşırtıcıdır. Öncelikle, yakından baktığınızda gördüğünüz o tuhaf ufak tefek şeyleri, erkekorganları ve çiçektozlarını düşünün. Erkekorganlar ve çiçektozları, bitki tohum yaparak üreyebilsin diye vardır. Bitkiler bunu yapabilmek için genellikle benzer türden başka bir bitkinin çiçektozlarına ihtiyaç duyar. Bu çiçektozlarını, daha önce kondukları çiçeklerden üzerlerine bulaşanları diğer çiçeklere taşıyan anlar getirir. Çabalarının karşılığı daha sonra bala dönüştürecekleri balözüdür. Çiçeklerin anılara, anıların çiçeklere ihtiyacı var. Bitkiler ve böcekler arasındaki bu olağanüstü alışveriş nasıl ortaya çıktı acaba?

Bitkilere özgü ikinci bir karmaşıklık: Bitkiler hayvanların bilmediği bir numara bilir. Çevrelerindeki havadan karbon dioksit, altlarındaki topraktan su alır ve bu iki kimyasal maddeyi parçalarına ayırıp daha karmaşık kimyasal maddelere (örneğin şekere) dönüştürmek için ışığı kullanırlar. Bu

sürece fotosentez adı verilir. Bitkiler bu numarayı hayvanlarda genellikle olmayan ama kendilerinde bulunan, oldukça karmaşık bir kimyasal madde, yani klorofil sayesinde yapabiliyorlar. Klorofil nasıl iş görür?

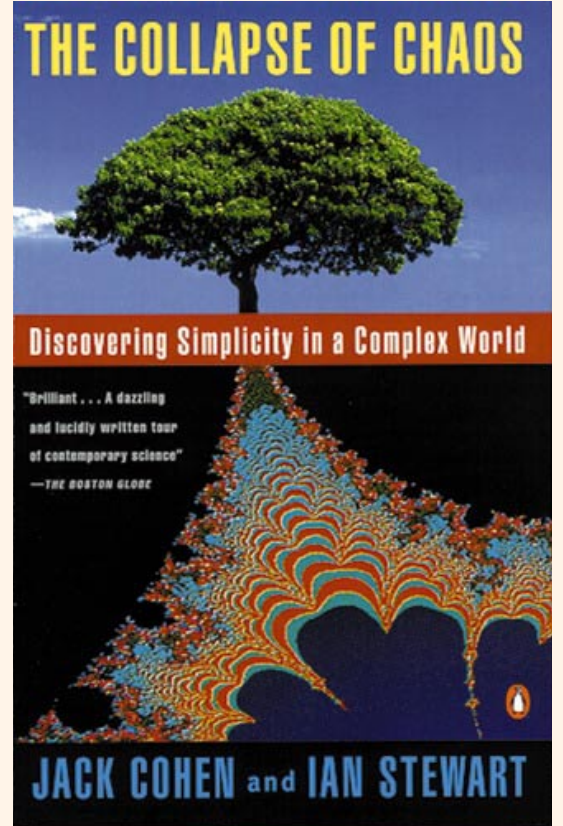
Bir diğer karmaşıklık, hem de en şaşırtıcı olan: Bitkiler çok küçük tohumlardan gelişir. Ergin bir bitkinin tüm karmaşıklığı bir şekilde tohumun içine mi sığmıştır? Yoksa karmaşıklık tohum gelişirken kendiliğinden mi ortaya çıkar? Her iki cevap da pek yeterli görünmüyor.

Bu tür soruları cevaplandırabilmek için biraz daha derine inmemiz gerekecek. "Basitlik" ve "karmaşıklık" derken ne kast ediyoruz? Basit nedenler karmaşık sonuçlara yol açabilir mi, yoksa sonuçta gözlediğimiz karmaşıklık, zaten nedenin içinde bir şekilde gizlenmiş mi? Karmaşıklık korunan bir büyüklük mü yoksa hiçbir şeyden karmaşıklık yaratılabilir mi? Doğada basitlik ve karmaşıklık arasındaki ilişki modern bilimin karşı karşıya olduğu en derin ve en geniş konulardan biridir.

Karmaşıklıkların Keskin Dişleri Var

Gündelik hayatımızdaki basitlikler, kaynayıp durmakta olan bir karmaşıklıklar okyanusunun durgun yüzeyidir. Bu karmaşıklık sadece bizim dışımızda olan bir şey değil, okyanusların derinlikleri veya Dünya'nın jeolojik katmanları gibi göremediğimiz bir şeydir de. Ama aynı zamanda, sözcüğün gerçek anlamıyla, bizim içimizdedir. Tıpkı klorofilin bitkinin içinde olması gibi. Bizim de buna benzer bir numaramız var: Alyuvarlarımızdaki hemoglobinin vücudumuzun her yerine oksijen taşıy. Dünya hakkında bildiğimiz her şeyi, bu oksijenin asıl tüketicisi, bugüne kadar karşılaştığımız en karmaşık yapı olan beynimiz sayesinde biliriz. Ama "beynimiz onu anlayabileceğimiz kadar basit olsaydı, biz de o kadar basit olurduk ki onu gene anlayamazdık."

Evrenin inanılmaz ve gizli karmaşıklıklarını düşünürseniz, pek çok insanın gündeliğin basitliğine sığınması ve onun altında yatanları merak etmemesi şaşırtıcı değil.



The Collapse of Chaos, Discovering Simplicity in a Complex World
Jack Cohen-Ian Stewart
Penguin Books, 1995, 495 sayfa

"Cehalet cennettir". "Göz görmeyince gönül katlanır". Ama maalesef gerçek dünyadaki karmaşıklıkların keskin dişleri var. Bir otomobili durdurmak basit bir iş gibi görünebilir. Fren pedalına basarsınız ve otomobil durur. Ancak eğer "fren" dendiğinde aklınıza yalnızca bu süreç (yani "fren yaparsan durursun" gibi sloganvari bir ifade) geliyorsa, buzlu bir yolda otomobil kullanırken başınız belaya girebilir. Frenlerin nasıl çalıştığı hakkında biraz bilginiz varsa –tekerleklerin dönüşünü yavaşlatırlar, böylece tekerlekler ve yol arasındaki sürtünme de otomobili yavaşlatır– buzlu yolda hata yapmazsınız. Görünürdeki basitlikleri gün geçtikçe daha yalıtıcı olan araç gereçlerle dolu bir dünyada yaşıyoruz. Bir video kayıt cihazını programlamaya ya da bir dijital saati ayarlamaya çalışan herkes bunu anlayacaktır. Viktorya döneminden kalma bir buhar makinesini açıp içine bakacak olursanız nasıl çalıştığını az çok anlarsınız. Bir televizyonun arka kapaklarını açacak olursanız gördükleriniz size bir şey ifade etmez, zaten televizyonun içi hemen hemen boştur. Doğa da böyledir: Canlıları mikroskopla incerseniz göreceklere bir televizyonun içinden de daha az şey ifade eder.

Çeviri: Sevil Kıvan

Yayın Dünyası



Zamanların Sonu Üstüne Söyleşiler
Carrière, Delumeau, Eco, Gould
Çevirmen: Necmettin Kâmil Sevil
YKY
İstanbul,
Ağustos-2000

Zamanların Sonu Üstüne Söyleşiler, sıradışı dört aydınla zaman kavramı üzerine konuşmalardan oluşuyor. Paleontoloji, biyoloji ve jeoloji alanlarında çalışan ve bilimin geniş kitlelere ulaşmasında önemli katkıları olan Stephen Jay Gould, tarih profesörü Jean Delumeau, Gündüz Güzeli, Teneke Trampet gibi pek çok ünlü filmin senaryo yazarı Jean-Claude Carrière ve artık herkes tarafından tanınan Ortaçağ uzmanı Umberto Eco kitabın dört kahramanı. Üç gazeteci tarafından gerçekleştirilen söyleşide 2000 yılı, anlamı ve ona ilişkin takvim sorunları, "zamanların sonu" kavramı, felsefi ve bilimsel boyutları içinde zamanın kendisine ilişkin sorunlar ve son olarak da çağımızın beklentileri, tehditleri, vaatleri ele alınıyor. İyi hazırlanmış sorular, çağa tanıklık eden farklı disiplinden dört yazara sorulduğu zaman, okur doğal olarak zengin bir dünya tasarımıyla karşılaşır.

Sizce XXI. yy'ın eşliğinde insanlığı tehdit eden en ciddi tehlike nedir? Çağımızın hâlâ bir beklenti çağı olduğunu dü-

şünüyor musunuz? Belleğin küreselleşmesi karşısında nasıl çözümler öneriyorsunuz? Yüzyılımız yeni ütopyalar arayışı içinde mi? Geleceğe ilişkin benzer sorularla ve açıkgörüşlü yanıtlarıyla ilgilenenler için dikkate alınması gereken bir kitap.



İstanbul Bir Kent Tarihi
Doğan Kuban, Tarih Vakfı
Yurt Yayınları, İstanbul,
Temmuz 2000

"Babil Kulesi gibi bir sarayda yaşıyorum; Pera'da Türkçe, Rumca, İbranice, Ermenice, Arapça, Farsça, Rusça, Slavca, Eflak dili, Almanca, Hollanda dili, Fransızca, İngilizce, İtalyanca, Macarca konuşuluyor; daha beteri bu dillerden on tanesi benim evimde konuşuluyor. Seyislerim Arap, uşaklarım İngiliz, Fransız, Alman; dadım Ermeni, hizmetçilerim Rus, öbür hizmetkârlardan yarım düzinesi Rum; kahyam İtalyan, yeniçerilerim Türk; İstanbul doğumlu olanlar ve burada yaşayanlar üzerinde olağanüstü etkiler bırakan bütün bu sesler karmaşasının içinde yaşıyorum."

Lady Montagu, İstanbul'dan yazdığı bir mektubunda böyle diyor. Onun biraz da keyifli bir şaşkınlıkla yaşadığı bu durum kendisine biraz tuhaf gelse de, aslında İstanbul'un kuruluşun-

dan bugüne değin gelen yapısı böyleydi. Tarih içinde bazı değişiklikler yaşadıysa da İstanbul, bir dünya kenti olmanın bütün gerekli şartlarını barındırdı bünyesinde.

Doğan Kuban, kuruluşundan günümüze değin tarihinin her döneminde insanlığın gözbebeği olmuş bir kenti anlatıyor bu kitabında. Hem de yalnızca tek bir açıdan değil, birçok yönüyle yaklaşıyor İstanbul tarihine:

"Bu kitap ne bir arkeoloji, ne de mimari örnekleri incelemesine rağmen, bir mimarlık tarihi kitabıdır; Bizantion, Konstantinapolis, İstanbul diye bilinen bir dünya kentinin tarihini geçmişin değişik dönemleri içinde sunma çabasıdır. Kitap, tarihsel koşulların, yapım etkinliklerinin, bin yıllık sürekliliklerin ya da ani çöküşlerin hatlarını çizmekte, bu eşsiz dünya kentini içinde yaşayan kentlilerin, ziyaret edenlerin betimlemeleriyle bütün dünyanın hayal ettiği bir kentsel varlık olarak sunmaktadır."

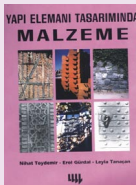
Kuban'ın bu çalışması kendi içinde iki kitaba ayrılıyor: Birinci kitapta kentin Bizantion ve Konstantinapolis, ikinci kitaptaysa İstanbul dönemleri inceleniyor. İstanbul içinde ve çevresinde yapılan bütün kazılarda Paleolitik Çağ'a tarihlenen buluntuların ortaya çıkarılması bu bölgedeki yerleşimin binlerce yıl öncesinden başladığını gösteriyor. Küçükçekmece'nin ku-

zeyindeki Yarımburgaz Mağarası'nda bulunan Orta Paleolitik Çağ'a ait aletler bu yörede balıkçılık ve avcılıkla geçinen insan gruplarının varlığına işaret ediyor. Çok daha sonraları karşımıza, bugün Sarayburnu olarak bilinen bölgede, Boğaz girişindeki Akra'da kurulan bir Megara kolonisi çıkıyor. Kente Byzantion adını verilmesiyle ilk grup Megaralılar'ın önderi olan Bizas'tan dolayı.

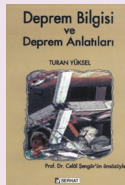
Kitapta kentin, yıllar içinde bir Roma kenti olması, Doğu Roma İmparatorluğu'nun başkenti haline gelmesi ve Türklerin eline geçtikten sonra Osmanlı kültürüyle yoğrulması, tarihi, arkeolojik ve mimari yönleriyle anlatılıyor.

Kentte yüzyıllar içinde yaşayan birçok halkın ve her dönemin etkilerini görebilmek mümkün. Kuban bu kitapta, Valens su kemerinden, Ayasofya'ya, Galata Kulesi'nden Topkapı Sarayı'na pekçok tarihi yapının kentle olan içiçe yaşantısını da her yönüyle gözler önüne seriyor. Bu kitabı okurken hem tarihin unutulmuş anlarında, hem de İstanbul'un sokaklarında dolaşır hissinin kapta-bilirsiniz kendinizi. Kitaptan kafanızı kaldırdığınızda karşınıza sanki Bizanslı bir köylü, Venedikli bir tüccar ya da bir yeniçeri çıkacakmış gibi hissedebilirsiniz.

İstanbul âşıklarının seversen okuyacağı oldukça kaliteli bir kitap.



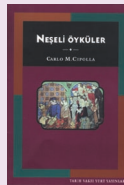
Yapı Tasarımında Malzeme
Nihat Toydemir-Erol
Gürdal-Leyla Tanaçan
Literatür Yayınları
İstanbul,
Temmuz 2000



Deprem Bilgisi ve Deprem Anlatıları
Turan Yüksel
Serhat Yayınları
İstanbul, 2000



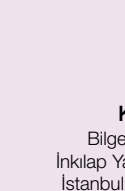
Safiye Sultan III
Ann Chamberlin
İnkılap Yayınları
Çeviri: Solmaz Kâmuran
İstanbul,
Ağustos 2000



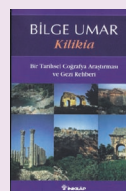
Neşeli Öyküler
Carlo M. Cipolla
Tarih Vakfı Yurt Yayınları
Çeviri: Tülin Altınova
İstanbul,
Ağustos 2000



Kelimelerin Anayurdu ve Tarihi
İskender Savaşır
Metis Yayınları
İstanbul, Mayıs 2000



Kilikia
Bilge Umar
İnkılap Yayınları
İstanbul, 2000



Kadın Yazıları
Baha Bal
Kadın Eserleri Kütüphanesi ve Bilgi Merkezi Vakfı,
Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı
İstanbul,
Haziran 2000



AQ Otistik Zeka ve Seviyeleri Otizm
Selvi Borazancı Persson
Sistem Yayıncılık
İstanbul, Haziran 2000



Yayın Dünyası



Zamanların Sonu Üstüne Söyleşiler
Carrière, Delumeau, Eco, Gould
Çevirmen: Necmettin Kâmil Sevil
YKY
İstanbul,
Ağustos-2000

Zamanların Sonu Üstüne Söyleşiler, sıradışı dört aydınla zaman kavramı üzerine konuşmalardan oluşuyor. Paleontoloji, biyoloji ve jeoloji alanlarında çalışan ve bilimin geniş kitlelere ulaşmasında önemli katkıları olan Stephen Jay Gould, tarih profesörü Jean Delumeau, Gündüz Güzeli, Teneke Trampet gibi pek çok ünlü filmin senaryo yazarı Jean-Claude Carrière ve artık herkes tarafından tanınan Ortaçağ uzmanı Umberto Eco kitabın dört kahramanı. Üç gazeteci tarafından gerçekleştirilen söyleşide 2000 yılı, anlamı ve ona ilişkin takvim sorunları, "zamanların sonu" kavramı, felsefi ve bilimsel boyutları içinde zamanın kendisine ilişkin sorunlar ve son olarak da çağımızın beklentileri, tehditleri, vaatleri ele alınıyor. İyi hazırlanmış sorular, çağa tanıklık eden farklı disiplinden dört yazara sorulduğu zaman, okur doğal olarak zengin bir dünya tasarımıyla karşılaşır.

Sizce XXI. yy'ın eşliğinde insanlığı tehdit eden en ciddi tehlike nedir? Çağımızın hâlâ bir beklenti çağı olduğunu dü-

şünüyor musunuz? Belleğin küreselleşmesi karşısında nasıl çözümler öneriyorsunuz? Yüzyılımız yeni ütopyalar arayışı içinde mi? Geleceğe ilişkin benzer sorularla ve açıkgörüşlü yanıtlarıyla ilgilenenler için dikkate alınması gereken bir kitap.



İstanbul Bir Kent Tarihi
Doğan Kuban, Tarih Vakfı
Yurt Yayınları, İstanbul,
Temmuz 2000

"Babil Kulesi gibi bir sarayda yaşıyorum; Pera'da Türkçe, Rumca, İbranice, Ermenice, Arapça, Farsça, Rusça, Slavca, Eflak dili, Almanca, Hollanda dili, Fransızca, İngilizce, İtalyanca, Macarca konuşuluyor; daha beteri bu dillerden on tanesi benim evimde konuşuluyor. Seyislerim Arap, uşaklarım İngiliz, Fransız, Alman; dadım Ermeni, hizmetçilerim Rus, öbür hizmetkârlardan yarım düzinesi Rum; kahyam İtalyan, yeniçerilerim Türk; İstanbul doğumlu olanlar ve burada yaşayanlar üzerinde olağanüstü etkiler bırakan bütün bu sesler karmaşasının içinde yaşıyorum."

Lady Montagu, İstanbul'dan yazdığı bir mektubunda böyle diyor. Onun biraz da keyifli bir şaşkınlıkla yaşadığı bu durum kendisine biraz tuhaf gelse de, aslında İstanbul'un kuruluşun-

dan bugüne değin gelen yapısı böyleydi. Tarih içinde bazı değişiklikler yaşıdıysa da İstanbul, bir dünya kenti olmanın bütün gerekli şartlarını barındırıyordu bünyesinde.

Doğan Kuban, kuruluşundan günümüze değin tarihinin her döneminde insanlığın gözbebeği olmuş bir kenti anlatıyor bu kitabında. Hem de yalnızca tek bir açıdan değil, birçok yönüyle yaklaşıyor İstanbul tarihine:

"Bu kitap ne bir arkeoloji, ne de mimari örnekleri incelemesine rağmen, bir mimarlık tarihi kitabıdır; Bizantion, Konstantinapolis, İstanbul diye bilinen bir dünya kentinin tarihini geçmişin değişik dönemleri içinde sunma çabasıdır. Kitap, tarihsel koşulların, yapım etkinliklerinin, bin yıllık sürekliliklerin ya da ani çöküşlerin hatlarını çizmekte, bu eşsiz dünya kentini içinde yaşayan kentlilerin, ziyaret edenlerin betimlemeleriyle bütün dünyanın hayal ettiği bir kentsel varlık olarak sunmaktadır."

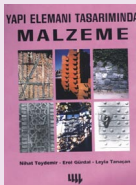
Kuban'ın bu çalışması kendi içinde iki kitaba ayrılıyor: Birinci kitapta kentin Bizantion ve Konstantinapolis, ikinci kitaptaysa İstanbul dönemleri inceleniyor. İstanbul içinde ve çevresinde yapılan bütün kazılarda Paleolitik Çağ'a tarihlenen buluntuların ortaya çıkarılması bu bölgedeki yerleşimin binlerce yıl öncesinden başladığını gösteriyor. Küçükçekmece'nin ku-

zeyindeki Yarımburgaz Mağarası'nda bulunan Orta Paleolitik Çağ'a ait aletler bu yörede balıkçılık ve avcılıkla geçinen insan gruplarının varlığına işaret ediyor. Çok daha sonraları karşımıza, bugün Sarayburnu olarak bilinen bölgede, Boğaz girişindeki Akra'da kurulan bir Megara kolonisi çıkıyor. Kente Byzantion adını verilmesiyle ilk grup Megaralılar'ın önderi olan Bizas'tan dolayı.

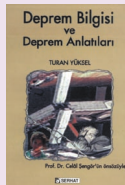
Kitapta kentin, yıllar içinde bir Roma kenti olması, Doğu Roma İmparatorluğu'nun başkenti haline gelmesi ve Türklerin eline geçtikten sonra Osmanlı kültürüyle yoğrulması, tarihi, arkeolojik ve mimari yönleriyle anlatılıyor.

Kentte yüzyıllar içinde yaşayan birçok halkın ve her dönemin etkilerini görebilmek mümkün. Kuban bu kitapta, Valens su kemerinden, Ayasofya'ya, Galata Kulesi'nden Topkapı Sarayı'na pekçok tarihi yapının kentle olan içiçe yaşantısını da her yönüyle gözler önüne seriyor. Bu kitabı okurken hem tarihin unutulmuş anlarında, hem de İstanbul'un sokaklarında dolaşır hissinin kapta-bilirsiniz kendinizi. Kitaptan kafanızı kaldırdığınızda karşınıza sanki Bizanslı bir köylü, Venedikli bir tüccar ya da bir yeniçeri çıkacakmış gibi hissedebilirsiniz.

İstanbul âşıklarının seversen okuyacağı oldukça kaliteli bir kitap.



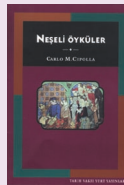
Yapı Tasarımında Malzeme
Nihat Toydemir-Erol
Gürdal-Leyla Tanaçan
Literatür Yayınları
İstanbul,
Temmuz 2000



Deprem Bilgisi ve Deprem Anlatıları
Turan Yüksel
Serhat Yayınları
İstanbul, 2000



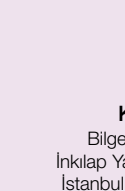
Safiye Sultan III
Ann Chamberlin
İnkılap Yayınları
Çeviri: Solmaz Kâmuran
İstanbul,
Ağustos 2000



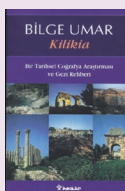
Neşeli Öyküler
Carlo M. Cipolla
Tarih Vakfı Yurt Yayınları
Çeviri: Tülin Altınova
İstanbul,
Ağustos 2000



Kelimelerin Anayurdu ve Tarihi
İskender Savaşır
Metis Yayınları
İstanbul, Mayıs 2000



Kilikia
Bilge Umar
İnkılap Yayınları
İstanbul, 2000



Kadın Yazıları
Baha Bal
Kadın Eserleri Kütüphanesi ve Bilgi Merkezi Vakfı,
Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı
İstanbul,
Haziran 2000



AQ Otistik Zeka ve Seviyeleri Otizm
Selvi Borazancı Persson
Sistem Yayıncılık
İstanbul, Haziran 2000

