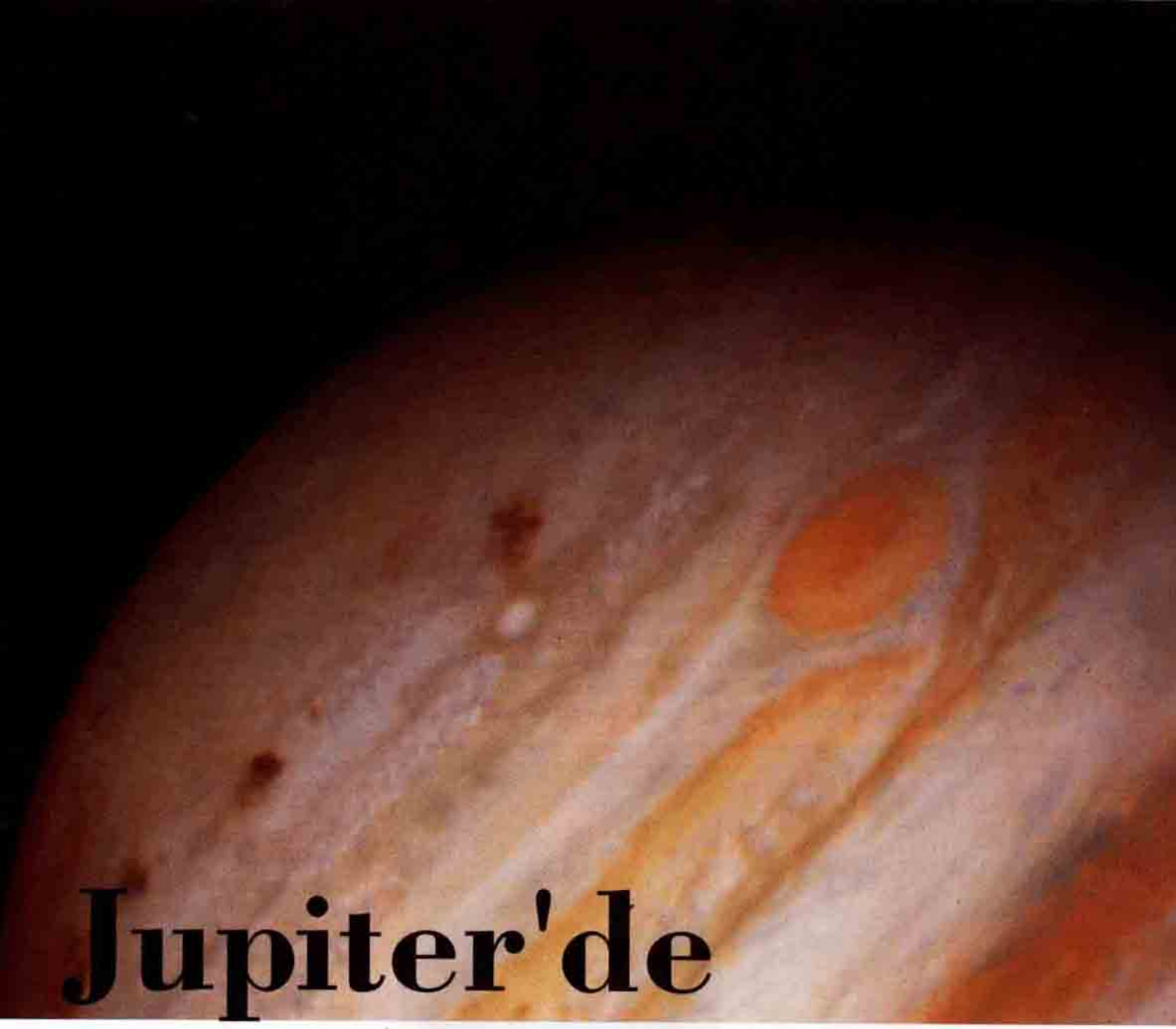


Jupiter'de Büyük Çarpışma Sonrası...

ŞU ANDA Dünya'dan 40 ışık dakikası kadar uzakta olan Jüpiter, sakin bir şekilde Güneş çevresindeki yörüngesinde dönüyor. Jüpiter'in Temmuz ayı sonunda arka arkaya şok dalgalarıyla çalkalanan bulutları, artık eski sakinliğine kavuşmuş bulunuyor. Eski sakinlik derken, kastedilen, saatte 400-500 km hızla esen rüzgarların durmaksızın sürdürdüğü kasırgalardır. Bundan iki ay kadar önce Dünya'nın en büyük gözlemevleri, ana teleskoplarını Jüpiter'e çevirmiş; bizim kuşağımızda yaşama şansına sahip insanların unutamayacağı bir olayı görüntülemişti. Yaklaşık 100 milyon megaton enerjinin açığa çıktığı kuyrukluyıldız felaketinin üzerinden, kozmik ölçülere göre kısa sayılabilecek bir süre geçti. Herşey eski haline döndü. Geriye bir parça radyo parazitinden başka hiçbirşey kalmadı...

Jüpiter gibi bir kasırgalar ve yıldırımlar gezegeninde, insanlık için afet sayılabilecek olaylar, olağandır. İnsanın gelişmiş aletler kullanarak gözlem yapmaya başlamasından bu yana Güneş sisteminde ilk kez bu ölçüde bir olay gerçekleşti. Yerküre için felaket sayılabilecek doğa koşullarının olağan olduğu dev bir gezegende altı gün süren kıyamet, astronomlara son derece önemli bilgiler sağladı. Hatırlanacağı gibi Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızı parça parça Jupiter'e düşmüştü. SL, 2-4 km çapında 20 kadar parçadan oluşuyordu..

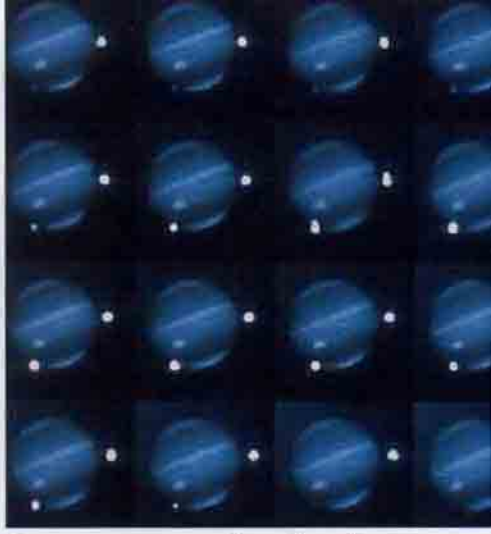
Mayıs sayımızda çarpışmanın gerçekleşeceğinden, Temmuz ayında ise beklentilerden bahsetmiş ve Ağustos ayında çarpışma sonrası ilk görüntüleri yayınlamıştık. Çarpışmanın nasıl gerçekleştiği ve Jüpiter üzerinde ne gibi oluşumların gözlendiği konularına da geçen ay değinilmişti. Bu ay, olaya

ait verilerin işlenmesi sonucu elde edilen ilk bilgilerden bahsedeceğiz.

Çalışmaları gözlemek ve alınan verileri incelemek için NASA, 2 903 900 $ ödenek ayırdı. Çünkü astronomların yanısıra, farklı dallardan pek çok bilimadamı SL'nin Jüpiter'e çarpışını merakla bekliyordu. Örnek olarak 65 milyon yıl önce dinozorların aniden Dünya üzerinden yok oluşunun nedeninin, tıpkı Jüpiter'e çarpan SL gibi bir kuyrukluyıldız olduğu konusunda görüşler var. Jüpiter'de gerçekleşen olayı incelemek, bu açıdan da ayrı bir önem kazanıyor.

Büyük bir kısmı 16-21 Temmuz arasında olmak üzere, kuyrukluyıldız parçaları, Temmuz-Eylül ayları arasında Jüpiter atmosferine girdiler. Parçalar, gezegenin bize dönük olan yüzüne değil; gece kısmına; daha doğrusu gece ile gündüz arasındaki bölgeye düştüler. Jüpiter'in üzerinde -43.3° ile -45.0° enlemler arasına çarpan parçalar, ilk aşamada parlamalara neden oldular. Gezegenin kenarında meydana gelen parlamalar, amatör araçlarca gözlenemedi; çünkü kızılötesi bölgede gözlem yapan teknik araçlara ihtiyaç vardı. Bu donanımlara sahip olan gözlemevleri, gezegen kenarındaki parlamaları tespit ettiler.

Parlamaların nedeni, stratosfer'e hızla giren kuyrukluyıldız çekirdekleriydi. Parlamalar, Avustralya, Hawaii, Texas, Kalifornia, Şili, Brezilya, Hindistan, Türkiye ve İtalya'dan izlendi. Giriş anındaki parlamanın hemen ardından daha dipte bulunan karbonmonoksit ve silikonoksit gibi maddelerin üst katmanlara çıktığı gözlendi. Parlamalar, yalnızca gezegen diskinin kenarında değil aynı zamanda gezegenin uydularında da gözlendi. Jüpiter'e en yakın uydu olan Io üzerinde kızılötesi filtrelere sahip fotometrelerle donatılmış teleskoplar, parlamaları tespit ettiler. Io'nun gezegene yakın olması nedeniyle yörünge hızı yüksektir. Uydunun yeri çok hızlı değiştiğinden, tüm çarpmalar Io üzerinden yansımadı.



E parçasının çarpışı sırasında meydana gelen parlamanın aşamaları.

Kuyrukluyıldızın çarpışına ilişkin en güzel görüntüler, gezegen diskindeki parlamalar veya uydulardan yansıyan ışığın ölçümünün yapıldığı bilgisayar çıktıları değil; gezegen yüzeyinde gözlenen lekelerdi. Jüpiter'in kendi ekseni çevresinde 10 saatte dönmesi nedeniyle çarpma bölgeleri, 15-25 dakika arasında Güneş ışığına doğru döndüler.

Bu sırada Güneş, Jüpiter'in batısındaydı. Güneş'in doğrultusunun Dünya'dan farklı olması nedeniyle çarpma izleri, en az 45 dakikada Jüpiter kenarında belirdi. Ancak bu aşama, yalnızca büyük gözlemevlerince (Kitt Peak, La Silla, Anglo-Australian) tespit edildi. Bunun nedeni, Jüpiter'in küre şeklinde olmasıydı. Gezegen diskinin kenarına gelen lekeler, bakış açımız nedeniyle oldukça minik göründüler. Buradaki durumu bir örnekle açıklayalım: Bir top üzerine gazlı kalemle Jüpiter yazalım. Tam kenardan bakıldığında, bakış açımız yüzünden yazıyı okuyamayız. Yazının okunabilmesi için topun yazılı yüzünün, bize tam olarak dönmüş olması gerekmektedir. Jüpiter'deki olayda bir lekenin boyutlarını ölçmek için, çarpmadan sonra lekenin tamamının görünebileceği zamanı beklemek gerekiyordu.

Çarpmaya İlişkin İzlenimler

Bu gece (18 temmuz) Jüpiter üzerinde siyah oluşumlar gözledik. Aletimiz, 36 cm çaplı (f/11) Cassegrain tipi bir teleskoptu. İlk leke, Jüpiter'in merkez boylamını, Greenwich saatiyle 3:50 de geçti. Tıpkı bir uydunun gölgesi gibi görünüyordu (yaklaşık 6000 km çapındaydı). Lekenin güney kesiminde düzensiz bir şekil vardı. Belki de bu leke ve düzensiz şekil F ve (veya) E parçalarının çarpma izleridir.

İkinci leke, merkez boylamını 4:38 de geçti. Gri renkli gibi görünüyordu. Çapı yaklaşık 9000 km kadardı. Bunun, A parçasının çarpma izi olduğunu tahmin ediyoruz. Üçüncü leke, ikinciye benziyordu. Bu lekenin de C parçasının çarpma izi olduğunu sanıyoruz. Lekenin merkez boylamdan geçiş zamanını tam olarak ölçemedik fakat saat 5:40 civarındaydı.

Dan Bruton - Richard Schumde
Texas A&M Gözlemevi

Sutherland da 0.75 metre çaplı teleskopla gözlem yapan Kaz Sekiguchi, 2.2 mikron dalgaboyunda (kızılötesi) yaptığı gözlemde parlak bir ateştopu gördü. Ateştopu, tahmin edildiği yerde, gezegenin güney doğu kesiminde parladı.

Dramatik bir görüntü. D parçasının çarpışı sırasında gezegenin kenarında bir parlama meydana gelmiş. Gezegen diskinin diğer tarafında C parçasının çarpma izi görünüyor. Gezegenin sol üstündeki parlak yuvarlak, Jupiter'in uydusu Europa'dır.

Ateştopunun ilk zayıf pırıltısı, saat 20:17 civarında görüldü. En parlak anına ulaştığında, Io (Jüpiter'in en yakın uydusu) kadar parlamıştı. 10 dakika sonra ateştopunun şekli değişti ve gezegenin kenarına doğru yassılaştı. Isınan maddenin, yeniden yerine oturduğunu düşündük.

20:38 de ateştopunun son izleri gezegenin kenarında görüldü. Parlaklığın artışı, sönükleşmeden daha kısa sürede gerçekleşti.

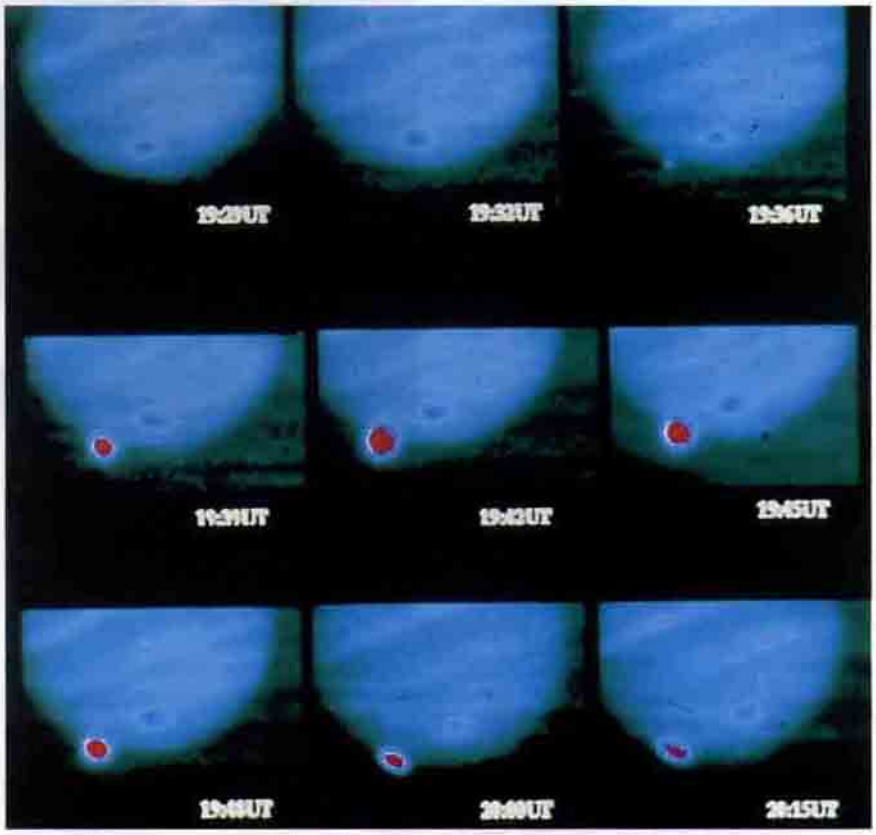
Chris Lewicki
Arizona SEDS

Jupiter'in en yakın uydusu Io, çarpmaları bu şekilde görüyordu. 16 Temmuz akşamı Io üzerinden yansıyan parlama, bazı gözlemevleri tarafından tespit edildi.

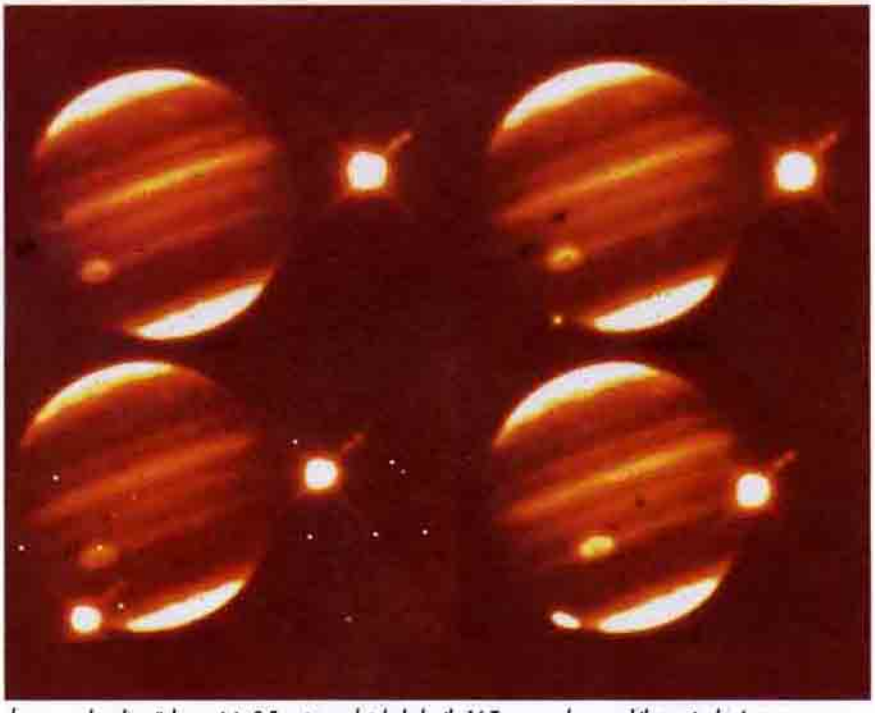
Bu süre, çarpma yerine göre dakika cinsinden değişmekle birlikte; aşağı yukarı 1.5 saatti. INTERNET aracılığıyla temas kurulan amatör astronomlar, 45 dakikadan önce çarpmaya ait bir iz göremediklerini bildirdiler.

Çarpma izleri, kolaylıkla görülebilecek nitelikte değildi. Çıplak gözle tarama yapan pek çok kişi, bir iz yakalayamadı. Öte yandan iyi aletlere sahip bazı amatör gözlemciler, optik astronominin teknik olanaklarını kullanarak leke izlerini saptayabildiler. Optik astronominin teknik olanaklarından kastedilen, özel kızılötesi filtrelerdir. Jüpiter'in yüzeyi ile lekeler arasındaki renk kontrastını arttırabilmek için, çok dar bir dalgaboyu aralığını geçirebilen filtreler kullanıldı.

Dünya'da soğuk savaş yıllarında sahip olduğumuz nükleer silahların toplam yok edici gücü, 10 000 megaton kadardı. Jüpiter'e çarpan kuyrukluyıldız parçaları ise 100 milyon megaton enerji bıraktı. 100 milyon megaton TNT gücündeki patlamalar, Jüpiter'in dış atmosferinden şimdilik yapısını tam olarak bilemediğimiz iç kısımlarına doğru şok dalgaları yayılmasına neden oldu. Çarpma yerinden yayılan şok dalgası, Jüpiter üzerinde ilk kez deprem benzeri bir etki yarattı. Jüpiter, gaz bir gezegen olduğundan üzerinde coğrafi bir oluşum veya tektonik bir olay görülemez. Fakat bu kez Jüpiter'i yörüngesinden çıkaracak şiddette olmasa da bir sarsıntı yaşandı. Sarsıntının yayılma hızının, ses hızına yakın olduğu tahmin ediliyor.



H parçasının çarpışı, güney Amerika'da henüz hava aydınlıkken gözlendi. (10 mikron dalgaboyunda alınan görüntü)



İspanya calar alto gözlem evinin 3.5 metre çaplı teleskobu ile 16 Temmuz akşamı çekilen resimde, A parçasının çarpışı kızıl ötesi kamera ile görüntülendi.

Gün Işığında Gözlem

Jüpiter'deki olayın çok ender rastlanır türden bir olay olduğu, pek çok yerde yazıldı, çizildi. Bu nedenle gözlemevleri 6 gün içerisinde her saniyeyi değerlendirmek için çaba sarfettiler. Jüpiter'i inceleyen bilimadamları, radyo, morötesi, kızılötesi ve görünür dalgaboylarında çalıştılar. Bu çabalar içinde en ilginci, gündüz evresinde gökyüzü henüz aydınlıkken yapılan gözlemlerdi.

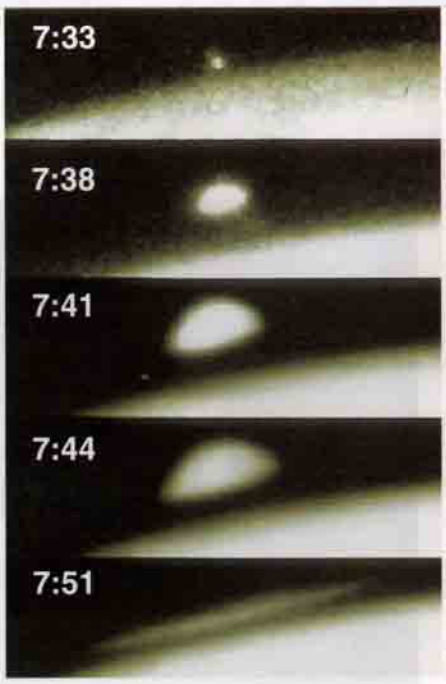
Temmuz ayının sonlarında Jüpiter saat 13:55 civarında doğuyor ve akşam saat 00:30 civarında batıyordu. Gezegeni gözlemek için geceyi bekleyenler, 7 saat kadar bir zaman kaybediyorlardı.

Bilindiği gibi gündüz gökyüzü, mavi renklidir ve yıldızları görmemizi engeller. Günümüzde bu durum bir sorun olmaktan çıkıyor. Özel filtre sistemleriyle çalışan gözlemevleri, çok dar bir dalgaboyu aralığını alıp gökyüzünden gelen arka zeminin mavi rengini dur-

durmak yoluyla, yalnızca istenen dalgaboyunu yakalayabiliyorlar. Dar bant filtre denilen bu sistemler, Jüpiter ile SL çarpışmasında ustalıkla kullanıldı. Optik spektrumun kızılötesi bölgesinde 1.7-4.7 Angstrom gibi çok dar aralıkları geçiren filtreler sayesinde hava aydınlıkken Jüpiter üzerinde lekelerin nasıl hareket etmekte olduğu anlaşıldı.

Bir diğer gözlem yöntemi, radyo gözlemdi. Jüpiter, güçlü bir radyo kaynağıdır. Özellikle en yakın uydusu Io'nun tarafından kontrol edilen bir radyo yayınımı vardır. Jüpiter'in manyetosferine giren kuyrukluyıldız tozlarının, radyo yayınımını değiştireceği ve hatta uzun dönemde kesintiye uğratacağı tahmin ediliyordu. 15-30 MHz dalgaboyunda Jüpiter'i dinleyen astronomlar, bu tahminlerinin doğru çıktığını gördüler.

Jüpiter'in çevresinde ince bir halka bulunmaktadır. SL'nin çarpışı sırasında bir miktar tozun Jüpiter atmosferine girmeyip gezegen çevresinde dönmeye başlaması; yani, yeni bir halkanın daha oluşması şüphesiz ilginç olacaktır. Bu yöndeki bir gelişmeyi optik teleskoplar kullanarak saptamak olanaksız. Şu aşamada en iyi yöntem, radyo sinyallerini dinleyerek gelişmeleri takip etmek olacak.



G parçasının çarpışı sonucu oluşan görüntü, Hubble uzay teleskobu tarafından farklı dalgaboylarında gözlendi.

Hubble uzay teleskobu ile çekilen bu fotografta çarpma izlerinin rüzgarla nasıl dağıldığı görülüyor.

Uzaydan Gözlem

Çarpmayı doğrudan gözleyen tek araç olan Galileo, 1995 sonunda yörüngesine oturacağı Jupiter'e doğru yol alıyordu. Çarpmalar sırasında Galileo, Jüpiter'den 240 milyon kilometre uzaklıktaydı. Galileo, çarpmaların oluştuğu gece kısmını gözleyebilen tek araç olduğundan, yaptığı gözlemler çok önemliydi. Galileo'yu yöneten ekip, çarpmaların tam zamanlamasını yapabilmek için bir tür film çekimini planladı. Bu sayede SL'nin Jupiter'e hesaplanan zamanda çarpıp çarpmayacağı ölçülecekti. En hızlı bilgisayarlarla yapılan hesaplamalarda bile 90 dakika kadar bir hata payı bulunmaktaydı. Bir diğer araç Hubble uzay teleskobu, Dünya'nın yörüngesinde olmasına rağmen Galileo'dan daha ayrıntılı görüntüler elde etti. Hubble, yalnız başına hem parlamaları hem de lekelerin gezegen yüzeyindeki hareketlerini görüntüledi ve bu verilerini ABD'deki Goddard uzay merkezine gönderdi.

ODTÜ AAT Çalışma Sonuçları

Geçen sayımızda, çarpışma sırasında elde edilen verilerin ve görüntü kayıtlarının, TÜBİTAK Multimedya Servisi tarafından dijitize edilmekte olduğu belirtilmişti. Bu gözlem sonuçları, ilk tahminlerden daha başarılı oldu ve bir CCD video kamera aracılığıyla elde edilen görüntüler, Orta Doğu Teknik Üniversitesi kampüsü içinde bulunan TÜBİTAK Multimedya servisi tarafından bilgisayara akta-

Kandilli Gözlemevindeki Çalışmalar

Levent Altaş

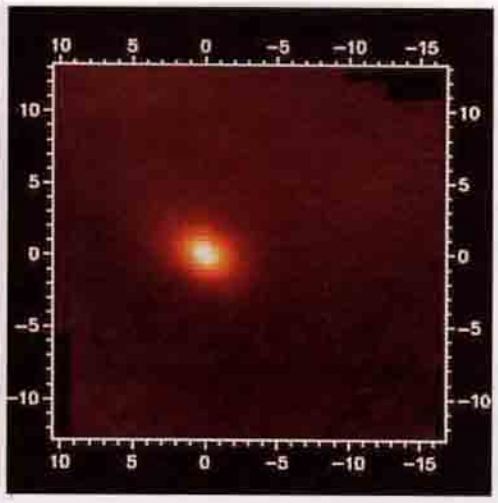
Bir kuyrukluyıldız - gezegen çarpışması olayını gözleyebilmek ve ilişkili tüm verileri toplayabilmek için bir ay öncesinden çalışmalara başladık. Olay gününe yaklaştıkça telefonlar durmadan çalmaya başlıyordu. Gazete, dergi, radyo ve televizyonlardan oldukça yoğun aranıyorduk. Bunun üzerine uluslararası bilgisayar ağı "internet" aracılığıyla aldığımız verileri kesintisiz aktarmaya özen gösterdik. Ayrıca verilerdeki değişikliklere göre her seferinde yeniden ele alınan basın bültenleriyle kamuoyunu bilgilendirmeye çalıştık.

Çarpışmadan bir gün önce 15 Temmuz cuma günü sabah basına öğleden sonra herkese açık bir toplantıyla olayın genel tanıtımını, Dünya ve Türkiye'den gözlem koşullarını anlattık. Akşam tüm TV kanalları haber programlarında geçtiler. Yine de bu olayın "Kıyamet alameti" gibi düşünülmesinin önüne geçemedik.

Öte yanda, rasathanenin güneş gözlemlerinde kullanılan en büyük gök dürbünü Mayıs ayında bakıma alınmıştı. 307 cm odak uzaklık 20 cm açıklığındaki bu Zeiss ekvatoryal gök dürbünü zorlukla gözlem gününe yetiştirildiğinden Jupiterin test görüntülerini elde edemedik. Film üzerinde yaklaşık 0,6 mm çapında çıkacak olan Jupiter'in görüntüsünü 18,4 cm odak uzaklığında olan ve aralarında 11,1 cm'lik uzaklık bulunan düzlem-konveks ve bikonkav mercek sistemiyle film üzerindeki görüntü çapını 3 mm'ye büyüttük. Gözlemlerde Kodak 400 asa renkli ve Kodak 2415 technical pan film kullandık.

Gözlem ekibi, L. Altaş, T. Ataç, H. Bölge, A. Düzgelen, A. Özgüç, E. Sözen, G. Şen H. Yeşilyaprak'tan oluşuyordu.

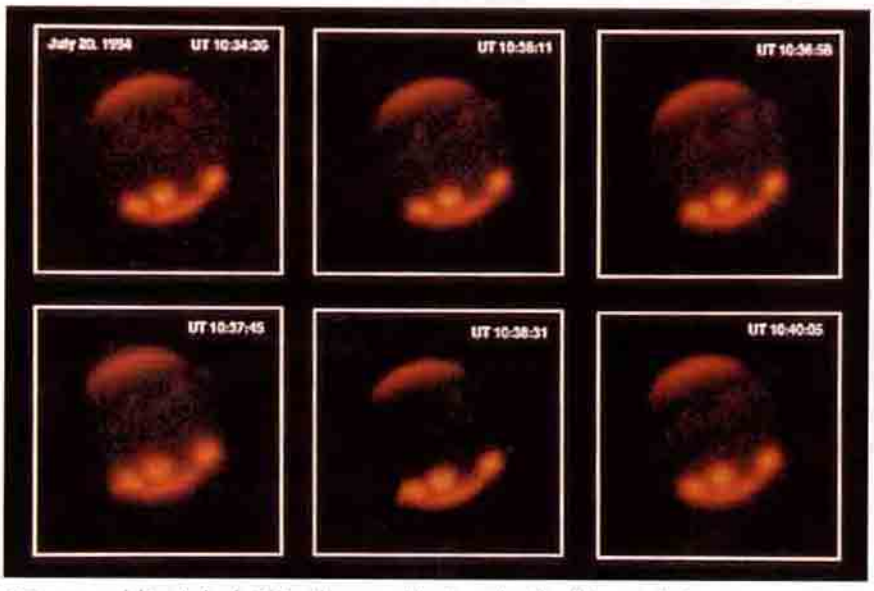
Çarpışmanın ilk günü Jupiter aya çok yakın konumdaydı. İyi bir görüntü elde edemedik. Q_1 ve Q_2 parçalarının çarpacağı 20 Temmuz gecesi film çektik. Gözlem sonları saat 23'e doğru Jupiter ufka yaklaşırken köprü ışıkları yetmezmiş gibi Üsküdarda çıkan yangının dumanıyla karşılaştık. Çekilen filmlerde çarpma yerleri somut olarak görülememektedir. Önceden belirlenen çarpma süreleriyle gözlenen çarpma sürelerindeki farklılıkda gözlemlerin duyarlığını etkileyen diğer bir faktördür. Filmlerde gözlem sırasında fark edilemeyen bir işaret olabileceğinden, yeniden daha dikkatli bir şekilde ayrıntılı olarak incelenecektir.



L parçasının çarpması sonucu oluşan parlamanın 10.3 mikron dalgaboyunda elde edilen görüntüsü.

rıldı. Bilgisayara aktarılan görüntülerde, gözlem sırasında çıplak gözle farkedilemeyen bir leke bölgesi yakalandı. INTERNET yoluyla onaylatılan basit bir hesaplama sonucu 16 Temmuz akşamı elde edilen leke kaydının, 16 Temmuz günü, saat 22:26'da çarpan A parçasına ait olduğu anlaşıldı. Böylelikle ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu, ülkemizde bu olayı oldukça teknik bir çabayla görüntüleyen ilk ekip oldu.

Gözlem için yürütülen ikinci çaba, fotometrik veri alınmasıydı; ancak bundan olumlu sonuç alınamadı. Son olarak 21 Temmuz akşamı oldukça kısa süren bir gözlem ile Alp Akoğlu, Bahadır Yavuz ve Alper Ateş'ten oluşan gözlem ekibi, son gözlemini yapmış ve saat 21:00 civarında gezegenin güney küresi üzerinde bazı lekeler görmüştü. Lekelerin gözlendiği, geçen sayımızda anlatılmış; fakat hatalı bir sonuç aktarmamak için, diğer gözlemevlerinin verileriyle, leke konumlarının karşılaştırılması gerektiği belirtilmişti. Lekeler, bir fırtınanın izleri ya da kuyrukluyıldız çarpmasının sonuçları olabilirdi. Buna bir açıklık getirmek amacıyla, INTERNET aracılığıyla küçük bir tarama yapıldı. Sonuç olarak lekelerin, rüzgar, sıcaklık farkı ve atmosfer hareketi nedeniyle bulutların oluşturduğu bir desen olmadığı anlaşıldı. Konumlarına bakılarak gözlenen lekelerin R, P ve Q parçalarının çarpma izleri olduğu anlaşıldı. Fakat farklı kaynaklar, çelişkili sonuçlar verdiğinden ABD'de bulunan NASA JPL (Jet Propolsion Laboratory)'in verilerine dayanılarak bu izlerin R, P ve Q parçalarına ait olduğu kabul edildi.



2.3 metre çaplı bir teleskopla 2.34 mikrometre dalgaboyunda elde edilen resimlerde, N parçasına ait izler görülüyor.

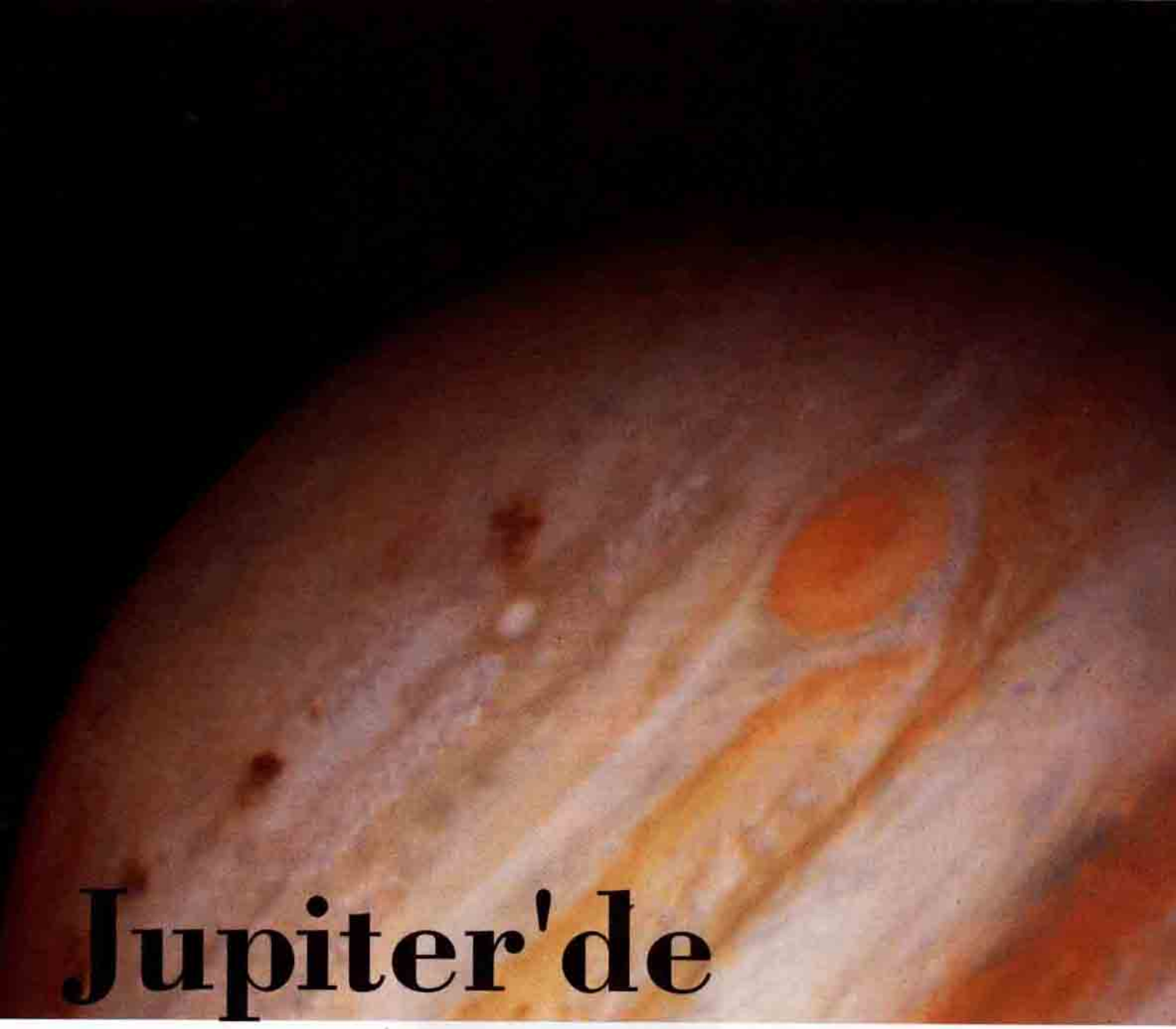
İstanbul'da bulunan Kandilli gözlemevi ise, oldukça talihsizdi. Çarpışmanın gerçekleştiği sıralarda gözlemevi, başka bir binaya taşınıyordu ve ana teleskop bakımdan yeni çıkmıştı. Ancak tüm olumsuzluklara karşın Kandilli gözlemevi ekibi, sayın Levent Altaş'ın yazısında belirttiği şekilde çalıştı. Yapılan gözlemlerde, çıplak gözle herhangi bir çarpma izi tespit edilemedi. Bunda, İstanbul'un yoğun ve parlak şehir ışıkları, başlıca etken oldu. Kandilli gözlemevinin sonuçları, ODTÜ gözlemevi ile paraleldir. Çıplak gözle, uzun süreli olarak yapılan çalışmalarda, çarpma izi olduğu derhal anlaşılabilen birşey görülmemiştir. ODTÜ gözlemevi, "ışık kirlenmesinin" daha az yaşandığı bir yere kurulu olduğundan, nispeten daha olumlu şartlarda çalışılmıştır.

Olayın üzerinden yaklaşık bir ay kadar bir zaman geçti. Jüpiter'in bulutları, her zamanki gibi şiddetli rüzgarlarla savruluyorlar. Olayın etkisi, silindi gitti. Çarpmalar gerçekleştikten hemen sonra esen rüzgarlar nedeniyle bazı küçük parçaların izi, derhal kaybolmuştu. Şu an Jüpiter, iki ay kadar önce hiçbir şey olmamışçasına, yavaşça yoluna devam ediyor. Ekim ayının ortasından itibaren, 1995 Ocak ayına kadar Jüpiter'i göremeyeceğiz. Jüpiter, yoluna sakin bir şekilde devam ederken artık bir parçası olan S-L kuyrukluyıldızı, hidrojen, helyum, amonyum, hidrosülfür bulutları arasında savrulup duruyor. Alınan verilerin incelenmesi ve bu verilere dayanarak Jüpiter'in atmosfer kimyası, manyetik alanı, radyo yayınındaki değişiklik veya kuyrukluyıldızın fiziksel özellikleri gibi konularda yapılan çalışmalar devam ediyor. Astronomlar ve astronomiye meraklı amatörler, Güneş sistemi içinde gerçekleşen en soluk kesici olaylardan birini doyasıya yaşadılar. Olaya farklı açılardan yaklaşanlar da oldu. Jon Caroll gibileri, olayı mizah unsuru da kullanarak değerlendirdiler: "Bir kötü bir de iyi haberim var... Kötü haber: bir kuyrukluyıldız Güneş sisteminin önemli bir gezegenine çarptı. İyi haber bu gezegen Dünya değildi!"

Herkes ne derse desin şuna hiç şüphe yok ki gökbilim tarihinin en önemli olaylarından birini yaşayan şanslı bir nesiliz.

Alper Ateş

Kaynaklar :
INTERNET Arizona SEDS kütüphanesi
NETNEWS sci.astro Comet Collision Frequently Asked Questions
NETNEWS mesajları
Resimler : Hubble uzay teleskobu, Goddart uzay merkezi
European Southern Observatory
Calar Alto Observatory
Mt. Stromlo Observatory.



Jupiter'de Büyük Çarpışma Sonrası...

ŞU ANDA Dünya'dan 40 ışık dakikası kadar uzakta olan Jüpiter, sakin bir şekilde Güneş çevresindeki yörüngesinde dönüyor. Jüpiter'in Temmuz ayı sonunda arka arkaya şok dalgalarıyla çalkalanan bulutları, artık eski sakinliğine kavuşmuş bulunuyor. Eski sakinlik derken, kastedilen, saatte 400-500 km hızla esen rüzgarların durmaksızın sürdürdüğü kasırgalardır. Bundan iki ay kadar önce Dünya'nın en büyük gözlemevleri, ana teleskoplarını Jüpiter'e çevirmiş; bizim kuşağımızda yaşama şansına sahip insanların unutamayacağı bir olayı görüntülemişti. Yaklaşık 100 milyon megaton enerjinin açığa çıktığı kuyrukluyıldız felaketinin üzerinden, kozmik ölçülere göre kısa sayılabilecek bir süre geçti. Herşey eski haline döndü. Geriye bir parça radyo parazitinden başka hiçbirşey kalmadı...

Jüpiter gibi bir kasırgalar ve yıldırımlar gezegeninde, insanlık için afet sayılabilecek olaylar, olağandır. İnsanın gelişmiş aletler kullanarak gözlem yapmaya başlamasından bu yana Güneş sisteminde ilk kez bu ölçüde bir olay gerçekleşti. Yerküre için felaket sayılabilecek doğa koşullarının olağan olduğu dev bir gezegende altı gün süren kıyamet, astronomlara son derece önemli bilgiler sağladı. Hatırlanacağı gibi Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızı parça parça Jupiter'e düşmüştü. SL, 2-4 km çapında 20 kadar parçadan oluşuyordu..

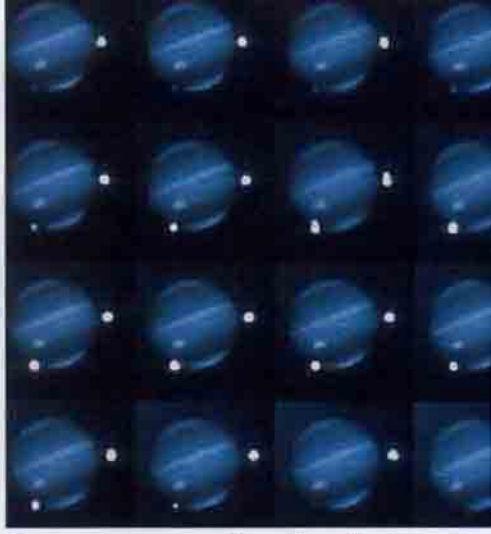
Mayıs sayımızda çarpışmanın gerçekleşeceğinden, Temmuz ayında ise beklentilerden bahsetmiş ve Ağustos ayında çarpışma sonrası ilk görüntüleri yayınlamıştık. Çarpışmanın nasıl gerçekleştiği ve Jüpiter üzerinde ne gibi oluşumların gözlendiği konularına da geçen ay değinilmişti. Bu ay, olaya

ait verilerin işlenmesi sonucu elde edilen ilk bilgilerden bahsedeceğiz.

Çalışmaları gözlemek ve alınan verileri incelemek için NASA, 2 903 900 $ ödenek ayırdı. Çünkü astronomların yanısıra, farklı dallardan pek çok bilimadamı SL'nin Jüpiter'e çarpışını merakla bekliyordu. Örnek olarak 65 milyon yıl önce dinozorların aniden Dünya üzerinden yok oluşunun nedeninin, tıpkı Jüpiter'e çarpan SL gibi bir kuyrukluyıldız olduğu konusunda görüşler var. Jüpiter'de gerçekleşen olayı incelemek, bu açıdan da ayrı bir önem kazanıyor.

Büyük bir kısmı 16-21 Temmuz arasında olmak üzere, kuyrukluyıldız parçaları, Temmuz-Eylül ayları arasında Jüpiter atmosferine girdiler. Parçalar, gezegenin bize dönük olan yüzüne değil; gece kısmına; daha doğrusu gece ile gündüz arasındaki bölgeye düştüler. Jüpiter'in üzerinde -43.3° ile -45.0° enlemler arasına çarpan parçalar, ilk aşamada parlamalara neden oldular. Gezegenin kenarında meydana gelen parlamalar, amatör araçlarca gözlenemedi; çünkü kızılötesi bölgede gözlem yapan teknik araçlara ihtiyaç vardı. Bu donanımlara sahip olan gözlemevleri, gezegen kenarındaki parlamaları tespit ettiler.

Parlamaların nedeni, stratosfer'e hızla giren kuyrukluyıldız çekirdekleriydi. Parlamalar, Avustralya, Hawaii, Texas, Kalifornia, Şili, Brezilya, Hindistan, Türkiye ve İtalya'dan izlendi. Giriş anındaki parlamanın hemen ardından daha dipte bulunan karbonmonoksit ve silikonoksit gibi maddelerin üst katmanlara çıktığı gözlendi. Parlamalar, yalnızca gezegen diskinin kenarında değil aynı zamanda gezegenin uydularında da gözlendi. Jüpiter'e en yakın uydu olan Io üzerinde kızılötesi filtrelere sahip fotometrelerle donatılmış teleskoplar, parlamaları tespit ettiler. Io'nun gezegene yakın olması nedeniyle yörünge hızı yüksektir. Uydunun yeri çok hızlı değiştiğinden, tüm çarpmalar Io üzerinden yansımadı.



E parçasının çarpışı sırasında meydana gelen parlamanın aşamaları.

Kuyrukluyıldızın çarpışına ilişkin en güzel görüntüler, gezegen diskindeki parlamalar veya uydulardan yansıyan ışığın ölçümünün yapıldığı bilgisayar çıktıları değil; gezegen yüzeyinde gözlenen lekelerdi. Jüpiter'in kendi ekseni çevresinde 10 saatte dönmesi nedeniyle çarpma bölgeleri, 15-25 dakika arasında Güneş ışığına doğru döndüler.

Bu sırada Güneş, Jüpiter'in batısındaydı. Güneş'in doğrultusunun Dünya'dan farklı olması nedeniyle çarpma izleri, en az 45 dakikada Jüpiter kenarında belirdi. Ancak bu aşama, yalnızca büyük gözlemevlerince (Kitt Peak, La Silla, Anglo-Australian) tespit edildi. Bunun nedeni, Jüpiter'in küre şeklinde olmasıydı. Gezegen diskinin kenarına gelen lekeler, bakış açımız nedeniyle oldukça minik göründüler. Buradaki durumu bir örnekle açıklayalım: Bir top üzerine gazlı kalemle Jüpiter yazalım. Tam kenardan bakıldığında, bakış açımız yüzünden yazıyı okuyamayız. Yazının okunabilmesi için topun yazılı yüzünün, bize tam olarak dönmüş olması gerekmektedir. Jüpiter'deki olayda bir lekenin boyutlarını ölçmek için, çarpmadan sonra lekenin tamamının görünebileceği zamanı beklemek gerekiyordu.

Çarpmaya İlişkin İzlenimler

Bu gece (18 temmuz) Jüpiter üzerinde siyah oluşumlar gözledik. Aletimiz, 36 cm çaplı (f/11) Cassegrain tipi bir teleskoptu. İlk leke, Jüpiter'in merkez boylamını, Greenwich saatiyle 3:50 de geçti. Tıpkı bir uydunun gölgesi gibi görünüyordu (yaklaşık 6000 km çapındaydı). Lekenin güney kesiminde düzensiz bir şekil vardı. Belki de bu leke ve düzensiz şekil F ve (veya) E parçalarının çarpma izleridir.

İkinci leke, merkez boylamını 4:38 de geçti. Gri renkli gibi görünüyordu. Çapı yaklaşık 9000 km kadardı. Bunun, A parçasının çarpma izi olduğunu tahmin ediyoruz. Üçüncü leke, ikinciye benziyordu. Bu lekenin de C parçasının çarpma izi olduğunu sanıyoruz. Lekenin merkez boylamdan geçiş zamanını tam olarak ölçemedik fakat saat 5:40 civarındaydı.

Dan Bruton - Richard Schumde
Texas A&M Gözlemevi

Sutherland da 0.75 metre çaplı teleskopla gözlem yapan Kaz Sekiguchi, 2.2 mikron dalgaboyunda (kızılötesi) yaptığı gözlemde parlak bir ateştopu gördü. Ateştopu, tahmin edildiği yerde, gezegenin güney doğu kesiminde parladı.

Dramatik bir görüntü. D parçasının çarpışı sırasında gezegenin kenarında bir parlama meydana gelmiş. Gezegen diskinin diğer tarafında C parçasının çarpma izi görünüyor. Gezegenin sol üstündeki parlak yuvarlak, Jupiter'in uydusu Europa'dır.

Ateştopunun ilk zayıf pırıltısı, saat 20:17 civarında görüldü. En parlak anına ulaştığında, Io (Jüpiter'in en yakın uydusu) kadar parlamıştı. 10 dakika sonra ateştopunun şekli değişti ve gezegenin kenarına doğru yassılaştı. Isınan maddenin, yeniden yerine oturduğunu düşündük.

20:38 de ateştopunun son izleri gezegenin kenarında görüldü. Parlaklığın artışı, sönükleşmeden daha kısa sürede gerçekleşti.

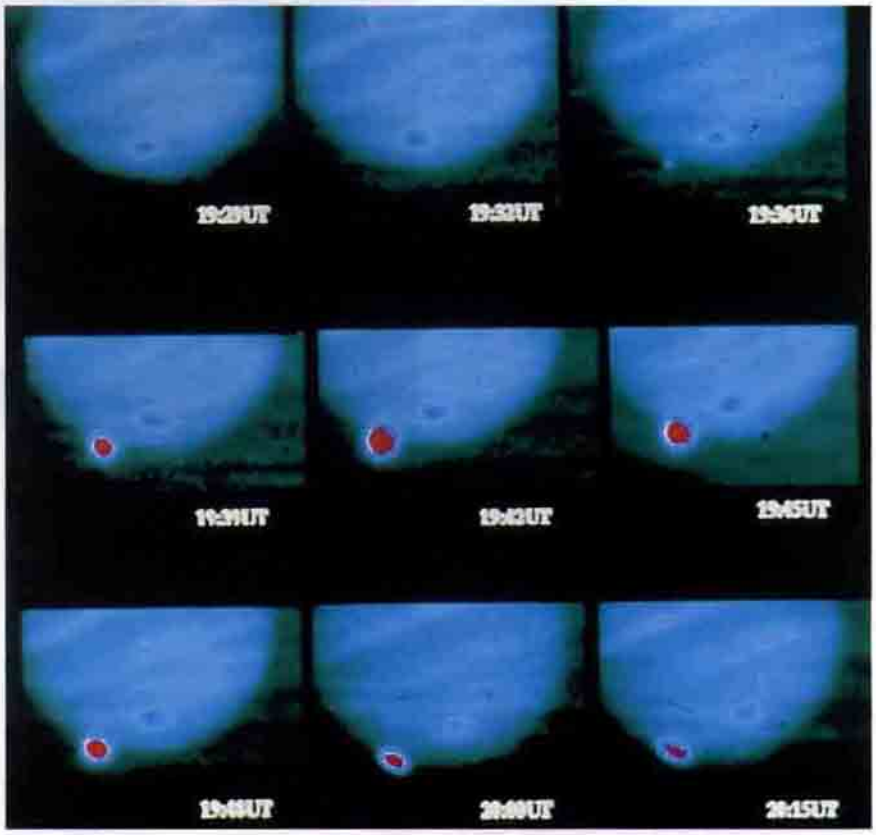
Chris Lewicki
Arizona SEDS

Jupiter'in en yakın uydusu Io, çarpmaları bu şekilde görüyordu. 16 Temmuz akşamı Io üzerinden yansıyan parlama, bazı gözlemevleri tarafından tespit edildi.

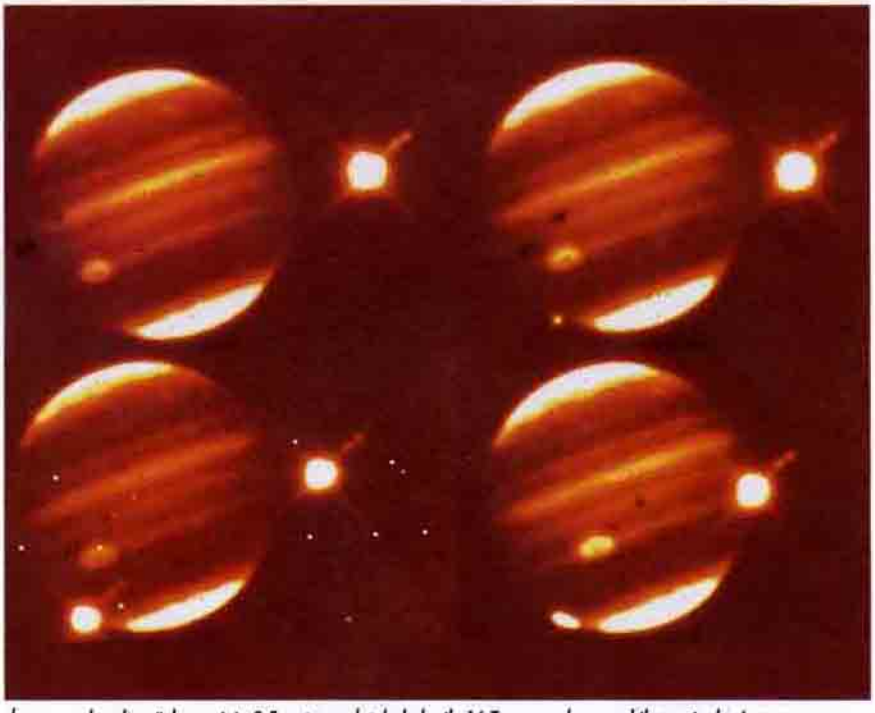
Bu süre, çarpma yerine göre dakika cinsinden değişmekle birlikte; aşağı yukarı 1.5 saatti. INTERNET aracılığıyla temas kurulan amatör astronomlar, 45 dakikadan önce çarpmaya ait bir iz göremediklerini bildirdiler.

Çarpma izleri, kolaylıkla görülebilecek nitelikte değildi. Çıplak gözle tarama yapan pek çok kişi, bir iz yakalayamadı. Öte yandan iyi aletlere sahip bazı amatör gözlemciler, optik astronominin teknik olanaklarını kullanarak leke izlerini saptayabildiler. Optik astronominin teknik olanaklarından kastedilen, özel kızılötesi filtrelerdir. Jüpiter'in yüzeyi ile lekeler arasındaki renk kontrastını arttırabilmek için, çok dar bir dalgaboyu aralığını geçirebilen filtreler kullanıldı.

Dünya'da soğuk savaş yıllarında sahip olduğumuz nükleer silahların toplam yok edici gücü, 10 000 megaton kadardı. Jüpiter'e çarpan kuyrukluyıldız parçaları ise 100 milyon megaton enerji bıraktı. 100 milyon megaton TNT gücündeki patlamalar, Jüpiter'in dış atmosferinden şimdilik yapısını tam olarak bilemediğimiz iç kısımlarına doğru şok dalgaları yayılmasına neden oldu. Çarpma yerinden yayılan şok dalgası, Jüpiter üzerinde ilk kez deprem benzeri bir etki yarattı. Jüpiter, gaz bir gezegen olduğundan üzerinde coğrafi bir oluşum veya tektonik bir olay görülemez. Fakat bu kez Jüpiter'i yörüngesinden çıkaracak şiddette olmasa da bir sarsıntı yaşandı. Sarsıntının yayılma hızının, ses hızına yakın olduğu tahmin ediliyor.



H parçasının çarpışı, güney Amerika'da henüz hava aydınlıkken gözlendi. (10 mikron dalgaboyunda alınan görüntü)



İspanya calar alto gözlem evinin 3.5 metre çaplı teleskobu ile 16 Temmuz akşamı çekilen resimde, A parçasının çarpışı kızıl ötesi kamera ile görüntülendi.

Gün Işığında Gözlem

Jüpiter'deki olayın çok ender rastlanır türden bir olay olduğu, pek çok yerde yazıldı, çizildi. Bu nedenle gözlemevleri 6 gün içerisinde her saniyeyi değerlendirmek için çaba sarfettiler. Jüpiter'i inceleyen bilimadamları, radyo, morötesi, kızılötesi ve görünür dalgaboylarında çalıştılar. Bu çabalar içinde en ilginci, gündüz evresinde gökyüzü henüz aydınlıkken yapılan gözlemlerdi.

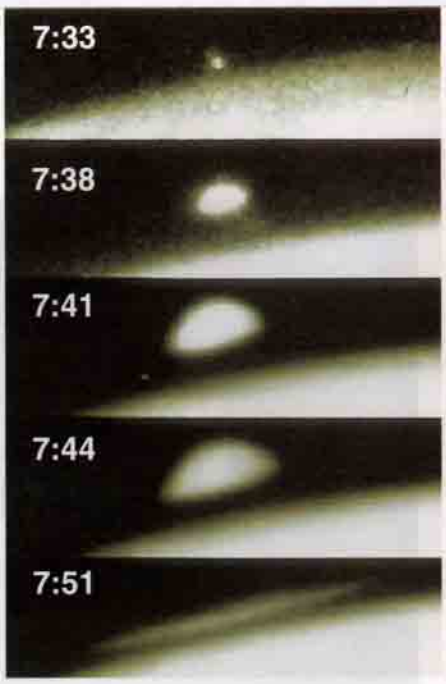
Temmuz ayının sonlarında Jüpiter saat 13:55 civarında doğuyor ve akşam saat 00:30 civarında batıyordu. Gezegeni gözlemek için geceyi bekleyenler, 7 saat kadar bir zaman kaybediyorlardı.

Bilindiği gibi gündüz gökyüzü, mavi renklidir ve yıldızları görmemizi engeller. Günümüzde bu durum bir sorun olmaktan çıkıyor. Özel filtre sistemleriyle çalışan gözlemevleri, çok dar bir dalgaboyu aralığını alıp gökyüzünden gelen arka zeminin mavi rengini dur-

durmak yoluyla, yalnızca istenen dalgaboyunu yakalayabiliyorlar. Dar bant filtre denilen bu sistemler, Jüpiter ile SL çarpışmasında ustalıkla kullanıldı. Optik spektrumun kızılötesi bölgesinde 1.7-4.7 Angstrom gibi çok dar aralıkları geçiren filtreler sayesinde hava aydınlıkken Jüpiter üzerinde lekelerin nasıl hareket etmekte olduğu anlaşıldı.

Bir diğer gözlem yöntemi, radyo gözlemdi. Jüpiter, güçlü bir radyo kaynağıdır. Özellikle en yakın uydusu Io'nun tarafından kontrol edilen bir radyo yayınımı vardır. Jüpiter'in manyetosferine giren kuyrukluyıldız tozlarının, radyo yayınımını değiştireceği ve hatta uzun dönemde kesintiye uğratacağı tahmin ediliyordu. 15-30 MHz dalgaboyunda Jüpiter'i dinleyen astronomlar, bu tahminlerinin doğru çıktığını gördüler.

Jüpiter'in çevresinde ince bir halka bulunmaktadır. SL'nin çarpışı sırasında bir miktar tozun Jüpiter atmosferine girmeyip gezegen çevresinde dönmeye başlaması; yani, yeni bir halkanın daha oluşması şüphesiz ilginç olacaktır. Bu yöndeki bir gelişmeyi optik teleskoplar kullanarak saptamak olanaksız. Şu aşamada en iyi yöntem, radyo sinyallerini dinleyerek gelişmeleri takip etmek olacak.



G parçasının çarpışı sonucu oluşan görüntü, Hubble uzay teleskobu tarafından farklı dalgaboylarında gözlendi.

Hubble uzay teleskobu ile çekilen bu fotografta çarpma izlerinin rüzgarla nasıl dağıldığı görülüyor.

Uzaydan Gözlem

Çarpmayı doğrudan gözleyen tek araç olan Galileo, 1995 sonunda yörüngesine oturacağı Jupiter'e doğru yol alıyordu. Çarpmalar sırasında Galileo, Jüpiter'den 240 milyon kilometre uzaklıktaydı. Galileo, çarpmaların oluştuğu gece kısmını gözleyebilen tek araç olduğundan, yaptığı gözlemler çok önemliydi. Galileo'yu yöneten ekip, çarpmaların tam zamanlamasını yapabilmek için bir tür film çekimini planladı. Bu sayede SL'nin Jupiter'e hesaplanan zamanda çarpıp çarpmayacağı ölçülecekti. En hızlı bilgisayarlarla yapılan hesaplamalarda bile 90 dakika kadar bir hata payı bulunmaktaydı. Bir diğer araç Hubble uzay teleskobu, Dünya'nın yörüngesinde olmasına rağmen Galileo'dan daha ayrıntılı görüntüler elde etti. Hubble, yalnız başına hem parlamaları hem de lekelerin gezegen yüzeyindeki hareketlerini görüntüledi ve bu verilerini ABD'deki Goddard uzay merkezine gönderdi.

ODTÜ AAT Çalışma Sonuçları

Geçen sayımızda, çarpışma sırasında elde edilen verilerin ve görüntü kayıtlarının, TÜBİTAK Multimedya Servisi tarafından dijitize edilmekte olduğu belirtilmişti. Bu gözlem sonuçları, ilk tahminlerden daha başarılı oldu ve bir CCD video kamera aracılığıyla elde edilen görüntüler, Orta Doğu Teknik Üniversitesi kampüsü içinde bulunan TÜBİTAK Multimedya servisi tarafından bilgisayara akta-

Kandilli Gözlemevindeki Çalışmalar

Levent Altaş

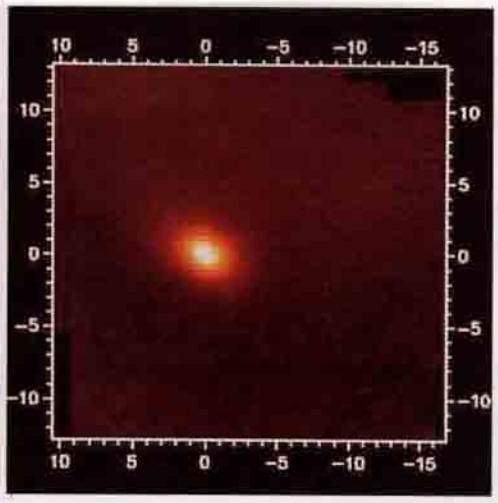
Bir kuyrukluyıldız - gezegen çarpışması olayını gözleyebilmek ve ilişkili tüm verileri toplayabilmek için bir ay öncesinden çalışmalara başladık. Olay gününe yaklaştıkça telefonlar durmadan çalmaya başlıyordu. Gazete, dergi, radyo ve televizyonlardan oldukça yoğun aranıyorduk. Bunun üzerine uluslararası bilgisayar ağı "internet" aracılığıyla aldığımız verileri kesintisiz aktarmaya özen gösterdik. Ayrıca verilerdeki değişikliklere göre her seferinde yeniden ele alınan basın bültenleriyle kamuoyunu bilgilendirmeye çalıştık.

Çarpışmadan bir gün önce 15 Temmuz cuma günü sabah basına öğleden sonra herkese açık bir toplantıyla olayın genel tanıtımını, Dünya ve Türkiye'den gözlem koşullarını anlattık. Akşam tüm TV kanalları haber programlarında geçtiler. Yine de bu olayın "Kıyamet alameti" gibi düşünülmesinin önüne geçemedik.

Öte yanda, rasathanenin güneş gözlemlerinde kullanılan en büyük gök dürbünü Mayıs ayında bakıma alınmıştı. 307 cm odak uzaklık 20 cm açıklığındaki bu Zeiss ekvatoryal gök dürbünü zorlukla gözlem gününe yetiştirildiğinden Jupiterin test görüntülerini elde edemedik. Film üzerinde yaklaşık 0,6 mm çapında çıkacak olan Jupiter'in görüntüsünü 18,4 cm odak uzaklığında olan ve aralarında 11,1 cm'lik uzaklık bulunan düzlem-konveks ve bikonkav mercek sistemiyle film üzerindeki görüntü çapını 3 mm'ye büyüttük. Gözlemlerde Kodak 400 asa renkli ve Kodak 2415 technical pan film kullandık.

Gözlem ekibi, L. Altaş, T. Ataç, H. Bölge, A. Düzgelen, A. Özgüç, E. Sözen, G. Şen H. Yeşilyaprak'tan oluşuyordu.

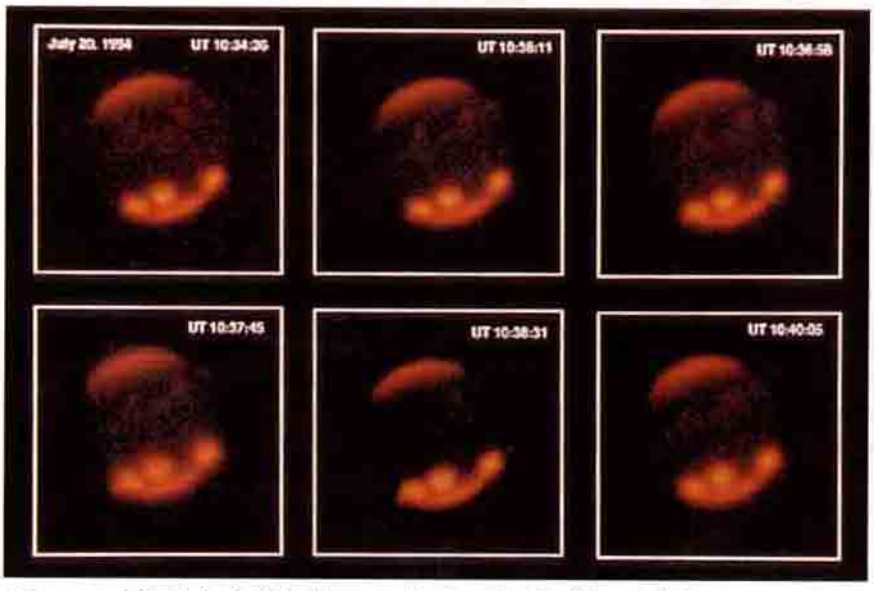
Çarpışmanın ilk günü Jupiter aya çok yakın konumdaydı. İyi bir görüntü elde edemedik. Q_1 ve Q_2 parçalarının çarpacağı 20 Temmuz gecesi film çektik. Gözlem sonları saat 23'e doğru Jupiter ufka yaklaşırken köprü ışıkları yetmezmiş gibi Üsküdarda çıkan yangının dumanıyla karşılaştık. Çekilen filmlerde çarpma yerleri somut olarak görülememektedir. Önceden belirlenen çarpma süreleriyle gözlenen çarpma sürelerindeki farklılıkda gözlemlerin duyarlığını etkileyen diğer bir faktördür. Filmlerde gözlem sırasında fark edilemeyen bir işaret olabileceğinden, yeniden daha dikkatli bir şekilde ayrıntılı olarak incelenecektir.



L parçasının çarpması sonucu oluşan parlamanın 10.3 mikron dalgaboyunda elde edilen görüntüsü.

rıldı. Bilgisayara aktarılan görüntülerde, gözlem sırasında çıplak gözle farkedilemeyen bir leke bölgesi yakalandı. INTERNET yoluyla onaylatılan basit bir hesaplama sonucu 16 Temmuz akşamı elde edilen leke kaydının, 16 Temmuz günü, saat 22:26'da çarpan A parçasına ait olduğu anlaşıldı. Böylelikle ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu, ülkemizde bu olayı oldukça teknik bir çabayla görüntüleyen ilk ekip oldu.

Gözlem için yürütülen ikinci çaba, fotometrik veri alınmasıydı; ancak bundan olumlu sonuç alınamadı. Son olarak 21 Temmuz akşamı oldukça kısa süren bir gözlem ile Alp Akoğlu, Bahadır Yavuz ve Alper Ateş'ten oluşan gözlem ekibi, son gözlemini yapmış ve saat 21:00 civarında gezegenin güney küresi üzerinde bazı lekeler görmüştü. Lekelerin gözlendiği, geçen sayımızda anlatılmış; fakat hatalı bir sonuç aktarmamak için, diğer gözlemevlerinin verileriyle, leke konumlarının karşılaştırılması gerektiği belirtilmişti. Lekeler, bir fırtınanın izleri ya da kuyrukluyıldız çarpmasının sonuçları olabilirdi. Buna bir açıklık getirmek amacıyla, INTERNET aracılığıyla küçük bir tarama yapıldı. Sonuç olarak lekelerin, rüzgar, sıcaklık farkı ve atmosfer hareketi nedeniyle bulutların oluşturduğu bir desen olmadığı anlaşıldı. Konumlarına bakılarak gözlenen lekelerin R, P ve Q parçalarının çarpma izleri olduğu anlaşıldı. Fakat farklı kaynaklar, çelişkili sonuçlar verdiğinden ABD'de bulunan NASA JPL (Jet Propolsion Laboratory)'in verilerine dayanılarak bu izlerin R, P ve Q parçalarına ait olduğu kabul edildi.



2.3 metre çaplı bir teleskopla 2.34 mikrometre dalgaboyunda elde edilen resimlerde, N parçasına ait izler görülüyor.

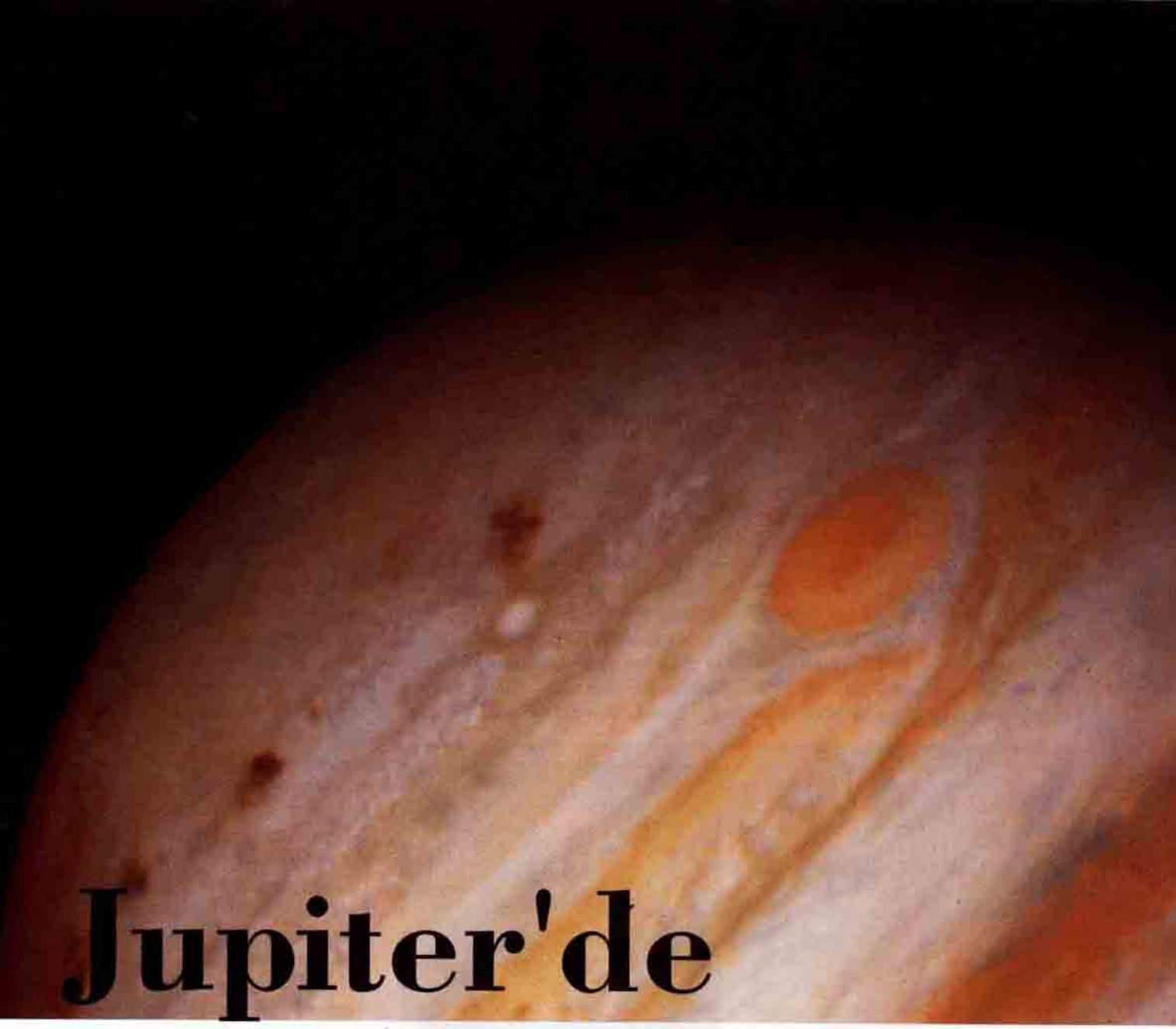
İstanbul'da bulunan Kandilli gözlemevi ise, oldukça talihsizdi. Çarpışmanın gerçekleştiği sıralarda gözlemevi, başka bir binaya taşınıyordu ve ana teleskop bakımdan yeni çıkmıştı. Ancak tüm olumsuzluklara karşın Kandilli gözlemevi ekibi, sayın Levent Altaş'ın yazısında belirttiği şekilde çalıştı. Yapılan gözlemlerde, çıplak gözle herhangi bir çarpma izi tespit edilemedi. Bunda, İstanbul'un yoğun ve parlak şehir ışıkları, başlıca etken oldu. Kandilli gözlemevinin sonuçları, ODTÜ gözlemevi ile paraleldir. Çıplak gözle, uzun süreli olarak yapılan çalışmalarda, çarpma izi olduğu derhal anlaşılabilen birşey görülmemiştir. ODTÜ gözlemevi, "ışık kirlenmesinin" daha az yaşandığı bir yere kurulu olduğundan, nispeten daha olumlu şartlarda çalışılmıştır.

Olayın üzerinden yaklaşık bir ay kadar bir zaman geçti. Jüpiter'in bulutları, her zamanki gibi şiddetli rüzgarlarla savruluyorlar. Olayın etkisi, silindi gitti. Çarpmalar gerçekleştikten hemen sonra esen rüzgarlar nedeniyle bazı küçük parçaların izi, derhal kaybolmuştu. Şu an Jüpiter, iki ay kadar önce hiçbir şey olmamışçasına, yavaşça yoluna devam ediyor. Ekim ayının ortasından itibaren, 1995 Ocak ayına kadar Jüpiter'i göremeyeceğiz. Jüpiter, yoluna sakin bir şekilde devam ederken artık bir parçası olan S-L kuyrukluyıldızı, hidrojen, helyum, amonyum, hidrosülfür bulutları arasında savrulup duruyor. Alınan verilerin incelenmesi ve bu verilere dayanarak Jüpiter'in atmosfer kimyası, manyetik alanı, radyo yayınındaki değişiklik veya kuyrukluyıldızın fiziksel özellikleri gibi konularda yapılan çalışmalar devam ediyor. Astronomlar ve astronomiye meraklı amatörler, Güneş sistemi içinde gerçekleşen en soluk kesici olaylardan birini doyasıya yaşadılar. Olaya farklı açılardan yaklaşanlar da oldu. Jon Caroll gibileri, olayı mizah unsuru da kullanarak değerlendirdiler: "Bir kötü bir de iyi haberim var... Kötü haber: bir kuyrukluyıldız Güneş sisteminin önemli bir gezegenine çarptı. İyi haber bu gezegen Dünya değildi!"

Herkes ne derse desin şuna hiç şüphe yok ki gökbilim tarihinin en önemli olaylarından birini yaşayan şanslı bir nesiliz.

Alper Ateş

Kaynaklar :
INTERNET Arizona SEDS kütüphanesi
NETNEWS sci.astro Comet Collision Frequently Asked Questions
NETNEWS mesajları
Resimler : Hubble uzay teleskobu, Goddart uzay merkezi
European Southern Observatory
Calar Alto Observatory
Mt. Stromlo Observatory.



Jupiter'de Büyük Çarpışma Sonrası...

ŞU ANDA Dünya'dan 40 ışık dakikası kadar uzakta olan Jüpiter, sakin bir şekilde Güneş çevresindeki yörüngesinde dönüyor. Jüpiter'in Temmuz ayı sonunda arka arkaya şok dalgalarıyla çalkalanan bulutları, artık eski sakinliğine kavuşmuş bulunuyor. Eski sakinlik derken, kastedilen, saatte 400-500 km hızla esen rüzgarların durmaksızın sürdürdüğü kasırgalardır. Bundan iki ay kadar önce Dünya'nın en büyük gözlemevleri, ana teleskoplarını Jüpiter'e çevirmiş; bizim kuşağımızda yaşama şansına sahip insanların unutamayacağı bir olayı görüntülemişti. Yaklaşık 100 milyon megaton enerjinin açığa çıktığı kuyrukluyıldız felaketinin üzerinden, kozmik ölçülere göre kısa sayılabilecek bir süre geçti. Herşey eski haline döndü. Geriye bir parça radyo parazitinden başka hiçbirşey kalmadı...

Jüpiter gibi bir kasırgalar ve yıldırımlar gezegeninde, insanlık için afet sayılabilecek olaylar, olağandır. İnsanın gelişmiş aletler kullanarak gözlem yapmaya başlamasından bu yana Güneş sisteminde ilk kez bu ölçüde bir olay gerçekleşti. Yerküre için felaket sayılabilecek doğa koşullarının olağan olduğu dev bir gezegende altı gün süren kıyamet, astronomlara son derece önemli bilgiler sağladı. Hatırlanacağı gibi Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızı parça parça Jupiter'e düşmüştü. SL, 2-4 km çapında 20 kadar parçadan oluşuyordu..

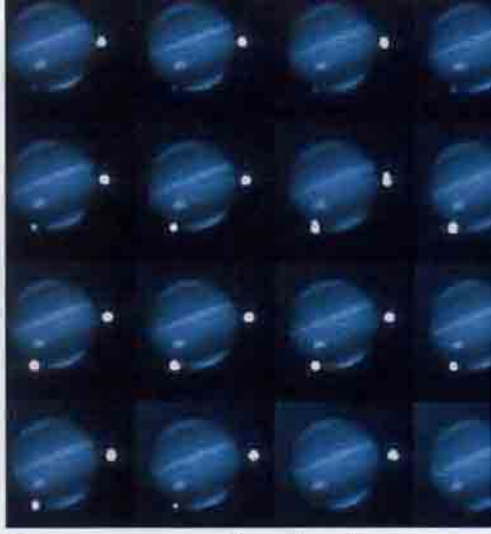
Mayıs sayımızda çarpışmanın gerçekleşeceğinden, Temmuz ayında ise beklentilerden bahsetmiş ve Ağustos ayında çarpışma sonrası ilk görüntüleri yayınlamıştık. Çarpışmanın nasıl gerçekleştiği ve Jüpiter üzerinde ne gibi oluşumların gözlendiği konularına da geçen ay değinilmişti. Bu ay, olaya

ait verilerin işlenmesi sonucu elde edilen ilk bilgilerden bahsedeceğiz.

Çalışmaları gözlemek ve alınan verileri incelemek için NASA, 2 903 900 $ ödenek ayırdı. Çünkü astronomların yanısıra, farklı dallardan pek çok bilimadamı SL'nin Jüpiter'e çarpışını merakla bekliyordu. Örnek olarak 65 milyon yıl önce dinozorların aniden Dünya üzerinden yok oluşunun nedeninin, tıpkı Jüpiter'e çarpan SL gibi bir kuyrukluyıldız olduğu konusunda görüşler var. Jüpiter'de gerçekleşen olayı incelemek, bu açıdan da ayrı bir önem kazanıyor.

Büyük bir kısmı 16-21 Temmuz arasında olmak üzere, kuyrukluyıldız parçaları, Temmuz-Eylül ayları arasında Jüpiter atmosferine girdiler. Parçalar, gezegenin bize dönük olan yüzüne değil; gece kısmına; daha doğrusu gece ile gündüz arasındaki bölgeye düştüler. Jüpiter'in üzerinde -43.3° ile -45.0° enlemler arasına çarpan parçalar, ilk aşamada parlamalara neden oldular. Gezegenin kenarında meydana gelen parlamalar, amatör araçlarca gözlenemedi; çünkü kızılötesi bölgede gözlem yapan teknik araçlara ihtiyaç vardı. Bu donanımlara sahip olan gözlemevleri, gezegen kenarındaki parlamaları tespit ettiler.

Parlamaların nedeni, stratosfer'e hızla giren kuyrukluyıldız çekirdekleriydi. Parlamalar, Avustralya, Hawaii, Texas, Kalifornia, Şili, Brezilya, Hindistan, Türkiye ve İtalya'dan izlendi. Giriş anındaki parlamanın hemen ardından daha dipte bulunan karbonmonoksit ve silikonoksit gibi maddelerin üst katmanlara çıktığı gözlendi. Parlamalar, yalnızca gezegen diskinin kenarında değil aynı zamanda gezegenin uydularında da gözlendi. Jüpiter'e en yakın uydu olan Io üzerinde kızılötesi filtrelere sahip fotometrelerle donatılmış teleskoplar, parlamaları tespit ettiler. Io'nun gezegene yakın olması nedeniyle yörünge hızı yüksektir. Uydunun yeri çok hızlı değiştiğinden, tüm çarpmalar Io üzerinden yansımadı.



E parçasının çarpışı sırasında meydana gelen parlamanın aşamaları.

Kuyrukluyıldızın çarpışına ilişkin en güzel görüntüler, gezegen diskindeki parlamalar veya uydulardan yansıyan ışığın ölçümünün yapıldığı bilgisayar çıktıları değil; gezegen yüzeyinde gözlenen lekelerdi. Jüpiter'in kendi ekseni çevresinde 10 saatte dönmesi nedeniyle çarpma bölgeleri, 15-25 dakika arasında Güneş ışığına doğru döndüler.

Bu sırada Güneş, Jüpiter'in batısındaydı. Güneş'in doğrultusunun Dünya'dan farklı olması nedeniyle çarpma izleri, en az 45 dakikada Jüpiter kenarında belirdi. Ancak bu aşama, yalnızca büyük gözlemevlerince (Kitt Peak, La Silla, Anglo-Australian) tespit edildi. Bunun nedeni, Jüpiter'in küre şeklinde olmasıydı. Gezegen diskinin kenarına gelen lekeler, bakış açımız nedeniyle oldukça minik göründüler. Buradaki durumu bir örnekle açıklayalım: Bir top üzerine gazlı kalemle Jüpiter yazalım. Tam kenardan bakıldığında, bakış açımız yüzünden yazıyı okuyamayız. Yazının okunabilmesi için topun yazılı yüzünün, bize tam olarak dönmüş olması gerekmektedir. Jüpiter'deki olayda bir lekenin boyutlarını ölçmek için, çarpmadan sonra lekenin tamamının görünebileceği zamanı beklemek gerekiyordu.

Çarpmaya İlişkin İzlenimler

Bu gece (18 temmuz) Jüpiter üzerinde siyah oluşumlar gözledik. Aletimiz, 36 cm çaplı (f/11) Cassegrain tipi bir teleskoptu. İlk leke, Jüpiter'in merkez boylamını, Greenwich saatiyle 3:50 de geçti. Tıpkı bir uydunun gölgesi gibi görünüyordu (yaklaşık 6000 km çapındaydı). Lekenin güney kesiminde düzensiz bir şekil vardı. Belki de bu leke ve düzensiz şekil F ve (veya) E parçalarının çarpma izleridir.

İkinci leke, merkez boylamını 4:38 de geçti. Gri renkli gibi görünüyordu. Çapı yaklaşık 9000 km kadardı. Bunun, A parçasının çarpma izi olduğunu tahmin ediyoruz. Üçüncü leke, ikinciye benziyordu. Bu lekenin de C parçasının çarpma izi olduğunu sanıyoruz. Lekenin merkez boylamdan geçiş zamanını tam olarak ölçemedik fakat saat 5:40 civarındaydı.

Dan Bruton - Richard Schumde
Texas A&M Gözlemevi

Sutherland da 0.75 metre çaplı teleskopla gözlem yapan Kaz Sekiguchi, 2.2 mikron dalgaboyunda (kızılötesi) yaptığı gözlemde parlak bir ateştopu gördü. Ateştopu, tahmin edildiği yerde, gezegenin güney doğu kesiminde parladı.

Dramatik bir görüntü. D parçasının çarpışı sırasında gezegenin kenarında bir parlama meydana gelmiş. Gezegen diskinin diğer tarafında C parçasının çarpma izi görünüyor. Gezegenin sol üstündeki parlak yuvarlak, Jupiter'in uydusu Europa'dır.

Ateştopunun ilk zayıf pırıltısı, saat 20:17 civarında görüldü. En parlak anına ulaştığında, Io (Jüpiter'in en yakın uydusu) kadar parlamıştı. 10 dakika sonra ateştopunun şekli değişti ve gezegenin kenarına doğru yassılaştı. Isınan maddenin, yeniden yerine oturduğunu düşündük.

20:38 de ateştopunun son izleri gezegenin kenarında görüldü. Parlaklığın artışı, sönükleşmeden daha kısa sürede gerçekleşti.

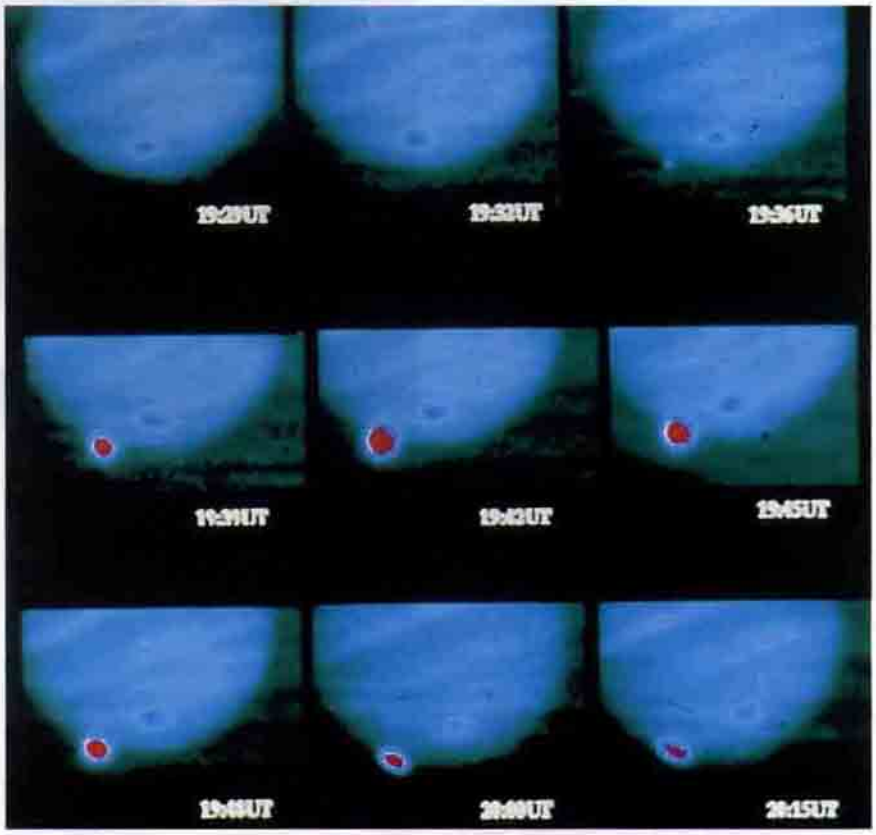
Chris Lewicki
Arizona SEDS

Jupiter'in en yakın uydusu Io, çarpmaları bu şekilde görüyordu. 16 Temmuz akşamı Io üzerinden yansıyan parlama, bazı gözlemevleri tarafından tespit edildi.

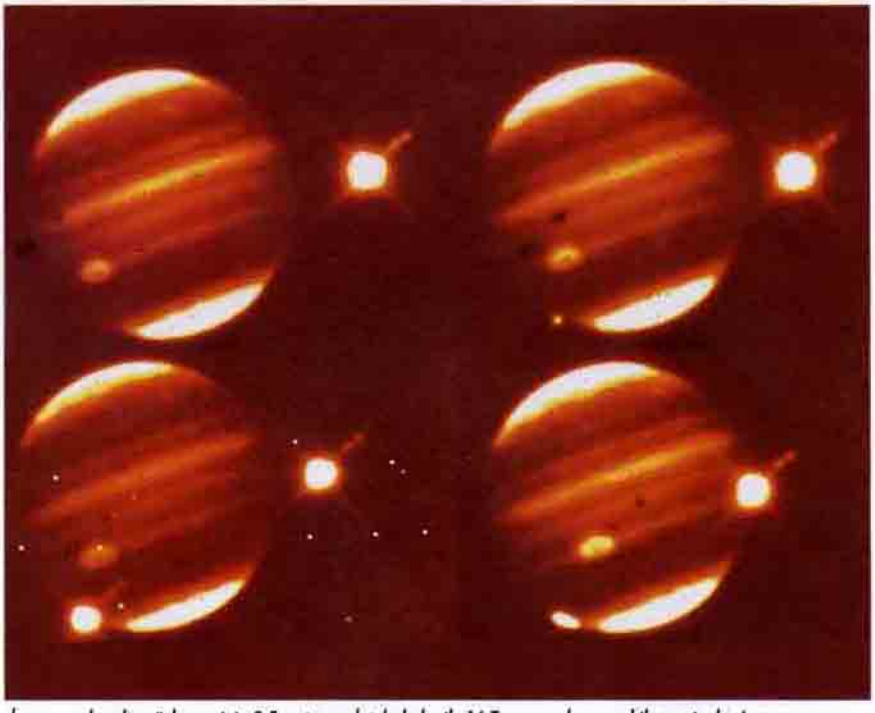
Bu süre, çarpma yerine göre dakika cinsinden değişmekle birlikte; aşağı yukarı 1.5 saatti. INTERNET aracılığıyla temas kurulan amatör astronomlar, 45 dakikadan önce çarpmaya ait bir iz göremediklerini bildirdiler.

Çarpma izleri, kolaylıkla görülebilecek nitelikte değildi. Çıplak gözle tarama yapan pek çok kişi, bir iz yakalayamadı. Öte yandan iyi aletlere sahip bazı amatör gözlemciler, optik astronominin teknik olanaklarını kullanarak leke izlerini saptayabildiler. Optik astronominin teknik olanaklarından kastedilen, özel kızılötesi filtrelerdir. Jüpiter'in yüzeyi ile lekeler arasındaki renk kontrastını arttırabilmek için, çok dar bir dalgaboyu aralığını geçirebilen filtreler kullanıldı.

Dünya'da soğuk savaş yıllarında sahip olduğumuz nükleer silahların toplam yok edici gücü, 10 000 megaton kadardı. Jüpiter'e çarpan kuyrukluyıldız parçaları ise 100 milyon megaton enerji bıraktı. 100 milyon megaton TNT gücündeki patlamalar, Jüpiter'in dış atmosferinden şimdilik yapısını tam olarak bilemediğimiz iç kısımlarına doğru şok dalgaları yayılmasına neden oldu. Çarpma yerinden yayılan şok dalgası, Jüpiter üzerinde ilk kez deprem benzeri bir etki yarattı. Jüpiter, gaz bir gezegen olduğundan üzerinde coğrafi bir oluşum veya tektonik bir olay görülemez. Fakat bu kez Jüpiter'i yörüngesinden çıkaracak şiddette olmasa da bir sarsıntı yaşandı. Sarsıntının yayılma hızının, ses hızına yakın olduğu tahmin ediliyor.



H parçasının çarpışı, güney Amerika'da henüz hava aydınlıkken gözlendi. (10 mikron dalgaboyunda alınan görüntü)



İspanya calar alto gözlem evinin 3.5 metre çaplı teleskobu ile 16 Temmuz akşamı çekilen resimde, A parçasının çarpışı kızıl ötesi kamera ile görüntülendi.

Gün Işığında Gözlem

Jüpiter'deki olayın çok ender rastlanır türden bir olay olduğu, pek çok yerde yazıldı, çizildi. Bu nedenle gözlemevleri 6 gün içerisinde her saniyeyi değerlendirmek için çaba sarfettiler. Jüpiter'i inceleyen bilimadamları, radyo, morötesi, kızılötesi ve görünür dalgaboylarında çalıştılar. Bu çabalar içinde en ilginci, gündüz evresinde gökyüzü henüz aydınlıkken yapılan gözlemlerdi.

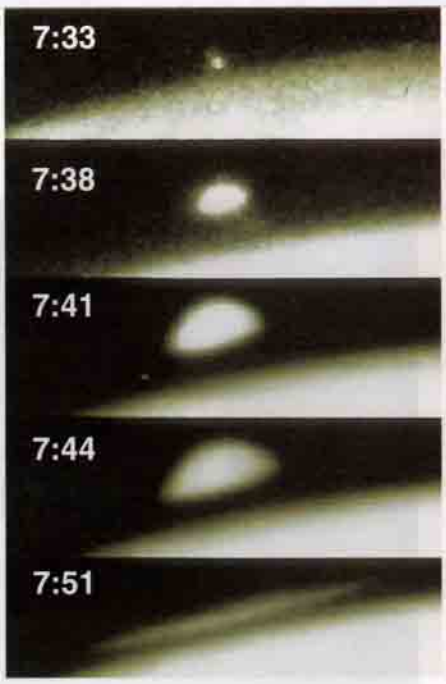
Temmuz ayının sonlarında Jüpiter saat 13:55 civarında doğuyor ve akşam saat 00:30 civarında batıyordu. Gezegeni gözlemek için geceyi bekleyenler, 7 saat kadar bir zaman kaybediyorlardı.

Bilindiği gibi gündüz gökyüzü, mavi renklidir ve yıldızları görmemizi engeller. Günümüzde bu durum bir sorun olmaktan çıkıyor. Özel filtre sistemleriyle çalışan gözlemevleri, çok dar bir dalgaboyu aralığını alıp gökyüzünden gelen arka zeminin mavi rengini dur-

durmak yoluyla, yalnızca istenen dalgaboyunu yakalayabiliyorlar. Dar bant filtre denilen bu sistemler, Jüpiter ile SL çarpışmasında ustalıkla kullanıldı. Optik spektrumun kızılötesi bölgesinde 1.7-4.7 Angstrom gibi çok dar aralıkları geçiren filtreler sayesinde hava aydınlıkken Jüpiter üzerinde lekelerin nasıl hareket etmekte olduğu anlaşıldı.

Bir diğer gözlem yöntemi, radyo gözlemdi. Jüpiter, güçlü bir radyo kaynağıdır. Özellikle en yakın uydusu Io'nun tarafından kontrol edilen bir radyo yayınımı vardır. Jüpiter'in manyetosferine giren kuyrukluyıldız tozlarının, radyo yayınımını değiştireceği ve hatta uzun dönemde kesintiye uğratacağı tahmin ediliyordu. 15-30 MHz dalgaboyunda Jüpiter'i dinleyen astronomlar, bu tahminlerinin doğru çıktığını gördüler.

Jüpiter'in çevresinde ince bir halka bulunmaktadır. SL'nin çarpışı sırasında bir miktar tozun Jüpiter atmosferine girmeyip gezegen çevresinde dönmeye başlaması; yani, yeni bir halkanın daha oluşması şüphesiz ilginç olacaktır. Bu yöndeki bir gelişmeyi optik teleskoplar kullanarak saptamak olanaksız. Şu aşamada en iyi yöntem, radyo sinyallerini dinleyerek gelişmeleri takip etmek olacak.



G parçasının çarpışı sonucu oluşan görüntü, Hubble uzay teleskobu tarafından farklı dalgaboylarında gözlendi.

Hubble uzay teleskobu ile çekilen bu fotografta çarpma izlerinin rüzgarla nasıl dağıldığı görülüyor.

Uzaydan Gözlem

Çarpmayı doğrudan gözleyen tek araç olan Galileo, 1995 sonunda yörüngesine oturacağı Jupiter'e doğru yol alıyordu. Çarpmalar sırasında Galileo, Jüpiter'den 240 milyon kilometre uzaklıktaydı. Galileo, çarpmaların oluştuğu gece kısmını gözleyebilen tek araç olduğundan, yaptığı gözlemler çok önemliydi. Galileo'yu yöneten ekip, çarpmaların tam zamanlamasını yapabilmek için bir tür film çekimini planladı. Bu sayede SL'nin Jupiter'e hesaplanan zamanda çarpıp çarpmayacağı ölçülecekti. En hızlı bilgisayarlarla yapılan hesaplamalarda bile 90 dakika kadar bir hata payı bulunmaktaydı. Bir diğer araç Hubble uzay teleskobu, Dünya'nın yörüngesinde olmasına rağmen Galileo'dan daha ayrıntılı görüntüler elde etti. Hubble, yalnız başına hem parlamaları hem de lekelerin gezegen yüzeyindeki hareketlerini görüntüledi ve bu verilerini ABD'deki Goddard uzay merkezine gönderdi.

ODTÜ AAT Çalışma Sonuçları

Geçen sayımızda, çarpışma sırasında elde edilen verilerin ve görüntü kayıtlarının, TÜBİTAK Multimedya Servisi tarafından dijitize edilmekte olduğu belirtilmişti. Bu gözlem sonuçları, ilk tahminlerden daha başarılı oldu ve bir CCD video kamera aracılığıyla elde edilen görüntüler, Orta Doğu Teknik Üniversitesi kampüsü içinde bulunan TÜBİTAK Multimedya servisi tarafından bilgisayara akta-

Kandilli Gözlemevindeki Çalışmalar

Levent Altaş

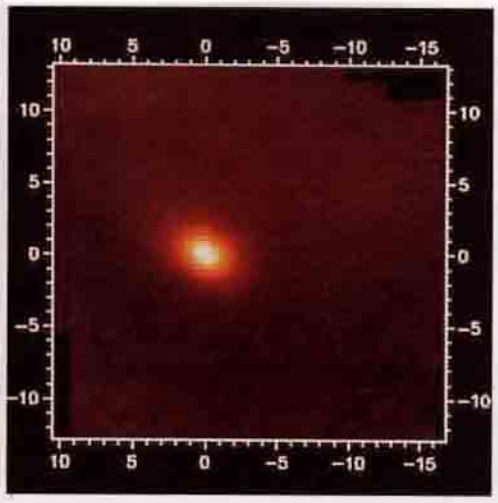
Bir kuyrukluyıldız - gezegen çarpışması olayını gözleyebilmek ve ilişkili tüm verileri toplayabilmek için bir ay öncesinden çalışmalara başladık. Olay gününe yaklaştıkça telefonlar durmadan çalmaya başlıyordu. Gazete, dergi, radyo ve televizyonlardan oldukça yoğun aranıyorduk. Bunun üzerine uluslararası bilgisayar ağı "internet" aracılığıyla aldığımız verileri kesintisiz aktarmaya özen gösterdik. Ayrıca verilerdeki değişikliklere göre her seferinde yeniden ele alınan basın bültenleriyle kamuoyunu bilgilendirmeye çalıştık.

Çarpışmadan bir gün önce 15 Temmuz cuma günü sabah basına öğleden sonra herkese açık bir toplantıyla olayın genel tanıtımını, Dünya ve Türkiye'den gözlem koşullarını anlattık. Akşam tüm TV kanalları haber programlarında geçtiler. Yine de bu olayın "Kıyamet alameti" gibi düşünülmesinin önüne geçemedik.

Öte yanda, rasathanenin güneş gözlemlerinde kullanılan en büyük gök dürbünü Mayıs ayında bakıma alınmıştı. 307 cm odak uzaklık 20 cm açıklığındaki bu Zeiss ekvatoryal gök dürbünü zorlukla gözlem gününe yetiştirildiğinden Jupiterin test görüntülerini elde edemedik. Film üzerinde yaklaşık 0,6 mm çapında çıkacak olan Jupiter'in görüntüsünü 18,4 cm odak uzaklığında olan ve aralarında 11,1 cm'lik uzaklık bulunan düzlem-konveks ve bikonkav mercek sistemiyle film üzerindeki görüntü çapını 3 mm'ye büyüttük. Gözlemlerde Kodak 400 asa renkli ve Kodak 2415 technical pan film kullandık.

Gözlem ekibi, L. Altaş, T. Ataç, H. Bölge, A. Düzgelen, A. Özgüç, E. Sözen, G. Şen H. Yeşilyaprak'tan oluşuyordu.

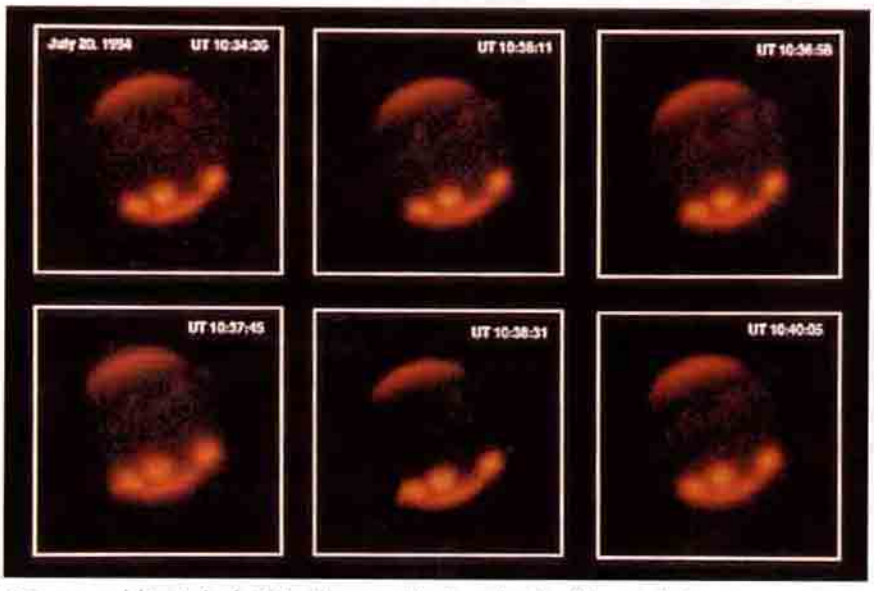
Çarpışmanın ilk günü Jupiter aya çok yakın konumdaydı. İyi bir görüntü elde edemedik. Q_1 ve Q_2 parçalarının çarpacağı 20 Temmuz gecesi film çektik. Gözlem sonları saat 23'e doğru Jupiter ufka yaklaşırken köprü ışıkları yetmezmiş gibi Üsküdarda çıkan yangının dumanıyla karşılaştık. Çekilen filmlerde çarpma yerleri somut olarak görülememektedir. Önceden belirlenen çarpma süreleriyle gözlenen çarpma sürelerindeki farklılıkda gözlemlerin duyarlığını etkileyen diğer bir faktördür. Filmlerde gözlem sırasında fark edilemeyen bir işaret olabileceğinden, yeniden daha dikkatli bir şekilde ayrıntılı olarak incelenecektir.



L parçasının çarpması sonucu oluşan parlamanın 10.3 mikron dalgaboyunda elde edilen görüntüsü.

rıldı. Bilgisayara aktarılan görüntülerde, gözlem sırasında çıplak gözle farkedilemeyen bir leke bölgesi yakalandı. INTERNET yoluyla onaylatılan basit bir hesaplama sonucu 16 Temmuz akşamı elde edilen leke kaydının, 16 Temmuz günü, saat 22:26'da çarpan A parçasına ait olduğu anlaşıldı. Böylelikle ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu, ülkemizde bu olayı oldukça teknik bir çabayla görüntüleyen ilk ekip oldu.

Gözlem için yürütülen ikinci çaba, fotometrik veri alınmasıydı; ancak bundan olumlu sonuç alınamadı. Son olarak 21 Temmuz akşamı oldukça kısa süren bir gözlem ile Alp Akoğlu, Bahadır Yavuz ve Alper Ateş'ten oluşan gözlem ekibi, son gözlemini yapmış ve saat 21:00 civarında gezegenin güney küresi üzerinde bazı lekeler görmüştü. Lekelerin gözlendiği, geçen sayımızda anlatılmış; fakat hatalı bir sonuç aktarmamak için, diğer gözlemevlerinin verileriyle, leke konumlarının karşılaştırılması gerektiği belirtilmişti. Lekeler, bir fırtınanın izleri ya da kuyrukluyıldız çarpmasının sonuçları olabilirdi. Buna bir açıklık getirmek amacıyla, INTERNET aracılığıyla küçük bir tarama yapıldı. Sonuç olarak lekelerin, rüzgar, sıcaklık farkı ve atmosfer hareketi nedeniyle bulutların oluşturduğu bir desen olmadığı anlaşıldı. Konumlarına bakılarak gözlenen lekelerin R, P ve Q parçalarının çarpma izleri olduğu anlaşıldı. Fakat farklı kaynaklar, çelişkili sonuçlar verdiğinden ABD'de bulunan NASA JPL (Jet Propolsion Laboratory)'in verilerine dayanılarak bu izlerin R, P ve Q parçalarına ait olduğu kabul edildi.



2.3 metre çaplı bir teleskopla 2.34 mikrometre dalgaboyunda elde edilen resimlerde, N parçasına ait izler görülüyor.

İstanbul'da bulunan Kandilli gözlemevi ise, oldukça talihsizdi. Çarpışmanın gerçekleştiği sıralarda gözlemevi, başka bir binaya taşınıyordu ve ana teleskop bakımdan yeni çıkmıştı. Ancak tüm olumsuzluklara karşın Kandilli gözlemevi ekibi, sayın Levent Altaş'ın yazısında belirttiği şekilde çalıştı. Yapılan gözlemlerde, çıplak gözle herhangi bir çarpma izi tespit edilemedi. Bunda, İstanbul'un yoğun ve parlak şehir ışıkları, başlıca etken oldu. Kandilli gözlemevinin sonuçları, ODTÜ gözlemevi ile paraleldir. Çıplak gözle, uzun süreli olarak yapılan çalışmalarda, çarpma izi olduğu derhal anlaşılabilen birşey görülmemiştir. ODTÜ gözlemevi, "ışık kirlenmesinin" daha az yaşandığı bir yere kurulu olduğundan, nispeten daha olumlu şartlarda çalışılmıştır.

Olayın üzerinden yaklaşık bir ay kadar bir zaman geçti. Jüpiter'in bulutları, her zamanki gibi şiddetli rüzgarlarla savruluyorlar. Olayın etkisi, silindi gitti. Çarpmalar gerçekleştikten hemen sonra esen rüzgarlar nedeniyle bazı küçük parçaların izi, derhal kaybolmuştu. Şu an Jüpiter, iki ay kadar önce hiçbir şey olmamışçasına, yavaşça yoluna devam ediyor. Ekim ayının ortasından itibaren, 1995 Ocak ayına kadar Jüpiter'i göremeyeceğiz. Jüpiter, yoluna sakin bir şekilde devam ederken artık bir parçası olan S-L kuyrukluyıldızı, hidrojen, helyum, amonyum, hidrosülfür bulutları arasında savrulup duruyor. Alınan verilerin incelenmesi ve bu verilere dayanarak Jüpiter'in atmosfer kimyası, manyetik alanı, radyo yayınındaki değişiklik veya kuyrukluyıldızın fiziksel özellikleri gibi konularda yapılan çalışmalar devam ediyor. Astronomlar ve astronomiye meraklı amatörler, Güneş sistemi içinde gerçekleşen en soluk kesici olaylardan birini doyasıya yaşadılar. Olaya farklı açılardan yaklaşanlar da oldu. Jon Caroll gibileri, olayı mizah unsuru da kullanarak değerlendirdiler: "Bir kötü bir de iyi haberim var... Kötü haber: bir kuyrukluyıldız Güneş sisteminin önemli bir gezegenine çarptı. İyi haber bu gezegen Dünya değildi!"

Herkes ne derse desin şuna hiç şüphe yok ki gökbilim tarihinin en önemli olaylarından birini yaşayan şanslı bir nesiliz.

Alper Ateş

Kaynaklar :
INTERNET Arizona SEDS kütüphanesi
NETNEWS sci.astro Comet Collision Frequently Asked Questions
NETNEWS mesajları
Resimler : Hubble uzay teleskobu, Goddart uzay merkezi
European Southern Observatory
Calar Alto Observatory
Mt. Stromlo Observatory.

Mars'a Doğru

İnsanoğlu başını göğe kaldırıp baktığından bu yana, hep gizemli, hep güzel bir imge olagelmiş biricik uydumuz olan Ay. Öteyandan ulaşabileceğimiz ve ulaştığımız en yakın gökcismi olma özelliğini koruyan Ay'ın üzerindeki ayak izi 25 yaşına bastı. Artık gözümüz yeni bir hedefte: Güneş sistemimizin "Kırmızı Gezegen"i Mars...

ARES UZAY ARACI, yaklaşık 60 m. uzunluğundaki motorlardan çıkan 5000 tonluk güçle Cape Caneveral uzay üssünden havalanır. Üç saat sonra altı kişilik mürettebatıyla kapsül, Yerküre'nin çekim alanı sınırlarının dışına çıkar. Isaac Newton kadar yaşlı küresel mekanik kanunlarına göre artık yapmaları gereken tek şey, tarihi randevuya yetişmektir. İnsanoğlu ilk kez bir başka gezegene ulaşmak için yoldadır.

Uzaygemisinin içinde geçen 180 günün ardından kumandan, geminin frenleme sırasında kullanılan aero-kabuğunu devreye sokar ve Ares'i Mars atmosferine doğru yöneltir. Eğer mürettebat bu manevrayı başaramazsa, gemi ya gezegenin uçsuz bucaksız ovalarına çarparak yanacak, ya da durgun bir göl üzerinden kaydırılan düzgün yüzeyli bir taş gibi atmosfer üzerinden sekecektir. Ancak bu durumda Mars'ın çekimi, gemiyi etkisi altına alarak eliptik bir yörüngeye doğru çeker. Gemi, değerli yakıtının son damlalarını da frenleme jetlerini ateşlemek için kullanır. Valles Marineris'in tam kuzeyine inmek için yavaşça süzülür. Çok uzaklarda, Yerküre'de kalan üsse hemen bir mesaj iletilir: "Ares, Mars'a indi: Bir bilim-kurgu filminin senaryosuna benzeyen bu minik öykü, bilimsel gerçek olma yolunda hızla ilerliyor. Apollo 11 uzay aracının Ay'a inişinin 25. yıl kutlamaları sürüp giderken uzay araştırmacıları, çok daha büyük ve önemli bir hedef üzerinde çalışıyorlar: Mars'a gönderilecek insanlı bir araç. 1989 yılında başkan George Bush'un, Birleşik Devletlerin bir gün "yarına bir yolculuk" yapmayı başaracağı şeklindeki ifadesinin ardından NASA, 400 milyar dolara malolacak bir programla 30 yıl içinde Mars'a ulaşılabileceğini açıkladı. Böylesine bol sıfırlı bir rakam, hükümetin ve Kongre'nin gözünü korkuttu tabii ki; ancak roket kuvvetleri, gezegen jeolojisi ve bir çok diğer konuda uzman bir grup, Mars üzerinde aracın indirilebileceği, yapay yollarla bitki yetiştirilebilinecek bölgeler konusunda hesaplar yapmayı, birbirleriyle haberleşmeyi sürdürüyor. "İçinde mürettebat olan bir gemiyi Mars'a gönderip, geri getirmenin neler gerektirdiğini biliyoruz," diyor Martin Marietta Uzay Yolculukları Grubu mühendislerinden, Robert Zubrin.

Eski Mars planları üzerine öylesine çok konuşma, öylesine çok fısıltı oldu ki, kendi ağırlıkları altında kaldılar. Her biri 2.2 milyar dolara malolacak 10 seferde, uzay gemisinin parçalarının Mars'ta (henüz inşa edilmemiş) bir uzay istasyonuna gönderilebileceği varsayıldı. 12 ya da 16 astronot, 42 milyar dolarlık istasyonu bakım- onarım havuzu olarak kullanıp; dev gemiyi dünya yörüngesinde biraraya getireceklerdi. Tamamlanan ana gemi, Mars'a gidip gelmeye yetecek yakıtı alabilecek büyüklükte ve ağırlıkta olduğundan, gerçekten de bütün gemilerin anası olacaktı. Ancak tüm bunların tahmin edilen 12 rakamlı fiyata çıkıp çıkmayacağı da merak konusu.

Zubrin'in uzay mekikleri ya da uzay istasyonunun kullanımını gerektirmeyen daha iyi bir fikri var. Bunların yerine diyor Zubrin, Apollo 11'in çeyrek yüzyıl önce aya çıkarken yaptığını yapmalıyız: "Kaldır ve fırlat". "Kaldırma"yla Zubrin, bir Amerikan Satürn 5'ini ya da bir Rus Energiya tipi roketini güçlendirmeyi kastediyor. Bu yeni araca da, Roma savaş tanrısı Mars'ın Yunan versiyonu olan "Ares" adı verilsin. Mars yolculuğuyla uğraşanların tahminine göre Ares, mevcut parçalarla ya da iyi yapılanmış Satürn teknolojisi ile 5 milyar dolara geliştirilebilir.

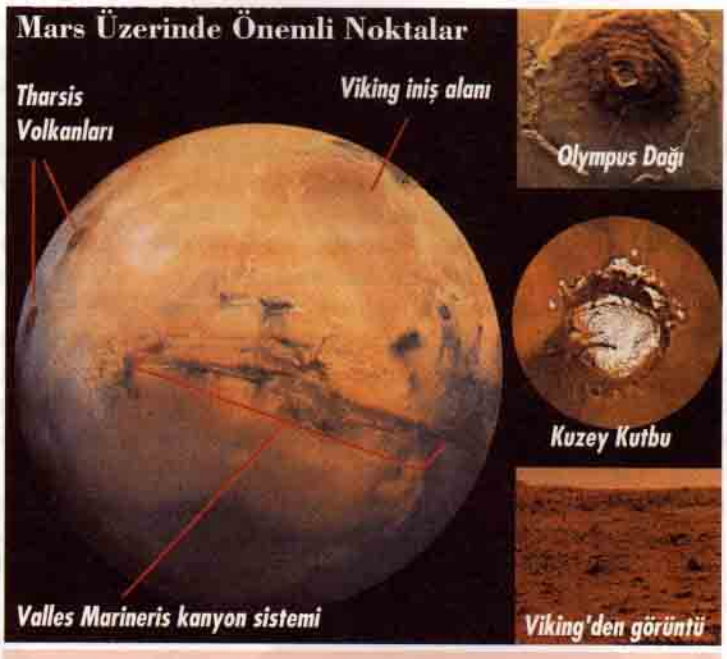
Ares'in ilk "fırlatılışı", her 26 ayda bir ortaya çıkan ve bir ay süreyle devam eden açıklığın bulunduğu sırada yapılmalıdır. NASA'nın Johnson Uzay Merkezi'nden bir mühendis olan Kent Joosten, şöyle diyor: "Fırlatmayı öyle bir zamanda gerçekleştirmelisiniz ki; vardığınız noktada Mars'ı bulabilesiniz". Yerküre'nin Güneş çevresinde izlediği yörünge doğrultusunda fırlatmak, hedefe mümkün olan en az enerji ile ulaşmayı sağlar. Yük götürmek için yapılacak ilk yolculuk insansız olmalıdır. Bu yolculukta altı ton sıvı hidrojen taşıyacak bir yük gemisi ve Mars'tan astronotları taşımak için tasarlanmış, koni şeklinde küçük bir bölme olmalıdır. Bu ilk yolculuk, Kırmızı Gezegen'le aramızdaki 460 milyon km'lik bir mesafeyi katedip, 330 gün sonra tamamlanacaktır. Mars'a inince aracın içinden, Dünya'dan radyo sinyalleri ile işletilen bir robot kamyon çıkar (Antarktika buzulunun altında uzaktan kumandalı robot bir balık deneyen NASA, uzaktan kumanda ile yönlendirme konusunda oldukça başarılı oldu). Kamyon, iniş alanından 130 beygir gücüne sahip bir nükleer reaktörle birlikte uzaklaşır.

İşte bu noktada Zubrin, 350 milyar dolar tasarruf etmiş oluyor... Nükleer reaktör, Mars atmosferini soğuracak bir pompayı çalıştırır. Mars atmosferinin yüzde 95'i karbondioksittir. Karbondioksit, hidrojenle - yük gemisindeki hidrojen bunun için getirilmiştir - tepkimeye girdiğinde metan ve su üretir. Metan, roket yakıtıdır. Su, elektrik kuvvetiyle bileşenlerine, yani hidrojen ve oksijene ayrılır. Böylece bu kimyasal fabrika dünyadan gelecek diğer aracı beklerken, 108 ton roket yakıtı üretir. Bu kadar yakıt, bir uzay gemisini Mars'tan Dünya'ya getirmek için yeterlidir. Zubrin'in bu planı sayesinde Mars'a gönderilecek insanlı kapsülün dönüş için yakıt taşımasına gerek kalmıyor. Yakıt fabrikası ile birlikte Mars'a varan bölme de, tanklarını bizzat Mars'ta üretilmiş yakıtla doldurabilir. Dünya'dan gelecek ve mürettebatı taşıyacak ikinci araç, fazladan yakıt taşımayacağı için yeterince hafif olacağından, Mars'a inmek için ayrıca bir teçhizat gerektirmeyecektir. Yani yeterince hafif olan bu araç, bir uzay istasyonunda pahalı bir toplantıya gerek kalmadan Satürn 5 aracılığı ile "kaldırılıp, fırlatılabilecektir."

Bu arada Dünya'da neler olup bittiğine gelince... Bir sonraki aralıkta, bir başka Satürn, iki katlı "barınma modülü" içindeki 6 astronotu uzaya fırlatır. Bu uçuş, insansız geminin uçuşundan biraz farklıdır. Üç motorun tümünü de devreden çıkarmaktansa, biri çalışır halde bırakılır. Bu silindir, astronotların bulunduğu gemiye yaklaşık 2 km uzunluğunda bir bağ ile bağlanır. Motor ve gemi, dakikada bir devir halinde birbirlerinin çevresinde dönerler ve böylece yapay bir çekim yaratılmış olur. Yapay çekim, Dünya'nın çekiminin yüzde 38'i kadardır. Bu da Mars'ın çekim gücüne eşittir. Çünkü varılacak hedefte söz konusu iklim koşullarına uyum sağlamak hemen mümkün olamaz. Bununla birlikte .38'lik bir G, biyolojisi 1 G'ye alışık bir yaratık için yine de oldukça düşük bir çekimdir. Sıfır çekim, kalp de dahil olmak üzere kasların zayıflamasına, kalsiyumun kemiklerden çıkmasına neden olur.

Uçuş sırasında kemik gücünün ve kardiyovasküler gücün sabit kalmasını sağlamak için mürettebatın günde yaklaşık dört saat yürümesi ya da kondisyon bisikletinde pedal çevirmesi gerekir. "Biz, insanları, bir Mars yolculuğunun süreceğinden çok daha uzun zaman sıfır çekimde tuttuk", diyor NASA'dan Joosten. Mir uzay istasyonunda doktor olarak çalışmakta olan kozmonot Valery Poyakov'unda gelecek yıl içinde uzayda 427 gün kalarak yeni bir dayanıklılık rekoru kırması bekleniyor. Yıldırıcı bir yolculuk gibi görünse de, gemi gerçekten Mars'a varabilir. Boulder, Colarado Üniversitesi'nden Thomas Meyer, "mükemmel bir yön bulma teknolojisine sahibiz ve uzayda yön bulma ile ilgili olarak fantastik başarılar elde ettik; örneğin insansız beş mekiği Mars'ın çok arkalarında bulunan Jupiter'e, Satürn'e, Uranüs'e ve Neptün'e yönelttik," diyor. Ancak asıl tehlike, uzay içinde kaybolmak

değil; kızartma olmak! Mars'a giden yol, güneşten ve diğer gök cisimlerinden yayılan bir radyasyon denizinden geçiyor. "Güneşten yayılan alev insanı gerçekten kavurabilir," diyor Meyer. Ancak etlerin korunduğu soğuk hava kısmında astronotlar için hazır bir sığınak bulundurulacak. Yaklaşık 15 cm kalınlığında yiyecek ve su kalkanı ile güneş kaynaklı radyasyonu bloke edecek olan bir kiler, "doğal bir rüzgar kalkanı oluşturacak," diyor Joosten. Yine de kozmik ışınlar, belirli kalınlıkta bir çelik tabaka olmadığı sürece su ya da başka birşey ile bloke edilemezler. Kaynağı hala bilinmeyen bu enerjik parçacıklar, güneşten yayılan alevlerden daha az tehlikeli olmakla birlikte Mars'a gidecek mürettebat, hücrelerinde genetik hasar ya da kanser oluşması olasılığını ortadan kaldırmak için kozmik ışınlardan mümkün olduğunca kaçınmalıdır. McDonnell Douglas Corp.'tan radyasyon uzmanı Karl Pfitzer şöyle diyor: "radyasyonun yanısıra endişe duymanız gereken başka şeyler de var."



Mars'ta Dünyada'dakine benzer mevsimler, gün uzunlukları ve çekim vardır; ancak benzerliklerin tümü bundan ibarettir. Güneş sistemi'ndeki en yüksek volkan olan Olympus Dağı, 16 km yüksekliğindedir.
1976'da iki Viking aracı, düz ovalarla kaplı; donmuş su ve karbondioksitten oluşan bir kutbun bulunduğu kuzey yarıküreye indi. Güney yarıkürede krater vardır. Amerika Birleşik Devletleri uzunluğunda bir kanyon olon Valles Marineris,ekvator bölgesindedir.

	DÜNYA	MARS
Ekvator çapı	6363 km	6707 km
Dünya'ya oranla çekim	%100	%38
Ortalama yüzey sıcaklığı	15°C	-48°C

Gemide zaman geçirmek için yemeklerin yenileceği, toplantıların yapılacağı, Lazerdisk ve CD-ROM gösterilerinin yeralacağı ortak bir oda kullanılacak. Kimse kumandana ait bölümlere girmeyecek; ancak kadın ya da erkek her astronotun ayrı yatağı ve banyo bölümü olacak. Tuvalet bir vakum sistemine bağlı olarak çalışacak ve emniyet kemeri haricinde (yapay çekim sisteminin çalışmaması gibi bir duruma karşılık) Dünya'da kullandığımız tuvaletlerin görünümünde olacak. Duştan hava geçmesini sağlayacak düzenek sayesinde de astronot, sanki Dünya'daymış gibi duş alabilecek. Ve sonra Dünya'yı ayaklarının altında son kez hissetmelerinin üzerinden 180 gün geçtikten sonra astronotlar, kırmızı gezegenin sonsuz kızıl ovalar, kıvrımlı vadiler ve sarp kanyonlarla bezeli yüzeyine inmek üzere hazırlanmaya başlayacaklar. Kumandan, yapay çekim yaratmak için ana gemiye bağlanmış motoru devreden çıkaracak. Mars'ın etrafında iki kez döndükten sonra, 8 aydır kendisini beklemekte olan insansız aracın bulunduğu yere doğru inişe geçecek. İniş alanı: Valles Marineris'in tam kuzeyindeki düz arazi. Arizona Eyalet Üniversitesi'nden jeolog Ronald Greeley, bu durumu şöyle açıklıyor: "Alçak bir alanda gemiyi yavaşlatmak için daha fazla hava vardır." Gemi Mars'a indikten sonra da Dünya ile sürekli temas halinde olacak; veriler, radyo sinyalleri ile mesajlar gönderecek. Ancak ışık hızıyla da gitseler, iletilenlerin Dünya'ya ulaşması 20 dakika sürecek; dolayısıyla gönderilen mesajlara cevap alınabilmesi için aynı şekilde 20 dakika gerekecek. Önümüzdeki 10 yıl içinde düşünülen bir lazer sistemi, bu işi televizyonda görüntünün oluşmasını sağlayan süreçten bile daha hızlı kılacak. 25 yıl önce Neil Armstrong ve Buzz Aldrin'i Ay'da yürürlerken televizyondan seyrederek kendilerinden geçen dünyalılar, gelecekte Mars yolculuğu yapılırsa, bunu televizyonlarından seyrederken, Mars sanki oturma odalarındaymış gibi hissedecekler.

Bir görüşe göre Mars'a yolculuk, oraya bayrak dikip dönmekten ibaret olacak. Ancak uzay araştırmacılarının çoğuna göre yalnızca bayrak götürmek için yapılacak bir yolculuk, büyük bir kayıp olur. Bir süre orada kalmak - örneğin Mars'la Dünya arasındaki açıklık ideal halini alana kadar 500 gün - birçoklarına daha mantıklı geliyor.

Bu süre boyunca nasıl zaman geçirileceğine ilişkin bir çok fikir var. Örneğin insansız aracın üretmiş olduğu metan ve oksijenin gemilerine yakıt olarak doldurulması ile uğraşabilirler. Fakat en önemli ve en çok ilgi çeken uğraşlar listesinin başında, yaşam belirtileri aramak amacıyla eski göl yataklarının incelenmesi yeralıyor. "Eğer Mars'ta bir zamanlar yaşam varolduysa," diyor ABD Jeolojik Ölçüm'den Michael Carr, "bunun izlerinin bulunabileceği yer, eski göl yataklarıdır." Astronotlar, gezegenin Güneş sistemi'nin en büyük volkanını barındıran kızıl ovalarında gezinerek araştırma yapabilirler. Aynı zamanda aliminyum, magnezyum ve demir damarı olup olmadığına bakabilir; birgün Mars'ta bir koloni kurulması, madencilik yapılması olasılığı doğrultusunda çalışmalar yapabilirler. Bu arada astronotların yaşayacakları yer, hiç şüphesiz geminin içi. Yaşam için gerekli fizyolojik koşullar üzerinde çalışan araştırmacılar, astronotların yapay ortamda (toprak olmaksızın) Mars'ta bulunan nitrojen, karbon ve suyu kullanarak ürün yetiştirebileceklerini düşünüyorlar. Halihazırda sıfır çekimde sebze yetiştirebilecek "salata makineleri" üzerinde NASAda çalışmalar yapılıyor. Ne tarafın aşağısı olduğunu anlamaya çalışan havuçların hali komik olacak kuşkusuz!..

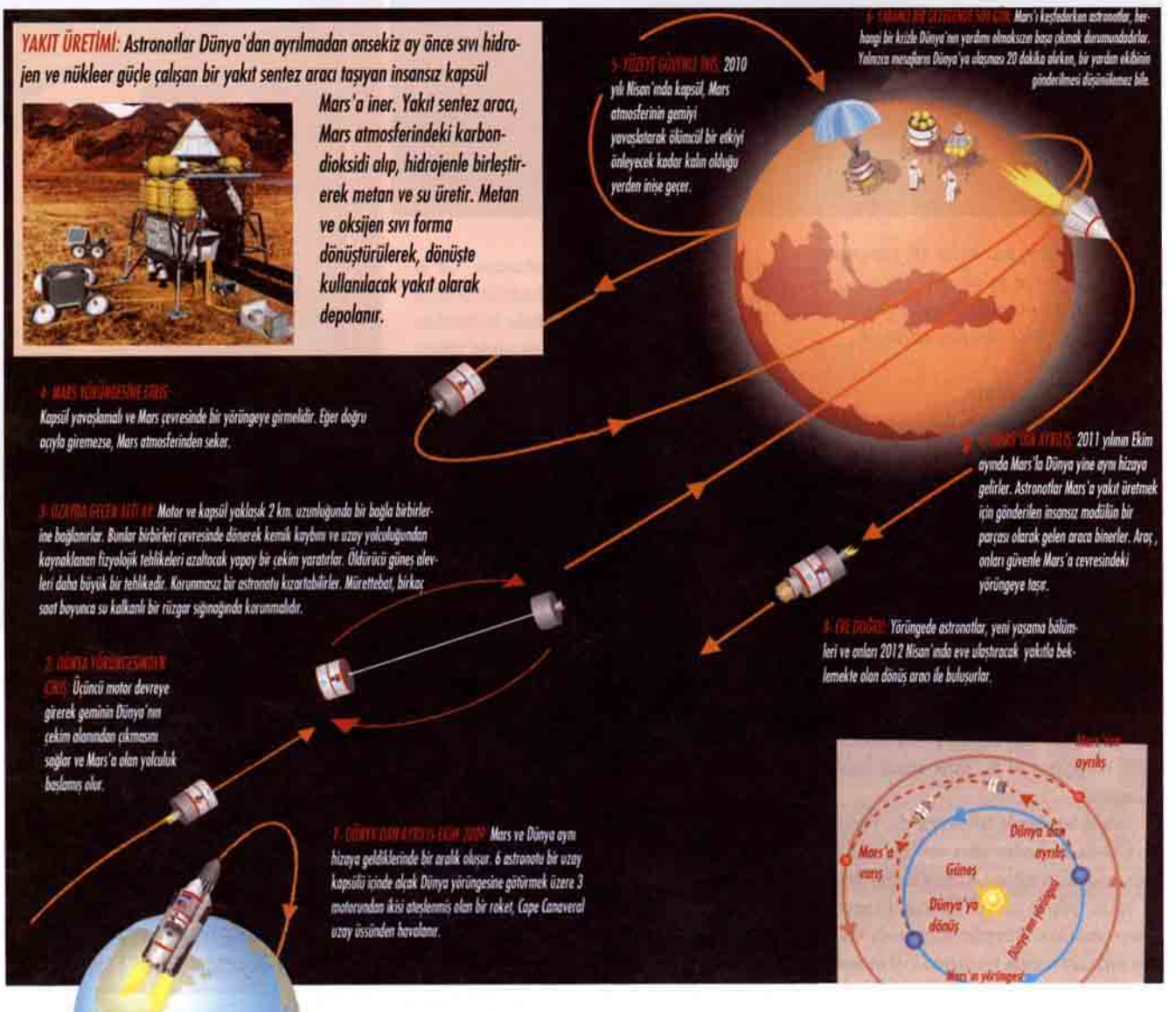
400 milyar dolarlık maliyet nedeniyle hayalleri suya düşen NASA, umudunu uzay istasyonunu söz konusu etmeyen bu plana bağladı. Ancak Zubrin'in planında küçük bir değişiklik yapılacak ve astronotlar Dünya'ya, onlar gezegende keşif yaptıkları süre boyunca yörüngede dönecek olan bir modülle dönecekler. İstasyonun fırlatma plat-

formu olarak kullanılması da düşünüldüğünden, bu alışılmamış bir geri adım niteliğinde. Ancak önümüzdeki 20 yıl içinde, 50 milyar dolar karşılığında bizi kırmızı gezegene ulaştıracak bir plan üzerinde tartışmak da zor. Maliyetler konusunda farklı varsayımlar olması, Amerika'nın bütçesine daha da fazla darbe vuracaktır. Bu durumda Rusya da projeye katılabilir; çünkü Energiya mevcut en güçlü roket. Energiya Tasarım Bürosu'ndan bir görevli Sergei Gromov, "50 milyar dolar çıkarılıp önümüze konduğu takdirde, 10 yıl içinde Mars'a çıkarız," diyor. Japonya ve Avrupa da aynı derecede istekli olmalı. Avrupa Uzay Bürosu'nun idarecisi Roger Bonnet'e göre, bir sonraki durağın Mars olacağı konusunda kuşku yok. Ne var ki iş gerçeğe geldiğinde durum değişiyor. Çünkü gerçek uzay uçuşu Cyberspace'te göründüğü kadar kolay değil. 7 Challenger astronotunun ölmesine neden olan donmuş "O" halkaları gibi dikkat edilmesi gerekli birçok engel var. Öte yandan Mars'a gönderilecek insanlı bir araç, astronotların, uydu götürmek amacıyla uzay mekiğini yörüngeye götüren dağıtım servisi görevlileri gibi değil; gerçekten astronot gibi davranmalarını gerektirir. Mars hikayesini destekleyenler, tüm bunların son derece kolaymış gibi görünmesine neden oluyorlar; oysa teknolojik yeterlilik sanki en az önemli unsurmuşçasına ikinci planda yeralıyor. "Siyasi irade, zorlama bir mantık ve cömert bir federal bütçe olmaksızın," diyor NASA'nın danışmanı Alan Ladwig, "tek başına teknik yeterliliğe sahip olmak bir şey ifade etmez."

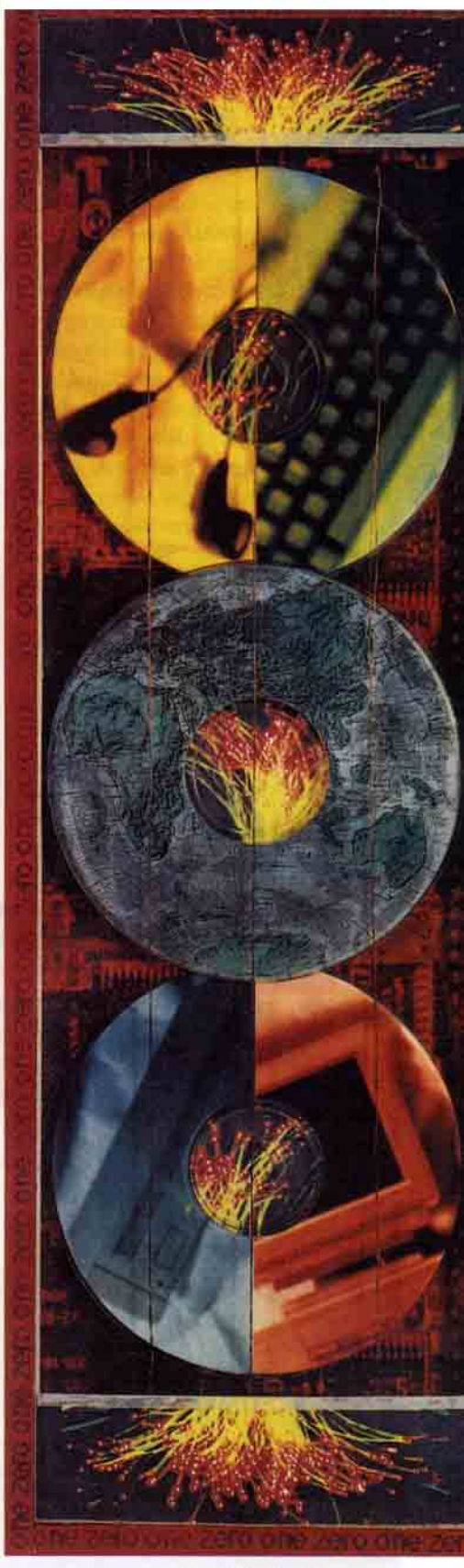
O halde irade ve mantık sağlanabilecek mi? İşin mantık kısmı daha kolay: Mars'a bir aracı göndermek, elektronik, bilgisayar ve mühendislik alanlarında kaçınılmaz olarak bir çığır açacak. Bu deneyim bize Mars'ta bir zamanlar hayat olup olmadığını keşfetmemiz için bir şans verecek ve galakside olması muhtemel diğerlerinin de düşündüğü "Yalnız mıyız?" sorusu ile ilgili olasılıkları daha iyi hesaplamamızı sağlayacak. Mars'ta bir koloni oluşturmak, Dünya'da yaşama son verecek bir asteroid ya da kuyruklu yıldızın saptanması halinde kaçacak bir yerimizin olmasını sağlayacak. İradeyi sağlamak ise daha zor. Apollo uzay aracının yakıt tankını dolduran sıvı oksijen değil; soğuk savaştı. "Sovyetler Birliği dağıldığında, uzay programımız için temel nedeni yitirmiş olduk," diyor Meyer.

Uzay programında çığır açma vaadleri, Dünyalılar'ın Mars'a ulaşmasını sağlayacak denli yeterli itici güçler değil. Güdümleme içeriden gelmeli ve eğer gelirse bu, kaderimizi yıldızlarda arama isteğinden gelecek; görüşümüzün ve aklımızın soğuk savaşlarda değil bilimsel keşif alanında esin bulmasını sağlayacak. Mars'a ulaşmak, Dünya'dan ve sorunlarından kurtulmak değil; nerede yaşadığımız yerine neyi düşleyebileceğimizle sınırlı bir geleceğin kucaklanması anlamına gelmeli.

Michael Tennesen
Newsweek, 25 Temmuz 1994
Çeviri: Miyase Göktepeli



Multimedya Harikaları



"İçimde bir şey, karanlık ve yapışkan,
Zaman geçtikçe güçlenen
Bu hisle başa çıkmanın yolu yok
Uzun süre böyle devam edemem.

Bu kez çok ileri gittin,
Bu kez çok ileri gittin...

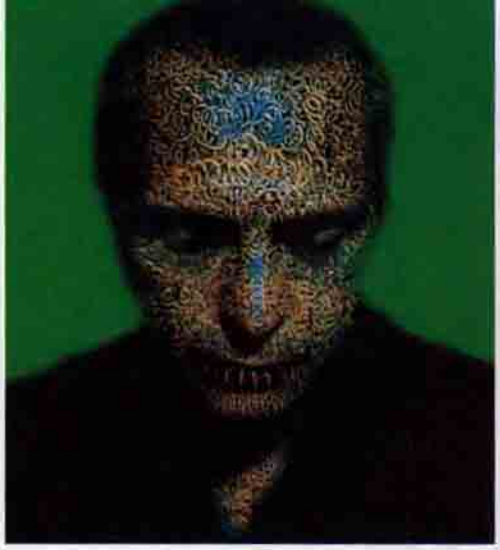
SON ALBÜMÜ "Us"tan Digging in the Dirt adlı parçasında Peter Gabriel'in kimi ileri gitmekle suçladığını bilemiyoruz; ancak günümüzde bilgisayar teknolojisinin çok ileriye gittiği kesin. Bunun yansımalarını en çok müzik parçalarının video-kliplerinde buluyoruz. Digging in the Dirt'ün klibi de, buna en iyi örnek olarak kabul ediliyor. Klipte bir salyangoz, Peter Gabriel'e doğru yaklaşıyor ve bir ısırık almak için ağzını açıyor.

Güçlü bir Apple bilgisayar'da, yeni kuşak CD-ROM'lardan olan ve "Us"taki parçaları, videoları içeren Xplora'da bu sahneleri tekrar tekrar izleyebilirsiniz. Dilerseniz şarkıyı yeniden birleştirebilir ya da Gabriel'in şarkıları neden yazdığına ilişkin açıklamalarını dinleyebilir; yönetmenlerin "Us"ın videolarını hazırlarken neyi hedeflediklerini öğrenebilirsiniz. Hatta albümde kullanılan, bilmediğiniz enstrümanları ekranda görüp; seslerini duymanız bile olası. Gabriel'in Wiltshire'daki stüdyosuna girip, bir göz atmak da yapabilecekleriniz arasında.

Gabriel, Xplora ile CD-ROM'un imkanlarından yararlanarak klip çalışmaları yapmak isteyen Prince ve U2 gibi ünlü rock şarkıcıları ve grupları da dahil olmak üzere, tüm çağdaşlarının takdirini kazandı. Fikir ve uygulama, San Francisco'da bulunan Brilliant Media'nın yöneticisi Steve Nelson'a ait. Bu çalışma için Gabriel'in uygun görülmesinin nedeni, ilgi alanının yalnızca müzikle ilgili olgularla sınırlı olmaması. Kendisi, yeniliklerle dolu birçok video-klibe imzasını atmış.

Gabriel, ne pahasına olursa olsun, teknolojiyi savunmuyor. "Geleceğe yönelik olmaya çalışan; ancak kendinden başka herşeyi gözardı eden teknoloji, sonunda başarısızlığa mahkumdur", şeklinde belirtiyor bu konudaki görüşlerini ve sürdürüyor: "Sanal gerçekliğin böylesine çok kullanılması da, aynı sorunu yarattı. Bu, kötü bir video oyununu keşfetmek gibi birşey. Benim yapmak istediğimse, insan unsurunu ve kaya, hava, çimen gibi doğal unsurları, teknoloji ile birleştirmekti."

Gabriel ve diğerleri, müzik hazırlandıktan sonra sözkonusu olabilecek olasılıkları zenginleştirmek üzerinde dururlarken bazıları da, enstrümanların gittikce genişleyen kullanım alanı ile ilgileniyorlar. Örneğin MIT'nin Boston'daki Media Laboratuarı'nda Neil Gerschenfeld ve Tom Macho-



ver, synthesiserlarla enstrümanların seslerini taklit etmek yerine, bilgisayar teknolojisini kullanarak geleneksel enstrümanları güçlendirmeye çalışıyorlar. Gerschenfeld, enstrümanı, elektronik bir hesap makinesine benzetiyor. "Enstrüman, kendisini çalan kişinin belirlediği sınırlar doğrultusunda hareket denklemlerini birleştirir", diyor Gerschenfeld. Ele aldıkları ilk enstrüman ise Çello.

Çelloyu çalan kişi, parmaklarını teller üzerine yerleştirir, yayı hareket ettirir ve çello, hareketleri seslere dönüştürür. Hyperçello projeleri için Gerschenfeld ve Machover, Yo Yo Ma isimli bir çellocu ile çalıştılar. Sesleri bilgisayara geçirmek için de araştırmacılar, enstrümanın, yayın ve çellocunun elinin üzerine alıcılar yerleştirerek, bunları bilgisayara bağladılar. Daha önce çellodan çıkan sesler de bilgisayara kaydedilmişti. Bir çellocunun müziği nasıl ürettiğini açıklayan denklemleri tanımlamaları, iki yıllarını aldı. "Yayın, teller üzerinde hareket etmesi, yalnızca beş satırlık bir matematik programı", diyor Gerschenfeld.

Tüm bunlar, yalnızca kendisi için işleyen bir teknolojinin ürünleri gibi görünebilir. Bu da Peter Gabriel'in asla istemediği birşey. Aslında böyle projeler, birçok insanın yaratıcılığını ortaya dökmesini sağlıyor. Çalmayı hiç bilmediğiniz bir enstrümanı denemeye kalkıştığınızda çevrenizdeki herkes kaçışabilir; oysa bilgisayarda hiper-enstrümanınızla kötü sesler çıkarmanız önlenmiş olur.

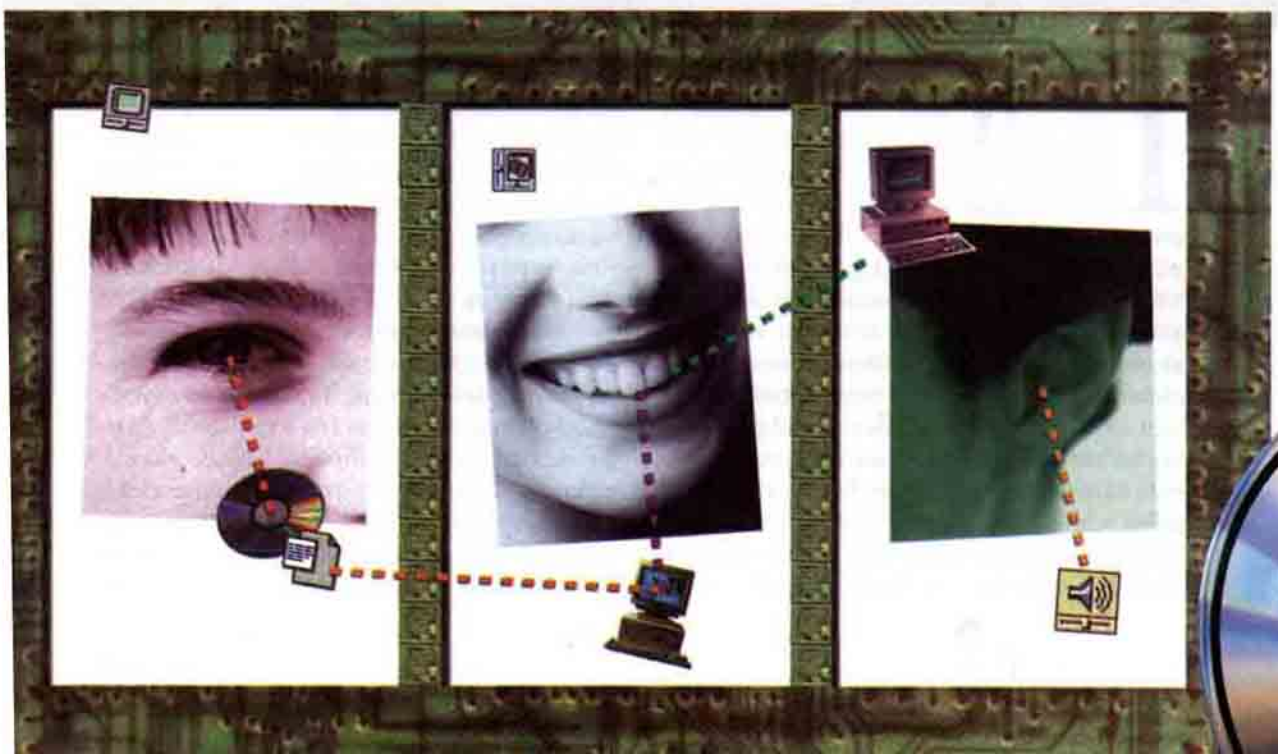
CD-ROM'un olanakları ve gelecekte sözkonusu olabilecek telefon hatları ile interaktif bağlantılar sayesinde sanatçılar, müzik ve videolardan parçalar alarak bunları kişisel birşeyler yaratmak amacıyla kullanacak olan seyirciler ve izleyiciler için, birer "deneyim tasarımcısı" haline gelecekler. Gerschenfeld ve Machover, bu konuda bir adım daha ileri gitmiş oldular. Geliştirdikleri "Hyperglove" (hiper eldiven) ile bir dörtlüyü hatta bir orkestrayı interaktif olarak (karşılıklı etkileşim ile) yönetmek olası.

Windows ekranındaki ikonlar ve mouse aracılığı ile sürdürülen interaction (karşılıklı etkileşim), bu tür uygulamalarla farklı bir dil kazanmaya başlıyor. "Ekranda pencere açmak için bir tuşa dokunduğunuzda," diyor Cambridge'deki Rank Xerox Europarc'tan Bill Gaver, "herşey öylesine hızlı oluyor ki; pencerenin nasıl açıldığını anlayamıyorsunuz. Bu, biraz bilim-kurguyu andırıyor." Bazı psikologlara göre mecaz ya da ikon dediğimiz şeyler, terimlerin ifade ettiğinden çok daha gerçek dışı kavramlar.

Multimedia'nın temelinde bu interaktif süreç var. Gelecekte interaktif medya, bugün sözkonusu "dur-başlat" şeklindeki sistemin yerine, uzamsal ve zamana bağlı mecazi ögelere dayalı olarak işleyecek. Böylece iş dünyasının ve eğlence dünyasının talepleri, daha yetkin bir şekilde karşılanabilecek.

Miyase Göktepeli

Kaynaklar
Design, Mayıs 1994
"Netropolis", New Scientist, 16 Nisan 1994
XIII. Magazine, No: 10, Mayıs 1993



1897
Atomların bir yapısı olduğu bulundu ve daha sonra elektronlar, üzümlü kek içindeki üzümler gibi yorumlandı.

1911
Atomların bir çekirdeği olduğu anlaşıldı ve elektronların çekirdek çevresinde yörüngeler çizdiği söylendi.

21. Yüzyıl Yaşamı için Kuantum Fiziği

"Kuantum teorisiyle ilgilenmeye ne gerek var, bırakalım bununla kuantum mekaniği konusunda ihtisaslaşmış fizikçiler ilgilensin." derseniz yanılıyorsunuz. Bu bilgiye artık gereksiniminiz olacak, çünkü 21. yüzyılda kuantum mekaniği size ve çocuklarınıza iş demek. Bilimin çağdaş yaşama en önemli katkıları nelerdir; bilimsel gelişmenin yakın gelecekte bizlere sağlayacağı yararlar ya da getireceği zararlar neler olacaktır, sayınız dense, böylece oluşacak bir liste şunları mutlaka içerirdi: Bilgisayar teknolojisi (otomasyon, işsizlik sorunu, eğlence endüstrisi, robotlar), nükleer enerji (Atom bombası, güdümlü füzeler, nükleer santraller, çevre sorunları), gen mühendisliği (ilaç tasarımı, cloning, bitki türlerinin ıslahı), laserler (holografi, "yıldız savaşları", mikrocerrahi, uydu iletişimi). Bu listede yeralan konuların kaynağı şu ya da bu şekilde, pek çoğumuzun şimdiye dek ya hiç duymadığı ya da anlayamadığı kuantum teorisinde bulunmaktadır.

Tekin Dereli
ODTÜ Matematik Bölümü

ISITILAN cisimler ışır. Fizikçiler kuantum teorisini 1900 yılında bu ışımanın bazı niteliklerini açıklayabilmek için keşfettiler. Kuantum teorisinin ilk ve en önemli uygulamasını ise atomların iç yapısının anlaşılması oluşturdu. Yüzyılımızın büyük fizikçilerinden Ernest Rutherford(1871-1937), İngiltere'de Manchester'deki araştırma grubuyla birlikte yaptığı deneyler sonunda, atomların esas olarak, merkezde yeralan artı elektrik yüklü çekirdek ile bunun etrafında dönen eksi yüklü elektronların yeraldığı büyük boşluklardan ibaret olduklarını kanıtladı. O sırada Manchester'de bulunan Danimarkalı genç bilim adamı Niels Bohr(1885-1962), bu bulgulardan son derece etkilenmişti. Bohr'un atom modeli bugün bile okullarda öğretilen atom modelidir. Bohr'un temel varsayımı; elektronların atom çekirdekleri etrafında ancak belli çembersel yörüngeler üzerinde bulunacaklarını söylemektedir. Kararlı bir yörüngedeki elektron, o yörüngeyi ancak bir enerji kuantumu ışıyarak veya soğurarak terkedebilir ve bir başka kararlı yörüngeye yerleşir. Atoma bağlı bir elektron sürekli enerji ışıyarak (veya soğurarak) bir spiral üzerinde merkeze düşmez (veya atomdan kopmaz), çünkü elektrona aktarılan elektromanyetik enerji, kuantumludur. Yani elektromanyetik enerji elektronlara, foton adını verdiğimiz enerji paketleri hν sabit birimleri halinde aktarılmaktadır. h evrensel Planck sabiti, ν ise elektromanyetik dalganın frekansıdır. Elektron, yörüngesini değiştirirken bir enerji durumundan başka bir enerji durumuna ani geçiş yapar. Bu

geçiş sırasında, ışınan veya soğurulan elektromanyetik dalganın frekansını, Bohr tam olarak hesaplayabilmektedir. Bu frekanslar yardımıyla her bir element için farklı olan spektral çizgi dizileri belirlenir ve bunların gözlemsel verilerle uyuştukları görülür.

Bohr'un atom modeli 1913 yılı için büyük bir atılımdı. Ancak çok geçmeden pekçok sorunu beraberinde getirdiği görüldü. Örnek olarak, atomun birden fazla sayıda elektronu varsa, bunlar olası yörüngelere nasıl dağılırlar? Elektronlar enerji düzeylerine rasgele dağılmış olarak verildiklerinde neden kademeli olarak ışıyarak, tümü en düşük enerjili yörünge üzerinde toplanmaz? Bu ve benzeri sorulara yanıt getiren ikinci bir atılım, ancak 1925 yılında başarıldı. Böylece, atom olaylarının tutarlı ve tam bir tarifini vermek mümkün oldu. O sırada Almanya'da Göttingen Üniversitesinde araştırma yapan genç bir bilim adamı Werner Heisenberg(1901-1976), bir atoma bağlı elektronların davranışlarının matrisler cinsinden matematiksel olarak nasıl betimlenebileceğini buldu. Yanında çalıştığı hocası Max Born (1882-1970) ve onun asistanı Pascual Jordan(1902-1980) ile birlikte bu buluşunu tam ve tutarlı bir teori haline getirdiler. Fizikçilerin yıllar süren arayışlarına yanıt getiren bu teoriye "matris mekaniği" dendi. Ancak daha birkaç ay zaman geçmeden, bir başka tam ve tutarlı kuantum teorisi ortaya atıldı. Bu yeni teorinin, gelişmekte olan fikirler arasında köşe taşlarından birini oluşturan Fransız fizikçisi Louis de Broglie(1892-1987)'nin fikirleri ile yakın bir uyum içerisinde olduğu görüldü. De Broglie, 1923'de Paris Üniversitesine verdiği doktora tezinde, elektronların birer tanecik olarak değil, dalgalar olarak yorumlanması gerektiğini öne sürmüştü. Dolayısıyla atom çekirdeğine bağlı olarak hareket eden bir elektronun kapalı yörüngesinin çev-

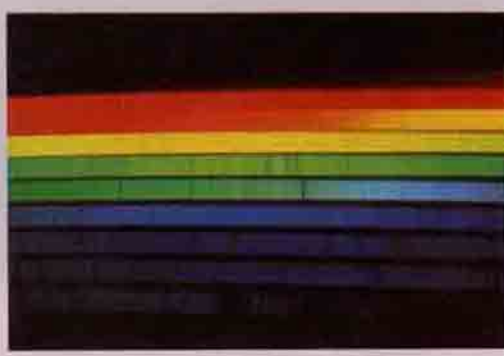
resi, ancak elektron dalgaboyunun tam katlarına eşit oluyor; böylece neden sadece belli elektron yörüngelerinin varolduğu sorusu yanıtlanmış oluyordu. O sırada Zürich'te çalışmakta olan Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger(1887-1961), bu dalgaların sağladığı dalga denklemini yazarak; hidrojen atomunun enerji düzeylerini hesapladı ve bu bulgusunu 1926 yılı başında bir dizi makale şeklinde yayınladı. Schrödinger dalga denkleminde karşımıza çıkan elektron dalgaları, deniz-deki dalgalar, ses dalgaları gibi her gün rastladığımız türden dalgalara benzemekteydi. Bu nedenle; diğer fizikçilere alışılmış, bildik geldiği için, Schrödinger'in dalga mekaniği adı verilen yaklaşımı sıcak bir kabul gördü. Schrödinger'in kendisi de, bir

Işık ve Isı

Tekin Dereli

Işığı ve ışığın etkilerini görmek kolaydır. Fakat ışık nedir? Uzayda bir noktadan diğer bir noktaya nasıl gider? 17. yüzyılın sonunda İsaac Newton (1642-1727) bu sorulara yanıt aramaktaydı. Newton'un kendisi, ışığın taneciklerden mi yoksa dalgalardan mı oluştukları konusunda kesin bir tercihe ulaşamamıştı. Işığın önde gelen üç niteliği; doğrular boyunca yayılması, aynadan yansıması ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılmasıdır. Işığın bu niteliklerini tanecik görüşüyle de dalga görüşüyle de açıklamak mümkündür. Ancak Newton döneminde bilinen olgulardan pek çoğu tanecik görüşüne destek verecek yöndeydi. Bu nedenle Newton'u izleyen fizikçilerden çoğunluğu ışığın tanecik teorisini savunmakta birleştiler. Öte yanda Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695), tanecik teorisine hiç bir şekilde ikna olmamıştı. Aynı zamanda fizikçi, matematikçi, Avrupa'da ilk sarkaçlı saati yapan bir mucit, Satürn'ün halkalarını ilk kez gören bir astronom olan Huygens, 1690'da yayınladığı kitabında, ışığın tanecik teorisini reddetmesinin nedenlerini açıklamıştı. Ona göre ışık; "eter" adını verdiği görünmez, ağırlıksız, tüm havayı ve boşluğu kaplayan bir ortamda yayılan dalgalar tarafından taşınmaktaydı. "Huygens ilkesi" denen bu varsayımla ışığın kırılması açıklanabildiği gibi, ayrıca karşılıklı gelen dalgalar birbirleri içinden geçebildikleri için karşı karşıya gelen ışık ışınlarının neden tanecikler gibi çarpışmadıkları da açıklanmış olmaktaydı. Huygens'in kanıtlarının gücüne rağmen, ışığın dalga teorisini destekleyecek deneylerin yapılması bir yüzyıl sonra gerçekleşti.

1801'de ilk kez İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829), dönemindeki ışık anlayışının değişmesine yol açacak bir deney önerdi. Young, aslında insan gözünü ve insan sesini incelemekteydi. Araştırmaları sonunda ışık ile ses arasında benzerlikler bulunduğu görüşüne ulaşmıştı. O sıralarda sesin havada dalgalar halinde yayıldığı kanıtlanmış bulunuyordu. Bu nedenle Young, ışığın da dalgalar halinde yayılması gerektiğini düşündü. Normalde dalgalar da ışık gibi doğrular boyunca yayılırlar. Ancak İtalyan fizikçisi Francesco Grimaldi (1618-1663), ışığın ince bir yarıktan geçince büküldüğünü ve demetin dağıldığını gözlemiş ve bu olaya ışığın kırınımı adını vermişti. Young, Grimaldi'nin deneyini daha da geliştirerek, güneş ışığını birbirine paralel iki yarıktan geçirdi ve arkada bir ekran üzerine düşürdü. Eğer yarıklar geniş ve aralıklı iseler ekranda iki aydınlık ışıklı nokta belirmekteydi. Ama yarıklar dar ve birbirlerine yakın iseler ekran üzerine düşen ışık, inceli kalınlı renkli çizgiler oluşturuyordu. Bu renkli çizgiler dizisine girişim deseni adı verildi ve Young, girişim olayına ancak dalgaların neden olabileceğini gösterdi. Girişim, sadece ışık dalgalarına has değildir. Su ve ses dalgaları da girişim yaparlar. Durgun bir havuz kenarında durup su yüzüne iki parmağınızı aynı anda değdirin. Su yüzünde her yöne aynı hızla yayılan iki dalga oluşturursunuz. Dalga tepeleri aynı noktada buluşursa yapıcı girişim vererek o noktada daha büyük bir dalga genliği oluşur. Bir dalga tepesi, öteki dalganın çukuruna denk gelirse, dalgalar yıkıcı girişime uğrar, birbirlerini söndürürler. Böylece kuşbakışı bakıldığında su yüzünde güzel bir girişim deseni gözükür. Thomas Young, Auguste Fresnel (1788-1827)'le birlikte girişim deneyleri yaparak ışığın dalgalar halinde yayıldığının tüm kanıtlarını ortaya koydu ve ışığın her bir değişik renginin ayrı bir dalgaboyuna karşı geldiğini gösterdi. Young'ın deneyleri dikkatle düzenlenmiş ve özenle yapılmışlardı; ama sonuçları hemen kabul görmedi. 18. yüzyılda, ışığın taneciklerinden oluştuğuna inanan ve bu görüşü benimseyen bilim adamlarının düşüncelerini değiştirmek kolay olmadı. Işığın dalgalardan oluştuğu fikrinin benimsenmesi, 19. yüzyılın ikinci yarısını bekledi. Yine aynı yıllarda William Herschel (1738-1822), ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktaydı. Bu deneylerinden birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürdü. Termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Böylece gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak kızıl-ötesi ışığı keşfetmiş oldu. Yine aynı yıllarda bir başka fizikçi Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini saptamaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşünce başlayan bir kimyasal reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerrecikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerrecikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrata batırılmış kağıt parçasının ışık görünce kararttığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), değişik



renkte ışığın fotograf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti bile. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Ritter, Herschel'in deneylerini duyar duymaz 1801'de spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneyini tekrarladı. Burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa mor-ötesi ışık adı verildi.

Bugün, hem görünür ışık dalgalarının hem de kızıl-ötesi ve mor-ötesi gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarının çok daha geniş bir elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer aldıklarını artık biliyoruz. Bu yöndeki ilk bulgular, 1821'de Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), elektrik akımının mıknatıs iğnesini etkilediğini gözlemesiyle bi-

durumdan diğer başka durumlara ani kuantum sıçramalarına artık gerek kalmadığını düşünmekteydi. Elektron geçişlerinin bir keman telinin titreşimleri gibi, bir notadan diğerine (yani bir harmonikten diğerine) geçiş olarak yorumluyordu. Yine 1927 yılında İngiliz fizikçisi Paul A. M. Dirac(1902-1984), Heisenberg ve Schrödinger yaklaşımlarını içererek genelleyen soyut bir kuantum teorisine ulaştı. Tüm bu gelişmelere karşı, başta Bohr olmak üzere elektron

rikmeğe başlamıştır. Aynı yıl Fransız fizikçisi André-Marie Ampère (1775-1836), elektrik akımı taşıyan paralel iki telin tıpkı birer mıknatıs gibi (geçen akımların yönüne göre) birbirlerini ittiklerini ya da çektiklerini gösterdi. Bu gözlemleri daha pekçok deney izledi ve elektrik olayları ile manyetizma olaylarının yakından ilişkili oldukları anlaşıldı. Bu ilişkinin matematiksel açıklamasını, 1865'de İskoç fizikçi James Clerk Maxwell (1831-1879) buldu. Böylece elektrik ve manyetizma olaylarının birlikte elektromanyetizma diye adlandırılacak kadar içiçe oldukları kanıtlandı. Maxwell, kendi adıyla anılan elektromanyetik alan denklemlerini incelerken, elektrik alanının ileri geri salınmasını sağlayarak, büyük hızlarda yayılan elektromanyetik dalgaların üretilebileceğini farketti. Hesapları sonucunda, elektromanyetik dalgaların boşluktaki yayılma hızının ışık hızına eşit olacağını buldu. Böylece ışığın kendisinin de bir tür elektromanyetik dalga olduğu sonucuna ulaştı. Elektromanyetik dalgalar bütün dalgaboylarını kapsayan çok geniş bir spektrum oluştururlar. Örnek olarak elektromanyetik spektrumun ortalarında yeralan kırmızı ışığın dalga boyu 650 nanometredir(10^9 nanometre = 1 metre). Elektromanyetik spektrumun üst ucunda, dalgaboyları çok büyük radyo dalgaları bulunur. Uzundalga radyo istasyonları, yayın için 1000 ila 2000 metre dalgaboyu aralığını kullanırlar. Spektrumun alt ucunda ise dalgaboyları çok küçük X-ışınları (veya diğer adıyla Röntgen ışını) bulunmaktadır.

Şu soruya sıra geldi: Cisimler ısıtılınca neden ve nasıl ışır? Bunun yanıtı, tüm katı cisimlerin elektromanyetik dalga yayabildikleri bilinirse verilebilir. Bir kalıp buz gibi çok soğuk bir cisim bile aslında ışımaktadır; ancak bu ışımanın genliği çok küçüktür, dalgaboyu ise gözle görülmeyecek kadar uzundur. Cisim ısıtıldıkça ışımanın genliği büyür, dalgaboyu kısalır. Yeteri kadar ısıtılan bir cisim parlak gözükür. Parlaklığın nedeni, ışınan ışığın dalgaboyunun görünür bölgeye gelmiş olmasıdır. Şimdi şöyle basit bir deney düşünelim: Bir demir çubuğu ateşe tutup ısıtırsak, ne olur? Soğuk çubuk, görünür bölgede ışımaz; üzerine düşen gün ışığının tümünü yansıttığı için bize siyah görünür. Karanlıkta ise çubuk gözükmez. Çubuk hafifce ısıtılırsa bir süre sonra görünür ışık yaymağa başlar. Işınan dalgaboyu yaklaşık 700 nanometredir. Bu nedenle çubuk karanlıkta bile kırmızı gözükür. Çubuğu daha ısıtırsak, daha güçlü ışımağa başlar. Işınan dalga boyu daha kısa, yaklaşık 630 nanometredir. Çubuğun rengi turuncuya döner. Çubuğu iyice ısıtalım. Işınan dalgaboylarının arasında genliği en baskın olan, yaklaşık 580 nanometrelik sarı renktir. Ama diğer dalgaboyları da ışınmaktadır. Çubuğu daha da ısıtabilseydik, akkor haline geldiğini görecektik. Yani spektrumun tüm dalgaboylarında ışıma bulunacak ve bunların toplamı göze beyaz gözükecekti. Bu denli basit bir deney sonucunun, 19. yüzyılda bilinen doğa yasalarıyla açıklanamaması gerçekten ciddi bir krize neden oldu. Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947), siyah cisim ışımasını açıklayabilmek için, 1900 yılında ışık enerjisinin dalga paketleri halinde, hν birimleri cinsinden aktarıldığı varsayımını öne sürmek zorunda kaldı. Bu tarih, kuantum fiziğinin başlangıcı kabul edilir.

Şimdi tekrar William Herschell'e dönelim. Aslında bir astronom olan Herschell, ışık ve ısı arasındaki ilişkiyi pratik bir problemin çözümü için araştırmaktaydı. Güneş lekelerini teleskopu ile gözlerken, renkli filtrelerle bile güneş ısısını tam engelleyemediğini fark etmişti. Hangi rengin ısıyı kesmekte en etkin olduğunu bulursa, o renkte filtre kullanarak güneş lekelerini daha rahat gözlemeyi amaçlıyordu. Sonuçta yeşil renkli filtreler üreterek kullanmağa başladı. Herschell gibi güneş lekelerini incelemekte olan bir diğer bilim adamı William Hyde Wollaston (1766-1828), 1802'de beklenmeyen bir keşifte bulundu. Güneş ışığı, elektromanyetik spektrumun tümünü doldurmuyordu. Bulunmayan dalgaboyları, yüzlerce inceli kalınlı çizgiler oluşturmaktaydı. Alman fizikçisi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), bu spektral çizgilerin 500 kadarını tek tek belirledi ve ana çizgilere harfler verdi. 1850'lerin sonunda yine bir Alman bilim adamı Gustav Kirchoff (1824-1887), tüm atomların ışığı belli dalgaboylarında soğurduklarını ve yine aynı dalgaboylarında ışıdıklarını gösterdi. Böylece, güneş ışığı spektrumundaki boşlukların, güneş atmosferindeki atomların belirli dalgaboylarında ışığı soğurmasıyla oluştuğunu anladı. Bu keşif, 20. yüzyılın başında atomlarla ışığın etkileşmesini açıklayan kuantum teorisinin bulunmasına zemin hazırladı.

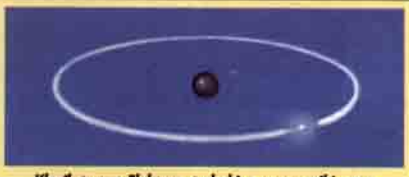
19. yüzyıl boyunca fizikçiler ışığı ve diğer elektromanyetik dalga türlerini, sürekli birer enerji akışı gibi yorumladılar. Ancak 1900 yılından sonra bu yorumunun tutarsızlıklara neden olduğu fark edildi. Max Planck'ın kuantumlu ışıma teorisi, ışığın taneçik nitelikleri taşıdığının ilk kanıtlarıydı. Niçin ışık enerjisi kuantumludur? Bunun açıklaması atomların yapısında bulunur. Maddelerin temel yapıtaşı olan atomlar, çok küçük ve yoğun bir çekirdek ile bunun etrafında dolanan elektronlardan yapılmışlardır. Elektronların çekirdek etrafında çizdikleri kapalı yörüngelerin yarıçapları farklıdır. Elektronun toplam enerjisi ne kadar büyükse çekirdekten o oranda uzakta bulunur. Dolayısıyla, bir elektron dıştaki bir yörüngeden içteki çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye geçerse enerji kaybeder. İşte bu enerji, bir ışık kuantumu veya diğer adıyla bir foton olarak serbest kalır.

Doğada bulunan atomların çoğunluğu, birden fazla sayıda elektrona ve pek çok farklı enerji düzeylerine sahiptirler. Bir atomun hangi dalgaboylarında ışık ışıyacağı; elektronların mümkün enerji düzeylerinden birinden diğerine geçerken ortaya çıkan enerji değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu dalgaboylarının tümüne atomun ışıma spektrumu adı verilir. Işıma spektrumuna bakarak, bu spektrumu veren atomun kimliği tam olarak belirlenebilir.

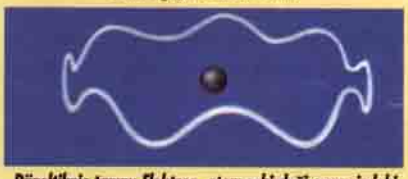
Planck'ın kuantum varsayımına ikinci ve en güçlü destek, 19. yüzyıldan beri bilinen fotoelektrik etkisinin açıklanması oldu; bir metal üzerine ışık tutulursa, ışık yüzey atomlarından elektron koparark bir elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu etkiyi, Philipp von Lenard (1862-1947) ayrıntılarıyla incelemiş ve yüzeye düşen ışığın frekansı ile yüzeyden kopan elektronların enerjisi arasında basit fakat nedeni anlaşılamayan lineer bir bağıntı bulmuştu. Düşük genlikli, zayıf bir ışık daha az sayıda elektron koparabilir. Dolayısıyla çıkan akım daha küçük olur. Ancak kopan bir elektronun enerjisi sadece ışığın dalgaboyuna bağlıdır; genlikle değişmez, aynı kalır. Albert Einstein (1879-1955) fotoelektrik etkinin açıklanmasının, ışığın kuantum teorisinde bulunduğunu gösterdi ve 1921 yılında Nobel ödülünü bu keşfi nedeniyle kazandı.

Işığın parçacık niteliğine bir örnek: Fotoelektrik etki

dalgası kavramından rahatsızlık duyan fizikçiler çoktu. Bir dalga veya bir dalga paketi nasıl olup da Geiger sayacında tıpkı bir tanecik gibi sayım verebilmekteydi? Atomun içinde gerçekten "salınan" ne olabilirdi? 1927'de Bohr bu sorulara Schrödinger'in hiç de hoşuna gitmeyen bazı yanıtlar getirdi. Bohr, öncelikle elektron dalgası denen şeyin soyut bir nicelik olarak ele alınması gerektiğini gösterdi. Elektron dalgaları bir havuzdaki dalgalar gibi, uzayda gerçek salınımlar olamazlardı. Ancak matematiksel soyut bir uzayda, kompleks salınımlarla temsil edilebilirlerdi. Daha da önemlisi, her bir taneciğin (örneğin bir elektronun) tarifi için bu soyut uzayda üç değişkenin verilmesi gerekiyordu. Böylece bir elektron üç boyutlu bir uzayda dalga ile tarif edilirken; etkileşen iki elektron altı boyutlu bir uzayda, üç elektron ise dokuz boyutlu bir uzayda verilebilmekteydi. Dolayısıyla Schrödinger'in yaklaşımında da elektronun bir durumdan diğer başka bir duruma geçişi matris mekaniğindekinden daha anlaşılır hale gelmemekteydi.

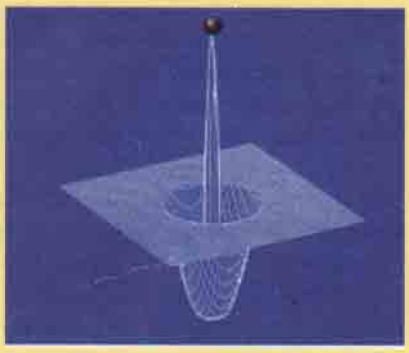


Klasik tanım: Elektron, tıpkı bir gezegen gibi, atom çekirdeği çevresinde döner.



Düzeltilmiş tanım: Elektron, atom çekirdeği çevresindeki kapalı yörüngede dalga hareketi yapar.

Kuantum fiziği: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.



Matematik: Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektronun yoğun bir yük oluşturmasına ilişkin diyagram.

Atomun Yapısı

Tekin Dereli

19. yüzyılda, maddenin en küçük yapıtaşı olarak tanımlanan atomların birer iç yapısı bulunduğuna ilk deneysel kanıt, J.J. Thomson'un (1856-1940) 1897'de katod ışınlarında elektronları keşfetmesi olmuştur. Katod tüplerini ilk yapan William Crookes (1832-1919), havasını boşalttığı bir cam tüp içerisine iki metal elektrod yerleştirerek bunlar arasına elektrik potansiyeli uygulamıştı. Katod adı verilen eksi yüklü elektrod, ısıtıldığında gözle görülmez bir ışın yaymaktaydı. Katod ışınını gözlemek için Crookes, iki elektrod arasına metal bir cisim koyuyor ve cismin gölgesini tübün diğer ucuna sürdüğü floresans maddenin ışıltısı üzerine düşürüyordu. Döneminin en yetenekli deneysel fizikçilerinden olan Thomson, Crookes tüpleri (veya bugün bildiğimiz anlamıyla TV tüpleri) içinde son derece düşük basınçlara ulaşabildi. Böylece katod ışınlarını elektromanyetik alanlardan geçirerek elektrik yükünü belirledi ve kütle ölçümleri yaptı. Katod ışınlarının eksi elektrik yüklü, kütlesi hidrojen atomu kütlesinin yaklaşık 2000'de biri olan taneciklerden oluştuğunu kanıtladı. Tüpü hangi gazla doldurursa doldursun, elektrodları hangi metalden yaparsa yapsın, hep elektron adı verilen bu tanecikler çıkmaktaydılar. Thomson, bu gözleminden hareketle, elektronların bütün atomlarda bulunduğu ve o güne kadar bölünemez sanılan atomun yapıtaşlarından birisi olduğu sonucuna ulaştı. Atomlar net elektrik yükü taşımadıklarına göre, elektronların eksi yükünü dengeleyen net bir artı yük içermeliydiler. Thomson, atomu, artı yükün düzgün dağıldığı minik bir top gibi tasarladı. Elektronlar, top içine gömülmüş minik zerreciklerdi. Bu model Thomson'un mensubu bulunduğu Cambridge Üniversitesi'nde, akşam 5 çaylarında epey tartışılmış olmalı ki, bugün bile "üzümlü kek" modeli diye anılmaktadır. Thomson'un atom modeline en büyük eleştiriyi, Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) getirdi. Manchester Üniversitesi'nde öğrencileriyle beraber 1911'de gerçekleştirdiği deneylerle, Thomson'un modelinin doğru olamayacağını kanıtladı. Rutherford, artı elektrik yüklü, ağır α-parçacıkları ile, birkaç atom kalınlığına kadar inceltilmiş altın levhaları bombardıman etti. Thomson modelinden beklenen, α-parçacıklarının hemen tamamının levhadan geri saçılmasıydı. Oysa beklenmeyen bir sonuç alındı; α-parçacıklarının hemen tamamı sanki levha yokmuş gibi yollarına devam ediyor, pek az bir kısmı geri saçılıyorlardı. Rutherford, bu gözlem sonucuna dayanarak atomların tıpkı küçük birer güneş sistemi gibi düşünülmeleri gerektiğini öne sürdü. Atomlar merkezde artı yüklü, ağır fakat son derece küçük birer çekirdekle bunun etrafında gezegenler gibi dolanan elektronlardan oluşmalıydı. Ancak burada son derece ciddi bir sorun ortaya çıktı. 19. yüzyılın fizik yasaları, Rutherford modelinde elektronların birer spiral yörünge boyunca hareket ederek sonlu bir zaman aralığında çekirdek içine düşmelerini gerektirirdi. Oysa ortada atomların böyle bir olay sonucu yokolduklarına dair en ufak bir kanıt bulunmuyordu.

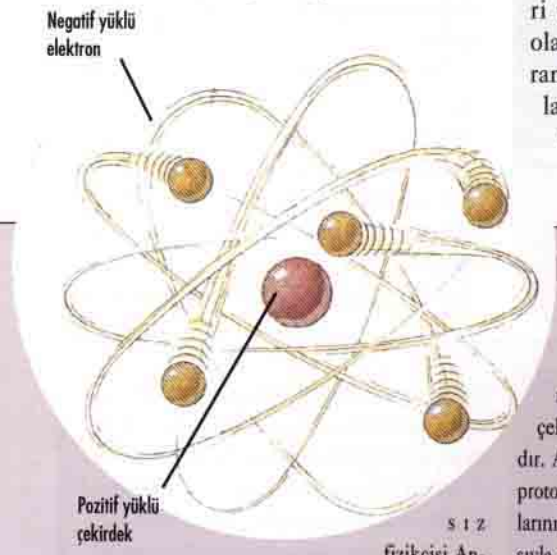
Rutherford saçılma deneylerini yaparken onun yanında Manchester'de bulunan Danimarkalı teorik fizikçi Niels Bohr (1885-1962), Planck'ın ışık kuantumu fikrinden esinlenerek ilginç bir atom modeli geliştirdi. Bohr, atomlara bağlı elektronların ancak belli enerji değerlerine sahip olurlarsa kararlı kalacaklarını varsaydı. En düşük enerji değerine sahip elektronlar, çekirdeğe en yakın bir kapalı yörünge üzerinde bulunacaklar; daha büyük enerji değerlerine sahip elektronlar ise çekirdekten daha uzak yörüngelere yerleşeceklerdir. Bohr, 1913 yılında öne sürdüğü bu model ile ışık ve madde arasındaki yakın ilişkiyi de açıklayabildi. Bohr'a göre atomun elektronları bir enerji düzeyinden, boş olan başka bir enerji düzeyine geçebilmek için ya bir foton ışır ya da uygun enerjiye sahip bir foton soğururlar. Soğurulan veya ışınan fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farka eşittir. Bu varsayım yardımıyla hidrojen atomu ve helyum atomu ışıma spektrumlarının tam olarak elde edilebilmesi Bohr'un en çarpıcı başarısıdır. Bir süre sonra, çok elektronlu atomların ışıma spektrumlarının daha ayrıntılı incelenmesi sonucu, aynı enerji düzeyinde en fazla iki elektronun bulunabildiği anlaşıldı. Böylece çok elektronlu bir atom; elektronları en içteki yörüngeden başlamak üzere enerji düzeylerini ikişer ikişer doldurarak, kabuk dediğimiz katmanlı bir yapı görünümünde olacaktır. Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en dış kabuktaki elektronlardır. Dış kabukları tamamen dolu atomlar (helyum ve neon gibi asal gazlar), dış kabuğunda sadece tek elektron bulunan atomlara (hidrojen, lityum ve sodyum gibi alkali metaller) göre daha az kimyasal reaksiyona girerler. Bir atomun başka atomlarla bağ yaparak molekülleri oluşturmasından da, en dış yörünge elektronları sorumludur.

19. yüzyılın son yıllarında, sadece atomun iç yapısı açıklığa kavuşmadı. Ayrıca atomların ışın salarak değiştikleri de gözlendi. İlk kez 1896'da Fran-

Kuantum mekaniğinin pratiği, 1920'lerin sonunda Niels Bohr ve Max Born'un geliştirdikleri fikirlerin çevresinde oluştu. Böylece kuantum mekaniği her fizikçinin anlayabileceği bir anlatıma kavuştu. Bu teori yardımıyla, atomların ve moleküllerin iç yapısı sanki biliniyormuş gibi rahat hesap yapılmasını sağlayan bir kurallar bütünü ortaya çıktı. Bu kapsamda Bohr'un katkısı, kuantum dünyasında dalgalarla taneciklerin uyumunu sağlayan bir felsefi yorumun temeli atmak oldu. Born ise bizleri, kuantum teorisinin doğru yorumuna götüren istatistiksel kuralları belirledi.

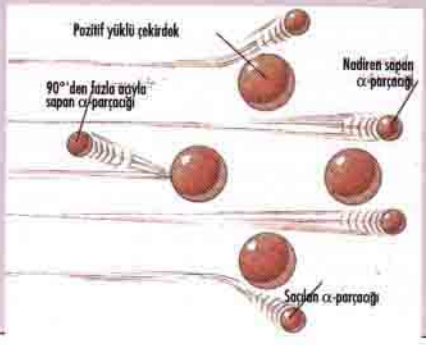
James Chadwick'in nötron dedektörü

Bohr'a göre hem parçacık fiziği hem dalga fiziği, eşit oranlarda geçerli ve aynı gerçeğin birbirlerini tümleyen iki tarifidirler. Bu tariflerin herbiri tek olarak ele alındığında yeterli olamazlar. Fakat doğada parçacık kavramı ile tarifi daha uygun düşen olaylar varolduğu gibi, tarifi dalga kavramına uygun düşen diğer pekçok olay daha vardır. Elektron gibi temel bir nicelik, tam olarak ne bir parçacık ne de bir dalgadır. Bazen bir dalga gibi davranır, başka zamanlar ise bir parçacık gibi tepki verir. Bir elektronla yapılacak deneyden alınan yanıt, sorulan soruya bağlıdır. Eğer parçacık arıyorsanız, parçacık bulursunuz fizikçisi Antoine Becquerel (1852-1908) tarafından bir rastlantıyla gözlenen bu olaya radyoaktivite adı verildi. Becquerel, uranyum kristallerinin gözle görünmez, çok girici ışınlar yayarak fotograf kağıdını kararttığını gözlemişti. Bu yeni keşif üzerinde çalışan Pierre Curie (1859-1906) ve Marie Curie (1867-1934) çifti, uranyum cevherinin, saf uranyumdan daha radyoaktif olduğunu fark ettiler. 1902'de, radyum ve polonyum adını verdikleri iki yeni radyoaktif elementi izole etmeyi başardılar. Radyoaktivitenin fiziksel nedenini araştıranlar arasında Ernest Rutherford da vardı. Önce, radyoaktivite ile salınan ışınların α, β, γ adı verilen üç değişik türü saptandı. Rutherford, α-ışınlarının helyum çekirdeğinden ibaret olduğunu kanıtladı. β-ışınları ise hızlı elektronlardan başka bir şey değildiler. Bir atom α-veya β-ışını vererek bozulur, yani atom değişerek başka bir atoma dönüşür. Bu sırada, çok kısa dalgaboylu bir elektromanyetik dalga olan γ-ışını da çıkabilir. 20. yüzyılın başında, simyacıların düşü artık gerçek olmuştu.

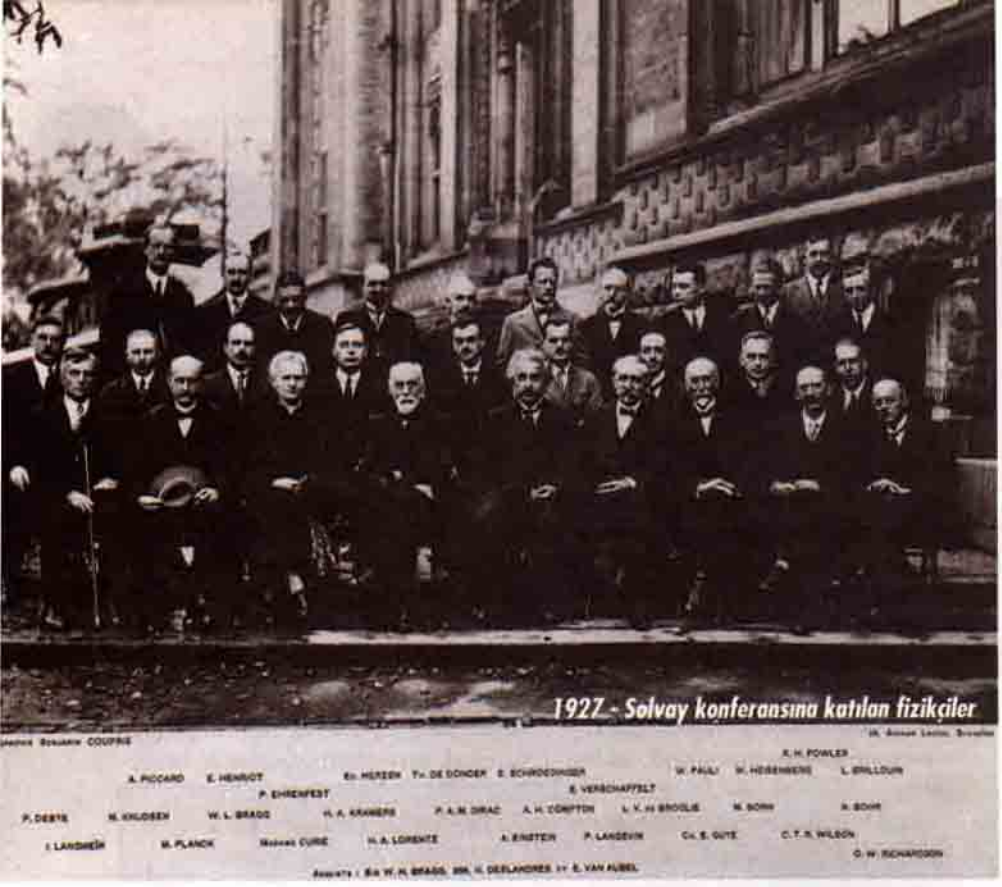


Radyoaktivite üzerinde araştırma yapan Rutherford, 1919'da artı yüklü atom çekirdeklerinin proton adını verdiği parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü. Protonları gözlemek için, α-parçacıklarıyla bombardıman ederek azot atomlarını parçalamaktaydı.Rutherford, önceleri, bir proton ile bir elektronun birbirlerini nötrleştirerek yüksüz bir çift halinde çekirdek içinde bulunabileceğini düşünüyordu. Fakat 1932'de Rutherford'un eski öğrencilerinden James Chadwick (1891-1974), α-parçacıklarıyla berilyum atomlarını bombardıman ederek, elektrik yükü taşımayan, kütlesi protonunkinden biraz daha büyük, nötron adını verdiği bir parçacık keşfetti. Atom çekirdekleri, proton ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomun kütlesini belirleyen, çekirdeğindeki proton ve nötronların sayılarıdır. Atomun elektronlarının sayısı protonlarının sayısına eşittir. Dolayısıyla atomun kimyasal niteliklerini belirleyen, çekirdeğindeki protonların sayısı olacaktır. Aynı sayıda protona fakat farklı sayıda nötrona sahip iki atom, benzer nitelikler taşıyacaktır. Bunlara birbirinin izotopu denir. Örnek olarak, en basit atom olan hidrojenin çekirdeği tek bir protondan ibarettir. Ancak doğada, çekirdeği bir proton ve bir nötrondan ibaret olan döteryum ve çekirdeği, bir proton ve iki nötrondan oluşan trityum izotopları da eser miktarlarda vardır.

Chadwick'in gözlemleri, nötronların çekirdek içinde bulunan yeni bir tür parçacık olduğunu, bir elektron proton çifti gibi yorumlanamayacağını kesin kanıtlamıştır. Ama bir nötronun yokolarak bir proton ile bir elektrona bozunması için belirlenen yarı yaşam süresi sadece 15 dakikadır. Yani çok sayıda özdeş nötron biraraya konabilse, 15 dakika sonra bunlardan yaklaşık yarısının yokolduğu görülürdü. Bunun neden olduğu nükleer dönüşüme β-bozunumu adı verilmektedir. Bir elektron ile bir protonun hızla çarpışarak yok olmaları yerine, bir nötron yaratılması da mümkündür. Bu olayın neden olduğu nükleer dönüşümü de ters β-bozunumu denir. 1932'de bir an için atomlar; proton, nötron ve elektron denilen üç temel parçacıktan yapılırlar gibi hoş ve basit bir görüş oluşmuştu. Ancak bu iyimser tablo aynı yıl silindi gitti.



Önce, β-bozunumda enerji, momentum ve açısal momentum korunum yasalarının sağlanmadığı farkedildi. En temel fizik yasaları olan bu korunum yasalarından vazgeçilemedi. 1932'de Avusturya'lı fizikçi Wolfgang Pauli (1900-1958), doğada nötrino adı verilen, elektrik yüksüz, kütlesiz (yani ışık hızında hareket eden) bir parçacık bulunması ve β-bozunumunda yer alması gerektiğini öne sürdü. Diğer temel parçacıklarla etkileşmesi çok zayıf olan nötrinoların kozmik ışınlarda gözlenmesi 1950'leri buldu. Yine 1932'de, artı yüklü pozitron keşfedildi. Dirac'ın relativistik dalga denklemiyle bütünleştirildiğinde bu keşif, anti-proton, anti-nötron, anti-nötrino v.b. parçacıkların da varlığını gerektirmekteydi. Bu parçacıkların hepsi, 2. Dünya Savaşından sonra inşa edilen hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarda gözlendiler. Bundan da öteye, daha 1940'larda kozmik ışınlarda ağırca bir elektron denebilecek yeni bir parçacık türü olan muonlar ile tamamen yeni nitelikler taşıyan pionlar keşfedildi. Pozitronun benzeri olan anti-muon ile muon nötrinosu ve muon anti-nötrinosu da, daha sonraki tarihlerde gözlendi. Pionların artı yüklü, eksi yüklü ve yüksüz olmak üzere üç türünün varlığı kanıtlandı. Günümüzde buna benzer yüzlerce temel parçacık türü bilinmektedir. Bunları ağır anlamına hadron denen ve hafif anlamına lepton denen iki ana grupta incelemekteyiz. Proton ve nötron; hadron sınıfında, elektron ve nötrino; lepton sınıfında bulunmaktadır. Leptonların basit parçacıklar olmasına karşı, hadronların kuark adı verilen daha basit parçacıklardan yapılmış oldukları artık biliniyor. Bu temel parçacıkların özelliklerini, kuantum mekaniği olmadan anlamak olası değildir.



1927 - Solvay konferansına katılan fizikçiler

sunuz; dalga arıyorsanız, dalga bulursunuz. Fakat hiç bir şart altında, bir elektronun aynı anda hem bir dalga hem de bir parçacıkmış gibi davrandığını gözleyemezsiniz. Bohr'un, dalga ve parçacık niteliklerini, birbirini tamamlayan kavramlar olarak öne süren bu görüşleri, dalga-parçacık ikiliğinin çağdaş anlamda ifadesidir. Gözlenen, gözlemci, gözlem süreci kavramlarını daha önce hiç bir fizik teorisinde görülmemiş ölçüde ön plana çıkarmaktadır.

Born ise bize elektron dalgalarının nasıl yorumlanması gerektiğini göstermiştir. Schrödinger denklemini sağlayan değişkene dalga fonksiyonu adı verilir ve genelde, Yunan alfabesinden Ψ (psi) harfi ile gösterilir. Born'a göre parçacıklar gerçektir, fakat bir şekilde hareketleri kompleks

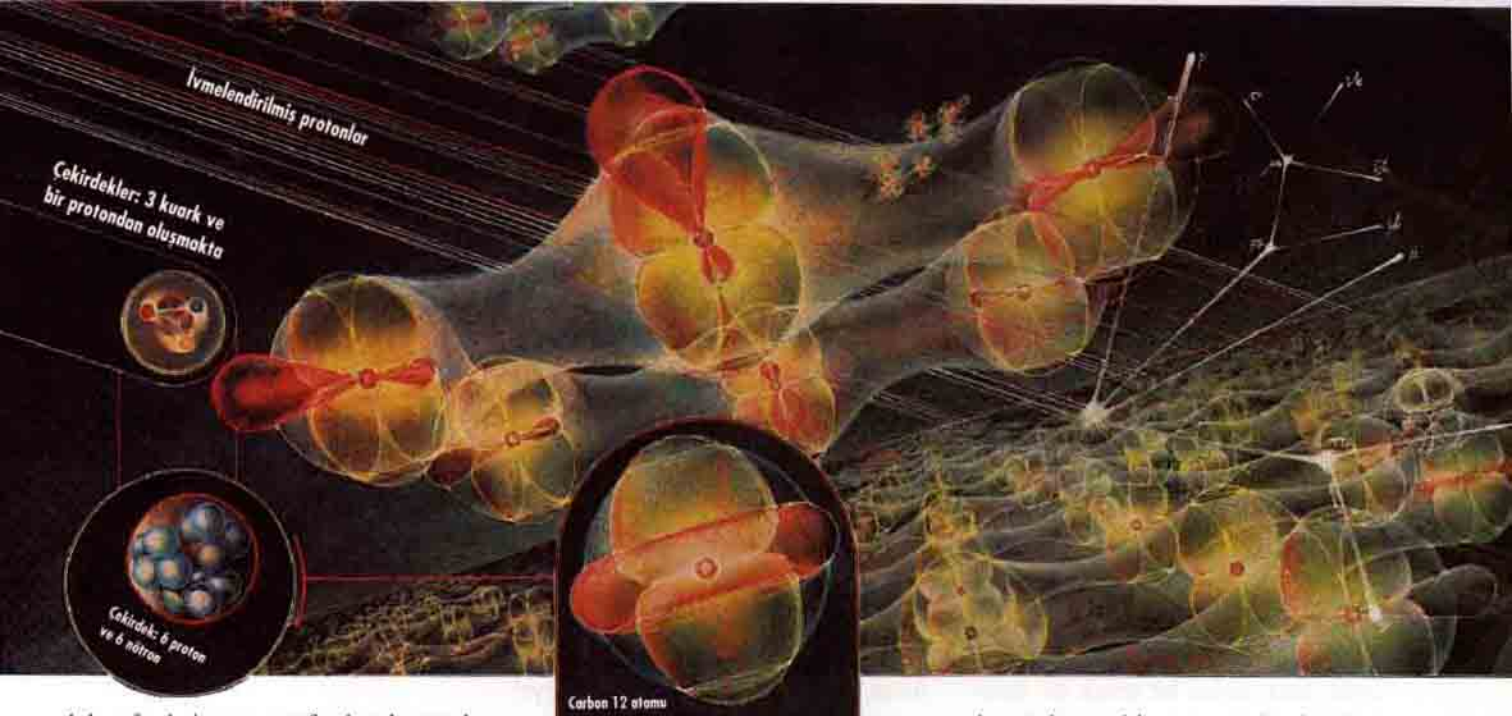
Ölümünün 10. Yılında

Paul A.M. Dirac

Kuantum mekaniğinin kurucularından İngiliz teorik fizikçisi Paul Adrien Maurice Dirac, 1902'de Bristol'da doğdu. 20 Ekim 1984'de Amerika'da, emekliliğini geçirdiği Florida'da yaşama veda etti. Matematiğe olan yeteneğini çok erken yaşta belli eden Dirac, önce Bristol Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği eğitimi gördü. Bu dönemde öğrendiği yaklaşıklık yöntemlerinden ileriki çalışmalarında önemli ölçüde yararlanmıştır. Dirac, problem çözerken sezgisel yaklaşıma öncelik veren fizikçilerdendi. Ona göre, fazlasıyla karmaşık olan gerçek doğaya ilişkin olgular, kısa ve kesin matematik kurallarıyla tam açıklanmış olamazlardı; bir fizikçi, fikirlerini ancak gerçekliğin yaklaşık bilgileriyle geliştirebilirdi.

1921'de üniversiteyi bitiren Dirac, teorik fizik çalışmalarına başlamadan önce iki yıl daha matematik okudu. Daha sonra teorik fizik çalışmak üzere Cambridge'de St. John's College'a girdi. Dirac'ın fiziğe ilk temel katkısı, 1926'da yazdığı bir makalede, kuantum mekaniğinin soyut bir matematik formülasyonunu vermesiyle olmuştur. Almanya'da Max Born, Pascual Jordan ve Werner Heisenberg, Dirac'tan hemen biraz önce matris mekaniğini geliştirmiş bulunuyorlardı. Bunlardan bağımsız olarak, İsviçre'de Erwin Schrödinger, kuantum kurallarının dalga mekaniğini keşfetmişti. Dirac'ın kuantum mekaniği, bu iki yaklaşımı da içeren, çok daha kapsayıcı ve mantıksal açıdan daha basitti. Kuantum mekaniğinin keşfi nedeniyle 1932 Nobel Fizik Ödülü Heisenberg'e verilirken 1933 ödülünü Dirac ve Schrödinger paylaştılar. Dirac; ödülden bir yıl önce, mezun olduğu ve ders verdiği Cambridge Üniversitesi'nde, geçmişte Isaac Newton'un bugün Steven Hawking'in işgal ettikleri Lucas Kürsüsü Matematik Profesörlüğüne atanmış bulunuyordu.

Dirac'ın kuantum fiziğine ikinci temel katkısı, 1928'de özel relativite teorisini kuantum mekaniğine uyuşturması olmuştur. Dirac, ışık hızına yakın hızlarda hareket eden bir elektronun ancak birbirine bağlı dört diferansiyel denklemi sağlayan dört dalga fonksiyonuyla tanımlanabileceğini gösterdi. Dirac'ın tek bir matris denklemine eşdeğer relativistik dalga denklemleri, kuantum teorisinde bir çığır açmıştır. Dirac denkleminin doğal öngörülerinden birisi, elektronların spin açısal momentumu taşıdıklarını göstermesidir. Elektronun spin taşıdığı daha önceden deneylerle kanıtlanmıştı, ancak spinin gözlenen nitelikleri kuantum mekaniğinde doğal bir açıklamaya kavuşturulamamıştı. Ancak Dirac denkleminin esas hayranlık uyandıran yönü doğada anti-parçacıkların varlığını öngörmesidir. Dirac denklemi, bağlı elektronların eksi enerji düzeylerinin kaçınılmaz varlığını gerektirir. İlk bakışta bunun fiziksel gerçekliğe uymayacağı açıktır. Dirac, daha sonraki makalelerinin birinde tümü dolu eksi enerji düzeylerinden bir elektronun çıkarılması halinde, geriye kalan değişiğin ortamda kısa ömürlü artı elektrik yüklü bir parçacık gibi davranacağını buldu. Dirac'ın bu öngörüsü, 1932'de Carl Anderson'un çektiği sis odası resimlerinde; kütlesi elektronunkine eşit, elektrik yükü ters işaretli pozitron adı verilen elementer parçacığın kozmik ışınlarda varlığının kanıtlanmasıyla doğrulandı. Çok daha sonra 1955'de anti-proton da bulundu. Böylece anti-parçacıkların varlığını öngören Dirac denklemi tam bir başarıya ulaştı. Dirac'ın yaratıcı zekası bunlarla yetinmedi. Çekirdek-altı parçacıkların yaratılmasını ve yokolmasını açıklayan kuantumlu elektrodinamik alan teorisinin inşasında ilk adımları attı. Bir diğer çalışmasında Maxwell teorisini manyetik monopolları kapsayacak biçimde genelleştirdi. Öte yandan, özdeş elektron sistemlerinin sağladığı Fermi-Dirac istatistiğini kurdu. Bütün bu çığır açan keşiflerin sahibi Dirac, daha 1932'de teorik fiziğe ilişkin görüşlerini açıklarken "doğanın temel yasaları, olguların altında yatan ama insan zihninin hiç bir zaman tam olarak algılayamayacağı bir tözü denetler" demekteydi. Dirac, bu görüşüne sadık kalarak hiç bir çalışmasında, matematik simgelerle tanımladığı olguların görüntüsel modelini ya da felsefi yorumunu vermeğe yanaşmamıştır.

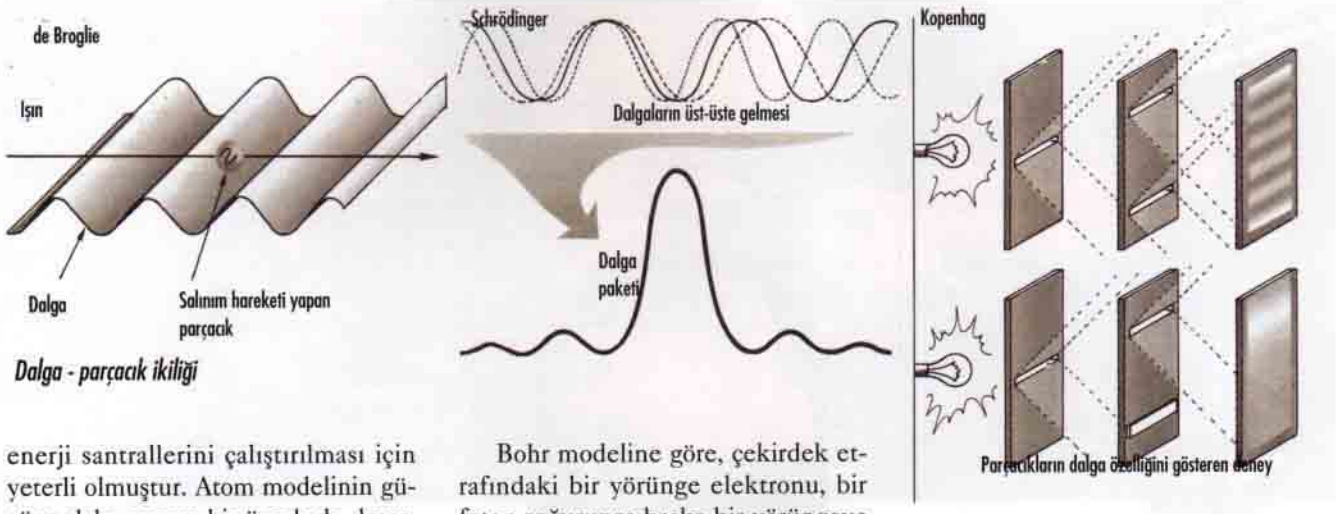


dalga fonksiyonu tarafından kontrol edilmektedir. Uzayda bir noktada, belli bir anda hesaplanan dalganın genliği (yani $|\Psi|^2$), parçacığın o noktada, o anda bulunması olasılığını verir. Bir elektron (veya bir başka parçacığın) ne zaman, nerede olacağını kesinlikle bilemeyiz. Ancak; dalga fonksiyonu biliniyorsa, bir noktada elektronu gözlemek için deney yaptığımızda elektronu gözleme olasılığını hesaplayabiliriz. Bu görüşe göre; rasgele bir elektron, pekala uzayın herhangi bir noktasında bulunabilir. Ancak uzayın belli bir bölgesinde bulunması olasılığı, örnek olarak hidrojen atomuna bağlı bir elektronun Bohr yörüngesi çevresinde bulunması olasılığı, diğer başka uzay bölgelerinde bulunması olasılığından çok daha büyüktür. Durum aynen şuna benziyor: İçinde bulunduğumuz odadaki hava moleküllerinin tümünün bir an için odanın bir köşesine toplanması olasılığı, istatistik mekanik kurallarına göre sıfırdan farklıdır, fakat bu olasılık pratikte önemli olmayacak kadar küçüktür. Born'un olasılık yorumu, zaten tam olarak bilinemez olan bu evrenin bilinebilirliğini biraz daha eksiltmiş oldu.

Bohr'un ve Born'un fikirleri, Heisenberg'in savunduğu belirsizlik ilkesiyle tam bir uyum halindedir. Parçacık ve dalga niteliklerini birarada taşıdıkları için, elektron ve elektron gibi taneciklerin konumu ve momentumu aynı anda ölçülerek birlikte belirlenemez. Ancak, bir parçacığın "konumu" ölçülebilir. Dalgaların uzayda tek bir konumu yoktur; ama "momentum" taşırlar. Bu niteliklerin her birisi tek başına istenilen kesinlikte ölçülerek tam belirlenebilir. Fakat bir nitelik ne kadar kesin belirleniyorsa diğer nitelik o oranda belirsiz kalacaktır. Eğer parçacık niteliklerini ölçüyorsak, bir elektronu parçacık gibi davranmağa iteriz; dalga niteliklerinden uzaklaştırırız. Tersine, eğer dalga niteliklerini ölçüyorsak, elektronu bir parçacık değil de bir dalga gibi davranmağa zorlarız. Böylece gözlemci, deneyin ayrılamaz bir parçası olmaktadır. Belirsizlik ilkesi, asla ölçüm aletlerinin ve ölçme süreçlerinin yetersizliğinden doğan teknik bir soruna bağlanamaz. Doğanın temel bir özelliği olarak karşımızda durmaktadır.

Belirsizlik ilkesi, parçacık-dalga ikiliği, olasılık tanımı ve gözlemcinin ölçülen sistemin bir parçası haline gelmesi ile ifadesini bulan bu fikirlerin toplamı, -bir kısmı Max Born'un çevresinde, Göttingen'de oluşmuş bulunmakla beraber- Niels Bohr'u onurlandırmak amacıyla kuantum mekaniğinin "Kopenhag Yorumu" adıyla anılagelmiştir. Bir kez Kopenhag yorumu kabaca ortaya konduktan sonra, fizikçilerin eski kuantum teorisi kapsamında oluşan atom modelinin eksikliklerini aşmaları ve 1930'larda atom ve molekül fiziği için daha gerçekçi modeller geliştirmeleri uzun sürmedi.

Atomların yapısının anlaşılmasında kuantum mekaniği kesin bir zafer kazanınca, fizikçiler doğal olarak gayretlerini atom çekirdekleri üzerine yoğunlaştırdılar. Pekçok pratik başarıdan sonra, bugün bile çekirdek fiziğini, temelde atom fiziği kadar iyi anladığımızı iddia edemeyiz. Tipik bir atom çekirdeğinin yarıçapı, atomun yarıçapından yaklaşık 100.000 kez küçük olduğuna göre, bu pek de şaşırtıcı gelmemelidir. Atomun hacmi, yarıçapının küpüne orantılıdır, dolayısıyla çekirdek, atomdan 10^{15} kez daha küçüktür diyebiliriz. Çekirdeğin yapısı üzerine bildiğimiz, az çok fizikçilerin 1920'lerde Bohr atomu üzerine bildikleriyle karşılaştıracak düzeydedir. Bu kadar bilgi bile, fizyon ve füzyon bombalarının yapımı veya nükleer



Dalga - parçacık ikiliği

enerji santrallerini çalıştırılması için yeterli olmuştur. Atom modelinin gücüne daha çarpıcı bir örnek de, laserlerin keşfi olmuştur. Lazer fiziği (en azından genel terimler çerçevesinde), Bohr modeli yardımıyla, yani belirsizlik ilkesi ya da parçacık-dalga ikiliğine gerek kalmadan da anlaşılabilir.

Bohr modeline göre, çekirdek etrafındaki bir yörünge elektronu, bir foton soğurunca başka bir yörüngeye geçer. Böylece uyarılmış bir atom kendi haline bırakıldığında, elektron eninde sonunda geldiği düşük enerji düzeyine geri dönecektir. Geçiş sırasında atom, belli bir dalga boyunda foton ışıyacaktır. İlk kez 1917'de Albert Einstein(1879-1955) tarafından incelenen bu sürece, atomun kendiliğinden ışıması adı verilir. Einstein,

Lazer

Tekin Dereli

Görünür ışık; farklı dalgaboylarının, yani farklı renklerin karışımıdır. Ayrıca, atomların genellikle rastgele ışımaları nedeniyle atomik ışınımlarla çıkan ışık dalgaları da aynı fazda olmazlar. Dolayısıyla olağan bir ışık, hem değişik dalgaboylarını hem de değişik fazda dalgaları içermektedir. Ancak, lazer ışığı bundan farklıdır; lazer ışığının tek bir dalgaboyu vardır ve aynı dalgaboyundaki dalgalar eşuyumludur yani hepsi aynı fazdadır (Adi adım yürüyen asker ile uygun adım yürüyen asker arasındaki fark gibi). lazer ışığını üretmek için yükseltici ortam adı verilen bir katıya, bir sıvıya veya bir gaza enerji basmak gereklidir. Yükseltici ortam enerji aldıkça, atomlar sadece belli bir frekansta ışık salmağa başlarlar. Bir atomdan çıkan ışık, komşu atoma çarptığında onu da aynı frekansta ışımaya zorlar. Böylece oluşan bir zincir etkisi sürerek, pek çok atomun aynı anda ve aynı frekansta ışımasına neden olur. Çıkan ışık, özel aynalar arasında ileri geri yansıyarak lazer içerisinde biriktirilir. Işık genliği yeteri kadar büyüdüğünde yarı-yansıtıcı aynadan geçerek aygıt dışına çıkar ve böylece bir lazer pulsu oluşur. İlk çalışan lazer, Theodore Maiman tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Maiman, yükseltici ortam olarak, silindir şeklinde bir yapay yakut kristali kullanmıştı. Optik pompalama eylemi, silindirin çevresine spiral şeklinde dolanan bir lamba ile gerçekleştirilmekteydi. En dışta ise çıkan ısıyı soğurmak üzere, bir suyla soğutma sistemi bulunmaktaydı. Maiman'ın laserinin boyutları bir kaç cm olmakla beraber mükemmel çalışmakta ve pulslu (695 nm dalgaboyunda) kırmızı lazer ışığı üretmekteydi.

Ticari amaçlı kullanım bulan lazerlerin bir kısmı mavimsi-yeşil ışık veren helyum-neon lazerleridir. Bu tür lazerlerde, helyum ve neon gazlarının karışımıyla dolu bir tüp elektrik akımıyla uyarılarak ışık üretilir. Elektrik akımı helyum atomlarını uyarır. Bunların neon atomlarıyla çarpışması yoluyla enerji neon atomlarına aktarılır. lazer ışığını veren, neon atomlarının ışımasıdır. Tüpün uçlarından birine tam yansıtıcı, diğerine ise yarı saydam bir ayna takılmıştır. Lazer ışını yarı saydam aynadan çıkmaktadır.

Işıkla Kesme İşlemi

Uzun dalgaboylu lazerler, bir yüzey üzerinde dar bir bölgeye odaklanarak, çok yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Bu sıcaklık, kumaştan oto yapımında kullanılan çelik saçlara kadar pekçok malzemeyi kesmeye yeterlidir. lazer ışını, ayna düzenekli kollar boyunca yöneltilerek, kansız ameliyatlar yapılmasını da sağlamaktadır. Lazerler, son yıllarda özellikle göz ameliyatlarında, geniş uygulama bulmuştur. Lazer ışınının, kesme işlemi için kullanımındaki en büyük avantajı; kesici aletlerin körelmesi gibi bir sorun taşımamasındadır. Elde edilen yüksek sıcaklıklar nedeniyle lazerler, metallare nokta kaynak yapımında da kullanım bulurlar.

Lazerle Ölçüm İşlemleri

Lazer demetleri, dağılmadan çok uzun mesafelerde bir doğru boyunca yayılabilir. Bu nedenle, inşaat projelerinde (örnek olarak tünel açımında) yaygın kullanım bulmaktadırlar. Ayrıca, lazer ışığı çok duyarlı mesafe belirlemekte yararlıdır. Bunun için, bir lazer demeti ikiye ayrılır ve iki ayrı yüzeyden yansıtılarak tekrar bir araya getirildiklerinde verdikleri girişim desenine bakılır. Böylece, girişim çizgilerindeki kaymaları ölçerek iki uzak cisim arasındaki mesafeyi son derece duyarlı bir biçimde hesaplamak olasıdır.

elektronun düşük enerji düzeyine geri gidişi için geçen sürenin istatistik çıkarımını araştırmaktaydı. Ancak bahsi geçen geçişe bir yol daha vardır. O da; uyarılmış atomun, üzerine düşen bir fotonla etkileşerek fazla enerjisini kaybetmeye ve düşük enerji düzeyine (taban durumuna) geçmeğe zorlanmasıdır. Bu sürece, uyarılmış ışıma adı verilir ve ancak atomla etkileşen fotonun dalgaboyu, atomun ışıdığı fotonun dalgaboyuna eşit ise mümkün olur.

Bir kristal örgüsü üzerine sıralanmış bir dizi uyarılmış özdeş atom düşünelim. Kristal üzerine, rezonans dalgaboyuna sahip bir foton yollayarak bir atomun ışımasını sağlayalım. Çıkan iki foton, diğer iki atomun ışımasını sağlar; çıkan dört foton dört atom daha uyarır ve böylece, ışıyan atomların sayısı üstel olarak katlanır. Elde edilen eş zamanlı (senkronize), dolayısıyla yüksek genlikli elektromanyetik dalgaların, dalga çukurları ve dalga tepeleri birlikte ilerledikleri ışın demeti için dağılmaz. Buna lazer ışını diyoruz. (Laser: Light amplification by stimulated emission of radiation-Uyarılmış ışıma yoluyla ışık genliğinin yükseltimi) lazer uygulamalarındaki beceri, kuantum teorisinin kullanımında değil; atomların yüksek enerji düzeyine "pompalanması" ve orada uyarıma hazır biriktirilmeleri için gereken teknolojinin geliştirilmesindedir.

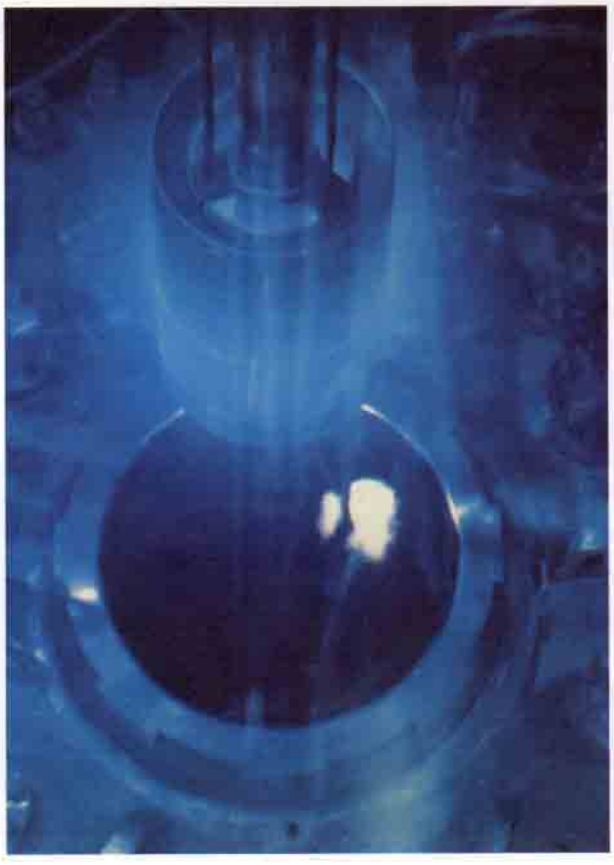
Bugün lazer teknolojisinin ticari önemi tartışılamaz. lazerlerin, iletişim ağlarında, yüzey ve mesafe ölçüm işlerinde; kredi kartlarını şifreleyen hologramların yapımında, süpermarket kasalarındaki barkod okuyucularında ve daha pekçok uygulamada yeri vardır. Tüm bunların kökü, Bohr'un kuantum teorisinde yaptığı ilk atılımda bulunmaktadır.

Fakat kuantum mekaniğinin günlük yaşamımızdaki en yaygın etkileri, kendini kuşkusuz katıhal fiziği uygulamalarında göstermektedir. Fiziğin bu dalı, bizlere transistörlü radyoları, Sony Walkman'i, dijital saatleri,elektronik hesap makinalarını, PC'leri, tam otomatik çamaşır makinalarını kazan-

dırdı. Katıhal fiziği, adı üstünde; fiziksel nitelikleri iletkenlerle yalıtkanlar arasında yeralan yarı-iletken katıların özelliklerini inceler. Yalıtkanlar, içindeki elektronlar sıkı sıkıya atomlarına bağlı kaldıkları için elektrik akımını iletemezler. İletkenlerde ise elektronların bir kısmı serbestçe malzeme içerisinde dolaşabilir.

Katılar içerisindeki elektronların enerji düzeylerini, kuantum mekaniğindeki dalga denklemini çözerek bulabiliriz. Elektronun enerjisi ne kadar fazlaysa, civarındaki artı elektrik yüklü çekirdeklerin çekiminden o kadar kolay kurtulabilir ve elektriği iletir. Schrödinger denklemi, belli bir katı içerisinde, elektronların atom çekirdeklerine ne kadar sıkı bağlanmış olduğunu belirler; iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkları açıklar. Ayrıca, yine dalga denklemi, bağlı enerji durumlarının tümü elektronlarca işgal edilmiş olan yarı-yalıtkan katılarda; bazı zayıf bağlı elektronların (birkaç elektron volt gibi) çok az enerji kazanımıyla nasıl daha yüksek bir enerji düzeyine sıçrayarak, malzeme içinde serbestçe dolaşabildiklerini açıklar. İletkenlerin aksine, böyle bir elektron geçişi, geride boş bir enerji düzeyi bırakacaktır. Malzemenin elektrik iletkenliği söz konusu edildiğinde, eksi yüklü bir elektronun geride bıraktığı deşik, tıpkı bir artı iletim yükü gibi davranır. Deşik, eksi yükler tarafından çekilir; çünkü bir noktada oluşan boşluğu hemen yanından gelerek dolduran elektron, geldiği düzeyde boşluk bırakacaktır. Böylece deşik, başlangıç noktasından elektronların hareket yönünün tersine giderek uzaklaşır. Yani bir artı yükün hareketini yapar. Yarı-iletken elektronik aygıtların tasarımını anlamak için, elektronların atomlar yakınında nasıl davrandıklarını tarif eden kuantum mekaniğinin kuralları mutlaka bilinmelidir. Mikroelektronik teknolojisine bağlı süperbilgisayar tasarımı da, böylece dolaylı da olsa kuantum mekaniğine bağlanmış oluyor.

Aynı biçimde, yaşamın sırlarının anlaşılması da kuantum mekaniğine bağlanabilir. 1953'de açıklığa kavuşan DNA'nın çifte sarmal yapısını artık biliyoruz. Gen mühendisliğine olanak tanıyan temel etken, organik moleküllerin özelliklerinin iyi anlaşılmasıdır. Bunun sadece kuantum fiziği bilgimizle mümkün olduğunu çok kişi takdir edemeyebilir. Bu kapsamda temel bir fizik teorisi olmasaydı, daha başlangıçta DNA gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını gösteren X-ışını kırınım verilerini yorumlamak olanaksızlaşırdı. Genlerin nasıl yapıldığını anlamak için, önce atomların nasıl ve neden biraraya geldiklerini bilmek, hangi düzende, hangi mesafe aralıklarında, hangi bağ türüyle bağlandıklarını anlamak gerekir. Bu bilgi, kuantum fiziğinin kimya ve moleküler biyolojiye en büyük katkısı olmuştur. Çağdaş kimya, 1920'ler ve 1930'larda Bohr atom modeli ve Kopenhag yorumu üzerine dayanan çalışmalarla başlamıştır. Ayrıntılara girmeden, DNA çifte sarmalının iki sarmalını birarada tutan hidrojen bağlarının tamamen bir kuantum olayı olduğunu hatırlayalım; Kuantum fiziğini bilmeden iki sarmalın nasıl birarada durduğunu hiç bir zaman anlayamazdık.



Bir yüzyılı kapsayan tüm bu başarılar zincirine karşı, kuantum mekaniği kurallarının niçin geçerli olduğunu tam anladığımızı hala söyleyemiyoruz. Bugün bile kuantum teorisinin felsefi sorunları hararetli tartışmalara konu oluyor. Bunu bilim adamlarının başarılarına düşen bir gölge gibi düşünemeyiz. Aksine, tatmin edici bir felsefi temelin yokluğunda bile bilim adamlarının ulaştığı teknik yetkinlik doğru yolda olduklarının en güçlü kanıtıdır.

Kaynaklar
"Adventures in Lilliput", Time, Aralık 1991
Burnie, D.,Light,Eyewitness Science, cilt 4, The Science Museum, London, 1992
Cooper, C.,Matter,Eyewitness Science. cilt 2, The Science Museum, London, 1992
Pais, A., Inward Bound, Oxford University, 1986

Minyatür Deney Aletleri

15. yüzyılda denizcilik yöntemlerindeki gelişimin, okyanusların keşfini yelkenli gemilere açması gibi, yeni lazer aletleri de; bilinmezlerle dolu bir mikrodünyayı bilimsel keşiflere açmaktadırlar. Veri yağmurlarını ekranda görüntüye çeviren bilgisayarların desteğinde bu aletler, bilim adamlarına canlı hücreden tek tek atoma kadar her şeyi görmek ve hatta oynamak olanağını veriyor. Bu ilginç enstrümanlar arasında şunlar bulunuyor:

Femtosaniye lazerleri

Tıpkı mikroskobik bir dans pistinde yanıp sönen ışıklar gibi, bu aygıtlarla (Stroboskop) atomların ve moleküllerin titreşimleri, ışık çakmalarıyla dondurulabilmektedir. Böylece lazerler, sodyum atomunun diğer atomlarla birleşerek tuzları nasıl oluşturduğundan, fotosentez yoluyla bitkilerin güneş ışığını nasıl enerjiye dönüştürdüğüne kadar pek çok konuyu incelemekte kullanılıyorlar. 1991'de, California'da Lawrence Berkeley Laboratuvarlarındaki fizikçiler, gözümüzün görmesi için ilk adım olan bir kimyasal reaksiyonun resmini çekmeyi başardıklarını bildirdiler. Işığın gözün retina tabakasına çarpmasıyla başlayan bu reaksiyon, daha önce hiçbir şekilde doğrudan gözlenmemiştir. Çünkü reaksiyonun başlangıcı için geçen süre 200 femtosaniyedir. Bu müthiş hızı anlatmak için, saniyede 300.000 km yol alan ışığın 1 femtosaniyede saç telinin yüzde biri kadar gidebildiğini söylemek yetecektir.

Lazer Tuzakları

lazer ışığı demetleri ile bir grup atomu kavrayıp, bir yerden başka bir yere götürmek olasıdır. Ancak, oda sıcaklığında atomların hızı çok büyük olduğundan, önce onları yavaşlatabilmek şarttır. 1985'de AT&T Bell Laboratuvarlarında bir araştırma grubu tarafından geliştirilen "Optik bulamaç" tekniğinin keşfi, probleme bir çözüm getirdi. Işık kullanarak bir ortamın elektromanyetik sürükleniminin yeteri kadar yükseltilmesi atomları yavaşlatmaktadır. Atomlar, kinetik enerjilerinin neredeyse tümünü kaybedince mutlak sıfır sıcaklığına erişmiş olurlar. Bilimadamları, bu denli süper soğuk sıcaklıklarda, maddenin umulmadık ve ilginç niteliklerinin ortaya çıkacağına inanmaktadırlar. Gerçekten soğuk atomlar, zekice düşünülmüş değişik yollarla tutulabilir ve hareket ettirilebilir. Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Steven Chu, paslanmaz çelikten bir kap içinde milyonlarca sodyum atomunun birarada hareketsiz kalmasını ve sonra tıpkı ışıklı fıskiyeler gibi serbest bırakılmasını sağlayan teknikler geliştirdi. Bu teknik yardımıyla bilimadamları bir atomun serbest düşmesini izleyebiliyor ve kütleçekim kuvvetini bugüne kadar görülmemiş bir duyarlıkta ölçebiliyorlar. Sodyum atomu fıskiyeleri, ayrıca sezyum atomu salınımlarının periyodunu görülmemiş duyarlıkta belirlemeye olanak tanımaktadır. Atom saatleri arasında sezyum atomu en duyarlı olanıdır.

Optik Cımbız

Bilim adamları, tek bir kızıl-ötesi lazer ışığı demeti ile DNA molekülünden bakterilere kadar herşeyi tutup oynatabiliyorlar. Örnek olarak, yüzen bir mikroorganizmayı tutup, mikroskop altında yüzgeçlerinin hareketini inceleyebiliyorlar. Optik cımbızla, hücreyi tahrip etmeden hücre çeperinin içine girip organelleri inceliyorlar. Bu teknoloji yardımıyla, vücut hareketini sağlayan kas proteinlerinden myosin molekülünün uyguladığı mekanik kuvvet ölçülebildi.

Taramalı Tünelleme Mikroskobu

Bu olağanüstü aletler, birkaç atom boyutundaki ince metal uçlar yardımıyla yüzeyleri tarayabilmektedir. Metal uç ile yüzey arasındaki mesafe çok küçük ise; elektronlar, kuantum mekaniğindeki tünel olayı nedeniyle bu aralığı atlayabilirler. Elektron hareketinin yarattığı bu çok küçük elektrik akımı, yüzey atomlarını oynatmaya ve yüzey üzerinde bir noktadan başka noktaya kaydırmaya yeterlidir. Bu yöntemle IBM'nin Almaden Araştırma merkezindeki fizikçiler, yedi adet ksenon atomunu minyatür bir kap içine alıp atom düzeyinde kimyasal reaksiyon süreci gözlediler. Sonuçta, anahtar işlevini gören tek atomlu bir elektronik yapı geliştirebildiler. İlke olarak bu minyatür düzenek, ileride transistörlerin yerini alabilecektir. Şu ana kadar yapılanlardan bazıları, örneğin atomlarla yazı yazmak ya da resim yapmak, amaçsız bir oyun gibi görünseler bile, bunların ileride hayale sığmayacak kadar küçük aletler üzerine veri depolamak için kulanılacak teknikleri bugünden bizlere tanıttıkları inkar edilemez.

Atomik Kuvvet Mikroskopları

Taramalı tünelleme mikroskobunda olduğu gibi, bu aletlerin de birkaç atom boyutunda ve ince bir pikap iğnesinin işlevini gören bir ucu vardır. Bu uç yüzeye değerek, körler alfabesi okur gibi atomların haritası çıkarılır. Ucun yüzeye uyguladığı elektromanyetik kuvvet o kadar küçüktür ki, atomik kuvvet mikroskobuyla, canlı hücrelerin çeperleri de dahil olmak üzere pek çok değişik yüzey görüntülenebilir. Daha da ilginci, uygulanan kuvveti biraz artırarak bu ince ucu kesici bir alet gibi kullanmak ve hücrelerin çeperlerini, iç yapıyı bozmadan sıyırmak mümkün olmaktadır. Bilim adamları, atomik kuvvet mikroskoplarını; kanın pıhtılaşmasına yol açan biyokimyasal süreçleri incelemek, deniz kabuklarının atomik yapısını belirlemek, bir hücrenin diğer hücrelerle bağını kuran mini iletişim ağlarını bulmak için kullanmaktadırlar.

Bu yeni bilimsel aletlerin, pratikte muazzam bir geleceği olduğu kuşkusuzdur. Daha duyarlı bir atomik saatin bulunması, salt bilimsel merakı tatmin uğruna değildir. Eğer bu saatler iletişim uydularıyla yörüngeye oturtulursa, evrensel konumlama sistemi o denli gelişir ki, göz gözü görmez siste bile uçakları güvenle indirip kaldırmak mümkün olur. Taramalı tünelleme mikrokoplarının, yarı-iletken endüstrisinde minyatür elektronik cihazların yapımında kullanılacağı; optik cımbızlar yardımıyla doktorların herhangi bir hücre bozukluğunu onarabileceği; femtosaniye lazerleri ile kimyasal reaksiyonların kontrol edilip yönlendirileceği günler uzak değildir. Bilim adamları bugüne kadar, parçalarına ayırarak atom ve moleküllerin yapısını anlamağa çalıştılar; artık atomları ve molekülleri biraraya getirerek yeni ve yararlı şeylerin nasıl yapılacağını düşünmenin zamanı gelmiş görünüyor.

1897
Atomların bir yapısı olduğu bulundu ve daha sonra elektronlar, üzümlü kek içindeki üzümler gibi yorumlandı.

1911
Atomların bir çekirdeği olduğu anlaşıldı ve elektronların çekirdek çevresinde yörüngeler çizdiği söylendi.

21. Yüzyıl Yaşamı için Kuantum Fiziği

"Kuantum teorisiyle ilgilenmeye ne gerek var, bırakalım bununla kuantum mekaniği konusunda ihtisaslaşmış fizikçiler ilgilensin." derseniz yanılıyorsunuz. Bu bilgiye artık gereksiniminiz olacak, çünkü 21. yüzyılda kuantum mekaniği size ve çocuklarınıza iş demek. Bilimin çağdaş yaşama en önemli katkıları nelerdir; bilimsel gelişmenin yakın gelecekte bizlere sağlayacağı yararlar ya da getireceği zararlar neler olacaktır, sayınız dense, böylece oluşacak bir liste şunları mutlaka içerirdi: Bilgisayar teknolojisi (otomasyon, işsizlik sorunu, eğlence endüstrisi, robotlar), nükleer enerji (Atom bombası, güdümlü füzeler, nükleer santraller, çevre sorunları), gen mühendisliği (ilaç tasarımı, cloning, bitki türlerinin ıslahı), laserler (holografi, "yıldız savaşları", mikrocerrahi, uydu iletişimi). Bu listede yeralan konuların kaynağı şu ya da bu şekilde, pek çoğumuzun şimdiye dek ya hiç duymadığı ya da anlayamadığı kuantum teorisinde bulunmaktadır.

Tekin Dereli
ODTÜ Matematik Bölümü

ISITILAN cisimler ışır. Fizikçiler kuantum teorisini 1900 yılında bu ışımanın bazı niteliklerini açıklayabilmek için keşfettiler. Kuantum teorisinin ilk ve en önemli uygulamasını ise atomların iç yapısının anlaşılması oluşturdu. Yüzyılımızın büyük fizikçilerinden Ernest Rutherford(1871-1937), İngiltere'de Manchester'deki araştırma grubuyla birlikte yaptığı deneyler sonunda, atomların esas olarak, merkezde yeralan artı elektrik yüklü çekirdek ile bunun etrafında dönen eksi yüklü elektronların yeraldığı büyük boşluklardan ibaret olduklarını kanıtladı. O sırada Manchester'de bulunan Danimarkalı genç bilim adamı Niels Bohr(1885-1962), bu bulgulardan son derece etkilenmişti. Bohr'un atom modeli bugün bile okullarda öğretilen atom modelidir. Bohr'un temel varsayımı; elektronların atom çekirdekleri etrafında ancak belli çembersel yörüngeler üzerinde bulunacaklarını söylemektedir. Kararlı bir yörüngedeki elektron, o yörüngeyi ancak bir enerji kuantumu ışıyarak veya soğurarak terkedebilir ve bir başka kararlı yörüngeye yerleşir. Atoma bağlı bir elektron sürekli enerji ışıyarak (veya soğurarak) bir spiral üzerinde merkeze düşmez (veya atomdan kopmaz), çünkü elektrona aktarılan elektromanyetik enerji, kuantumludur. Yani elektromanyetik enerji elektronlara, foton adını verdiğimiz enerji paketleri hν sabit birimleri halinde aktarılmaktadır. h evrensel Planck sabiti, ν ise elektromanyetik dalganın frekansıdır. Elektron, yörüngesini değiştirirken bir enerji durumundan başka bir enerji durumuna ani geçiş yapar. Bu

geçiş sırasında, ışınan veya soğurulan elektromanyetik dalganın frekansını, Bohr tam olarak hesaplayabilmektedir. Bu frekanslar yardımıyla her bir element için farklı olan spektral çizgi dizileri belirlenir ve bunların gözlemsel verilerle uyuştukları görülür.

Bohr'un atom modeli 1913 yılı için büyük bir atılımdı. Ancak çok geçmeden pekçok sorunu beraberinde getirdiği görüldü. Örnek olarak, atomun birden fazla sayıda elektronu varsa, bunlar olası yörüngelere nasıl dağılırlar? Elektronlar enerji düzeylerine rasgele dağılmış olarak verildiklerinde neden kademeli olarak ışıyarak, tümü en düşük enerjili yörünge üzerinde toplanmaz? Bu ve benzeri sorulara yanıt getiren ikinci bir atılım, ancak 1925 yılında başarıldı. Böylece, atom olaylarının tutarlı ve tam bir tarifini vermek mümkün oldu. O sırada Almanya'da Göttingen Üniversitesinde araştırma yapan genç bir bilim adamı Werner Heisenberg(1901-1976), bir atoma bağlı elektronların davranışlarının matrisler cinsinden matematiksel olarak nasıl betimlenebileceğini buldu. Yanında çalıştığı hocası Max Born (1882-1970) ve onun asistanı Pascual Jordan(1902-1980) ile birlikte bu buluşunu tam ve tutarlı bir teori haline getirdiler. Fizikçilerin yıllar süren arayışlarına yanıt getiren bu teoriye "matris mekaniği" dendi. Ancak daha birkaç ay zaman geçmeden, bir başka tam ve tutarlı kuantum teorisi ortaya atıldı. Bu yeni teorinin, gelişmekte olan fikirler arasında köşe taşlarından birini oluşturan Fransız fizikçisi Louis de Broglie(1892-1987)'nin fikirleri ile yakın bir uyum içerisinde olduğu görüldü. De Broglie, 1923'de Paris Üniversitesine verdiği doktora tezinde, elektronların birer tanecik olarak değil, dalgalar olarak yorumlanması gerektiğini öne sürmüştü. Dolayısıyla atom çekirdeğine bağlı olarak hareket eden bir elektronun kapalı yörüngesinin çev-

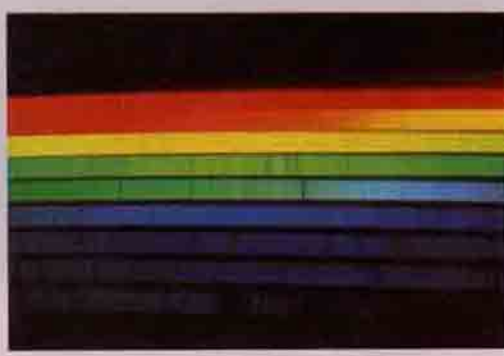
resi, ancak elektron dalgaboyunun tam katlarına eşit oluyor; böylece neden sadece belli elektron yörüngelerinin varolduğu sorusu yanıtlanmış oluyordu. O sırada Zürich'te çalışmakta olan Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger(1887-1961), bu dalgaların sağladığı dalga denklemini yazarak; hidrojen atomunun enerji düzeylerini hesapladı ve bu bulgusunu 1926 yılı başında bir dizi makale şeklinde yayınladı. Schrödinger dalga denkleminde karşımıza çıkan elektron dalgaları, deniz-deki dalgalar, ses dalgaları gibi her gün rastladığımız türden dalgalara benzemekteydi. Bu nedenle; diğer fizikçilere alışılmış, bildik geldiği için, Schrödinger'in dalga mekaniği adı verilen yaklaşımı sıcak bir kabul gördü. Schrödinger'in kendisi de, bir

Işık ve Isı

Tekin Dereli

Işığı ve ışığın etkilerini görmek kolaydır. Fakat ışık nedir? Uzayda bir noktadan diğer bir noktaya nasıl gider? 17. yüzyılın sonunda İsaac Newton (1642-1727) bu sorulara yanıt aramaktaydı. Newton'un kendisi, ışığın taneciklerden mi yoksa dalgalardan mı oluştukları konusunda kesin bir tercihe ulaşamamıştı. Işığın önde gelen üç niteliği; doğrular boyunca yayılması, aynadan yansıması ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılmasıdır. Işığın bu niteliklerini tanecik görüşüyle de dalga görüşüyle de açıklamak mümkündür. Ancak Newton döneminde bilinen olgulardan pek çoğu tanecik görüşüne destek verecek yöndeydi. Bu nedenle Newton'u izleyen fizikçilerden çoğunluğu ışığın tanecik teorisini savunmakta birleştiler. Öte yanda Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695), tanecik teorisine hiç bir şekilde ikna olmamıştı. Aynı zamanda fizikçi, matematikçi, Avrupa'da ilk sarkaçlı saati yapan bir mucit, Satürn'ün halkalarını ilk kez gören bir astronom olan Huygens, 1690'da yayınladığı kitabında, ışığın tanecik teorisini reddetmesinin nedenlerini açıklamıştı. Ona göre ışık; "eter" adını verdiği görünmez, ağırlıksız, tüm havayı ve boşluğu kaplayan bir ortamda yayılan dalgalar tarafından taşınmaktaydı. "Huygens ilkesi" denen bu varsayımla ışığın kırılması açıklanabildiği gibi, ayrıca karşılıklı gelen dalgalar birbirleri içinden geçebildikleri için karşı karşıya gelen ışık ışınlarının neden tanecikler gibi çarpışmadıkları da açıklanmış olmaktaydı. Huygens'in kanıtlarının gücüne rağmen, ışığın dalga teorisini destekleyecek deneylerin yapılması bir yüzyıl sonra gerçekleşti.

1801'de ilk kez İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829), dönemindeki ışık anlayışının değişmesine yol açacak bir deney önerdi. Young, aslında insan gözünü ve insan sesini incelemekteydi. Araştırmaları sonunda ışık ile ses arasında benzerlikler bulunduğu görüşüne ulaşmıştı. O sıralarda sesin havada dalgalar halinde yayıldığı kanıtlanmış bulunuyordu. Bu nedenle Young, ışığın da dalgalar halinde yayılması gerektiğini düşündü. Normalde dalgalar da ışık gibi doğrular boyunca yayılırlar. Ancak İtalyan fizikçisi Francesco Grimaldi (1618-1663), ışığın ince bir yarıktan geçince büküldüğünü ve demetin dağıldığını gözlemiş ve bu olaya ışığın kırınımı adını vermişti. Young, Grimaldi'nin deneyini daha da geliştirerek, güneş ışığını birbirine paralel iki yarıktan geçirdi ve arkada bir ekran üzerine düşürdü. Eğer yarıklar geniş ve aralıklı iseler ekranda iki aydınlık ışıklı nokta belirmekteydi. Ama yarıklar dar ve birbirlerine yakın iseler ekran üzerine düşen ışık, inceli kalınlı renkli çizgiler oluşturuyordu. Bu renkli çizgiler dizisine girişim deseni adı verildi ve Young, girişim olayına ancak dalgaların neden olabileceğini gösterdi. Girişim, sadece ışık dalgalarına has değildir. Su ve ses dalgaları da girişim yaparlar. Durgun bir havuz kenarında durup su yüzüne iki parmağınızı aynı anda değdirin. Su yüzünde her yöne aynı hızla yayılan iki dalga oluşturursunuz. Dalga tepeleri aynı noktada buluşursa yapıcı girişim vererek o noktada daha büyük bir dalga genliği oluşur. Bir dalga tepesi, öteki dalganın çukuruna denk gelirse, dalgalar yıkıcı girişime uğrar, birbirlerini söndürürler. Böylece kuşbakışı bakıldığında su yüzünde güzel bir girişim deseni gözükür. Thomas Young, Auguste Fresnel (1788-1827)'le birlikte girişim deneyleri yaparak ışığın dalgalar halinde yayıldığının tüm kanıtlarını ortaya koydu ve ışığın her bir değişik renginin ayrı bir dalgaboyuna karşı geldiğini gösterdi. Young'ın deneyleri dikkatle düzenlenmiş ve özenle yapılmışlardı; ama sonuçları hemen kabul görmedi. 18. yüzyılda, ışığın taneciklerinden oluştuğuna inanan ve bu görüşü benimseyen bilim adamlarının düşüncelerini değiştirmek kolay olmadı. Işığın dalgalardan oluştuğu fikrinin benimsenmesi, 19. yüzyılın ikinci yarısını bekledi. Yine aynı yıllarda William Herschel (1738-1822), ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktaydı. Bu deneylerinden birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürdü. Termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Böylece gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak kızıl-ötesi ışığı keşfetmiş oldu. Yine aynı yıllarda bir başka fizikçi Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini saptamaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşünce başlayan bir kimyasal reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerrecikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerrecikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrata batırılmış kağıt parçasının ışık görünce kararttığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), değişik



renkte ışığın fotograf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti bile. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Ritter, Herschel'in deneylerini duyar duymaz 1801'de spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneyini tekrarladı. Burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa mor-ötesi ışık adı verildi.

Bugün, hem görünür ışık dalgalarının hem de kızıl-ötesi ve mor-ötesi gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarının çok daha geniş bir elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer aldıklarını artık biliyoruz. Bu yöndeki ilk bulgular, 1821'de Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), elektrik akımının mıknatıs iğnesini etkilediğini gözlemesiyle bi-

durumdan diğer başka durumlara ani kuantum sıçramalarına artık gerek kalmadığını düşünmekteydi. Elektron geçişlerinin bir keman telinin titreşimleri gibi, bir notadan diğerine (yani bir harmonikten diğerine) geçiş olarak yorumluyordu. Yine 1927 yılında İngiliz fizikçisi Paul A. M. Dirac(1902-1984), Heisenberg ve Schrödinger yaklaşımlarını içererek genelleyen soyut bir kuantum teorisine ulaştı. Tüm bu gelişmelere karşı, başta Bohr olmak üzere elektron

rikmeğe başlamıştır. Aynı yıl Fransız fizikçisi André-Marie Ampère (1775-1836), elektrik akımı taşıyan paralel iki telin tıpkı birer mıknatıs gibi (geçen akımların yönüne göre) birbirlerini ittiklerini ya da çektiklerini gösterdi. Bu gözlemleri daha pekçok deney izledi ve elektrik olayları ile manyetizma olaylarının yakından ilişkili oldukları anlaşıldı. Bu ilişkinin matematiksel açıklamasını, 1865'de İskoç fizikçi James Clerk Maxwell (1831-1879) buldu. Böylece elektrik ve manyetizma olaylarının birlikte elektromanyetizma diye adlandırılacak kadar içiçe oldukları kanıtlandı. Maxwell, kendi adıyla anılan elektromanyetik alan denklemlerini incelerken, elektrik alanının ileri geri salınmasını sağlayarak, büyük hızlarda yayılan elektromanyetik dalgaların üretilebileceğini farketti. Hesapları sonucunda, elektromanyetik dalgaların boşluktaki yayılma hızının ışık hızına eşit olacağını buldu. Böylece ışığın kendisinin de bir tür elektromanyetik dalga olduğu sonucuna ulaştı. Elektromanyetik dalgalar bütün dalgaboylarını kapsayan çok geniş bir spektrum oluştururlar. Örnek olarak elektromanyetik spektrumun ortalarında yeralan kırmızı ışığın dalga boyu 650 nanometredir(10^9 nanometre = 1 metre). Elektromanyetik spektrumun üst ucunda, dalgaboyları çok büyük radyo dalgaları bulunur. Uzundalga radyo istasyonları, yayın için 1000 ila 2000 metre dalgaboyu aralığını kullanırlar. Spektrumun alt ucunda ise dalgaboyları çok küçük X-ışınları (veya diğer adıyla Röntgen ışını) bulunmaktadır.

Şu soruya sıra geldi: Cisimler ısıtılınca neden ve nasıl ışır? Bunun yanıtı, tüm katı cisimlerin elektromanyetik dalga yayabildikleri bilinirse verilebilir. Bir kalıp buz gibi çok soğuk bir cisim bile aslında ışımaktadır; ancak bu ışımanın genliği çok küçüktür, dalgaboyu ise gözle görülmeyecek kadar uzundur. Cisim ısıtıldıkça ışımanın genliği büyür, dalgaboyu kısalır. Yeteri kadar ısıtılan bir cisim parlak gözükür. Parlaklığın nedeni, ışınan ışığın dalgaboyunun görünür bölgeye gelmiş olmasıdır. Şimdi şöyle basit bir deney düşünelim: Bir demir çubuğu ateşe tutup ısıtırsak, ne olur? Soğuk çubuk, görünür bölgede ışımaz; üzerine düşen gün ışığının tümünü yansıttığı için bize siyah görünür. Karanlıkta ise çubuk gözükmez. Çubuk hafifce ısıtılırsa bir süre sonra görünür ışık yaymağa başlar. Işınan dalgaboyu yaklaşık 700 nanometredir. Bu nedenle çubuk karanlıkta bile kırmızı gözükür. Çubuğu daha ısıtırsak, daha güçlü ışımağa başlar. Işınan dalga boyu daha kısa, yaklaşık 630 nanometredir. Çubuğun rengi turuncuya döner. Çubuğu iyice ısıtalım. Işınan dalgaboylarının arasında genliği en baskın olan, yaklaşık 580 nanometrelik sarı renktir. Ama diğer dalgaboyları da ışınmaktadır. Çubuğu daha da ısıtabilseydik, akkor haline geldiğini görecektik. Yani spektrumun tüm dalgaboylarında ışıma bulunacak ve bunların toplamı göze beyaz gözükecekti. Bu denli basit bir deney sonucunun, 19. yüzyılda bilinen doğa yasalarıyla açıklanamaması gerçekten ciddi bir krize neden oldu. Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947), siyah cisim ışımasını açıklayabilmek için, 1900 yılında ışık enerjisinin dalga paketleri halinde, hν birimleri cinsinden aktarıldığı varsayımını öne sürmek zorunda kaldı. Bu tarih, kuantum fiziğinin başlangıcı kabul edilir.

Şimdi tekrar William Herschell'e dönelim. Aslında bir astronom olan Herschell, ışık ve ısı arasındaki ilişkiyi pratik bir problemin çözümü için araştırmaktaydı. Güneş lekelerini teleskopu ile gözlerken, renkli filtrelerle bile güneş ısısını tam engelleyemediğini fark etmişti. Hangi rengin ısıyı kesmekte en etkin olduğunu bulursa, o renkte filtre kullanarak güneş lekelerini daha rahat gözlemeyi amaçlıyordu. Sonuçta yeşil renkli filtreler üreterek kullanmağa başladı. Herschell gibi güneş lekelerini incelemekte olan bir diğer bilim adamı William Hyde Wollaston (1766-1828), 1802'de beklenmeyen bir keşifte bulundu. Güneş ışığı, elektromanyetik spektrumun tümünü doldurmuyordu. Bulunmayan dalgaboyları, yüzlerce inceli kalınlı çizgiler oluşturmaktaydı. Alman fizikçisi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), bu spektral çizgilerin 500 kadarını tek tek belirledi ve ana çizgilere harfler verdi. 1850'lerin sonunda yine bir Alman bilim adamı Gustav Kirchoff (1824-1887), tüm atomların ışığı belli dalgaboylarında soğurduklarını ve yine aynı dalgaboylarında ışıdıklarını gösterdi. Böylece, güneş ışığı spektrumundaki boşlukların, güneş atmosferindeki atomların belirli dalgaboylarında ışığı soğurmasıyla oluştuğunu anladı. Bu keşif, 20. yüzyılın başında atomlarla ışığın etkileşmesini açıklayan kuantum teorisinin bulunmasına zemin hazırladı.

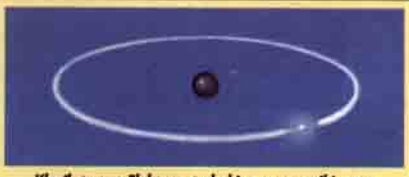
19. yüzyıl boyunca fizikçiler ışığı ve diğer elektromanyetik dalga türlerini, sürekli birer enerji akışı gibi yorumladılar. Ancak 1900 yılından sonra bu yorumunun tutarsızlıklara neden olduğu fark edildi. Max Planck'ın kuantumlu ışıma teorisi, ışığın taneçik nitelikleri taşıdığının ilk kanıtlarıydı. Niçin ışık enerjisi kuantumludur? Bunun açıklaması atomların yapısında bulunur. Maddelerin temel yapıtaşı olan atomlar, çok küçük ve yoğun bir çekirdek ile bunun etrafında dolanan elektronlardan yapılmışlardır. Elektronların çekirdek etrafında çizdikleri kapalı yörüngelerin yarıçapları farklıdır. Elektronun toplam enerjisi ne kadar büyükse çekirdekten o oranda uzakta bulunur. Dolayısıyla, bir elektron dıştaki bir yörüngeden içteki çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye geçerse enerji kaybeder. İşte bu enerji, bir ışık kuantumu veya diğer adıyla bir foton olarak serbest kalır.

Doğada bulunan atomların çoğunluğu, birden fazla sayıda elektrona ve pek çok farklı enerji düzeylerine sahiptirler. Bir atomun hangi dalgaboylarında ışık ışıyacağı; elektronların mümkün enerji düzeylerinden birinden diğerine geçerken ortaya çıkan enerji değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu dalgaboylarının tümüne atomun ışıma spektrumu adı verilir. Işıma spektrumuna bakarak, bu spektrumu veren atomun kimliği tam olarak belirlenebilir.

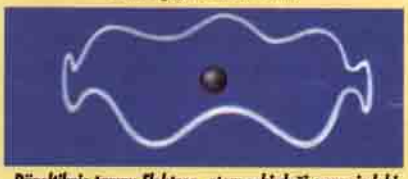
Planck'ın kuantum varsayımına ikinci ve en güçlü destek, 19. yüzyıldan beri bilinen fotoelektrik etkisinin açıklanması oldu; bir metal üzerine ışık tutulursa, ışık yüzey atomlarından elektron koparark bir elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu etkiyi, Philipp von Lenard (1862-1947) ayrıntılarıyla incelemiş ve yüzeye düşen ışığın frekansı ile yüzeyden kopan elektronların enerjisi arasında basit fakat nedeni anlaşılamayan lineer bir bağıntı bulmuştu. Düşük genlikli, zayıf bir ışık daha az sayıda elektron koparabilir. Dolayısıyla çıkan akım daha küçük olur. Ancak kopan bir elektronun enerjisi sadece ışığın dalgaboyuna bağlıdır; genlikle değişmez, aynı kalır. Albert Einstein (1879-1955) fotoelektrik etkinin açıklanmasının, ışığın kuantum teorisinde bulunduğunu gösterdi ve 1921 yılında Nobel ödülünü bu keşfi nedeniyle kazandı.

Işığın parçacık niteliğine bir örnek: Fotoelektrik etki

dalgası kavramından rahatsızlık duyan fizikçiler çoktu. Bir dalga veya bir dalga paketi nasıl olup da Geiger sayacında tıpkı bir tanecik gibi sayım verebilmekteydi? Atomun içinde gerçekten "salınan" ne olabilirdi? 1927'de Bohr bu sorulara Schrödinger'in hiç de hoşuna gitmeyen bazı yanıtlar getirdi. Bohr, öncelikle elektron dalgası denen şeyin soyut bir nicelik olarak ele alınması gerektiğini gösterdi. Elektron dalgaları bir havuzdaki dalgalar gibi, uzayda gerçek salınımlar olamazlardı. Ancak matematiksel soyut bir uzayda, kompleks salınımlarla temsil edilebilirlerdi. Daha da önemlisi, her bir taneciğin (örneğin bir elektronun) tarifi için bu soyut uzayda üç değişkenin verilmesi gerekiyordu. Böylece bir elektron üç boyutlu bir uzayda dalga ile tarif edilirken; etkileşen iki elektron altı boyutlu bir uzayda, üç elektron ise dokuz boyutlu bir uzayda verilebilmekteydi. Dolayısıyla Schrödinger'in yaklaşımında da elektronun bir durumdan diğer başka bir duruma geçişi matris mekaniğindekinden daha anlaşılır hale gelmemekteydi.

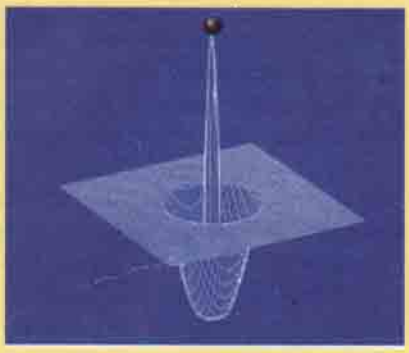


Klasik tanım: Elektron, tıpkı bir gezegen gibi, atom çekirdeği çevresinde döner.



Düzeltilmiş tanım: Elektron, atom çekirdeği çevresindeki kapalı yörüngede dalga hareketi yapar.

Kuantum fiziği: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.



Matematik: Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektronun yoğun bir yük oluşturmasına ilişkin diyagram.

Atomun Yapısı

Tekin Dereli

19. yüzyılda, maddenin en küçük yapıtaşı olarak tanımlanan atomların birer iç yapısı bulunduğuna ilk deneysel kanıt, J.J. Thomson'un (1856-1940) 1897'de katod ışınlarında elektronları keşfetmesi olmuştur. Katod tüplerini ilk yapan William Crookes (1832-1919), havasını boşalttığı bir cam tüp içerisine iki metal elektrod yerleştirerek bunlar arasına elektrik potansiyeli uygulamıştı. Katod adı verilen eksi yüklü elektrod, ısıtıldığında gözle görülmez bir ışın yaymaktaydı. Katod ışınını gözlemek için Crookes, iki elektrod arasına metal bir cisim koyuyor ve cismin gölgesini tübün diğer ucuna sürdüğü floresans maddenin ışıltısı üzerine düşürüyordu. Döneminin en yetenekli deneysel fizikçilerinden olan Thomson, Crookes tüpleri (veya bugün bildiğimiz anlamıyla TV tüpleri) içinde son derece düşük basınçlara ulaşabildi. Böylece katod ışınlarını elektromanyetik alanlardan geçirerek elektrik yükünü belirledi ve kütle ölçümleri yaptı. Katod ışınlarının eksi elektrik yüklü, kütlesi hidrojen atomu kütlesinin yaklaşık 2000'de biri olan taneciklerden oluştuğunu kanıtladı. Tüpü hangi gazla doldurursa doldursun, elektrodları hangi metalden yaparsa yapsın, hep elektron adı verilen bu tanecikler çıkmaktaydılar. Thomson, bu gözleminden hareketle, elektronların bütün atomlarda bulunduğu ve o güne kadar bölünemez sanılan atomun yapıtaşlarından birisi olduğu sonucuna ulaştı. Atomlar net elektrik yükü taşımadıklarına göre, elektronların eksi yükünü dengeleyen net bir artı yük içermeliydiler. Thomson, atomu, artı yükün düzgün dağıldığı minik bir top gibi tasarladı. Elektronlar, top içine gömülmüş minik zerreciklerdi. Bu model Thomson'un mensubu bulunduğu Cambridge Üniversitesi'nde, akşam 5 çaylarında epey tartışılmış olmalı ki, bugün bile "üzümlü kek" modeli diye anılmaktadır. Thomson'un atom modeline en büyük eleştiriyi, Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) getirdi. Manchester Üniversitesi'nde öğrencileriyle beraber 1911'de gerçekleştirdiği deneylerle, Thomson'un modelinin doğru olamayacağını kanıtladı. Rutherford, artı elektrik yüklü, ağır α-parçacıkları ile, birkaç atom kalınlığına kadar inceltilmiş altın levhaları bombardıman etti. Thomson modelinden beklenen, α-parçacıklarının hemen tamamının levhadan geri saçılmasıydı. Oysa beklenmeyen bir sonuç alındı; α-parçacıklarının hemen tamamı sanki levha yokmuş gibi yollarına devam ediyor, pek az bir kısmı geri saçılıyorlardı. Rutherford, bu gözlem sonucuna dayanarak atomların tıpkı küçük birer güneş sistemi gibi düşünülmeleri gerektiğini öne sürdü. Atomlar merkezde artı yüklü, ağır fakat son derece küçük birer çekirdekle bunun etrafında gezegenler gibi dolanan elektronlardan oluşmalıydı. Ancak burada son derece ciddi bir sorun ortaya çıktı. 19. yüzyılın fizik yasaları, Rutherford modelinde elektronların birer spiral yörünge boyunca hareket ederek sonlu bir zaman aralığında çekirdek içine düşmelerini gerektirirdi. Oysa ortada atomların böyle bir olay sonucu yokolduklarına dair en ufak bir kanıt bulunmuyordu.

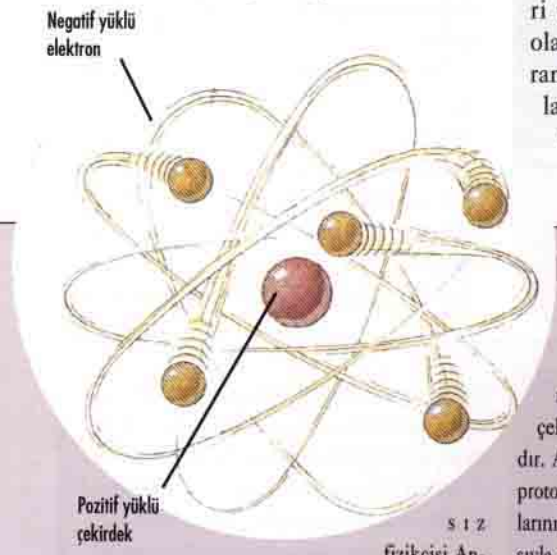
Rutherford saçılma deneylerini yaparken onun yanında Manchester'de bulunan Danimarkalı teorik fizikçi Niels Bohr (1885-1962), Planck'ın ışık kuantumu fikrinden esinlenerek ilginç bir atom modeli geliştirdi. Bohr, atomlara bağlı elektronların ancak belli enerji değerlerine sahip olurlarsa kararlı kalacaklarını varsaydı. En düşük enerji değerine sahip elektronlar, çekirdeğe en yakın bir kapalı yörünge üzerinde bulunacaklar; daha büyük enerji değerlerine sahip elektronlar ise çekirdekten daha uzak yörüngelere yerleşeceklerdir. Bohr, 1913 yılında öne sürdüğü bu model ile ışık ve madde arasındaki yakın ilişkiyi de açıklayabildi. Bohr'a göre atomun elektronları bir enerji düzeyinden, boş olan başka bir enerji düzeyine geçebilmek için ya bir foton ışır ya da uygun enerjiye sahip bir foton soğururlar. Soğurulan veya ışınan fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farka eşittir. Bu varsayım yardımıyla hidrojen atomu ve helyum atomu ışıma spektrumlarının tam olarak elde edilebilmesi Bohr'un en çarpıcı başarısıdır. Bir süre sonra, çok elektronlu atomların ışıma spektrumlarının daha ayrıntılı incelenmesi sonucu, aynı enerji düzeyinde en fazla iki elektronun bulunabildiği anlaşıldı. Böylece çok elektronlu bir atom; elektronları en içteki yörüngeden başlamak üzere enerji düzeylerini ikişer ikişer doldurarak, kabuk dediğimiz katmanlı bir yapı görünümünde olacaktır. Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en dış kabuktaki elektronlardır. Dış kabukları tamamen dolu atomlar (helyum ve neon gibi asal gazlar), dış kabuğunda sadece tek elektron bulunan atomlara (hidrojen, lityum ve sodyum gibi alkali metaller) göre daha az kimyasal reaksiyona girerler. Bir atomun başka atomlarla bağ yaparak molekülleri oluşturmasından da, en dış yörünge elektronları sorumludur.

19. yüzyılın son yıllarında, sadece atomun iç yapısı açıklığa kavuşmadı. Ayrıca atomların ışın salarak değiştikleri de gözlendi. İlk kez 1896'da Fran-

Kuantum mekaniğinin pratiği, 1920'lerin sonunda Niels Bohr ve Max Born'un geliştirdikleri fikirlerin çevresinde oluştu. Böylece kuantum mekaniği her fizikçinin anlayabileceği bir anlatıma kavuştu. Bu teori yardımıyla, atomların ve moleküllerin iç yapısı sanki biliniyormuş gibi rahat hesap yapılmasını sağlayan bir kurallar bütünü ortaya çıktı. Bu kapsamda Bohr'un katkısı, kuantum dünyasında dalgalarla taneciklerin uyumunu sağlayan bir felsefi yorumun temeli atmak oldu. Born ise bizleri, kuantum teorisinin doğru yorumuna götüren istatistiksel kuralları belirledi.

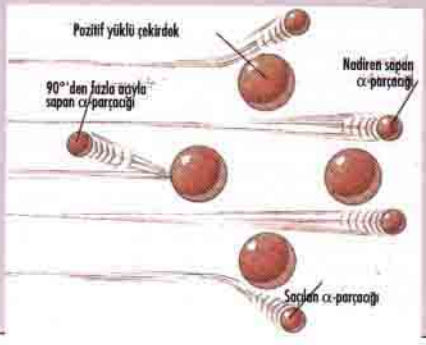
James Chadwick'in nötron dedektörü

Bohr'a göre hem parçacık fiziği hem dalga fiziği, eşit oranlarda geçerli ve aynı gerçeğin birbirlerini tümleyen iki tarifidirler. Bu tariflerin herbiri tek olarak ele alındığında yeterli olamazlar. Fakat doğada parçacık kavramı ile tarifi daha uygun düşen olaylar varolduğu gibi, tarifi dalga kavramına uygun düşen diğer pekçok olay daha vardır. Elektron gibi temel bir nicelik, tam olarak ne bir parçacık ne de bir dalgadır. Bazen bir dalga gibi davranır, başka zamanlar ise bir parçacık gibi tepki verir. Bir elektronla yapılacak deneyden alınan yanıt, sorulan soruya bağlıdır. Eğer parçacık arıyorsanız, parçacık bulursunuz fizikçisi Antoine Becquerel (1852-1908) tarafından bir rastlantıyla gözlenen bu olaya radyoaktivite adı verildi. Becquerel, uranyum kristallerinin gözle görünmez, çok girici ışınlar yayarak fotograf kağıdını kararttığını gözlemişti. Bu yeni keşif üzerinde çalışan Pierre Curie (1859-1906) ve Marie Curie (1867-1934) çifti, uranyum cevherinin, saf uranyumdan daha radyoaktif olduğunu fark ettiler. 1902'de, radyum ve polonyum adını verdikleri iki yeni radyoaktif elementi izole etmeyi başardılar. Radyoaktivitenin fiziksel nedenini araştıranlar arasında Ernest Rutherford da vardı. Önce, radyoaktivite ile salınan ışınların α, β, γ adı verilen üç değişik türü saptandı. Rutherford, α-ışınlarının helyum çekirdeğinden ibaret olduğunu kanıtladı. β-ışınları ise hızlı elektronlardan başka bir şey değildiler. Bir atom α-veya β-ışını vererek bozulur, yani atom değişerek başka bir atoma dönüşür. Bu sırada, çok kısa dalgaboylu bir elektromanyetik dalga olan γ-ışını da çıkabilir. 20. yüzyılın başında, simyacıların düşü artık gerçek olmuştu.

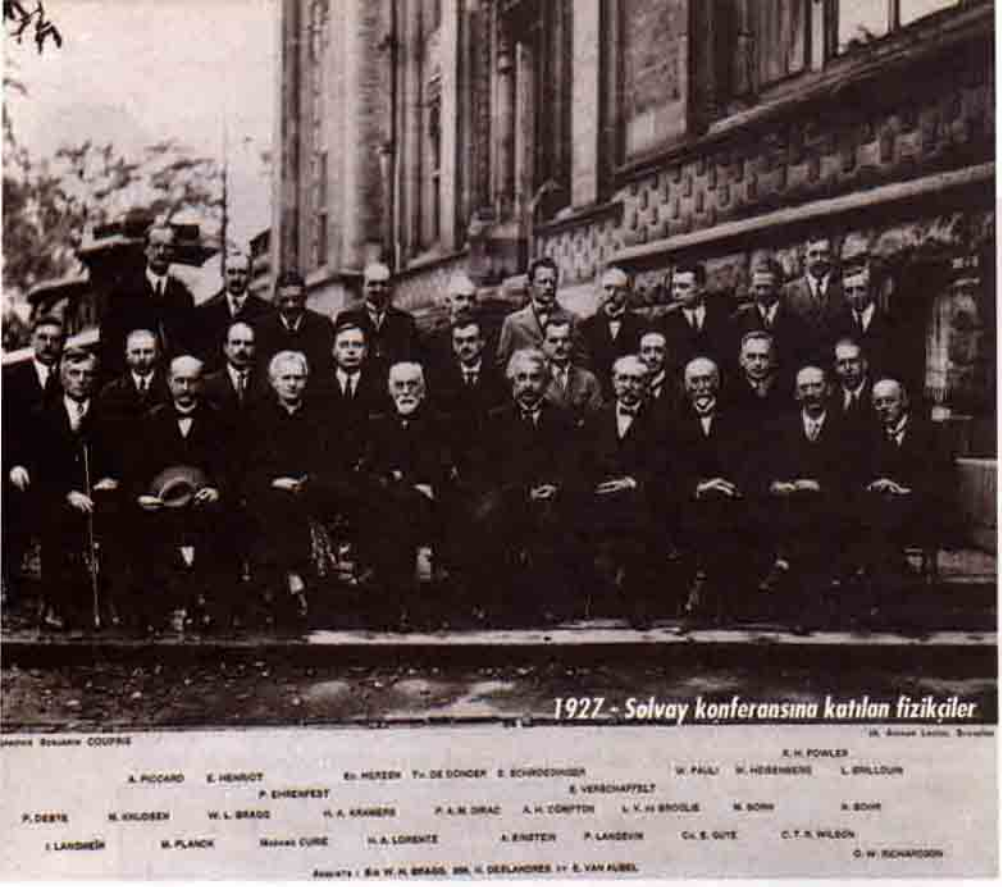


Radyoaktivite üzerinde araştırma yapan Rutherford, 1919'da artı yüklü atom çekirdeklerinin proton adını verdiği parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü. Protonları gözlemek için, α-parçacıklarıyla bombardıman ederek azot atomlarını parçalamaktaydı.Rutherford, önceleri, bir proton ile bir elektronun birbirlerini nötrleştirerek yüksüz bir çift halinde çekirdek içinde bulunabileceğini düşünüyordu. Fakat 1932'de Rutherford'un eski öğrencilerinden James Chadwick (1891-1974), α-parçacıklarıyla berilyum atomlarını bombardıman ederek, elektrik yükü taşımayan, kütlesi protonunkinden biraz daha büyük, nötron adını verdiği bir parçacık keşfetti. Atom çekirdekleri, proton ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomun kütlesini belirleyen, çekirdeğindeki proton ve nötronların sayılarıdır. Atomun elektronlarının sayısı protonlarının sayısına eşittir. Dolayısıyla atomun kimyasal niteliklerini belirleyen, çekirdeğindeki protonların sayısı olacaktır. Aynı sayıda protona fakat farklı sayıda nötrona sahip iki atom, benzer nitelikler taşıyacaktır. Bunlara birbirinin izotopu denir. Örnek olarak, en basit atom olan hidrojenin çekirdeği tek bir protondan ibarettir. Ancak doğada, çekirdeği bir proton ve bir nötrondan ibaret olan döteryum ve çekirdeği, bir proton ve iki nötrondan oluşan trityum izotopları da eser miktarlarda vardır.

Chadwick'in gözlemleri, nötronların çekirdek içinde bulunan yeni bir tür parçacık olduğunu, bir elektron proton çifti gibi yorumlanamayacağını kesin kanıtlamıştır. Ama bir nötronun yokolarak bir proton ile bir elektrona bozunması için belirlenen yarı yaşam süresi sadece 15 dakikadır. Yani çok sayıda özdeş nötron biraraya konabilse, 15 dakika sonra bunlardan yaklaşık yarısının yokolduğu görülürdü. Bunun neden olduğu nükleer dönüşüme β-bozunumu adı verilmektedir. Bir elektron ile bir protonun hızla çarpışarak yok olmaları yerine, bir nötron yaratılması da mümkündür. Bu olayın neden olduğu nükleer dönüşümü de ters β-bozunumu denir. 1932'de bir an için atomlar; proton, nötron ve elektron denilen üç temel parçacıktan yapılırlar gibi hoş ve basit bir görüş oluşmuştu. Ancak bu iyimser tablo aynı yıl silindi gitti.



Önce, β-bozunumda enerji, momentum ve açısal momentum korunum yasalarının sağlanmadığı farkedildi. En temel fizik yasaları olan bu korunum yasalarından vazgeçilemedi. 1932'de Avusturya'lı fizikçi Wolfgang Pauli (1900-1958), doğada nötrino adı verilen, elektrik yüksüz, kütlesiz (yani ışık hızında hareket eden) bir parçacık bulunması ve β-bozunumunda yer alması gerektiğini öne sürdü. Diğer temel parçacıklarla etkileşmesi çok zayıf olan nötrinoların kozmik ışınlarda gözlenmesi 1950'leri buldu. Yine 1932'de, artı yüklü pozitron keşfedildi. Dirac'ın relativistik dalga denklemiyle bütünleştirildiğinde bu keşif, anti-proton, anti-nötron, anti-nötrino v.b. parçacıkların da varlığını gerektirmekteydi. Bu parçacıkların hepsi, 2. Dünya Savaşından sonra inşa edilen hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarda gözlendiler. Bundan da öteye, daha 1940'larda kozmik ışınlarda ağırca bir elektron denebilecek yeni bir parçacık türü olan muonlar ile tamamen yeni nitelikler taşıyan pionlar keşfedildi. Pozitronun benzeri olan anti-muon ile muon nötrinosu ve muon anti-nötrinosu da, daha sonraki tarihlerde gözlendi. Pionların artı yüklü, eksi yüklü ve yüksüz olmak üzere üç türünün varlığı kanıtlandı. Günümüzde buna benzer yüzlerce temel parçacık türü bilinmektedir. Bunları ağır anlamına hadron denen ve hafif anlamına lepton denen iki ana grupta incelemekteyiz. Proton ve nötron; hadron sınıfında, elektron ve nötrino; lepton sınıfında bulunmaktadır. Leptonların basit parçacıklar olmasına karşı, hadronların kuark adı verilen daha basit parçacıklardan yapılmış oldukları artık biliniyor. Bu temel parçacıkların özelliklerini, kuantum mekaniği olmadan anlamak olası değildir.



1927 - Solvay konferansına katılan fizikçiler

sunuz; dalga arıyorsanız, dalga bulursunuz. Fakat hiç bir şart altında, bir elektronun aynı anda hem bir dalga hem de bir parçacıkmış gibi davrandığını gözleyemezsiniz. Bohr'un, dalga ve parçacık niteliklerini, birbirini tamamlayan kavramlar olarak öne süren bu görüşleri, dalga-parçacık ikiliğinin çağdaş anlamda ifadesidir. Gözlenen, gözlemci, gözlem süreci kavramlarını daha önce hiç bir fizik teorisinde görülmemiş ölçüde ön plana çıkarmaktadır.

Born ise bize elektron dalgalarının nasıl yorumlanması gerektiğini göstermiştir. Schrödinger denklemini sağlayan değişkene dalga fonksiyonu adı verilir ve genelde, Yunan alfabesinden Ψ (psi) harfi ile gösterilir. Born'a göre parçacıklar gerçektir, fakat bir şekilde hareketleri kompleks

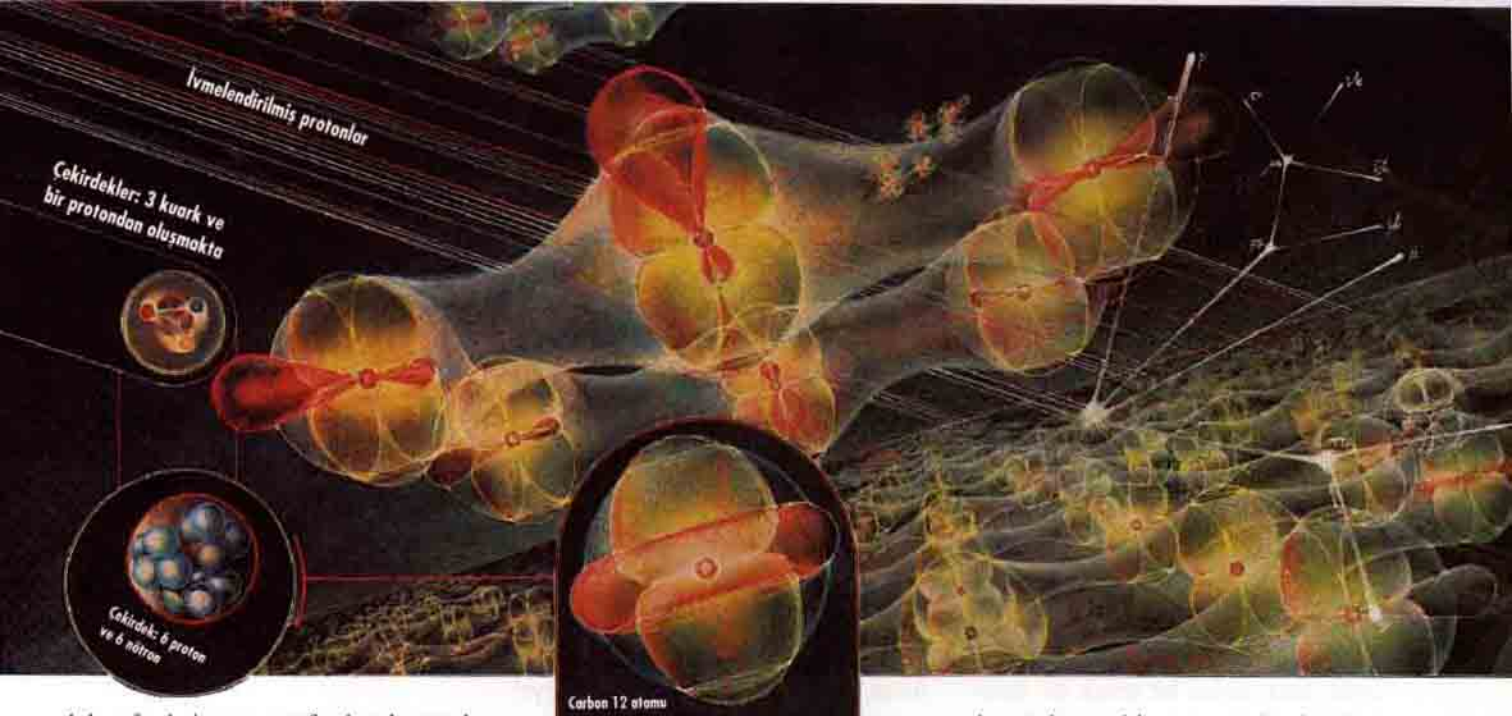
Ölümünün 10. Yılında

Paul A.M. Dirac

Kuantum mekaniğinin kurucularından İngiliz teorik fizikçisi Paul Adrien Maurice Dirac, 1902'de Bristol'da doğdu. 20 Ekim 1984'de Amerika'da, emekliliğini geçirdiği Florida'da yaşama veda etti. Matematiğe olan yeteneğini çok erken yaşta belli eden Dirac, önce Bristol Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği eğitimi gördü. Bu dönemde öğrendiği yaklaşıklık yöntemlerinden ileriki çalışmalarında önemli ölçüde yararlanmıştır. Dirac, problem çözerken sezgisel yaklaşıma öncelik veren fizikçilerdendi. Ona göre, fazlasıyla karmaşık olan gerçek doğaya ilişkin olgular, kısa ve kesin matematik kurallarıyla tam açıklanmış olamazlardı; bir fizikçi, fikirlerini ancak gerçekliğin yaklaşık bilgileriyle geliştirebilirdi.

1921'de üniversiteyi bitiren Dirac, teorik fizik çalışmalarına başlamadan önce iki yıl daha matematik okudu. Daha sonra teorik fizik çalışmak üzere Cambridge'de St. John's College'a girdi. Dirac'ın fiziğe ilk temel katkısı, 1926'da yazdığı bir makalede, kuantum mekaniğinin soyut bir matematik formülasyonunu vermesiyle olmuştur. Almanya'da Max Born, Pascual Jordan ve Werner Heisenberg, Dirac'tan hemen biraz önce matris mekaniğini geliştirmiş bulunuyorlardı. Bunlardan bağımsız olarak, İsviçre'de Erwin Schrödinger, kuantum kurallarının dalga mekaniğini keşfetmişti. Dirac'ın kuantum mekaniği, bu iki yaklaşımı da içeren, çok daha kapsayıcı ve mantıksal açıdan daha basitti. Kuantum mekaniğinin keşfi nedeniyle 1932 Nobel Fizik Ödülü Heisenberg'e verilirken 1933 ödülünü Dirac ve Schrödinger paylaştılar. Dirac; ödülden bir yıl önce, mezun olduğu ve ders verdiği Cambridge Üniversitesi'nde, geçmişte Isaac Newton'un bugün Steven Hawking'in işgal ettikleri Lucas Kürsüsü Matematik Profesörlüğüne atanmış bulunuyordu.

Dirac'ın kuantum fiziğine ikinci temel katkısı, 1928'de özel relativite teorisini kuantum mekaniğine uyuşturması olmuştur. Dirac, ışık hızına yakın hızlarda hareket eden bir elektronun ancak birbirine bağlı dört diferansiyel denklemi sağlayan dört dalga fonksiyonuyla tanımlanabileceğini gösterdi. Dirac'ın tek bir matris denklemine eşdeğer relativistik dalga denklemleri, kuantum teorisinde bir çığır açmıştır. Dirac denkleminin doğal öngörülerinden birisi, elektronların spin açısal momentumu taşıdıklarını göstermesidir. Elektronun spin taşıdığı daha önceden deneylerle kanıtlanmıştı, ancak spinin gözlenen nitelikleri kuantum mekaniğinde doğal bir açıklamaya kavuşturulamamıştı. Ancak Dirac denkleminin esas hayranlık uyandıran yönü doğada anti-parçacıkların varlığını öngörmesidir. Dirac denklemi, bağlı elektronların eksi enerji düzeylerinin kaçınılmaz varlığını gerektirir. İlk bakışta bunun fiziksel gerçekliğe uymayacağı açıktır. Dirac, daha sonraki makalelerinin birinde tümü dolu eksi enerji düzeylerinden bir elektronun çıkarılması halinde, geriye kalan değişiğin ortamda kısa ömürlü artı elektrik yüklü bir parçacık gibi davranacağını buldu. Dirac'ın bu öngörüsü, 1932'de Carl Anderson'un çektiği sis odası resimlerinde; kütlesi elektronunkine eşit, elektrik yükü ters işaretli pozitron adı verilen elementer parçacığın kozmik ışınlarda varlığının kanıtlanmasıyla doğrulandı. Çok daha sonra 1955'de anti-proton da bulundu. Böylece anti-parçacıkların varlığını öngören Dirac denklemi tam bir başarıya ulaştı. Dirac'ın yaratıcı zekası bunlarla yetinmedi. Çekirdek-altı parçacıkların yaratılmasını ve yokolmasını açıklayan kuantumlu elektrodinamik alan teorisinin inşasında ilk adımları attı. Bir diğer çalışmasında Maxwell teorisini manyetik monopolları kapsayacak biçimde genelleştirdi. Öte yandan, özdeş elektron sistemlerinin sağladığı Fermi-Dirac istatistiğini kurdu. Bütün bu çığır açan keşiflerin sahibi Dirac, daha 1932'de teorik fiziğe ilişkin görüşlerini açıklarken "doğanın temel yasaları, olguların altında yatan ama insan zihninin hiç bir zaman tam olarak algılayamayacağı bir tözü denetler" demekteydi. Dirac, bu görüşüne sadık kalarak hiç bir çalışmasında, matematik simgelerle tanımladığı olguların görüntüsel modelini ya da felsefi yorumunu vermeğe yanaşmamıştır.

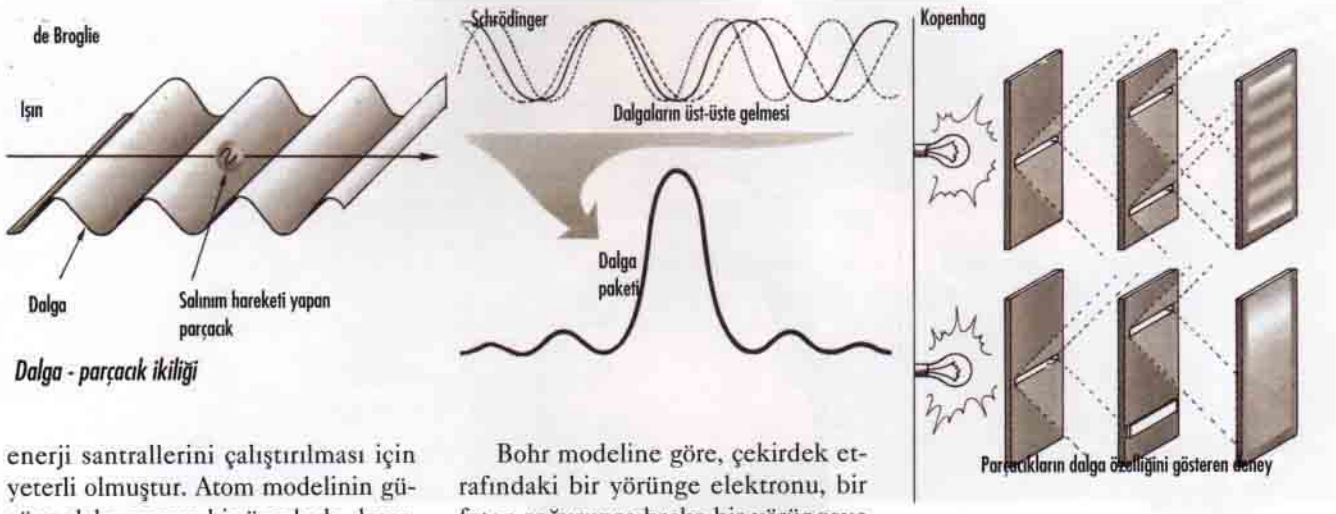


dalga fonksiyonu tarafından kontrol edilmektedir. Uzayda bir noktada, belli bir anda hesaplanan dalganın genliği (yani $|\Psi|^2$), parçacığın o noktada, o anda bulunması olasılığını verir. Bir elektron (veya bir başka parçacığın) ne zaman, nerede olacağını kesinlikle bilemeyiz. Ancak; dalga fonksiyonu biliniyorsa, bir noktada elektronu gözlemek için deney yaptığımızda elektronu gözleme olasılığını hesaplayabiliriz. Bu görüşe göre; rasgele bir elektron, pekala uzayın herhangi bir noktasında bulunabilir. Ancak uzayın belli bir bölgesinde bulunması olasılığı, örnek olarak hidrojen atomuna bağlı bir elektronun Bohr yörüngesi çevresinde bulunması olasılığı, diğer başka uzay bölgelerinde bulunması olasılığından çok daha büyüktür. Durum aynen şuna benziyor: İçinde bulunduğumuz odadaki hava moleküllerinin tümünün bir an için odanın bir köşesine toplanması olasılığı, istatistik mekanik kurallarına göre sıfırdan farklıdır, fakat bu olasılık pratikte önemli olmayacak kadar küçüktür. Born'un olasılık yorumu, zaten tam olarak bilinemez olan bu evrenin bilinebilirliğini biraz daha eksiltmiş oldu.

Bohr'un ve Born'un fikirleri, Heisenberg'in savunduğu belirsizlik ilkesiyle tam bir uyum halindedir. Parçacık ve dalga niteliklerini birarada taşıdıkları için, elektron ve elektron gibi taneciklerin konumu ve momentumu aynı anda ölçülerek birlikte belirlenemez. Ancak, bir parçacığın "konumu" ölçülebilir. Dalgaların uzayda tek bir konumu yoktur; ama "momentum" taşırlar. Bu niteliklerin her birisi tek başına istenilen kesinlikte ölçülerek tam belirlenebilir. Fakat bir nitelik ne kadar kesin belirleniyorsa diğer nitelik o oranda belirsiz kalacaktır. Eğer parçacık niteliklerini ölçüyorsak, bir elektronu parçacık gibi davranmağa iteriz; dalga niteliklerinden uzaklaştırırız. Tersine, eğer dalga niteliklerini ölçüyorsak, elektronu bir parçacık değil de bir dalga gibi davranmağa zorlarız. Böylece gözlemci, deneyin ayrılamaz bir parçası olmaktadır. Belirsizlik ilkesi, asla ölçüm aletlerinin ve ölçme süreçlerinin yetersizliğinden doğan teknik bir soruna bağlanamaz. Doğanın temel bir özelliği olarak karşımızda durmaktadır.

Belirsizlik ilkesi, parçacık-dalga ikiliği, olasılık tanımı ve gözlemcinin ölçülen sistemin bir parçası haline gelmesi ile ifadesini bulan bu fikirlerin toplamı, -bir kısmı Max Born'un çevresinde, Göttingen'de oluşmuş bulunmakla beraber- Niels Bohr'u onurlandırmak amacıyla kuantum mekaniğinin "Kopenhag Yorumu" adıyla anılagelmiştir. Bir kez Kopenhag yorumu kabaca ortaya konduktan sonra, fizikçilerin eski kuantum teorisi kapsamında oluşan atom modelinin eksikliklerini aşmaları ve 1930'larda atom ve molekül fiziği için daha gerçekçi modeller geliştirmeleri uzun sürmedi.

Atomların yapısının anlaşılmasında kuantum mekaniği kesin bir zafer kazanınca, fizikçiler doğal olarak gayretlerini atom çekirdekleri üzerine yoğunlaştırdılar. Pekçok pratik başarıdan sonra, bugün bile çekirdek fiziğini, temelde atom fiziği kadar iyi anladığımızı iddia edemeyiz. Tipik bir atom çekirdeğinin yarıçapı, atomun yarıçapından yaklaşık 100.000 kez küçük olduğuna göre, bu pek de şaşırtıcı gelmemelidir. Atomun hacmi, yarıçapının küpüne orantılıdır, dolayısıyla çekirdek, atomdan 10^{15} kez daha küçüktür diyebiliriz. Çekirdeğin yapısı üzerine bildiğimiz, az çok fizikçilerin 1920'lerde Bohr atomu üzerine bildikleriyle karşılaştıracak düzeydedir. Bu kadar bilgi bile, fizyon ve füzyon bombalarının yapımı veya nükleer



Dalga - parçacık ikiliği

enerji santrallerini çalıştırılması için yeterli olmuştur. Atom modelinin gücüne daha çarpıcı bir örnek de, laserlerin keşfi olmuştur. Lazer fiziği (en azından genel terimler çerçevesinde), Bohr modeli yardımıyla, yani belirsizlik ilkesi ya da parçacık-dalga ikiliğine gerek kalmadan da anlaşılabilir.

Bohr modeline göre, çekirdek etrafındaki bir yörünge elektronu, bir foton soğurunca başka bir yörüngeye geçer. Böylece uyarılmış bir atom kendi haline bırakıldığında, elektron eninde sonunda geldiği düşük enerji düzeyine geri dönecektir. Geçiş sırasında atom, belli bir dalga boyunda foton ışıyacaktır. İlk kez 1917'de Albert Einstein(1879-1955) tarafından incelenen bu sürece, atomun kendiliğinden ışıması adı verilir. Einstein,

Lazer

Tekin Dereli

Görünür ışık; farklı dalgaboylarının, yani farklı renklerin karışımıdır. Ayrıca, atomların genellikle rastgele ışımaları nedeniyle atomik ışınımlarla çıkan ışık dalgaları da aynı fazda olmazlar. Dolayısıyla olağan bir ışık, hem değişik dalgaboylarını hem de değişik fazda dalgaları içermektedir. Ancak, lazer ışığı bundan farklıdır; lazer ışığının tek bir dalgaboyu vardır ve aynı dalgaboyundaki dalgalar eşuyumludur yani hepsi aynı fazdadır (Adi adım yürüyen asker ile uygun adım yürüyen asker arasındaki fark gibi). lazer ışığını üretmek için yükseltici ortam adı verilen bir katıya, bir sıvıya veya bir gaza enerji basmak gereklidir. Yükseltici ortam enerji aldıkça, atomlar sadece belli bir frekansta ışık salmağa başlarlar. Bir atomdan çıkan ışık, komşu atoma çarptığında onu da aynı frekansta ışımaya zorlar. Böylece oluşan bir zincir etkisi sürerek, pek çok atomun aynı anda ve aynı frekansta ışımasına neden olur. Çıkan ışık, özel aynalar arasında ileri geri yansıyarak lazer içerisinde biriktirilir. Işık genliği yeteri kadar büyüdüğünde yarı-yansıtıcı aynadan geçerek aygıt dışına çıkar ve böylece bir lazer pulsu oluşur. İlk çalışan lazer, Theodore Maiman tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Maiman, yükseltici ortam olarak, silindir şeklinde bir yapay yakut kristali kullanmıştı. Optik pompalama eylemi, silindirin çevresine spiral şeklinde dolanan bir lamba ile gerçekleştirilmekteydi. En dışta ise çıkan ısıyı soğurmak üzere, bir suyla soğutma sistemi bulunmaktaydı. Maiman'ın laserinin boyutları bir kaç cm olmakla beraber mükemmel çalışmakta ve pulslu (695 nm dalgaboyunda) kırmızı lazer ışığı üretmekteydi.

Ticari amaçlı kullanım bulan lazerlerin bir kısmı mavimsi-yeşil ışık veren helyum-neon lazerleridir. Bu tür lazerlerde, helyum ve neon gazlarının karışımıyla dolu bir tüp elektrik akımıyla uyarılarak ışık üretilir. Elektrik akımı helyum atomlarını uyarır. Bunların neon atomlarıyla çarpışması yoluyla enerji neon atomlarına aktarılır. lazer ışığını veren, neon atomlarının ışımasıdır. Tüpün uçlarından birine tam yansıtıcı, diğerine ise yarı saydam bir ayna takılmıştır. Lazer ışını yarı saydam aynadan çıkmaktadır.

Işıkla Kesme İşlemi

Uzun dalgaboylu lazerler, bir yüzey üzerinde dar bir bölgeye odaklanarak, çok yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Bu sıcaklık, kumaştan oto yapımında kullanılan çelik saçlara kadar pekçok malzemeyi kesmeye yeterlidir. lazer ışını, ayna düzenekli kollar boyunca yöneltilerek, kansız ameliyatlar yapılmasını da sağlamaktadır. Lazerler, son yıllarda özellikle göz ameliyatlarında, geniş uygulama bulmuştur. Lazer ışınının, kesme işlemi için kullanımındaki en büyük avantajı; kesici aletlerin körelmesi gibi bir sorun taşımamasındadır. Elde edilen yüksek sıcaklıklar nedeniyle lazerler, metallare nokta kaynak yapımında da kullanım bulurlar.

Lazerle Ölçüm İşlemleri

Lazer demetleri, dağılmadan çok uzun mesafelerde bir doğru boyunca yayılabilir. Bu nedenle, inşaat projelerinde (örnek olarak tünel açımında) yaygın kullanım bulmaktadırlar. Ayrıca, lazer ışığı çok duyarlı mesafe belirlemekte yararlıdır. Bunun için, bir lazer demeti ikiye ayrılır ve iki ayrı yüzeyden yansıtılarak tekrar bir araya getirildiklerinde verdikleri girişim desenine bakılır. Böylece, girişim çizgilerindeki kaymaları ölçerek iki uzak cisim arasındaki mesafeyi son derece duyarlı bir biçimde hesaplamak olasıdır.

elektronun düşük enerji düzeyine geri gidişi için geçen sürenin istatistik çıkarımını araştırmaktaydı. Ancak bahsi geçen geçişe bir yol daha vardır. O da; uyarılmış atomun, üzerine düşen bir fotonla etkileşerek fazla enerjisini kaybetmeye ve düşük enerji düzeyine (taban durumuna) geçmeğe zorlanmasıdır. Bu sürece, uyarılmış ışıma adı verilir ve ancak atomla etkileşen fotonun dalgaboyu, atomun ışıdığı fotonun dalgaboyuna eşit ise mümkün olur.

Bir kristal örgüsü üzerine sıralanmış bir dizi uyarılmış özdeş atom düşünelim. Kristal üzerine, rezonans dalgaboyuna sahip bir foton yollayarak bir atomun ışımasını sağlayalım. Çıkan iki foton, diğer iki atomun ışımasını sağlar; çıkan dört foton dört atom daha uyarır ve böylece, ışıyan atomların sayısı üstel olarak katlanır. Elde edilen eş zamanlı (senkronize), dolayısıyla yüksek genlikli elektromanyetik dalgaların, dalga çukurları ve dalga tepeleri birlikte ilerledikleri ışın demeti için dağılmaz. Buna lazer ışını diyoruz. (Laser: Light amplification by stimulated emission of radiation-Uyarılmış ışıma yoluyla ışık genliğinin yükseltimi) lazer uygulamalarındaki beceri, kuantum teorisinin kullanımında değil; atomların yüksek enerji düzeyine "pompalanması" ve orada uyarıma hazır biriktirilmeleri için gereken teknolojinin geliştirilmesindedir.

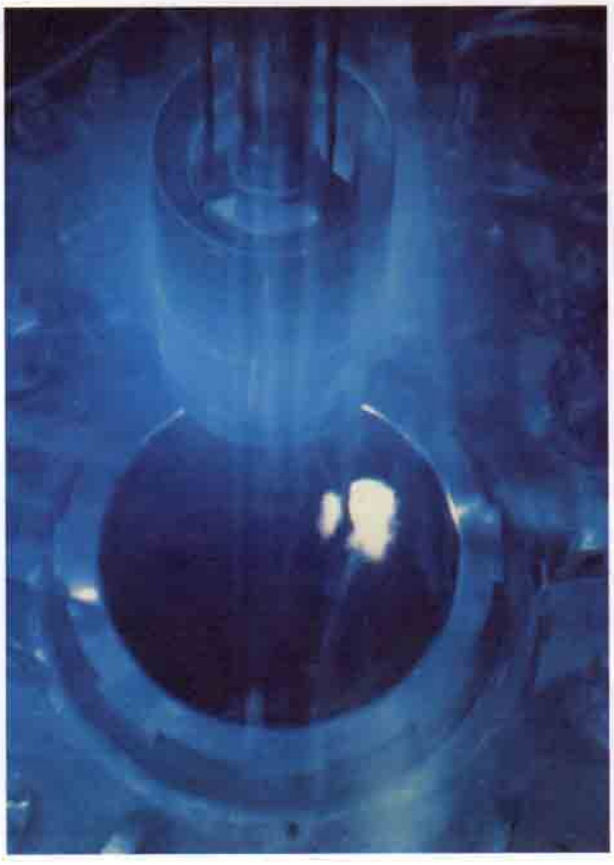
Bugün lazer teknolojisinin ticari önemi tartışılamaz. lazerlerin, iletişim ağlarında, yüzey ve mesafe ölçüm işlerinde; kredi kartlarını şifreleyen hologramların yapımında, süpermarket kasalarındaki barkod okuyucularında ve daha pekçok uygulamada yeri vardır. Tüm bunların kökü, Bohr'un kuantum teorisinde yaptığı ilk atılımda bulunmaktadır.

Fakat kuantum mekaniğinin günlük yaşamımızdaki en yaygın etkileri, kendini kuşkusuz katıhal fiziği uygulamalarında göstermektedir. Fiziğin bu dalı, bizlere transistörlü radyoları, Sony Walkman'i, dijital saatleri,elektronik hesap makinalarını, PC'leri, tam otomatik çamaşır makinalarını kazan-

dırdı. Katıhal fiziği, adı üstünde; fiziksel nitelikleri iletkenlerle yalıtkanlar arasında yeralan yarı-iletken katıların özelliklerini inceler. Yalıtkanlar, içindeki elektronlar sıkı sıkıya atomlarına bağlı kaldıkları için elektrik akımını iletemezler. İletkenlerde ise elektronların bir kısmı serbestçe malzeme içerisinde dolaşabilir.

Katılar içerisindeki elektronların enerji düzeylerini, kuantum mekaniğindeki dalga denklemini çözerek bulabiliriz. Elektronun enerjisi ne kadar fazlaysa, civarındaki artı elektrik yüklü çekirdeklerin çekiminden o kadar kolay kurtulabilir ve elektriği iletir. Schrödinger denklemi, belli bir katı içerisinde, elektronların atom çekirdeklerine ne kadar sıkı bağlanmış olduğunu belirler; iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkları açıklar. Ayrıca, yine dalga denklemi, bağlı enerji durumlarının tümü elektronlarca işgal edilmiş olan yarı-yalıtkan katılarda; bazı zayıf bağlı elektronların (birkaç elektron volt gibi) çok az enerji kazanımıyla nasıl daha yüksek bir enerji düzeyine sıçrayarak, malzeme içinde serbestçe dolaşabildiklerini açıklar. İletkenlerin aksine, böyle bir elektron geçişi, geride boş bir enerji düzeyi bırakacaktır. Malzemenin elektrik iletkenliği söz konusu edildiğinde, eksi yüklü bir elektronun geride bıraktığı deşik, tıpkı bir artı iletim yükü gibi davranır. Deşik, eksi yükler tarafından çekilir; çünkü bir noktada oluşan boşluğu hemen yanından gelerek dolduran elektron, geldiği düzeyde boşluk bırakacaktır. Böylece deşik, başlangıç noktasından elektronların hareket yönünün tersine giderek uzaklaşır. Yani bir artı yükün hareketini yapar. Yarı-iletken elektronik aygıtların tasarımını anlamak için, elektronların atomlar yakınında nasıl davrandıklarını tarif eden kuantum mekaniğinin kuralları mutlaka bilinmelidir. Mikroelektronik teknolojisine bağlı süperbilgisayar tasarımı da, böylece dolaylı da olsa kuantum mekaniğine bağlanmış oluyor.

Aynı biçimde, yaşamın sırlarının anlaşılması da kuantum mekaniğine bağlanabilir. 1953'de açıklığa kavuşan DNA'nın çifte sarmal yapısını artık biliyoruz. Gen mühendisliğine olanak tanıyan temel etken, organik moleküllerin özelliklerinin iyi anlaşılmasıdır. Bunun sadece kuantum fiziği bilgimizle mümkün olduğunu çok kişi takdir edemeyebilir. Bu kapsamda temel bir fizik teorisi olmasaydı, daha başlangıçta DNA gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını gösteren X-ışını kırınım verilerini yorumlamak olanaksızlaşırdı. Genlerin nasıl yapıldığını anlamak için, önce atomların nasıl ve neden biraraya geldiklerini bilmek, hangi düzende, hangi mesafe aralıklarında, hangi bağ türüyle bağlandıklarını anlamak gerekir. Bu bilgi, kuantum fiziğinin kimya ve moleküler biyolojiye en büyük katkısı olmuştur. Çağdaş kimya, 1920'ler ve 1930'larda Bohr atom modeli ve Kopenhag yorumu üzerine dayanan çalışmalarla başlamıştır. Ayrıntılara girmeden, DNA çifte sarmalının iki sarmalını birarada tutan hidrojen bağlarının tamamen bir kuantum olayı olduğunu hatırlayalım; Kuantum fiziğini bilmeden iki sarmalın nasıl birarada durduğunu hiç bir zaman anlayamazdık.



Bir yüzyılı kapsayan tüm bu başarılar zincirine karşı, kuantum mekaniği kurallarının niçin geçerli olduğunu tam anladığımızı hala söyleyemiyoruz. Bugün bile kuantum teorisinin felsefi sorunları hararetli tartışmalara konu oluyor. Bunu bilim adamlarının başarılarına düşen bir gölge gibi düşünemeyiz. Aksine, tatmin edici bir felsefi temelin yokluğunda bile bilim adamlarının ulaştığı teknik yetkinlik doğru yolda olduklarının en güçlü kanıtıdır.

Kaynaklar
"Adventures in Lilliput", Time, Aralık 1991
Burnie, D.,Light,Eyewitness Science, cilt 4, The Science Museum, London, 1992
Cooper, C.,Matter,Eyewitness Science. cilt 2, The Science Museum, London, 1992
Pais, A., Inward Bound, Oxford University, 1986

Minyatür Deney Aletleri

15. yüzyılda denizcilik yöntemlerindeki gelişimin, okyanusların keşfini yelkenli gemilere açması gibi, yeni lazer aletleri de; bilinmezlerle dolu bir mikrodünyayı bilimsel keşiflere açmaktadırlar. Veri yağmurlarını ekranda görüntüye çeviren bilgisayarların desteğinde bu aletler, bilim adamlarına canlı hücreden tek tek atoma kadar her şeyi görmek ve hatta oynamak olanağını veriyor. Bu ilginç enstrümanlar arasında şunlar bulunuyor:

Femtosaniye lazerleri

Tıpkı mikroskobik bir dans pistinde yanıp sönen ışıklar gibi, bu aygıtlarla (Stroboskop) atomların ve moleküllerin titreşimleri, ışık çakmalarıyla dondurulabilmektedir. Böylece lazerler, sodyum atomunun diğer atomlarla birleşerek tuzları nasıl oluşturduğundan, fotosentez yoluyla bitkilerin güneş ışığını nasıl enerjiye dönüştürdüğüne kadar pek çok konuyu incelemekte kullanılıyorlar. 1991'de, California'da Lawrence Berkeley Laboratuvarlarındaki fizikçiler, gözümüzün görmesi için ilk adım olan bir kimyasal reaksiyonun resmini çekmeyi başardıklarını bildirdiler. Işığın gözün retina tabakasına çarpmasıyla başlayan bu reaksiyon, daha önce hiçbir şekilde doğrudan gözlenmemiştir. Çünkü reaksiyonun başlangıcı için geçen süre 200 femtosaniyedir. Bu müthiş hızı anlatmak için, saniyede 300.000 km yol alan ışığın 1 femtosaniyede saç telinin yüzde biri kadar gidebildiğini söylemek yetecektir.

Lazer Tuzakları

lazer ışığı demetleri ile bir grup atomu kavrayıp, bir yerden başka bir yere götürmek olasıdır. Ancak, oda sıcaklığında atomların hızı çok büyük olduğundan, önce onları yavaşlatabilmek şarttır. 1985'de AT&T Bell Laboratuvarlarında bir araştırma grubu tarafından geliştirilen "Optik bulamaç" tekniğinin keşfi, probleme bir çözüm getirdi. Işık kullanarak bir ortamın elektromanyetik sürükleniminin yeteri kadar yükseltilmesi atomları yavaşlatmaktadır. Atomlar, kinetik enerjilerinin neredeyse tümünü kaybedince mutlak sıfır sıcaklığına erişmiş olurlar. Bilimadamları, bu denli süper soğuk sıcaklıklarda, maddenin umulmadık ve ilginç niteliklerinin ortaya çıkacağına inanmaktadırlar. Gerçekten soğuk atomlar, zekice düşünülmüş değişik yollarla tutulabilir ve hareket ettirilebilir. Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Steven Chu, paslanmaz çelikten bir kap içinde milyonlarca sodyum atomunun birarada hareketsiz kalmasını ve sonra tıpkı ışıklı fıskiyeler gibi serbest bırakılmasını sağlayan teknikler geliştirdi. Bu teknik yardımıyla bilimadamları bir atomun serbest düşmesini izleyebiliyor ve kütleçekim kuvvetini bugüne kadar görülmemiş bir duyarlıkta ölçebiliyorlar. Sodyum atomu fıskiyeleri, ayrıca sezyum atomu salınımlarının periyodunu görülmemiş duyarlıkta belirlemeye olanak tanımaktadır. Atom saatleri arasında sezyum atomu en duyarlı olanıdır.

Optik Cımbız

Bilim adamları, tek bir kızıl-ötesi lazer ışığı demeti ile DNA molekülünden bakterilere kadar herşeyi tutup oynatabiliyorlar. Örnek olarak, yüzen bir mikroorganizmayı tutup, mikroskop altında yüzgeçlerinin hareketini inceleyebiliyorlar. Optik cımbızla, hücreyi tahrip etmeden hücre çeperinin içine girip organelleri inceliyorlar. Bu teknoloji yardımıyla, vücut hareketini sağlayan kas proteinlerinden myosin molekülünün uyguladığı mekanik kuvvet ölçülebildi.

Taramalı Tünelleme Mikroskobu

Bu olağanüstü aletler, birkaç atom boyutundaki ince metal uçlar yardımıyla yüzeyleri tarayabilmektedir. Metal uç ile yüzey arasındaki mesafe çok küçük ise; elektronlar, kuantum mekaniğindeki tünel olayı nedeniyle bu aralığı atlayabilirler. Elektron hareketinin yarattığı bu çok küçük elektrik akımı, yüzey atomlarını oynatmaya ve yüzey üzerinde bir noktadan başka noktaya kaydırmaya yeterlidir. Bu yöntemle IBM'nin Almaden Araştırma merkezindeki fizikçiler, yedi adet ksenon atomunu minyatür bir kap içine alıp atom düzeyinde kimyasal reaksiyon süreci gözlediler. Sonuçta, anahtar işlevini gören tek atomlu bir elektronik yapı geliştirebildiler. İlke olarak bu minyatür düzenek, ileride transistörlerin yerini alabilecektir. Şu ana kadar yapılanlardan bazıları, örneğin atomlarla yazı yazmak ya da resim yapmak, amaçsız bir oyun gibi görünseler bile, bunların ileride hayale sığmayacak kadar küçük aletler üzerine veri depolamak için kulanılacak teknikleri bugünden bizlere tanıttıkları inkar edilemez.

Atomik Kuvvet Mikroskopları

Taramalı tünelleme mikroskobunda olduğu gibi, bu aletlerin de birkaç atom boyutunda ve ince bir pikap iğnesinin işlevini gören bir ucu vardır. Bu uç yüzeye değerek, körler alfabesi okur gibi atomların haritası çıkarılır. Ucun yüzeye uyguladığı elektromanyetik kuvvet o kadar küçüktür ki, atomik kuvvet mikroskobuyla, canlı hücrelerin çeperleri de dahil olmak üzere pek çok değişik yüzey görüntülenebilir. Daha da ilginci, uygulanan kuvveti biraz artırarak bu ince ucu kesici bir alet gibi kullanmak ve hücrelerin çeperlerini, iç yapıyı bozmadan sıyırmak mümkün olmaktadır. Bilim adamları, atomik kuvvet mikroskoplarını; kanın pıhtılaşmasına yol açan biyokimyasal süreçleri incelemek, deniz kabuklarının atomik yapısını belirlemek, bir hücrenin diğer hücrelerle bağını kuran mini iletişim ağlarını bulmak için kullanmaktadırlar.

Bu yeni bilimsel aletlerin, pratikte muazzam bir geleceği olduğu kuşkusuzdur. Daha duyarlı bir atomik saatin bulunması, salt bilimsel merakı tatmin uğruna değildir. Eğer bu saatler iletişim uydularıyla yörüngeye oturtulursa, evrensel konumlama sistemi o denli gelişir ki, göz gözü görmez siste bile uçakları güvenle indirip kaldırmak mümkün olur. Taramalı tünelleme mikrokoplarının, yarı-iletken endüstrisinde minyatür elektronik cihazların yapımında kullanılacağı; optik cımbızlar yardımıyla doktorların herhangi bir hücre bozukluğunu onarabileceği; femtosaniye lazerleri ile kimyasal reaksiyonların kontrol edilip yönlendirileceği günler uzak değildir. Bilim adamları bugüne kadar, parçalarına ayırarak atom ve moleküllerin yapısını anlamağa çalıştılar; artık atomları ve molekülleri biraraya getirerek yeni ve yararlı şeylerin nasıl yapılacağını düşünmenin zamanı gelmiş görünüyor.

1897
Atomların bir yapısı olduğu bulundu ve daha sonra elektronlar, üzümlü kek içindeki üzümler gibi yorumlandı.

1911
Atomların bir çekirdeği olduğu anlaşıldı ve elektronların çekirdek çevresinde yörüngeler çizdiği söylendi.

21. Yüzyıl Yaşamı için Kuantum Fiziği

"Kuantum teorisiyle ilgilenmeye ne gerek var, bırakalım bununla kuantum mekaniği konusunda ihtisaslaşmış fizikçiler ilgilensin." derseniz yanılıyorsunuz. Bu bilgiye artık gereksiniminiz olacak, çünkü 21. yüzyılda kuantum mekaniği size ve çocuklarınıza iş demek. Bilimin çağdaş yaşama en önemli katkıları nelerdir; bilimsel gelişmenin yakın gelecekte bizlere sağlayacağı yararlar ya da getireceği zararlar neler olacaktır, sayınız dense, böylece oluşacak bir liste şunları mutlaka içerirdi: Bilgisayar teknolojisi (otomasyon, işsizlik sorunu, eğlence endüstrisi, robotlar), nükleer enerji (Atom bombası, güdümlü füzeler, nükleer santraller, çevre sorunları), gen mühendisliği (ilaç tasarımı, cloning, bitki türlerinin ıslahı), laserler (holografi, "yıldız savaşları", mikrocerrahi, uydu iletişimi). Bu listede yeralan konuların kaynağı şu ya da bu şekilde, pek çoğumuzun şimdiye dek ya hiç duymadığı ya da anlayamadığı kuantum teorisinde bulunmaktadır.

Tekin Dereli
ODTÜ Matematik Bölümü

ISITILAN cisimler ışır. Fizikçiler kuantum teorisini 1900 yılında bu ışımanın bazı niteliklerini açıklayabilmek için keşfettiler. Kuantum teorisinin ilk ve en önemli uygulamasını ise atomların iç yapısının anlaşılması oluşturdu. Yüzyılımızın büyük fizikçilerinden Ernest Rutherford(1871-1937), İngiltere'de Manchester'deki araştırma grubuyla birlikte yaptığı deneyler sonunda, atomların esas olarak, merkezde yeralan artı elektrik yüklü çekirdek ile bunun etrafında dönen eksi yüklü elektronların yeraldığı büyük boşluklardan ibaret olduklarını kanıtladı. O sırada Manchester'de bulunan Danimarkalı genç bilim adamı Niels Bohr(1885-1962), bu bulgulardan son derece etkilenmişti. Bohr'un atom modeli bugün bile okullarda öğretilen atom modelidir. Bohr'un temel varsayımı; elektronların atom çekirdekleri etrafında ancak belli çembersel yörüngeler üzerinde bulunacaklarını söylemektedir. Kararlı bir yörüngedeki elektron, o yörüngeyi ancak bir enerji kuantumu ışıyarak veya soğurarak terkedebilir ve bir başka kararlı yörüngeye yerleşir. Atoma bağlı bir elektron sürekli enerji ışıyarak (veya soğurarak) bir spiral üzerinde merkeze düşmez (veya atomdan kopmaz), çünkü elektrona aktarılan elektromanyetik enerji, kuantumludur. Yani elektromanyetik enerji elektronlara, foton adını verdiğimiz enerji paketleri hν sabit birimleri halinde aktarılmaktadır. h evrensel Planck sabiti, ν ise elektromanyetik dalganın frekansıdır. Elektron, yörüngesini değiştirirken bir enerji durumundan başka bir enerji durumuna ani geçiş yapar. Bu

geçiş sırasında, ışınan veya soğurulan elektromanyetik dalganın frekansını, Bohr tam olarak hesaplayabilmektedir. Bu frekanslar yardımıyla her bir element için farklı olan spektral çizgi dizileri belirlenir ve bunların gözlemsel verilerle uyuştukları görülür.

Bohr'un atom modeli 1913 yılı için büyük bir atılımdı. Ancak çok geçmeden pekçok sorunu beraberinde getirdiği görüldü. Örnek olarak, atomun birden fazla sayıda elektronu varsa, bunlar olası yörüngelere nasıl dağılırlar? Elektronlar enerji düzeylerine rasgele dağılmış olarak verildiklerinde neden kademeli olarak ışıyarak, tümü en düşük enerjili yörünge üzerinde toplanmaz? Bu ve benzeri sorulara yanıt getiren ikinci bir atılım, ancak 1925 yılında başarıldı. Böylece, atom olaylarının tutarlı ve tam bir tarifini vermek mümkün oldu. O sırada Almanya'da Göttingen Üniversitesinde araştırma yapan genç bir bilim adamı Werner Heisenberg(1901-1976), bir atoma bağlı elektronların davranışlarının matrisler cinsinden matematiksel olarak nasıl betimlenebileceğini buldu. Yanında çalıştığı hocası Max Born (1882-1970) ve onun asistanı Pascual Jordan(1902-1980) ile birlikte bu buluşunu tam ve tutarlı bir teori haline getirdiler. Fizikçilerin yıllar süren arayışlarına yanıt getiren bu teoriye "matris mekaniği" dendi. Ancak daha birkaç ay zaman geçmeden, bir başka tam ve tutarlı kuantum teorisi ortaya atıldı. Bu yeni teorinin, gelişmekte olan fikirler arasında köşe taşlarından birini oluşturan Fransız fizikçisi Louis de Broglie(1892-1987)'nin fikirleri ile yakın bir uyum içerisinde olduğu görüldü. De Broglie, 1923'de Paris Üniversitesine verdiği doktora tezinde, elektronların birer tanecik olarak değil, dalgalar olarak yorumlanması gerektiğini öne sürmüştü. Dolayısıyla atom çekirdeğine bağlı olarak hareket eden bir elektronun kapalı yörüngesinin çev-

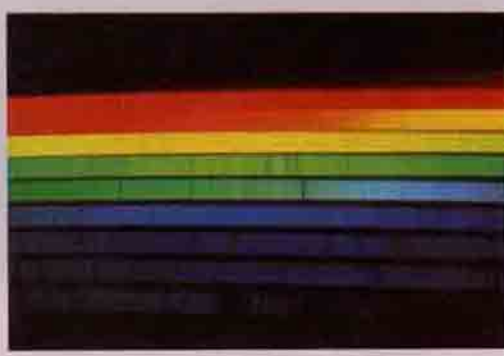
resi, ancak elektron dalgaboyunun tam katlarına eşit oluyor; böylece neden sadece belli elektron yörüngelerinin varolduğu sorusu yanıtlanmış oluyordu. O sırada Zürich'te çalışmakta olan Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger(1887-1961), bu dalgaların sağladığı dalga denklemini yazarak; hidrojen atomunun enerji düzeylerini hesapladı ve bu bulgusunu 1926 yılı başında bir dizi makale şeklinde yayınladı. Schrödinger dalga denkleminde karşımıza çıkan elektron dalgaları, deniz-deki dalgalar, ses dalgaları gibi her gün rastladığımız türden dalgalara benzemekteydi. Bu nedenle; diğer fizikçilere alışılmış, bildik geldiği için, Schrödinger'in dalga mekaniği adı verilen yaklaşımı sıcak bir kabul gördü. Schrödinger'in kendisi de, bir

Işık ve Isı

Tekin Dereli

Işığı ve ışığın etkilerini görmek kolaydır. Fakat ışık nedir? Uzayda bir noktadan diğer bir noktaya nasıl gider? 17. yüzyılın sonunda İsaac Newton (1642-1727) bu sorulara yanıt aramaktaydı. Newton'un kendisi, ışığın taneciklerden mi yoksa dalgalardan mı oluştukları konusunda kesin bir tercihe ulaşamamıştı. Işığın önde gelen üç niteliği; doğrular boyunca yayılması, aynadan yansıması ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılmasıdır. Işığın bu niteliklerini tanecik görüşüyle de dalga görüşüyle de açıklamak mümkündür. Ancak Newton döneminde bilinen olgulardan pek çoğu tanecik görüşüne destek verecek yöndeydi. Bu nedenle Newton'u izleyen fizikçilerden çoğunluğu ışığın tanecik teorisini savunmakta birleştiler. Öte yanda Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695), tanecik teorisine hiç bir şekilde ikna olmamıştı. Aynı zamanda fizikçi, matematikçi, Avrupa'da ilk sarkaçlı saati yapan bir mucit, Satürn'ün halkalarını ilk kez gören bir astronom olan Huygens, 1690'da yayınladığı kitabında, ışığın tanecik teorisini reddetmesinin nedenlerini açıklamıştı. Ona göre ışık; "eter" adını verdiği görünmez, ağırlıksız, tüm havayı ve boşluğu kaplayan bir ortamda yayılan dalgalar tarafından taşınmaktaydı. "Huygens ilkesi" denen bu varsayımla ışığın kırılması açıklanabildiği gibi, ayrıca karşılıklı gelen dalgalar birbirleri içinden geçebildikleri için karşı karşıya gelen ışık ışınlarının neden tanecikler gibi çarpışmadıkları da açıklanmış olmaktaydı. Huygens'in kanıtlarının gücüne rağmen, ışığın dalga teorisini destekleyecek deneylerin yapılması bir yüzyıl sonra gerçekleşti.

1801'de ilk kez İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829), dönemindeki ışık anlayışının değişmesine yol açacak bir deney önerdi. Young, aslında insan gözünü ve insan sesini incelemekteydi. Araştırmaları sonunda ışık ile ses arasında benzerlikler bulunduğu görüşüne ulaşmıştı. O sıralarda sesin havada dalgalar halinde yayıldığı kanıtlanmış bulunuyordu. Bu nedenle Young, ışığın da dalgalar halinde yayılması gerektiğini düşündü. Normalde dalgalar da ışık gibi doğrular boyunca yayılırlar. Ancak İtalyan fizikçisi Francesco Grimaldi (1618-1663), ışığın ince bir yarıktan geçince büküldüğünü ve demetin dağıldığını gözlemiş ve bu olaya ışığın kırınımı adını vermişti. Young, Grimaldi'nin deneyini daha da geliştirerek, güneş ışığını birbirine paralel iki yarıktan geçirdi ve arkada bir ekran üzerine düşürdü. Eğer yarıklar geniş ve aralıklı iseler ekranda iki aydınlık ışıklı nokta belirmekteydi. Ama yarıklar dar ve birbirlerine yakın iseler ekran üzerine düşen ışık, inceli kalınlı renkli çizgiler oluşturuyordu. Bu renkli çizgiler dizisine girişim deseni adı verildi ve Young, girişim olayına ancak dalgaların neden olabileceğini gösterdi. Girişim, sadece ışık dalgalarına has değildir. Su ve ses dalgaları da girişim yaparlar. Durgun bir havuz kenarında durup su yüzüne iki parmağınızı aynı anda değdirin. Su yüzünde her yöne aynı hızla yayılan iki dalga oluşturursunuz. Dalga tepeleri aynı noktada buluşursa yapıcı girişim vererek o noktada daha büyük bir dalga genliği oluşur. Bir dalga tepesi, öteki dalganın çukuruna denk gelirse, dalgalar yıkıcı girişime uğrar, birbirlerini söndürürler. Böylece kuşbakışı bakıldığında su yüzünde güzel bir girişim deseni gözükür. Thomas Young, Auguste Fresnel (1788-1827)'le birlikte girişim deneyleri yaparak ışığın dalgalar halinde yayıldığının tüm kanıtlarını ortaya koydu ve ışığın her bir değişik renginin ayrı bir dalgaboyuna karşı geldiğini gösterdi. Young'ın deneyleri dikkatle düzenlenmiş ve özenle yapılmışlardı; ama sonuçları hemen kabul görmedi. 18. yüzyılda, ışığın taneciklerinden oluştuğuna inanan ve bu görüşü benimseyen bilim adamlarının düşüncelerini değiştirmek kolay olmadı. Işığın dalgalardan oluştuğu fikrinin benimsenmesi, 19. yüzyılın ikinci yarısını bekledi. Yine aynı yıllarda William Herschel (1738-1822), ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktaydı. Bu deneylerinden birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürdü. Termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Böylece gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak kızıl-ötesi ışığı keşfetmiş oldu. Yine aynı yıllarda bir başka fizikçi Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini saptamaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşünce başlayan bir kimyasal reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerrecikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerrecikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrata batırılmış kağıt parçasının ışık görünce kararttığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), değişik



renkte ışığın fotograf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti bile. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Ritter, Herschel'in deneylerini duyar duymaz 1801'de spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneyini tekrarladı. Burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa mor-ötesi ışık adı verildi.

Bugün, hem görünür ışık dalgalarının hem de kızıl-ötesi ve mor-ötesi gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarının çok daha geniş bir elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer aldıklarını artık biliyoruz. Bu yöndeki ilk bulgular, 1821'de Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), elektrik akımının mıknatıs iğnesini etkilediğini gözlemesiyle bi-

durumdan diğer başka durumlara ani kuantum sıçramalarına artık gerek kalmadığını düşünmekteydi. Elektron geçişlerinin bir keman telinin titreşimleri gibi, bir notadan diğerine (yani bir harmonikten diğerine) geçiş olarak yorumluyordu. Yine 1927 yılında İngiliz fizikçisi Paul A. M. Dirac(1902-1984), Heisenberg ve Schrödinger yaklaşımlarını içererek genelleyen soyut bir kuantum teorisine ulaştı. Tüm bu gelişmelere karşı, başta Bohr olmak üzere elektron

rikmeğe başlamıştır. Aynı yıl Fransız fizikçisi André-Marie Ampère (1775-1836), elektrik akımı taşıyan paralel iki telin tıpkı birer mıknatıs gibi (geçen akımların yönüne göre) birbirlerini ittiklerini ya da çektiklerini gösterdi. Bu gözlemleri daha pekçok deney izledi ve elektrik olayları ile manyetizma olaylarının yakından ilişkili oldukları anlaşıldı. Bu ilişkinin matematiksel açıklamasını, 1865'de İskoç fizikçi James Clerk Maxwell (1831-1879) buldu. Böylece elektrik ve manyetizma olaylarının birlikte elektromanyetizma diye adlandırılacak kadar içiçe oldukları kanıtlandı. Maxwell, kendi adıyla anılan elektromanyetik alan denklemlerini incelerken, elektrik alanının ileri geri salınmasını sağlayarak, büyük hızlarda yayılan elektromanyetik dalgaların üretilebileceğini farketti. Hesapları sonucunda, elektromanyetik dalgaların boşluktaki yayılma hızının ışık hızına eşit olacağını buldu. Böylece ışığın kendisinin de bir tür elektromanyetik dalga olduğu sonucuna ulaştı. Elektromanyetik dalgalar bütün dalgaboylarını kapsayan çok geniş bir spektrum oluştururlar. Örnek olarak elektromanyetik spektrumun ortalarında yeralan kırmızı ışığın dalga boyu 650 nanometredir(10^9 nanometre = 1 metre). Elektromanyetik spektrumun üst ucunda, dalgaboyları çok büyük radyo dalgaları bulunur. Uzundalga radyo istasyonları, yayın için 1000 ila 2000 metre dalgaboyu aralığını kullanırlar. Spektrumun alt ucunda ise dalgaboyları çok küçük X-ışınları (veya diğer adıyla Röntgen ışını) bulunmaktadır.

Şu soruya sıra geldi: Cisimler ısıtılınca neden ve nasıl ışır? Bunun yanıtı, tüm katı cisimlerin elektromanyetik dalga yayabildikleri bilinirse verilebilir. Bir kalıp buz gibi çok soğuk bir cisim bile aslında ışımaktadır; ancak bu ışımanın genliği çok küçüktür, dalgaboyu ise gözle görülmeyecek kadar uzundur. Cisim ısıtıldıkça ışımanın genliği büyür, dalgaboyu kısalır. Yeteri kadar ısıtılan bir cisim parlak gözükür. Parlaklığın nedeni, ışınan ışığın dalgaboyunun görünür bölgeye gelmiş olmasıdır. Şimdi şöyle basit bir deney düşünelim: Bir demir çubuğu ateşe tutup ısıtırsak, ne olur? Soğuk çubuk, görünür bölgede ışımaz; üzerine düşen gün ışığının tümünü yansıttığı için bize siyah görünür. Karanlıkta ise çubuk gözükmez. Çubuk hafifce ısıtılırsa bir süre sonra görünür ışık yaymağa başlar. Işınan dalgaboyu yaklaşık 700 nanometredir. Bu nedenle çubuk karanlıkta bile kırmızı gözükür. Çubuğu daha ısıtırsak, daha güçlü ışımağa başlar. Işınan dalga boyu daha kısa, yaklaşık 630 nanometredir. Çubuğun rengi turuncuya döner. Çubuğu iyice ısıtalım. Işınan dalgaboylarının arasında genliği en baskın olan, yaklaşık 580 nanometrelik sarı renktir. Ama diğer dalgaboyları da ışınmaktadır. Çubuğu daha da ısıtabilseydik, akkor haline geldiğini görecektik. Yani spektrumun tüm dalgaboylarında ışıma bulunacak ve bunların toplamı göze beyaz gözükecekti. Bu denli basit bir deney sonucunun, 19. yüzyılda bilinen doğa yasalarıyla açıklanamaması gerçekten ciddi bir krize neden oldu. Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947), siyah cisim ışımasını açıklayabilmek için, 1900 yılında ışık enerjisinin dalga paketleri halinde, hν birimleri cinsinden aktarıldığı varsayımını öne sürmek zorunda kaldı. Bu tarih, kuantum fiziğinin başlangıcı kabul edilir.

Şimdi tekrar William Herschell'e dönelim. Aslında bir astronom olan Herschell, ışık ve ısı arasındaki ilişkiyi pratik bir problemin çözümü için araştırmaktaydı. Güneş lekelerini teleskopu ile gözlerken, renkli filtrelerle bile güneş ısısını tam engelleyemediğini fark etmişti. Hangi rengin ısıyı kesmekte en etkin olduğunu bulursa, o renkte filtre kullanarak güneş lekelerini daha rahat gözlemeyi amaçlıyordu. Sonuçta yeşil renkli filtreler üreterek kullanmağa başladı. Herschell gibi güneş lekelerini incelemekte olan bir diğer bilim adamı William Hyde Wollaston (1766-1828), 1802'de beklenmeyen bir keşifte bulundu. Güneş ışığı, elektromanyetik spektrumun tümünü doldurmuyordu. Bulunmayan dalgaboyları, yüzlerce inceli kalınlı çizgiler oluşturmaktaydı. Alman fizikçisi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), bu spektral çizgilerin 500 kadarını tek tek belirledi ve ana çizgilere harfler verdi. 1850'lerin sonunda yine bir Alman bilim adamı Gustav Kirchoff (1824-1887), tüm atomların ışığı belli dalgaboylarında soğurduklarını ve yine aynı dalgaboylarında ışıdıklarını gösterdi. Böylece, güneş ışığı spektrumundaki boşlukların, güneş atmosferindeki atomların belirli dalgaboylarında ışığı soğurmasıyla oluştuğunu anladı. Bu keşif, 20. yüzyılın başında atomlarla ışığın etkileşmesini açıklayan kuantum teorisinin bulunmasına zemin hazırladı.

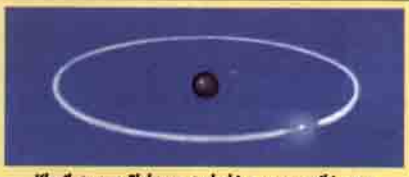
19. yüzyıl boyunca fizikçiler ışığı ve diğer elektromanyetik dalga türlerini, sürekli birer enerji akışı gibi yorumladılar. Ancak 1900 yılından sonra bu yorumunun tutarsızlıklara neden olduğu fark edildi. Max Planck'ın kuantumlu ışıma teorisi, ışığın taneçik nitelikleri taşıdığının ilk kanıtlarıydı. Niçin ışık enerjisi kuantumludur? Bunun açıklaması atomların yapısında bulunur. Maddelerin temel yapıtaşı olan atomlar, çok küçük ve yoğun bir çekirdek ile bunun etrafında dolanan elektronlardan yapılmışlardır. Elektronların çekirdek etrafında çizdikleri kapalı yörüngelerin yarıçapları farklıdır. Elektronun toplam enerjisi ne kadar büyükse çekirdekten o oranda uzakta bulunur. Dolayısıyla, bir elektron dıştaki bir yörüngeden içteki çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye geçerse enerji kaybeder. İşte bu enerji, bir ışık kuantumu veya diğer adıyla bir foton olarak serbest kalır.

Doğada bulunan atomların çoğunluğu, birden fazla sayıda elektrona ve pek çok farklı enerji düzeylerine sahiptirler. Bir atomun hangi dalgaboylarında ışık ışıyacağı; elektronların mümkün enerji düzeylerinden birinden diğerine geçerken ortaya çıkan enerji değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu dalgaboylarının tümüne atomun ışıma spektrumu adı verilir. Işıma spektrumuna bakarak, bu spektrumu veren atomun kimliği tam olarak belirlenebilir.

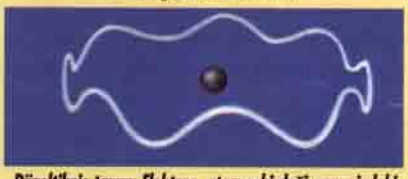
Planck'ın kuantum varsayımına ikinci ve en güçlü destek, 19. yüzyıldan beri bilinen fotoelektrik etkisinin açıklanması oldu; bir metal üzerine ışık tutulursa, ışık yüzey atomlarından elektron koparark bir elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu etkiyi, Philipp von Lenard (1862-1947) ayrıntılarıyla incelemiş ve yüzeye düşen ışığın frekansı ile yüzeyden kopan elektronların enerjisi arasında basit fakat nedeni anlaşılamayan lineer bir bağıntı bulmuştu. Düşük genlikli, zayıf bir ışık daha az sayıda elektron koparabilir. Dolayısıyla çıkan akım daha küçük olur. Ancak kopan bir elektronun enerjisi sadece ışığın dalgaboyuna bağlıdır; genlikle değişmez, aynı kalır. Albert Einstein (1879-1955) fotoelektrik etkinin açıklanmasının, ışığın kuantum teorisinde bulunduğunu gösterdi ve 1921 yılında Nobel ödülünü bu keşfi nedeniyle kazandı.

Işığın parçacık niteliğine bir örnek: Fotoelektrik etki

dalgası kavramından rahatsızlık duyan fizikçiler çoktu. Bir dalga veya bir dalga paketi nasıl olup da Geiger sayacında tıpkı bir tanecik gibi sayım verebilmekteydi? Atomun içinde gerçekten "salınan" ne olabilirdi? 1927'de Bohr bu sorulara Schrödinger'in hiç de hoşuna gitmeyen bazı yanıtlar getirdi. Bohr, öncelikle elektron dalgası denen şeyin soyut bir nicelik olarak ele alınması gerektiğini gösterdi. Elektron dalgaları bir havuzdaki dalgalar gibi, uzayda gerçek salınımlar olamazlardı. Ancak matematiksel soyut bir uzayda, kompleks salınımlarla temsil edilebilirlerdi. Daha da önemlisi, her bir taneciğin (örneğin bir elektronun) tarifi için bu soyut uzayda üç değişkenin verilmesi gerekiyordu. Böylece bir elektron üç boyutlu bir uzayda dalga ile tarif edilirken; etkileşen iki elektron altı boyutlu bir uzayda, üç elektron ise dokuz boyutlu bir uzayda verilebilmekteydi. Dolayısıyla Schrödinger'in yaklaşımında da elektronun bir durumdan diğer başka bir duruma geçişi matris mekaniğindekinden daha anlaşılır hale gelmemekteydi.

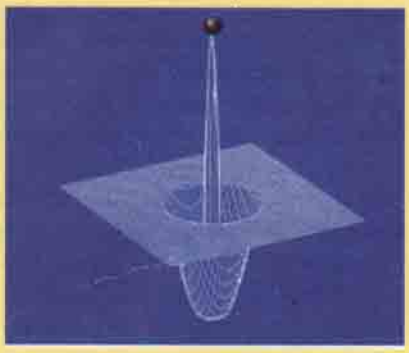


Klasik tanım: Elektron, tıpkı bir gezegen gibi, atom çekirdeği çevresinde döner.



Düzeltilmiş tanım: Elektron, atom çekirdeği çevresindeki kapalı yörüngede dalga hareketi yapar.

Kuantum fiziği: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.



Matematik: Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektronun yoğun bir yük oluşturmasına ilişkin diyagram.

Atomun Yapısı

Tekin Dereli

19. yüzyılda, maddenin en küçük yapıtaşı olarak tanımlanan atomların birer iç yapısı bulunduğuna ilk deneysel kanıt, J.J. Thomson'un (1856-1940) 1897'de katod ışınlarında elektronları keşfetmesi olmuştur. Katod tüplerini ilk yapan William Crookes (1832-1919), havasını boşalttığı bir cam tüp içerisine iki metal elektrod yerleştirerek bunlar arasına elektrik potansiyeli uygulamıştı. Katod adı verilen eksi yüklü elektrod, ısıtıldığında gözle görülmez bir ışın yaymaktaydı. Katod ışınını gözlemek için Crookes, iki elektrod arasına metal bir cisim koyuyor ve cismin gölgesini tübün diğer ucuna sürdüğü floresans maddenin ışıltısı üzerine düşürüyordu. Döneminin en yetenekli deneysel fizikçilerinden olan Thomson, Crookes tüpleri (veya bugün bildiğimiz anlamıyla TV tüpleri) içinde son derece düşük basınçlara ulaşabildi. Böylece katod ışınlarını elektromanyetik alanlardan geçirerek elektrik yükünü belirledi ve kütle ölçümleri yaptı. Katod ışınlarının eksi elektrik yüklü, kütlesi hidrojen atomu kütlesinin yaklaşık 2000'de biri olan taneciklerden oluştuğunu kanıtladı. Tüpü hangi gazla doldurursa doldursun, elektrodları hangi metalden yaparsa yapsın, hep elektron adı verilen bu tanecikler çıkmaktaydılar. Thomson, bu gözleminden hareketle, elektronların bütün atomlarda bulunduğu ve o güne kadar bölünemez sanılan atomun yapıtaşlarından birisi olduğu sonucuna ulaştı. Atomlar net elektrik yükü taşımadıklarına göre, elektronların eksi yükünü dengeleyen net bir artı yük içermeliydiler. Thomson, atomu, artı yükün düzgün dağıldığı minik bir top gibi tasarladı. Elektronlar, top içine gömülmüş minik zerreciklerdi. Bu model Thomson'un mensubu bulunduğu Cambridge Üniversitesi'nde, akşam 5 çaylarında epey tartışılmış olmalı ki, bugün bile "üzümlü kek" modeli diye anılmaktadır. Thomson'un atom modeline en büyük eleştiriyi, Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) getirdi. Manchester Üniversitesi'nde öğrencileriyle beraber 1911'de gerçekleştirdiği deneylerle, Thomson'un modelinin doğru olamayacağını kanıtladı. Rutherford, artı elektrik yüklü, ağır α-parçacıkları ile, birkaç atom kalınlığına kadar inceltilmiş altın levhaları bombardıman etti. Thomson modelinden beklenen, α-parçacıklarının hemen tamamının levhadan geri saçılmasıydı. Oysa beklenmeyen bir sonuç alındı; α-parçacıklarının hemen tamamı sanki levha yokmuş gibi yollarına devam ediyor, pek az bir kısmı geri saçılıyorlardı. Rutherford, bu gözlem sonucuna dayanarak atomların tıpkı küçük birer güneş sistemi gibi düşünülmeleri gerektiğini öne sürdü. Atomlar merkezde artı yüklü, ağır fakat son derece küçük birer çekirdekle bunun etrafında gezegenler gibi dolanan elektronlardan oluşmalıydı. Ancak burada son derece ciddi bir sorun ortaya çıktı. 19. yüzyılın fizik yasaları, Rutherford modelinde elektronların birer spiral yörünge boyunca hareket ederek sonlu bir zaman aralığında çekirdek içine düşmelerini gerektirirdi. Oysa ortada atomların böyle bir olay sonucu yokolduklarına dair en ufak bir kanıt bulunmuyordu.

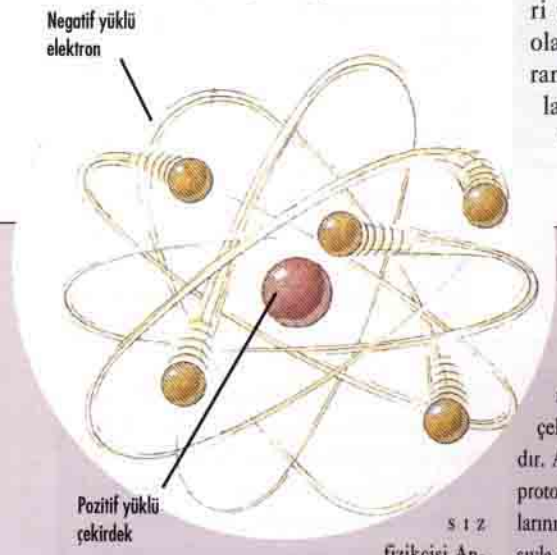
Rutherford saçılma deneylerini yaparken onun yanında Manchester'de bulunan Danimarkalı teorik fizikçi Niels Bohr (1885-1962), Planck'ın ışık kuantumu fikrinden esinlenerek ilginç bir atom modeli geliştirdi. Bohr, atomlara bağlı elektronların ancak belli enerji değerlerine sahip olurlarsa kararlı kalacaklarını varsaydı. En düşük enerji değerine sahip elektronlar, çekirdeğe en yakın bir kapalı yörünge üzerinde bulunacaklar; daha büyük enerji değerlerine sahip elektronlar ise çekirdekten daha uzak yörüngelere yerleşeceklerdir. Bohr, 1913 yılında öne sürdüğü bu model ile ışık ve madde arasındaki yakın ilişkiyi de açıklayabildi. Bohr'a göre atomun elektronları bir enerji düzeyinden, boş olan başka bir enerji düzeyine geçebilmek için ya bir foton ışır ya da uygun enerjiye sahip bir foton soğururlar. Soğurulan veya ışınan fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farka eşittir. Bu varsayım yardımıyla hidrojen atomu ve helyum atomu ışıma spektrumlarının tam olarak elde edilebilmesi Bohr'un en çarpıcı başarısıdır. Bir süre sonra, çok elektronlu atomların ışıma spektrumlarının daha ayrıntılı incelenmesi sonucu, aynı enerji düzeyinde en fazla iki elektronun bulunabildiği anlaşıldı. Böylece çok elektronlu bir atom; elektronları en içteki yörüngeden başlamak üzere enerji düzeylerini ikişer ikişer doldurarak, kabuk dediğimiz katmanlı bir yapı görünümünde olacaktır. Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en dış kabuktaki elektronlardır. Dış kabukları tamamen dolu atomlar (helyum ve neon gibi asal gazlar), dış kabuğunda sadece tek elektron bulunan atomlara (hidrojen, lityum ve sodyum gibi alkali metaller) göre daha az kimyasal reaksiyona girerler. Bir atomun başka atomlarla bağ yaparak molekülleri oluşturmasından da, en dış yörünge elektronları sorumludur.

19. yüzyılın son yıllarında, sadece atomun iç yapısı açıklığa kavuşmadı. Ayrıca atomların ışın salarak değiştikleri de gözlendi. İlk kez 1896'da Fran-

Kuantum mekaniğinin pratiği, 1920'lerin sonunda Niels Bohr ve Max Born'un geliştirdikleri fikirlerin çevresinde oluştu. Böylece kuantum mekaniği her fizikçinin anlayabileceği bir anlatıma kavuştu. Bu teori yardımıyla, atomların ve moleküllerin iç yapısı sanki biliniyormuş gibi rahat hesap yapılmasını sağlayan bir kurallar bütünü ortaya çıktı. Bu kapsamda Bohr'un katkısı, kuantum dünyasında dalgalarla taneciklerin uyumunu sağlayan bir felsefi yorumun temeli atmak oldu. Born ise bizleri, kuantum teorisinin doğru yorumuna götüren istatistiksel kuralları belirledi.

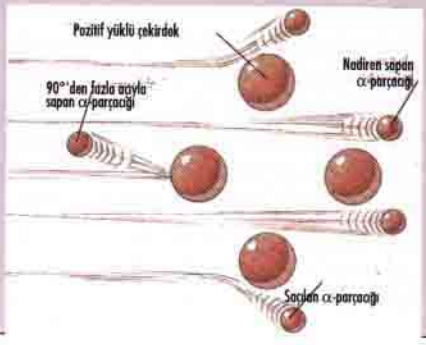
James Chadwick'in nötron dedektörü

Bohr'a göre hem parçacık fiziği hem dalga fiziği, eşit oranlarda geçerli ve aynı gerçeğin birbirlerini tümleyen iki tarifidirler. Bu tariflerin herbiri tek olarak ele alındığında yeterli olamazlar. Fakat doğada parçacık kavramı ile tarifi daha uygun düşen olaylar varolduğu gibi, tarifi dalga kavramına uygun düşen diğer pekçok olay daha vardır. Elektron gibi temel bir nicelik, tam olarak ne bir parçacık ne de bir dalgadır. Bazen bir dalga gibi davranır, başka zamanlar ise bir parçacık gibi tepki verir. Bir elektronla yapılacak deneyden alınan yanıt, sorulan soruya bağlıdır. Eğer parçacık arıyorsanız, parçacık bulursunuz fizikçisi Antoine Becquerel (1852-1908) tarafından bir rastlantıyla gözlenen bu olaya radyoaktivite adı verildi. Becquerel, uranyum kristallerinin gözle görünmez, çok girici ışınlar yayarak fotograf kağıdını kararttığını gözlemişti. Bu yeni keşif üzerinde çalışan Pierre Curie (1859-1906) ve Marie Curie (1867-1934) çifti, uranyum cevherinin, saf uranyumdan daha radyoaktif olduğunu fark ettiler. 1902'de, radyum ve polonyum adını verdikleri iki yeni radyoaktif elementi izole etmeyi başardılar. Radyoaktivitenin fiziksel nedenini araştıranlar arasında Ernest Rutherford da vardı. Önce, radyoaktivite ile salınan ışınların α, β, γ adı verilen üç değişik türü saptandı. Rutherford, α-ışınlarının helyum çekirdeğinden ibaret olduğunu kanıtladı. β-ışınları ise hızlı elektronlardan başka bir şey değildiler. Bir atom α-veya β-ışını vererek bozulur, yani atom değişerek başka bir atoma dönüşür. Bu sırada, çok kısa dalgaboylu bir elektromanyetik dalga olan γ-ışını da çıkabilir. 20. yüzyılın başında, simyacıların düşü artık gerçek olmuştu.

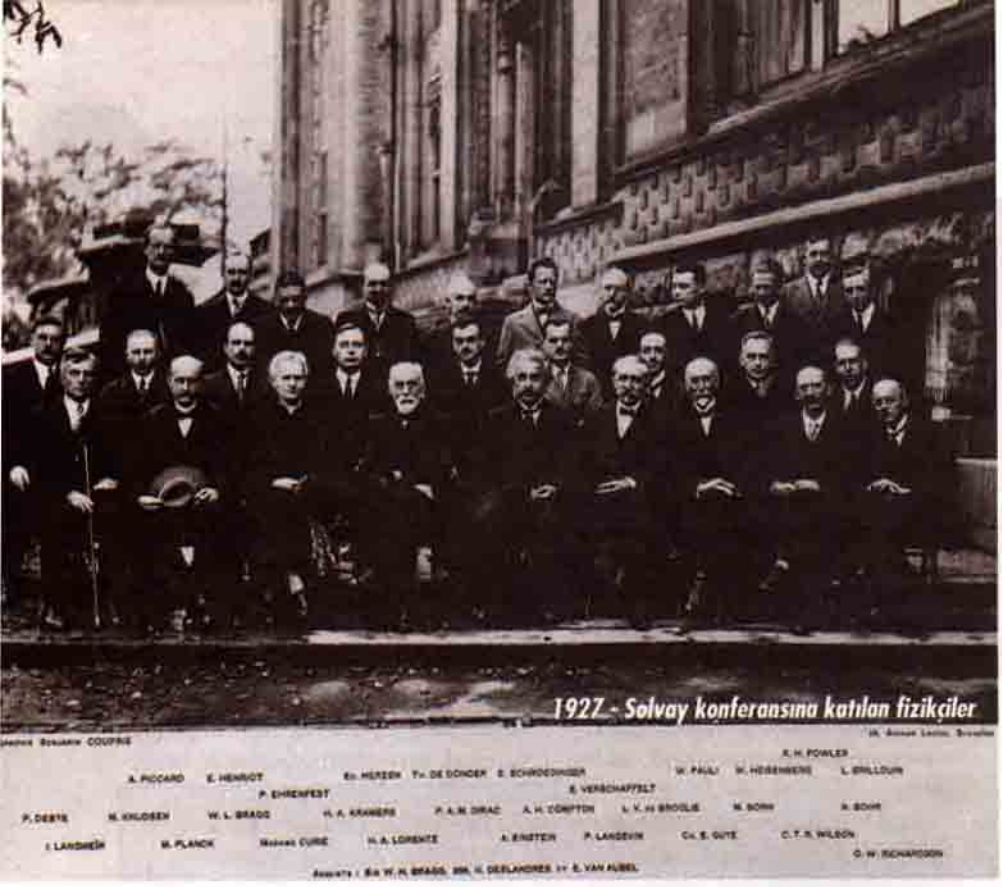


Radyoaktivite üzerinde araştırma yapan Rutherford, 1919'da artı yüklü atom çekirdeklerinin proton adını verdiği parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü. Protonları gözlemek için, α-parçacıklarıyla bombardıman ederek azot atomlarını parçalamaktaydı.Rutherford, önceleri, bir proton ile bir elektronun birbirlerini nötrleştirerek yüksüz bir çift halinde çekirdek içinde bulunabileceğini düşünüyordu. Fakat 1932'de Rutherford'un eski öğrencilerinden James Chadwick (1891-1974), α-parçacıklarıyla berilyum atomlarını bombardıman ederek, elektrik yükü taşımayan, kütlesi protonunkinden biraz daha büyük, nötron adını verdiği bir parçacık keşfetti. Atom çekirdekleri, proton ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomun kütlesini belirleyen, çekirdeğindeki proton ve nötronların sayılarıdır. Atomun elektronlarının sayısı protonlarının sayısına eşittir. Dolayısıyla atomun kimyasal niteliklerini belirleyen, çekirdeğindeki protonların sayısı olacaktır. Aynı sayıda protona fakat farklı sayıda nötrona sahip iki atom, benzer nitelikler taşıyacaktır. Bunlara birbirinin izotopu denir. Örnek olarak, en basit atom olan hidrojenin çekirdeği tek bir protondan ibarettir. Ancak doğada, çekirdeği bir proton ve bir nötrondan ibaret olan döteryum ve çekirdeği, bir proton ve iki nötrondan oluşan trityum izotopları da eser miktarlarda vardır.

Chadwick'in gözlemleri, nötronların çekirdek içinde bulunan yeni bir tür parçacık olduğunu, bir elektron proton çifti gibi yorumlanamayacağını kesin kanıtlamıştır. Ama bir nötronun yokolarak bir proton ile bir elektrona bozunması için belirlenen yarı yaşam süresi sadece 15 dakikadır. Yani çok sayıda özdeş nötron biraraya konabilse, 15 dakika sonra bunlardan yaklaşık yarısının yokolduğu görülürdü. Bunun neden olduğu nükleer dönüşüme β-bozunumu adı verilmektedir. Bir elektron ile bir protonun hızla çarpışarak yok olmaları yerine, bir nötron yaratılması da mümkündür. Bu olayın neden olduğu nükleer dönüşümü de ters β-bozunumu denir. 1932'de bir an için atomlar; proton, nötron ve elektron denilen üç temel parçacıktan yapılırlar gibi hoş ve basit bir görüş oluşmuştu. Ancak bu iyimser tablo aynı yıl silindi gitti.



Önce, β-bozunumda enerji, momentum ve açısal momentum korunum yasalarının sağlanmadığı farkedildi. En temel fizik yasaları olan bu korunum yasalarından vazgeçilemedi. 1932'de Avusturya'lı fizikçi Wolfgang Pauli (1900-1958), doğada nötrino adı verilen, elektrik yüksüz, kütlesiz (yani ışık hızında hareket eden) bir parçacık bulunması ve β-bozunumunda yer alması gerektiğini öne sürdü. Diğer temel parçacıklarla etkileşmesi çok zayıf olan nötrinoların kozmik ışınlarda gözlenmesi 1950'leri buldu. Yine 1932'de, artı yüklü pozitron keşfedildi. Dirac'ın relativistik dalga denklemiyle bütünleştirildiğinde bu keşif, anti-proton, anti-nötron, anti-nötrino v.b. parçacıkların da varlığını gerektirmekteydi. Bu parçacıkların hepsi, 2. Dünya Savaşından sonra inşa edilen hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarda gözlendiler. Bundan da öteye, daha 1940'larda kozmik ışınlarda ağırca bir elektron denebilecek yeni bir parçacık türü olan muonlar ile tamamen yeni nitelikler taşıyan pionlar keşfedildi. Pozitronun benzeri olan anti-muon ile muon nötrinosu ve muon anti-nötrinosu da, daha sonraki tarihlerde gözlendi. Pionların artı yüklü, eksi yüklü ve yüksüz olmak üzere üç türünün varlığı kanıtlandı. Günümüzde buna benzer yüzlerce temel parçacık türü bilinmektedir. Bunları ağır anlamına hadron denen ve hafif anlamına lepton denen iki ana grupta incelemekteyiz. Proton ve nötron; hadron sınıfında, elektron ve nötrino; lepton sınıfında bulunmaktadır. Leptonların basit parçacıklar olmasına karşı, hadronların kuark adı verilen daha basit parçacıklardan yapılmış oldukları artık biliniyor. Bu temel parçacıkların özelliklerini, kuantum mekaniği olmadan anlamak olası değildir.



1927 - Solvay konferansına katılan fizikçiler

sunuz; dalga arıyorsanız, dalga bulursunuz. Fakat hiç bir şart altında, bir elektronun aynı anda hem bir dalga hem de bir parçacıkmış gibi davrandığını gözleyemezsiniz. Bohr'un, dalga ve parçacık niteliklerini, birbirini tamamlayan kavramlar olarak öne süren bu görüşleri, dalga-parçacık ikiliğinin çağdaş anlamda ifadesidir. Gözlenen, gözlemci, gözlem süreci kavramlarını daha önce hiç bir fizik teorisinde görülmemiş ölçüde ön plana çıkarmaktadır.

Born ise bize elektron dalgalarının nasıl yorumlanması gerektiğini göstermiştir. Schrödinger denklemini sağlayan değişkene dalga fonksiyonu adı verilir ve genelde, Yunan alfabesinden Ψ (psi) harfi ile gösterilir. Born'a göre parçacıklar gerçektir, fakat bir şekilde hareketleri kompleks

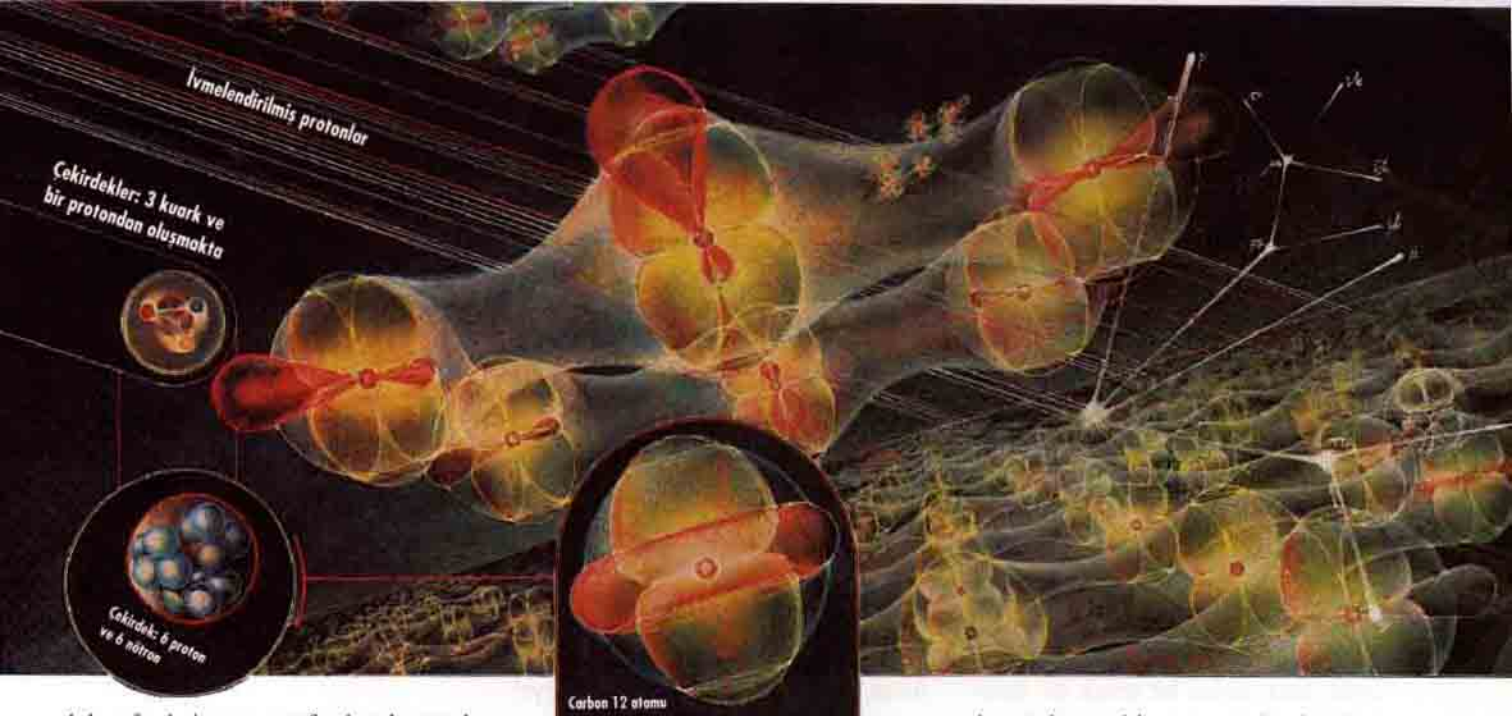
Ölümünün 10. Yılında

Paul A.M. Dirac

Kuantum mekaniğinin kurucularından İngiliz teorik fizikçisi Paul Adrien Maurice Dirac, 1902'de Bristol'da doğdu. 20 Ekim 1984'de Amerika'da, emekliliğini geçirdiği Florida'da yaşama veda etti. Matematiğe olan yeteneğini çok erken yaşta belli eden Dirac, önce Bristol Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği eğitimi gördü. Bu dönemde öğrendiği yaklaşıklık yöntemlerinden ileriki çalışmalarında önemli ölçüde yararlanmıştır. Dirac, problem çözerken sezgisel yaklaşıma öncelik veren fizikçilerdendi. Ona göre, fazlasıyla karmaşık olan gerçek doğaya ilişkin olgular, kısa ve kesin matematik kurallarıyla tam açıklanmış olamazlardı; bir fizikçi, fikirlerini ancak gerçekliğin yaklaşık bilgileriyle geliştirebilirdi.

1921'de üniversiteyi bitiren Dirac, teorik fizik çalışmalarına başlamadan önce iki yıl daha matematik okudu. Daha sonra teorik fizik çalışmak üzere Cambridge'de St. John's College'a girdi. Dirac'ın fiziğe ilk temel katkısı, 1926'da yazdığı bir makalede, kuantum mekaniğinin soyut bir matematik formülasyonunu vermesiyle olmuştur. Almanya'da Max Born, Pascual Jordan ve Werner Heisenberg, Dirac'tan hemen biraz önce matris mekaniğini geliştirmiş bulunuyorlardı. Bunlardan bağımsız olarak, İsviçre'de Erwin Schrödinger, kuantum kurallarının dalga mekaniğini keşfetmişti. Dirac'ın kuantum mekaniği, bu iki yaklaşımı da içeren, çok daha kapsayıcı ve mantıksal açıdan daha basitti. Kuantum mekaniğinin keşfi nedeniyle 1932 Nobel Fizik Ödülü Heisenberg'e verilirken 1933 ödülünü Dirac ve Schrödinger paylaştılar. Dirac; ödülden bir yıl önce, mezun olduğu ve ders verdiği Cambridge Üniversitesi'nde, geçmişte Isaac Newton'un bugün Steven Hawking'in işgal ettikleri Lucas Kürsüsü Matematik Profesörlüğüne atanmış bulunuyordu.

Dirac'ın kuantum fiziğine ikinci temel katkısı, 1928'de özel relativite teorisini kuantum mekaniğine uyuşturması olmuştur. Dirac, ışık hızına yakın hızlarda hareket eden bir elektronun ancak birbirine bağlı dört diferansiyel denklemi sağlayan dört dalga fonksiyonuyla tanımlanabileceğini gösterdi. Dirac'ın tek bir matris denklemine eşdeğer relativistik dalga denklemleri, kuantum teorisinde bir çığır açmıştır. Dirac denkleminin doğal öngörülerinden birisi, elektronların spin açısal momentumu taşıdıklarını göstermesidir. Elektronun spin taşıdığı daha önceden deneylerle kanıtlanmıştı, ancak spinin gözlenen nitelikleri kuantum mekaniğinde doğal bir açıklamaya kavuşturulamamıştı. Ancak Dirac denkleminin esas hayranlık uyandıran yönü doğada anti-parçacıkların varlığını öngörmesidir. Dirac denklemi, bağlı elektronların eksi enerji düzeylerinin kaçınılmaz varlığını gerektirir. İlk bakışta bunun fiziksel gerçekliğe uymayacağı açıktır. Dirac, daha sonraki makalelerinin birinde tümü dolu eksi enerji düzeylerinden bir elektronun çıkarılması halinde, geriye kalan değişiğin ortamda kısa ömürlü artı elektrik yüklü bir parçacık gibi davranacağını buldu. Dirac'ın bu öngörüsü, 1932'de Carl Anderson'un çektiği sis odası resimlerinde; kütlesi elektronunkine eşit, elektrik yükü ters işaretli pozitron adı verilen elementer parçacığın kozmik ışınlarda varlığının kanıtlanmasıyla doğrulandı. Çok daha sonra 1955'de anti-proton da bulundu. Böylece anti-parçacıkların varlığını öngören Dirac denklemi tam bir başarıya ulaştı. Dirac'ın yaratıcı zekası bunlarla yetinmedi. Çekirdek-altı parçacıkların yaratılmasını ve yokolmasını açıklayan kuantumlu elektrodinamik alan teorisinin inşasında ilk adımları attı. Bir diğer çalışmasında Maxwell teorisini manyetik monopolları kapsayacak biçimde genelleştirdi. Öte yandan, özdeş elektron sistemlerinin sağladığı Fermi-Dirac istatistiğini kurdu. Bütün bu çığır açan keşiflerin sahibi Dirac, daha 1932'de teorik fiziğe ilişkin görüşlerini açıklarken "doğanın temel yasaları, olguların altında yatan ama insan zihninin hiç bir zaman tam olarak algılayamayacağı bir tözü denetler" demekteydi. Dirac, bu görüşüne sadık kalarak hiç bir çalışmasında, matematik simgelerle tanımladığı olguların görüntüsel modelini ya da felsefi yorumunu vermeğe yanaşmamıştır.

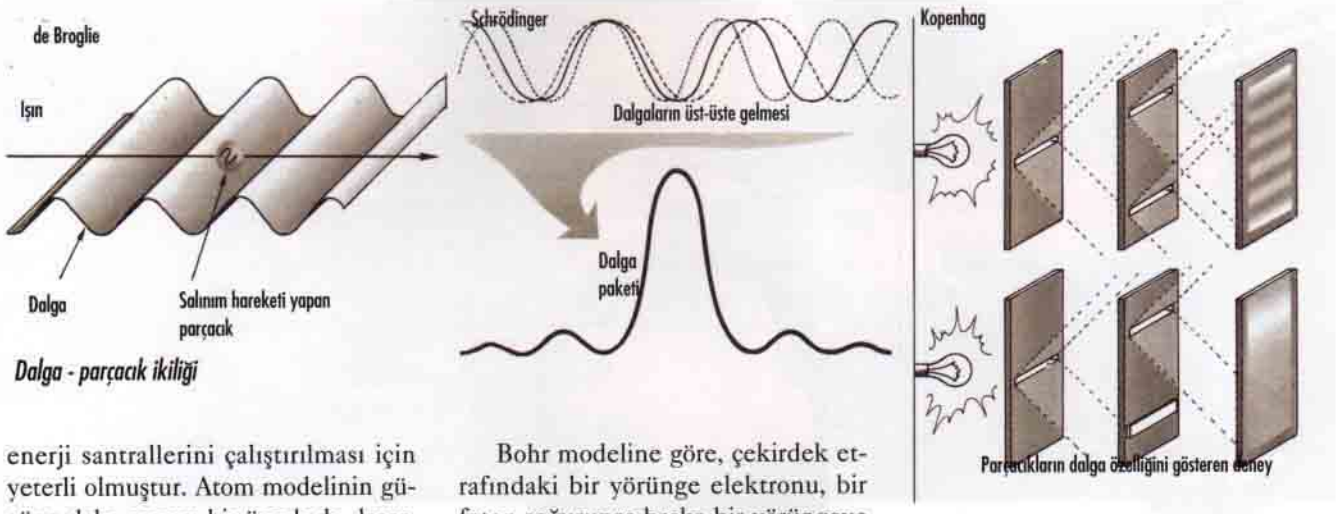


dalga fonksiyonu tarafından kontrol edilmektedir. Uzayda bir noktada, belli bir anda hesaplanan dalganın genliği (yani $|\Psi|^2$), parçacığın o noktada, o anda bulunması olasılığını verir. Bir elektron (veya bir başka parçacığın) ne zaman, nerede olacağını kesinlikle bilemeyiz. Ancak; dalga fonksiyonu biliniyorsa, bir noktada elektronu gözlemek için deney yaptığımızda elektronu gözleme olasılığını hesaplayabiliriz. Bu görüşe göre; rasgele bir elektron, pekala uzayın herhangi bir noktasında bulunabilir. Ancak uzayın belli bir bölgesinde bulunması olasılığı, örnek olarak hidrojen atomuna bağlı bir elektronun Bohr yörüngesi çevresinde bulunması olasılığı, diğer başka uzay bölgelerinde bulunması olasılığından çok daha büyüktür. Durum aynen şuna benziyor: İçinde bulunduğumuz odadaki hava moleküllerinin tümünün bir an için odanın bir köşesine toplanması olasılığı, istatistik mekanik kurallarına göre sıfırdan farklıdır, fakat bu olasılık pratikte önemli olmayacak kadar küçüktür. Born'un olasılık yorumu, zaten tam olarak bilinemez olan bu evrenin bilinebilirliğini biraz daha eksiltmiş oldu.

Bohr'un ve Born'un fikirleri, Heisenberg'in savunduğu belirsizlik ilkesiyle tam bir uyum halindedir. Parçacık ve dalga niteliklerini birarada taşıdıkları için, elektron ve elektron gibi taneciklerin konumu ve momentumu aynı anda ölçülerek birlikte belirlenemez. Ancak, bir parçacığın "konumu" ölçülebilir. Dalgaların uzayda tek bir konumu yoktur; ama "momentum" taşırlar. Bu niteliklerin her birisi tek başına istenilen kesinlikte ölçülerek tam belirlenebilir. Fakat bir nitelik ne kadar kesin belirleniyorsa diğer nitelik o oranda belirsiz kalacaktır. Eğer parçacık niteliklerini ölçüyorsak, bir elektronu parçacık gibi davranmağa iteriz; dalga niteliklerinden uzaklaştırırız. Tersine, eğer dalga niteliklerini ölçüyorsak, elektronu bir parçacık değil de bir dalga gibi davranmağa zorlarız. Böylece gözlemci, deneyin ayrılamaz bir parçası olmaktadır. Belirsizlik ilkesi, asla ölçüm aletlerinin ve ölçme süreçlerinin yetersizliğinden doğan teknik bir soruna bağlanamaz. Doğanın temel bir özelliği olarak karşımızda durmaktadır.

Belirsizlik ilkesi, parçacık-dalga ikiliği, olasılık tanımı ve gözlemcinin ölçülen sistemin bir parçası haline gelmesi ile ifadesini bulan bu fikirlerin toplamı, -bir kısmı Max Born'un çevresinde, Göttingen'de oluşmuş bulunmakla beraber- Niels Bohr'u onurlandırmak amacıyla kuantum mekaniğinin "Kopenhag Yorumu" adıyla anılagelmiştir. Bir kez Kopenhag yorumu kabaca ortaya konduktan sonra, fizikçilerin eski kuantum teorisi kapsamında oluşan atom modelinin eksikliklerini aşmaları ve 1930'larda atom ve molekül fiziği için daha gerçekçi modeller geliştirmeleri uzun sürmedi.

Atomların yapısının anlaşılmasında kuantum mekaniği kesin bir zafer kazanınca, fizikçiler doğal olarak gayretlerini atom çekirdekleri üzerine yoğunlaştırdılar. Pekçok pratik başarıdan sonra, bugün bile çekirdek fiziğini, temelde atom fiziği kadar iyi anladığımızı iddia edemeyiz. Tipik bir atom çekirdeğinin yarıçapı, atomun yarıçapından yaklaşık 100.000 kez küçük olduğuna göre, bu pek de şaşırtıcı gelmemelidir. Atomun hacmi, yarıçapının küpüne orantılıdır, dolayısıyla çekirdek, atomdan 10^{15} kez daha küçüktür diyebiliriz. Çekirdeğin yapısı üzerine bildiğimiz, az çok fizikçilerin 1920'lerde Bohr atomu üzerine bildikleriyle karşılaştıracak düzeydedir. Bu kadar bilgi bile, fizyon ve füzyon bombalarının yapımı veya nükleer



Dalga - parçacık ikiliği

enerji santrallerini çalıştırılması için yeterli olmuştur. Atom modelinin gücüne daha çarpıcı bir örnek de, laserlerin keşfi olmuştur. Lazer fiziği (en azından genel terimler çerçevesinde), Bohr modeli yardımıyla, yani belirsizlik ilkesi ya da parçacık-dalga ikiliğine gerek kalmadan da anlaşılabilir.

Bohr modeline göre, çekirdek etrafındaki bir yörünge elektronu, bir foton soğurunca başka bir yörüngeye geçer. Böylece uyarılmış bir atom kendi haline bırakıldığında, elektron eninde sonunda geldiği düşük enerji düzeyine geri dönecektir. Geçiş sırasında atom, belli bir dalga boyunda foton ışıyacaktır. İlk kez 1917'de Albert Einstein(1879-1955) tarafından incelenen bu sürece, atomun kendiliğinden ışıması adı verilir. Einstein,

Lazer

Tekin Dereli

Görünür ışık; farklı dalgaboylarının, yani farklı renklerin karışımıdır. Ayrıca, atomların genellikle rastgele ışımaları nedeniyle atomik ışınımlarla çıkan ışık dalgaları da aynı fazda olmazlar. Dolayısıyla olağan bir ışık, hem değişik dalgaboylarını hem de değişik fazda dalgaları içermektedir. Ancak, lazer ışığı bundan farklıdır; lazer ışığının tek bir dalgaboyu vardır ve aynı dalgaboyundaki dalgalar eşuyumludur yani hepsi aynı fazdadır (Adi adım yürüyen asker ile uygun adım yürüyen asker arasındaki fark gibi). lazer ışığını üretmek için yükseltici ortam adı verilen bir katıya, bir sıvıya veya bir gaza enerji basmak gereklidir. Yükseltici ortam enerji aldıkça, atomlar sadece belli bir frekansta ışık salmağa başlarlar. Bir atomdan çıkan ışık, komşu atoma çarptığında onu da aynı frekansta ışımaya zorlar. Böylece oluşan bir zincir etkisi sürerek, pek çok atomun aynı anda ve aynı frekansta ışımasına neden olur. Çıkan ışık, özel aynalar arasında ileri geri yansıyarak lazer içerisinde biriktirilir. Işık genliği yeteri kadar büyüdüğünde yarı-yansıtıcı aynadan geçerek aygıt dışına çıkar ve böylece bir lazer pulsu oluşur. İlk çalışan lazer, Theodore Maiman tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Maiman, yükseltici ortam olarak, silindir şeklinde bir yapay yakut kristali kullanmıştı. Optik pompalama eylemi, silindirin çevresine spiral şeklinde dolanan bir lamba ile gerçekleştirilmekteydi. En dışta ise çıkan ısıyı soğurmak üzere, bir suyla soğutma sistemi bulunmaktaydı. Maiman'ın laserinin boyutları bir kaç cm olmakla beraber mükemmel çalışmakta ve pulslu (695 nm dalgaboyunda) kırmızı lazer ışığı üretmekteydi.

Ticari amaçlı kullanım bulan lazerlerin bir kısmı mavimsi-yeşil ışık veren helyum-neon lazerleridir. Bu tür lazerlerde, helyum ve neon gazlarının karışımıyla dolu bir tüp elektrik akımıyla uyarılarak ışık üretilir. Elektrik akımı helyum atomlarını uyarır. Bunların neon atomlarıyla çarpışması yoluyla enerji neon atomlarına aktarılır. lazer ışığını veren, neon atomlarının ışımasıdır. Tüpün uçlarından birine tam yansıtıcı, diğerine ise yarı saydam bir ayna takılmıştır. Lazer ışını yarı saydam aynadan çıkmaktadır.

Işıkla Kesme İşlemi

Uzun dalgaboylu lazerler, bir yüzey üzerinde dar bir bölgeye odaklanarak, çok yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Bu sıcaklık, kumaştan oto yapımında kullanılan çelik saçlara kadar pekçok malzemeyi kesmeye yeterlidir. lazer ışını, ayna düzenekli kollar boyunca yöneltilerek, kansız ameliyatlar yapılmasını da sağlamaktadır. Lazerler, son yıllarda özellikle göz ameliyatlarında, geniş uygulama bulmuştur. Lazer ışınının, kesme işlemi için kullanımındaki en büyük avantajı; kesici aletlerin körelmesi gibi bir sorun taşımamasındadır. Elde edilen yüksek sıcaklıklar nedeniyle lazerler, metallare nokta kaynak yapımında da kullanım bulurlar.

Lazerle Ölçüm İşlemleri

Lazer demetleri, dağılmadan çok uzun mesafelerde bir doğru boyunca yayılabilir. Bu nedenle, inşaat projelerinde (örnek olarak tünel açımında) yaygın kullanım bulmaktadırlar. Ayrıca, lazer ışığı çok duyarlı mesafe belirlemekte yararlıdır. Bunun için, bir lazer demeti ikiye ayrılır ve iki ayrı yüzeyden yansıtılarak tekrar bir araya getirildiklerinde verdikleri girişim desenine bakılır. Böylece, girişim çizgilerindeki kaymaları ölçerek iki uzak cisim arasındaki mesafeyi son derece duyarlı bir biçimde hesaplamak olasıdır.

elektronun düşük enerji düzeyine geri gidişi için geçen sürenin istatistik çıkarımını araştırmaktaydı. Ancak bahsi geçen geçişe bir yol daha vardır. O da; uyarılmış atomun, üzerine düşen bir fotonla etkileşerek fazla enerjisini kaybetmeye ve düşük enerji düzeyine (taban durumuna) geçmeğe zorlanmasıdır. Bu sürece, uyarılmış ışıma adı verilir ve ancak atomla etkileşen fotonun dalgaboyu, atomun ışıdığı fotonun dalgaboyuna eşit ise mümkün olur.

Bir kristal örgüsü üzerine sıralanmış bir dizi uyarılmış özdeş atom düşünelim. Kristal üzerine, rezonans dalgaboyuna sahip bir foton yollayarak bir atomun ışımasını sağlayalım. Çıkan iki foton, diğer iki atomun ışımasını sağlar; çıkan dört foton dört atom daha uyarır ve böylece, ışıyan atomların sayısı üstel olarak katlanır. Elde edilen eş zamanlı (senkronize), dolayısıyla yüksek genlikli elektromanyetik dalgaların, dalga çukurları ve dalga tepeleri birlikte ilerledikleri ışın demeti için dağılmaz. Buna lazer ışını diyoruz. (Laser: Light amplification by stimulated emission of radiation-Uyarılmış ışıma yoluyla ışık genliğinin yükseltimi) lazer uygulamalarındaki beceri, kuantum teorisinin kullanımında değil; atomların yüksek enerji düzeyine "pompalanması" ve orada uyarıma hazır biriktirilmeleri için gereken teknolojinin geliştirilmesindedir.

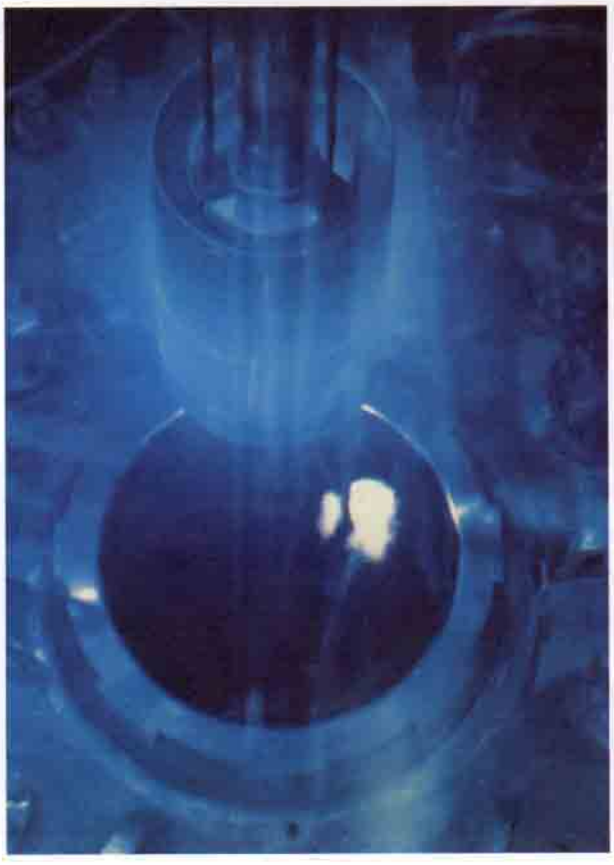
Bugün lazer teknolojisinin ticari önemi tartışılamaz. lazerlerin, iletişim ağlarında, yüzey ve mesafe ölçüm işlerinde; kredi kartlarını şifreleyen hologramların yapımında, süpermarket kasalarındaki barkod okuyucularında ve daha pekçok uygulamada yeri vardır. Tüm bunların kökü, Bohr'un kuantum teorisinde yaptığı ilk atılımda bulunmaktadır.

Fakat kuantum mekaniğinin günlük yaşamımızdaki en yaygın etkileri, kendini kuşkusuz katıhal fiziği uygulamalarında göstermektedir. Fiziğin bu dalı, bizlere transistörlü radyoları, Sony Walkman'i, dijital saatleri,elektronik hesap makinalarını, PC'leri, tam otomatik çamaşır makinalarını kazan-

dırdı. Katıhal fiziği, adı üstünde; fiziksel nitelikleri iletkenlerle yalıtkanlar arasında yeralan yarı-iletken katıların özelliklerini inceler. Yalıtkanlar, içindeki elektronlar sıkı sıkıya atomlarına bağlı kaldıkları için elektrik akımını iletemezler. İletkenlerde ise elektronların bir kısmı serbestçe malzeme içerisinde dolaşabilir.

Katılar içerisindeki elektronların enerji düzeylerini, kuantum mekaniğindeki dalga denklemini çözerek bulabiliriz. Elektronun enerjisi ne kadar fazlaysa, civarındaki artı elektrik yüklü çekirdeklerin çekiminden o kadar kolay kurtulabilir ve elektriği iletir. Schrödinger denklemi, belli bir katı içerisinde, elektronların atom çekirdeklerine ne kadar sıkı bağlanmış olduğunu belirler; iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkları açıklar. Ayrıca, yine dalga denklemi, bağlı enerji durumlarının tümü elektronlarca işgal edilmiş olan yarı-yalıtkan katılarda; bazı zayıf bağlı elektronların (birkaç elektron volt gibi) çok az enerji kazanımıyla nasıl daha yüksek bir enerji düzeyine sıçrayarak, malzeme içinde serbestçe dolaşabildiklerini açıklar. İletkenlerin aksine, böyle bir elektron geçişi, geride boş bir enerji düzeyi bırakacaktır. Malzemenin elektrik iletkenliği söz konusu edildiğinde, eksi yüklü bir elektronun geride bıraktığı deşik, tıpkı bir artı iletim yükü gibi davranır. Deşik, eksi yükler tarafından çekilir; çünkü bir noktada oluşan boşluğu hemen yanından gelerek dolduran elektron, geldiği düzeyde boşluk bırakacaktır. Böylece deşik, başlangıç noktasından elektronların hareket yönünün tersine giderek uzaklaşır. Yani bir artı yükün hareketini yapar. Yarı-iletken elektronik aygıtların tasarımını anlamak için, elektronların atomlar yakınında nasıl davrandıklarını tarif eden kuantum mekaniğinin kuralları mutlaka bilinmelidir. Mikroelektronik teknolojisine bağlı süperbilgisayar tasarımı da, böylece dolaylı da olsa kuantum mekaniğine bağlanmış oluyor.

Aynı biçimde, yaşamın sırlarının anlaşılması da kuantum mekaniğine bağlanabilir. 1953'de açıklığa kavuşan DNA'nın çifte sarmal yapısını artık biliyoruz. Gen mühendisliğine olanak tanıyan temel etken, organik moleküllerin özelliklerinin iyi anlaşılmasıdır. Bunun sadece kuantum fiziği bilgimizle mümkün olduğunu çok kişi takdir edemeyebilir. Bu kapsamda temel bir fizik teorisi olmasaydı, daha başlangıçta DNA gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını gösteren X-ışını kırınım verilerini yorumlamak olanaksızlaşırdı. Genlerin nasıl yapıldığını anlamak için, önce atomların nasıl ve neden biraraya geldiklerini bilmek, hangi düzende, hangi mesafe aralıklarında, hangi bağ türüyle bağlandıklarını anlamak gerekir. Bu bilgi, kuantum fiziğinin kimya ve moleküler biyolojiye en büyük katkısı olmuştur. Çağdaş kimya, 1920'ler ve 1930'larda Bohr atom modeli ve Kopenhag yorumu üzerine dayanan çalışmalarla başlamıştır. Ayrıntılara girmeden, DNA çifte sarmalının iki sarmalını birarada tutan hidrojen bağlarının tamamen bir kuantum olayı olduğunu hatırlayalım; Kuantum fiziğini bilmeden iki sarmalın nasıl birarada durduğunu hiç bir zaman anlayamazdık.



Bir yüzyılı kapsayan tüm bu başarılar zincirine karşı, kuantum mekaniği kurallarının niçin geçerli olduğunu tam anladığımızı hala söyleyemiyoruz. Bugün bile kuantum teorisinin felsefi sorunları hararetli tartışmalara konu oluyor. Bunu bilim adamlarının başarılarına düşen bir gölge gibi düşünemeyiz. Aksine, tatmin edici bir felsefi temelin yokluğunda bile bilim adamlarının ulaştığı teknik yetkinlik doğru yolda olduklarının en güçlü kanıtıdır.

Kaynaklar
"Adventures in Lilliput", Time, Aralık 1991
Burnie, D.,Light,Eyewitness Science, cilt 4, The Science Museum, London, 1992
Cooper, C.,Matter,Eyewitness Science. cilt 2, The Science Museum, London, 1992
Pais, A., Inward Bound, Oxford University, 1986

Minyatür Deney Aletleri

15. yüzyılda denizcilik yöntemlerindeki gelişimin, okyanusların keşfini yelkenli gemilere açması gibi, yeni lazer aletleri de; bilinmezlerle dolu bir mikrodünyayı bilimsel keşiflere açmaktadırlar. Veri yağmurlarını ekranda görüntüye çeviren bilgisayarların desteğinde bu aletler, bilim adamlarına canlı hücreden tek tek atoma kadar her şeyi görmek ve hatta oynamak olanağını veriyor. Bu ilginç enstrümanlar arasında şunlar bulunuyor:

Femtosaniye lazerleri

Tıpkı mikroskobik bir dans pistinde yanıp sönen ışıklar gibi, bu aygıtlarla (Stroboskop) atomların ve moleküllerin titreşimleri, ışık çakmalarıyla dondurulabilmektedir. Böylece lazerler, sodyum atomunun diğer atomlarla birleşerek tuzları nasıl oluşturduğundan, fotosentez yoluyla bitkilerin güneş ışığını nasıl enerjiye dönüştürdüğüne kadar pek çok konuyu incelemekte kullanılıyorlar. 1991'de, California'da Lawrence Berkeley Laboratuvarlarındaki fizikçiler, gözümüzün görmesi için ilk adım olan bir kimyasal reaksiyonun resmini çekmeyi başardıklarını bildirdiler. Işığın gözün retina tabakasına çarpmasıyla başlayan bu reaksiyon, daha önce hiçbir şekilde doğrudan gözlenmemiştir. Çünkü reaksiyonun başlangıcı için geçen süre 200 femtosaniyedir. Bu müthiş hızı anlatmak için, saniyede 300.000 km yol alan ışığın 1 femtosaniyede saç telinin yüzde biri kadar gidebildiğini söylemek yetecektir.

Lazer Tuzakları

lazer ışığı demetleri ile bir grup atomu kavrayıp, bir yerden başka bir yere götürmek olasıdır. Ancak, oda sıcaklığında atomların hızı çok büyük olduğundan, önce onları yavaşlatabilmek şarttır. 1985'de AT&T Bell Laboratuvarlarında bir araştırma grubu tarafından geliştirilen "Optik bulamaç" tekniğinin keşfi, probleme bir çözüm getirdi. Işık kullanarak bir ortamın elektromanyetik sürükleniminin yeteri kadar yükseltilmesi atomları yavaşlatmaktadır. Atomlar, kinetik enerjilerinin neredeyse tümünü kaybedince mutlak sıfır sıcaklığına erişmiş olurlar. Bilimadamları, bu denli süper soğuk sıcaklıklarda, maddenin umulmadık ve ilginç niteliklerinin ortaya çıkacağına inanmaktadırlar. Gerçekten soğuk atomlar, zekice düşünülmüş değişik yollarla tutulabilir ve hareket ettirilebilir. Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Steven Chu, paslanmaz çelikten bir kap içinde milyonlarca sodyum atomunun birarada hareketsiz kalmasını ve sonra tıpkı ışıklı fıskiyeler gibi serbest bırakılmasını sağlayan teknikler geliştirdi. Bu teknik yardımıyla bilimadamları bir atomun serbest düşmesini izleyebiliyor ve kütleçekim kuvvetini bugüne kadar görülmemiş bir duyarlıkta ölçebiliyorlar. Sodyum atomu fıskiyeleri, ayrıca sezyum atomu salınımlarının periyodunu görülmemiş duyarlıkta belirlemeye olanak tanımaktadır. Atom saatleri arasında sezyum atomu en duyarlı olanıdır.

Optik Cımbız

Bilim adamları, tek bir kızıl-ötesi lazer ışığı demeti ile DNA molekülünden bakterilere kadar herşeyi tutup oynatabiliyorlar. Örnek olarak, yüzen bir mikroorganizmayı tutup, mikroskop altında yüzgeçlerinin hareketini inceleyebiliyorlar. Optik cımbızla, hücreyi tahrip etmeden hücre çeperinin içine girip organelleri inceliyorlar. Bu teknoloji yardımıyla, vücut hareketini sağlayan kas proteinlerinden myosin molekülünün uyguladığı mekanik kuvvet ölçülebildi.

Taramalı Tünelleme Mikroskobu

Bu olağanüstü aletler, birkaç atom boyutundaki ince metal uçlar yardımıyla yüzeyleri tarayabilmektedir. Metal uç ile yüzey arasındaki mesafe çok küçük ise; elektronlar, kuantum mekaniğindeki tünel olayı nedeniyle bu aralığı atlayabilirler. Elektron hareketinin yarattığı bu çok küçük elektrik akımı, yüzey atomlarını oynatmaya ve yüzey üzerinde bir noktadan başka noktaya kaydırmaya yeterlidir. Bu yöntemle IBM'nin Almaden Araştırma merkezindeki fizikçiler, yedi adet ksenon atomunu minyatür bir kap içine alıp atom düzeyinde kimyasal reaksiyon süreci gözlediler. Sonuçta, anahtar işlevini gören tek atomlu bir elektronik yapı geliştirebildiler. İlke olarak bu minyatür düzenek, ileride transistörlerin yerini alabilecektir. Şu ana kadar yapılanlardan bazıları, örneğin atomlarla yazı yazmak ya da resim yapmak, amaçsız bir oyun gibi görünseler bile, bunların ileride hayale sığmayacak kadar küçük aletler üzerine veri depolamak için kulanılacak teknikleri bugünden bizlere tanıttıkları inkar edilemez.

Atomik Kuvvet Mikroskopları

Taramalı tünelleme mikroskobunda olduğu gibi, bu aletlerin de birkaç atom boyutunda ve ince bir pikap iğnesinin işlevini gören bir ucu vardır. Bu uç yüzeye değerek, körler alfabesi okur gibi atomların haritası çıkarılır. Ucun yüzeye uyguladığı elektromanyetik kuvvet o kadar küçüktür ki, atomik kuvvet mikroskobuyla, canlı hücrelerin çeperleri de dahil olmak üzere pek çok değişik yüzey görüntülenebilir. Daha da ilginci, uygulanan kuvveti biraz artırarak bu ince ucu kesici bir alet gibi kullanmak ve hücrelerin çeperlerini, iç yapıyı bozmadan sıyırmak mümkün olmaktadır. Bilim adamları, atomik kuvvet mikroskoplarını; kanın pıhtılaşmasına yol açan biyokimyasal süreçleri incelemek, deniz kabuklarının atomik yapısını belirlemek, bir hücrenin diğer hücrelerle bağını kuran mini iletişim ağlarını bulmak için kullanmaktadırlar.

Bu yeni bilimsel aletlerin, pratikte muazzam bir geleceği olduğu kuşkusuzdur. Daha duyarlı bir atomik saatin bulunması, salt bilimsel merakı tatmin uğruna değildir. Eğer bu saatler iletişim uydularıyla yörüngeye oturtulursa, evrensel konumlama sistemi o denli gelişir ki, göz gözü görmez siste bile uçakları güvenle indirip kaldırmak mümkün olur. Taramalı tünelleme mikrokoplarının, yarı-iletken endüstrisinde minyatür elektronik cihazların yapımında kullanılacağı; optik cımbızlar yardımıyla doktorların herhangi bir hücre bozukluğunu onarabileceği; femtosaniye lazerleri ile kimyasal reaksiyonların kontrol edilip yönlendirileceği günler uzak değildir. Bilim adamları bugüne kadar, parçalarına ayırarak atom ve moleküllerin yapısını anlamağa çalıştılar; artık atomları ve molekülleri biraraya getirerek yeni ve yararlı şeylerin nasıl yapılacağını düşünmenin zamanı gelmiş görünüyor.

1897
Atomların bir yapısı olduğu bulundu ve daha sonra elektronlar, üzümlü kek içindeki üzümler gibi yorumlandı.

1911
Atomların bir çekirdeği olduğu anlaşıldı ve elektronların çekirdek çevresinde yörüngeler çizdiği söylendi.

21. Yüzyıl Yaşamı için Kuantum Fiziği

"Kuantum teorisiyle ilgilenmeye ne gerek var, bırakalım bununla kuantum mekaniği konusunda ihtisaslaşmış fizikçiler ilgilensin." derseniz yanılıyorsunuz. Bu bilgiye artık gereksiniminiz olacak, çünkü 21. yüzyılda kuantum mekaniği size ve çocuklarınıza iş demek. Bilimin çağdaş yaşama en önemli katkıları nelerdir; bilimsel gelişmenin yakın gelecekte bizlere sağlayacağı yararlar ya da getireceği zararlar neler olacaktır, sayınız dense, böylece oluşacak bir liste şunları mutlaka içerirdi: Bilgisayar teknolojisi (otomasyon, işsizlik sorunu, eğlence endüstrisi, robotlar), nükleer enerji (Atom bombası, güdümlü füzeler, nükleer santraller, çevre sorunları), gen mühendisliği (ilaç tasarımı, cloning, bitki türlerinin ıslahı), laserler (holografi, "yıldız savaşları", mikrocerrahi, uydu iletişimi). Bu listede yeralan konuların kaynağı şu ya da bu şekilde, pek çoğumuzun şimdiye dek ya hiç duymadığı ya da anlayamadığı kuantum teorisinde bulunmaktadır.

Tekin Dereli
ODTÜ Matematik Bölümü

ISITILAN cisimler ışır. Fizikçiler kuantum teorisini 1900 yılında bu ışımanın bazı niteliklerini açıklayabilmek için keşfettiler. Kuantum teorisinin ilk ve en önemli uygulamasını ise atomların iç yapısının anlaşılması oluşturdu. Yüzyılımızın büyük fizikçilerinden Ernest Rutherford(1871-1937), İngiltere'de Manchester'deki araştırma grubuyla birlikte yaptığı deneyler sonunda, atomların esas olarak, merkezde yeralan artı elektrik yüklü çekirdek ile bunun etrafında dönen eksi yüklü elektronların yeraldığı büyük boşluklardan ibaret olduklarını kanıtladı. O sırada Manchester'de bulunan Danimarkalı genç bilim adamı Niels Bohr(1885-1962), bu bulgulardan son derece etkilenmişti. Bohr'un atom modeli bugün bile okullarda öğretilen atom modelidir. Bohr'un temel varsayımı; elektronların atom çekirdekleri etrafında ancak belli çembersel yörüngeler üzerinde bulunacaklarını söylemektedir. Kararlı bir yörüngedeki elektron, o yörüngeyi ancak bir enerji kuantumu ışıyarak veya soğurarak terkedebilir ve bir başka kararlı yörüngeye yerleşir. Atoma bağlı bir elektron sürekli enerji ışıyarak (veya soğurarak) bir spiral üzerinde merkeze düşmez (veya atomdan kopmaz), çünkü elektrona aktarılan elektromanyetik enerji, kuantumludur. Yani elektromanyetik enerji elektronlara, foton adını verdiğimiz enerji paketleri hν sabit birimleri halinde aktarılmaktadır. h evrensel Planck sabiti, ν ise elektromanyetik dalganın frekansıdır. Elektron, yörüngesini değiştirirken bir enerji durumundan başka bir enerji durumuna ani geçiş yapar. Bu

geçiş sırasında, ışınan veya soğurulan elektromanyetik dalganın frekansını, Bohr tam olarak hesaplayabilmektedir. Bu frekanslar yardımıyla her bir element için farklı olan spektral çizgi dizileri belirlenir ve bunların gözlemsel verilerle uyuştukları görülür.

Bohr'un atom modeli 1913 yılı için büyük bir atılımdı. Ancak çok geçmeden pekçok sorunu beraberinde getirdiği görüldü. Örnek olarak, atomun birden fazla sayıda elektronu varsa, bunlar olası yörüngelere nasıl dağılırlar? Elektronlar enerji düzeylerine rasgele dağılmış olarak verildiklerinde neden kademeli olarak ışıyarak, tümü en düşük enerjili yörünge üzerinde toplanmaz? Bu ve benzeri sorulara yanıt getiren ikinci bir atılım, ancak 1925 yılında başarıldı. Böylece, atom olaylarının tutarlı ve tam bir tarifini vermek mümkün oldu. O sırada Almanya'da Göttingen Üniversitesinde araştırma yapan genç bir bilim adamı Werner Heisenberg(1901-1976), bir atoma bağlı elektronların davranışlarının matrisler cinsinden matematiksel olarak nasıl betimlenebileceğini buldu. Yanında çalıştığı hocası Max Born (1882-1970) ve onun asistanı Pascual Jordan(1902-1980) ile birlikte bu buluşunu tam ve tutarlı bir teori haline getirdiler. Fizikçilerin yıllar süren arayışlarına yanıt getiren bu teoriye "matris mekaniği" dendi. Ancak daha birkaç ay zaman geçmeden, bir başka tam ve tutarlı kuantum teorisi ortaya atıldı. Bu yeni teorinin, gelişmekte olan fikirler arasında köşe taşlarından birini oluşturan Fransız fizikçisi Louis de Broglie(1892-1987)'nin fikirleri ile yakın bir uyum içerisinde olduğu görüldü. De Broglie, 1923'de Paris Üniversitesine verdiği doktora tezinde, elektronların birer tanecik olarak değil, dalgalar olarak yorumlanması gerektiğini öne sürmüştü. Dolayısıyla atom çekirdeğine bağlı olarak hareket eden bir elektronun kapalı yörüngesinin çev-

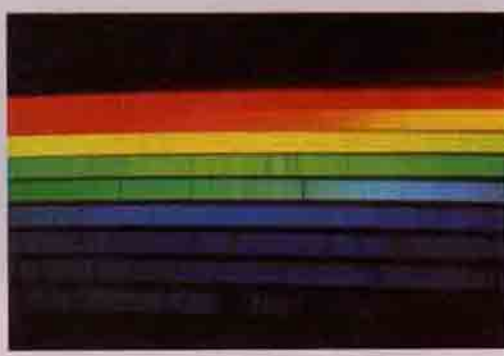
resi, ancak elektron dalgaboyunun tam katlarına eşit oluyor; böylece neden sadece belli elektron yörüngelerinin varolduğu sorusu yanıtlanmış oluyordu. O sırada Zürich'te çalışmakta olan Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger(1887-1961), bu dalgaların sağladığı dalga denklemini yazarak; hidrojen atomunun enerji düzeylerini hesapladı ve bu bulgusunu 1926 yılı başında bir dizi makale şeklinde yayınladı. Schrödinger dalga denkleminde karşımıza çıkan elektron dalgaları, deniz-deki dalgalar, ses dalgaları gibi her gün rastladığımız türden dalgalara benzemekteydi. Bu nedenle; diğer fizikçilere alışılmış, bildik geldiği için, Schrödinger'in dalga mekaniği adı verilen yaklaşımı sıcak bir kabul gördü. Schrödinger'in kendisi de, bir

Işık ve Isı

Tekin Dereli

Işığı ve ışığın etkilerini görmek kolaydır. Fakat ışık nedir? Uzayda bir noktadan diğer bir noktaya nasıl gider? 17. yüzyılın sonunda İsaac Newton (1642-1727) bu sorulara yanıt aramaktaydı. Newton'un kendisi, ışığın taneciklerden mi yoksa dalgalardan mı oluştukları konusunda kesin bir tercihe ulaşamamıştı. Işığın önde gelen üç niteliği; doğrular boyunca yayılması, aynadan yansıması ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılmasıdır. Işığın bu niteliklerini tanecik görüşüyle de dalga görüşüyle de açıklamak mümkündür. Ancak Newton döneminde bilinen olgulardan pek çoğu tanecik görüşüne destek verecek yöndeydi. Bu nedenle Newton'u izleyen fizikçilerden çoğunluğu ışığın tanecik teorisini savunmakta birleştiler. Öte yanda Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695), tanecik teorisine hiç bir şekilde ikna olmamıştı. Aynı zamanda fizikçi, matematikçi, Avrupa'da ilk sarkaçlı saati yapan bir mucit, Satürn'ün halkalarını ilk kez gören bir astronom olan Huygens, 1690'da yayınladığı kitabında, ışığın tanecik teorisini reddetmesinin nedenlerini açıklamıştı. Ona göre ışık; "eter" adını verdiği görünmez, ağırlıksız, tüm havayı ve boşluğu kaplayan bir ortamda yayılan dalgalar tarafından taşınmaktaydı. "Huygens ilkesi" denen bu varsayımla ışığın kırılması açıklanabildiği gibi, ayrıca karşılıklı gelen dalgalar birbirleri içinden geçebildikleri için karşı karşıya gelen ışık ışınlarının neden tanecikler gibi çarpışmadıkları da açıklanmış olmaktaydı. Huygens'in kanıtlarının gücüne rağmen, ışığın dalga teorisini destekleyecek deneylerin yapılması bir yüzyıl sonra gerçekleşti.

1801'de ilk kez İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829), dönemindeki ışık anlayışının değişmesine yol açacak bir deney önerdi. Young, aslında insan gözünü ve insan sesini incelemekteydi. Araştırmaları sonunda ışık ile ses arasında benzerlikler bulunduğu görüşüne ulaşmıştı. O sıralarda sesin havada dalgalar halinde yayıldığı kanıtlanmış bulunuyordu. Bu nedenle Young, ışığın da dalgalar halinde yayılması gerektiğini düşündü. Normalde dalgalar da ışık gibi doğrular boyunca yayılırlar. Ancak İtalyan fizikçisi Francesco Grimaldi (1618-1663), ışığın ince bir yarıktan geçince büküldüğünü ve demetin dağıldığını gözlemiş ve bu olaya ışığın kırınımı adını vermişti. Young, Grimaldi'nin deneyini daha da geliştirerek, güneş ışığını birbirine paralel iki yarıktan geçirdi ve arkada bir ekran üzerine düşürdü. Eğer yarıklar geniş ve aralıklı iseler ekranda iki aydınlık ışıklı nokta belirmekteydi. Ama yarıklar dar ve birbirlerine yakın iseler ekran üzerine düşen ışık, inceli kalınlı renkli çizgiler oluşturuyordu. Bu renkli çizgiler dizisine girişim deseni adı verildi ve Young, girişim olayına ancak dalgaların neden olabileceğini gösterdi. Girişim, sadece ışık dalgalarına has değildir. Su ve ses dalgaları da girişim yaparlar. Durgun bir havuz kenarında durup su yüzüne iki parmağınızı aynı anda değdirin. Su yüzünde her yöne aynı hızla yayılan iki dalga oluşturursunuz. Dalga tepeleri aynı noktada buluşursa yapıcı girişim vererek o noktada daha büyük bir dalga genliği oluşur. Bir dalga tepesi, öteki dalganın çukuruna denk gelirse, dalgalar yıkıcı girişime uğrar, birbirlerini söndürürler. Böylece kuşbakışı bakıldığında su yüzünde güzel bir girişim deseni gözükür. Thomas Young, Auguste Fresnel (1788-1827)'le birlikte girişim deneyleri yaparak ışığın dalgalar halinde yayıldığının tüm kanıtlarını ortaya koydu ve ışığın her bir değişik renginin ayrı bir dalgaboyuna karşı geldiğini gösterdi. Young'ın deneyleri dikkatle düzenlenmiş ve özenle yapılmışlardı; ama sonuçları hemen kabul görmedi. 18. yüzyılda, ışığın taneciklerinden oluştuğuna inanan ve bu görüşü benimseyen bilim adamlarının düşüncelerini değiştirmek kolay olmadı. Işığın dalgalardan oluştuğu fikrinin benimsenmesi, 19. yüzyılın ikinci yarısını bekledi. Yine aynı yıllarda William Herschel (1738-1822), ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktaydı. Bu deneylerinden birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürdü. Termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Böylece gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak kızıl-ötesi ışığı keşfetmiş oldu. Yine aynı yıllarda bir başka fizikçi Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini saptamaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşünce başlayan bir kimyasal reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerrecikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerrecikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrata batırılmış kağıt parçasının ışık görünce kararttığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), değişik



renkte ışığın fotograf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti bile. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Ritter, Herschel'in deneylerini duyar duymaz 1801'de spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneyini tekrarladı. Burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa mor-ötesi ışık adı verildi.

Bugün, hem görünür ışık dalgalarının hem de kızıl-ötesi ve mor-ötesi gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarının çok daha geniş bir elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer aldıklarını artık biliyoruz. Bu yöndeki ilk bulgular, 1821'de Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), elektrik akımının mıknatıs iğnesini etkilediğini gözlemesiyle bi-

durumdan diğer başka durumlara ani kuantum sıçramalarına artık gerek kalmadığını düşünmekteydi. Elektron geçişlerinin bir keman telinin titreşimleri gibi, bir notadan diğerine (yani bir harmonikten diğerine) geçiş olarak yorumluyordu. Yine 1927 yılında İngiliz fizikçisi Paul A. M. Dirac(1902-1984), Heisenberg ve Schrödinger yaklaşımlarını içererek genelleyen soyut bir kuantum teorisine ulaştı. Tüm bu gelişmelere karşı, başta Bohr olmak üzere elektron

rikmeğe başlamıştır. Aynı yıl Fransız fizikçisi André-Marie Ampère (1775-1836), elektrik akımı taşıyan paralel iki telin tıpkı birer mıknatıs gibi (geçen akımların yönüne göre) birbirlerini ittiklerini ya da çektiklerini gösterdi. Bu gözlemleri daha pekçok deney izledi ve elektrik olayları ile manyetizma olaylarının yakından ilişkili oldukları anlaşıldı. Bu ilişkinin matematiksel açıklamasını, 1865'de İskoç fizikçi James Clerk Maxwell (1831-1879) buldu. Böylece elektrik ve manyetizma olaylarının birlikte elektromanyetizma diye adlandırılacak kadar içiçe oldukları kanıtlandı. Maxwell, kendi adıyla anılan elektromanyetik alan denklemlerini incelerken, elektrik alanının ileri geri salınmasını sağlayarak, büyük hızlarda yayılan elektromanyetik dalgaların üretilebileceğini farketti. Hesapları sonucunda, elektromanyetik dalgaların boşluktaki yayılma hızının ışık hızına eşit olacağını buldu. Böylece ışığın kendisinin de bir tür elektromanyetik dalga olduğu sonucuna ulaştı. Elektromanyetik dalgalar bütün dalgaboylarını kapsayan çok geniş bir spektrum oluştururlar. Örnek olarak elektromanyetik spektrumun ortalarında yeralan kırmızı ışığın dalga boyu 650 nanometredir(10^9 nanometre = 1 metre). Elektromanyetik spektrumun üst ucunda, dalgaboyları çok büyük radyo dalgaları bulunur. Uzundalga radyo istasyonları, yayın için 1000 ila 2000 metre dalgaboyu aralığını kullanırlar. Spektrumun alt ucunda ise dalgaboyları çok küçük X-ışınları (veya diğer adıyla Röntgen ışını) bulunmaktadır.

Şu soruya sıra geldi: Cisimler ısıtılınca neden ve nasıl ışır? Bunun yanıtı, tüm katı cisimlerin elektromanyetik dalga yayabildikleri bilinirse verilebilir. Bir kalıp buz gibi çok soğuk bir cisim bile aslında ışımaktadır; ancak bu ışımanın genliği çok küçüktür, dalgaboyu ise gözle görülmeyecek kadar uzundur. Cisim ısıtıldıkça ışımanın genliği büyür, dalgaboyu kısalır. Yeteri kadar ısıtılan bir cisim parlak gözükür. Parlaklığın nedeni, ışınan ışığın dalgaboyunun görünür bölgeye gelmiş olmasıdır. Şimdi şöyle basit bir deney düşünelim: Bir demir çubuğu ateşe tutup ısıtırsak, ne olur? Soğuk çubuk, görünür bölgede ışımaz; üzerine düşen gün ışığının tümünü yansıttığı için bize siyah görünür. Karanlıkta ise çubuk gözükmez. Çubuk hafifce ısıtılırsa bir süre sonra görünür ışık yaymağa başlar. Işınan dalgaboyu yaklaşık 700 nanometredir. Bu nedenle çubuk karanlıkta bile kırmızı gözükür. Çubuğu daha ısıtırsak, daha güçlü ışımağa başlar. Işınan dalga boyu daha kısa, yaklaşık 630 nanometredir. Çubuğun rengi turuncuya döner. Çubuğu iyice ısıtalım. Işınan dalgaboylarının arasında genliği en baskın olan, yaklaşık 580 nanometrelik sarı renktir. Ama diğer dalgaboyları da ışınmaktadır. Çubuğu daha da ısıtabilseydik, akkor haline geldiğini görecektik. Yani spektrumun tüm dalgaboylarında ışıma bulunacak ve bunların toplamı göze beyaz gözükecekti. Bu denli basit bir deney sonucunun, 19. yüzyılda bilinen doğa yasalarıyla açıklanamaması gerçekten ciddi bir krize neden oldu. Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947), siyah cisim ışımasını açıklayabilmek için, 1900 yılında ışık enerjisinin dalga paketleri halinde, hν birimleri cinsinden aktarıldığı varsayımını öne sürmek zorunda kaldı. Bu tarih, kuantum fiziğinin başlangıcı kabul edilir.

Şimdi tekrar William Herschell'e dönelim. Aslında bir astronom olan Herschell, ışık ve ısı arasındaki ilişkiyi pratik bir problemin çözümü için araştırmaktaydı. Güneş lekelerini teleskopu ile gözlerken, renkli filtrelerle bile güneş ısısını tam engelleyemediğini fark etmişti. Hangi rengin ısıyı kesmekte en etkin olduğunu bulursa, o renkte filtre kullanarak güneş lekelerini daha rahat gözlemeyi amaçlıyordu. Sonuçta yeşil renkli filtreler üreterek kullanmağa başladı. Herschell gibi güneş lekelerini incelemekte olan bir diğer bilim adamı William Hyde Wollaston (1766-1828), 1802'de beklenmeyen bir keşifte bulundu. Güneş ışığı, elektromanyetik spektrumun tümünü doldurmuyordu. Bulunmayan dalgaboyları, yüzlerce inceli kalınlı çizgiler oluşturmaktaydı. Alman fizikçisi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), bu spektral çizgilerin 500 kadarını tek tek belirledi ve ana çizgilere harfler verdi. 1850'lerin sonunda yine bir Alman bilim adamı Gustav Kirchoff (1824-1887), tüm atomların ışığı belli dalgaboylarında soğurduklarını ve yine aynı dalgaboylarında ışıdıklarını gösterdi. Böylece, güneş ışığı spektrumundaki boşlukların, güneş atmosferindeki atomların belirli dalgaboylarında ışığı soğurmasıyla oluştuğunu anladı. Bu keşif, 20. yüzyılın başında atomlarla ışığın etkileşmesini açıklayan kuantum teorisinin bulunmasına zemin hazırladı.

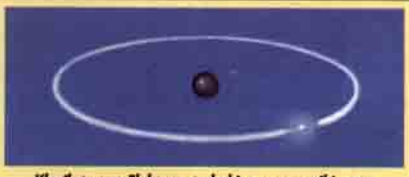
19. yüzyıl boyunca fizikçiler ışığı ve diğer elektromanyetik dalga türlerini, sürekli birer enerji akışı gibi yorumladılar. Ancak 1900 yılından sonra bu yorumunun tutarsızlıklara neden olduğu fark edildi. Max Planck'ın kuantumlu ışıma teorisi, ışığın taneçik nitelikleri taşıdığının ilk kanıtlarıydı. Niçin ışık enerjisi kuantumludur? Bunun açıklaması atomların yapısında bulunur. Maddelerin temel yapıtaşı olan atomlar, çok küçük ve yoğun bir çekirdek ile bunun etrafında dolanan elektronlardan yapılmışlardır. Elektronların çekirdek etrafında çizdikleri kapalı yörüngelerin yarıçapları farklıdır. Elektronun toplam enerjisi ne kadar büyükse çekirdekten o oranda uzakta bulunur. Dolayısıyla, bir elektron dıştaki bir yörüngeden içteki çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye geçerse enerji kaybeder. İşte bu enerji, bir ışık kuantumu veya diğer adıyla bir foton olarak serbest kalır.

Doğada bulunan atomların çoğunluğu, birden fazla sayıda elektrona ve pek çok farklı enerji düzeylerine sahiptirler. Bir atomun hangi dalgaboylarında ışık ışıyacağı; elektronların mümkün enerji düzeylerinden birinden diğerine geçerken ortaya çıkan enerji değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu dalgaboylarının tümüne atomun ışıma spektrumu adı verilir. Işıma spektrumuna bakarak, bu spektrumu veren atomun kimliği tam olarak belirlenebilir.

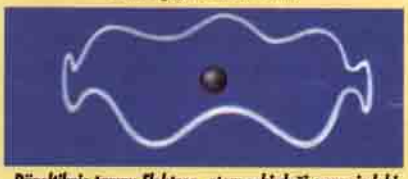
Planck'ın kuantum varsayımına ikinci ve en güçlü destek, 19. yüzyıldan beri bilinen fotoelektrik etkisinin açıklanması oldu; bir metal üzerine ışık tutulursa, ışık yüzey atomlarından elektron koparark bir elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu etkiyi, Philipp von Lenard (1862-1947) ayrıntılarıyla incelemiş ve yüzeye düşen ışığın frekansı ile yüzeyden kopan elektronların enerjisi arasında basit fakat nedeni anlaşılamayan lineer bir bağıntı bulmuştu. Düşük genlikli, zayıf bir ışık daha az sayıda elektron koparabilir. Dolayısıyla çıkan akım daha küçük olur. Ancak kopan bir elektronun enerjisi sadece ışığın dalgaboyuna bağlıdır; genlikle değişmez, aynı kalır. Albert Einstein (1879-1955) fotoelektrik etkinin açıklanmasının, ışığın kuantum teorisinde bulunduğunu gösterdi ve 1921 yılında Nobel ödülünü bu keşfi nedeniyle kazandı.

Işığın parçacık niteliğine bir örnek: Fotoelektrik etki

dalgası kavramından rahatsızlık duyan fizikçiler çoktu. Bir dalga veya bir dalga paketi nasıl olup da Geiger sayacında tıpkı bir tanecik gibi sayım verebilmekteydi? Atomun içinde gerçekten "salınan" ne olabilirdi? 1927'de Bohr bu sorulara Schrödinger'in hiç de hoşuna gitmeyen bazı yanıtlar getirdi. Bohr, öncelikle elektron dalgası denen şeyin soyut bir nicelik olarak ele alınması gerektiğini gösterdi. Elektron dalgaları bir havuzdaki dalgalar gibi, uzayda gerçek salınımlar olamazlardı. Ancak matematiksel soyut bir uzayda, kompleks salınımlarla temsil edilebilirlerdi. Daha da önemlisi, her bir taneciğin (örneğin bir elektronun) tarifi için bu soyut uzayda üç değişkenin verilmesi gerekiyordu. Böylece bir elektron üç boyutlu bir uzayda dalga ile tarif edilirken; etkileşen iki elektron altı boyutlu bir uzayda, üç elektron ise dokuz boyutlu bir uzayda verilebilmekteydi. Dolayısıyla Schrödinger'in yaklaşımında da elektronun bir durumdan diğer başka bir duruma geçişi matris mekaniğindekinden daha anlaşılır hale gelmemekteydi.

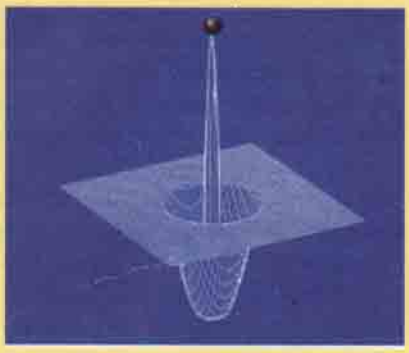


Klasik tanım: Elektron, tıpkı bir gezegen gibi, atom çekirdeği çevresinde döner.



Düzeltilmiş tanım: Elektron, atom çekirdeği çevresindeki kapalı yörüngede dalga hareketi yapar.

Kuantum fiziği: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.



Matematik: Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektronun yoğun bir yük oluşturmasına ilişkin diyagram.

Atomun Yapısı

Tekin Dereli

19. yüzyılda, maddenin en küçük yapıtaşı olarak tanımlanan atomların birer iç yapısı bulunduğuna ilk deneysel kanıt, J.J. Thomson'un (1856-1940) 1897'de katod ışınlarında elektronları keşfetmesi olmuştur. Katod tüplerini ilk yapan William Crookes (1832-1919), havasını boşalttığı bir cam tüp içerisine iki metal elektrod yerleştirerek bunlar arasına elektrik potansiyeli uygulamıştı. Katod adı verilen eksi yüklü elektrod, ısıtıldığında gözle görülmez bir ışın yaymaktaydı. Katod ışınını gözlemek için Crookes, iki elektrod arasına metal bir cisim koyuyor ve cismin gölgesini tübün diğer ucuna sürdüğü floresans maddenin ışıltısı üzerine düşürüyordu. Döneminin en yetenekli deneysel fizikçilerinden olan Thomson, Crookes tüpleri (veya bugün bildiğimiz anlamıyla TV tüpleri) içinde son derece düşük basınçlara ulaşabildi. Böylece katod ışınlarını elektromanyetik alanlardan geçirerek elektrik yükünü belirledi ve kütle ölçümleri yaptı. Katod ışınlarının eksi elektrik yüklü, kütlesi hidrojen atomu kütlesinin yaklaşık 2000'de biri olan taneciklerden oluştuğunu kanıtladı. Tüpü hangi gazla doldurursa doldursun, elektrodları hangi metalden yaparsa yapsın, hep elektron adı verilen bu tanecikler çıkmaktaydılar. Thomson, bu gözleminden hareketle, elektronların bütün atomlarda bulunduğu ve o güne kadar bölünemez sanılan atomun yapıtaşlarından birisi olduğu sonucuna ulaştı. Atomlar net elektrik yükü taşımadıklarına göre, elektronların eksi yükünü dengeleyen net bir artı yük içermeliydiler. Thomson, atomu, artı yükün düzgün dağıldığı minik bir top gibi tasarladı. Elektronlar, top içine gömülmüş minik zerreciklerdi. Bu model Thomson'un mensubu bulunduğu Cambridge Üniversitesi'nde, akşam 5 çaylarında epey tartışılmış olmalı ki, bugün bile "üzümlü kek" modeli diye anılmaktadır. Thomson'un atom modeline en büyük eleştiriyi, Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) getirdi. Manchester Üniversitesi'nde öğrencileriyle beraber 1911'de gerçekleştirdiği deneylerle, Thomson'un modelinin doğru olamayacağını kanıtladı. Rutherford, artı elektrik yüklü, ağır α-parçacıkları ile, birkaç atom kalınlığına kadar inceltilmiş altın levhaları bombardıman etti. Thomson modelinden beklenen, α-parçacıklarının hemen tamamının levhadan geri saçılmasıydı. Oysa beklenmeyen bir sonuç alındı; α-parçacıklarının hemen tamamı sanki levha yokmuş gibi yollarına devam ediyor, pek az bir kısmı geri saçılıyorlardı. Rutherford, bu gözlem sonucuna dayanarak atomların tıpkı küçük birer güneş sistemi gibi düşünülmeleri gerektiğini öne sürdü. Atomlar merkezde artı yüklü, ağır fakat son derece küçük birer çekirdekle bunun etrafında gezegenler gibi dolanan elektronlardan oluşmalıydı. Ancak burada son derece ciddi bir sorun ortaya çıktı. 19. yüzyılın fizik yasaları, Rutherford modelinde elektronların birer spiral yörünge boyunca hareket ederek sonlu bir zaman aralığında çekirdek içine düşmelerini gerektirirdi. Oysa ortada atomların böyle bir olay sonucu yokolduklarına dair en ufak bir kanıt bulunmuyordu.

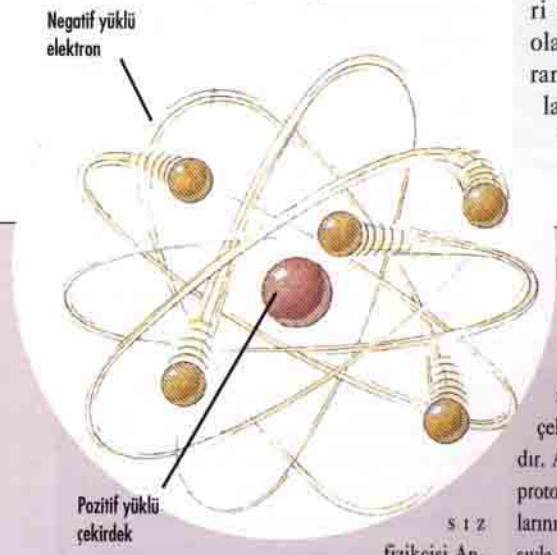
Rutherford saçılma deneylerini yaparken onun yanında Manchester'de bulunan Danimarkalı teorik fizikçi Niels Bohr (1885-1962), Planck'ın ışık kuantumu fikrinden esinlenerek ilginç bir atom modeli geliştirdi. Bohr, atomlara bağlı elektronların ancak belli enerji değerlerine sahip olurlarsa kararlı kalacaklarını varsaydı. En düşük enerji değerine sahip elektronlar, çekirdeğe en yakın bir kapalı yörünge üzerinde bulunacaklar; daha büyük enerji değerlerine sahip elektronlar ise çekirdekten daha uzak yörüngelere yerleşeceklerdir. Bohr, 1913 yılında öne sürdüğü bu model ile ışık ve madde arasındaki yakın ilişkiyi de açıklayabildi. Bohr'a göre atomun elektronları bir enerji düzeyinden, boş olan başka bir enerji düzeyine geçebilmek için ya bir foton ışır ya da uygun enerjiye sahip bir foton soğururlar. Soğurulan veya ışınan fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farka eşittir. Bu varsayım yardımıyla hidrojen atomu ve helyum atomu ışıma spektrumlarının tam olarak elde edilebilmesi Bohr'un en çarpıcı başarısıdır. Bir süre sonra, çok elektronlu atomların ışıma spektrumlarının daha ayrıntılı incelenmesi sonucu, aynı enerji düzeyinde en fazla iki elektronun bulunabildiği anlaşıldı. Böylece çok elektronlu bir atom; elektronları en içteki yörüngeden başlamak üzere enerji düzeylerini ikişer ikişer doldurarak, kabuk dediğimiz katmanlı bir yapı görünümünde olacaktır. Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en dış kabuktaki elektronlardır. Dış kabukları tamamen dolu atomlar (helyum ve neon gibi asal gazlar), dış kabuğunda sadece tek elektron bulunan atomlara (hidrojen, lityum ve sodyum gibi alkali metaller) göre daha az kimyasal reaksiyona girerler. Bir atomun başka atomlarla bağ yaparak molekülleri oluşturmasından da, en dış yörünge elektronları sorumludur.

19. yüzyılın son yıllarında, sadece atomun iç yapısı açıklığa kavuşmadı. Ayrıca atomların ışın salarak değiştikleri de gözlendi. İlk kez 1896'da Fran-

Kuantum mekaniğinin pratiği, 1920'lerin sonunda Niels Bohr ve Max Born'un geliştirdikleri fikirlerin çevresinde oluştu. Böylece kuantum mekaniği her fizikçinin anlayabileceği bir anlatıma kavuştu. Bu teori yardımıyla, atomların ve moleküllerin iç yapısı sanki biliniyormuş gibi rahat hesap yapılmasını sağlayan bir kurallar bütünü ortaya çıktı. Bu kapsamda Bohr'un katkısı, kuantum dünyasında dalgalarla taneciklerin uyumunu sağlayan bir felsefi yorumun temeli atmak oldu. Born ise bizleri, kuantum teorisinin doğru yorumuna götüren istatistiksel kuralları belirledi.

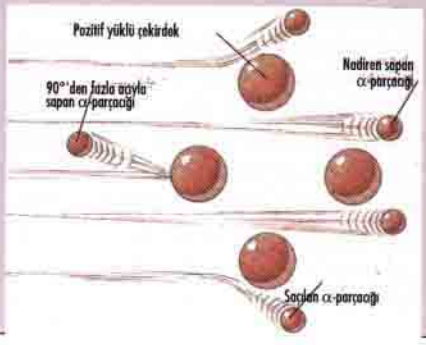
James Chadwick'in nötron dedektörü

Bohr'a göre hem parçacık fiziği hem dalga fiziği, eşit oranlarda geçerli ve aynı gerçeğin birbirlerini tümleyen iki tarifidirler. Bu tariflerin herbiri tek olarak ele alındığında yeterli olamazlar. Fakat doğada parçacık kavramı ile tarifi daha uygun düşen olaylar varolduğu gibi, tarifi dalga kavramına uygun düşen diğer pekçok olay daha vardır. Elektron gibi temel bir nicelik, tam olarak ne bir parçacık ne de bir dalgadır. Bazen bir dalga gibi davranır, başka zamanlar ise bir parçacık gibi tepki verir. Bir elektronla yapılacak deneyden alınan yanıt, sorulan soruya bağlıdır. Eğer parçacık arıyorsanız, parçacık bulursunuz fizikçisi Antoine Becquerel (1852-1908) tarafından bir rastlantıyla gözlenen bu olaya radyoaktivite adı verildi. Becquerel, uranyum kristallerinin gözle görünmez, çok girici ışınlar yayarak fotograf kağıdını kararttığını gözlemişti. Bu yeni keşif üzerinde çalışan Pierre Curie (1859-1906) ve Marie Curie (1867-1934) çifti, uranyum cevherinin, saf uranyumdan daha radyoaktif olduğunu fark ettiler. 1902'de, radyum ve polonyum adını verdikleri iki yeni radyoaktif elementi izole etmeyi başardılar. Radyoaktivitenin fiziksel nedenini araştıranlar arasında Ernest Rutherford da vardı. Önce, radyoaktivite ile salınan ışınların α, β, γ adı verilen üç değişik türü saptandı. Rutherford, α-ışınlarının helyum çekirdeğinden ibaret olduğunu kanıtladı. β-ışınları ise hızlı elektronlardan başka bir şey değildiler. Bir atom α-veya β-ışını vererek bozulur, yani atom değişerek başka bir atoma dönüşür. Bu sırada, çok kısa dalgaboylu bir elektromanyetik dalga olan γ-ışını da çıkabilir. 20. yüzyılın başında, simyacıların düşü artık gerçek olmuştu.

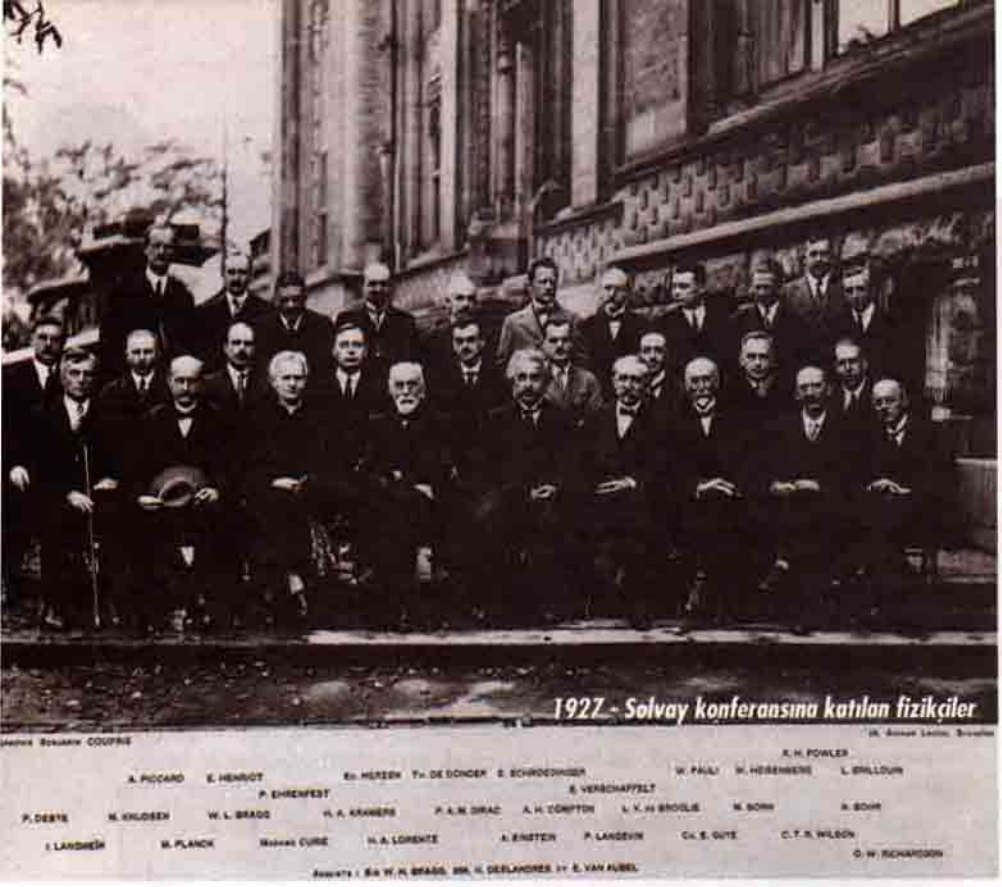


Radyoaktivite üzerinde araştırma yapan Rutherford, 1919'da artı yüklü atom çekirdeklerinin proton adını verdiği parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü. Protonları gözlemek için, α-parçacıklarıyla bombardıman ederek azot atomlarını parçalamaktaydı.Rutherford, önceleri, bir proton ile bir elektronun birbirlerini nötrleştirerek yüksüz bir çift halinde çekirdek içinde bulunabileceğini düşünüyordu. Fakat 1932'de Rutherford'un eski öğrencilerinden James Chadwick (1891-1974), α-parçacıklarıyla berilyum atomlarını bombardıman ederek, elektrik yükü taşımayan, kütlesi protonunkinden biraz daha büyük, nötron adını verdiği bir parçacık keşfetti. Atom çekirdekleri, proton ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomun kütlesini belirleyen, çekirdeğindeki proton ve nötronların sayılarıdır. Atomun elektronlarının sayısı protonlarının sayısına eşittir. Dolayısıyla atomun kimyasal niteliklerini belirleyen, çekirdeğindeki protonların sayısı olacaktır. Aynı sayıda protona fakat farklı sayıda nötrona sahip iki atom, benzer nitelikler taşıyacaktır. Bunlara birbirinin izotopu denir. Örnek olarak, en basit atom olan hidrojenin çekirdeği tek bir protondan ibarettir. Ancak doğada, çekirdeği bir proton ve bir nötrondan ibaret olan döteryum ve çekirdeği, bir proton ve iki nötrondan oluşan trityum izotopları da eser miktarlarda vardır.

Chadwick'in gözlemleri, nötronların çekirdek içinde bulunan yeni bir tür parçacık olduğunu, bir elektron proton çifti gibi yorumlanamayacağını kesin kanıtlamıştır. Ama bir nötronun yokolarak bir proton ile bir elektrona bozunması için belirlenen yarı yaşam süresi sadece 15 dakikadır. Yani çok sayıda özdeş nötron biraraya konabilse, 15 dakika sonra bunlardan yaklaşık yarısının yokolduğu görülürdü. Bunun neden olduğu nükleer dönüşüme β-bozunumu adı verilmektedir. Bir elektron ile bir protonun hızla çarpışarak yok olmaları yerine, bir nötron yaratılması da mümkündür. Bu olayın neden olduğu nükleer dönüşümü de ters β-bozunumu denir. 1932'de bir an için atomlar; proton, nötron ve elektron denilen üç temel parçacıktan yapılırlar gibi hoş ve basit bir görüş oluşmuştu. Ancak bu iyimser tablo aynı yıl silindi gitti.



Önce, β-bozunumda enerji, momentum ve açısal momentum korunum yasalarının sağlanmadığı farkedildi. En temel fizik yasaları olan bu korunum yasalarından vazgeçilemedi. 1932'de Avusturya'lı fizikçi Wolfgang Pauli (1900-1958), doğada nötrino adı verilen, elektrik yüksüz, kütlesiz (yani ışık hızında hareket eden) bir parçacık bulunması ve β-bozunumunda yer alması gerektiğini öne sürdü. Diğer temel parçacıklarla etkileşmesi çok zayıf olan nötrinoların kozmik ışınlarda gözlenmesi 1950'leri buldu. Yine 1932'de, artı yüklü pozitron keşfedildi. Dirac'ın relativistik dalga denklemiyle bütünleştirildiğinde bu keşif, anti-proton, anti-nötron, anti-nötrino v.b. parçacıkların da varlığını gerektirmekteydi. Bu parçacıkların hepsi, 2. Dünya Savaşından sonra inşa edilen hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarda gözlendiler. Bundan da öteye, daha 1940'larda kozmik ışınlarda ağırca bir elektron denebilecek yeni bir parçacık türü olan muonlar ile tamamen yeni nitelikler taşıyan pionlar keşfedildi. Pozitronun benzeri olan anti-muon ile muon nötrinosu ve muon anti-nötrinosu da, daha sonraki tarihlerde gözlendi. Pionların artı yüklü, eksi yüklü ve yüksüz olmak üzere üç türünün varlığı kanıtlandı. Günümüzde buna benzer yüzlerce temel parçacık türü bilinmektedir. Bunları ağır anlamına hadron denen ve hafif anlamına lepton denen iki ana grupta incelemekteyiz. Proton ve nötron; hadron sınıfında, elektron ve nötrino; lepton sınıfında bulunmaktadır. Leptonların basit parçacıklar olmasına karşı, hadronların kuark adı verilen daha basit parçacıklardan yapılmış oldukları artık biliniyor. Bu temel parçacıkların özelliklerini, kuantum mekaniği olmadan anlamak olası değildir.



1927 - Solvay konferansına katılan fizikçiler

sunuz; dalga arıyorsanız, dalga bulursunuz. Fakat hiç bir şart altında, bir elektronun aynı anda hem bir dalga hem de bir parçacıkmış gibi davrandığını gözleyemezsiniz. Bohr'un, dalga ve parçacık niteliklerini, birbirini tamamlayan kavramlar olarak öne süren bu görüşleri, dalga-parçacık ikiliğinin çağdaş anlamda ifadesidir. Gözlenen, gözlemci, gözlem süreci kavramlarını daha önce hiç bir fizik teorisinde görülmemiş ölçüde ön plana çıkarmaktadır.

Born ise bize elektron dalgalarının nasıl yorumlanması gerektiğini göstermiştir. Schrödinger denklemini sağlayan değişkene dalga fonksiyonu adı verilir ve genelde, Yunan alfabesinden Ψ (psi) harfi ile gösterilir. Born'a göre parçacıklar gerçektir, fakat bir şekilde hareketleri kompleks

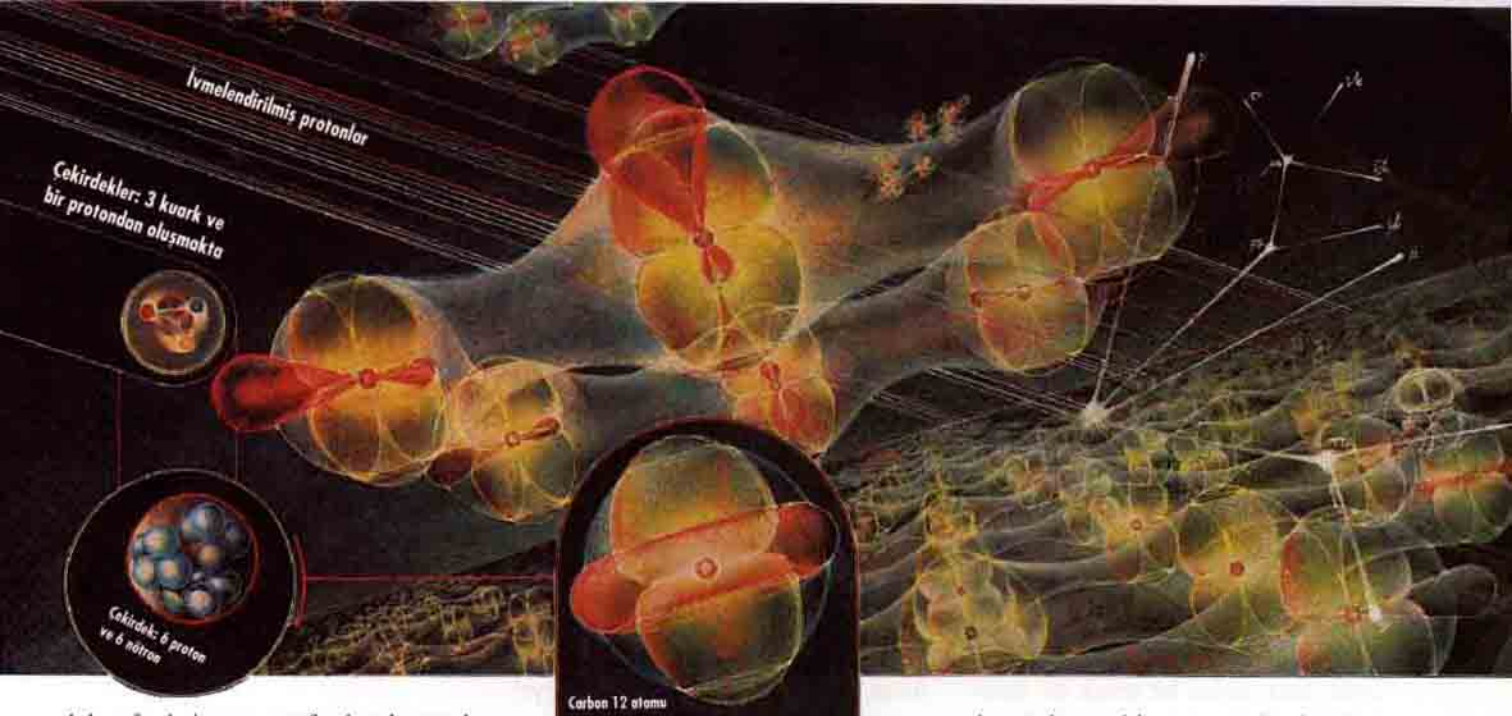
Ölümünün 10. Yılında

Paul A.M. Dirac

Kuantum mekaniğinin kurucularından İngiliz teorik fizikçisi Paul Adrien Maurice Dirac, 1902'de Bristol'da doğdu. 20 Ekim 1984'de Amerika'da, emekliliğini geçirdiği Florida'da yaşama veda etti. Matematiğe olan yeteneğini çok erken yaşta belli eden Dirac, önce Bristol Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği eğitimi gördü. Bu dönemde öğrendiği yaklaşıklık yöntemlerinden ileriki çalışmalarında önemli ölçüde yararlanmıştır. Dirac, problem çözerken sezgisel yaklaşıma öncelik veren fizikçilerdendi. Ona göre, fazlasıyla karmaşık olan gerçek doğaya ilişkin olgular, kısa ve kesin matematik kurallarıyla tam açıklanmış olamazlardı; bir fizikçi, fikirlerini ancak gerçekliğin yaklaşık bilgileriyle geliştirebilirdi.

1921'de üniversiteyi bitiren Dirac, teorik fizik çalışmalarına başlamadan önce iki yıl daha matematik okudu. Daha sonra teorik fizik çalışmak üzere Cambridge'de St. John's College'a girdi. Dirac'ın fiziğe ilk temel katkısı, 1926'da yazdığı bir makalede, kuantum mekaniğinin soyut bir matematik formülasyonunu vermesiyle olmuştur. Almanya'da Max Born, Pascual Jordan ve Werner Heisenberg, Dirac'tan hemen biraz önce matris mekaniğini geliştirmiş bulunuyorlardı. Bunlardan bağımsız olarak, İsviçre'de Erwin Schrödinger, kuantum kurallarının dalga mekaniğini keşfetmişti. Dirac'ın kuantum mekaniği, bu iki yaklaşımı da içeren, çok daha kapsayıcı ve mantıksal açıdan daha basitti. Kuantum mekaniğinin keşfi nedeniyle 1932 Nobel Fizik Ödülü Heisenberg'e verilirken 1933 ödülünü Dirac ve Schrödinger paylaştılar. Dirac; ödülden bir yıl önce, mezun olduğu ve ders verdiği Cambridge Üniversitesi'nde, geçmişte Isaac Newton'un bugün Steven Hawking'in işgal ettikleri Lucas Kürsüsü Matematik Profesörlüğüne atanmış bulunuyordu.

Dirac'ın kuantum fiziğine ikinci temel katkısı, 1928'de özel relativite teorisini kuantum mekaniğine uyuşturması olmuştur. Dirac, ışık hızına yakın hızlarda hareket eden bir elektronun ancak birbirine bağlı dört diferansiyel denklemi sağlayan dört dalga fonksiyonuyla tanımlanabileceğini gösterdi. Dirac'ın tek bir matris denklemine eşdeğer relativistik dalga denklemleri, kuantum teorisinde bir çığır açmıştır. Dirac denkleminin doğal öngörülerinden birisi, elektronların spin açısal momentumu taşıdıklarını göstermesidir. Elektronun spin taşıdığı daha önceden deneylerle kanıtlanmıştı, ancak spinin gözlenen nitelikleri kuantum mekaniğinde doğal bir açıklamaya kavuşturulamamıştı. Ancak Dirac denkleminin esas hayranlık uyandıran yönü doğada anti-parçacıkların varlığını öngörmesidir. Dirac denklemi, bağlı elektronların eksi enerji düzeylerinin kaçınılmaz varlığını gerektirir. İlk bakışta bunun fiziksel gerçekliğe uymayacağı açıktır. Dirac, daha sonraki makalelerinin birinde tümü dolu eksi enerji düzeylerinden bir elektronun çıkarılması halinde, geriye kalan değişiğin ortamda kısa ömürlü artı elektrik yüklü bir parçacık gibi davranacağını buldu. Dirac'ın bu öngörüsü, 1932'de Carl Anderson'un çektiği sis odası resimlerinde; kütlesi elektronunkine eşit, elektrik yükü ters işaretli pozitron adı verilen elementer parçacığın kozmik ışınlarda varlığının kanıtlanmasıyla doğrulandı. Çok daha sonra 1955'de anti-proton da bulundu. Böylece anti-parçacıkların varlığını öngören Dirac denklemi tam bir başarıya ulaştı. Dirac'ın yaratıcı zekası bunlarla yetinmedi. Çekirdek-altı parçacıkların yaratılmasını ve yokolmasını açıklayan kuantumlu elektrodinamik alan teorisinin inşasında ilk adımları attı. Bir diğer çalışmasında Maxwell teorisini manyetik monopolları kapsayacak biçimde genelleştirdi. Öte yandan, özdeş elektron sistemlerinin sağladığı Fermi-Dirac istatistiğini kurdu. Bütün bu çığır açan keşiflerin sahibi Dirac, daha 1932'de teorik fiziğe ilişkin görüşlerini açıklarken "doğanın temel yasaları, olguların altında yatan ama insan zihninin hiç bir zaman tam olarak algılayamayacağı bir tözü denetler" demekteydi. Dirac, bu görüşüne sadık kalarak hiç bir çalışmasında, matematik simgelerle tanımladığı olguların görüntüsel modelini ya da felsefi yorumunu vermeğe yanaşmamıştır.

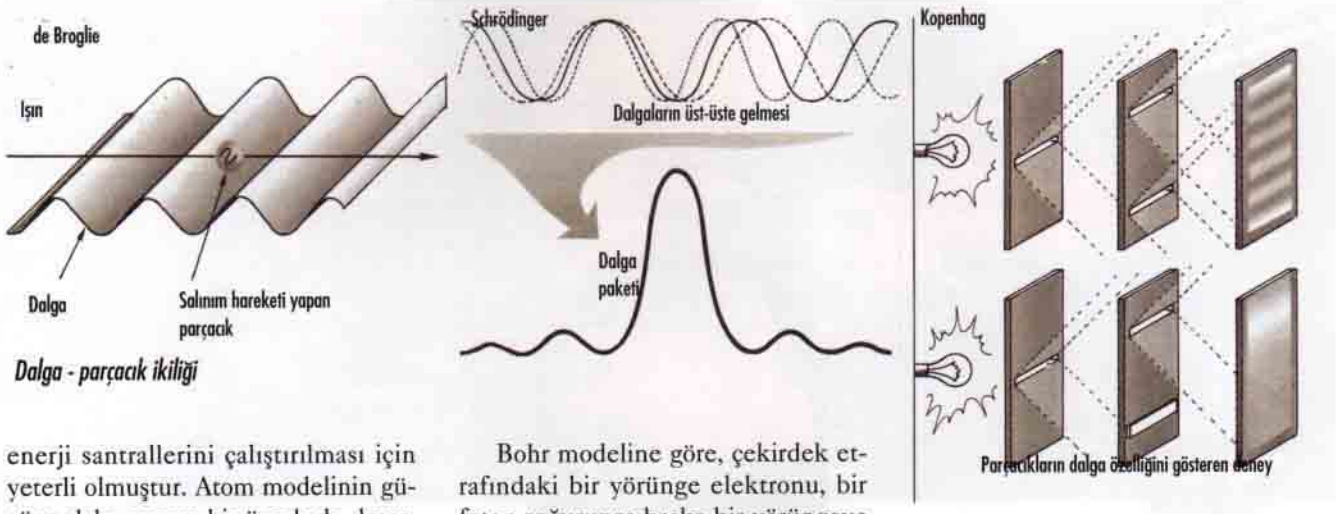


dalga fonksiyonu tarafından kontrol edilmektedir. Uzayda bir noktada, belli bir anda hesaplanan dalganın genliği (yani $|\Psi|^2$), parçacığın o noktada, o anda bulunması olasılığını verir. Bir elektron (veya bir başka parçacığın) ne zaman, nerede olacağını kesinlikle bilemeyiz. Ancak; dalga fonksiyonu biliniyorsa, bir noktada elektronu gözlemek için deney yaptığımızda elektronu gözleme olasılığını hesaplayabiliriz. Bu görüşe göre; rasgele bir elektron, pekala uzayın herhangi bir noktasında bulunabilir. Ancak uzayın belli bir bölgesinde bulunması olasılığı, örnek olarak hidrojen atomuna bağlı bir elektronun Bohr yörüngesi çevresinde bulunması olasılığı, diğer başka uzay bölgelerinde bulunması olasılığından çok daha büyüktür. Durum aynen şuna benziyor: İçinde bulunduğumuz odadaki hava moleküllerinin tümünün bir an için odanın bir köşesine toplanması olasılığı, istatistik mekanik kurallarına göre sıfırdan farklıdır, fakat bu olasılık pratikte önemli olmayacak kadar küçüktür. Born'un olasılık yorumu, zaten tam olarak bilinemez olan bu evrenin bilinebilirliğini biraz daha eksiltmiş oldu.

Bohr'un ve Born'un fikirleri, Heisenberg'in savunduğu belirsizlik ilkesiyle tam bir uyum halindedir. Parçacık ve dalga niteliklerini birarada taşıdıkları için, elektron ve elektron gibi taneciklerin konumu ve momentumu aynı anda ölçülerek birlikte belirlenemez. Ancak, bir parçacığın "konumu" ölçülebilir. Dalgaların uzayda tek bir konumu yoktur; ama "momentum" taşırlar. Bu niteliklerin her birisi tek başına istenilen kesinlikte ölçülerek tam belirlenebilir. Fakat bir nitelik ne kadar kesin belirleniyorsa diğer nitelik o oranda belirsiz kalacaktır. Eğer parçacık niteliklerini ölçüyorsak, bir elektronu parçacık gibi davranmağa iteriz; dalga niteliklerinden uzaklaştırırız. Tersine, eğer dalga niteliklerini ölçüyorsak, elektronu bir parçacık değil de bir dalga gibi davranmağa zorlarız. Böylece gözlemci, deneyin ayrılamaz bir parçası olmaktadır. Belirsizlik ilkesi, asla ölçüm aletlerinin ve ölçme süreçlerinin yetersizliğinden doğan teknik bir soruna bağlanamaz. Doğanın temel bir özelliği olarak karşımızda durmaktadır.

Belirsizlik ilkesi, parçacık-dalga ikiliği, olasılık tanımı ve gözlemcinin ölçülen sistemin bir parçası haline gelmesi ile ifadesini bulan bu fikirlerin toplamı, -bir kısmı Max Born'un çevresinde, Göttingen'de oluşmuş bulunmakla beraber- Niels Bohr'u onurlandırmak amacıyla kuantum mekaniğinin "Kopenhag Yorumu" adıyla anılagelmiştir. Bir kez Kopenhag yorumu kabaca ortaya konduktan sonra, fizikçilerin eski kuantum teorisi kapsamında oluşan atom modelinin eksikliklerini aşmaları ve 1930'larda atom ve molekül fiziği için daha gerçekçi modeller geliştirmeleri uzun sürmedi.

Atomların yapısının anlaşılmasında kuantum mekaniği kesin bir zafer kazanınca, fizikçiler doğal olarak gayretlerini atom çekirdekleri üzerine yoğunlaştırdılar. Pekçok pratik başarıdan sonra, bugün bile çekirdek fiziğini, temelde atom fiziği kadar iyi anladığımızı iddia edemeyiz. Tipik bir atom çekirdeğinin yarıçapı, atomun yarıçapından yaklaşık 100.000 kez küçük olduğuna göre, bu pek de şaşırtıcı gelmemelidir. Atomun hacmi, yarıçapının küpüne orantılıdır, dolayısıyla çekirdek, atomdan 10^{15} kez daha küçüktür diyebiliriz. Çekirdeğin yapısı üzerine bildiğimiz, az çok fizikçilerin 1920'lerde Bohr atomu üzerine bildikleriyle karşılaştıracak düzeydedir. Bu kadar bilgi bile, fizyon ve füzyon bombalarının yapımı veya nükleer



Dalga - parçacık ikiliği

enerji santrallerini çalıştırılması için yeterli olmuştur. Atom modelinin gücüne daha çarpıcı bir örnek de, laserlerin keşfi olmuştur. Lazer fiziği (en azından genel terimler çerçevesinde), Bohr modeli yardımıyla, yani belirsizlik ilkesi ya da parçacık-dalga ikiliğine gerek kalmadan da anlaşılabilir.

Bohr modeline göre, çekirdek etrafındaki bir yörünge elektronu, bir foton soğurunca başka bir yörüngeye geçer. Böylece uyarılmış bir atom kendi haline bırakıldığında, elektron eninde sonunda geldiği düşük enerji düzeyine geri dönecektir. Geçiş sırasında atom, belli bir dalga boyunda foton ışıyacaktır. İlk kez 1917'de Albert Einstein(1879-1955) tarafından incelenen bu sürece, atomun kendiliğinden ışıması adı verilir. Einstein,

Lazer

Tekin Dereli

Görünür ışık; farklı dalgaboylarının, yani farklı renklerin karışımıdır. Ayrıca, atomların genellikle rastgele ışımaları nedeniyle atomik ışınımlarla çıkan ışık dalgaları da aynı fazda olmazlar. Dolayısıyla olağan bir ışık, hem değişik dalgaboylarını hem de değişik fazda dalgaları içermektedir. Ancak, lazer ışığı bundan farklıdır; lazer ışığının tek bir dalgaboyu vardır ve aynı dalgaboyundaki dalgalar eşuyumludur yani hepsi aynı fazdadır (Adi adım yürüyen asker ile uygun adım yürüyen asker arasındaki fark gibi). lazer ışığını üretmek için yükseltici ortam adı verilen bir katıya, bir sıvıya veya bir gaza enerji basmak gereklidir. Yükseltici ortam enerji aldıkça, atomlar sadece belli bir frekansta ışık salmağa başlarlar. Bir atomdan çıkan ışık, komşu atoma çarptığında onu da aynı frekansta ışımaya zorlar. Böylece oluşan bir zincir etkisi sürerek, pek çok atomun aynı anda ve aynı frekansta ışımasına neden olur. Çıkan ışık, özel aynalar arasında ileri geri yansıyarak lazer içerisinde biriktirilir. Işık genliği yeteri kadar büyüdüğünde yarı-yansıtıcı aynadan geçerek aygıt dışına çıkar ve böylece bir lazer pulsu oluşur. İlk çalışan lazer, Theodore Maiman tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Maiman, yükseltici ortam olarak, silindir şeklinde bir yapay yakut kristali kullanmıştı. Optik pompalama eylemi, silindirin çevresine spiral şeklinde dolanan bir lamba ile gerçekleştirilmekteydi. En dışta ise çıkan ısıyı soğurmak üzere, bir suyla soğutma sistemi bulunmaktaydı. Maiman'ın laserinin boyutları bir kaç cm olmakla beraber mükemmel çalışmakta ve pulslu (695 nm dalgaboyunda) kırmızı lazer ışığı üretmekteydi.

Ticari amaçlı kullanım bulan lazerlerin bir kısmı mavimsi-yeşil ışık veren helyum-neon lazerleridir. Bu tür lazerlerde, helyum ve neon gazlarının karışımıyla dolu bir tüp elektrik akımıyla uyarılarak ışık üretilir. Elektrik akımı helyum atomlarını uyarır. Bunların neon atomlarıyla çarpışması yoluyla enerji neon atomlarına aktarılır. lazer ışığını veren, neon atomlarının ışımasıdır. Tüpün uçlarından birine tam yansıtıcı, diğerine ise yarı saydam bir ayna takılmıştır. Lazer ışını yarı saydam aynadan çıkmaktadır.

Işıkla Kesme İşlemi

Uzun dalgaboylu lazerler, bir yüzey üzerinde dar bir bölgeye odaklanarak, çok yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Bu sıcaklık, kumaştan oto yapımında kullanılan çelik saçlara kadar pekçok malzemeyi kesmeye yeterlidir. lazer ışını, ayna düzenekli kollar boyunca yöneltilerek, kansız ameliyatlar yapılmasını da sağlamaktadır. Lazerler, son yıllarda özellikle göz ameliyatlarında, geniş uygulama bulmuştur. Lazer ışınının, kesme işlemi için kullanımındaki en büyük avantajı; kesici aletlerin körelmesi gibi bir sorun taşımamasındadır. Elde edilen yüksek sıcaklıklar nedeniyle lazerler, metallare nokta kaynak yapımında da kullanım bulurlar.

Lazerle Ölçüm İşlemleri

Lazer demetleri, dağılmadan çok uzun mesafelerde bir doğru boyunca yayılabilir. Bu nedenle, inşaat projelerinde (örnek olarak tünel açımında) yaygın kullanım bulmaktadırlar. Ayrıca, lazer ışığı çok duyarlı mesafe belirlemekte yararlıdır. Bunun için, bir lazer demeti ikiye ayrılır ve iki ayrı yüzeyden yansıtılarak tekrar bir araya getirildiklerinde verdikleri girişim desenine bakılır. Böylece, girişim çizgilerindeki kaymaları ölçerek iki uzak cisim arasındaki mesafeyi son derece duyarlı bir biçimde hesaplamak olasıdır.

elektronun düşük enerji düzeyine geri gidişi için geçen sürenin istatistik çıkarımını araştırmaktaydı. Ancak bahsi geçen geçişe bir yol daha vardır. O da; uyarılmış atomun, üzerine düşen bir fotonla etkileşerek fazla enerjisini kaybetmeye ve düşük enerji düzeyine (taban durumuna) geçmeğe zorlanmasıdır. Bu sürece, uyarılmış ışıma adı verilir ve ancak atomla etkileşen fotonun dalgaboyu, atomun ışıdığı fotonun dalgaboyuna eşit ise mümkün olur.

Bir kristal örgüsü üzerine sıralanmış bir dizi uyarılmış özdeş atom düşünelim. Kristal üzerine, rezonans dalgaboyuna sahip bir foton yollayarak bir atomun ışımasını sağlayalım. Çıkan iki foton, diğer iki atomun ışımasını sağlar; çıkan dört foton dört atom daha uyarır ve böylece, ışıyan atomların sayısı üstel olarak katlanır. Elde edilen eş zamanlı (senkronize), dolayısıyla yüksek genlikli elektromanyetik dalgaların, dalga çukurları ve dalga tepeleri birlikte ilerledikleri ışın demeti için dağılmaz. Buna lazer ışını diyoruz. (Laser: Light amplification by stimulated emission of radiation-Uyarılmış ışıma yoluyla ışık genliğinin yükseltimi) lazer uygulamalarındaki beceri, kuantum teorisinin kullanımında değil; atomların yüksek enerji düzeyine "pompalanması" ve orada uyarıma hazır biriktirilmeleri için gereken teknolojinin geliştirilmesindedir.

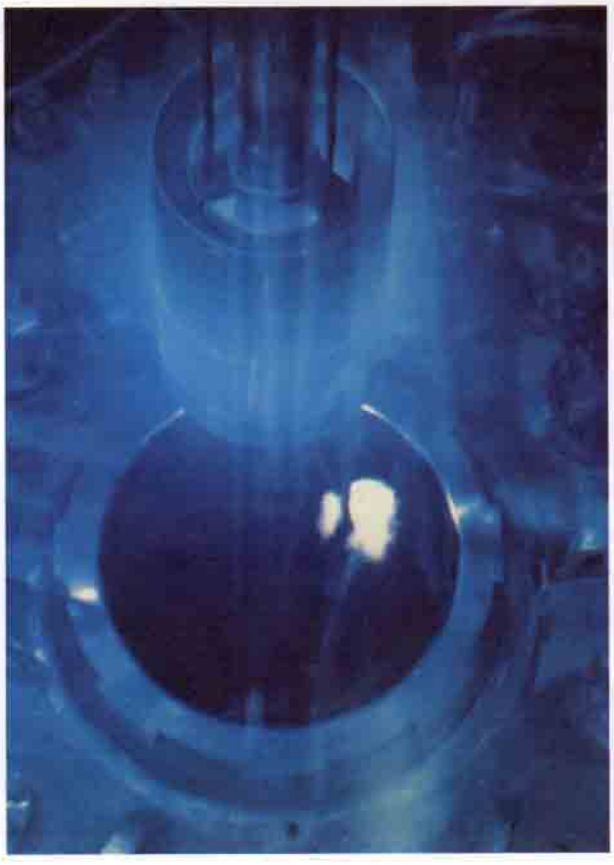
Bugün lazer teknolojisinin ticari önemi tartışılamaz. lazerlerin, iletişim ağlarında, yüzey ve mesafe ölçüm işlerinde; kredi kartlarını şifreleyen hologramların yapımında, süpermarket kasalarındaki barkod okuyucularında ve daha pekçok uygulamada yeri vardır. Tüm bunların kökü, Bohr'un kuantum teorisinde yaptığı ilk atılımda bulunmaktadır.

Fakat kuantum mekaniğinin günlük yaşamımızdaki en yaygın etkileri, kendini kuşkusuz katıhal fiziği uygulamalarında göstermektedir. Fiziğin bu dalı, bizlere transistörlü radyoları, Sony Walkman'i, dijital saatleri,elektronik hesap makinalarını, PC'leri, tam otomatik çamaşır makinalarını kazan-

dırdı. Katıhal fiziği, adı üstünde; fiziksel nitelikleri iletkenlerle yalıtkanlar arasında yeralan yarı-iletken katıların özelliklerini inceler. Yalıtkanlar, içindeki elektronlar sıkı sıkıya atomlarına bağlı kaldıkları için elektrik akımını iletemezler. İletkenlerde ise elektronların bir kısmı serbestçe malzeme içerisinde dolaşabilir.

Katılar içerisindeki elektronların enerji düzeylerini, kuantum mekaniğindeki dalga denklemini çözerek bulabiliriz. Elektronun enerjisi ne kadar fazlaysa, civarındaki artı elektrik yüklü çekirdeklerin çekiminden o kadar kolay kurtulabilir ve elektriği iletir. Schrödinger denklemi, belli bir katı içerisinde, elektronların atom çekirdeklerine ne kadar sıkı bağlanmış olduğunu belirler; iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkları açıklar. Ayrıca, yine dalga denklemi, bağlı enerji durumlarının tümü elektronlarca işgal edilmiş olan yarı-yalıtkan katılarda; bazı zayıf bağlı elektronların (birkaç elektron volt gibi) çok az enerji kazanımıyla nasıl daha yüksek bir enerji düzeyine sıçrayarak, malzeme içinde serbestçe dolaşabildiklerini açıklar. İletkenlerin aksine, böyle bir elektron geçişi, geride boş bir enerji düzeyi bırakacaktır. Malzemenin elektrik iletkenliği söz konusu edildiğinde, eksi yüklü bir elektronun geride bıraktığı deşik, tıpkı bir artı iletim yükü gibi davranır. Deşik, eksi yükler tarafından çekilir; çünkü bir noktada oluşan boşluğu hemen yanından gelerek dolduran elektron, geldiği düzeyde boşluk bırakacaktır. Böylece deşik, başlangıç noktasından elektronların hareket yönünün tersine giderek uzaklaşır. Yani bir artı yükün hareketini yapar. Yarı-iletken elektronik aygıtların tasarımını anlamak için, elektronların atomlar yakınında nasıl davrandıklarını tarif eden kuantum mekaniğinin kuralları mutlaka bilinmelidir. Mikroelektronik teknolojisine bağlı süperbilgisayar tasarımı da, böylece dolaylı da olsa kuantum mekaniğine bağlanmış oluyor.

Aynı biçimde, yaşamın sırlarının anlaşılması da kuantum mekaniğine bağlanabilir. 1953'de açıklığa kavuşan DNA'nın çifte sarmal yapısını artık biliyoruz. Gen mühendisliğine olanak tanıyan temel etken, organik moleküllerin özelliklerinin iyi anlaşılmasıdır. Bunun sadece kuantum fiziği bilgimizle mümkün olduğunu çok kişi takdir edemeyebilir. Bu kapsamda temel bir fizik teorisi olmasaydı, daha başlangıçta DNA gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını gösteren X-ışını kırınım verilerini yorumlamak olanaksızlaşırdı. Genlerin nasıl yapıldığını anlamak için, önce atomların nasıl ve neden biraraya geldiklerini bilmek, hangi düzende, hangi mesafe aralıklarında, hangi bağ türüyle bağlandıklarını anlamak gerekir. Bu bilgi, kuantum fiziğinin kimya ve moleküler biyolojiye en büyük katkısı olmuştur. Çağdaş kimya, 1920'ler ve 1930'larda Bohr atom modeli ve Kopenhag yorumu üzerine dayanan çalışmalarla başlamıştır. Ayrıntılara girmeden, DNA çifte sarmalının iki sarmalını birarada tutan hidrojen bağlarının tamamen bir kuantum olayı olduğunu hatırlayalım; Kuantum fiziğini bilmeden iki sarmalın nasıl birarada durduğunu hiç bir zaman anlayamazdık.



Bir yüzyılı kapsayan tüm bu başarılar zincirine karşı, kuantum mekaniği kurallarının niçin geçerli olduğunu tam anladığımızı hala söyleyemiyoruz. Bugün bile kuantum teorisinin felsefi sorunları hararetli tartışmalara konu oluyor. Bunu bilim adamlarının başarılarına düşen bir gölge gibi düşünemeyiz. Aksine, tatmin edici bir felsefi temelin yokluğunda bile bilim adamlarının ulaştığı teknik yetkinlik doğru yolda olduklarının en güçlü kanıtıdır.

Kaynaklar
"Adventures in Lilliput", Time, Aralık 1991
Burnie, D.,Light,Eyewitness Science, cilt 4, The Science Museum, London, 1992
Cooper, C.,Matter,Eyewitness Science. cilt 2, The Science Museum, London, 1992
Pais, A., Inward Bound, Oxford University, 1986

Minyatür Deney Aletleri

15. yüzyılda denizcilik yöntemlerindeki gelişimin, okyanusların keşfini yelkenli gemilere açması gibi, yeni lazer aletleri de; bilinmezlerle dolu bir mikrodünyayı bilimsel keşiflere açmaktadırlar. Veri yağmurlarını ekranda görüntüye çeviren bilgisayarların desteğinde bu aletler, bilim adamlarına canlı hücreden tek tek atoma kadar her şeyi görmek ve hatta oynamak olanağını veriyor. Bu ilginç enstrümanlar arasında şunlar bulunuyor:

Femtosaniye lazerleri

Tıpkı mikroskobik bir dans pistinde yanıp sönen ışıklar gibi, bu aygıtlarla (Stroboskop) atomların ve moleküllerin titreşimleri, ışık çakmalarıyla dondurulabilmektedir. Böylece lazerler, sodyum atomunun diğer atomlarla birleşerek tuzları nasıl oluşturduğundan, fotosentez yoluyla bitkilerin güneş ışığını nasıl enerjiye dönüştürdüğüne kadar pek çok konuyu incelemekte kullanılıyorlar. 1991'de, California'da Lawrence Berkeley Laboratuvarlarındaki fizikçiler, gözümüzün görmesi için ilk adım olan bir kimyasal reaksiyonun resmini çekmeyi başardıklarını bildirdiler. Işığın gözün retina tabakasına çarpmasıyla başlayan bu reaksiyon, daha önce hiçbir şekilde doğrudan gözlenmemiştir. Çünkü reaksiyonun başlangıcı için geçen süre 200 femtosaniyedir. Bu müthiş hızı anlatmak için, saniyede 300.000 km yol alan ışığın 1 femtosaniyede saç telinin yüzde biri kadar gidebildiğini söylemek yetecektir.

Lazer Tuzakları

lazer ışığı demetleri ile bir grup atomu kavrayıp, bir yerden başka bir yere götürmek olasıdır. Ancak, oda sıcaklığında atomların hızı çok büyük olduğundan, önce onları yavaşlatabilmek şarttır. 1985'de AT&T Bell Laboratuvarlarında bir araştırma grubu tarafından geliştirilen "Optik bulamaç" tekniğinin keşfi, probleme bir çözüm getirdi. Işık kullanarak bir ortamın elektromanyetik sürükleniminin yeteri kadar yükseltilmesi atomları yavaşlatmaktadır. Atomlar, kinetik enerjilerinin neredeyse tümünü kaybedince mutlak sıfır sıcaklığına erişmiş olurlar. Bilimadamları, bu denli süper soğuk sıcaklıklarda, maddenin umulmadık ve ilginç niteliklerinin ortaya çıkacağına inanmaktadırlar. Gerçekten soğuk atomlar, zekice düşünülmüş değişik yollarla tutulabilir ve hareket ettirilebilir. Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Steven Chu, paslanmaz çelikten bir kap içinde milyonlarca sodyum atomunun birarada hareketsiz kalmasını ve sonra tıpkı ışıklı fıskiyeler gibi serbest bırakılmasını sağlayan teknikler geliştirdi. Bu teknik yardımıyla bilimadamları bir atomun serbest düşmesini izleyebiliyor ve kütleçekim kuvvetini bugüne kadar görülmemiş bir duyarlıkta ölçebiliyorlar. Sodyum atomu fıskiyeleri, ayrıca sezyum atomu salınımlarının periyodunu görülmemiş duyarlıkta belirlemeye olanak tanımaktadır. Atom saatleri arasında sezyum atomu en duyarlı olanıdır.

Optik Cımbız

Bilim adamları, tek bir kızıl-ötesi lazer ışığı demeti ile DNA molekülünden bakterilere kadar herşeyi tutup oynatabiliyorlar. Örnek olarak, yüzen bir mikroorganizmayı tutup, mikroskop altında yüzgeçlerinin hareketini inceleyebiliyorlar. Optik cımbızla, hücreyi tahrip etmeden hücre çeperinin içine girip organelleri inceliyorlar. Bu teknoloji yardımıyla, vücut hareketini sağlayan kas proteinlerinden myosin molekülünün uyguladığı mekanik kuvvet ölçülebildi.

Taramalı Tünelleme Mikroskobu

Bu olağanüstü aletler, birkaç atom boyutundaki ince metal uçlar yardımıyla yüzeyleri tarayabilmektedir. Metal uç ile yüzey arasındaki mesafe çok küçük ise; elektronlar, kuantum mekaniğindeki tünel olayı nedeniyle bu aralığı atlayabilirler. Elektron hareketinin yarattığı bu çok küçük elektrik akımı, yüzey atomlarını oynatmaya ve yüzey üzerinde bir noktadan başka noktaya kaydırmaya yeterlidir. Bu yöntemle IBM'nin Almaden Araştırma merkezindeki fizikçiler, yedi adet ksenon atomunu minyatür bir kap içine alıp atom düzeyinde kimyasal reaksiyon süreci gözlediler. Sonuçta, anahtar işlevini gören tek atomlu bir elektronik yapı geliştirebildiler. İlke olarak bu minyatür düzenek, ileride transistörlerin yerini alabilecektir. Şu ana kadar yapılanlardan bazıları, örneğin atomlarla yazı yazmak ya da resim yapmak, amaçsız bir oyun gibi görünseler bile, bunların ileride hayale sığmayacak kadar küçük aletler üzerine veri depolamak için kulanılacak teknikleri bugünden bizlere tanıttıkları inkar edilemez.

Atomik Kuvvet Mikroskopları

Taramalı tünelleme mikroskobunda olduğu gibi, bu aletlerin de birkaç atom boyutunda ve ince bir pikap iğnesinin işlevini gören bir ucu vardır. Bu uç yüzeye değerek, körler alfabesi okur gibi atomların haritası çıkarılır. Ucun yüzeye uyguladığı elektromanyetik kuvvet o kadar küçüktür ki, atomik kuvvet mikroskobuyla, canlı hücrelerin çeperleri de dahil olmak üzere pek çok değişik yüzey görüntülenebilir. Daha da ilginci, uygulanan kuvveti biraz artırarak bu ince ucu kesici bir alet gibi kullanmak ve hücrelerin çeperlerini, iç yapıyı bozmadan sıyırmak mümkün olmaktadır. Bilim adamları, atomik kuvvet mikroskoplarını; kanın pıhtılaşmasına yol açan biyokimyasal süreçleri incelemek, deniz kabuklarının atomik yapısını belirlemek, bir hücrenin diğer hücrelerle bağını kuran mini iletişim ağlarını bulmak için kullanmaktadırlar.

Bu yeni bilimsel aletlerin, pratikte muazzam bir geleceği olduğu kuşkusuzdur. Daha duyarlı bir atomik saatin bulunması, salt bilimsel merakı tatmin uğruna değildir. Eğer bu saatler iletişim uydularıyla yörüngeye oturtulursa, evrensel konumlama sistemi o denli gelişir ki, göz gözü görmez siste bile uçakları güvenle indirip kaldırmak mümkün olur. Taramalı tünelleme mikrokoplarının, yarı-iletken endüstrisinde minyatür elektronik cihazların yapımında kullanılacağı; optik cımbızlar yardımıyla doktorların herhangi bir hücre bozukluğunu onarabileceği; femtosaniye lazerleri ile kimyasal reaksiyonların kontrol edilip yönlendirileceği günler uzak değildir. Bilim adamları bugüne kadar, parçalarına ayırarak atom ve moleküllerin yapısını anlamağa çalıştılar; artık atomları ve molekülleri biraraya getirerek yeni ve yararlı şeylerin nasıl yapılacağını düşünmenin zamanı gelmiş görünüyor.

1897
Atomların bir yapısı olduğu bulundu ve daha sonra elektronlar, üzümlü kek içindeki üzümler gibi yorumlandı.

1911
Atomların bir çekirdeği olduğu anlaşıldı ve elektronların çekirdek çevresinde yörüngeler çizdiği söylendi.

21. Yüzyıl Yaşamı için Kuantum Fiziği

"Kuantum teorisiyle ilgilenmeye ne gerek var, bırakalım bununla kuantum mekaniği konusunda ihtisaslaşmış fizikçiler ilgilensin." derseniz yanılıyorsunuz. Bu bilgiye artık gereksiniminiz olacak, çünkü 21. yüzyılda kuantum mekaniği size ve çocuklarınıza iş demek. Bilimin çağdaş yaşama en önemli katkıları nelerdir; bilimsel gelişmenin yakın gelecekte bizlere sağlayacağı yararlar ya da getireceği zararlar neler olacaktır, sayınız dense, böylece oluşacak bir liste şunları mutlaka içerirdi: Bilgisayar teknolojisi (otomasyon, işsizlik sorunu, eğlence endüstrisi, robotlar), nükleer enerji (Atom bombası, güdümlü füzeler, nükleer santraller, çevre sorunları), gen mühendisliği (ilaç tasarımı, cloning, bitki türlerinin ıslahı), laserler (holografi, "yıldız savaşları", mikrocerrahi, uydu iletişimi). Bu listede yeralan konuların kaynağı şu ya da bu şekilde, pek çoğumuzun şimdiye dek ya hiç duymadığı ya da anlayamadığı kuantum teorisinde bulunmaktadır.

Tekin Dereli
ODTÜ Matematik Bölümü

ISITILAN cisimler ışır. Fizikçiler kuantum teorisini 1900 yılında bu ışımanın bazı niteliklerini açıklayabilmek için keşfettiler. Kuantum teorisinin ilk ve en önemli uygulamasını ise atomların iç yapısının anlaşılması oluşturdu. Yüzyılımızın büyük fizikçilerinden Ernest Rutherford(1871-1937), İngiltere'de Manchester'deki araştırma grubuyla birlikte yaptığı deneyler sonunda, atomların esas olarak, merkezde yeralan artı elektrik yüklü çekirdek ile bunun etrafında dönen eksi yüklü elektronların yeraldığı büyük boşluklardan ibaret olduklarını kanıtladı. O sırada Manchester'de bulunan Danimarkalı genç bilim adamı Niels Bohr(1885-1962), bu bulgulardan son derece etkilenmişti. Bohr'un atom modeli bugün bile okullarda öğretilen atom modelidir. Bohr'un temel varsayımı; elektronların atom çekirdekleri etrafında ancak belli çembersel yörüngeler üzerinde bulunacaklarını söylemektedir. Kararlı bir yörüngedeki elektron, o yörüngeyi ancak bir enerji kuantumu ışıyarak veya soğurarak terkedebilir ve bir başka kararlı yörüngeye yerleşir. Atoma bağlı bir elektron sürekli enerji ışıyarak (veya soğurarak) bir spiral üzerinde merkeze düşmez (veya atomdan kopmaz), çünkü elektrona aktarılan elektromanyetik enerji, kuantumludur. Yani elektromanyetik enerji elektronlara, foton adını verdiğimiz enerji paketleri hν sabit birimleri halinde aktarılmaktadır. h evrensel Planck sabiti, ν ise elektromanyetik dalganın frekansıdır. Elektron, yörüngesini değiştirirken bir enerji durumundan başka bir enerji durumuna ani geçiş yapar. Bu

geçiş sırasında, ışınan veya soğurulan elektromanyetik dalganın frekansını, Bohr tam olarak hesaplayabilmektedir. Bu frekanslar yardımıyla her bir element için farklı olan spektral çizgi dizileri belirlenir ve bunların gözlemsel verilerle uyuştukları görülür.

Bohr'un atom modeli 1913 yılı için büyük bir atılımdı. Ancak çok geçmeden pekçok sorunu beraberinde getirdiği görüldü. Örnek olarak, atomun birden fazla sayıda elektronu varsa, bunlar olası yörüngelere nasıl dağılırlar? Elektronlar enerji düzeylerine rasgele dağılmış olarak verildiklerinde neden kademeli olarak ışıyarak, tümü en düşük enerjili yörünge üzerinde toplanmaz? Bu ve benzeri sorulara yanıt getiren ikinci bir atılım, ancak 1925 yılında başarıldı. Böylece, atom olaylarının tutarlı ve tam bir tarifini vermek mümkün oldu. O sırada Almanya'da Göttingen Üniversitesinde araştırma yapan genç bir bilim adamı Werner Heisenberg(1901-1976), bir atoma bağlı elektronların davranışlarının matrisler cinsinden matematiksel olarak nasıl betimlenebileceğini buldu. Yanında çalıştığı hocası Max Born (1882-1970) ve onun asistanı Pascual Jordan(1902-1980) ile birlikte bu buluşunu tam ve tutarlı bir teori haline getirdiler. Fizikçilerin yıllar süren arayışlarına yanıt getiren bu teoriye "matris mekaniği" dendi. Ancak daha birkaç ay zaman geçmeden, bir başka tam ve tutarlı kuantum teorisi ortaya atıldı. Bu yeni teorinin, gelişmekte olan fikirler arasında köşe taşlarından birini oluşturan Fransız fizikçisi Louis de Broglie(1892-1987)'nin fikirleri ile yakın bir uyum içerisinde olduğu görüldü. De Broglie, 1923'de Paris Üniversitesine verdiği doktora tezinde, elektronların birer tanecik olarak değil, dalgalar olarak yorumlanması gerektiğini öne sürmüştü. Dolayısıyla atom çekirdeğine bağlı olarak hareket eden bir elektronun kapalı yörüngesinin çev-

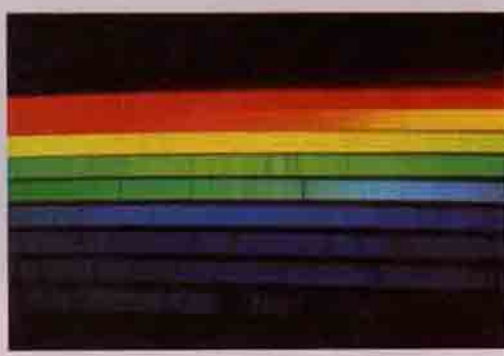
resi, ancak elektron dalgaboyunun tam katlarına eşit oluyor; böylece neden sadece belli elektron yörüngelerinin varolduğu sorusu yanıtlanmış oluyordu. O sırada Zürich'te çalışmakta olan Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger(1887-1961), bu dalgaların sağladığı dalga denklemini yazarak; hidrojen atomunun enerji düzeylerini hesapladı ve bu bulgusunu 1926 yılı başında bir dizi makale şeklinde yayınladı. Schrödinger dalga denkleminde karşımıza çıkan elektron dalgaları, deniz-deki dalgalar, ses dalgaları gibi her gün rastladığımız türden dalgalara benzemekteydi. Bu nedenle; diğer fizikçilere alışılmış, bildik geldiği için, Schrödinger'in dalga mekaniği adı verilen yaklaşımı sıcak bir kabul gördü. Schrödinger'in kendisi de, bir

Işık ve Isı

Tekin Dereli

Işığı ve ışığın etkilerini görmek kolaydır. Fakat ışık nedir? Uzayda bir noktadan diğer bir noktaya nasıl gider? 17. yüzyılın sonunda İsaac Newton (1642-1727) bu sorulara yanıt aramaktaydı. Newton'un kendisi, ışığın taneciklerden mi yoksa dalgalardan mı oluştukları konusunda kesin bir tercihe ulaşamamıştı. Işığın önde gelen üç niteliği; doğrular boyunca yayılması, aynadan yansıması ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılmasıdır. Işığın bu niteliklerini tanecik görüşüyle de dalga görüşüyle de açıklamak mümkündür. Ancak Newton döneminde bilinen olgulardan pek çoğu tanecik görüşüne destek verecek yöndeydi. Bu nedenle Newton'u izleyen fizikçilerden çoğunluğu ışığın tanecik teorisini savunmakta birleştiler. Öte yanda Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695), tanecik teorisine hiç bir şekilde ikna olmamıştı. Aynı zamanda fizikçi, matematikçi, Avrupa'da ilk sarkaçlı saati yapan bir mucit, Satürn'ün halkalarını ilk kez gören bir astronom olan Huygens, 1690'da yayınladığı kitabında, ışığın tanecik teorisini reddetmesinin nedenlerini açıklamıştı. Ona göre ışık; "eter" adını verdiği görünmez, ağırlıksız, tüm havayı ve boşluğu kaplayan bir ortamda yayılan dalgalar tarafından taşınmaktaydı. "Huygens ilkesi" denen bu varsayımla ışığın kırılması açıklanabildiği gibi, ayrıca karşılıklı gelen dalgalar birbirleri içinden geçebildikleri için karşı karşıya gelen ışık ışınlarının neden tanecikler gibi çarpışmadıkları da açıklanmış olmaktaydı. Huygens'in kanıtlarının gücüne rağmen, ışığın dalga teorisini destekleyecek deneylerin yapılması bir yüzyıl sonra gerçekleşti.

1801'de ilk kez İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829), dönemindeki ışık anlayışının değişmesine yol açacak bir deney önerdi. Young, aslında insan gözünü ve insan sesini incelemekteydi. Araştırmaları sonunda ışık ile ses arasında benzerlikler bulunduğu görüşüne ulaşmıştı. O sıralarda sesin havada dalgalar halinde yayıldığı kanıtlanmış bulunuyordu. Bu nedenle Young, ışığın da dalgalar halinde yayılması gerektiğini düşündü. Normalde dalgalar da ışık gibi doğrular boyunca yayılırlar. Ancak İtalyan fizikçisi Francesco Grimaldi (1618-1663), ışığın ince bir yarıktan geçince büküldüğünü ve demetin dağıldığını gözlemiş ve bu olaya ışığın kırınımı adını vermişti. Young, Grimaldi'nin deneyini daha da geliştirerek, güneş ışığını birbirine paralel iki yarıktan geçirdi ve arkada bir ekran üzerine düşürdü. Eğer yarıklar geniş ve aralıklı iseler ekranda iki aydınlık ışıklı nokta belirmekteydi. Ama yarıklar dar ve birbirlerine yakın iseler ekran üzerine düşen ışık, inceli kalınlı renkli çizgiler oluşturuyordu. Bu renkli çizgiler dizisine girişim deseni adı verildi ve Young, girişim olayına ancak dalgaların neden olabileceğini gösterdi. Girişim, sadece ışık dalgalarına has değildir. Su ve ses dalgaları da girişim yaparlar. Durgun bir havuz kenarında durup su yüzüne iki parmağınızı aynı anda değdirin. Su yüzünde her yöne aynı hızla yayılan iki dalga oluşturursunuz. Dalga tepeleri aynı noktada buluşursa yapıcı girişim vererek o noktada daha büyük bir dalga genliği oluşur. Bir dalga tepesi, öteki dalganın çukuruna denk gelirse, dalgalar yıkıcı girişime uğrar, birbirlerini söndürürler. Böylece kuşbakışı bakıldığında su yüzünde güzel bir girişim deseni gözükür. Thomas Young, Auguste Fresnel (1788-1827)'le birlikte girişim deneyleri yaparak ışığın dalgalar halinde yayıldığının tüm kanıtlarını ortaya koydu ve ışığın her bir değişik renginin ayrı bir dalgaboyuna karşı geldiğini gösterdi. Young'ın deneyleri dikkatle düzenlenmiş ve özenle yapılmışlardı; ama sonuçları hemen kabul görmedi. 18. yüzyılda, ışığın taneciklerinden oluştuğuna inanan ve bu görüşü benimseyen bilim adamlarının düşüncelerini değiştirmek kolay olmadı. Işığın dalgalardan oluştuğu fikrinin benimsenmesi, 19. yüzyılın ikinci yarısını bekledi. Yine aynı yıllarda William Herschel (1738-1822), ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktaydı. Bu deneylerinden birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürdü. Termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Böylece gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak kızıl-ötesi ışığı keşfetmiş oldu. Yine aynı yıllarda bir başka fizikçi Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini saptamaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşünce başlayan bir kimyasal reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerrecikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerrecikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrata batırılmış kağıt parçasının ışık görünce kararttığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), değişik



renkte ışığın fotograf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti bile. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Ritter, Herschel'in deneylerini duyar duymaz 1801'de spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneyini tekrarladı. Burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa mor-ötesi ışık adı verildi.

Bugün, hem görünür ışık dalgalarının hem de kızıl-ötesi ve mor-ötesi gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarının çok daha geniş bir elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer aldıklarını artık biliyoruz. Bu yöndeki ilk bulgular, 1821'de Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), elektrik akımının mıknatıs iğnesini etkilediğini gözlemesiyle bi-

durumdan diğer başka durumlara ani kuantum sıçramalarına artık gerek kalmadığını düşünmekteydi. Elektron geçişlerinin bir keman telinin titreşimleri gibi, bir notadan diğerine (yani bir harmonikten diğerine) geçiş olarak yorumluyordu. Yine 1927 yılında İngiliz fizikçisi Paul A. M. Dirac(1902-1984), Heisenberg ve Schrödinger yaklaşımlarını içererek genelleyen soyut bir kuantum teorisine ulaştı. Tüm bu gelişmelere karşı, başta Bohr olmak üzere elektron

rikmeğe başlamıştır. Aynı yıl Fransız fizikçisi André-Marie Ampère (1775-1836), elektrik akımı taşıyan paralel iki telin tıpkı birer mıknatıs gibi (geçen akımların yönüne göre) birbirlerini ittiklerini ya da çektiklerini gösterdi. Bu gözlemleri daha pekçok deney izledi ve elektrik olayları ile manyetizma olaylarının yakından ilişkili oldukları anlaşıldı. Bu ilişkinin matematiksel açıklamasını, 1865'de İskoç fizikçi James Clerk Maxwell (1831-1879) buldu. Böylece elektrik ve manyetizma olaylarının birlikte elektromanyetizma diye adlandırılacak kadar içiçe oldukları kanıtlandı. Maxwell, kendi adıyla anılan elektromanyetik alan denklemlerini incelerken, elektrik alanının ileri geri salınmasını sağlayarak, büyük hızlarda yayılan elektromanyetik dalgaların üretilebileceğini farketti. Hesapları sonucunda, elektromanyetik dalgaların boşluktaki yayılma hızının ışık hızına eşit olacağını buldu. Böylece ışığın kendisinin de bir tür elektromanyetik dalga olduğu sonucuna ulaştı. Elektromanyetik dalgalar bütün dalgaboylarını kapsayan çok geniş bir spektrum oluştururlar. Örnek olarak elektromanyetik spektrumun ortalarında yeralan kırmızı ışığın dalga boyu 650 nanometredir(10^9 nanometre = 1 metre). Elektromanyetik spektrumun üst ucunda, dalgaboyları çok büyük radyo dalgaları bulunur. Uzundalga radyo istasyonları, yayın için 1000 ila 2000 metre dalgaboyu aralığını kullanırlar. Spektrumun alt ucunda ise dalgaboyları çok küçük X-ışınları (veya diğer adıyla Röntgen ışını) bulunmaktadır.

Şu soruya sıra geldi: Cisimler ısıtılınca neden ve nasıl ışır? Bunun yanıtı, tüm katı cisimlerin elektromanyetik dalga yayabildikleri bilinirse verilebilir. Bir kalıp buz gibi çok soğuk bir cisim bile aslında ışımaktadır; ancak bu ışımanın genliği çok küçüktür, dalgaboyu ise gözle görülmeyecek kadar uzundur. Cisim ısıtıldıkça ışımanın genliği büyür, dalgaboyu kısalır. Yeteri kadar ısıtılan bir cisim parlak gözükür. Parlaklığın nedeni, ışınan ışığın dalgaboyunun görünür bölgeye gelmiş olmasıdır. Şimdi şöyle basit bir deney düşünelim: Bir demir çubuğu ateşe tutup ısıtırsak, ne olur? Soğuk çubuk, görünür bölgede ışımaz; üzerine düşen gün ışığının tümünü yansıttığı için bize siyah görünür. Karanlıkta ise çubuk gözükmez. Çubuk hafifce ısıtılırsa bir süre sonra görünür ışık yaymağa başlar. Işınan dalgaboyu yaklaşık 700 nanometredir. Bu nedenle çubuk karanlıkta bile kırmızı gözükür. Çubuğu daha ısıtırsak, daha güçlü ışımağa başlar. Işınan dalga boyu daha kısa, yaklaşık 630 nanometredir. Çubuğun rengi turuncuya döner. Çubuğu iyice ısıtalım. Işınan dalgaboylarının arasında genliği en baskın olan, yaklaşık 580 nanometrelik sarı renktir. Ama diğer dalgaboyları da ışınmaktadır. Çubuğu daha da ısıtabilseydik, akkor haline geldiğini görecektik. Yani spektrumun tüm dalgaboylarında ışıma bulunacak ve bunların toplamı göze beyaz gözükecekti. Bu denli basit bir deney sonucunun, 19. yüzyılda bilinen doğa yasalarıyla açıklanamaması gerçekten ciddi bir krize neden oldu. Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947), siyah cisim ışımasını açıklayabilmek için, 1900 yılında ışık enerjisinin dalga paketleri halinde, hν birimleri cinsinden aktarıldığı varsayımını öne sürmek zorunda kaldı. Bu tarih, kuantum fiziğinin başlangıcı kabul edilir.

Şimdi tekrar William Herschell'e dönelim. Aslında bir astronom olan Herschell, ışık ve ısı arasındaki ilişkiyi pratik bir problemin çözümü için araştırmaktaydı. Güneş lekelerini teleskopu ile gözlerken, renkli filtrelerle bile güneş ısısını tam engelleyemediğini fark etmişti. Hangi rengin ısıyı kesmekte en etkin olduğunu bulursa, o renkte filtre kullanarak güneş lekelerini daha rahat gözlemeyi amaçlıyordu. Sonuçta yeşil renkli filtreler üreterek kullanmağa başladı. Herschell gibi güneş lekelerini incelemekte olan bir diğer bilim adamı William Hyde Wollaston (1766-1828), 1802'de beklenmeyen bir keşifte bulundu. Güneş ışığı, elektromanyetik spektrumun tümünü doldurmuyordu. Bulunmayan dalgaboyları, yüzlerce inceli kalınlı çizgiler oluşturmaktaydı. Alman fizikçisi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), bu spektral çizgilerin 500 kadarını tek tek belirledi ve ana çizgilere harfler verdi. 1850'lerin sonunda yine bir Alman bilim adamı Gustav Kirchoff (1824-1887), tüm atomların ışığı belli dalgaboylarında soğurduklarını ve yine aynı dalgaboylarında ışıdıklarını gösterdi. Böylece, güneş ışığı spektrumundaki boşlukların, güneş atmosferindeki atomların belirli dalgaboylarında ışığı soğurmasıyla oluştuğunu anladı. Bu keşif, 20. yüzyılın başında atomlarla ışığın etkileşmesini açıklayan kuantum teorisinin bulunmasına zemin hazırladı.

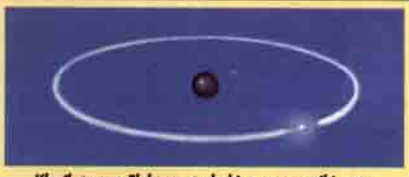
19. yüzyıl boyunca fizikçiler ışığı ve diğer elektromanyetik dalga türlerini, sürekli birer enerji akışı gibi yorumladılar. Ancak 1900 yılından sonra bu yorumunun tutarsızlıklara neden olduğu fark edildi. Max Planck'ın kuantumlu ışıma teorisi, ışığın taneçik nitelikleri taşıdığının ilk kanıtlarıydı. Niçin ışık enerjisi kuantumludur? Bunun açıklaması atomların yapısında bulunur. Maddelerin temel yapıtaşı olan atomlar, çok küçük ve yoğun bir çekirdek ile bunun etrafında dolanan elektronlardan yapılmışlardır. Elektronların çekirdek etrafında çizdikleri kapalı yörüngelerin yarıçapları farklıdır. Elektronun toplam enerjisi ne kadar büyükse çekirdekten o oranda uzakta bulunur. Dolayısıyla, bir elektron dıştaki bir yörüngeden içteki çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye geçerse enerji kaybeder. İşte bu enerji, bir ışık kuantumu veya diğer adıyla bir foton olarak serbest kalır.

Doğada bulunan atomların çoğunluğu, birden fazla sayıda elektrona ve pek çok farklı enerji düzeylerine sahiptirler. Bir atomun hangi dalgaboylarında ışık ışıyacağı; elektronların mümkün enerji düzeylerinden birinden diğerine geçerken ortaya çıkan enerji değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu dalgaboylarının tümüne atomun ışıma spektrumu adı verilir. Işıma spektrumuna bakarak, bu spektrumu veren atomun kimliği tam olarak belirlenebilir.

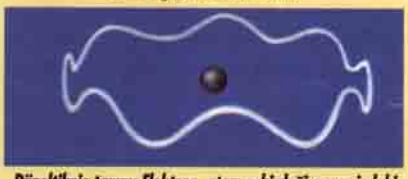
Planck'ın kuantum varsayımına ikinci ve en güçlü destek, 19. yüzyıldan beri bilinen fotoelektrik etkisinin açıklanması oldu; bir metal üzerine ışık tutulursa, ışık yüzey atomlarından elektron koparark bir elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu etkiyi, Philipp von Lenard (1862-1947) ayrıntılarıyla incelemiş ve yüzeye düşen ışığın frekansı ile yüzeyden kopan elektronların enerjisi arasında basit fakat nedeni anlaşılamayan lineer bir bağıntı bulmuştu. Düşük genlikli, zayıf bir ışık daha az sayıda elektron koparabilir. Dolayısıyla çıkan akım daha küçük olur. Ancak kopan bir elektronun enerjisi sadece ışığın dalgaboyuna bağlıdır; genlikle değişmez, aynı kalır. Albert Einstein (1879-1955) fotoelektrik etkinin açıklanmasının, ışığın kuantum teorisinde bulunduğunu gösterdi ve 1921 yılında Nobel ödülünü bu keşfi nedeniyle kazandı.

Işığın parçacık niteliğine bir örnek: Fotoelektrik etki

dalgası kavramından rahatsızlık duyan fizikçiler çoktu. Bir dalga veya bir dalga paketi nasıl olup da Geiger sayacında tıpkı bir tanecik gibi sayım verebilmekteydi? Atomun içinde gerçekten "salınan" ne olabilirdi? 1927'de Bohr bu sorulara Schrödinger'in hiç de hoşuna gitmeyen bazı yanıtlar getirdi. Bohr, öncelikle elektron dalgası denen şeyin soyut bir nicelik olarak ele alınması gerektiğini gösterdi. Elektron dalgaları bir havuzdaki dalgalar gibi, uzayda gerçek salınımlar olamazlardı. Ancak matematiksel soyut bir uzayda, kompleks salınımlarla temsil edilebilirlerdi. Daha da önemlisi, her bir taneciğin (örneğin bir elektronun) tarifi için bu soyut uzayda üç değişkenin verilmesi gerekiyordu. Böylece bir elektron üç boyutlu bir uzayda dalga ile tarif edilirken; etkileşen iki elektron altı boyutlu bir uzayda, üç elektron ise dokuz boyutlu bir uzayda verilebilmekteydi. Dolayısıyla Schrödinger'in yaklaşımında da elektronun bir durumdan diğer başka bir duruma geçişi matris mekaniğindekinden daha anlaşılır hale gelmemekteydi.

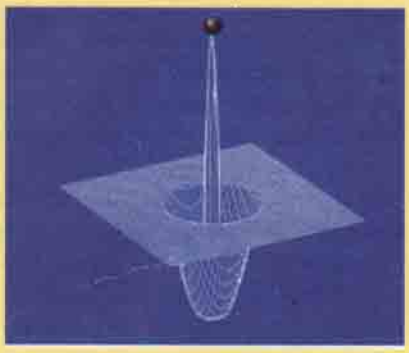


Klasik tanım: Elektron, tıpkı bir gezegen gibi, atom çekirdeği çevresinde döner.



Düzeltilmiş tanım: Elektron, atom çekirdeği çevresindeki kapalı yörüngede dalga hareketi yapar.

Kuantum fiziği: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.



Matematik: Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektronun yoğun bir yük oluşturmasına ilişkin diyagram.

Atomun Yapısı

Tekin Dereli

19. yüzyılda, maddenin en küçük yapıtaşı olarak tanımlanan atomların birer iç yapısı bulunduğuna ilk deneysel kanıt, J.J. Thomson'un (1856-1940) 1897'de katod ışınlarında elektronları keşfetmesi olmuştur. Katod tüplerini ilk yapan William Crookes (1832-1919), havasını boşalttığı bir cam tüp içerisine iki metal elektrod yerleştirerek bunlar arasına elektrik potansiyeli uygulamıştı. Katod adı verilen eksi yüklü elektrod, ısıtıldığında gözle görülmez bir ışın yaymaktaydı. Katod ışınını gözlemek için Crookes, iki elektrod arasına metal bir cisim koyuyor ve cismin gölgesini tübün diğer ucuna sürdüğü floresans maddenin ışıltısı üzerine düşürüyordu. Döneminin en yetenekli deneysel fizikçilerinden olan Thomson, Crookes tüpleri (veya bugün bildiğimiz anlamıyla TV tüpleri) içinde son derece düşük basınçlara ulaşabildi. Böylece katod ışınlarını elektromanyetik alanlardan geçirerek elektrik yükünü belirledi ve kütle ölçümleri yaptı. Katod ışınlarının eksi elektrik yüklü, kütlesi hidrojen atomu kütlesinin yaklaşık 2000'de biri olan taneciklerden oluştuğunu kanıtladı. Tüpü hangi gazla doldurursa doldursun, elektrodları hangi metalden yaparsa yapsın, hep elektron adı verilen bu tanecikler çıkmaktaydılar. Thomson, bu gözleminden hareketle, elektronların bütün atomlarda bulunduğu ve o güne kadar bölünemez sanılan atomun yapıtaşlarından birisi olduğu sonucuna ulaştı. Atomlar net elektrik yükü taşımadıklarına göre, elektronların eksi yükünü dengeleyen net bir artı yük içermeliydiler. Thomson, atomu, artı yükün düzgün dağıldığı minik bir top gibi tasarladı. Elektronlar, top içine gömülmüş minik zerreciklerdi. Bu model Thomson'un mensubu bulunduğu Cambridge Üniversitesi'nde, akşam 5 çaylarında epey tartışılmış olmalı ki, bugün bile "üzümlü kek" modeli diye anılmaktadır. Thomson'un atom modeline en büyük eleştiriyi, Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) getirdi. Manchester Üniversitesi'nde öğrencileriyle beraber 1911'de gerçekleştirdiği deneylerle, Thomson'un modelinin doğru olamayacağını kanıtladı. Rutherford, artı elektrik yüklü, ağır α-parçacıkları ile, birkaç atom kalınlığına kadar inceltilmiş altın levhaları bombardıman etti. Thomson modelinden beklenen, α-parçacıklarının hemen tamamının levhadan geri saçılmasıydı. Oysa beklenmeyen bir sonuç alındı; α-parçacıklarının hemen tamamı sanki levha yokmuş gibi yollarına devam ediyor, pek az bir kısmı geri saçılıyorlardı. Rutherford, bu gözlem sonucuna dayanarak atomların tıpkı küçük birer güneş sistemi gibi düşünülmeleri gerektiğini öne sürdü. Atomlar merkezde artı yüklü, ağır fakat son derece küçük birer çekirdekle bunun etrafında gezegenler gibi dolanan elektronlardan oluşmalıydı. Ancak burada son derece ciddi bir sorun ortaya çıktı. 19. yüzyılın fizik yasaları, Rutherford modelinde elektronların birer spiral yörünge boyunca hareket ederek sonlu bir zaman aralığında çekirdek içine düşmelerini gerektirirdi. Oysa ortada atomların böyle bir olay sonucu yokolduklarına dair en ufak bir kanıt bulunmuyordu.

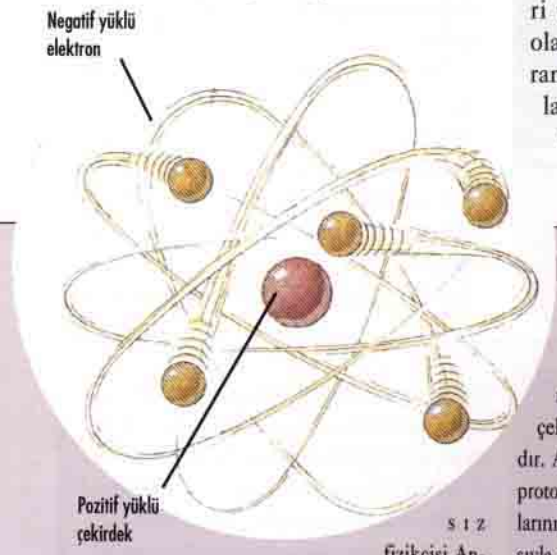
Rutherford saçılma deneylerini yaparken onun yanında Manchester'de bulunan Danimarkalı teorik fizikçi Niels Bohr (1885-1962), Planck'ın ışık kuantumu fikrinden esinlenerek ilginç bir atom modeli geliştirdi. Bohr, atomlara bağlı elektronların ancak belli enerji değerlerine sahip olurlarsa kararlı kalacaklarını varsaydı. En düşük enerji değerine sahip elektronlar, çekirdeğe en yakın bir kapalı yörünge üzerinde bulunacaklar; daha büyük enerji değerlerine sahip elektronlar ise çekirdekten daha uzak yörüngelere yerleşeceklerdir. Bohr, 1913 yılında öne sürdüğü bu model ile ışık ve madde arasındaki yakın ilişkiyi de açıklayabildi. Bohr'a göre atomun elektronları bir enerji düzeyinden, boş olan başka bir enerji düzeyine geçebilmek için ya bir foton ışır ya da uygun enerjiye sahip bir foton soğururlar. Soğurulan veya ışınan fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farka eşittir. Bu varsayım yardımıyla hidrojen atomu ve helyum atomu ışıma spektrumlarının tam olarak elde edilebilmesi Bohr'un en çarpıcı başarısıdır. Bir süre sonra, çok elektronlu atomların ışıma spektrumlarının daha ayrıntılı incelenmesi sonucu, aynı enerji düzeyinde en fazla iki elektronun bulunabildiği anlaşıldı. Böylece çok elektronlu bir atom; elektronları en içteki yörüngeden başlamak üzere enerji düzeylerini ikişer ikişer doldurarak, kabuk dediğimiz katmanlı bir yapı görünümünde olacaktır. Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en dış kabuktaki elektronlardır. Dış kabukları tamamen dolu atomlar (helyum ve neon gibi asal gazlar), dış kabuğunda sadece tek elektron bulunan atomlara (hidrojen, lityum ve sodyum gibi alkali metaller) göre daha az kimyasal reaksiyona girerler. Bir atomun başka atomlarla bağ yaparak molekülleri oluşturmasından da, en dış yörünge elektronları sorumludur.

19. yüzyılın son yıllarında, sadece atomun iç yapısı açıklığa kavuşmadı. Ayrıca atomların ışın salarak değiştikleri de gözlendi. İlk kez 1896'da Fran-

Kuantum mekaniğinin pratiği, 1920'lerin sonunda Niels Bohr ve Max Born'un geliştirdikleri fikirlerin çevresinde oluştu. Böylece kuantum mekaniği her fizikçinin anlayabileceği bir anlatıma kavuştu. Bu teori yardımıyla, atomların ve moleküllerin iç yapısı sanki biliniyormuş gibi rahat hesap yapılmasını sağlayan bir kurallar bütünü ortaya çıktı. Bu kapsamda Bohr'un katkısı, kuantum dünyasında dalgalarla taneciklerin uyumunu sağlayan bir felsefi yorumun temeli atmak oldu. Born ise bizleri, kuantum teorisinin doğru yorumuna götüren istatistiksel kuralları belirledi.

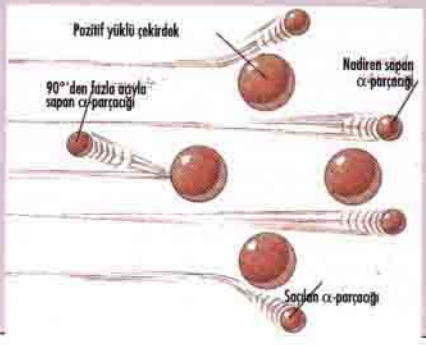
James Chadwick'in nötron dedektörü

Bohr'a göre hem parçacık fiziği hem dalga fiziği, eşit oranlarda geçerli ve aynı gerçeğin birbirlerini tümleyen iki tarifidirler. Bu tariflerin herbiri tek olarak ele alındığında yeterli olamazlar. Fakat doğada parçacık kavramı ile tarifi daha uygun düşen olaylar varolduğu gibi, tarifi dalga kavramına uygun düşen diğer pekçok olay daha vardır. Elektron gibi temel bir nicelik, tam olarak ne bir parçacık ne de bir dalgadır. Bazen bir dalga gibi davranır, başka zamanlar ise bir parçacık gibi tepki verir. Bir elektronla yapılacak deneyden alınan yanıt, sorulan soruya bağlıdır. Eğer parçacık arıyorsanız, parçacık bulursunuz fizikçisi Antoine Becquerel (1852-1908) tarafından bir rastlantıyla gözlenen bu olaya radyoaktivite adı verildi. Becquerel, uranyum kristallerinin gözle görünmez, çok girici ışınlar yayarak fotograf kağıdını kararttığını gözlemişti. Bu yeni keşif üzerinde çalışan Pierre Curie (1859-1906) ve Marie Curie (1867-1934) çifti, uranyum cevherinin, saf uranyumdan daha radyoaktif olduğunu fark ettiler. 1902'de, radyum ve polonyum adını verdikleri iki yeni radyoaktif elementi izole etmeyi başardılar. Radyoaktivitenin fiziksel nedenini araştıranlar arasında Ernest Rutherford da vardı. Önce, radyoaktivite ile salınan ışınların α, β, γ adı verilen üç değişik türü saptandı. Rutherford, α-ışınlarının helyum çekirdeğinden ibaret olduğunu kanıtladı. β-ışınları ise hızlı elektronlardan başka bir şey değildiler. Bir atom α-veya β-ışını vererek bozulur, yani atom değişerek başka bir atoma dönüşür. Bu sırada, çok kısa dalgaboylu bir elektromanyetik dalga olan γ-ışını da çıkabilir. 20. yüzyılın başında, simyacıların düşü artık gerçek olmuştu.

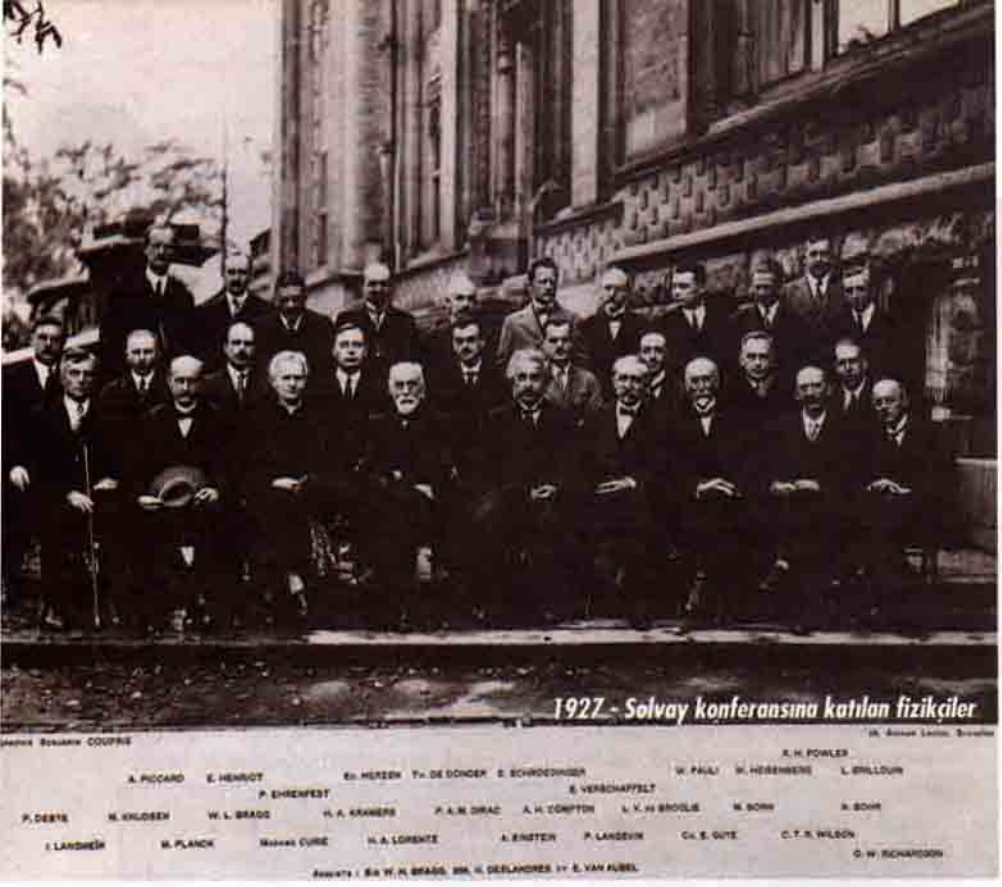


Radyoaktivite üzerinde araştırma yapan Rutherford, 1919'da artı yüklü atom çekirdeklerinin proton adını verdiği parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü. Protonları gözlemek için, α-parçacıklarıyla bombardıman ederek azot atomlarını parçalamaktaydı.Rutherford, önceleri, bir proton ile bir elektronun birbirlerini nötrleştirerek yüksüz bir çift halinde çekirdek içinde bulunabileceğini düşünüyordu. Fakat 1932'de Rutherford'un eski öğrencilerinden James Chadwick (1891-1974), α-parçacıklarıyla berilyum atomlarını bombardıman ederek, elektrik yükü taşımayan, kütlesi protonunkinden biraz daha büyük, nötron adını verdiği bir parçacık keşfetti. Atom çekirdekleri, proton ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomun kütlesini belirleyen, çekirdeğindeki proton ve nötronların sayılarıdır. Atomun elektronlarının sayısı protonlarının sayısına eşittir. Dolayısıyla atomun kimyasal niteliklerini belirleyen, çekirdeğindeki protonların sayısı olacaktır. Aynı sayıda protona fakat farklı sayıda nötrona sahip iki atom, benzer nitelikler taşıyacaktır. Bunlara birbirinin izotopu denir. Örnek olarak, en basit atom olan hidrojenin çekirdeği tek bir protondan ibarettir. Ancak doğada, çekirdeği bir proton ve bir nötrondan ibaret olan döteryum ve çekirdeği, bir proton ve iki nötrondan oluşan trityum izotopları da eser miktarlarda vardır.

Chadwick'in gözlemleri, nötronların çekirdek içinde bulunan yeni bir tür parçacık olduğunu, bir elektron proton çifti gibi yorumlanamayacağını kesin kanıtlamıştır. Ama bir nötronun yokolarak bir proton ile bir elektrona bozunması için belirlenen yarı yaşam süresi sadece 15 dakikadır. Yani çok sayıda özdeş nötron biraraya konabilse, 15 dakika sonra bunlardan yaklaşık yarısının yokolduğu görülürdü. Bunun neden olduğu nükleer dönüşüme β-bozunumu adı verilmektedir. Bir elektron ile bir protonun hızla çarpışarak yok olmaları yerine, bir nötron yaratılması da mümkündür. Bu olayın neden olduğu nükleer dönüşümü de ters β-bozunumu denir. 1932'de bir an için atomlar; proton, nötron ve elektron denilen üç temel parçacıktan yapılırlar gibi hoş ve basit bir görüş oluşmuştu. Ancak bu iyimser tablo aynı yıl silindi gitti.



Önce, β-bozunumda enerji, momentum ve açısal momentum korunum yasalarının sağlanmadığı farkedildi. En temel fizik yasaları olan bu korunum yasalarından vazgeçilemedi. 1932'de Avusturya'lı fizikçi Wolfgang Pauli (1900-1958), doğada nötrino adı verilen, elektrik yüksüz, kütlesiz (yani ışık hızında hareket eden) bir parçacık bulunması ve β-bozunumunda yer alması gerektiğini öne sürdü. Diğer temel parçacıklarla etkileşmesi çok zayıf olan nötrinoların kozmik ışınlarda gözlenmesi 1950'leri buldu. Yine 1932'de, artı yüklü pozitron keşfedildi. Dirac'ın relativistik dalga denklemiyle bütünleştirildiğinde bu keşif, anti-proton, anti-nötron, anti-nötrino v.b. parçacıkların da varlığını gerektirmekteydi. Bu parçacıkların hepsi, 2. Dünya Savaşından sonra inşa edilen hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarda gözlendiler. Bundan da öteye, daha 1940'larda kozmik ışınlarda ağırca bir elektron denebilecek yeni bir parçacık türü olan muonlar ile tamamen yeni nitelikler taşıyan pionlar keşfedildi. Pozitronun benzeri olan anti-muon ile muon nötrinosu ve muon anti-nötrinosu da, daha sonraki tarihlerde gözlendi. Pionların artı yüklü, eksi yüklü ve yüksüz olmak üzere üç türünün varlığı kanıtlandı. Günümüzde buna benzer yüzlerce temel parçacık türü bilinmektedir. Bunları ağır anlamına hadron denen ve hafif anlamına lepton denen iki ana grupta incelemekteyiz. Proton ve nötron; hadron sınıfında, elektron ve nötrino; lepton sınıfında bulunmaktadır. Leptonların basit parçacıklar olmasına karşı, hadronların kuark adı verilen daha basit parçacıklardan yapılmış oldukları artık biliniyor. Bu temel parçacıkların özelliklerini, kuantum mekaniği olmadan anlamak olası değildir.



1927 - Solvay konferansına katılan fizikçiler

sunuz; dalga arıyorsanız, dalga bulursunuz. Fakat hiç bir şart altında, bir elektronun aynı anda hem bir dalga hem de bir parçacıkmış gibi davrandığını gözleyemezsiniz. Bohr'un, dalga ve parçacık niteliklerini, birbirini tamamlayan kavramlar olarak öne süren bu görüşleri, dalga-parçacık ikiliğinin çağdaş anlamda ifadesidir. Gözlenen, gözlemci, gözlem süreci kavramlarını daha önce hiç bir fizik teorisinde görülmemiş ölçüde ön plana çıkarmaktadır.

Born ise bize elektron dalgalarının nasıl yorumlanması gerektiğini göstermiştir. Schrödinger denklemini sağlayan değişkene dalga fonksiyonu adı verilir ve genelde, Yunan alfabesinden Ψ (psi) harfi ile gösterilir. Born'a göre parçacıklar gerçektir, fakat bir şekilde hareketleri kompleks

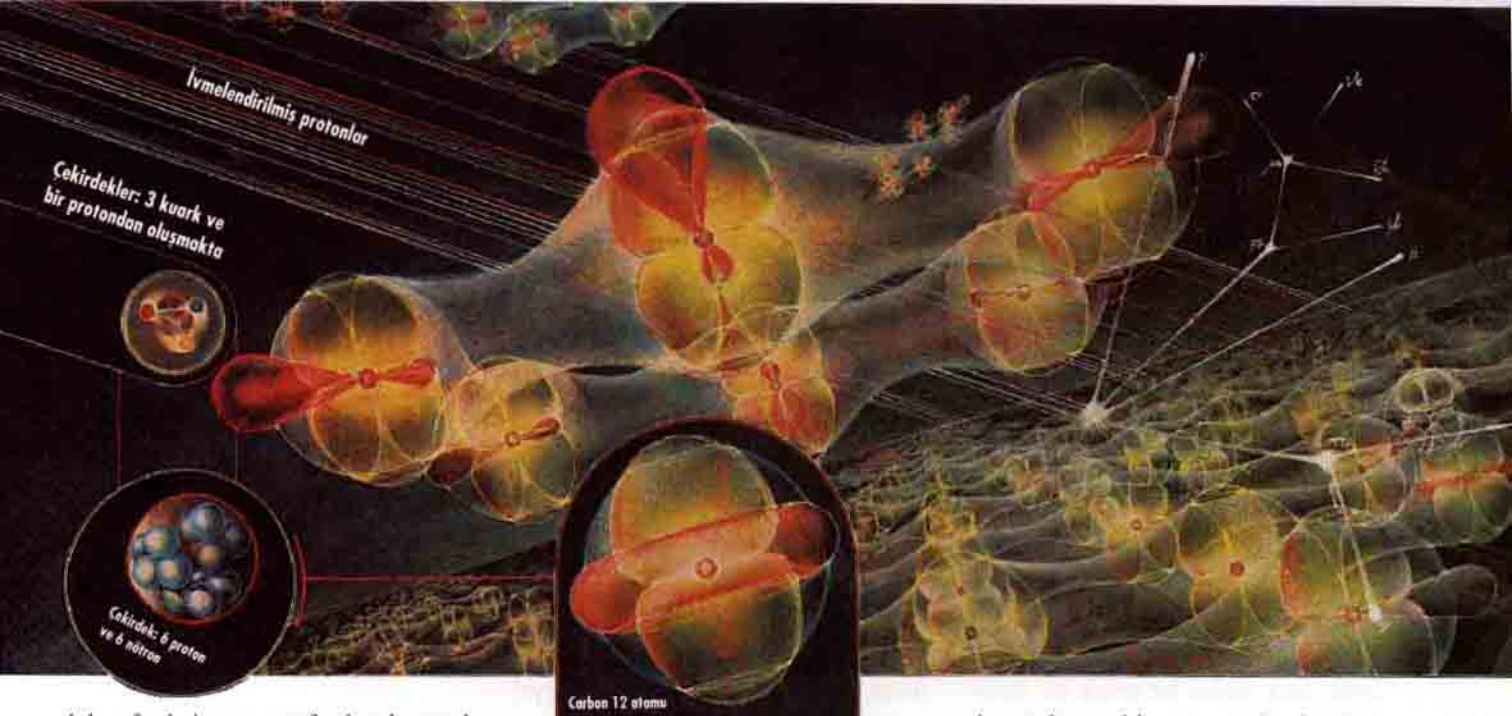
Ölümünün 10. Yılında

Paul A.M. Dirac

Kuantum mekaniğinin kurucularından İngiliz teorik fizikçisi Paul Adrien Maurice Dirac, 1902'de Bristol'da doğdu. 20 Ekim 1984'de Amerika'da, emekliliğini geçirdiği Florida'da yaşama veda etti. Matematiğe olan yeteneğini çok erken yaşta belli eden Dirac, önce Bristol Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği eğitimi gördü. Bu dönemde öğrendiği yaklaşıklık yöntemlerinden ileriki çalışmalarında önemli ölçüde yararlanmıştır. Dirac, problem çözerken sezgisel yaklaşıma öncelik veren fizikçilerdendi. Ona göre, fazlasıyla karmaşık olan gerçek doğaya ilişkin olgular, kısa ve kesin matematik kurallarıyla tam açıklanmış olamazlardı; bir fizikçi, fikirlerini ancak gerçekliğin yaklaşık bilgileriyle geliştirebilirdi.

1921'de üniversiteyi bitiren Dirac, teorik fizik çalışmalarına başlamadan önce iki yıl daha matematik okudu. Daha sonra teorik fizik çalışmak üzere Cambridge'de St. John's College'a girdi. Dirac'ın fiziğe ilk temel katkısı, 1926'da yazdığı bir makalede, kuantum mekaniğinin soyut bir matematik formülasyonunu vermesiyle olmuştur. Almanya'da Max Born, Pascual Jordan ve Werner Heisenberg, Dirac'tan hemen biraz önce matris mekaniğini geliştirmiş bulunuyorlardı. Bunlardan bağımsız olarak, İsviçre'de Erwin Schrödinger, kuantum kurallarının dalga mekaniğini keşfetmişti. Dirac'ın kuantum mekaniği, bu iki yaklaşımı da içeren, çok daha kapsayıcı ve mantıksal açıdan daha basitti. Kuantum mekaniğinin keşfi nedeniyle 1932 Nobel Fizik Ödülü Heisenberg'e verilirken 1933 ödülünü Dirac ve Schrödinger paylaştılar. Dirac; ödülden bir yıl önce, mezun olduğu ve ders verdiği Cambridge Üniversitesi'nde, geçmişte Isaac Newton'un bugün Steven Hawking'in işgal ettikleri Lucas Kürsüsü Matematik Profesörlüğüne atanmış bulunuyordu.

Dirac'ın kuantum fiziğine ikinci temel katkısı, 1928'de özel relativite teorisini kuantum mekaniğine uyuşturması olmuştur. Dirac, ışık hızına yakın hızlarda hareket eden bir elektronun ancak birbirine bağlı dört diferansiyel denklemi sağlayan dört dalga fonksiyonuyla tanımlanabileceğini gösterdi. Dirac'ın tek bir matris denklemine eşdeğer relativistik dalga denklemleri, kuantum teorisinde bir çığır açmıştır. Dirac denkleminin doğal öngörülerinden birisi, elektronların spin açısal momentumu taşıdıklarını göstermesidir. Elektronun spin taşıdığı daha önceden deneylerle kanıtlanmıştı, ancak spinin gözlenen nitelikleri kuantum mekaniğinde doğal bir açıklamaya kavuşturulamamıştı. Ancak Dirac denkleminin esas hayranlık uyandıran yönü doğada anti-parçacıkların varlığını öngörmesidir. Dirac denklemi, bağlı elektronların eksi enerji düzeylerinin kaçınılmaz varlığını gerektirir. İlk bakışta bunun fiziksel gerçekliğe uymayacağı açıktır. Dirac, daha sonraki makalelerinin birinde tümü dolu eksi enerji düzeylerinden bir elektronun çıkarılması halinde, geriye kalan değişiğin ortamda kısa ömürlü artı elektrik yüklü bir parçacık gibi davranacağını buldu. Dirac'ın bu öngörüsü, 1932'de Carl Anderson'un çektiği sis odası resimlerinde; kütlesi elektronunkine eşit, elektrik yükü ters işaretli pozitron adı verilen elementer parçacığın kozmik ışınlarda varlığının kanıtlanmasıyla doğrulandı. Çok daha sonra 1955'de anti-proton da bulundu. Böylece anti-parçacıkların varlığını öngören Dirac denklemi tam bir başarıya ulaştı. Dirac'ın yaratıcı zekası bunlarla yetinmedi. Çekirdek-altı parçacıkların yaratılmasını ve yokolmasını açıklayan kuantumlu elektrodinamik alan teorisinin inşasında ilk adımları attı. Bir diğer çalışmasında Maxwell teorisini manyetik monopolları kapsayacak biçimde genelleştirdi. Öte yandan, özdeş elektron sistemlerinin sağladığı Fermi-Dirac istatistiğini kurdu. Bütün bu çığır açan keşiflerin sahibi Dirac, daha 1932'de teorik fiziğe ilişkin görüşlerini açıklarken "doğanın temel yasaları, olguların altında yatan ama insan zihninin hiç bir zaman tam olarak algılayamayacağı bir tözü denetler" demekteydi. Dirac, bu görüşüne sadık kalarak hiç bir çalışmasında, matematik simgelerle tanımladığı olguların görüntüsel modelini ya da felsefi yorumunu vermeğe yanaşmamıştır.

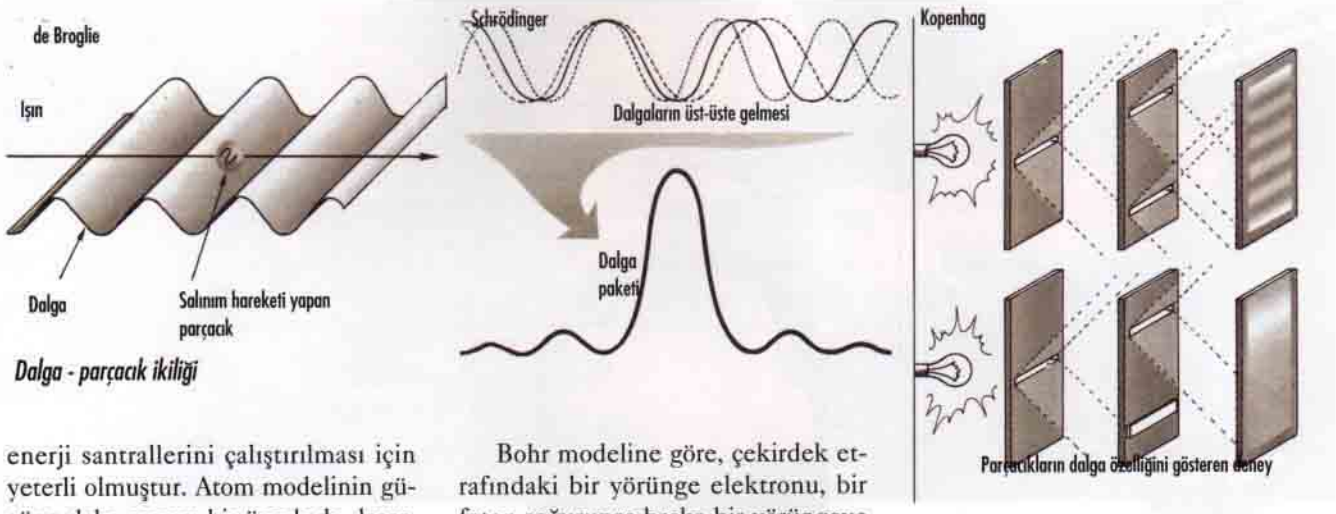


dalga fonksiyonu tarafından kontrol edilmektedir. Uzayda bir noktada, belli bir anda hesaplanan dalganın genliği (yani $|\Psi|^2$), parçacığın o noktada, o anda bulunması olasılığını verir. Bir elektron (veya bir başka parçacığın) ne zaman, nerede olacağını kesinlikle bilemeyiz. Ancak; dalga fonksiyonu biliniyorsa, bir noktada elektronu gözlemek için deney yaptığımızda elektronu gözleme olasılığını hesaplayabiliriz. Bu görüşe göre; rasgele bir elektron, pekala uzayın herhangi bir noktasında bulunabilir. Ancak uzayın belli bir bölgesinde bulunması olasılığı, örnek olarak hidrojen atomuna bağlı bir elektronun Bohr yörüngesi çevresinde bulunması olasılığı, diğer başka uzay bölgelerinde bulunması olasılığından çok daha büyüktür. Durum aynen şuna benziyor: İçinde bulunduğumuz odadaki hava moleküllerinin tümünün bir an için odanın bir köşesine toplanması olasılığı, istatistik mekanik kurallarına göre sıfırdan farklıdır, fakat bu olasılık pratikte önemli olmayacak kadar küçüktür. Born'un olasılık yorumu, zaten tam olarak bilinemez olan bu evrenin bilinebilirliğini biraz daha eksiltmiş oldu.

Bohr'un ve Born'un fikirleri, Heisenberg'in savunduğu belirsizlik ilkesiyle tam bir uyum halindedir. Parçacık ve dalga niteliklerini birarada taşıdıkları için, elektron ve elektron gibi taneciklerin konumu ve momentumu aynı anda ölçülerek birlikte belirlenemez. Ancak, bir parçacığın "konumu" ölçülebilir. Dalgaların uzayda tek bir konumu yoktur; ama "momentum" taşırlar. Bu niteliklerin her birisi tek başına istenilen kesinlikte ölçülerek tam belirlenebilir. Fakat bir nitelik ne kadar kesin belirleniyorsa diğer nitelik o oranda belirsiz kalacaktır. Eğer parçacık niteliklerini ölçüyorsak, bir elektronu parçacık gibi davranmağa iteriz; dalga niteliklerinden uzaklaştırırız. Tersine, eğer dalga niteliklerini ölçüyorsak, elektronu bir parçacık değil de bir dalga gibi davranmağa zorlarız. Böylece gözlemci, deneyin ayrılamaz bir parçası olmaktadır. Belirsizlik ilkesi, asla ölçüm aletlerinin ve ölçme süreçlerinin yetersizliğinden doğan teknik bir soruna bağlanamaz. Doğanın temel bir özelliği olarak karşımızda durmaktadır.

Belirsizlik ilkesi, parçacık-dalga ikiliği, olasılık tanımı ve gözlemcinin ölçülen sistemin bir parçası haline gelmesi ile ifadesini bulan bu fikirlerin toplamı, -bir kısmı Max Born'un çevresinde, Göttingen'de oluşmuş bulunmakla beraber- Niels Bohr'u onurlandırmak amacıyla kuantum mekaniğinin "Kopenhag Yorumu" adıyla anılagelmiştir. Bir kez Kopenhag yorumu kabaca ortaya konduktan sonra, fizikçilerin eski kuantum teorisi kapsamında oluşan atom modelinin eksikliklerini aşmaları ve 1930'larda atom ve molekül fiziği için daha gerçekçi modeller geliştirmeleri uzun sürmedi.

Atomların yapısının anlaşılmasında kuantum mekaniği kesin bir zafer kazanınca, fizikçiler doğal olarak gayretlerini atom çekirdekleri üzerine yoğunlaştırdılar. Pekçok pratik başarıdan sonra, bugün bile çekirdek fiziğini, temelde atom fiziği kadar iyi anladığımızı iddia edemeyiz. Tipik bir atom çekirdeğinin yarıçapı, atomun yarıçapından yaklaşık 100.000 kez küçük olduğuna göre, bu pek de şaşırtıcı gelmemelidir. Atomun hacmi, yarıçapının küpüne orantılıdır, dolayısıyla çekirdek, atomdan 10^{15} kez daha küçüktür diyebiliriz. Çekirdeğin yapısı üzerine bildiğimiz, az çok fizikçilerin 1920'lerde Bohr atomu üzerine bildikleriyle karşılaştıracak düzeydedir. Bu kadar bilgi bile, fizyon ve füzyon bombalarının yapımı veya nükleer



Dalga - parçacık ikiliği

enerji santrallerini çalıştırılması için yeterli olmuştur. Atom modelinin gücüne daha çarpıcı bir örnek de, laserlerin keşfi olmuştur. Lazer fiziği (en azından genel terimler çerçevesinde), Bohr modeli yardımıyla, yani belirsizlik ilkesi ya da parçacık-dalga ikiliğine gerek kalmadan da anlaşılabilir.

Bohr modeline göre, çekirdek etrafındaki bir yörünge elektronu, bir foton soğurunca başka bir yörüngeye geçer. Böylece uyarılmış bir atom kendi haline bırakıldığında, elektron eninde sonunda geldiği düşük enerji düzeyine geri dönecektir. Geçiş sırasında atom, belli bir dalga boyunda foton ışıyacaktır. İlk kez 1917'de Albert Einstein(1879-1955) tarafından incelenen bu sürece, atomun kendiliğinden ışıması adı verilir. Einstein,

Lazer

Tekin Dereli

Görünür ışık; farklı dalgaboylarının, yani farklı renklerin karışımıdır. Ayrıca, atomların genellikle rastgele ışımaları nedeniyle atomik ışınımlarla çıkan ışık dalgaları da aynı fazda olmazlar. Dolayısıyla olağan bir ışık, hem değişik dalgaboylarını hem de değişik fazda dalgaları içermektedir. Ancak, lazer ışığı bundan farklıdır; lazer ışığının tek bir dalgaboyu vardır ve aynı dalgaboyundaki dalgalar eşuyumludur yani hepsi aynı fazdadır (Adi adım yürüyen asker ile uygun adım yürüyen asker arasındaki fark gibi). lazer ışığını üretmek için yükseltici ortam adı verilen bir katıya, bir sıvıya veya bir gaza enerji basmak gereklidir. Yükseltici ortam enerji aldıkça, atomlar sadece belli bir frekansta ışık salmağa başlarlar. Bir atomdan çıkan ışık, komşu atoma çarptığında onu da aynı frekansta ışımaya zorlar. Böylece oluşan bir zincir etkisi sürerek, pek çok atomun aynı anda ve aynı frekansta ışımasına neden olur. Çıkan ışık, özel aynalar arasında ileri geri yansıyarak lazer içerisinde biriktirilir. Işık genliği yeteri kadar büyüdüğünde yarı-yansıtıcı aynadan geçerek aygıt dışına çıkar ve böylece bir lazer pulsu oluşur. İlk çalışan lazer, Theodore Maiman tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Maiman, yükseltici ortam olarak, silindir şeklinde bir yapay yakut kristali kullanmıştı. Optik pompalama eylemi, silindirin çevresine spiral şeklinde dolanan bir lamba ile gerçekleştirilmekteydi. En dışta ise çıkan ısıyı soğurmak üzere, bir suyla soğutma sistemi bulunmaktaydı. Maiman'ın laserinin boyutları bir kaç cm olmakla beraber mükemmel çalışmakta ve pulslu (695 nm dalgaboyunda) kırmızı lazer ışığı üretmekteydi.

Ticari amaçlı kullanım bulan lazerlerin bir kısmı mavimsi-yeşil ışık veren helyum-neon lazerleridir. Bu tür lazerlerde, helyum ve neon gazlarının karışımıyla dolu bir tüp elektrik akımıyla uyarılarak ışık üretilir. Elektrik akımı helyum atomlarını uyarır. Bunların neon atomlarıyla çarpışması yoluyla enerji neon atomlarına aktarılır. lazer ışığını veren, neon atomlarının ışımasıdır. Tüpün uçlarından birine tam yansıtıcı, diğerine ise yarı saydam bir ayna takılmıştır. Lazer ışını yarı saydam aynadan çıkmaktadır.

Işıkla Kesme İşlemi

Uzun dalgaboylu lazerler, bir yüzey üzerinde dar bir bölgeye odaklanarak, çok yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Bu sıcaklık, kumaştan oto yapımında kullanılan çelik saçlara kadar pekçok malzemeyi kesmeye yeterlidir. lazer ışını, ayna düzenekli kollar boyunca yöneltilerek, kansız ameliyatlar yapılmasını da sağlamaktadır. Lazerler, son yıllarda özellikle göz ameliyatlarında, geniş uygulama bulmuştur. Lazer ışınının, kesme işlemi için kullanımındaki en büyük avantajı; kesici aletlerin körelmesi gibi bir sorun taşımamasındadır. Elde edilen yüksek sıcaklıklar nedeniyle lazerler, metallare nokta kaynak yapımında da kullanım bulurlar.

Lazerle Ölçüm İşlemleri

Lazer demetleri, dağılmadan çok uzun mesafelerde bir doğru boyunca yayılabilir. Bu nedenle, inşaat projelerinde (örnek olarak tünel açımında) yaygın kullanım bulmaktadırlar. Ayrıca, lazer ışığı çok duyarlı mesafe belirlemekte yararlıdır. Bunun için, bir lazer demeti ikiye ayrılır ve iki ayrı yüzeyden yansıtılarak tekrar bir araya getirildiklerinde verdikleri girişim desenine bakılır. Böylece, girişim çizgilerindeki kaymaları ölçerek iki uzak cisim arasındaki mesafeyi son derece duyarlı bir biçimde hesaplamak olasıdır.

elektronun düşük enerji düzeyine geri gidişi için geçen sürenin istatistik çıkarımını araştırmaktaydı. Ancak bahsi geçen geçişe bir yol daha vardır. O da; uyarılmış atomun, üzerine düşen bir fotonla etkileşerek fazla enerjisini kaybetmeye ve düşük enerji düzeyine (taban durumuna) geçmeğe zorlanmasıdır. Bu sürece, uyarılmış ışıma adı verilir ve ancak atomla etkileşen fotonun dalgaboyu, atomun ışıdığı fotonun dalgaboyuna eşit ise mümkün olur.

Bir kristal örgüsü üzerine sıralanmış bir dizi uyarılmış özdeş atom düşünelim. Kristal üzerine, rezonans dalgaboyuna sahip bir foton yollayarak bir atomun ışımasını sağlayalım. Çıkan iki foton, diğer iki atomun ışımasını sağlar; çıkan dört foton dört atom daha uyarır ve böylece, ışıyan atomların sayısı üstel olarak katlanır. Elde edilen eş zamanlı (senkronize), dolayısıyla yüksek genlikli elektromanyetik dalgaların, dalga çukurları ve dalga tepeleri birlikte ilerledikleri ışın demeti için dağılmaz. Buna lazer ışını diyoruz. (Laser: Light amplification by stimulated emission of radiation-Uyarılmış ışıma yoluyla ışık genliğinin yükseltimi) lazer uygulamalarındaki beceri, kuantum teorisinin kullanımında değil; atomların yüksek enerji düzeyine "pompalanması" ve orada uyarıma hazır biriktirilmeleri için gereken teknolojinin geliştirilmesindedir.

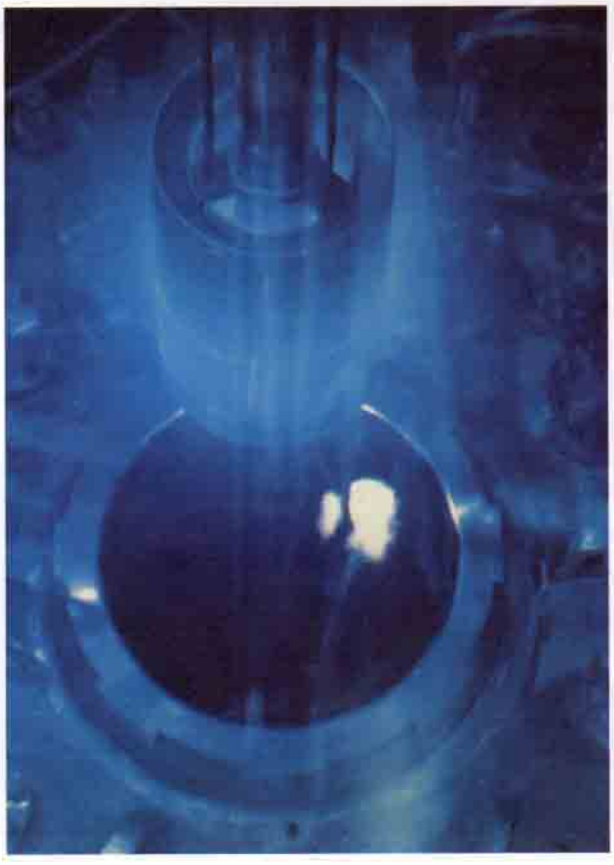
Bugün lazer teknolojisinin ticari önemi tartışılamaz. lazerlerin, iletişim ağlarında, yüzey ve mesafe ölçüm işlerinde; kredi kartlarını şifreleyen hologramların yapımında, süpermarket kasalarındaki barkod okuyucularında ve daha pekçok uygulamada yeri vardır. Tüm bunların kökü, Bohr'un kuantum teorisinde yaptığı ilk atılımda bulunmaktadır.

Fakat kuantum mekaniğinin günlük yaşamımızdaki en yaygın etkileri, kendini kuşkusuz katıhal fiziği uygulamalarında göstermektedir. Fiziğin bu dalı, bizlere transistörlü radyoları, Sony Walkman'i, dijital saatleri,elektronik hesap makinalarını, PC'leri, tam otomatik çamaşır makinalarını kazan-

dırdı. Katıhal fiziği, adı üstünde; fiziksel nitelikleri iletkenlerle yalıtkanlar arasında yeralan yarı-iletken katıların özelliklerini inceler. Yalıtkanlar, içindeki elektronlar sıkı sıkıya atomlarına bağlı kaldıkları için elektrik akımını iletemezler. İletkenlerde ise elektronların bir kısmı serbestçe malzeme içerisinde dolaşabilir.

Katılar içerisindeki elektronların enerji düzeylerini, kuantum mekaniğindeki dalga denklemini çözerek bulabiliriz. Elektronun enerjisi ne kadar fazlaysa, civarındaki artı elektrik yüklü çekirdeklerin çekiminden o kadar kolay kurtulabilir ve elektriği iletir. Schrödinger denklemi, belli bir katı içerisinde, elektronların atom çekirdeklerine ne kadar sıkı bağlanmış olduğunu belirler; iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkları açıklar. Ayrıca, yine dalga denklemi, bağlı enerji durumlarının tümü elektronlarca işgal edilmiş olan yarı-yalıtkan katılarda; bazı zayıf bağlı elektronların (birkaç elektron volt gibi) çok az enerji kazanımıyla nasıl daha yüksek bir enerji düzeyine sıçrayarak, malzeme içinde serbestçe dolaşabildiklerini açıklar. İletkenlerin aksine, böyle bir elektron geçişi, geride boş bir enerji düzeyi bırakacaktır. Malzemenin elektrik iletkenliği söz konusu edildiğinde, eksi yüklü bir elektronun geride bıraktığı deşik, tıpkı bir artı iletim yükü gibi davranır. Deşik, eksi yükler tarafından çekilir; çünkü bir noktada oluşan boşluğu hemen yanından gelerek dolduran elektron, geldiği düzeyde boşluk bırakacaktır. Böylece deşik, başlangıç noktasından elektronların hareket yönünün tersine giderek uzaklaşır. Yani bir artı yükün hareketini yapar. Yarı-iletken elektronik aygıtların tasarımını anlamak için, elektronların atomlar yakınında nasıl davrandıklarını tarif eden kuantum mekaniğinin kuralları mutlaka bilinmelidir. Mikroelektronik teknolojisine bağlı süperbilgisayar tasarımı da, böylece dolaylı da olsa kuantum mekaniğine bağlanmış oluyor.

Aynı biçimde, yaşamın sırlarının anlaşılması da kuantum mekaniğine bağlanabilir. 1953'de açıklığa kavuşan DNA'nın çifte sarmal yapısını artık biliyoruz. Gen mühendisliğine olanak tanıyan temel etken, organik moleküllerin özelliklerinin iyi anlaşılmasıdır. Bunun sadece kuantum fiziği bilgimizle mümkün olduğunu çok kişi takdir edemeyebilir. Bu kapsamda temel bir fizik teorisi olmasaydı, daha başlangıçta DNA gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını gösteren X-ışını kırınım verilerini yorumlamak olanaksızlaşırdı. Genlerin nasıl yapıldığını anlamak için, önce atomların nasıl ve neden biraraya geldiklerini bilmek, hangi düzende, hangi mesafe aralıklarında, hangi bağ türüyle bağlandıklarını anlamak gerekir. Bu bilgi, kuantum fiziğinin kimya ve moleküler biyolojiye en büyük katkısı olmuştur. Çağdaş kimya, 1920'ler ve 1930'larda Bohr atom modeli ve Kopenhag yorumu üzerine dayanan çalışmalarla başlamıştır. Ayrıntılara girmeden, DNA çifte sarmalının iki sarmalını birarada tutan hidrojen bağlarının tamamen bir kuantum olayı olduğunu hatırlayalım; Kuantum fiziğini bilmeden iki sarmalın nasıl birarada durduğunu hiç bir zaman anlayamazdık.



Bir yüzyılı kapsayan tüm bu başarılar zincirine karşı, kuantum mekaniği kurallarının niçin geçerli olduğunu tam anladığımızı hala söyleyemiyoruz. Bugün bile kuantum teorisinin felsefi sorunları hararetli tartışmalara konu oluyor. Bunu bilim adamlarının başarılarına düşen bir gölge gibi düşünemeyiz. Aksine, tatmin edici bir felsefi temelin yokluğunda bile bilim adamlarının ulaştığı teknik yetkinlik doğru yolda olduklarının en güçlü kanıtıdır.

Kaynaklar
"Adventures in Lilliput", Time, Aralık 1991
Burnie, D.,Light,Eyewitness Science, cilt 4, The Science Museum, London, 1992
Cooper, C.,Matter,Eyewitness Science. cilt 2, The Science Museum, London, 1992
Pais, A., Inward Bound, Oxford University, 1986

Minyatür Deney Aletleri

15. yüzyılda denizcilik yöntemlerindeki gelişimin, okyanusların keşfini yelkenli gemilere açması gibi, yeni lazer aletleri de; bilinmezlerle dolu bir mikrodünyayı bilimsel keşiflere açmaktadırlar. Veri yağmurlarını ekranda görüntüye çeviren bilgisayarların desteğinde bu aletler, bilim adamlarına canlı hücreden tek tek atoma kadar her şeyi görmek ve hatta oynamak olanağını veriyor. Bu ilginç enstrümanlar arasında şunlar bulunuyor:

Femtosaniye lazerleri

Tıpkı mikroskobik bir dans pistinde yanıp sönen ışıklar gibi, bu aygıtlarla (Stroboskop) atomların ve moleküllerin titreşimleri, ışık çakmalarıyla dondurulabilmektedir. Böylece lazerler, sodyum atomunun diğer atomlarla birleşerek tuzları nasıl oluşturduğundan, fotosentez yoluyla bitkilerin güneş ışığını nasıl enerjiye dönüştürdüğüne kadar pek çok konuyu incelemekte kullanılıyorlar. 1991'de, California'da Lawrence Berkeley Laboratuvarlarındaki fizikçiler, gözümüzün görmesi için ilk adım olan bir kimyasal reaksiyonun resmini çekmeyi başardıklarını bildirdiler. Işığın gözün retina tabakasına çarpmasıyla başlayan bu reaksiyon, daha önce hiçbir şekilde doğrudan gözlenmemiştir. Çünkü reaksiyonun başlangıcı için geçen süre 200 femtosaniyedir. Bu müthiş hızı anlatmak için, saniyede 300.000 km yol alan ışığın 1 femtosaniyede saç telinin yüzde biri kadar gidebildiğini söylemek yetecektir.

Lazer Tuzakları

lazer ışığı demetleri ile bir grup atomu kavrayıp, bir yerden başka bir yere götürmek olasıdır. Ancak, oda sıcaklığında atomların hızı çok büyük olduğundan, önce onları yavaşlatabilmek şarttır. 1985'de AT&T Bell Laboratuvarlarında bir araştırma grubu tarafından geliştirilen "Optik bulamaç" tekniğinin keşfi, probleme bir çözüm getirdi. Işık kullanarak bir ortamın elektromanyetik sürükleniminin yeteri kadar yükseltilmesi atomları yavaşlatmaktadır. Atomlar, kinetik enerjilerinin neredeyse tümünü kaybedince mutlak sıfır sıcaklığına erişmiş olurlar. Bilimadamları, bu denli süper soğuk sıcaklıklarda, maddenin umulmadık ve ilginç niteliklerinin ortaya çıkacağına inanmaktadırlar. Gerçekten soğuk atomlar, zekice düşünülmüş değişik yollarla tutulabilir ve hareket ettirilebilir. Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Steven Chu, paslanmaz çelikten bir kap içinde milyonlarca sodyum atomunun birarada hareketsiz kalmasını ve sonra tıpkı ışıklı fıskiyeler gibi serbest bırakılmasını sağlayan teknikler geliştirdi. Bu teknik yardımıyla bilimadamları bir atomun serbest düşmesini izleyebiliyor ve kütleçekim kuvvetini bugüne kadar görülmemiş bir duyarlıkta ölçebiliyorlar. Sodyum atomu fıskiyeleri, ayrıca sezyum atomu salınımlarının periyodunu görülmemiş duyarlıkta belirlemeye olanak tanımaktadır. Atom saatleri arasında sezyum atomu en duyarlı olanıdır.

Optik Cımbız

Bilim adamları, tek bir kızıl-ötesi lazer ışığı demeti ile DNA molekülünden bakterilere kadar herşeyi tutup oynatabiliyorlar. Örnek olarak, yüzen bir mikroorganizmayı tutup, mikroskop altında yüzgeçlerinin hareketini inceleyebiliyorlar. Optik cımbızla, hücreyi tahrip etmeden hücre çeperinin içine girip organelleri inceliyorlar. Bu teknoloji yardımıyla, vücut hareketini sağlayan kas proteinlerinden myosin molekülünün uyguladığı mekanik kuvvet ölçülebildi.

Taramalı Tünelleme Mikroskobu

Bu olağanüstü aletler, birkaç atom boyutundaki ince metal uçlar yardımıyla yüzeyleri tarayabilmektedir. Metal uç ile yüzey arasındaki mesafe çok küçük ise; elektronlar, kuantum mekaniğindeki tünel olayı nedeniyle bu aralığı atlayabilirler. Elektron hareketinin yarattığı bu çok küçük elektrik akımı, yüzey atomlarını oynatmaya ve yüzey üzerinde bir noktadan başka noktaya kaydırmaya yeterlidir. Bu yöntemle IBM'nin Almaden Araştırma merkezindeki fizikçiler, yedi adet ksenon atomunu minyatür bir kap içine alıp atom düzeyinde kimyasal reaksiyon süreci gözlediler. Sonuçta, anahtar işlevini gören tek atomlu bir elektronik yapı geliştirebildiler. İlke olarak bu minyatür düzenek, ileride transistörlerin yerini alabilecektir. Şu ana kadar yapılanlardan bazıları, örneğin atomlarla yazı yazmak ya da resim yapmak, amaçsız bir oyun gibi görünseler bile, bunların ileride hayale sığmayacak kadar küçük aletler üzerine veri depolamak için kulanılacak teknikleri bugünden bizlere tanıttıkları inkar edilemez.

Atomik Kuvvet Mikroskopları

Taramalı tünelleme mikroskobunda olduğu gibi, bu aletlerin de birkaç atom boyutunda ve ince bir pikap iğnesinin işlevini gören bir ucu vardır. Bu uç yüzeye değerek, körler alfabesi okur gibi atomların haritası çıkarılır. Ucun yüzeye uyguladığı elektromanyetik kuvvet o kadar küçüktür ki, atomik kuvvet mikroskobuyla, canlı hücrelerin çeperleri de dahil olmak üzere pek çok değişik yüzey görüntülenebilir. Daha da ilginci, uygulanan kuvveti biraz artırarak bu ince ucu kesici bir alet gibi kullanmak ve hücrelerin çeperlerini, iç yapıyı bozmadan sıyırmak mümkün olmaktadır. Bilim adamları, atomik kuvvet mikroskoplarını; kanın pıhtılaşmasına yol açan biyokimyasal süreçleri incelemek, deniz kabuklarının atomik yapısını belirlemek, bir hücrenin diğer hücrelerle bağını kuran mini iletişim ağlarını bulmak için kullanmaktadırlar.

Bu yeni bilimsel aletlerin, pratikte muazzam bir geleceği olduğu kuşkusuzdur. Daha duyarlı bir atomik saatin bulunması, salt bilimsel merakı tatmin uğruna değildir. Eğer bu saatler iletişim uydularıyla yörüngeye oturtulursa, evrensel konumlama sistemi o denli gelişir ki, göz gözü görmez siste bile uçakları güvenle indirip kaldırmak mümkün olur. Taramalı tünelleme mikrokoplarının, yarı-iletken endüstrisinde minyatür elektronik cihazların yapımında kullanılacağı; optik cımbızlar yardımıyla doktorların herhangi bir hücre bozukluğunu onarabileceği; femtosaniye lazerleri ile kimyasal reaksiyonların kontrol edilip yönlendirileceği günler uzak değildir. Bilim adamları bugüne kadar, parçalarına ayırarak atom ve moleküllerin yapısını anlamağa çalıştılar; artık atomları ve molekülleri biraraya getirerek yeni ve yararlı şeylerin nasıl yapılacağını düşünmenin zamanı gelmiş görünüyor.

1897
Atomların bir yapısı olduğu bulundu ve daha sonra elektronlar, üzümlü kek içindeki üzümler gibi yorumlandı.

1911
Atomların bir çekirdeği olduğu anlaşıldı ve elektronların çekirdek çevresinde yörüngeler çizdiği söylendi.

21. Yüzyıl Yaşamı için Kuantum Fiziği

"Kuantum teorisiyle ilgilenmeye ne gerek var, bırakalım bununla kuantum mekaniği konusunda ihtisaslaşmış fizikçiler ilgilensin." derseniz yanılıyorsunuz. Bu bilgiye artık gereksiniminiz olacak, çünkü 21. yüzyılda kuantum mekaniği size ve çocuklarınıza iş demek. Bilimin çağdaş yaşama en önemli katkıları nelerdir; bilimsel gelişmenin yakın gelecekte bizlere sağlayacağı yararlar ya da getireceği zararlar neler olacaktır, sayınız dense, böylece oluşacak bir liste şunları mutlaka içerirdi: Bilgisayar teknolojisi (otomasyon, işsizlik sorunu, eğlence endüstrisi, robotlar), nükleer enerji (Atom bombası, güdümlü füzeler, nükleer santraller, çevre sorunları), gen mühendisliği (ilaç tasarımı, cloning, bitki türlerinin ıslahı), laserler (holografi, "yıldız savaşları", mikrocerrahi, uydu iletişimi). Bu listede yeralan konuların kaynağı şu ya da bu şekilde, pek çoğumuzun şimdiye dek ya hiç duymadığı ya da anlayamadığı kuantum teorisinde bulunmaktadır.

Tekin Dereli
ODTÜ Matematik Bölümü

ISITILAN cisimler ışır. Fizikçiler kuantum teorisini 1900 yılında bu ışımanın bazı niteliklerini açıklayabilmek için keşfettiler. Kuantum teorisinin ilk ve en önemli uygulamasını ise atomların iç yapısının anlaşılması oluşturdu. Yüzyılımızın büyük fizikçilerinden Ernest Rutherford(1871-1937), İngiltere'de Manchester'deki araştırma grubuyla birlikte yaptığı deneyler sonunda, atomların esas olarak, merkezde yeralan artı elektrik yüklü çekirdek ile bunun etrafında dönen eksi yüklü elektronların yeraldığı büyük boşluklardan ibaret olduklarını kanıtladı. O sırada Manchester'de bulunan Danimarkalı genç bilim adamı Niels Bohr(1885-1962), bu bulgulardan son derece etkilenmişti. Bohr'un atom modeli bugün bile okullarda öğretilen atom modelidir. Bohr'un temel varsayımı; elektronların atom çekirdekleri etrafında ancak belli çembersel yörüngeler üzerinde bulunacaklarını söylemektedir. Kararlı bir yörüngedeki elektron, o yörüngeyi ancak bir enerji kuantumu ışıyarak veya soğurarak terkedebilir ve bir başka kararlı yörüngeye yerleşir. Atoma bağlı bir elektron sürekli enerji ışıyarak (veya soğurarak) bir spiral üzerinde merkeze düşmez (veya atomdan kopmaz), çünkü elektrona aktarılan elektromanyetik enerji, kuantumludur. Yani elektromanyetik enerji elektronlara, foton adını verdiğimiz enerji paketleri hν sabit birimleri halinde aktarılmaktadır. h evrensel Planck sabiti, ν ise elektromanyetik dalganın frekansıdır. Elektron, yörüngesini değiştirirken bir enerji durumundan başka bir enerji durumuna ani geçiş yapar. Bu

geçiş sırasında, ışınan veya soğurulan elektromanyetik dalganın frekansını, Bohr tam olarak hesaplayabilmektedir. Bu frekanslar yardımıyla her bir element için farklı olan spektral çizgi dizileri belirlenir ve bunların gözlemsel verilerle uyuştukları görülür.

Bohr'un atom modeli 1913 yılı için büyük bir atılımdı. Ancak çok geçmeden pekçok sorunu beraberinde getirdiği görüldü. Örnek olarak, atomun birden fazla sayıda elektronu varsa, bunlar olası yörüngelere nasıl dağılırlar? Elektronlar enerji düzeylerine rasgele dağılmış olarak verildiklerinde neden kademeli olarak ışıyarak, tümü en düşük enerjili yörünge üzerinde toplanmaz? Bu ve benzeri sorulara yanıt getiren ikinci bir atılım, ancak 1925 yılında başarıldı. Böylece, atom olaylarının tutarlı ve tam bir tarifini vermek mümkün oldu. O sırada Almanya'da Göttingen Üniversitesinde araştırma yapan genç bir bilim adamı Werner Heisenberg(1901-1976), bir atoma bağlı elektronların davranışlarının matrisler cinsinden matematiksel olarak nasıl betimlenebileceğini buldu. Yanında çalıştığı hocası Max Born (1882-1970) ve onun asistanı Pascual Jordan(1902-1980) ile birlikte bu buluşunu tam ve tutarlı bir teori haline getirdiler. Fizikçilerin yıllar süren arayışlarına yanıt getiren bu teoriye "matris mekaniği" dendi. Ancak daha birkaç ay zaman geçmeden, bir başka tam ve tutarlı kuantum teorisi ortaya atıldı. Bu yeni teorinin, gelişmekte olan fikirler arasında köşe taşlarından birini oluşturan Fransız fizikçisi Louis de Broglie(1892-1987)'nin fikirleri ile yakın bir uyum içerisinde olduğu görüldü. De Broglie, 1923'de Paris Üniversitesine verdiği doktora tezinde, elektronların birer tanecik olarak değil, dalgalar olarak yorumlanması gerektiğini öne sürmüştü. Dolayısıyla atom çekirdeğine bağlı olarak hareket eden bir elektronun kapalı yörüngesinin çev-

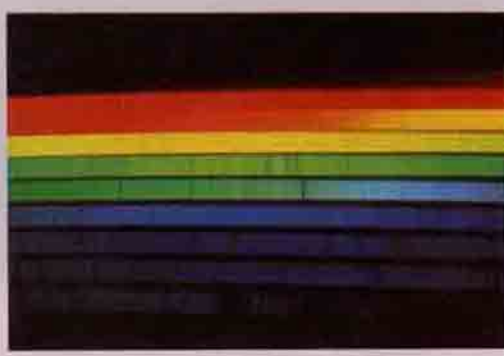
resi, ancak elektron dalgaboyunun tam katlarına eşit oluyor; böylece neden sadece belli elektron yörüngelerinin varolduğu sorusu yanıtlanmış oluyordu. O sırada Zürich'te çalışmakta olan Avusturya'lı fizikçi Erwin Schrödinger(1887-1961), bu dalgaların sağladığı dalga denklemini yazarak; hidrojen atomunun enerji düzeylerini hesapladı ve bu bulgusunu 1926 yılı başında bir dizi makale şeklinde yayınladı. Schrödinger dalga denkleminde karşımıza çıkan elektron dalgaları, deniz-deki dalgalar, ses dalgaları gibi her gün rastladığımız türden dalgalara benzemekteydi. Bu nedenle; diğer fizikçilere alışılmış, bildik geldiği için, Schrödinger'in dalga mekaniği adı verilen yaklaşımı sıcak bir kabul gördü. Schrödinger'in kendisi de, bir

Işık ve Isı

Tekin Dereli

Işığı ve ışığın etkilerini görmek kolaydır. Fakat ışık nedir? Uzayda bir noktadan diğer bir noktaya nasıl gider? 17. yüzyılın sonunda İsaac Newton (1642-1727) bu sorulara yanıt aramaktaydı. Newton'un kendisi, ışığın taneciklerden mi yoksa dalgalardan mı oluştukları konusunda kesin bir tercihe ulaşamamıştı. Işığın önde gelen üç niteliği; doğrular boyunca yayılması, aynadan yansıması ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılmasıdır. Işığın bu niteliklerini tanecik görüşüyle de dalga görüşüyle de açıklamak mümkündür. Ancak Newton döneminde bilinen olgulardan pek çoğu tanecik görüşüne destek verecek yöndeydi. Bu nedenle Newton'u izleyen fizikçilerden çoğunluğu ışığın tanecik teorisini savunmakta birleştiler. Öte yanda Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695), tanecik teorisine hiç bir şekilde ikna olmamıştı. Aynı zamanda fizikçi, matematikçi, Avrupa'da ilk sarkaçlı saati yapan bir mucit, Satürn'ün halkalarını ilk kez gören bir astronom olan Huygens, 1690'da yayınladığı kitabında, ışığın tanecik teorisini reddetmesinin nedenlerini açıklamıştı. Ona göre ışık; "eter" adını verdiği görünmez, ağırlıksız, tüm havayı ve boşluğu kaplayan bir ortamda yayılan dalgalar tarafından taşınmaktaydı. "Huygens ilkesi" denen bu varsayımla ışığın kırılması açıklanabildiği gibi, ayrıca karşılıklı gelen dalgalar birbirleri içinden geçebildikleri için karşı karşıya gelen ışık ışınlarının neden tanecikler gibi çarpışmadıkları da açıklanmış olmaktaydı. Huygens'in kanıtlarının gücüne rağmen, ışığın dalga teorisini destekleyecek deneylerin yapılması bir yüzyıl sonra gerçekleşti.

1801'de ilk kez İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829), dönemindeki ışık anlayışının değişmesine yol açacak bir deney önerdi. Young, aslında insan gözünü ve insan sesini incelemekteydi. Araştırmaları sonunda ışık ile ses arasında benzerlikler bulunduğu görüşüne ulaşmıştı. O sıralarda sesin havada dalgalar halinde yayıldığı kanıtlanmış bulunuyordu. Bu nedenle Young, ışığın da dalgalar halinde yayılması gerektiğini düşündü. Normalde dalgalar da ışık gibi doğrular boyunca yayılırlar. Ancak İtalyan fizikçisi Francesco Grimaldi (1618-1663), ışığın ince bir yarıktan geçince büküldüğünü ve demetin dağıldığını gözlemiş ve bu olaya ışığın kırınımı adını vermişti. Young, Grimaldi'nin deneyini daha da geliştirerek, güneş ışığını birbirine paralel iki yarıktan geçirdi ve arkada bir ekran üzerine düşürdü. Eğer yarıklar geniş ve aralıklı iseler ekranda iki aydınlık ışıklı nokta belirmekteydi. Ama yarıklar dar ve birbirlerine yakın iseler ekran üzerine düşen ışık, inceli kalınlı renkli çizgiler oluşturuyordu. Bu renkli çizgiler dizisine girişim deseni adı verildi ve Young, girişim olayına ancak dalgaların neden olabileceğini gösterdi. Girişim, sadece ışık dalgalarına has değildir. Su ve ses dalgaları da girişim yaparlar. Durgun bir havuz kenarında durup su yüzüne iki parmağınızı aynı anda değdirin. Su yüzünde her yöne aynı hızla yayılan iki dalga oluşturursunuz. Dalga tepeleri aynı noktada buluşursa yapıcı girişim vererek o noktada daha büyük bir dalga genliği oluşur. Bir dalga tepesi, öteki dalganın çukuruna denk gelirse, dalgalar yıkıcı girişime uğrar, birbirlerini söndürürler. Böylece kuşbakışı bakıldığında su yüzünde güzel bir girişim deseni gözükür. Thomas Young, Auguste Fresnel (1788-1827)'le birlikte girişim deneyleri yaparak ışığın dalgalar halinde yayıldığının tüm kanıtlarını ortaya koydu ve ışığın her bir değişik renginin ayrı bir dalgaboyuna karşı geldiğini gösterdi. Young'ın deneyleri dikkatle düzenlenmiş ve özenle yapılmışlardı; ama sonuçları hemen kabul görmedi. 18. yüzyılda, ışığın taneciklerinden oluştuğuna inanan ve bu görüşü benimseyen bilim adamlarının düşüncelerini değiştirmek kolay olmadı. Işığın dalgalardan oluştuğu fikrinin benimsenmesi, 19. yüzyılın ikinci yarısını bekledi. Yine aynı yıllarda William Herschel (1738-1822), ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktaydı. Bu deneylerinden birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürdü. Termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Böylece gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak kızıl-ötesi ışığı keşfetmiş oldu. Yine aynı yıllarda bir başka fizikçi Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini saptamaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşünce başlayan bir kimyasal reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerrecikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerrecikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrata batırılmış kağıt parçasının ışık görünce kararttığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), değişik



renkte ışığın fotograf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti bile. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Ritter, Herschel'in deneylerini duyar duymaz 1801'de spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneyini tekrarladı. Burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa mor-ötesi ışık adı verildi.

Bugün, hem görünür ışık dalgalarının hem de kızıl-ötesi ve mor-ötesi gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarının çok daha geniş bir elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer aldıklarını artık biliyoruz. Bu yöndeki ilk bulgular, 1821'de Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), elektrik akımının mıknatıs iğnesini etkilediğini gözlemesiyle bi-

durumdan diğer başka durumlara ani kuantum sıçramalarına artık gerek kalmadığını düşünmekteydi. Elektron geçişlerinin bir keman telinin titreşimleri gibi, bir notadan diğerine (yani bir harmonikten diğerine) geçiş olarak yorumluyordu. Yine 1927 yılında İngiliz fizikçisi Paul A. M. Dirac(1902-1984), Heisenberg ve Schrödinger yaklaşımlarını içererek genelleyen soyut bir kuantum teorisine ulaştı. Tüm bu gelişmelere karşı, başta Bohr olmak üzere elektron

rikmeğe başlamıştır. Aynı yıl Fransız fizikçisi André-Marie Ampère (1775-1836), elektrik akımı taşıyan paralel iki telin tıpkı birer mıknatıs gibi (geçen akımların yönüne göre) birbirlerini ittiklerini ya da çektiklerini gösterdi. Bu gözlemleri daha pekçok deney izledi ve elektrik olayları ile manyetizma olaylarının yakından ilişkili oldukları anlaşıldı. Bu ilişkinin matematiksel açıklamasını, 1865'de İskoç fizikçi James Clerk Maxwell (1831-1879) buldu. Böylece elektrik ve manyetizma olaylarının birlikte elektromanyetizma diye adlandırılacak kadar içiçe oldukları kanıtlandı. Maxwell, kendi adıyla anılan elektromanyetik alan denklemlerini incelerken, elektrik alanının ileri geri salınmasını sağlayarak, büyük hızlarda yayılan elektromanyetik dalgaların üretilebileceğini farketti. Hesapları sonucunda, elektromanyetik dalgaların boşluktaki yayılma hızının ışık hızına eşit olacağını buldu. Böylece ışığın kendisinin de bir tür elektromanyetik dalga olduğu sonucuna ulaştı. Elektromanyetik dalgalar bütün dalgaboylarını kapsayan çok geniş bir spektrum oluştururlar. Örnek olarak elektromanyetik spektrumun ortalarında yeralan kırmızı ışığın dalga boyu 650 nanometredir(10^9 nanometre = 1 metre). Elektromanyetik spektrumun üst ucunda, dalgaboyları çok büyük radyo dalgaları bulunur. Uzundalga radyo istasyonları, yayın için 1000 ila 2000 metre dalgaboyu aralığını kullanırlar. Spektrumun alt ucunda ise dalgaboyları çok küçük X-ışınları (veya diğer adıyla Röntgen ışını) bulunmaktadır.

Şu soruya sıra geldi: Cisimler ısıtılınca neden ve nasıl ışır? Bunun yanıtı, tüm katı cisimlerin elektromanyetik dalga yayabildikleri bilinirse verilebilir. Bir kalıp buz gibi çok soğuk bir cisim bile aslında ışımaktadır; ancak bu ışımanın genliği çok küçüktür, dalgaboyu ise gözle görülmeyecek kadar uzundur. Cisim ısıtıldıkça ışımanın genliği büyür, dalgaboyu kısalır. Yeteri kadar ısıtılan bir cisim parlak gözükür. Parlaklığın nedeni, ışınan ışığın dalgaboyunun görünür bölgeye gelmiş olmasıdır. Şimdi şöyle basit bir deney düşünelim: Bir demir çubuğu ateşe tutup ısıtırsak, ne olur? Soğuk çubuk, görünür bölgede ışımaz; üzerine düşen gün ışığının tümünü yansıttığı için bize siyah görünür. Karanlıkta ise çubuk gözükmez. Çubuk hafifce ısıtılırsa bir süre sonra görünür ışık yaymağa başlar. Işınan dalgaboyu yaklaşık 700 nanometredir. Bu nedenle çubuk karanlıkta bile kırmızı gözükür. Çubuğu daha ısıtırsak, daha güçlü ışımağa başlar. Işınan dalga boyu daha kısa, yaklaşık 630 nanometredir. Çubuğun rengi turuncuya döner. Çubuğu iyice ısıtalım. Işınan dalgaboylarının arasında genliği en baskın olan, yaklaşık 580 nanometrelik sarı renktir. Ama diğer dalgaboyları da ışınmaktadır. Çubuğu daha da ısıtabilseydik, akkor haline geldiğini görecektik. Yani spektrumun tüm dalgaboylarında ışıma bulunacak ve bunların toplamı göze beyaz gözükecekti. Bu denli basit bir deney sonucunun, 19. yüzyılda bilinen doğa yasalarıyla açıklanamaması gerçekten ciddi bir krize neden oldu. Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947), siyah cisim ışımasını açıklayabilmek için, 1900 yılında ışık enerjisinin dalga paketleri halinde, hν birimleri cinsinden aktarıldığı varsayımını öne sürmek zorunda kaldı. Bu tarih, kuantum fiziğinin başlangıcı kabul edilir.

Şimdi tekrar William Herschell'e dönelim. Aslında bir astronom olan Herschell, ışık ve ısı arasındaki ilişkiyi pratik bir problemin çözümü için araştırmaktaydı. Güneş lekelerini teleskopu ile gözlerken, renkli filtrelerle bile güneş ısısını tam engelleyemediğini fark etmişti. Hangi rengin ısıyı kesmekte en etkin olduğunu bulursa, o renkte filtre kullanarak güneş lekelerini daha rahat gözlemeyi amaçlıyordu. Sonuçta yeşil renkli filtreler üreterek kullanmağa başladı. Herschell gibi güneş lekelerini incelemekte olan bir diğer bilim adamı William Hyde Wollaston (1766-1828), 1802'de beklenmeyen bir keşifte bulundu. Güneş ışığı, elektromanyetik spektrumun tümünü doldurmuyordu. Bulunmayan dalgaboyları, yüzlerce inceli kalınlı çizgiler oluşturmaktaydı. Alman fizikçisi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), bu spektral çizgilerin 500 kadarını tek tek belirledi ve ana çizgilere harfler verdi. 1850'lerin sonunda yine bir Alman bilim adamı Gustav Kirchoff (1824-1887), tüm atomların ışığı belli dalgaboylarında soğurduklarını ve yine aynı dalgaboylarında ışıdıklarını gösterdi. Böylece, güneş ışığı spektrumundaki boşlukların, güneş atmosferindeki atomların belirli dalgaboylarında ışığı soğurmasıyla oluştuğunu anladı. Bu keşif, 20. yüzyılın başında atomlarla ışığın etkileşmesini açıklayan kuantum teorisinin bulunmasına zemin hazırladı.

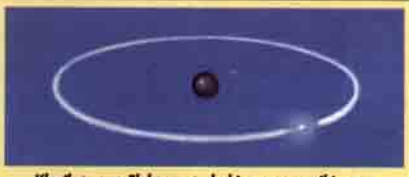
19. yüzyıl boyunca fizikçiler ışığı ve diğer elektromanyetik dalga türlerini, sürekli birer enerji akışı gibi yorumladılar. Ancak 1900 yılından sonra bu yorumunun tutarsızlıklara neden olduğu fark edildi. Max Planck'ın kuantumlu ışıma teorisi, ışığın taneçik nitelikleri taşıdığının ilk kanıtlarıydı. Niçin ışık enerjisi kuantumludur? Bunun açıklaması atomların yapısında bulunur. Maddelerin temel yapıtaşı olan atomlar, çok küçük ve yoğun bir çekirdek ile bunun etrafında dolanan elektronlardan yapılmışlardır. Elektronların çekirdek etrafında çizdikleri kapalı yörüngelerin yarıçapları farklıdır. Elektronun toplam enerjisi ne kadar büyükse çekirdekten o oranda uzakta bulunur. Dolayısıyla, bir elektron dıştaki bir yörüngeden içteki çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye geçerse enerji kaybeder. İşte bu enerji, bir ışık kuantumu veya diğer adıyla bir foton olarak serbest kalır.

Doğada bulunan atomların çoğunluğu, birden fazla sayıda elektrona ve pek çok farklı enerji düzeylerine sahiptirler. Bir atomun hangi dalgaboylarında ışık ışıyacağı; elektronların mümkün enerji düzeylerinden birinden diğerine geçerken ortaya çıkan enerji değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu dalgaboylarının tümüne atomun ışıma spektrumu adı verilir. Işıma spektrumuna bakarak, bu spektrumu veren atomun kimliği tam olarak belirlenebilir.

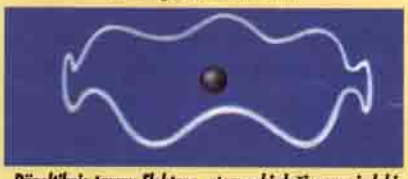
Planck'ın kuantum varsayımına ikinci ve en güçlü destek, 19. yüzyıldan beri bilinen fotoelektrik etkisinin açıklanması oldu; bir metal üzerine ışık tutulursa, ışık yüzey atomlarından elektron koparark bir elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu etkiyi, Philipp von Lenard (1862-1947) ayrıntılarıyla incelemiş ve yüzeye düşen ışığın frekansı ile yüzeyden kopan elektronların enerjisi arasında basit fakat nedeni anlaşılamayan lineer bir bağıntı bulmuştu. Düşük genlikli, zayıf bir ışık daha az sayıda elektron koparabilir. Dolayısıyla çıkan akım daha küçük olur. Ancak kopan bir elektronun enerjisi sadece ışığın dalgaboyuna bağlıdır; genlikle değişmez, aynı kalır. Albert Einstein (1879-1955) fotoelektrik etkinin açıklanmasının, ışığın kuantum teorisinde bulunduğunu gösterdi ve 1921 yılında Nobel ödülünü bu keşfi nedeniyle kazandı.

Işığın parçacık niteliğine bir örnek: Fotoelektrik etki

dalgası kavramından rahatsızlık duyan fizikçiler çoktu. Bir dalga veya bir dalga paketi nasıl olup da Geiger sayacında tıpkı bir tanecik gibi sayım verebilmekteydi? Atomun içinde gerçekten "salınan" ne olabilirdi? 1927'de Bohr bu sorulara Schrödinger'in hiç de hoşuna gitmeyen bazı yanıtlar getirdi. Bohr, öncelikle elektron dalgası denen şeyin soyut bir nicelik olarak ele alınması gerektiğini gösterdi. Elektron dalgaları bir havuzdaki dalgalar gibi, uzayda gerçek salınımlar olamazlardı. Ancak matematiksel soyut bir uzayda, kompleks salınımlarla temsil edilebilirlerdi. Daha da önemlisi, her bir taneciğin (örneğin bir elektronun) tarifi için bu soyut uzayda üç değişkenin verilmesi gerekiyordu. Böylece bir elektron üç boyutlu bir uzayda dalga ile tarif edilirken; etkileşen iki elektron altı boyutlu bir uzayda, üç elektron ise dokuz boyutlu bir uzayda verilebilmekteydi. Dolayısıyla Schrödinger'in yaklaşımında da elektronun bir durumdan diğer başka bir duruma geçişi matris mekaniğindekinden daha anlaşılır hale gelmemekteydi.

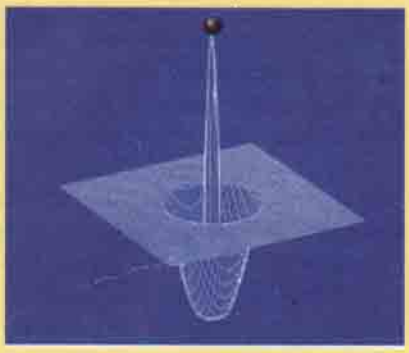


Klasik tanım: Elektron, tıpkı bir gezegen gibi, atom çekirdeği çevresinde döner.



Düzeltilmiş tanım: Elektron, atom çekirdeği çevresindeki kapalı yörüngede dalga hareketi yapar.

Kuantum fiziği: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.



Matematik: Artı yüklü çekirdek ile eksi yüklü elektronun yoğun bir yük oluşturmasına ilişkin diyagram.

Atomun Yapısı

Tekin Dereli

19. yüzyılda, maddenin en küçük yapıtaşı olarak tanımlanan atomların birer iç yapısı bulunduğuna ilk deneysel kanıt, J.J. Thomson'un (1856-1940) 1897'de katod ışınlarında elektronları keşfetmesi olmuştur. Katod tüplerini ilk yapan William Crookes (1832-1919), havasını boşalttığı bir cam tüp içerisine iki metal elektrod yerleştirerek bunlar arasına elektrik potansiyeli uygulamıştı. Katod adı verilen eksi yüklü elektrod, ısıtıldığında gözle görülmez bir ışın yaymaktaydı. Katod ışınını gözlemek için Crookes, iki elektrod arasına metal bir cisim koyuyor ve cismin gölgesini tübün diğer ucuna sürdüğü floresans maddenin ışıltısı üzerine düşürüyordu. Döneminin en yetenekli deneysel fizikçilerinden olan Thomson, Crookes tüpleri (veya bugün bildiğimiz anlamıyla TV tüpleri) içinde son derece düşük basınçlara ulaşabildi. Böylece katod ışınlarını elektromanyetik alanlardan geçirerek elektrik yükünü belirledi ve kütle ölçümleri yaptı. Katod ışınlarının eksi elektrik yüklü, kütlesi hidrojen atomu kütlesinin yaklaşık 2000'de biri olan taneciklerden oluştuğunu kanıtladı. Tüpü hangi gazla doldurursa doldursun, elektrodları hangi metalden yaparsa yapsın, hep elektron adı verilen bu tanecikler çıkmaktaydılar. Thomson, bu gözleminden hareketle, elektronların bütün atomlarda bulunduğu ve o güne kadar bölünemez sanılan atomun yapıtaşlarından birisi olduğu sonucuna ulaştı. Atomlar net elektrik yükü taşımadıklarına göre, elektronların eksi yükünü dengeleyen net bir artı yük içermeliydiler. Thomson, atomu, artı yükün düzgün dağıldığı minik bir top gibi tasarladı. Elektronlar, top içine gömülmüş minik zerreciklerdi. Bu model Thomson'un mensubu bulunduğu Cambridge Üniversitesi'nde, akşam 5 çaylarında epey tartışılmış olmalı ki, bugün bile "üzümlü kek" modeli diye anılmaktadır. Thomson'un atom modeline en büyük eleştiriyi, Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) getirdi. Manchester Üniversitesi'nde öğrencileriyle beraber 1911'de gerçekleştirdiği deneylerle, Thomson'un modelinin doğru olamayacağını kanıtladı. Rutherford, artı elektrik yüklü, ağır α-parçacıkları ile, birkaç atom kalınlığına kadar inceltilmiş altın levhaları bombardıman etti. Thomson modelinden beklenen, α-parçacıklarının hemen tamamının levhadan geri saçılmasıydı. Oysa beklenmeyen bir sonuç alındı; α-parçacıklarının hemen tamamı sanki levha yokmuş gibi yollarına devam ediyor, pek az bir kısmı geri saçılıyorlardı. Rutherford, bu gözlem sonucuna dayanarak atomların tıpkı küçük birer güneş sistemi gibi düşünülmeleri gerektiğini öne sürdü. Atomlar merkezde artı yüklü, ağır fakat son derece küçük birer çekirdekle bunun etrafında gezegenler gibi dolanan elektronlardan oluşmalıydı. Ancak burada son derece ciddi bir sorun ortaya çıktı. 19. yüzyılın fizik yasaları, Rutherford modelinde elektronların birer spiral yörünge boyunca hareket ederek sonlu bir zaman aralığında çekirdek içine düşmelerini gerektirirdi. Oysa ortada atomların böyle bir olay sonucu yokolduklarına dair en ufak bir kanıt bulunmuyordu.

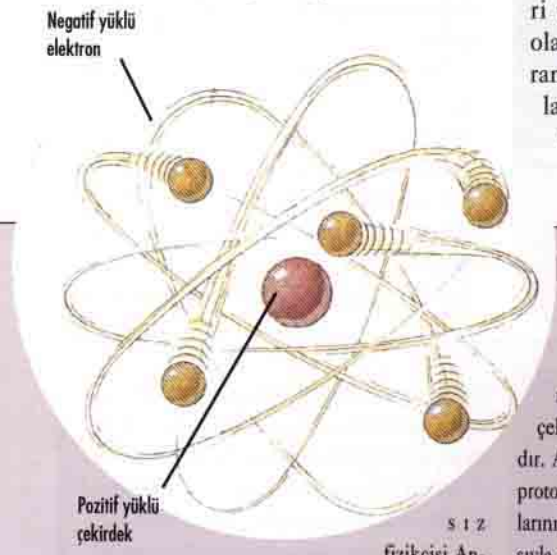
Rutherford saçılma deneylerini yaparken onun yanında Manchester'de bulunan Danimarkalı teorik fizikçi Niels Bohr (1885-1962), Planck'ın ışık kuantumu fikrinden esinlenerek ilginç bir atom modeli geliştirdi. Bohr, atomlara bağlı elektronların ancak belli enerji değerlerine sahip olurlarsa kararlı kalacaklarını varsaydı. En düşük enerji değerine sahip elektronlar, çekirdeğe en yakın bir kapalı yörünge üzerinde bulunacaklar; daha büyük enerji değerlerine sahip elektronlar ise çekirdekten daha uzak yörüngelere yerleşeceklerdir. Bohr, 1913 yılında öne sürdüğü bu model ile ışık ve madde arasındaki yakın ilişkiyi de açıklayabildi. Bohr'a göre atomun elektronları bir enerji düzeyinden, boş olan başka bir enerji düzeyine geçebilmek için ya bir foton ışır ya da uygun enerjiye sahip bir foton soğururlar. Soğurulan veya ışınan fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farka eşittir. Bu varsayım yardımıyla hidrojen atomu ve helyum atomu ışıma spektrumlarının tam olarak elde edilebilmesi Bohr'un en çarpıcı başarısıdır. Bir süre sonra, çok elektronlu atomların ışıma spektrumlarının daha ayrıntılı incelenmesi sonucu, aynı enerji düzeyinde en fazla iki elektronun bulunabildiği anlaşıldı. Böylece çok elektronlu bir atom; elektronları en içteki yörüngeden başlamak üzere enerji düzeylerini ikişer ikişer doldurarak, kabuk dediğimiz katmanlı bir yapı görünümünde olacaktır. Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en dış kabuktaki elektronlardır. Dış kabukları tamamen dolu atomlar (helyum ve neon gibi asal gazlar), dış kabuğunda sadece tek elektron bulunan atomlara (hidrojen, lityum ve sodyum gibi alkali metaller) göre daha az kimyasal reaksiyona girerler. Bir atomun başka atomlarla bağ yaparak molekülleri oluşturmasından da, en dış yörünge elektronları sorumludur.

19. yüzyılın son yıllarında, sadece atomun iç yapısı açıklığa kavuşmadı. Ayrıca atomların ışın salarak değiştikleri de gözlendi. İlk kez 1896'da Fran-

Kuantum mekaniğinin pratiği, 1920'lerin sonunda Niels Bohr ve Max Born'un geliştirdikleri fikirlerin çevresinde oluştu. Böylece kuantum mekaniği her fizikçinin anlayabileceği bir anlatıma kavuştu. Bu teori yardımıyla, atomların ve moleküllerin iç yapısı sanki biliniyormuş gibi rahat hesap yapılmasını sağlayan bir kurallar bütünü ortaya çıktı. Bu kapsamda Bohr'un katkısı, kuantum dünyasında dalgalarla taneciklerin uyumunu sağlayan bir felsefi yorumun temeli atmak oldu. Born ise bizleri, kuantum teorisinin doğru yorumuna götüren istatistiksel kuralları belirledi.

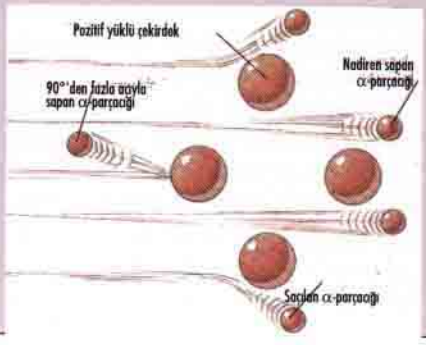
James Chadwick'in nötron dedektörü

Bohr'a göre hem parçacık fiziği hem dalga fiziği, eşit oranlarda geçerli ve aynı gerçeğin birbirlerini tümleyen iki tarifidirler. Bu tariflerin herbiri tek olarak ele alındığında yeterli olamazlar. Fakat doğada parçacık kavramı ile tarifi daha uygun düşen olaylar varolduğu gibi, tarifi dalga kavramına uygun düşen diğer pekçok olay daha vardır. Elektron gibi temel bir nicelik, tam olarak ne bir parçacık ne de bir dalgadır. Bazen bir dalga gibi davranır, başka zamanlar ise bir parçacık gibi tepki verir. Bir elektronla yapılacak deneyden alınan yanıt, sorulan soruya bağlıdır. Eğer parçacık arıyorsanız, parçacık bulursunuz fizikçisi Antoine Becquerel (1852-1908) tarafından bir rastlantıyla gözlenen bu olaya radyoaktivite adı verildi. Becquerel, uranyum kristallerinin gözle görünmez, çok girici ışınlar yayarak fotograf kağıdını kararttığını gözlemişti. Bu yeni keşif üzerinde çalışan Pierre Curie (1859-1906) ve Marie Curie (1867-1934) çifti, uranyum cevherinin, saf uranyumdan daha radyoaktif olduğunu fark ettiler. 1902'de, radyum ve polonyum adını verdikleri iki yeni radyoaktif elementi izole etmeyi başardılar. Radyoaktivitenin fiziksel nedenini araştıranlar arasında Ernest Rutherford da vardı. Önce, radyoaktivite ile salınan ışınların α, β, γ adı verilen üç değişik türü saptandı. Rutherford, α-ışınlarının helyum çekirdeğinden ibaret olduğunu kanıtladı. β-ışınları ise hızlı elektronlardan başka bir şey değildiler. Bir atom α-veya β-ışını vererek bozulur, yani atom değişerek başka bir atoma dönüşür. Bu sırada, çok kısa dalgaboylu bir elektromanyetik dalga olan γ-ışını da çıkabilir. 20. yüzyılın başında, simyacıların düşü artık gerçek olmuştu.

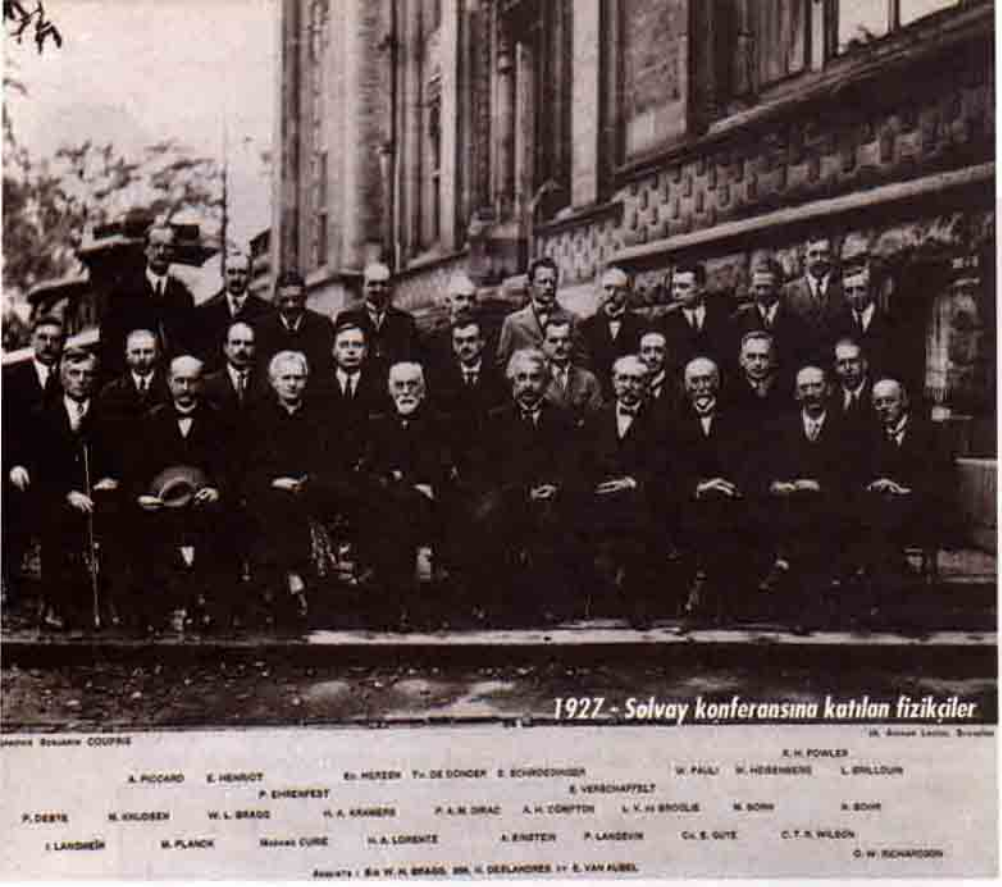


Radyoaktivite üzerinde araştırma yapan Rutherford, 1919'da artı yüklü atom çekirdeklerinin proton adını verdiği parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü. Protonları gözlemek için, α-parçacıklarıyla bombardıman ederek azot atomlarını parçalamaktaydı.Rutherford, önceleri, bir proton ile bir elektronun birbirlerini nötrleştirerek yüksüz bir çift halinde çekirdek içinde bulunabileceğini düşünüyordu. Fakat 1932'de Rutherford'un eski öğrencilerinden James Chadwick (1891-1974), α-parçacıklarıyla berilyum atomlarını bombardıman ederek, elektrik yükü taşımayan, kütlesi protonunkinden biraz daha büyük, nötron adını verdiği bir parçacık keşfetti. Atom çekirdekleri, proton ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomun kütlesini belirleyen, çekirdeğindeki proton ve nötronların sayılarıdır. Atomun elektronlarının sayısı protonlarının sayısına eşittir. Dolayısıyla atomun kimyasal niteliklerini belirleyen, çekirdeğindeki protonların sayısı olacaktır. Aynı sayıda protona fakat farklı sayıda nötrona sahip iki atom, benzer nitelikler taşıyacaktır. Bunlara birbirinin izotopu denir. Örnek olarak, en basit atom olan hidrojenin çekirdeği tek bir protondan ibarettir. Ancak doğada, çekirdeği bir proton ve bir nötrondan ibaret olan döteryum ve çekirdeği, bir proton ve iki nötrondan oluşan trityum izotopları da eser miktarlarda vardır.

Chadwick'in gözlemleri, nötronların çekirdek içinde bulunan yeni bir tür parçacık olduğunu, bir elektron proton çifti gibi yorumlanamayacağını kesin kanıtlamıştır. Ama bir nötronun yokolarak bir proton ile bir elektrona bozunması için belirlenen yarı yaşam süresi sadece 15 dakikadır. Yani çok sayıda özdeş nötron biraraya konabilse, 15 dakika sonra bunlardan yaklaşık yarısının yokolduğu görülürdü. Bunun neden olduğu nükleer dönüşüme β-bozunumu adı verilmektedir. Bir elektron ile bir protonun hızla çarpışarak yok olmaları yerine, bir nötron yaratılması da mümkündür. Bu olayın neden olduğu nükleer dönüşümü de ters β-bozunumu denir. 1932'de bir an için atomlar; proton, nötron ve elektron denilen üç temel parçacıktan yapılırlar gibi hoş ve basit bir görüş oluşmuştu. Ancak bu iyimser tablo aynı yıl silindi gitti.



Önce, β-bozunumda enerji, momentum ve açısal momentum korunum yasalarının sağlanmadığı farkedildi. En temel fizik yasaları olan bu korunum yasalarından vazgeçilemedi. 1932'de Avusturya'lı fizikçi Wolfgang Pauli (1900-1958), doğada nötrino adı verilen, elektrik yüksüz, kütlesiz (yani ışık hızında hareket eden) bir parçacık bulunması ve β-bozunumunda yer alması gerektiğini öne sürdü. Diğer temel parçacıklarla etkileşmesi çok zayıf olan nötrinoların kozmik ışınlarda gözlenmesi 1950'leri buldu. Yine 1932'de, artı yüklü pozitron keşfedildi. Dirac'ın relativistik dalga denklemiyle bütünleştirildiğinde bu keşif, anti-proton, anti-nötron, anti-nötrino v.b. parçacıkların da varlığını gerektirmekteydi. Bu parçacıkların hepsi, 2. Dünya Savaşından sonra inşa edilen hızlandırıcı ve çarpıştırıcılarda gözlendiler. Bundan da öteye, daha 1940'larda kozmik ışınlarda ağırca bir elektron denebilecek yeni bir parçacık türü olan muonlar ile tamamen yeni nitelikler taşıyan pionlar keşfedildi. Pozitronun benzeri olan anti-muon ile muon nötrinosu ve muon anti-nötrinosu da, daha sonraki tarihlerde gözlendi. Pionların artı yüklü, eksi yüklü ve yüksüz olmak üzere üç türünün varlığı kanıtlandı. Günümüzde buna benzer yüzlerce temel parçacık türü bilinmektedir. Bunları ağır anlamına hadron denen ve hafif anlamına lepton denen iki ana grupta incelemekteyiz. Proton ve nötron; hadron sınıfında, elektron ve nötrino; lepton sınıfında bulunmaktadır. Leptonların basit parçacıklar olmasına karşı, hadronların kuark adı verilen daha basit parçacıklardan yapılmış oldukları artık biliniyor. Bu temel parçacıkların özelliklerini, kuantum mekaniği olmadan anlamak olası değildir.



1927 - Solvay konferansına katılan fizikçiler

sunuz; dalga arıyorsanız, dalga bulursunuz. Fakat hiç bir şart altında, bir elektronun aynı anda hem bir dalga hem de bir parçacıkmış gibi davrandığını gözleyemezsiniz. Bohr'un, dalga ve parçacık niteliklerini, birbirini tamamlayan kavramlar olarak öne süren bu görüşleri, dalga-parçacık ikiliğinin çağdaş anlamda ifadesidir. Gözlenen, gözlemci, gözlem süreci kavramlarını daha önce hiç bir fizik teorisinde görülmemiş ölçüde ön plana çıkarmaktadır.

Born ise bize elektron dalgalarının nasıl yorumlanması gerektiğini göstermiştir. Schrödinger denklemini sağlayan değişkene dalga fonksiyonu adı verilir ve genelde, Yunan alfabesinden Ψ (psi) harfi ile gösterilir. Born'a göre parçacıklar gerçektir, fakat bir şekilde hareketleri kompleks

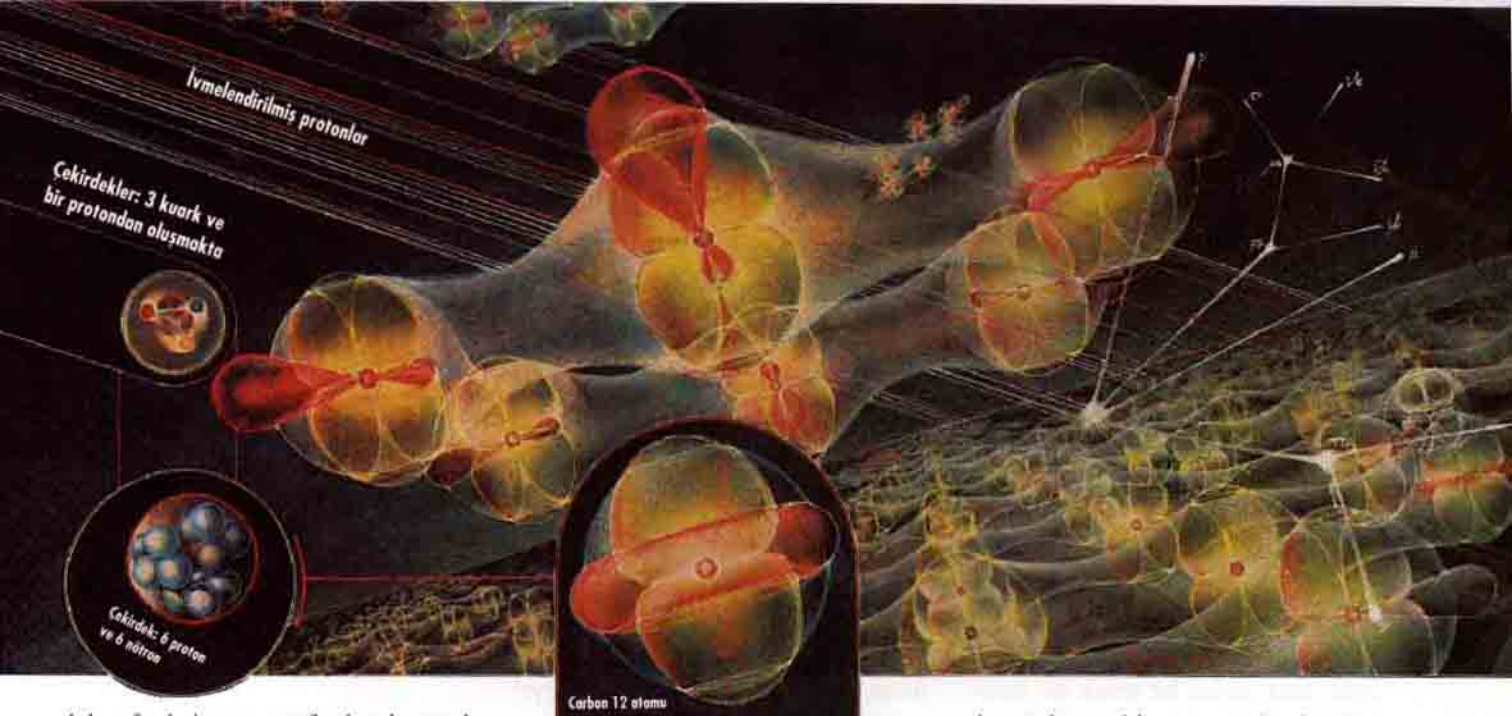
Ölümünün 10. Yılında

Paul A.M. Dirac

Kuantum mekaniğinin kurucularından İngiliz teorik fizikçisi Paul Adrien Maurice Dirac, 1902'de Bristol'da doğdu. 20 Ekim 1984'de Amerika'da, emekliliğini geçirdiği Florida'da yaşama veda etti. Matematiğe olan yeteneğini çok erken yaşta belli eden Dirac, önce Bristol Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği eğitimi gördü. Bu dönemde öğrendiği yaklaşıklık yöntemlerinden ileriki çalışmalarında önemli ölçüde yararlanmıştır. Dirac, problem çözerken sezgisel yaklaşıma öncelik veren fizikçilerdendi. Ona göre, fazlasıyla karmaşık olan gerçek doğaya ilişkin olgular, kısa ve kesin matematik kurallarıyla tam açıklanmış olamazlardı; bir fizikçi, fikirlerini ancak gerçekliğin yaklaşık bilgileriyle geliştirebilirdi.

1921'de üniversiteyi bitiren Dirac, teorik fizik çalışmalarına başlamadan önce iki yıl daha matematik okudu. Daha sonra teorik fizik çalışmak üzere Cambridge'de St. John's College'a girdi. Dirac'ın fiziğe ilk temel katkısı, 1926'da yazdığı bir makalede, kuantum mekaniğinin soyut bir matematik formülasyonunu vermesiyle olmuştur. Almanya'da Max Born, Pascual Jordan ve Werner Heisenberg, Dirac'tan hemen biraz önce matris mekaniğini geliştirmiş bulunuyorlardı. Bunlardan bağımsız olarak, İsviçre'de Erwin Schrödinger, kuantum kurallarının dalga mekaniğini keşfetmişti. Dirac'ın kuantum mekaniği, bu iki yaklaşımı da içeren, çok daha kapsayıcı ve mantıksal açıdan daha basitti. Kuantum mekaniğinin keşfi nedeniyle 1932 Nobel Fizik Ödülü Heisenberg'e verilirken 1933 ödülünü Dirac ve Schrödinger paylaştılar. Dirac; ödülden bir yıl önce, mezun olduğu ve ders verdiği Cambridge Üniversitesi'nde, geçmişte Isaac Newton'un bugün Steven Hawking'in işgal ettikleri Lucas Kürsüsü Matematik Profesörlüğüne atanmış bulunuyordu.

Dirac'ın kuantum fiziğine ikinci temel katkısı, 1928'de özel relativite teorisini kuantum mekaniğine uyuşturması olmuştur. Dirac, ışık hızına yakın hızlarda hareket eden bir elektronun ancak birbirine bağlı dört diferansiyel denklemi sağlayan dört dalga fonksiyonuyla tanımlanabileceğini gösterdi. Dirac'ın tek bir matris denklemine eşdeğer relativistik dalga denklemleri, kuantum teorisinde bir çığır açmıştır. Dirac denkleminin doğal öngörülerinden birisi, elektronların spin açısal momentumu taşıdıklarını göstermesidir. Elektronun spin taşıdığı daha önceden deneylerle kanıtlanmıştı, ancak spinin gözlenen nitelikleri kuantum mekaniğinde doğal bir açıklamaya kavuşturulamamıştı. Ancak Dirac denkleminin esas hayranlık uyandıran yönü doğada anti-parçacıkların varlığını öngörmesidir. Dirac denklemi, bağlı elektronların eksi enerji düzeylerinin kaçınılmaz varlığını gerektirir. İlk bakışta bunun fiziksel gerçekliğe uymayacağı açıktır. Dirac, daha sonraki makalelerinin birinde tümü dolu eksi enerji düzeylerinden bir elektronun çıkarılması halinde, geriye kalan değişiğin ortamda kısa ömürlü artı elektrik yüklü bir parçacık gibi davranacağını buldu. Dirac'ın bu öngörüsü, 1932'de Carl Anderson'un çektiği sis odası resimlerinde; kütlesi elektronunkine eşit, elektrik yükü ters işaretli pozitron adı verilen elementer parçacığın kozmik ışınlarda varlığının kanıtlanmasıyla doğrulandı. Çok daha sonra 1955'de anti-proton da bulundu. Böylece anti-parçacıkların varlığını öngören Dirac denklemi tam bir başarıya ulaştı. Dirac'ın yaratıcı zekası bunlarla yetinmedi. Çekirdek-altı parçacıkların yaratılmasını ve yokolmasını açıklayan kuantumlu elektrodinamik alan teorisinin inşasında ilk adımları attı. Bir diğer çalışmasında Maxwell teorisini manyetik monopolları kapsayacak biçimde genelleştirdi. Öte yandan, özdeş elektron sistemlerinin sağladığı Fermi-Dirac istatistiğini kurdu. Bütün bu çığır açan keşiflerin sahibi Dirac, daha 1932'de teorik fiziğe ilişkin görüşlerini açıklarken "doğanın temel yasaları, olguların altında yatan ama insan zihninin hiç bir zaman tam olarak algılayamayacağı bir tözü denetler" demekteydi. Dirac, bu görüşüne sadık kalarak hiç bir çalışmasında, matematik simgelerle tanımladığı olguların görüntüsel modelini ya da felsefi yorumunu vermeğe yanaşmamıştır.

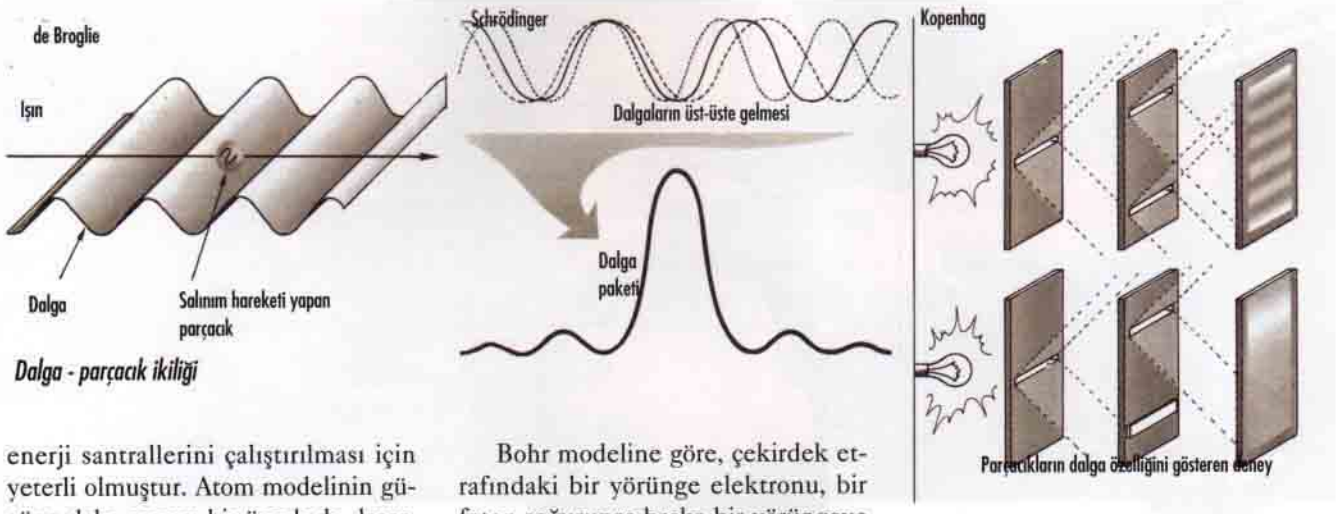


dalga fonksiyonu tarafından kontrol edilmektedir. Uzayda bir noktada, belli bir anda hesaplanan dalganın genliği (yani $|\Psi|^2$), parçacığın o noktada, o anda bulunması olasılığını verir. Bir elektron (veya bir başka parçacığın) ne zaman, nerede olacağını kesinlikle bilemeyiz. Ancak; dalga fonksiyonu biliniyorsa, bir noktada elektronu gözlemek için deney yaptığımızda elektronu gözleme olasılığını hesaplayabiliriz. Bu görüşe göre; rasgele bir elektron, pekala uzayın herhangi bir noktasında bulunabilir. Ancak uzayın belli bir bölgesinde bulunması olasılığı, örnek olarak hidrojen atomuna bağlı bir elektronun Bohr yörüngesi çevresinde bulunması olasılığı, diğer başka uzay bölgelerinde bulunması olasılığından çok daha büyüktür. Durum aynen şuna benziyor: İçinde bulunduğumuz odadaki hava moleküllerinin tümünün bir an için odanın bir köşesine toplanması olasılığı, istatistik mekanik kurallarına göre sıfırdan farklıdır, fakat bu olasılık pratikte önemli olmayacak kadar küçüktür. Born'un olasılık yorumu, zaten tam olarak bilinemez olan bu evrenin bilinebilirliğini biraz daha eksiltmiş oldu.

Bohr'un ve Born'un fikirleri, Heisenberg'in savunduğu belirsizlik ilkesiyle tam bir uyum halindedir. Parçacık ve dalga niteliklerini birarada taşıdıkları için, elektron ve elektron gibi taneciklerin konumu ve momentumu aynı anda ölçülerek birlikte belirlenemez. Ancak, bir parçacığın "konumu" ölçülebilir. Dalgaların uzayda tek bir konumu yoktur; ama "momentum" taşırlar. Bu niteliklerin her birisi tek başına istenilen kesinlikte ölçülerek tam belirlenebilir. Fakat bir nitelik ne kadar kesin belirleniyorsa diğer nitelik o oranda belirsiz kalacaktır. Eğer parçacık niteliklerini ölçüyorsak, bir elektronu parçacık gibi davranmağa iteriz; dalga niteliklerinden uzaklaştırırız. Tersine, eğer dalga niteliklerini ölçüyorsak, elektronu bir parçacık değil de bir dalga gibi davranmağa zorlarız. Böylece gözlemci, deneyin ayrılamaz bir parçası olmaktadır. Belirsizlik ilkesi, asla ölçüm aletlerinin ve ölçme süreçlerinin yetersizliğinden doğan teknik bir soruna bağlanamaz. Doğanın temel bir özelliği olarak karşımızda durmaktadır.

Belirsizlik ilkesi, parçacık-dalga ikiliği, olasılık tanımı ve gözlemcinin ölçülen sistemin bir parçası haline gelmesi ile ifadesini bulan bu fikirlerin toplamı, -bir kısmı Max Born'un çevresinde, Göttingen'de oluşmuş bulunmakla beraber- Niels Bohr'u onurlandırmak amacıyla kuantum mekaniğinin "Kopenhag Yorumu" adıyla anılagelmiştir. Bir kez Kopenhag yorumu kabaca ortaya konduktan sonra, fizikçilerin eski kuantum teorisi kapsamında oluşan atom modelinin eksikliklerini aşmaları ve 1930'larda atom ve molekül fiziği için daha gerçekçi modeller geliştirmeleri uzun sürmedi.

Atomların yapısının anlaşılmasında kuantum mekaniği kesin bir zafer kazanınca, fizikçiler doğal olarak gayretlerini atom çekirdekleri üzerine yoğunlaştırdılar. Pekçok pratik başarıdan sonra, bugün bile çekirdek fiziğini, temelde atom fiziği kadar iyi anladığımızı iddia edemeyiz. Tipik bir atom çekirdeğinin yarıçapı, atomun yarıçapından yaklaşık 100.000 kez küçük olduğuna göre, bu pek de şaşırtıcı gelmemelidir. Atomun hacmi, yarıçapının küpüne orantılıdır, dolayısıyla çekirdek, atomdan 10^{15} kez daha küçüktür diyebiliriz. Çekirdeğin yapısı üzerine bildiğimiz, az çok fizikçilerin 1920'lerde Bohr atomu üzerine bildikleriyle karşılaştıracak düzeydedir. Bu kadar bilgi bile, fizyon ve füzyon bombalarının yapımı veya nükleer



Dalga - parçacık ikiliği

enerji santrallerini çalıştırılması için yeterli olmuştur. Atom modelinin gücüne daha çarpıcı bir örnek de, laserlerin keşfi olmuştur. Lazer fiziği (en azından genel terimler çerçevesinde), Bohr modeli yardımıyla, yani belirsizlik ilkesi ya da parçacık-dalga ikiliğine gerek kalmadan da anlaşılabilir.

Bohr modeline göre, çekirdek etrafındaki bir yörünge elektronu, bir foton soğurunca başka bir yörüngeye geçer. Böylece uyarılmış bir atom kendi haline bırakıldığında, elektron eninde sonunda geldiği düşük enerji düzeyine geri dönecektir. Geçiş sırasında atom, belli bir dalga boyunda foton ışıyacaktır. İlk kez 1917'de Albert Einstein(1879-1955) tarafından incelenen bu sürece, atomun kendiliğinden ışıması adı verilir. Einstein,

Lazer

Tekin Dereli

Görünür ışık; farklı dalgaboylarının, yani farklı renklerin karışımıdır. Ayrıca, atomların genellikle rastgele ışımaları nedeniyle atomik ışınımlarla çıkan ışık dalgaları da aynı fazda olmazlar. Dolayısıyla olağan bir ışık, hem değişik dalgaboylarını hem de değişik fazda dalgaları içermektedir. Ancak, lazer ışığı bundan farklıdır; lazer ışığının tek bir dalgaboyu vardır ve aynı dalgaboyundaki dalgalar eşuyumludur yani hepsi aynı fazdadır (Adi adım yürüyen asker ile uygun adım yürüyen asker arasındaki fark gibi). lazer ışığını üretmek için yükseltici ortam adı verilen bir katıya, bir sıvıya veya bir gaza enerji basmak gereklidir. Yükseltici ortam enerji aldıkça, atomlar sadece belli bir frekansta ışık salmağa başlarlar. Bir atomdan çıkan ışık, komşu atoma çarptığında onu da aynı frekansta ışımaya zorlar. Böylece oluşan bir zincir etkisi sürerek, pek çok atomun aynı anda ve aynı frekansta ışımasına neden olur. Çıkan ışık, özel aynalar arasında ileri geri yansıyarak lazer içerisinde biriktirilir. Işık genliği yeteri kadar büyüdüğünde yarı-yansıtıcı aynadan geçerek aygıt dışına çıkar ve böylece bir lazer pulsu oluşur. İlk çalışan lazer, Theodore Maiman tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Maiman, yükseltici ortam olarak, silindir şeklinde bir yapay yakut kristali kullanmıştı. Optik pompalama eylemi, silindirin çevresine spiral şeklinde dolanan bir lamba ile gerçekleştirilmekteydi. En dışta ise çıkan ısıyı soğurmak üzere, bir suyla soğutma sistemi bulunmaktaydı. Maiman'ın laserinin boyutları bir kaç cm olmakla beraber mükemmel çalışmakta ve pulslu (695 nm dalgaboyunda) kırmızı lazer ışığı üretmekteydi.

Ticari amaçlı kullanım bulan lazerlerin bir kısmı mavimsi-yeşil ışık veren helyum-neon lazerleridir. Bu tür lazerlerde, helyum ve neon gazlarının karışımıyla dolu bir tüp elektrik akımıyla uyarılarak ışık üretilir. Elektrik akımı helyum atomlarını uyarır. Bunların neon atomlarıyla çarpışması yoluyla enerji neon atomlarına aktarılır. lazer ışığını veren, neon atomlarının ışımasıdır. Tüpün uçlarından birine tam yansıtıcı, diğerine ise yarı saydam bir ayna takılmıştır. Lazer ışını yarı saydam aynadan çıkmaktadır.

Işıkla Kesme İşlemi

Uzun dalgaboylu lazerler, bir yüzey üzerinde dar bir bölgeye odaklanarak, çok yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Bu sıcaklık, kumaştan oto yapımında kullanılan çelik saçlara kadar pekçok malzemeyi kesmeye yeterlidir. lazer ışını, ayna düzenekli kollar boyunca yöneltilerek, kansız ameliyatlar yapılmasını da sağlamaktadır. Lazerler, son yıllarda özellikle göz ameliyatlarında, geniş uygulama bulmuştur. Lazer ışınının, kesme işlemi için kullanımındaki en büyük avantajı; kesici aletlerin körelmesi gibi bir sorun taşımamasındadır. Elde edilen yüksek sıcaklıklar nedeniyle lazerler, metallare nokta kaynak yapımında da kullanım bulurlar.

Lazerle Ölçüm İşlemleri

Lazer demetleri, dağılmadan çok uzun mesafelerde bir doğru boyunca yayılabilir. Bu nedenle, inşaat projelerinde (örnek olarak tünel açımında) yaygın kullanım bulmaktadırlar. Ayrıca, lazer ışığı çok duyarlı mesafe belirlemekte yararlıdır. Bunun için, bir lazer demeti ikiye ayrılır ve iki ayrı yüzeyden yansıtılarak tekrar bir araya getirildiklerinde verdikleri girişim desenine bakılır. Böylece, girişim çizgilerindeki kaymaları ölçerek iki uzak cisim arasındaki mesafeyi son derece duyarlı bir biçimde hesaplamak olasıdır.

elektronun düşük enerji düzeyine geri gidişi için geçen sürenin istatistik çıkarımını araştırmaktaydı. Ancak bahsi geçen geçişe bir yol daha vardır. O da; uyarılmış atomun, üzerine düşen bir fotonla etkileşerek fazla enerjisini kaybetmeye ve düşük enerji düzeyine (taban durumuna) geçmeğe zorlanmasıdır. Bu sürece, uyarılmış ışıma adı verilir ve ancak atomla etkileşen fotonun dalgaboyu, atomun ışıdığı fotonun dalgaboyuna eşit ise mümkün olur.

Bir kristal örgüsü üzerine sıralanmış bir dizi uyarılmış özdeş atom düşünelim. Kristal üzerine, rezonans dalgaboyuna sahip bir foton yollayarak bir atomun ışımasını sağlayalım. Çıkan iki foton, diğer iki atomun ışımasını sağlar; çıkan dört foton dört atom daha uyarır ve böylece, ışıyan atomların sayısı üstel olarak katlanır. Elde edilen eş zamanlı (senkronize), dolayısıyla yüksek genlikli elektromanyetik dalgaların, dalga çukurları ve dalga tepeleri birlikte ilerledikleri ışın demeti için dağılmaz. Buna lazer ışını diyoruz. (Laser: Light amplification by stimulated emission of radiation-Uyarılmış ışıma yoluyla ışık genliğinin yükseltimi) lazer uygulamalarındaki beceri, kuantum teorisinin kullanımında değil; atomların yüksek enerji düzeyine "pompalanması" ve orada uyarıma hazır biriktirilmeleri için gereken teknolojinin geliştirilmesindedir.

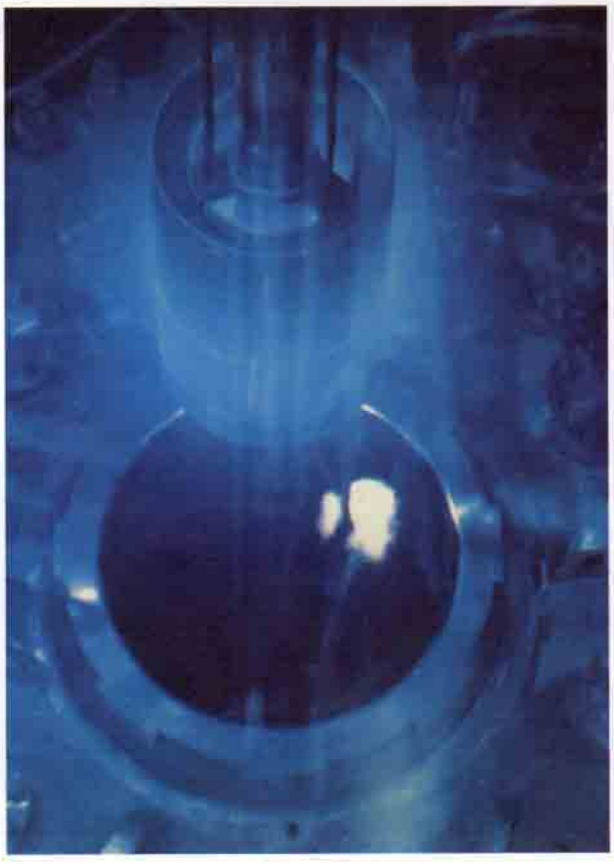
Bugün lazer teknolojisinin ticari önemi tartışılamaz. lazerlerin, iletişim ağlarında, yüzey ve mesafe ölçüm işlerinde; kredi kartlarını şifreleyen hologramların yapımında, süpermarket kasalarındaki barkod okuyucularında ve daha pekçok uygulamada yeri vardır. Tüm bunların kökü, Bohr'un kuantum teorisinde yaptığı ilk atılımda bulunmaktadır.

Fakat kuantum mekaniğinin günlük yaşamımızdaki en yaygın etkileri, kendini kuşkusuz katıhal fiziği uygulamalarında göstermektedir. Fiziğin bu dalı, bizlere transistörlü radyoları, Sony Walkman'i, dijital saatleri,elektronik hesap makinalarını, PC'leri, tam otomatik çamaşır makinalarını kazan-

dırdı. Katıhal fiziği, adı üstünde; fiziksel nitelikleri iletkenlerle yalıtkanlar arasında yeralan yarı-iletken katıların özelliklerini inceler. Yalıtkanlar, içindeki elektronlar sıkı sıkıya atomlarına bağlı kaldıkları için elektrik akımını iletemezler. İletkenlerde ise elektronların bir kısmı serbestçe malzeme içerisinde dolaşabilir.

Katılar içerisindeki elektronların enerji düzeylerini, kuantum mekaniğindeki dalga denklemini çözerek bulabiliriz. Elektronun enerjisi ne kadar fazlaysa, civarındaki artı elektrik yüklü çekirdeklerin çekiminden o kadar kolay kurtulabilir ve elektriği iletir. Schrödinger denklemi, belli bir katı içerisinde, elektronların atom çekirdeklerine ne kadar sıkı bağlanmış olduğunu belirler; iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkları açıklar. Ayrıca, yine dalga denklemi, bağlı enerji durumlarının tümü elektronlarca işgal edilmiş olan yarı-yalıtkan katılarda; bazı zayıf bağlı elektronların (birkaç elektron volt gibi) çok az enerji kazanımıyla nasıl daha yüksek bir enerji düzeyine sıçrayarak, malzeme içinde serbestçe dolaşabildiklerini açıklar. İletkenlerin aksine, böyle bir elektron geçişi, geride boş bir enerji düzeyi bırakacaktır. Malzemenin elektrik iletkenliği söz konusu edildiğinde, eksi yüklü bir elektronun geride bıraktığı deşik, tıpkı bir artı iletim yükü gibi davranır. Deşik, eksi yükler tarafından çekilir; çünkü bir noktada oluşan boşluğu hemen yanından gelerek dolduran elektron, geldiği düzeyde boşluk bırakacaktır. Böylece deşik, başlangıç noktasından elektronların hareket yönünün tersine giderek uzaklaşır. Yani bir artı yükün hareketini yapar. Yarı-iletken elektronik aygıtların tasarımını anlamak için, elektronların atomlar yakınında nasıl davrandıklarını tarif eden kuantum mekaniğinin kuralları mutlaka bilinmelidir. Mikroelektronik teknolojisine bağlı süperbilgisayar tasarımı da, böylece dolaylı da olsa kuantum mekaniğine bağlanmış oluyor.

Aynı biçimde, yaşamın sırlarının anlaşılması da kuantum mekaniğine bağlanabilir. 1953'de açıklığa kavuşan DNA'nın çifte sarmal yapısını artık biliyoruz. Gen mühendisliğine olanak tanıyan temel etken, organik moleküllerin özelliklerinin iyi anlaşılmasıdır. Bunun sadece kuantum fiziği bilgimizle mümkün olduğunu çok kişi takdir edemeyebilir. Bu kapsamda temel bir fizik teorisi olmasaydı, daha başlangıçta DNA gibi karmaşık organik moleküllerin yapısını gösteren X-ışını kırınım verilerini yorumlamak olanaksızlaşırdı. Genlerin nasıl yapıldığını anlamak için, önce atomların nasıl ve neden biraraya geldiklerini bilmek, hangi düzende, hangi mesafe aralıklarında, hangi bağ türüyle bağlandıklarını anlamak gerekir. Bu bilgi, kuantum fiziğinin kimya ve moleküler biyolojiye en büyük katkısı olmuştur. Çağdaş kimya, 1920'ler ve 1930'larda Bohr atom modeli ve Kopenhag yorumu üzerine dayanan çalışmalarla başlamıştır. Ayrıntılara girmeden, DNA çifte sarmalının iki sarmalını birarada tutan hidrojen bağlarının tamamen bir kuantum olayı olduğunu hatırlayalım; Kuantum fiziğini bilmeden iki sarmalın nasıl birarada durduğunu hiç bir zaman anlayamazdık.



Bir yüzyılı kapsayan tüm bu başarılar zincirine karşı, kuantum mekaniği kurallarının niçin geçerli olduğunu tam anladığımızı hala söyleyemiyoruz. Bugün bile kuantum teorisinin felsefi sorunları hararetli tartışmalara konu oluyor. Bunu bilim adamlarının başarılarına düşen bir gölge gibi düşünemeyiz. Aksine, tatmin edici bir felsefi temelin yokluğunda bile bilim adamlarının ulaştığı teknik yetkinlik doğru yolda olduklarının en güçlü kanıtıdır.

Kaynaklar
"Adventures in Lilliput", Time, Aralık 1991
Burnie, D.,Light,Eyewitness Science, cilt 4, The Science Museum, London, 1992
Cooper, C.,Matter,Eyewitness Science. cilt 2, The Science Museum, London, 1992
Pais, A., Inward Bound, Oxford University, 1986

Minyatür Deney Aletleri

15. yüzyılda denizcilik yöntemlerindeki gelişimin, okyanusların keşfini yelkenli gemilere açması gibi, yeni lazer aletleri de; bilinmezlerle dolu bir mikrodünyayı bilimsel keşiflere açmaktadırlar. Veri yağmurlarını ekranda görüntüye çeviren bilgisayarların desteğinde bu aletler, bilim adamlarına canlı hücreden tek tek atoma kadar her şeyi görmek ve hatta oynamak olanağını veriyor. Bu ilginç enstrümanlar arasında şunlar bulunuyor:

Femtosaniye lazerleri

Tıpkı mikroskobik bir dans pistinde yanıp sönen ışıklar gibi, bu aygıtlarla (Stroboskop) atomların ve moleküllerin titreşimleri, ışık çakmalarıyla dondurulabilmektedir. Böylece lazerler, sodyum atomunun diğer atomlarla birleşerek tuzları nasıl oluşturduğundan, fotosentez yoluyla bitkilerin güneş ışığını nasıl enerjiye dönüştürdüğüne kadar pek çok konuyu incelemekte kullanılıyorlar. 1991'de, California'da Lawrence Berkeley Laboratuvarlarındaki fizikçiler, gözümüzün görmesi için ilk adım olan bir kimyasal reaksiyonun resmini çekmeyi başardıklarını bildirdiler. Işığın gözün retina tabakasına çarpmasıyla başlayan bu reaksiyon, daha önce hiçbir şekilde doğrudan gözlenmemiştir. Çünkü reaksiyonun başlangıcı için geçen süre 200 femtosaniyedir. Bu müthiş hızı anlatmak için, saniyede 300.000 km yol alan ışığın 1 femtosaniyede saç telinin yüzde biri kadar gidebildiğini söylemek yetecektir.

Lazer Tuzakları

lazer ışığı demetleri ile bir grup atomu kavrayıp, bir yerden başka bir yere götürmek olasıdır. Ancak, oda sıcaklığında atomların hızı çok büyük olduğundan, önce onları yavaşlatabilmek şarttır. 1985'de AT&T Bell Laboratuvarlarında bir araştırma grubu tarafından geliştirilen "Optik bulamaç" tekniğinin keşfi, probleme bir çözüm getirdi. Işık kullanarak bir ortamın elektromanyetik sürükleniminin yeteri kadar yükseltilmesi atomları yavaşlatmaktadır. Atomlar, kinetik enerjilerinin neredeyse tümünü kaybedince mutlak sıfır sıcaklığına erişmiş olurlar. Bilimadamları, bu denli süper soğuk sıcaklıklarda, maddenin umulmadık ve ilginç niteliklerinin ortaya çıkacağına inanmaktadırlar. Gerçekten soğuk atomlar, zekice düşünülmüş değişik yollarla tutulabilir ve hareket ettirilebilir. Stanford Üniversitesi fizikçilerinden Steven Chu, paslanmaz çelikten bir kap içinde milyonlarca sodyum atomunun birarada hareketsiz kalmasını ve sonra tıpkı ışıklı fıskiyeler gibi serbest bırakılmasını sağlayan teknikler geliştirdi. Bu teknik yardımıyla bilimadamları bir atomun serbest düşmesini izleyebiliyor ve kütleçekim kuvvetini bugüne kadar görülmemiş bir duyarlıkta ölçebiliyorlar. Sodyum atomu fıskiyeleri, ayrıca sezyum atomu salınımlarının periyodunu görülmemiş duyarlıkta belirlemeye olanak tanımaktadır. Atom saatleri arasında sezyum atomu en duyarlı olanıdır.

Optik Cımbız

Bilim adamları, tek bir kızıl-ötesi lazer ışığı demeti ile DNA molekülünden bakterilere kadar herşeyi tutup oynatabiliyorlar. Örnek olarak, yüzen bir mikroorganizmayı tutup, mikroskop altında yüzgeçlerinin hareketini inceleyebiliyorlar. Optik cımbızla, hücreyi tahrip etmeden hücre çeperinin içine girip organelleri inceliyorlar. Bu teknoloji yardımıyla, vücut hareketini sağlayan kas proteinlerinden myosin molekülünün uyguladığı mekanik kuvvet ölçülebildi.

Taramalı Tünelleme Mikroskobu

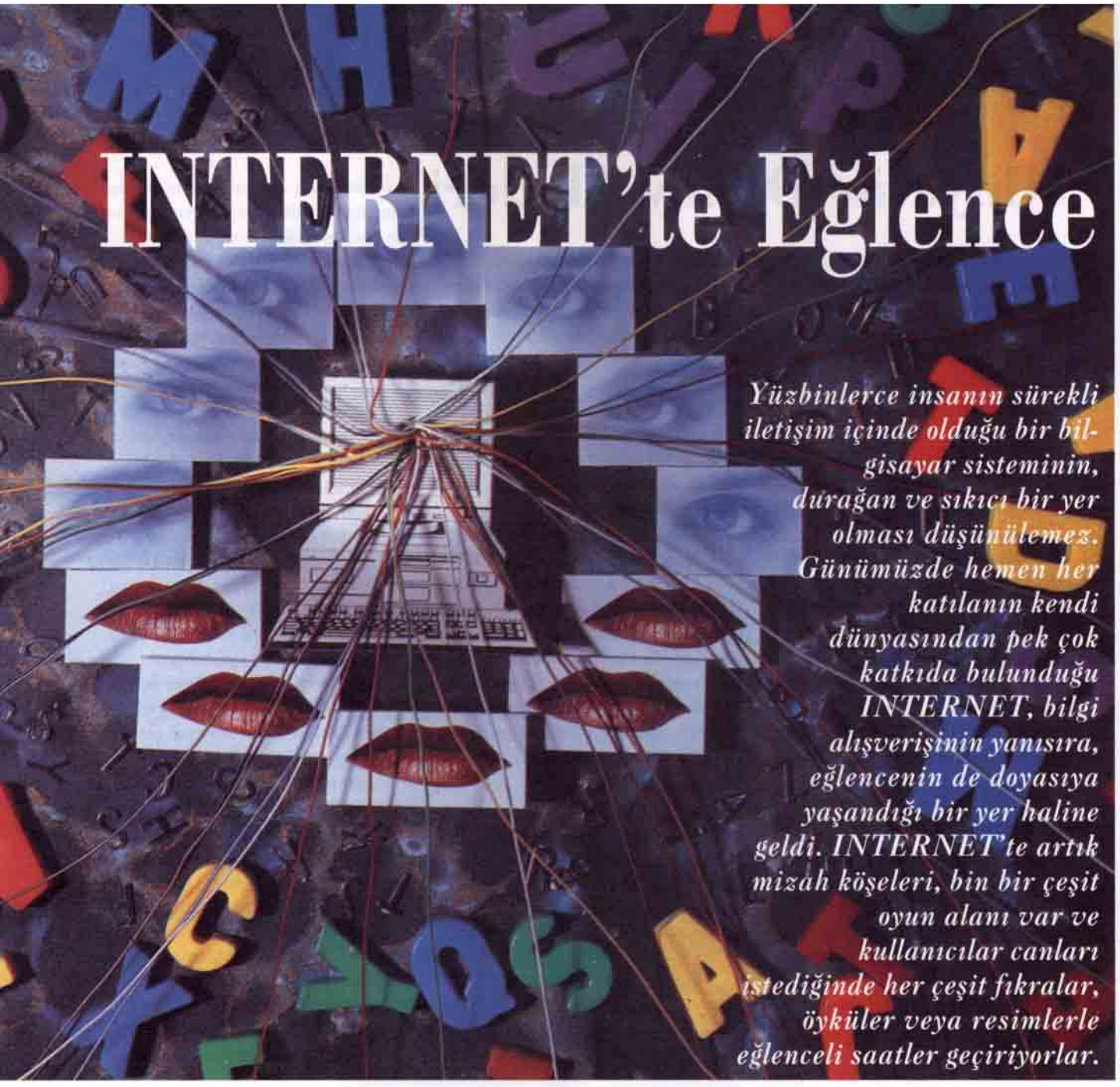
Bu olağanüstü aletler, birkaç atom boyutundaki ince metal uçlar yardımıyla yüzeyleri tarayabilmektedir. Metal uç ile yüzey arasındaki mesafe çok küçük ise; elektronlar, kuantum mekaniğindeki tünel olayı nedeniyle bu aralığı atlayabilirler. Elektron hareketinin yarattığı bu çok küçük elektrik akımı, yüzey atomlarını oynatmaya ve yüzey üzerinde bir noktadan başka noktaya kaydırmaya yeterlidir. Bu yöntemle IBM'nin Almaden Araştırma merkezindeki fizikçiler, yedi adet ksenon atomunu minyatür bir kap içine alıp atom düzeyinde kimyasal reaksiyon süreci gözlediler. Sonuçta, anahtar işlevini gören tek atomlu bir elektronik yapı geliştirebildiler. İlke olarak bu minyatür düzenek, ileride transistörlerin yerini alabilecektir. Şu ana kadar yapılanlardan bazıları, örneğin atomlarla yazı yazmak ya da resim yapmak, amaçsız bir oyun gibi görünseler bile, bunların ileride hayale sığmayacak kadar küçük aletler üzerine veri depolamak için kulanılacak teknikleri bugünden bizlere tanıttıkları inkar edilemez.

Atomik Kuvvet Mikroskopları

Taramalı tünelleme mikroskobunda olduğu gibi, bu aletlerin de birkaç atom boyutunda ve ince bir pikap iğnesinin işlevini gören bir ucu vardır. Bu uç yüzeye değerek, körler alfabesi okur gibi atomların haritası çıkarılır. Ucun yüzeye uyguladığı elektromanyetik kuvvet o kadar küçüktür ki, atomik kuvvet mikroskobuyla, canlı hücrelerin çeperleri de dahil olmak üzere pek çok değişik yüzey görüntülenebilir. Daha da ilginci, uygulanan kuvveti biraz artırarak bu ince ucu kesici bir alet gibi kullanmak ve hücrelerin çeperlerini, iç yapıyı bozmadan sıyırmak mümkün olmaktadır. Bilim adamları, atomik kuvvet mikroskoplarını; kanın pıhtılaşmasına yol açan biyokimyasal süreçleri incelemek, deniz kabuklarının atomik yapısını belirlemek, bir hücrenin diğer hücrelerle bağını kuran mini iletişim ağlarını bulmak için kullanmaktadırlar.

Bu yeni bilimsel aletlerin, pratikte muazzam bir geleceği olduğu kuşkusuzdur. Daha duyarlı bir atomik saatin bulunması, salt bilimsel merakı tatmin uğruna değildir. Eğer bu saatler iletişim uydularıyla yörüngeye oturtulursa, evrensel konumlama sistemi o denli gelişir ki, göz gözü görmez siste bile uçakları güvenle indirip kaldırmak mümkün olur. Taramalı tünelleme mikrokoplarının, yarı-iletken endüstrisinde minyatür elektronik cihazların yapımında kullanılacağı; optik cımbızlar yardımıyla doktorların herhangi bir hücre bozukluğunu onarabileceği; femtosaniye lazerleri ile kimyasal reaksiyonların kontrol edilip yönlendirileceği günler uzak değildir. Bilim adamları bugüne kadar, parçalarına ayırarak atom ve moleküllerin yapısını anlamağa çalıştılar; artık atomları ve molekülleri biraraya getirerek yeni ve yararlı şeylerin nasıl yapılacağını düşünmenin zamanı gelmiş görünüyor.

INTERNET'te Eğlence



Yüzbinlerce insanın sürekli iletişim içinde olduğu bir bilgisayar sisteminin, durağan ve sıkıcı bir yer olması düşünülemez. Günümüzde hemen her katılanın kendi dünyasından pek çok katkıda bulunduğu INTERNET, bilgi alışverişinin yanısıra, eğlencenin de doyasıya yaşandığı bir yer haline geldi. INTERNET'te artık mizah köşeleri, bin bir çeşit oyun alanı var ve kullanıcılar canları istediğinde her çeşit fıkralar, öyküler veya resimlerle eğlenceli saatler geçiriyorlar.

İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI yıllarında Pasifik'te savaşan bir Amerikan pilotu, Corsair uçağı için şöyle demişti: "Öylesine yetenekli ki eğer yemek yapmayı da bilseydi onunla evlenebilirdim!..." INTERNET'in olası kıldıkları öylesine çeşitlendi ve eğlenceli bir hale geldi ki; yemek yapamasa da günümüzde pek çok kişi, bilgisayarı ile nikahsız evlilik yaşıyor. Gecenin geç saatlerinde sürekli çalışan INTERNET'e bağlı sistemler, kullanıcılarına maç sonuçlarından, son bilimsel makalelere kadar hemen herşeyi aktararak Dünya'yı (ve hatta uzayı) evlerdeki monitörlere taşıyorlar. INTERNET ile tanışan ve sisteme alışan kullanıcılar, evden dışarıya çıktıklarında bile bilgisayarlarını programlayıp; dışarıda oldukları süre boyunca INTERNET'ten bilgi aktarımını sağlıyor ve eve geldiklerinde sabah gazetesini alan birinin heyecanı ile bilgisayardan son gelen metinleri okuyorlar.

INTERNET'in kullanım alanları arasında yakın zamanda en büyük gelişmeyi gösterenlerden biri de, eğlence alanına yönelik. Eğlence denince her çeşit insanı göz önüne almak gerekiyor. Kimisi, fıkra okumaktan, kimisi oyun oynamaktan zevk alıyor. Olaya bu açıdan bakıldığında, her çeşit insan için sayısız eğlence alanı olması gerekiyor. İşin güzel yanı da, INTERNET'te herkes için eğlenceli birşeyler olması...

INTERNET'in eğlenceye yönelik ilk alanı, kullanıcıların mesaj alıp verdikleri ALT.FUN alanlarıdır. Buralarda eğlenceli fıkralar veya şakalar anlatılmaktadır. INTERNET'e bağlanan kullanıcıların fıkra dağarcığı, bu alan sayesinde bir anda büyüyüverir.

Mesajlardaki Eğlence

INTERNET aracılığıyla mesaj alıp verenler, insanı gülmekten kırıp geçirecek bazı şeyler yazıyorlar. Herhangi bir konuda başlatılan tartışma, (eğer konu ilginçse) her gün yeni katılımcılarla büyüyor ve

ister istemez eğlenceli hale geliyor. Mesajlarda yazanları bir kenara bıraksak bile, mesaj konuları da bazen çok komik olabiliyor. Bir kıvılcımla alevlenen tartışma, yoldan çıkıp kavgaya dönüşebiliyor ve kimi zaman nazik bir şekilde başlayan yazışma düzeysiz bir kavgaya dönüşüyor. İşte bir kaç örnek tartışma konusu ve kısa alıntılar:

Uçan dairelerle ilgili bir yazışmanın son aşamaları:

Konu - Sen hala buralarda mısın?

Mesaj - Hayatımda pek çok boş kafalı adam tanıdım ama senin gibi birini unutmama imkan yok. UFO diye bir şey olamaz. Eğer uzaylılarla iletişime geçebiliyorsan, seni de gemilerine alıp götürsünler. Böylece sürekli mesaj yazmaktan da kurtulurum.

ABD'de Cumhuriyetçiler konulu politik bir tartışma:

Konu - Geldim, gördüm, kaçtım!

Mesaj - Sizinle tartışmaktan yoruldum. Tıpkı bozuk bir plak gibi hep aynı şeyleri tekrar ediyorsunuz. Bu durumda yapılabilecek tek şey kalıyor; tartışmayı kesmek!

Cevap olarak gelen mesaj

Konu - Re: Geldim, gördüm, kaçtım!

Mesaj - Kaçtın mı güzelim? Tabii kaçarsın biz kimleri kaçırtmadık bu sistemden. Ayrıca bozuk plak ne demek? Ben bozuk plaksam sen nesin?

Astronomi alanında Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızının Jupiter'e çarpışına ilişkin bir tartışma:

Konu - Nostradamus ve kuyrukluyıldız

Mesaj - Şu Jupiter'e çarpan kuyrukluyıldızı, kâhin Nostradamus kitabında yazmamışmıydı? Adamda amma sezgi gücü varmış!...

Cevap olarak gelen yazı

Konu - Re: Nostradamus

Mesaj - Evet Nostradamus bu olayı kitabında yazmıştı... Hatta bizim INTERNET'te onun bu sezgisini tartışacağımızı da yazmıştı...

Kimya konusundan bir alıntı:

Konu - Saçmalıyorsun

Mesaj - Ne demek ben yaptım oldu? Olayı senden başka gözlemleyen yoksa, yanlış yapıyorsun demektir. Git te test tüplerini yıka!

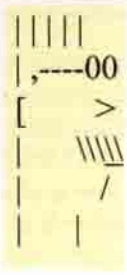
Mesaj konusunda bir diğer önemli nokta, mesajı tamamladıktan sonra burada yazan şeylerin, kişisel fikriniz olduğunu belirtmektir. Örnek olarak INTERNET adresi özel bir şirket olan kullanıcılar, bir konuda tartışmaya girdiklerinde yaptıkları tartışmanın kişisel olduğunu, çalıştıkları şirketle ilgisi olmadığını anlatmak ihtiyacını duyarlar. Bu amaçla mesajların altına "Tagline" denilen bir dipnot koymak yerinde olur. Günümüzde INTERNET'te öyle çok kişi mesaj alıp veriyor ki; dipnotlar tıpkı duvar yazıları gibi oldu. İşte bir kaç örnek:

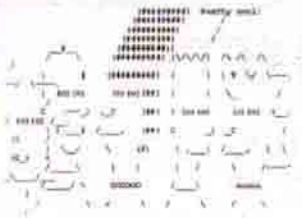
... Burada yazanlar benim kişisel fikirlerimdir ve çalıştığım şirketle veya işverenimle hiç bir ilgisi yoktur.

... Tünelin ucunda görülen ışık, üzerinize gelen trenin fan olabilir

... Olmak ya da olmamak? Geriye başka bir şey kaldı mı?

... Fikirlerinizi öğrenmek isterim; tabii eğer aynı fikirdeysek.





Mesaj gönderen bazı INTERNET kullanıcıları, mesajların sonuna, klavye üzerindeki karakterleri kullanarak resimler çiziyorlar.

Mesaj alanlarında seri bir halde yazı yazanlar, bir takım kısaltmalar kullanma gereksinimi duyarak, küçük semboller ürettiler. Böylelikle bilgisayar klavyesi üzerindeki bazı karakterlerle küçük ama sevimli kısaltmalar doğdu. Bu sembolleri anlayabilmek için, dergiyi sağa çevirerek bakın.

:-) Mutluluk
:-(Üzüntü
>:-) Hainee bir sevinç
<:-(Üzüntü, çaresizlik
:-)))))))))))))))) Kahkahalarla gülme
<:-O Şaşkınlık

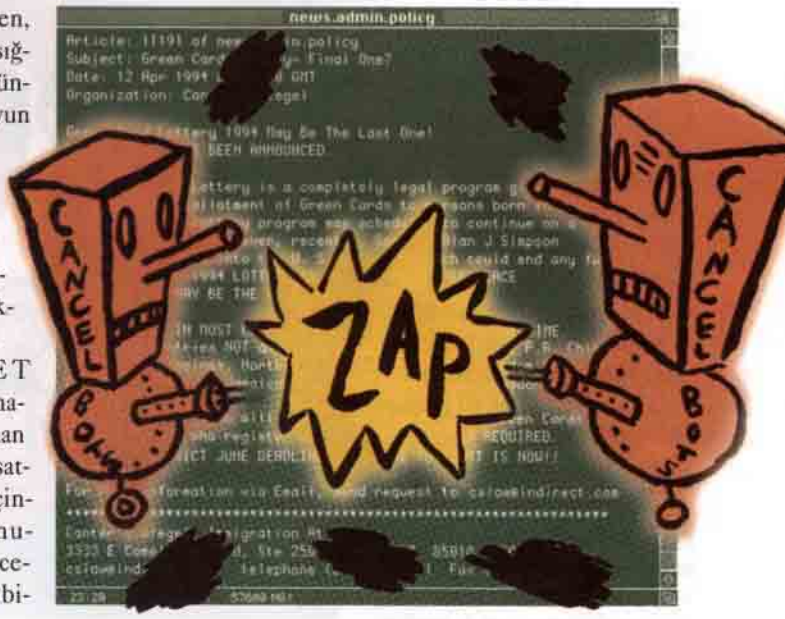
Bu kısaltmaların yanısıra, bazı kişiler de sembollerle ifade edilmeye başlandı

7:-) Ronald Reagan
@@@@@@@:) Marge Simpson
=):)= Abraham Lincoln
[8-] Frankeştayn
+-(:-) Papa Jean Paul
@;^[) Elvis Presley

INTERNET'te Oyun

Kullanıcılar için oyun oynamak, bir kere alışılınca vazgeçilemez bir tutku haline geliyor. INTERNET'teki birtakım oyunlar, Dünya çapında yüzlerce kişi tarafından aynı anda oynanıyor. Yalnızca oyun oynamak amacıyla bile olsa, INTERNET'e bağlanmak güzel. INTERNET oyunları, çok çeşitli. Kimi oyunlar, bir merkez tarafından yönetilerek abonelere mesaj gönderilmesine benzer bir sistemle çalışıyor. Gelen yeni mesajlara bakarak, oyununuza göre tarih öncesindeki yolculuğunuzun rotasını değiştiriyor veya ordularınızın konumunu düzenliyorsunuz. Bazı oyunlar, aylarca hatta yıllarca sürebilecek özellikte. Hamleyi yaptıktan sonra gelecek komutları beklerken, insanın içi içine sığmıyor; çünkü Dünya çapında bir oyun oynuyorsunuz ve Japonya'dan Almanya'ya tüm rakipleriniz veya ortaklarınız, yaptıklarınızı izliyorlar.

INTERNET yardımıyla oynanabilen ve en tanınan oyunlardan biri, satranç... Sistem içinde, satranç konusunda soruların cevaplandığı, kombi-



INTERNET'te Dinlenme

Mustafa Akgül
Bilkent Üniversitesi

INTERNET, ilk önce bilgisayar bilimcilerince araştırma amacıyla kullanılmaya başladı. Daha sonra ABD hükümetinin az sayıda ve değişik merkezlerdeki süper bilgisayarların ülkenin her köşesindeki yoğun hesap gereksinimi duyan araştırmacılarına kullanıma açma projesiyle ivme kazandı. Bugünlerde erişim ve kullanım araçlarının (web, gopher, wais, veronica, archie) gelişmesi ve yaygınlaşması ile INTERNET'i kullanmak, 'bilgisayar uzmanlarının' tekelinden çıkmış, bilgisayardan korkmayan her sade vatandaşın kullanabileceği bir düzeye gelmiştir.

Buna paralel olarak da INTERNET'i kullanımıda üniversite ve araştırma kurumlarının tekelinden çıkmış, ticari şirketler, uluslararası örgütler, merkezi hükümet örgütleri, yargı, liseler, sivil toplum örgütleri ağırlık kazanmıştır. Bağımsız ticari kuruluşlar kanalıyla insanların cuzi bir masrafla evlerinden ve küçük işletmelerden INTERNET'e bağlanmaları mümkün hale gelmiştir.

Bu gelişmelerin sonucunda INTERNET'te bir anlamda toplumun aynası olmaya başlamış; hem geniş toplum kesimlerinin ihtiyacını karşılamaya başlamış, hem de toplum içindeki sorun ve tartışmalar INTERNET'e yansımaya başlamıştır. Hızla gelişen teknoloji ortaya yeni sosyolojik, psikolojik ve yasal olgular, sorunlar ve kavramlar ortaya çıkarmaktadır. Ortaya çıkan tartışmalara ahlaki, felsefi, politik ve yasal boyutlar girmektedir.

INTERNET üzerinde elektronik listeler, news grupları isimleriyle bilinen tartışma ortamlarında bir alt kültür oluşmaktadır. Bu tartışmalar, bilimsel ve mesleki tartışmalardan, genel kültür, güncel sorunlar, ulusal ve uluslararası politika, dinlenme ve eğlenceye kadar çok geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu tartışmalarda oluşan espriler, kullanılan notasyon ve tartışma kültürünün bir izlenimini, bu yazıdan edinebilirsiniz. Bu tartışmalarda ölçüyü kaçırıp, 'profesyonel tartışmacılar'da zaman zaman ortaya çıkmaktadır.

rec (Rekreasyon, dinlenme) haber gurubunda, sports, music, humor (gülmece) ve games (oyun) alt gurublarını sayabiliriz. Gülmece konusunda çeşitli yerlerde arşivler var. Bunlardan biri de Bilkent arşivindeki 'Humor' dizini (directory).

INTERNET'te oyunlar hem bir eğlence ve dinlenme aracı, hem de yeni fikirlerin denendiği araçlar olarak, ilkokul çocuklarından, araştırmacılara kadar geniş bir yelpazeye hitap edebilmektedir. MUD (Multi User Dimension) adı altında bilinenler çok oyunculu, gerçek zamanda oynanan metin temelli oyunlar eğlence olmanın dışında, bazıları yapay zeka araştırmacıları için bir deney ortamıdır. MUD'ların bir eğitim aracı olarak kullanım olanakları araştırılmaya başlanmıştır.

Santranç, Çin satrancı, Go, Othello, briç ve tavla, INTERNET üzerinde telnet ile erişebileceğiniz oyunlar arasındadır. Bunun dışında bulmaca ve deyişler (quote) için sunucular (server) da vardır. Grafik yetenekleri nedeniyle Web üzerinde daha farklı oyunlar bulabilirsiniz. Ftp arşivlerinde pek çok oyun bulabilirsiniz. Elektronik posta ile oyun oynayabileceğiniz bazı oyunlarda vardır.

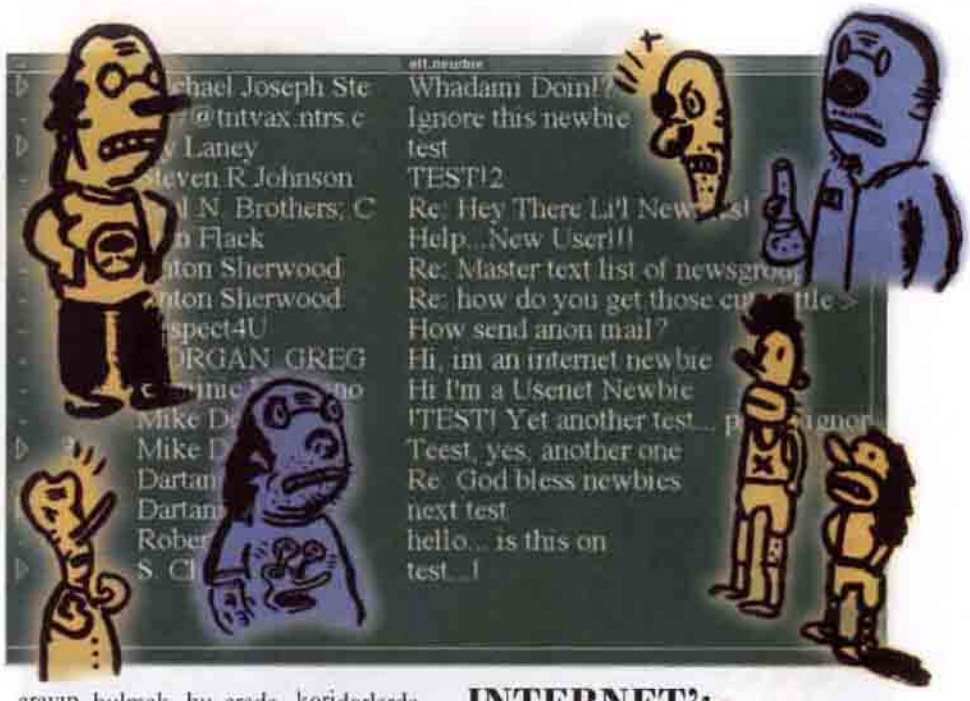
BBS'ler esas olarak bilgisayar meraklısı gençlerin yoğun olarak kurdukları ve kullandıkları sistemler arasındadır. Bunlar üzerinde bulunabilecek oyunlar tabii ki daha fazladır. Bazı BBS'lere INTERNET üzerinden erişmek mümkündür.

Resimlerin gif, jpg gibi formatlarda kolayca saklanabilmesi ve INTERNET üzerinden hızlıca taşınması ve ekranda gözükmesinin ortaya çıkarttığı bir sorun ise erotik resimlerdir. Doğa resimleri, müzelerdeki görüntülere ilaveten, moda dergilerindeki resimlerden, pornografiye yaklaşan resimler INTERNET üzerinde gözükmeye başladı. Burada ahlaki, idari, felsefi vb. sorular ortaya çıkmaktadır. Kişilerin kolayca INTERNET'e bağlanmaları ve kolayca INTERNET servisleri kurabilmeleri böyle bir trafiği tamamen denetlemeyi çok zor hatta imkansız hale getirmektedir. Kurumların elinde her zaman dolaylı denetim mekanizmaları vardır.

Problem, bir başka açıdan kaynakların amaçları dışında kullanım sorunudur. Kaynakların kıt olduğu durumlarda bu tartışmalar daha fazla önem kazanmaktadır. Çok üzerinde durulanlar: oyunlar, irc ve görsel malzemenin kullanıldığı kaynaklar olmaktadır. Bu sorunların kolay, herkesi tatmin edici çözümü gözükmemektedir. Dünya üzerinde şu andaki uygulama bu kullanım büyük boyutlara ulaşmadığı sürece bir miktar hoşgörü ile yaklaşım şeklindedir.

nasyonların tartışıldığı alanlar, INTERNET'in ilk gelişmeye başladığı yıllardan beri bulunuyor. Satranç oynama imkanı doğunca, bilgisayarla çalışmayı seven satranççılar için INTERNET, artık vazgeçilmez oluyor. Satranç meraklıları, telefonla bile satranç oynayabilirler; hatta otobüste giderken tahtaya bakmadan, taş ve hamleyi belirterek satranç oynayabilen meraklılar var. Böylesine zevk veren ve kafa çalıştıran bir oyunu, Dünya'nın başka ucundaki bir meraklıyla oynamak, harika bir duygu. Gereken durumlarda INTERNET'e bağlı bir ustaya soru sormak da mümkün. Şüphesiz biriyle oyun oynarken, başka bir ustaya danışmak, hiç de sportmence olmayan bir davranış!

INTERNET'e bağlı küçük yerel sistemlerde (LAN-Local Area Network-Yeral Alan Şebekesi) oynanabilen oyunlar da var. Bu oyunlarda, aynı anda üç arkadaş, üç ayrı uçağı alarak, bilgisayar tarafından belirlenen hedefi vurmak üzere yola çıkıyorlar. Yolda düşman uçaklarını vuruyor, kanat adamlarınızı koruyor ve takım ruhu içinde bombardımanı yapıp; mutlu bir şekilde üsse geri dönüyorsunuz. Bir diğer yerel sistem oyununda, Mars'ın uydularındaki bir üste, bir kaç arkadaş dolaşarak; yaratıkları yok etmeye çalışabiliyorsunuz. Yaratıkları yok etmek için işbirliği yapmak, zevkli bir şey; fakat bir de ölüm karşılaşması var ki saatler boyunca insanı bu dünyadan koparabilir. Üste rakibinizin (yandaki bilgisayarı kullananın yönettiği adamın) yerini

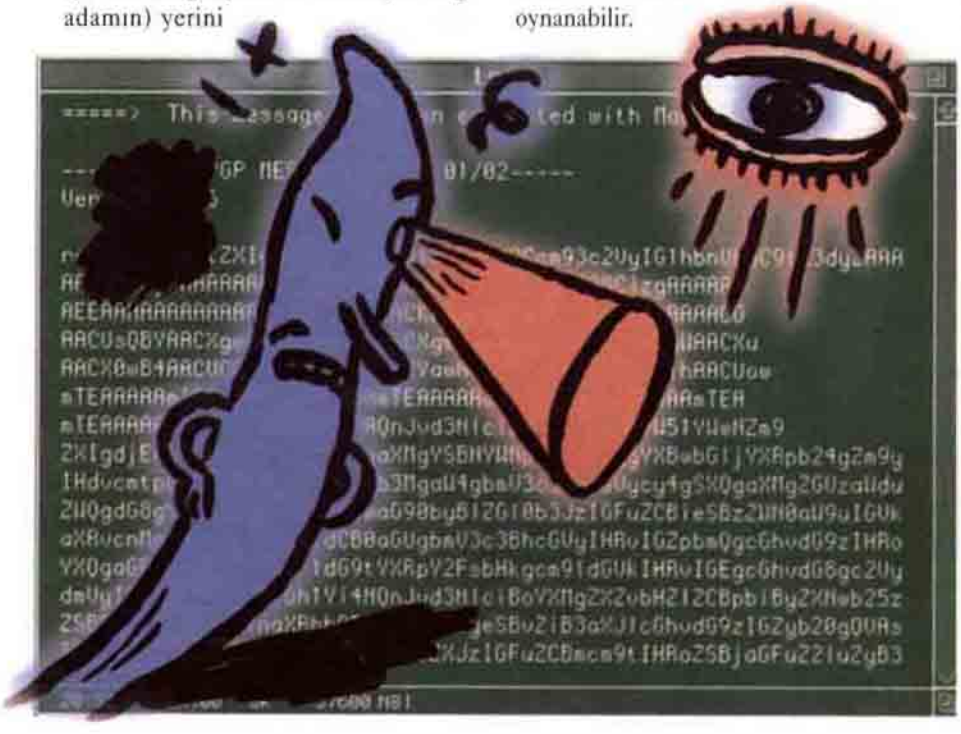


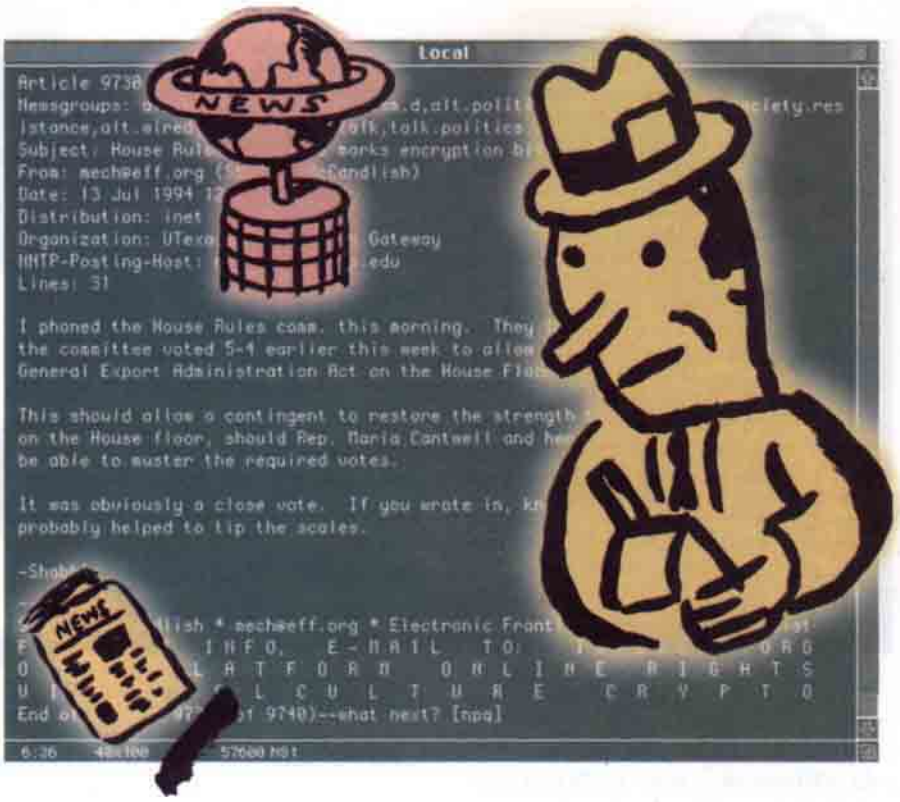
arayıp bulmak, bu arada koridorlarda, sağda solda karşınıza çıkacak rakipleri yoketmek zorundasınız. Benzer şekilde rakibiniz de, aynı güçlükler arasında sizi arıyor. Böyle bir oyun, saatlerce ara vermeden oynanabilir.

INTERNET oyunları, yalnızca sistem yönetiminde oynanan oyunlar değil. Kimi bilgisayar ağlarının genel kullanıma açık alanlarında sayısız oyun duruyor ve FTP (File Transfer Protocol-Dosya Nakil Protokol'u) yoluyla, evdeki bilgisayarınıza aktarılabiliyor. Kısacası INTERNET bağlantısı kurulduktan sonra, artık istenen oyun bulunup getirilebilir ve evde oynanabilir.

INTERNET'te Cinsellik

INTERNET'in en çok tartışılan yönlerinden biri, cinsel konularda tartışma veya görüntülerin olduğu alanlardır. Mesaj alanlarında kendileri hakkında birtakım bilgiler veren insanlar, kız arkadaş arayabiliyor; cinsel fantezilerini anlatmak isteyenler, bunu özgürce dile getirebiliyorlar. Cinsel konulardaki fantezi, mesaj veya anıların yazıldığı alanların okuyucu sayısı, hiç de az değil. Bu durumda INTERNET, cinsel konularda tartışmak veya ilginç şeyler okumak için oldukça cazip bir yer haline geliyor. İşin bu boyutu, çok fazla tepki çekmiyor. Asıl tepki çe-





ken kısım, sansürsüz bir şekilde sistemlere yüklenen resimler veya dijitize edilmiş filmlerden oluşuyor. Bugün bilgisayarları, tıpkı bir televizyon veya video gibi kullanmak olası. INTERNET'teki herhangi bir adresten getirilen yazı, resim veya filmleri, dergi okur gibi okumak veya televizyon gibi seyretmek mümkün. Durum böyle olunca, INTERNET'in ciddi anlamda tepkilere hedef olan bir yanı ortaya çıkıyor.

Özellikle fanatik Hristiyanlar, cinsel olayların konu edildiği resim ve filmlerin INTERNET aracılığıyla Dünya'ya dağıtılmasına karşı çıkıyor ve büyük günahların işlenmekte olduğunu söylüyorlar. Benzer şekilde feminist INTERNET kullanıcıları, pornografiye şiddetle karşı çıkıyorlar. Böylesine yoğun bir tepki olduğu halde INTERNET'teki trafik azalmıyor.

Çalışırken Karşılaşılan Şakalar

Bazen muzip INTERNET kullanıcıları, başka kişilere küçük şakalar yapabiliyorlar. Örneğin ücret ödenmesinin söz konusu olmadığı bir yere bağlanıp; evdeki bilgisayara biraz oyun çektiğinizde, bir mesajla karşılaşmanız olası. Çekilen oyunların parasının ödenmesi gerektiğini belirten mektup, bir anda insanın başından aşağı kaynar sular dökülmesine neden oluyor. Veya bir anda tanımadığınız birinden komik mesajlar gelmeye başlıyor. INTERNET'te yaptığınız her hareketi izlediğini söyleyen kişi, bir süre kullanıcıyı iyice işletebiliyor.

Kimi zaman ani bir iş teklifi geliveriyor:

Konu: İş teklifi

Mesaj: Sayın xxx, sizin çalışmalarınızı uzun süredir takdirle izliyoruz. Bell elektronik şirketinin, sizin gibi INTERNET'i tanıyan ve iyi kullanan kişilere ihtiyacı vardır. Bu konuda olumlu cevabınızı bekliyoruz. Saygılar.

Bu teklifi alan kullanıcı, işin bir şaka olduğunu anlayana kadar, şakayı yapanlar, bir süre eğlenebiliyorlar. Ancak sistemi iyi kullanan biriyle uğraşmak; gerçekten tehlikeli. Çünkü yukarıdaki şakaya karşı şöyle bir cevap gelebilir:

Konu: Sistem kullanımı

Mesaj: Sayın kullanıcı, bilgisayar ağını lüzumsuz yere işgal ettiğiniz saptanmıştır. Bu nedenle sisteme giriş izniniz iptal edilmiş; giriş kodlarınız geçersiz kılınmıştır. Başka bir isimle tekrar bağlanmaya kalkmanız durumunda, hakkınızda kanuni işlem yapılacaktır.

Aslında yukarıdaki mesaj, ilk şakaya karşılık vermek için yazılan yeni bir şakadan başka bir şey değildir.

Bunlara ek olarak hazırlanan grafik şakalar da var. Grafik tabanlı programları çalıştıranlar, ekrandaki pencereleri kapattıklarında, bir anda ekranda bir çok hamamböceği beliriyor. Tıpkı üzerlerindeki örtü kalkmış gibi böcekler sağa sola kaçışıp, ekrandaki başka pencerelerin altına saklanıyorlar.

Görüldüğü gibi INTERNET'te çalışmak, çok eğlenceli. Yalnızca kullanımı kolaylaştırmak için yapılan şakaları bir yana bırakırsak; tek amacınız eğlenmek olsa bile, INTERNET harika bir yer. Dünya'nın her yerine dağılmış binlerce bilgisayar ağının ortak üretimi olan oyunlar, fıkralar veya diğer eğlenceler kullanıcıları her gün sisteme daha çok bağlıyorlar. INTERNET'le çalışmak gerçekten zevkli ve her geçen gün daha eğlenceli hale geliyor. Bir dipnotla (tagline) bitirelim...

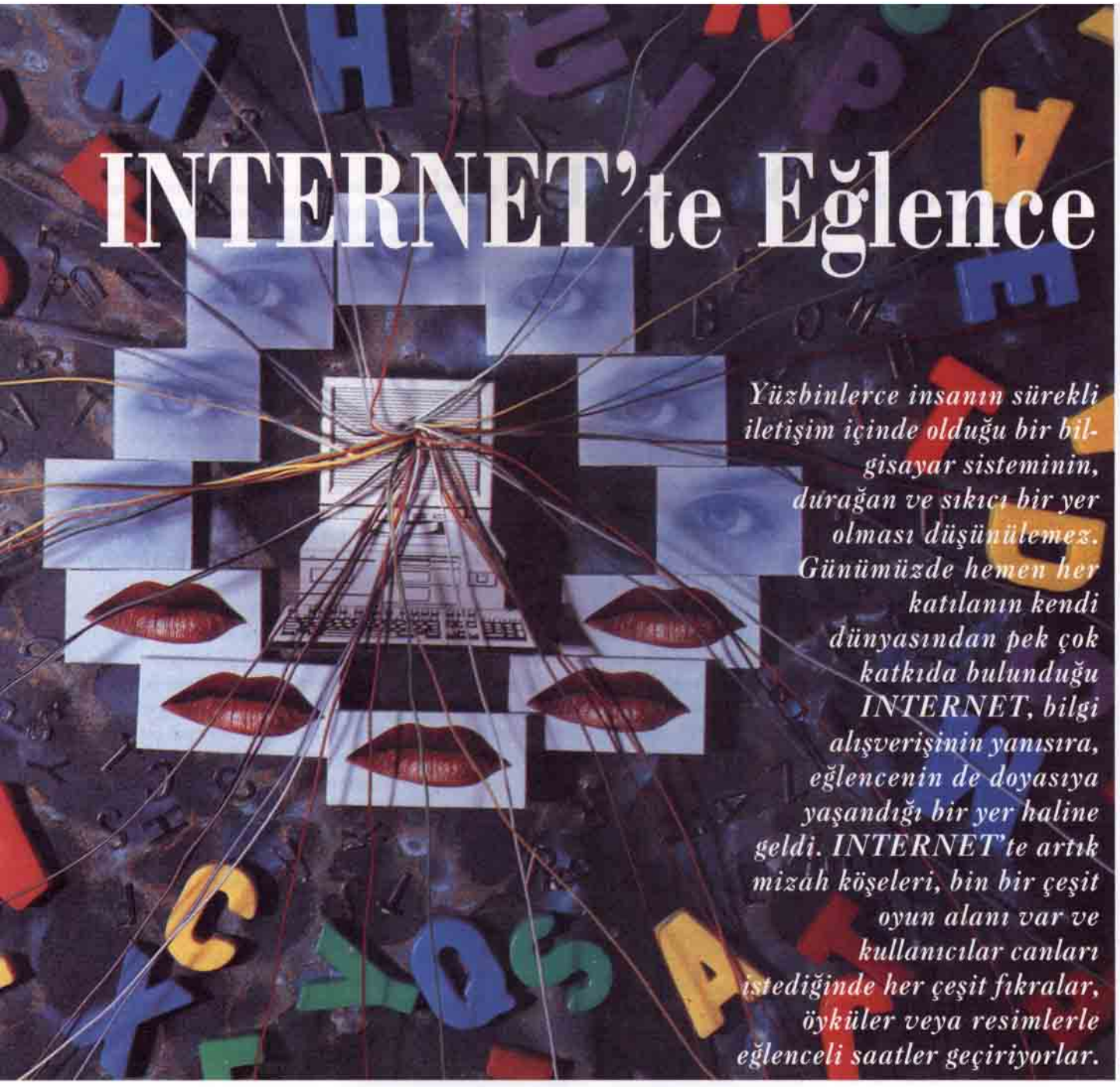
... Herşey INTERNET'i yaratan ve büyüten zeki insanların çabalarıyla olmaktadır. >:-D

Alper Ateş

Kaynaklar

• Yanoff's INTERNET Resources Guide
http://www.bilkent.edu.tr/inet.services.html
• Bilkent Arşivi 'Humor' dizini ftp://ftp.bilkent.edu.tr/pub/Humor/
• gopher://gopher.tc.umn.edu/11/fun/
•news:rec.games, rec.humor, alt.fun, alt.rec, alt.humor,a alt.mud, alt.irc
• Odd de Presno. The Online World, (Bilkent: online 14.zip, online 14.txt)
GAMES/FUN/CHAT
ADVANCED SQUAD LEADER
The "World at War" wargame series.
+ ASL by Avalon Hill
BACKGAMMON SERVERS
Play Backgammon! (login: guest)
+ telnet fragge 165. mdstud. chalmers. se 4321
BRIDGE SERVER
+ telnet 140.117.11.33 (Login/Password: okbridge)
BOLO TRACKER
Location of current bolo games... the networked tank game.
+ telnet gwis.circ.gwu.edu 1234
CHAT SERVERS - INTERNET RELAY CHAT (IRC) AND INTERNET CITIZENS BAND (ICB)
INTERNET Relay Chat via telnet. (login: irc).
+ The ICB Home Page.
+ The INTERNET Relay Chat Gallery
+ telnet ircd.demon.co.uk 6666 [158.152.1.65 6666]
+ telnet sci.dixie.edu 6677 [144.38.16.2 6668]
+ telnet irc.tuzvo.sk 6668 [192.108.157.3 6668]
CHAT SERVICES
Tele-Chat online chat service.
+DS-9: telnet 128.8.11.201 3000
+ telnet 128.250.20.3 4000
+ CyberEden: telnet 128.8.11.201 5000
+ Club House: telnet 137.140.5.1 5000
+ Multiple Worlds: telnet marvin.df.lth.se 5000
+ Hatfield Plaza: telnet m20.herts.ac.uk 5050
CHESS SERVER
Play/watch real-time chess with human opponents. Type help for help.
+ telnet raefael.metiu.ucsb.edu 5000
+ telnet ics.uoknor.edu 5000
CHINESE CHESS
+ telnet coolidge.harvard.edu 5555
+ telnet hippolytos.ud.chalmers.se 5555
COMICS ON THE WEB
Dilbert, Calvin and Hobbes, to name a few.
+ Comics
COOKIE SERVER
Funny quote or saying everytime you telnet there.
+ telnet astro.temple.edu 12345
+ Star Trek Quotes: telnet 149.132.2.11 10250
CROSSWORD/SCRABBLE SERVER
+ telnet next7.cas.muohio.edu 8888
FINGERS FOR FUN
+ BSY's List of INTERNET-Accessible Coke Machines
+ finger cyndiw@magnus1.com for Weekly Trivia.
FUN AND GAMES ON THE WEB
+ Battleships
+ Choose your own Adventure (MIT)
+ Choose your own Adventure (Purdue)
+ Choose your own Dog Adventure
+ Computer Graphics
+ Confession Booth
+ Guess the Animal game
+ Guess the Disease game
+ Hangman
+ Hot Virtual Reality Sites
+ Hunt the Wumpus
+ Interactive WWW Games
+ Lite-Brite
+ Madlibs
+ Peg Game
+ Tarot Card Readings
+ TIC TAC TOE
+ The Trojan Room Coffee Machine
+ What's Hot and Cool on the Web
GAME SERVER
Choose from a multitude of online games. (Login: GAMES)
+ telnet henx1.tat.physik.uni-tuebingen.de
GAMES BY MAIL
+ Play-By-Mail
GO SERVER
Join others and play a game of GO. (Login/Password: choose your own)
+ Ken's Go Page
+ telnet hellspark.wharton.upenn.edu 6969OTHELLO/REVERSI
+ telnet faut.uni-paderborn.de 5000

INTERNET'te Eğlence



Yüzbinlerce insanın sürekli iletişim içinde olduğu bir bilgisayar sisteminin, durağan ve sıkıcı bir yer olması düşünülemez. Günümüzde hemen her katılanın kendi dünyasından pek çok katkıda bulunduğu INTERNET, bilgi alışverişinin yanısıra, eğlencenin de doyasıya yaşandığı bir yer haline geldi. INTERNET'te artık mizah köşeleri, bin bir çeşit oyun alanı var ve kullanıcılar canları istediğinde her çeşit fıkralar, öyküler veya resimlerle eğlenceli saatler geçiriyorlar.

İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI yıllarında Pasifik'te savaşan bir Amerikan pilotu, Corsair uçağı için şöyle demişti: "Öylesine yetenekli ki eğer yemek yapmayı da bilseydi onunla evlenebilirdim!..." INTERNET'in olası kıldıkları öylesine çeşitlendi ve eğlenceli bir hale geldi ki; yemek yapamasa da günümüzde pek çok kişi, bilgisayarı ile nikahsız evlilik yaşıyor. Gecenin geç saatlerinde sürekli çalışan INTERNET'e bağlı sistemler, kullanıcılarına maç sonuçlarından, son bilimsel makalelere kadar hemen herşeyi aktararak Dünya'yı (ve hatta uzayı) evlerdeki monitörlere taşıyorlar. INTERNET ile tanışan ve sisteme alışan kullanıcılar, evden dışarıya çıktıklarında bile bilgisayarlarını programlayıp; dışarıda oldukları süre boyunca INTERNET'ten bilgi aktarımını sağlıyor ve eve geldiklerinde sabah gazetesini alan birinin heyecanı ile bilgisayardan son gelen metinleri okuyorlar.

INTERNET'in kullanım alanları arasında yakın zamanda en büyük gelişmeyi gösterenlerden biri de, eğlence alanına yönelik. Eğlence denince her çeşit insanı göz önüne almak gerekiyor. Kimisi, fıkra okumaktan, kimisi oyun oynamaktan zevk alıyor. Olaya bu açıdan bakıldığında, her çeşit insan için sayısız eğlence alanı olması gerekiyor. İşin güzel yanı da, INTERNET'te herkes için eğlenceli birşeyler olması...

INTERNET'in eğlenceye yönelik ilk alanı, kullanıcıların mesaj alıp verdikleri ALT.FUN alanlarıdır. Buralarda eğlenceli fıkralar veya şakalar anlatılmaktadır. INTERNET'e bağlanan kullanıcıların fıkra dağarcığı, bu alan sayesinde bir anda büyüyüverir.

Mesajlardaki Eğlence

INTERNET aracılığıyla mesaj alıp verenler, insanı gülmekten kırıp geçirecek bazı şeyler yazıyorlar. Herhangi bir konuda başlatılan tartışma, (eğer konu ilginçse) her gün yeni katılımcılarla büyüyor ve

ister istemez eğlenceli hale geliyor. Mesajlarda yazanları bir kenara bıraksak bile, mesaj konuları da bazen çok komik olabiliyor. Bir kıvılcımla alevlenen tartışma, yoldan çıkıp kavgaya dönüşebiliyor ve kimi zaman nazik bir şekilde başlayan yazışma düzeysiz bir kavgaya dönüşüyor. İşte bir kaç örnek tartışma konusu ve kısa alıntılar:

Uçan dairelerle ilgili bir yazışmanın son aşamaları:

Konu - Sen hala buralarda mısın?

Mesaj - Hayatımda pek çok boş kafalı adam tanıdım ama senin gibi birini unutmama imkan yok. UFO diye bir şey olamaz. Eğer uzaylılarla iletişime geçebiliyorsan, seni de gemilerine alıp götürsünler. Böylece sürekli mesaj yazmaktan da kurtulurum.

ABD'de Cumhuriyetçiler konulu politik bir tartışma:

Konu - Geldim, gördüm, kaçtım!

Mesaj - Sizinle tartışmaktan yoruldum. Tıpkı bozuk bir plak gibi hep aynı şeyleri tekrar ediyorsunuz. Bu durumda yapılabilecek tek şey kalıyor; tartışmayı kesmek!

Cevap olarak gelen mesaj

Konu - Re: Geldim, gördüm, kaçtım!

Mesaj - Kaçtın mı güzelim? Tabii kaçarsın biz kimleri kaçırtmadık bu sistemden. Ayrıca bozuk plak ne demek? Ben bozuk plaksam sen nesin?

Astronomi alanında Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızının Jupiter'e çarpışına ilişkin bir tartışma:

Konu - Nostradamus ve kuyrukluyıldız

Mesaj - Şu Jupiter'e çarpan kuyrukluyıldızı, kâhin Nostradamus kitabında yazmamışmıydı? Adamda amma sezgi gücü varmış!...

Cevap olarak gelen yazı

Konu - Re: Nostradamus

Mesaj - Evet Nostradamus bu olayı kitabında yazmıştı... Hatta bizim INTERNET'te onun bu sezgisini tartışacağımızı da yazmıştı...

Kimya konusundan bir alıntı:

Konu - Saçmalıyorsun

Mesaj - Ne demek ben yaptım oldu? Olayı senden başka gözlemleyen yoksa, yanlış yapıyorsun demektir. Git te test tüplerini yıka!

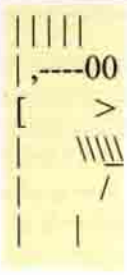
Mesaj konusunda bir diğer önemli nokta, mesajı tamamladıktan sonra burada yazan şeylerin, kişisel fikriniz olduğunu belirtmektir. Örnek olarak INTERNET adresi özel bir şirket olan kullanıcılar, bir konuda tartışmaya girdiklerinde yaptıkları tartışmanın kişisel olduğunu, çalıştıkları şirketle ilgisi olmadığını anlatmak ihtiyacını duyarlar. Bu amaçla mesajların altına "Tagline" denilen bir dipnot koymak yerinde olur. Günümüzde INTERNET'te öyle çok kişi mesaj alıp veriyor ki; dipnotlar tıpkı duvar yazıları gibi oldu. İşte bir kaç örnek:

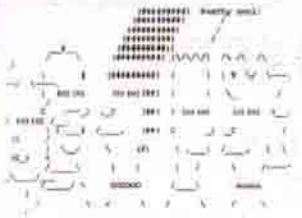
... Burada yazanlar benim kişisel fikirlerimdir ve çalıştığım şirketle veya işverenimle hiç bir ilgisi yoktur.

... Tünelin ucunda görülen ışık, üzerinize gelen trenin fan olabilir

... Olmak ya da olmamak? Geriye başka bir şey kaldı mı?

... Fikirlerinizi öğrenmek isterim; tabii eğer aynı fikirdeysek.





Mesaj gönderen bazı INTERNET kullanıcıları, mesajların sonuna, klavye üzerindeki karakterleri kullanarak resimler çiziyorlar.

Mesaj alanlarında seri bir halde yazı yazanlar, bir takım kısaltmalar kullanma gereksinimi duyarak, küçük semboller ürettiler. Böylelikle bilgisayar klavyesi üzerindeki bazı karakterlerle küçük ama sevimli kısaltmalar doğdu. Bu sembolleri anlayabilmek için, dergiyi sağa çevirerek bakın.

:-) Mutluluk
:-(Üzüntü
>:-) Hainee bir sevinç
<:-(Üzüntü, çaresizlik
:-)))))))))))))))) Kahkahalarla gülme
<:-O Şaşkınlık

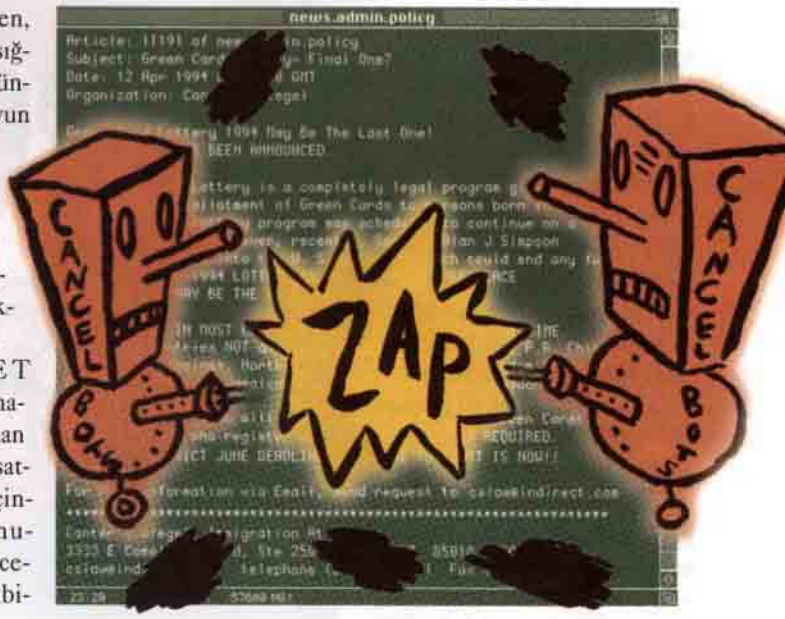
Bu kısaltmaların yanısıra, bazı kişiler de sembollerle ifade edilmeye başlandı

7:-) Ronald Reagan
@@@@@@@:) Marge Simpson
=):)= Abraham Lincoln
[8-] Frankeştayn
+-(:-) Papa Jean Paul
@;^[) Elvis Presley

INTERNET'te Oyun

Kullanıcılar için oyun oynamak, bir kere alışılınca vazgeçilemez bir tutku haline geliyor. INTERNET'teki birtakım oyunlar, Dünya çapında yüzlerce kişi tarafından aynı anda oynanıyor. Yalnızca oyun oynamak amacıyla bile olsa, INTERNET'e bağlanmak güzel. INTERNET oyunları, çok çeşitli. Kimi oyunlar, bir merkez tarafından yönetilerek abonelere mesaj gönderilmesine benzer bir sistemle çalışıyor. Gelen yeni mesajlara bakarak, oyununuza göre tarih öncesindeki yolculuğunuzun rotasını değiştiriyor veya ordularınızın konumunu düzenliyorsunuz. Bazı oyunlar, aylarca hatta yıllarca sürebilecek özellikte. Hamleyi yaptıktan sonra gelecek komutları beklerken, insanın içi içine sığmıyor; çünkü Dünya çapında bir oyun oynuyorsunuz ve Japonya'dan Almanya'ya tüm rakipleriniz veya ortaklarınız, yaptıklarınızı izliyorlar.

INTERNET yardımıyla oynanabilen ve en tanınan oyunlardan biri, satranç... Sistem içinde, satranç konusunda soruların cevaplandığı, kombi-



INTERNET'te Dinlenme

Mustafa Akgül
Bilkent Üniversitesi

INTERNET, ilk önce bilgisayar bilimcilerince araştırma amacıyla kullanılmaya başladı. Daha sonra ABD hükümetinin az sayıda ve değişik merkezlerdeki süper bilgisayarların ülkenin her köşesindeki yoğun hesap gereksinimi duyan araştırmacılarına kullanıma açma projesiyle ivme kazandı. Bugünlerde erişim ve kullanım araçlarının (web, gopher, wais, veronica, archie) gelişmesi ve yaygınlaşması ile INTERNET'i kullanmak, 'bilgisayar uzmanlarının' tekelinden çıkmış, bilgisayardan korkmayan her sade vatandaşın kullanabileceği bir düzeye gelmiştir.

Buna paralel olarak da INTERNET'i kullanımıda üniversite ve araştırma kurumlarının tekelinden çıkmış, ticari şirketler, uluslararası örgütler, merkezi hükümet örgütleri, yargı, liseler, sivil toplum örgütleri ağırlık kazanmıştır. Bağımsız ticari kuruluşlar kanalıyla insanların cuzi bir masrafla evlerinden ve küçük işletmelerden INTERNET'e bağlanmaları mümkün hale gelmiştir.

Bu gelişmelerin sonucunda INTERNET'te bir anlamda toplumun aynası olmaya başlamış; hem geniş toplum kesimlerinin ihtiyacını karşılamaya başlamış, hem de toplum içindeki sorun ve tartışmalar INTERNET'e yansımaya başlamıştır. Hızla gelişen teknoloji ortaya yeni sosyolojik, psikolojik ve yasal olgular, sorunlar ve kavramlar ortaya çıkarmaktadır. Ortaya çıkan tartışmalara ahlaki, felsefi, politik ve yasal boyutlar girmektedir.

INTERNET üzerinde elektronik listeler, news grupları isimleriyle bilinen tartışma ortamlarında bir alt kültür oluşmaktadır. Bu tartışmalar, bilimsel ve mesleki tartışmalardan, genel kültür, güncel sorunlar, ulusal ve uluslararası politika, dinlenme ve eğlenceye kadar çok geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu tartışmalarda oluşan espriler, kullanılan notasyon ve tartışma kültürünün bir izlenimini, bu yazıdan edinebilirsiniz. Bu tartışmalarda ölçüyü kaçırıp, 'profesyonel tartışmacılar'da zaman zaman ortaya çıkmaktadır.

rec (Rekreasyon, dinlenme) haber gurubunda, sports, music, humor (gülmece) ve games (oyun) alt gurublarını sayabiliriz. Gülmece konusunda çeşitli yerlerde arşivler var. Bunlardan biri de Bilkent arşivindeki 'Humor' dizini (directory).

INTERNET'te oyunlar hem bir eğlence ve dinlenme aracı, hem de yeni fikirlerin denendiği araçlar olarak, ilkokul çocuklarından, araştırmacılara kadar geniş bir yelpazeye hitap edebilmektedir. MUD (Multi User Dimension) adı altında bilinenler çok oyunculu, gerçek zamanda oynanan metin temelli oyunlar eğlence olmanın dışında, bazıları yapay zeka araştırmacıları için bir deney ortamıdır. MUD'ların bir eğitim aracı olarak kullanım olanakları araştırılmaya başlanmıştır.

Santranç, Çin satrancı, Go, Othello, briç ve tavla, INTERNET üzerinde telnet ile erişebileceğiniz oyunlar arasındadır. Bunun dışında bulmaca ve deyişler (quote) için sunucular (server) da vardır. Grafik yetenekleri nedeniyle Web üzerinde daha farklı oyunlar bulabilirsiniz. Ftp arşivlerinde pek çok oyun bulabilirsiniz. Elektronik posta ile oyun oynayabileceğiniz bazı oyunlarda vardır.

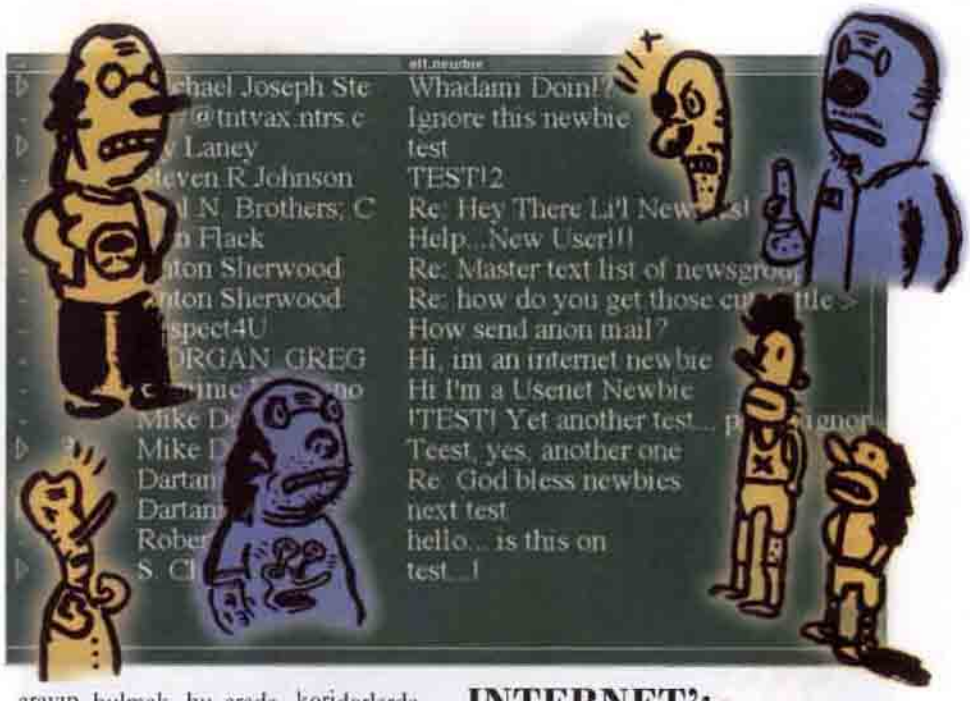
BBS'ler esas olarak bilgisayar meraklısı gençlerin yoğun olarak kurdukları ve kullandıkları sistemler arasındadır. Bunlar üzerinde bulunabilecek oyunlar tabii ki daha fazladır. Bazı BBS'lere INTERNET üzerinden erişmek mümkündür.

Resimlerin gif, jpg gibi formatlarda kolayca saklanabilmesi ve INTERNET üzerinden hızlıca taşınması ve ekranda gözükmesinin ortaya çıkarttığı bir sorun ise erotik resimlerdir. Doğa resimleri, müzelerdeki görüntülere ilaveten, moda dergilerindeki resimlerden, pornografiye yaklaşan resimler INTERNET üzerinde gözükmeye başladı. Burada ahlaki, idari, felsefi vb. sorular ortaya çıkmaktadır. Kişilerin kolayca INTERNET'e bağlanmaları ve kolayca INTERNET servisleri kurabilmeleri böyle bir trafiği tamamen denetlemeyi çok zor hatta imkansız hale getirmektedir. Kurumların elinde her zaman dolaylı denetim mekanizmaları vardır.

Problem, bir başka açıdan kaynakların amaçları dışında kullanım sorunudur. Kaynakların kıt olduğu durumlarda bu tartışmalar daha fazla önem kazanmaktadır. Çok üzerinde durulanlar: oyunlar, irc ve görsel malzemenin kullanıldığı kaynaklar olmaktadır. Bu sorunların kolay, herkesi tatmin edici çözümü gözükmemektedir. Dünya üzerinde şu andaki uygulama bu kullanım büyük boyutlara ulaşmadığı sürece bir miktar hoşgörü ile yaklaşım şeklindedir.

nasyonların tartışıldığı alanlar, INTERNET'in ilk gelişmeye başladığı yıllardan beri bulunuyor. Satranç oynama imkanı doğunca, bilgisayarla çalışmayı seven satranççılar için INTERNET, artık vazgeçilmez oluyor. Satranç meraklıları, telefonla bile satranç oynayabilirler; hatta otobüste giderken tahtaya bakmadan, taş ve hamleyi belirterek satranç oynayabilen meraklılar var. Böylesine zevk veren ve kafa çalıştıran bir oyunu, Dünya'nın başka ucundaki bir meraklıyla oynamak, harika bir duygu. Gereken durumlarda INTERNET'e bağlı bir ustaya soru sormak da mümkün. Şüphesiz biriyle oyun oynarken, başka bir ustaya danışmak, hiç de sportmence olmayan bir davranış!

INTERNET'e bağlı küçük yerel sistemlerde (LAN-Local Area Network-Yeral Alan Şebekesi) oynanabilen oyunlar da var. Bu oyunlarda, aynı anda üç arkadaş, üç ayrı uçağı alarak, bilgisayar tarafından belirlenen hedefi vurmak üzere yola çıkıyorlar. Yolda düşman uçaklarını vuruyor, kanat adamlarınızı koruyor ve takım ruhu içinde bombardımanı yapıp; mutlu bir şekilde üsse geri dönüyorsunuz. Bir diğer yerel sistem oyununda, Mars'ın uydularındaki bir üste, bir kaç arkadaş dolaşarak; yaratıkları yok etmeye çalışabiliyorsunuz. Yaratıkları yok etmek için işbirliği yapmak, zevkli bir şey; fakat bir de ölüm karşılaşması var ki saatler boyunca insanı bu dünyadan koparabilir. Üste rakibinizin (yandaki bilgisayarı kullananın yönettiği adamın) yerini

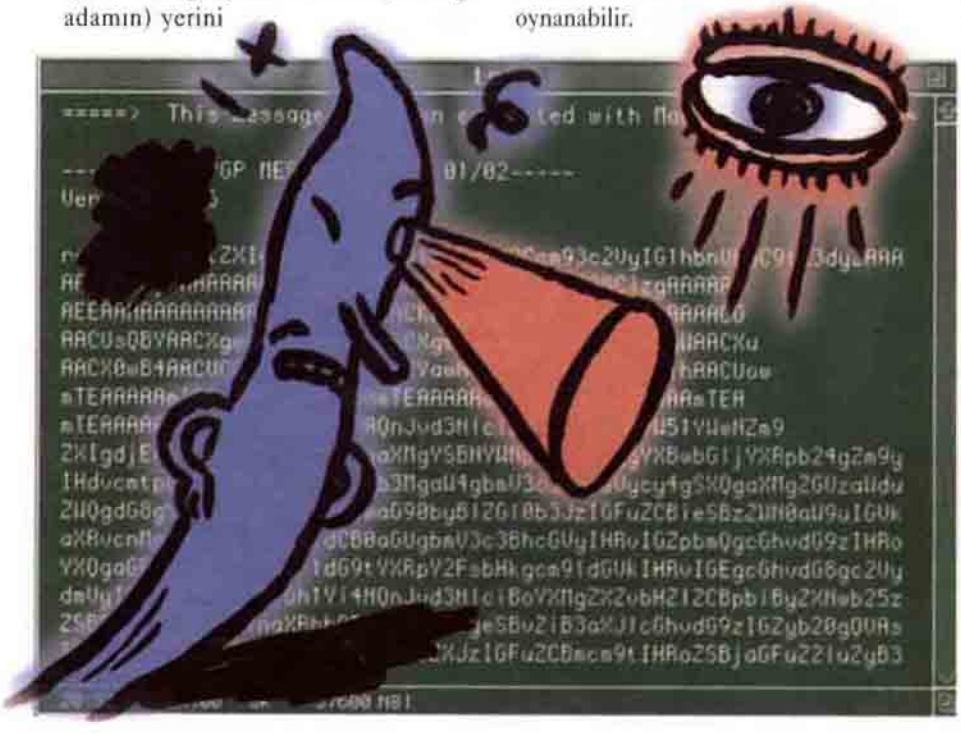


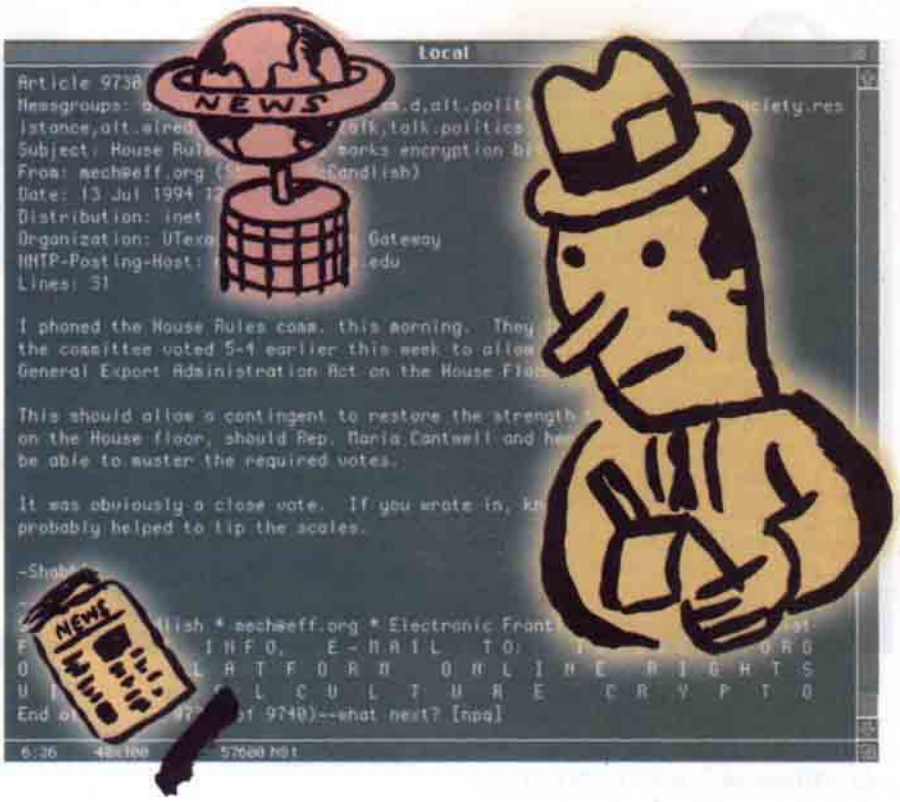
arayıp bulmak, bu arada koridorlarda, sağda solda karşınıza çıkacak rakipleri yoketmek zorundasınız. Benzer şekilde rakibiniz de, aynı güçlükler arasında sizi arıyor. Böyle bir oyun, saatlerce ara vermeden oynanabilir.

INTERNET oyunları, yalnızca sistem yönetiminde oynanan oyunlar değil. Kimi bilgisayar ağlarının genel kullanıma açık alanlarında sayısız oyun duruyor ve FTP (File Transfer Protocol-Dosya Nakil Protokol'u) yoluyla, evdeki bilgisayarınıza aktarılabiliyor. Kısacası INTERNET bağlantısı kurulduktan sonra, artık istenen oyun bulunup getirilebilir ve evde oynanabilir.

INTERNET'te Cinsellik

INTERNET'in en çok tartışılan yönlerinden biri, cinsel konularda tartışma veya görüntülerin olduğu alanlardır. Mesaj alanlarında kendileri hakkında birtakım bilgiler veren insanlar, kız arkadaş arayabiliyor; cinsel fantezilerini anlatmak isteyenler, bunu özgürce dile getirebiliyorlar. Cinsel konulardaki fantezi, mesaj veya anıların yazıldığı alanların okuyucu sayısı, hiç de az değil. Bu durumda INTERNET, cinsel konularda tartışmak veya ilginç şeyler okumak için oldukça cazip bir yer haline geliyor. İşin bu boyutu, çok fazla tepki çekmiyor. Asıl tepki çe-





ken kısım, sansürsüz bir şekilde sistemlere yüklenen resimler veya dijitize edilmiş filmlerden oluşuyor. Bugün bilgisayarları, tıpkı bir televizyon veya video gibi kullanmak olası. INTERNET'teki herhangi bir adresten getirilen yazı, resim veya filmleri, dergi okur gibi okumak veya televizyon gibi seyretmek mümkün. Durum böyle olunca, INTERNET'in ciddi anlamda tepkilere hedef olan bir yanı ortaya çıkıyor.

Özellikle fanatik Hristiyanlar, cinsel olayların konu edildiği resim ve filmlerin INTERNET aracılığıyla Dünya'ya dağıtılmasına karşı çıkıyor ve büyük günahların işlenmekte olduğunu söylüyorlar. Benzer şekilde feminist INTERNET kullanıcıları, pornografiye şiddetle karşı çıkıyorlar. Böylesine yoğun bir tepki olduğu halde INTERNET'teki trafik azalmıyor.

Çalışırken Karşılaşılan Şakalar

Bazen muzip INTERNET kullanıcıları, başka kişilere küçük şakalar yapabiliyorlar. Örneğin ücret ödenmesinin söz konusu olmadığı bir yere bağlanıp; evdeki bilgisayara biraz oyun çektiğinizde, bir mesajla karşılaşmanız olası. Çekilen oyunların parasının ödenmesi gerektiğini belirten mektup, bir anda insanın başından aşağı kaynar sular dökülmesine neden oluyor. Veya bir anda tanımadığınız birinden komik mesajlar gelmeye başlıyor. INTERNET'te yaptığınız her hareketi izlediğini söyleyen kişi, bir süre kullanıcıyı iyice işletebiliyor.

Kimi zaman ani bir iş teklifi geliveriyor:

Konu: İş teklifi

Mesaj: Sayın xxx, sizin çalışmalarınızı uzun süredir takdirle izliyoruz. Bell elektronik şirketinin, sizin gibi INTERNET'i tanıyan ve iyi kullanan kişilere ihtiyacı vardır. Bu konuda olumlu cevabınızı bekliyoruz. Saygılar.

Bu teklifi alan kullanıcı, işin bir şaka olduğunu anlayana kadar, şakayı yapanlar, bir süre eğlenebiliyorlar. Ancak sistemi iyi kullanan biriyle uğraşmak; gerçekten tehlikeli. Çünkü yukarıdaki şakaya karşı şöyle bir cevap gelebilir:

Konu: Sistem kullanımı

Mesaj: Sayın kullanıcı, bilgisayar ağını lüzumsuz yere işgal ettiğiniz saptanmıştır. Bu nedenle sisteme giriş izniniz iptal edilmiş; giriş kodlarınız geçersiz kılınmıştır. Başka bir isimle tekrar bağlanmaya kalkmanız durumunda, hakkınızda kanuni işlem yapılacaktır.

Aslında yukarıdaki mesaj, ilk şakaya karşılık vermek için yazılan yeni bir şakadan başka bir şey değildir.

Bunlara ek olarak hazırlanan grafik şakalar da var. Grafik tabanlı programları çalıştıranlar, ekrandaki pencereleri kapattıklarında, bir anda ekranda bir çok hamamböceği beliriyor. Tıpkı üzerlerindeki örtü kalkmış gibi böcekler sağa sola kaçışıp, ekrandaki başka pencerelerin altına saklanıyorlar.

Görüldüğü gibi INTERNET'te çalışmak, çok eğlenceli. Yalnızca kullanımı kolaylaştırmak için yapılan şakaları bir yana bırakırsak; tek amacınız eğlenmek olsa bile, INTERNET harika bir yer. Dünya'nın her yerine dağılmış binlerce bilgisayar ağının ortak üretimi olan oyunlar, fıkralar veya diğer eğlenceler kullanıcıları her gün sisteme daha çok bağlıyorlar. INTERNET'le çalışmak gerçekten zevkli ve her geçen gün daha eğlenceli hale geliyor. Bir dipnotla (tagline) bitirelim...

... Herşey INTERNET'i yaratan ve büyüten zeki insanların çabalarıyla olmaktadır. >:-D

Alper Ateş

Kaynaklar

• Yanoff's INTERNET Resources Guide
http://www.bilkent.edu.tr/inet.services.html
• Bilkent Arşivi 'Humor' dizini ftp://ftp.bilkent.edu.tr/pub/Humor/
• gopher://gopher.tc.umn.edu/11/fun/
•news:rec.games, rec.humor, alt.fun, alt.rec, alt.humor,a alt.mud, alt.irc
• Odd de Presno. The Online World, (Bilkent: online 14.zip, online 14.txt)
GAMES/FUN/CHAT
ADVANCED SQUAD LEADER
The "World at War" wargame series.
+ ASL by Avalon Hill
BACKGAMMON SERVERS
Play Backgammon! (login: guest)
+ telnet fragge 165. mdstud. chalmers. se 4321
BRIDGE SERVER
+ telnet 140.117.11.33 (Login/Password: okbridge)
BOLO TRACKER
Location of current bolo games... the networked tank game.
+ telnet gwis.circ.gwu.edu 1234
CHAT SERVERS - INTERNET RELAY CHAT (IRC) AND INTERNET CITIZENS BAND (ICB)
INTERNET Relay Chat via telnet. (login: irc).
+ The ICB Home Page.
+ The INTERNET Relay Chat Gallery
+ telnet ircd.demon.co.uk 6666 [158.152.1.65 6666]
+ telnet sci.dixie.edu 6677 [144.38.16.2 6668]
+ telnet irc.tuzvo.sk 6668 [192.108.157.3 6668]
CHAT SERVICES
Tele-Chat online chat service.
+DS-9: telnet 128.8.11.201 3000
+ telnet 128.250.20.3 4000
+ CyberEden: telnet 128.8.11.201 5000
+ Club House: telnet 137.140.5.1 5000
+ Multiple Worlds: telnet marvin.df.lth.se 5000
+ Hatfield Plaza: telnet m20.herts.ac.uk 5050
CHESS SERVER
Play/watch real-time chess with human opponents. Type help for help.
+ telnet raefael.metiu.ucsb.edu 5000
+ telnet ics.uoknor.edu 5000
CHINESE CHESS
+ telnet coolidge.harvard.edu 5555
+ telnet hippolytos.ud.chalmers.se 5555
COMICS ON THE WEB
Dilbert, Calvin and Hobbes, to name a few.
+ Comics
COOKIE SERVER
Funny quote or saying everytime you telnet there.
+ telnet astro.temple.edu 12345
+ Star Trek Quotes: telnet 149.132.2.11 10250
CROSSWORD/SCRABBLE SERVER
+ telnet next7.cas.muohio.edu 8888
FINGERS FOR FUN
+ BSY's List of INTERNET-Accessible Coke Machines
+ finger cyndiw@magnus1.com for Weekly Trivia.
FUN AND GAMES ON THE WEB
+ Battleships
+ Choose your own Adventure (MIT)
+ Choose your own Adventure (Purdue)
+ Choose your own Dog Adventure
+ Computer Graphics
+ Confession Booth
+ Guess the Animal game
+ Guess the Disease game
+ Hangman
+ Hot Virtual Reality Sites
+ Hunt the Wumpus
+ Interactive WWW Games
+ Lite-Brite
+ Madlibs
+ Peg Game
+ Tarot Card Readings
+ TIC TAC TOE
+ The Trojan Room Coffee Machine
+ What's Hot and Cool on the Web
GAME SERVER
Choose from a multitude of online games. (Login: GAMES)
+ telnet henx1.tat.physik.uni-tuebingen.de
GAMES BY MAIL
+ Play-By-Mail
GO SERVER
Join others and play a game of GO. (Login/Password: choose your own)
+ Ken's Go Page
+ telnet hellspark.wharton.upenn.edu 6969OTHELLO/REVERSI
+ telnet faut.uni-paderborn.de 5000

Klasik Pedagoji ve Anlayış Krizi

"İçimizde en iyilerin bile zaman zaman esiri olduğu bu katı, kapalı ve anlaşılması zor dil (esoterisizm); güncel yazılarımızda yanlış öğretim kavramları nedeniyle gerçek sentezlerin yerini alan bu kasvetli ders kitapları ve çalışmalarımız dışına çıkınca, dürüstlükle sarıldığımız metodları, meslekten olmayan insanlara anlatmamızı engelleyen bu yersiz alçakgönüllülük..."

Marc Bloch, Tarihçinin Sanatı

ÜNİVERSİTELERDEKİ matematik derslerinde teorem kanıtlamaya mutlaka belli bir zaman ayrılır. Konu ne kadar soyut ve derinse, ayrılan zaman o kadar fazladır. Teorem kanıtlamadaki amaçlardan biri, mantık, psikoloji ve seziş yoluyla, öğrencileri bazı ifadelerin doğruluğuna inandırmaktır. Bütün deneyimli öğretmenlerin, üniversitelerin ilk sınıflarında sıklıkla karşılaştığı bir olay vardır: kafası karışmış doğrucu bir öğrenci, şöyle bağırarak teoremin kanıtlanmasını keser: "Neyi niçin yaptığınızı ve şu şöyledir dediğiniz şeyin niçin öyle olduğunu anlamadım. Ayrıca vardığınız sonuçlara nasıl eriştiğinizi kavrayamıyorum."

Öğretmen, anlama kriziyle karşı karşıyadır ve ne yazık ki bu durumda pek bir şey yapamaz. Öğretmen, ya anlaşılmamış noktayı biraz farklı terimlerle yeniden anlatır veya odasında bu konuyu tekrar incelediğinde mutlaka anlayacağını söyleyerek öğrencinin açıklama isteğini reddeder.

Matematiğin özü üzerine düzenlenmiş bir kursta (bu kitap kısmen onun ürünüdür), dersin tam ortasında böyle bir kriz yüzeye çıktı. Bu bende standart, açık bir tepkiye neden oldu; fakat kendimi tuttum. Krizle uğraşmayı bir kenara atacak yerde, matematiğin güçlüğünü ve bu güçlüklere karşı aşağıda sunacağım tepkileri derinlemesine araştırarak ders veriş şeklimi değiştirdim.

İki Gözleme Problemi

Tartışılan ve kanıtlanması krize yol açan problem, sıklıkla "iki gözleme problemi" diye tanınan problemdi. Bu teorem, aynı düzlem üzerinde biçimi keyfi olarak seçilen iki gözlemenin herbirinin alanının, bıçağın doğru biçimi tek bir kesişiyle aynı anda iki eşit yarıma bölüneceğini ifade eder (Şekil 1). Bu ilginç teorem, temel gerçek değişken teorisinin veya temel topolojinin bir parçasıdır ve sıklıkla sürekli fonksiyonların uygulamasına örnek olarak gösterilir. Teoremi çekici kılan noktalardan biri, onun çok genel oluşudur. Gözlemelerin daire, kare veya elips gibi herhangi belirli bir biçimde olması gerekmemektedir. Gözlemelerin içinde delikler veya hava kabarcıkları bile olabilir (Şekil 2). Yalnız bu kadar genel oluşun bir bedeli de vardır: teorem bize bitirilmiş bir çizim şeklinde sunulmaktadır; şöyle ki teorem, gözlemeleri iki eşit yarıma bölen doğrusal bir kesişten sözetmekte; fakat bu doğrusal kesiyi nasıl yapacağımızı anlatmamaktadır. Oysa gözlemelerin kesin biçimi ve yeri hakkında elde sayısal veriler olmadan böyle bir doğruyu çizmek olanaksızdır.

Şekil 1: Rastgele şekilli iki gözlemenin herbirini eşit iki yarıya bölen bir doğru bulunabilir.

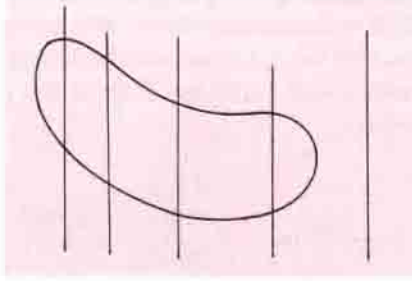
Şekil 2: Gözlemeler delikli de olsa her birini eşit iki yarıya bölen bir doğru bulunabilir.

Bu teoremin, böylesi kaygıları yoktur. Teorem insanın görme ve hareket duygularını büyük ölçüde aktive etmektedir. Öyle ki; onu öğrenen biri, hemen bir yap boz süreci içine girerek, hayalinde kesi üzerine kesi yapmaya başlayabilir.

Bu teoremin herhangi ciddi bir uygulaması olduğunu duymadım; fakat böyle bir olasılık olmadığını da söyleyemem. Bazı özel durumlar ve genellemeler söz konusudur. Örneğin gözlemeler, aynı düzlem üzerinde herhangi bir pozisyonda olabilirler. İçiçe geçmiş olabilirler. Biri bütünüyle diğerinin içinde kalmışsa, bir gölün ortasındaki adayı andıran bir durum doğar. Her iki gözlemenin alanını aynı zamanda iki eşit yarıya bölen bir doğru vardır. Problem üç boyutlu hale genellendiğinde, ünlü salamlı sandviç teoremi ortaya çıkar; bir dilim esmer ekmekle bir dilim beyaz ekmek arasına bir dilim salam konarak bir sandviç yapılmış olsun. Bir bıçakla yapılacak düzlem biçimi uygun bir kesiş, aynı anda her üç dilimi de iki eşit yarıya bölebilir ve böylece iki kişi, bu sandviçi tam bir eşitlikle paylaşabilir.

Kanıtın Birinci Şekli

Şimdi teoremi, sınıfta krize yol açan şekline az çok benzer olarak kanıtlayacağım. Bu kanıt, Chinn ve Steenrod'un kanıtı esas alınarak hazırlanmış; alan kavramı ve alanın süreklilik özellikleri sezgiyle anlaşılır düzeyde ele alınmıştı. Gözlemelerin büyüklüğünün sınırlı olduğunu kabul ediyoruz. Tek bir gözlemeyi ele alalım (Şekil 3). Eğer gözlemeden geçmeyen bir kesişle işe başlarsak (C_1), gözleme alanının tamamı kesinin bir tarafında kalır. Bıçağı

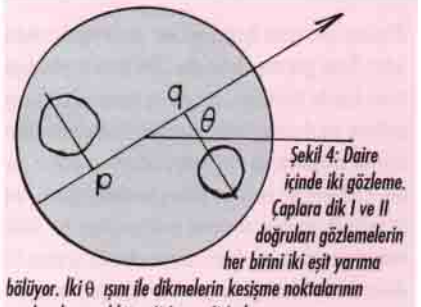


Şekil 3: Bir gözleme ve bir doğru olsun. Doğru C_1'de iken gözlemenin tamamı, doğrunun sağında kalır. Doğruyu C_0'a kadar kaydıralım. Şimdi doğrunun sağında kalan gözleme alanı sıfırdır. O halde bu doğru gözlemeyi iki eşit yarıma bölen bir $C_{1/2}$ durumundan geçmiştir.

kendisine paralel olarak kaydırırsak, gözlemenin giderek daha az alanı kesinin bir tarafında kalacaktır. Devam edersek eninde sonunda bıçak yine gözlemeden geçmeyen bir kesi (C_0) yapacak ve kesinin bir tarafında kalan gözleme alanı sıfır olacaktır. Kesi C_1'den C_0'a doğru hareket ettikçe, kesinin bir tarafında kalan gözleme alanı devamlı değişir; kesinin bir tarafında kalan gözleme alanı C_1'de %100 iken C_0'da %0'a iner. O halde hiç kuşku yok ki gözleme alanının iki eşit yarıya ayrıldığı tek bir $C_{1/2}$ pozisyonu mevcut olmalıdır. O halde:

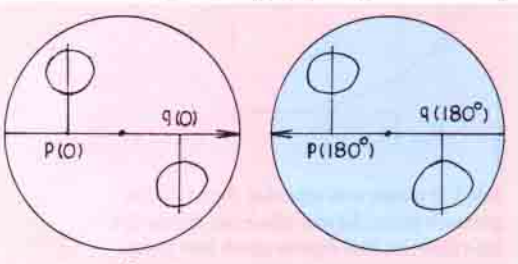
Önsav: Bir düzlemde $0^0 \leq \theta \leq 180^0$ olacak şekilde keyfi (dilemsel) bir doğrultu verildiğinde, bu doğrultuda (veya buna dik doğrultuda) bıçakla yapılacak bir kesiş, verilen bir gözlemeyi iki eşit yarıya böler.

Şimdi teoremin tamamını kanıtlamaya hazırız. İki gözleme içeren herhangi bir daire çizin (Şekil 4). Bu daireyi referans sistemi (karşılaştırma koordinat sistemi) olarak kullanın. Dairenin merkezini işaretleyin ve θ açısı 0° ile 180° arasında değişecek şekilde merkezden geçen θ açılı çaplar çizin. Her θ için θ ışınına dik ve gözleme I'i iki eşit yarıya bölen tek bir kesi vardır. Bu kesi θ ışınını, daire merkezinden p (θ) uzaklıkta kesmiş olsun. Gözleme II için benzer şekilde q (θ)'yi tanımlayalım.



Şekil 4: Daire içinde iki gözleme. Çaplara dik I ve II doğruları gözlemelerin her birini iki eşit yarıma bölüyor. İki θ ışını ile dikmelerin kesişme noktalarının merkezden uzaklığı p (θ) ve q (θ) olsun.

Şimdi r (θ) = p (θ) - q (θ)'yi düşünelim. (Bu, sınıfta krizin başladığı noktaydı: "Niçin? Anlamıyorum! Tekrar edin! Kafam karıştı!" bağırışları. Öğretmenin ilk yanıtı: "Pekala, siz yalnız p (θ) - q (θ)'yi düşünün. Göreceksiniz ki işe yarayacak! İzin verin de devam edeyim!"). p (θ) - q (θ)'yi θ 0° ile 180° arasında değişirken düşünün. θ = 0° ve θ = 180° ışınları özdeş, fakat karşıt yönlü doğrulardır. Diğer taraftan gözleme I ve II'yi iki eşit yarıya bölen I ve II dikmelerinin durumları, 0°'de ve 180°'de özdeşse de p (180°)'nin ve p (0°)'nin uzunlukları karşıt işaretlidir: p (180°) = - p (0°) (Şekil 5). Benzer olarak q (180°) = - q (0°). Bu nedenle r (0°) = p (0°) - q (0°) ve r (180°) = p (180°) - q (180°) ve r (180°) = - r (0°). Şimdi a) r (0°) = 0 ise p (0°) = q (0°)'dir; bunun anlamı I ve II dikmelerinin çakışmasıdır; bu ise tek bir kesi ile her iki gözlemenin iki eşit yarıya bölünebilmesi demektir. Eğer b) r (0°) ≠ 0 ise, θ'nin değeri 0° ile 180° arasında değiştikçe r (θ), işaret değiştirir. Bu değişme süreklidir; o halde r (θ) = 0'ı gerçekleştiren bir θ pozisyonu mevcut olmalıdır. Bu noktada p (θ) = q (θ)'dir; bu ise problemin iki kesinin gerçekten çakışması şeklinde çözülmesi demektir.



Şekil 5: θ = 0° ve θ = 180° için p(0°)= - p(180°) ve q(0°)= - q(180°)

Öğretmenin Reaksiyonu

Kriz karşısında ilk reaksiyonum, şunu düşünmek oldu: kriz, ders anlatışımın hangi noktasında niçin belirmişti? Kriz, aslında dersin en zor noktası sayılamayacak "basit" bir tanım sırasında ortaya çıkmıştı. Kimbilir, belki de bu bardağı taşıran son damla olmuştu. Bir sürü karmaşık bilgiyi üstüste yığıyorduk. Önsav sınıftan kolay denebilecek bir şekilde geçmişti. Gözlemeleri bir referans dairesi içine almak esrarengizdi. Bir ışın boyunca yönlendirilmiş uzaklıkların ölçülmesi sıkıntılıydı. p (θ) ve q (θ) gibi semboller, deneyimsizliğin fonksiyonel semboller karşısında duyduğu bütün güvensizliğin açığa çıkmasına neden olmuştu. Yukarıda belirttiğim kanıtı tekrar inceleyince, en iyi olasılıkla, sınıfımın kanıtını anlamadan, bir teoremi kabul etmeye zorlandığı hissiyle başbaşa kaldım. Ayrıca şurası da açıkça belliydi ki anlama zorluğu bir kere başladıktan sonra, kanıtı en ince ayrıntılarına kadar tekrar anlatmanın bir yararı yoktu. Başka bir yaklaşım gerekiyordu.

Buluşun Nasıl Yapıldığının Belgelenmesi

Bazen bir buluşu anlamanın yolu, o buluşun nasıl yapıldığının öğrenilmesinden geçer denir. Şöyle ki eğer bir buluşun başlangıçta hangi yollardan giderek yapıldığı bilinirse, bu buluşun sınıfta anlatılması kolaylaşabilir. Tabii eğer buluşun başlangıcı karanlık, zor veya tamamen farklı bir olaylar örgüsü içine gömülmüşse; bu söylenen uygulanamaz. Buna karşı hızlı ve güncel bir sunuş, genellemelerle örtülü olabilir ve buluşun eski halini anlatmak, onun çok daha iyi kavranmasını sağlayabilir.

Bazen öğrencinin anlamasını sağlamanın en emin yolu, öğretmenin kendisinin, hafifçe farklı (ve hatta yeni) yollardan giderek bir kanıt oluşturmasıdır. Bu şekilde güçlükler dürüst bir şekilde yenilebilir ve parlak çıkış yolları bulunabilir. Kriz patlak verdikten sonra büroma gittim ve kafa karıştırıcı adım olan "r (θ) = p (θ) - q (θ) olsun"dan kaçınan, hafifçe farklı bir kanıt oluşturdum (ve belgeledim). İşaret değiştirme konusunun yeniden gündeme geleceğini biliyordum; fakat onu hafifçe farklı bir kılıkta sunmayı planladım.

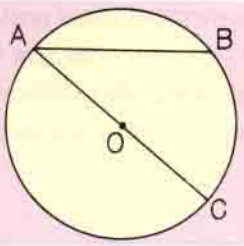
Kanıtın İkinci Şekli

a) Öncü Sezişi Oluşturmak:

1- Bir dairenin her çapı, onun alanını iki eşit yarıya böler.

2- Bir başka deyişle, bir dairenin alanını iki eşit yarıya bölen her doğru çap olmak zorundadır.

İlk ifade açıkça anlaşılıyorsa da ikincisini anlamak, biraz daha zordur. Eğer AB çap değilse, AOC çapını çizersiniz (Şekil 6). ABC kamasının varlığı, AB üzerinde kalan alanın bir yarım daireden daha küçük olduğunu açıkça ortaya koyar.



Şekil 6: Bir çap bir daireyi iki eşit parçaya ayırır.

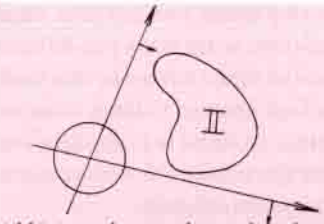
3- İki daire probleminin (iki dairenin alanını aynı anda iki eşit yarıma bölmek), dairelerin merkezleri ayrı ise tek ve yalnız tek bir çözümü vardır: iki dairenin alanını birden iki eşit yarıma bölen doğru, bu iki dairenin ortak çapı olmak zorundadır. Eğer iki dairenin merkezi çakışmışsa sonsuz çözüm vardır.

4- Sonuç: Üç daire problemi ve dolayısıyla üç gözleme probleminin genellikle çözümü yoktur. Üç dairenin alanını birden iki eşit yarıma ayıracak doğru, bu dairelerin ortak çapı olmak zorundadır; bu ise üç merkez aynı doğru üzerinde olmadıkça olanaksızdır.

Sonuç ilginçtir; çünkü problemin genelleştirilmesine sınırlar getirmektedir. Bu sınırların bilinmesi, orijinal ifadenin daha iyi değerlendirilmesini sağlar.

b) Problem Karmaşıklaşıyor:

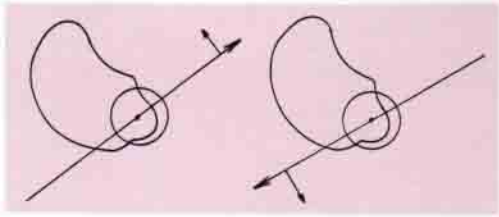
Dairelerden biri kalsın, diğer dairenin yerini ise II ile göstereceğimiz garip biçimli bir gözleme alsın (Şekil 7). Gözlemenin dairenin tamamen dışında olduğunu varsayın. Daireyi iki eşit yarıma bölmek için bir çapa ihtiyacımız var. O halde bir çap çizin. Bu çapın ve bu çapa dik bir çapın uçlarına birer ok koyun; böylece çapın bir tarafını diğerinden ayırtedecek bir koordinat sistemi yaratmış oldunuz. Gözleme II'nin çapların oklu tarafında kalan alanının yüzdesini p (θ) ile gösterelim. Açıkça bellidir ki çap, gözleme II'nin bir yanından ötekine



Şekil 7: Çap, gözleme II'nin bir yanından ötekine geçerken gözleme II'nin çapların oklu tarafında kalan alanının yüzdesi, %100 den %0'a düşer.

geçerken, p (θ) %100'den %0'a düşer. Süreklilik olduğundan çap, %50 noktasından geçmiş olmalıdır.

Fakat daire ve gözleme içiçe geçmişse ve bu nedenle %100'den %0'a gidemiyorsak ne olacak? (Şekil 8). Bu durumda çapın hareketini kısıtlamayın ve onun $0^o \leq \theta \leq 180^o$ olacak şekilde dönmesini sağlayın. Şekilde görüldüğü gibi çaplar özdeş, fakat



Şekil 8: θ =0° ve θ =180° çapları özdeş, fakat karşıt yönlerde. O halde p(0°)+ p(180°) =%100. Örneğin p(0°)= %43 ve p(180°)=%57 ise θ 'nın p(θ)=%50 yapan bir değeri olmak zorundadır.

yönleri birbirinin karşıtı (oh!); o halde p (0^o) + p (180^o) = %100. Böylece örneğin p (0^o) = %43 ve p (180^o) =%57 ise, θ'nin p (θ) = %50 yapan bir ara değeri var demektir.

c) Köktenci Tartışma:

Daireyi bir yana koyup iki genel gözlemeyi düşünün. Yön verilmiş θ doğrultusuna paralel bir doğruyla gözleme I'i iki eşit yarıma ayırın (önsav gereğince). Gözleme II'nin bölücü doğrunun oklu tarafında kalan alanının yüzdesine p (θ) deyin. Az önceki gibi p (0^o) + p (180^o) = %100 sonucuna vardık. Demek ki sonuç genel durumda da aynıdır.

Bu ikinci kanıtlama ile kendimi ilkinde olduğundan daha iyi hissettim. Bu belki daha önce karşılaştığım krizle ilgiliydi. Belki de zihnimdeki bu yeni kanıtla kendimi daha güvende hissediyordum - o benim kendi düşündüğüm bir şeydi. Şöyle ya da böyle, teoremin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştım. Sınıf, krizin diğer yönlerini tartışmaya devam etti.

Ders Kitaplarındaki Sunuluş Şekli

Matematiğin ders kitaplarında ve monograflarda sunulan şeklini izlemek neden bu kadar zor? Halk, Liszt'in zor bir piyano parçasının notalarını bir çırpıda okuması gibi, usta matematikçilerin bir matematik sayfasını bir bakışta okuduğunu sanabilir. Bu, ender olarak böyledir. Profesyonel bir matematikçinin, bir matematik sayfasını sindirerek okuması yavaş, zor ve zahmetli bir olaydır.

Ders kitaplarındaki sunuş sıklıkla "geri kalmış" durumdadır. Buluşların nasıl yapıldığı anlatılmaz ve belgelenmez. Teorem ve kanıtı hangi yoldan ve hangi araçlarla anlatılmış olursa olsun, bütün sözsel ve sembolik sunuş, mantıki-tümden-gelimci yöntemin kurallarına göre yeniden düzenlenmiş ve cilalanmıştır. Meslek estetiği bunu gerektirir. Daha önceki tarihi olaylar, eski Yunan gelenekleri bunu gerektirir. Yine aynı derecede gerçektir ki kitap basım endüstrisinin ekonomi kuralları da, minimum bir hacimde maksimum bilgi verilmesini gerektirmektedir. Matematik, bunu öç alırcasına gerçekleştirir. Kısalık, matematiksel zeka ve parlaklığın ruhudur. Herşeyi inceden inceye açıklamak, sıkıcı addedilir.

Otoriter veya Dogmatik Sunuş

Matematiğin sınıfta olsun, kitaplarda olsun genellikle otoriter bir şekilde sunulduğu kabul edilir ve bu husus öğrencilerde öfkeye yol açabilir. İdeal olarak matematik öğretiminin şöyle olması gerekir: "Gel, birlikte mantığımızı çalıştıralım." Fakat öğretmenin ağzından çıkan sıklıkla şu sözlerdir: "Bakın, size bu işin şöyle olduğunu söylüyorum." Bu, kanıtı zorla kabul ettirmek demektir. Bunun böyle olmasının birçok nedenleri vardır. Herşeyden önce zaman yetersizliği söz konusudur. Bir dönem boyunca, öğrenciyi bir sonraki matematik veya fizik kursuna hazırlayabilmek için, belli bir programı bitirmeye çalışırız (veya bitirmemiz gerektiğini düşünürüz). Bu nedenle güçlükler üzerinde seve seve durmaya zamanımız yoktur; soluk almadan programımızı tamamlamamız gerekir.

Sonra bazı öğretmenlerin çok akıllı görünmek istemesi söz konusudur (size anlattığım hiç de zor değil; ben onu rahatlıkla anlayabiliyorum; eğer siz anlayamıyorsanız hayli akılsız olmalısınız).

Madalyonun öteki yüzünde öğretmenin bilgisiz ve hazırlıksız olması bulunabilir; bu durumda öğretmen kitapta anlatılana kelimesi kelimesine sadık kalır. Bazı öğretmenler konularını sınırlayamazlar. Bazılarının matematikçi olarak kendilerine güvenleri yoktur ve bizzat kendileri, kullandıkları kitap veya monografın otoritesinden dehşete düşerler. "Ayrıntılarla ilgilenmeyi" bilmezler veya ilgilenirlerse ayrıntılarla ilgilenmeyi öğretmekten korkarlar.

Öğrencilerin Direnmesi

Öğrencilerin direnmesinin, kızmasının, kabul etmeyişinin nedenleri neler olabilir?

Herşeyden önce öğrenmekte oldukları konu hakkında çok sabırsızdırlar. İşin şaşılacak yanı, bu sabırsızlığa daha iyi öğrencilerde daha sık rastlanmasıdır. Sınıftaki en iyi öğrenciler, konuyu derhal anlamak isterler. Matematik onlara her zaman kolay gelmiştir. Anlayış ve sezişe ucuzca kavuşmuşlardır. Matematiğin daha üst basamaklarına ulaştıkça konu zorlaşır. Deneyimleri yoktur. Stratejileri yoktur. Ayrıntılara girmeyi bilmezler. Anlamak onlar için giderek daha ağrılı olmaya başlar. Sunulacak konunun, yüzyıllar boyunca onlar ve yüzlerce parlak beynin düşünme ürünü olduğunu söylemeniz, onları pek etkilemez. Konuyu derhal anlama isteği son derece güçlüdür ve sonunda öğrenciyi harap edebilir (Eğer hemen anlayamazsam, hiçbir zaman anlayamam ve o zaman canı cehenneme derim).

Konudaki temel düşünce, çoğunlukla çok açık; fakat zordur. Öğrenciler dünyada kendilerinkinden daha parlak ve anlayışlı beyinler olduğunu kabul etmeye yanaşmamak gibi bir ruh hali içinde olabilirler. Bir gün aniden yüksek matematiğin bazı konularının kendi anlayış sınırlarının ötesinde olduğu bilincine varabilirler; bu, onların özbenliklerinde bir şok ve darbe etkisi yapar. Bu karşı koyuş artabilir ve çalışmamak, ilgisizlik ve buluş yapmayı denemeye isteksizlik şeklinde ortaya çıkabilir.

Sık olarak "matematiğe yatkın" ve "matematiğe yatkın olmayan" tiplerden sözedilir. Neden bazı insanların matematiği kolayca öğrendiği ve neden diğerlerine matematiğin son derece zor geldiği konusu, bugüne kadar çözülememiştir. Matematiğe yatkın olmayan tiplerin karşılaştıkları güçlükler, doğuştan gelen bir yetersizliğin doğal sonucu olabilir. Herkes bir piyanist veya buz patencisi olamıyor. Neden herkes matematikçi olabilsin ki?

İşin Özü

Beynimizde çakan bir şimşek, bir atılım, "oh, nihayet buldum" sözleri, tamamen yeni birşey bulunduğunu, birşey için yeni bir anlayış getirildiğini ve toplum önüne yeni bir kavram konduğunu sembolize eder. Yaratıcılık diye birşey vardır; hergün birşeyler yaratılmaktadır. Yaratıcılık yeteneğinin toplumda demokratik bir şekilde dağıldığını söyleyemeyiz, fakat hiç de az sayılmaz. Yaratıcılığın nereden kaynaklandığı anlaşılmamıştır; ancak belli sınırlar içinde artırılabilir veya azaltılabilir. Belli sınırlar içinde öğretilebilir. Ne var ki herkesin yapabileceklerinin bir sınırı vardır; herkes daha parlak bir başarı karşısında hayal kırıklığına uğrar ve şaşırır. Bunun kanıtı için uzağa gitmeye gerek yok: etrafınıza şöyle bir bakın; hayatın ve matematiğin çözülmemiş problemlerle dolu olduğunu göreceksiniz. Bu hatırımıza yeni sorular getiriyor: Nedir yaratıcılık? Zihinsel bir mutasyon mu? Doğanın bir lütfu mu? Tanrıların bir armağanı mı?

Bugün buluşların özünü ortaya koymaya yönelik çok çalışma ve deney yapılıyor. Hatta bilgisayarlarla onu otomatikleştirmek ve artırmak, zamanımızı tarihin büyük çağlarından biri haline getirmek çabaları var. Yine de şurası açıkça bellidir ki insan, örneklere bakarak ve ilkeleri benimseyerek öğrenir. İnsan büyük adamların ayağı dibinde otururak ve onları taklit ederek öğrenir. Yine şurası da kesindir ki büyük adamlar çevrelerindekilere kendi strateji ve yaratıcılıklarından birşeyler verebilirler. Tarih bunun somut örnekleriyle doludur.

Davis P.J., Reuben H, The Mathematical Experience, New York 1983

Çeviri: Selçuk Alsan

Doğa Fotoğrafçılığı

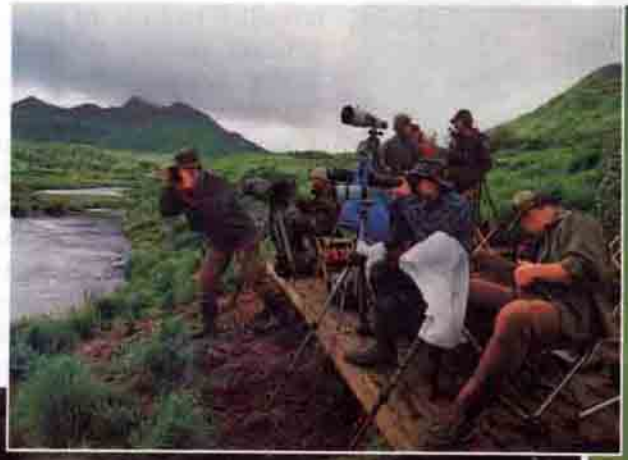
Ahmet Tolungüç
A.Ü. İletişim Fakültesi

DOĞA fotoğraflarının canlı varlıkların açık seçik ve doğru bir biçimde görüntülenebilmelerine olanak sağlaması, bilimadamları için ender rastlanan türlere ait kayıtların tutulması açısından önem taşır. Doğa fotoğraflarının geçmişi, 1890'lara uzanmaktadır. Bu tarihlerde elde taşınabilir, hafif, kullanımları kolay olan fotoğraf makineleri ve daha yüksek hızlarda görüntü yakalayabilen örtücüler (shutter) kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla elektronik-flaş'ın, hareketi dondurma özelliğinin geliştirilmesi ve renkli filmlerin kullanılmaya başlaması, doğa fotoğraflarının gelişim sürecindeki kilometre taşlarıdır. Doğa fotoğrafçılığı, belirli durumların ya da canlıların, bilimsel amaçlı kullanıma elverişli, teknik açıdan yeterli ve açık seçik görüntülerinin çekilebilmesini gerektirir. Çekilecek fotoğrafların bilimsel amaçlar için elverişli olması, bunların fotoğraf tekniği açısından ve estetik olarak değer taşımayacakları anlamına gelmez. Doğa fotoğraflarında aranılan başlıca özellikler, yaratıcı bir seçiciliğin varlığı, görsel sunum açısından yüksek kalite, türün en iyi örneğinin en uygun ortam ve koşullar altında görüntülenebilmiş olmasıdır. Doğa görüntüleri sadece bilimsel kataloglarda yer almaları amacıyla

fotoğraflanmazlar. Doğa fotoğrafçılığı bir yaşam tarzının, doğaya bakış açısının uzantısı olması nedeniyle, amatörler için de vazgeçilmez bir uğraştır.

Çalışma Ortamı

Doğa fotoğrafçılarının büyük bir bölümü, stüdyoların yapay koşulları yerine, doğal ortamları tercih ederler. Tercihin bu yönde kullanılması, görüntülenmek istenen türlere ulaşılması konusunda çeşitli güçlükleri de beraberinde getirir. Böyle durumlarda, fotoğrafçının ve/veya fotoğraf makinesinin saklanabilmesi için çok iyi kamufle edilmiş hücreler, uzaktan kumandalı fotoğraf makineleri ve flaşlar kullanılması gerekebilir. Bu donanımın yerleştirileceği konum, fotoğraflanmak istenen türlerin davranış biçimlerine, yaşadıkları yer ve koşullara bağlı olarak, büyük farklılıklar gösterebilir ve fotoğrafçının bu konularda ayrıntılı bilgi sahibi olmasını gerektirir. Böyle zor koşullarda çekilen fotoğraflara ilişkin teknik ayrıntı ve bilgi, özenle not edilmelidir. Çekilen doğa fotoğrafları, yalnızca bilimsel amaçlarla değil; genel eğitim ya da yayımcılık amaçlarıyla da kullanılabilirler. Fotoğraflanan canlı türüne ait özelliklerin, görüntülendiği yer ve koşulların, davranış yapısına ilişkin bilgilerin sözkonusu fotoğraflardan yararlanacak olanlara verilmesi gerekir. Bu tür fotoğrafların çekilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta da, sözkonusu canlının çevresine ilişkin ipuçları verecek diğer canlı ya da cansız varlıkların da görüntüde yer almalarının sağlanmasıdır. Böylelikle o canlıya ilişkin kimi temel bilgiler de, görüntü içinde verilebilir. Odaklamanın farklı noktalarda yapılması, renk ve ton kontrastlarından ya-



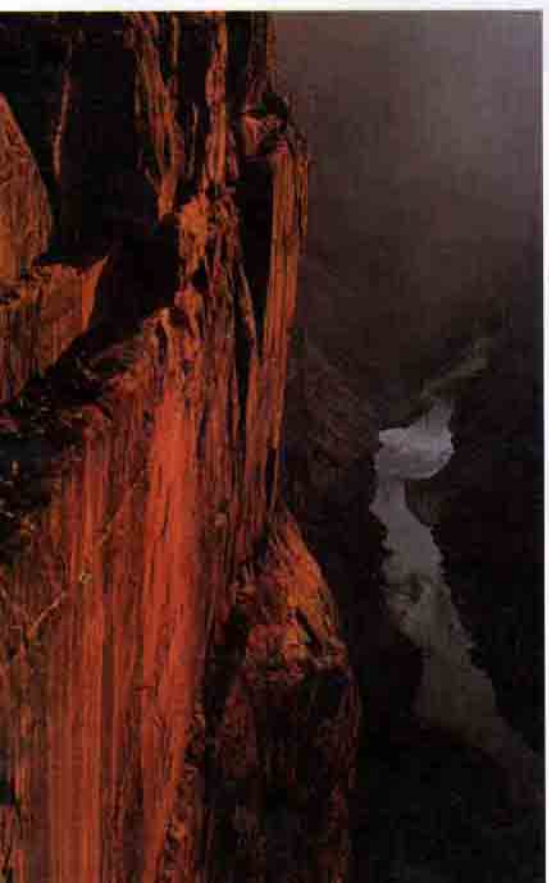
Uygulanan Teknik ve Gerekli Donanım

Doğa fotoğraflarına konu olabilecek canlıların çeşitliliği, kullanılacak donanımın da çeşitli olmasını gerektirmektedir. Örneğin tehlikeli olmaları gibi nedenlerle yanlarına fazla yaklaşılamayacak hayvanların görüntülenebilmesi için, odak uzunluğu oldukça fazla olan teleobjektiflerin kullanılması gerekir. Çok küçük böcek ve çiçekler içinse, makro objektiflerden ya da aynı işlevleri gören yardımcı araçlardan (proksar, extention tube vb.) yararlanmak gerekebilir.

rarlanılması, fotoğrafın özü olan canlının çevresinden ve arka plandandan soyutlanmaksızın görüntülenebilmesini olası kılar. Doğa fotoğraflarının çekiminde kullanılan fotoğraf makinesi ve diğer donanımın, kolaylıkla taşınabilir, herhangi bir parlama ya da yansımaya fırsat vermeyecek nitelikte olması gerekir.

Doğa fotoğrafçılarının en yaygın olarak kullandıkları fotoğraf makinesi türü, 35 mm SLR'lerdir [(Single Lens Reflex); Tek Objektifli Reflex; Küçük Boy (24 x 36 mm)]. Küçük olmaları nedeniyle kolaylıkla taşınabilirler; kullanımları da güçlük yaratmaz. Objektiflerinin değişebilir olması, çok geniş bir objektif yelpazesine sahip olmaları ve diğer fotoğraf makinesi türlerine göre daha ucuz olmaları nedeniyle tercih edilirler. Eğer daha büyük boyutlu orjinal görüntüye gereksinim duyuluyorsa, orta boy fotoğraf (rollfilm; 120 size) makinelerinden de yararlanılabilir. Bir doğa fotoğrafçısı, her çalışmasında yanında en az iki fotoğraf makinesine ait gövde bulundurmalıdır. Böylece hem karşılaşabileceği arızalar için makinesini yedekler; hem de farklı film türlerini, değişik amaçlar için kullanabilir. Fotoğraf makinelerinin üzerindeki standart bakaçlar genellikle en çok yararlanılan bakaç türü olmakla birlikte; alt-açıdan yapılabilecek çekimler için, değişik tür ve işlevlerde yardımcı bakaçlar bulundurulabilir.

Çok küçük boyutlu canlıların fotoğraflarının çekilebilmesi için, makro objektif ve uzatma tüpü ya da körük kullanılması zorunludur. Birçok hayvanın görüntülenmesinde 100 mm ve 200 mm teleobjektifler yeterli olur; ancak kuşlar için 80-200 mm zoom objektifler idealdir. Vahşi ve tehlikeli hayvanlar ile çok ürkek yaratıklar için, kimi zaman 400 mm teleobjektifler gerekebilir. Bu objektifin hafif ve aynalı türden olması, daha uygundur. Doğa fotoğraflarının çekiminde büyük önemi olan fotoğraf makinesi sehpalarının (tripod) ve desteklerinin (monopod) de özenle seçilmeleri gerekir. Bu sehpalar, fotoğraf makinesinin hareketsiz durmasını sağlamalı; ancak uzun yürüyüşlerde taşınamayacak kadar ağır olmamalıdır. Eğer bir sehpanın (tripod) açılması ve kullanılır hale getirilmesi zaman alıyorsa, tek bacaklı desteklerin (monopod) kullanılması yararlı olabilir. Yer düzeyinden yapılacak bir çekimde, sehpa ya da desteklerden çok, üzerine fotoğraf makinesi konulduğunda onun şeklini alarak sağlam bir destek oluşturabilecek, küçük ve gevşek kum torbaları kullanılır. Doğal koşullar da dahil olmak



hip bir sarıcı (motor drive) ve buna uygun bir magazin kullanılmalıdır. Örneğin, bir kuş türünün yuvasına konduğu ya da havalandığı anın fotoğraflanması istendiğinde, saniyede 6 kare film saran bir motor kullanılmalıdır. Bu durumda 36 pozluk bir 35 mm filmin bitmesi yalnızca 6 saniye sürecek ve çok sık film değiştirme zorunluluğu doğacaktır. Bunu önlemek için, çok daha uzun film taşıyan harici magazinlerin (bulk film magazine) kullanılması gerekir.

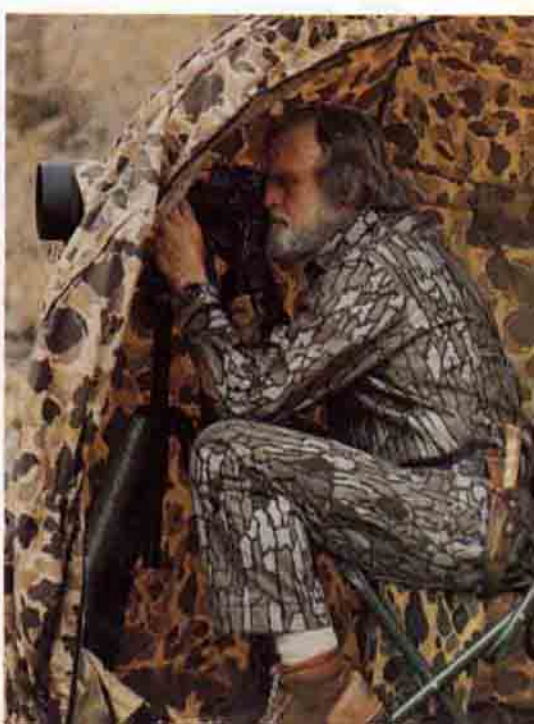
üzere ışığın yeterli olmadığı durumlarda kullanılabilecek en uygun ve etkili aydınlatma aracı flaşlardır. Flaş ışığı, günışığına dengelenmiş olduğundan günışığı filmlerinin yanında herhangi bir renk düzeltme filtresine ihtiyaç duyulmaksızın flaş kullanılabilir; böylece renklerin doğallığı korunur. Flaş, sıcaklık ya da sürekli olarak çok kuvvetli ışık yaymadığı için, fotoğraflanacak küçük canlıları rahatsız etmez; çok küçük canlıların fotoğraflarının çekilmesi sırasında homojen bir aydınlatma sağlar; hareketli canlıların hareketlerinin dondurulmasına olanak verir ve kolayca taşınabilir. Daha etkin bir flaş aydınlatması elde edebilmek için en az iki flaş kafası kullanmak ve bunları kablo ya da sensör sistemleriyle senkronize etmek gerekir. Kuşların ya da diğer hayvanların yuvaları görüntüleneceği zaman yüksek hıza sa-

35 mm küçük boy fotoğraf makinelerinin üzerinde ışıkölçerler bulunsa da, güç koşullarda çekim yapmak için nokta ışık ölçümü yapabilen bir el ışık ölçeri (spotmeter) bulundurulmalıdır. Böylece uzaktan da olsa çok küçük bölgelerin ışığı doğru ölçülebilir.

Doğa fotoğrafları için film seçimi, genellikle fotoğrafın çekileceği ortamdaki ışık koşullarına bağlı olduğu halde, bu alanın ustaları, yüksek hızdaki ya da başka bir deyişle çok duyarlı filmleri pek tercih etmezler. Işığa karşı çok duyarlı olan filmlerin yapısından kaynaklanan yüksek grenlilik, fotoğrafı çekilen ve genelde çok küçük olan canlının üzerindeki ayrıntıların kaybolmasına neden olabilir. Bu yüzden, yapılacak her çekim için özgün koşullara uygun olan en yavaş (az duyarlı) filmin tercih edilmesi tavsiye edilir. Renk, doğa fotoğraflarında vazgeçilemez bir unsurdur. Hatta siyah/beyaz basılacak fotoğraflar için yapılacak çekimlerde bile renkli film kullanılabilir. Böylece gelecekteki bir kullanım için, renkli fotoğraflara sahip olunur. Basım amacıyla çekilen fotoğraflarda, renk ayrımı ve offset basım teknolojisi, saydam (slide ya da diapozitif) filmler üzerine kurulmuştur. Aynı sonuçlar, renkli baskılardan da elde edilebilir ancak birincisindeki kalitenin elde edilebilmesi güçtür. Aynı şekilde saydamların eğitim programlarında ya da gösterimlerde sağladıkları kolaylıklar da gözönünde bulundurulduğunda, doğa fotoğraflarının, özel amaçlı çekimler dışında, saydam filmlerle yapılması uygundur.

Hayvan Fotoğrafları

Hayvan fotoğraflarının çekilmesi, herşeyden önce büyük bir sabırla, görüntü konusu olacak türün davranışları hakkında bilgi edinmeyi gerektirir. Dikkatli bir gözlemci, belirli davranışları sürekli yineleyen hayvanları bir süre izleyerek, onların davranış biçimlerini öğrenebilir. Hatta her gün aynı saatte, aynı yiyeceği bırakarak, bir süre sonra onların kendi istediği yere gelmelerini sağlayabilir.



Doğal Ortamlar Dışında Hayvanların Görüntülenmesi

Hayvanat bahçelerinde olduğu gibi, yakalanmış ve koruma altına alınmış hayvanların görüntülenmesinde karşılaşılan en büyük engel, kafesleri oluşturan demir çubuklar, teller ya da camlardır. Bu gibi durumlarda yapılması gereken, fotoğraflanacak olan hayvanın kafesten uzaklaşmasını beklemektir. Böylece fotoğraf çekiminin temel tekniklerinden birisi olan "alan derinliği" iyice azaltılıp; çerçeveyi oluşturan malzemenin netliği yok edilerek görüntü dışında bırakılabilir. Bunun için olabildiğince geniş bir diyafram açıklığı ve/veya bir teleobjektif kullanılması gerekir. Cam kafes içindeki hayvanlar için ise, fotoğrafçının camın temiz bir yerini bulup, standart bir objektifle cama olabildiğince yaklaşması yeterlidir. Camın bir ayna işlevi görerek, fotoğraf makinesi ya da fotoğrafçının görüntülerini yansıtmasını önlemek için, lastikten yapılmış objektif siperlikleri uygun olabilir. Eğer cam üzerinde başka yansımalar varsa bunu gidermek için polarizasyon filtresi kullanılabilir.

Bu tür fotoğrafların çekiminde ortaya çıkan önemli bir sorun da arka planda yer alan yapay ve çirkin görüntülerdir. Eğer farklı bir noktada uygulanacak odaklama tekniği ile bu sorun giderilemiyorsa, bulunacak bir üst açı ile istenmeyen manzaralar görüntü dışında bırakılabilir ya da kafesin konumu elverişliyse beklenip gölgede kalmaları sağlanabilir. Bu tür çekimlerde dolgu ışığı elde etmek için elektronik bir flaştan yararlanılabilir. Flaş, cam kafesin dışındaysa yansımanın engellenmesi için, iyice yandan kullanılmalıdır.

Yabani Hayvanlar

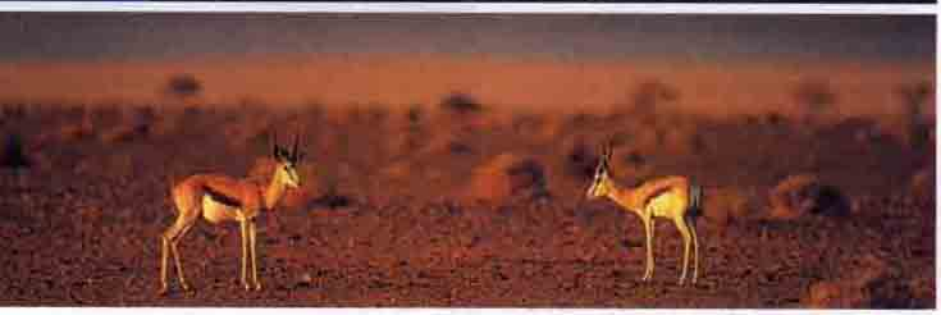
Yabani hayvanların fotoğraflanması da, sabır ve bilgi gerektirir. Bu tür fotoğraflar çekebilmek için genellikle hayvanların düzenli bir biçimde gelip yiyecek buldukları ya da su içtikleri yerlere yerleşmek gerekir. Fotoğraf çekimi için hayvanın konumuna göre, rüzgarın gittiği yöne yerleşilmelidir. Aksi takdirde kokuya çok hassas olan bazı hayvanlar, fotoğrafçının ya da donanımının alışık olmadıkları kokusundan tedirgin olurlar. Çalışma saatleri açısından en uygun zaman, sabah erken ve akşam geç saatlerdir. Bu saatler, yabani hayvanların beslenmek, su bulmak için belli yerlere gelmeleri ve aşırı sıcak, aşırı ışık gibi, görüntü kalitesini olumsuz etkileyebilecek atmosferik etkenlerin en aza inmesi açısından önemlidir.

Bazı fotoğrafçılar, sabit ya da taşınabilir gizlenme hücrelerinde çalışmayı tercih ederler. Bu, her zaman gerekli olmayabilir. Bu tür donanım, hayvanların tedirgin edilmemesi konusunda yarar sağladığı halde, fotoğrafçının her türden hareketini kısıtlaması nedeniyle, pek de hoşa giden bir araç değildir. Bu yüzden, daha önce söz edildiği gibi iyice doldurulmamış bir kum torbasının destek olarak kullanılması, fotoğrafçıya son derece özgür ve esnek bir hareket olanağı sağlayabilir.

Yabani yaşamın fotoğraflanmasında önemli noktalardan biri de, örtücü hızı ve diyafram ayarları ile çekimden önce odaklamanın yapılmasıdır. Anlarla ifade edilebilecek fotoğraf çekme süreci içinde, bu ayarlamaları gerçekleştirerek çekim yapmak olanaksızdır. Bu tür fotoğraflama çalışmalarında aydınlatma da, son derece önemlidir. Fotoğrafta, gerek hayvanın gerekse yaşadığı mekanın karakteristik özellikleri vurgulanmalı ve yüzey dokularının nitelikleri ön plana çıkarılmalıdır.

Gece Yaratıkları

Tüm etkinliklerini gece gerçekleştiren hayvanların fotoğraflanabilmesi, ayrı bir özen gerektirir. Fotoğrafçının, önceden gözüne kestirdiği bir yuvayı akşamlar boyu gözlemesi gerekir. Fotoğrafı çekilmek istenen hayvanın ürkütülmemesi için, çok ağır düzenlemeler yapılması ve donanımın hayvan tarafından yadırganmaması için, tek tek yerleştirilmesi gerekir. Ayrıca tüm ayarlar yapılmalı ve odaklama belli bir noktada kesinleştirilmelidir. Bütün bunların hazırlanmasından sonra fotoğrafçı, elindeki uzaktan kumanda ile, saklandığı yerden tetikleme işlemini yapabilir. Ancak buradaki temel sorun, gece görüşün olmaması nedeniyle, tetikleme işleminin zamanıdır. Bu sorunu çözmek için otomatik kızılötesi tetikleme mekanizmalarından



olduğu kadar, kızılötesi gece görüş malzemelerinden de yararlanılabilir. Birçok doğa fotoğrafçısı, gece yaratıklarını görüntüleyebilmek için elektronik flaş kullanır. İnsan gözünü son derece rahatsız eden flaş ışığının gece yaratıklarının önemli bir bölümünü, makinenin sesinden daha fazla rahatsız etmemesi oldukça şaşırtıcıdır. Bu nedenle bazı durumlar dışında, hayvanları rahatsız etmeme gerekçesi ile kızılötesi malzeme kullanılması gerekli değildir. En etkili gece fotoğrafları, elektronik flaşların hareketi dondurma ve diyaframı kıstırma özelliklerinin olası kıldığı, geniş alan derinliği sayesinde çekilebilir.

Kuşlar

Kuş türleri, tek tek uçarlarken fotoğraflanabilseler de, onlara ait en güzel görüntüler, yuvalarında ya da düzenli olarak yemlendikleri ve suya indikleri yerlerde elde edilir.

Kuşların kolaylıkla fotoğraflanabilmesine, hatta bu konuda alıştırma yapılabilmesine olanak verecek düzenekler kolayca kurulabilir. Bir evin açık penceresinin önüne, yapraklı dallarla iyice kamufle edilerek yerleştirilen bir masa, üzerine yem serpiştirilecek olursa, tüm kuşlar için davet edici bir ortam haline gelir. Masanın üzerinde oluşturulacak "sonsuz fon" ise, çekim ayarlarının kolaylaşmasına ve aynı zamanda düzgün bir arka plan görüntüsü ile, belirgin bir kuş figürünün elde edilmesine olanak verir.

Bir kenara gizlenmiş fotoğrafçı ise, uygun büyüklükteki bir teleobjektifi perdenin aralığından bu masaya yönelterek doğal davranışları içindeki bir kuşu görüntüleyebilir. Doğal yaşam ortamları içinde kuş fotoğraflarının çekilebilmesi için de, yukarıdakine benzer yapay bir saklanma hücresinin yapılması ya da uzaktan kumandalı fotoğraf makinelerinin kullanılması gerekir. Eğer bir saklanma hücresi inşa edilecekse bu birdenbire değil; yavaş yavaş yapılmalıdır. Böylelikle kuşların, çevrelerinde meydana gelen değişikliklerden tedirgin olmaları engellenebilir. Yüksek hıza sahip elektronik flaşların, günışığının aydınlatma açılarına uygun olarak yerleştirilmeleri gerekir (Kısık diyaframla geniş alan derinliği ve hareketin dondurulması olanağı sağladığından flaş kullanımı, bu tür çalışmalar için son derece uygundur).

Kuş yuvaları, belirli türlerin gelip gittiği yerler olmaları açısından fotoğraf çekiminde önemlidir; ayrıca yuvaların yapıldığı çalı çırpı gibi malzemeler ve kuşun yuvaya bıraktığı yumurtalar da kuşbilimciler (ornitolog) için ayrı bir öneme sahiptirler. Eğer kuş yuvası kapalı ise, giriş yeri çerçevelenmelidir. Kuşun ürkütülmemesi için kullanılacak fotoğraf makinelerinde ses izolasyonu çok iyi olmalıdır. Gerekli hazırlıklardan sonra fotoğrafçı, bir elinde fotoğraf makinesinin uzaktan kumandalı tetiği, diğer elinde de dürbün olduğu halde, yeterli bir uzaklığa yerleşip yuvayı gözleyerek uygun anlarda tetiğe basabilir.

Gece kuşları son derece keskin gözlere sahiptirler ve bu nedenle onları fotoğraflayacak kişinin saklanma hücresine girmesi kaçınılmazdır. Çok iyi kamufle edilmiş olsa bile, kendi yaşam alanlarında, alışık olmadıkları bir saklanma hücresinde bulunan insanları farketmeleri onları tedirgin eder. Konunun uzmanları, kuşların, saklanma hücresinin boş olduğuna inandırılması için çekimin hazırlık aşamasında iki kişinin, günbatımında hücreye girmesini, bir süre sonra birisinin hücreyi terk etmesini öneriyorlar. Kuşun yuvaya geliş yönünün ve açısının daraltılarak kontrol edildiği durumlarda buraya, kızılötesi foto-cell ile çalışan, elektronik tetikli bir dü-

zenek yerleştirilebilir. Bu sayede kuşun foto-cell'in arasından her geçişinde tetik mekanizması harekete geçecek ve sistemin başında kimse olmaksızın fotoğraf çekilecektir.

Her tür kuş fotoğrafının çekimine ilişkin çalışmalarda özen gösterilmesi gereken şey, kuşların tedirgin edilmemesidir. Çekim hazırlıkları ya da çekimler sırasında kuş fazla tedirgin edilir, yuvasına herhangi bir biçimde zarar verilirse anne kuş, yumurtalarını terk edebilir ya da içindeki yavrularını "kurtarmak" için tüm yumurtaları bir anda parçalayabilir.

Böcekler

Kelebekleri ve diğer uçan böcekleri görüntülemek, zorluklarla dolu bir çalışma ortamını da beraberinde getirir; çünkü bu hayvanlar çok küçüktürler, oldukça hızlıdırlar ve asla öngörülemez hareket yapısına sahiptirler. Böceklerin fotoğraflanabilmesi için, 100 mm odak uzunluğuna sahip bir makro objektif kullanılmalıdır. Aynı şekilde bir oraya bir buraya uçarak, üzerinde odaklama yapılmasına fırsat tanımayan bir yaratık için, kısık diyafram açıklığı ile geniş bir alan derinliği elde edilmesi de kaçınılmazdır.

Yavaş hareket eden kimi böcekler, kendi yaşam ortamlarında fotoğraflanabilirler. Bu tür çekimlerde birden fazla flaşın tek tetiğe bağlı olarak çalıştığı bir flaş sistemi kullanılabilir. Kimi zaman özel

Makro Fotoğrafçılık

Akif Aykurt
Ankara Kuş Gözlem Topluluğu

Bir ağaca uzaktan bakıldığında, ağaç bir bütün olarak algılanır; detaylar gözlenemez. Yaklaştıkça her bir dalın, yaprakların ayrıntıları farkedilmeye başlar. Daha da yakından incelendiğinde ağaçtaki çiçekler, böcekler ve daha küçük oluşumlar farkedilir. Küçük detaylara inildikçe, bambaşka bir dünya ile karşılaşılır. Bir kuşun tüylerinin detayı, bir böceğin parlak renkli kanatları ya da bir çiçeğin yakın görüntüsü fotoğraf karesine aktarıldığında, alışılmadık görüntüler ortaya çıkar. Bu görüntülerin fotoğraflanması için kullanılan tekniğe, "makro fotoğrafçılık" adı verilir. Detayların görüntülenmesinin amaçlandığı fotoğraf çekimlerinde makro objektif kullanılması en uygun olanıdır. Bunlar, objeye oldukça yaklaşarak ayrıntılı fotoğraf çekme olanağı verir. Normalde 40-50 cm'den daha yakının netleştirilememesine karşılık, bu tür makro objektifler, objeye neredeyse değecek kadar yaklaşma olanağı sağlarlar. Ayrıca, 200 mm ve üzerinde odak uzaklığı olan ve daha uzak mesafeden fotoğraf çekimi yapabilen makro objektifler de vardır. Makro çekimlerde, kapasiteyi belirtmek için rakamsal ifadelere başvurulmuştur. Her objenin büyüklüğü farklı olduğundan, fotoğrafın çekildiği mesafe belirleyici bir ölçü değildir. Sözkonusu objenin görüntüsünün hangi oranda fotoğraf filmine düşürülebildiği, ölçü olarak alınmıştır. Bu ölçü sisteminde 1:1, 1:2 veya 2:1 gibi rakamlar kullanılır. Makro fotoğrafçılıkta esas alınan "35 mm fotoğrafçılığında" filmin alanıdır. Bu alan, 24x36 mm'dir. Cismin gerçek büyüklüğü, filmde de aynı büyüklükte çıkarsa, bu oran 1:1 (lifesize) rakamı ile ifade edilir. 1:3 makro fotoğraf, 3 cm'lik bir objenin filmde 1 cm yer kaplaması anlamına gelir. Eğer bu oran 2:1 veya 3:1 gibiyse, obje olduğundan daha büyük olarak görüntülenmiştir. Makro fotoğraf çekimi için özel makro objektifi bulunmayan bir kişinin uygulayacağı en basit yöntem, objektifin ucuna bir büyüteç tutmaktır. Bu amaçla kullanılan +1, +2, +3 oranda büyütme yapabilen filtreler, objeye normalden daha fazla yaklaşarak fotoğraf çekme olanağı verirler. Makro fotoğraf çekiminde kullanılan bir başka yöntem ise, objektifle fotoğraf makinası arasına "ekstensiyon tüpü" denilen bir parça yerleştirmektir. İçi boş olan bu tüpün uzunluğu ne kadar artarsa; o kadar yakından fotoğraf çekim olanağı sağlar. Oldukça basit ve ekonomik olan bu yöntemlerin yanısıra, daha ayrıntılı makro çekim düzenekleri de vardır. Bunlar daha çok profesyonel veya bilimsel amaçlı kullanılırlar.

Makro fotoğraf çekiminde dikkat edilmesi gereken, objelerin küçük olması nedeniyle alan derinliğinin çok önemli olduğu ve buna bağlı olarak objektifin diyafram açıklığının olabildiğince kısılmasıdır. f:16 veya f:22 gibi küçük f oranlarında çekim yapmak daha başarılı sonuç verir. Bu durumda bir tripod kullanmak da, çoğu zaman kaçınılmazdır.

olarak tasarlanmış flaşların kullanılması gerekebilir; çünkü makro objektif, zaten çok küçük olan canlıya oldukça yaklaştırılmıştır. Bu koşullar altında çalışılacak flaşın, ayarlanabilir aydınlatma süresi ve yoğunluğu olmalıdır. Makro objektiflerin kullanımında, netliğin odaklama bileziği ile sağlanması oldukça güçtür; ayrıca fotoğraf makinesinin çok küçük hareketlerle ileri-geri hareket ettirilmesiyle de aynı netlik elde edilebilir. Böceklerle ilgili fotoğrafların çekiminde karşılaşılan güçlükler nedeniyle başka bazı yöntemlerden de yararlanılabilir. Bu böcekler yakalanarak, üzerlerinde hareket hızlarını düşürecek bazı işlemler uygulandıktan sonra, stüdyoların yapay koşulları altında görüntülenebilirler. Örneğin, bir süre buzdolabında bekletilen böcekler (bu arada hareketliliklerinden birşey kaybetmezler) doğal ortamından toplanan malzemelerle hazırlanmış yapay ortamda fotoğraflanırlar.

Böceklerin fotoğraflanmasında asıl sorun, uçucu türlerin, uçuş yön ve hızlarının kontrol edilememesinden kaynaklanır. Fotoğraflama çalışmalarının yapılacağı yönde uçmaya zorlayacak bir düzenek ile bu sorun ortadan kaldırılabilir. İngiliz doğabilimci Stephen Dalton'un geliştirdiği yöntem, çok basit ve bir o kadar da etkilidir: Buna göre, uçarken fotoğraflanmak istenen böcek, yakalanarak büyükçe bir kutuya kapatılır. Kutunun önünde ise çekim sırasında böceği fotoğraf makinesine doğru uçmaya zorlayacak silindirik bir tüp bulunur. Bu tüpün açık ağzı yönünde, fotoğraf makinesi ve flaşlar yerleştirilir. Tüpün tam ağzına kızılötesi bir fotocell mekanizması yerleştirilerek sistem, çekime hazır hale getirilir. Böceğin tüp yönünde uçması ise, tüpün açık ağzı yönünde küçük bir ışığın yerleştirilmesi ile sağlanır. Böcek ışığa doğru uçarken fotoğraf makinesi yönüne gelecek; tüpün ağzındaki kızılötesi foto-cell ışığından geçerken neden olacağı kısacık bir kesilme, tetik mekanizmasını harekete geçirerek fotoğrafın çekilmesini sağlayacaktır. Strobe flaş (çok kısa aralıklarla, arka arkaya çakan bir flaş türü) kullanılması durumunda ise, uçarken fotoğraflanan böceğin, kanat hareketleri bile görüntülenebilir.

Bu tür çekimlerde, ışığa karşı duyarlılığı çok düşük, görüntü keskinliği çok yüksek ve özellikle yüksek yoğunluktaki flaş ışığına dengelenmiş filmlerin kullanılması yararlı olur. Aynı şekilde zaten çok hızlı hareket eden böceğin uçuşuna ilişkin tüm ayrıntıların görüntülenebilmesi için de strobe flaşların (örn: 1/25.000 saniye oranda çakan) kullanılması gerekir.

Sualtı Fotoğrafları

Sualtı yaşamının fotoğraflanmasına ilişkin çalışmalar, hem doğal ortam olan deniz dibinde, hem de yapay koşulların sözkonusu olduğu akvaryumlarda gerçekleştirilebilir. Akvaryum çekimleri için özel bir donanıma gereksinim duyulmaz. Küçük balıkların ve deniz canlılarının akvaryumlarda yapılacak çekimleri, oldukça kolaydır. Bunun için camlarında hasar olmayan ve çok iyi temizlenmiş büyük bir akvaryum haznesi gerekir. Bu akvaryumun içine, fotoğraflanmak istenen canlının yanısıra sualtı bitkileri, kum, çakıl kaya gibi tamamlayıcı malze-

meler konulabilir. Her türlü yansımayı ortadan kaldırması ve daha da önemlisi canlının düzgün bir arka plan görüntüsü önünde fotoğraflanabilmesi için, akvaryumun arka yüzüne, koyu renkli bir karton konmalıdır. Aynı şekilde fotoğraf makinesinin olduğu tarafa da, bu yöndeki yansımaların engellenmesi amacıyla, ortasında objektifin geçeceği kadar boşluk olan bir karton daha konmalıdır. Flaşlar, üst-ön açıdan aydınlatma yapacak biçimde yerleştirilmelidirler. Özellikle arka planda yer alan cam yüzeylerin yansımaya neden olmamaları için, hem fotoğraf makinesinin, hem de taşların belli bir açı yapacak biçimde yerleştirilmeleri gerekir. Bu düzenek kurulduktan sonra, fotoğraflama çalışmalarına başlanabilir. Fotoğrafı çekilecek olan balık ya da deniz canlısı, fotoğraf makinesi ile izlenmiyorsa; her defasında bu canlının objektifin önünden geçmesini beklemek gerekecektir. Bu süreyi azaltmak için düz bir cam, akvaryum içine sokularak daha küçük bir bölme oluşturulur ve canlının serbest yüzme alanı daraltılabilir. Sığ ve berrak kayalık sularda uygulanabilen bir başka akvaryum tekniği daha vardır. Yukarıdaki örnekte akvaryum, suyu ve suda yaşayan canlıları kuşatırken; bu teknikte, fotoğraf makinesini kuşatacak biçimde kullanılır. Yüzlerinden birine, görüntüyü farklı açılara taşıyabilen bir fotoğraf makinesinin dayandırıldığı büyükçe bir cam kutu, sığ ve berrak kayalık sulara daldırılır; böylece fotoğrafçı suya bütünüyle girmeden, görüntü alabilir. Gerçek sualtı fotoğrafçılığı ise, çok özel fotoğraf makineleri ve donanım gerektirir.

Zannedilenin aksine, sualtı yaşamı yüzeye yakındır. Bu nedenle en güzel sualtı fotoğrafları, sığ sularda çekilir. Bu, sualtı fotoğraf donanımı ve fotoğrafçının dalışı sırasında da kullanacağı donanım açısından kolaylık sağlar. Eğer fotoğrafçı, yeterli yüzme ve dalma becerisine sahipse, bu çekimleri şnorkel ve gözlükle gerçekleştirebilir. Özellikle de 5 m'nin altındaki derinliklerde yapılan tüplü dalışlar, fotoğrafçıya son derece büyük bir hareket serbestisi sağlar.

Sualtında yaşayan canlıların büyük bir bölümü, fotoğrafçı, su altında kendilerini ürkütecek çok sert hareketler yapmadan beklediğinde, ona yaklaşırlar. Sualtı fotoğrafçılığının temel sorunu, su içinde yüzen parçacıklar ve ışığın derinliklere sınırlı düzeyde ulaşması sonucu, görüş mesafesinin kısalmasıdır. Bu nedenle çoğunlukla, odak uzunlukları küçük teleobjektifler tercih edilir. Bu da fotoğraflanacak yaratıklara çok yaklaşılmasını ve geniş açı objektiflerin kullanılmasını gerektirir. Başarılı sualtı fotoğraflarının çekiminde önemli bir ilke de, fotoğraf makinesinin görüntülenecek canlıya, sualtındaki toplam görüş mesafesinin en az üçte biri kadar yaklaştırılmasıdır. Bu, güneşin en yüksek ve dik olduğu saatler için geçerlidir. Güneş alçaldıkça, sualtının muhteşem güzellikteki parlak renkleri kaybolur. Bunun nedeni suyun, kırmızıya yakın olan dalgaboylarını filtre etmesidir; sonuçta deniz, mat mavi bir renk alır. Bu saatlerde 4-4.5 m derinliğe kadar bazı renk düzeltici filtreler kullanılarak, renklerin parlaklıklarını koruması sağlanabilir. Ancak daha derindeki çekimler için, sualtı yapay aydınlatma donanımlarının kullanılması zorunludur. Bir başka sorun da, pozlama dengesinin sağlanabilmesidir. Bunu aşabilmek, yarı-otomatik bir fotoğraf makinesi ile otomatik güç ayarlı bir flaş setinin kullanılması ile olasıdır. Sonar ilkeleri ile çalışan uzaktan kumanda düzenekleri, sualtı

kullanımı için de sözkonusudur. Hatta bazı gelişmiş sistemlerde, fotoğraf makinesinin bakacına monte edilen minik bir video kamerası ile fotoğraf makinesinin görüş açısını seyretmek ve tetiklemenin ne zaman yapılacağına karar vermek de olasıdır.

Bitkiler

Bitki ve çiçeklerin fotoğraflanmasının temel amacı, yapılarının, renklerinin, dokularının ve biçimlerinin görüntülenebilmesidir. Şekil bozuklukları, böceklerin zedeledikleri yerler ya da diğer bozukluklar, makro planda elde edilen görüntülerde çok belirgin hale gelir. Eğer yapılacak çekimin amacı, bu tür bozukluklara sebep olan hastalıklarla ya da diğer etkenlerle ilgili değilse; bunların görüntüye yansımaları önlenmelidir. Bilimsel amaçlarla çekilen bu tür fotoğraflarda ölçeğin vurgulanması önemli olduğundan, boyutları konusunda insanların kesin fikir sahibi oldukları cisimlerin çerçeveye dahil edilmesi veya yanında bir cetvelin de bulunduğu bitki ile birlikte fotoğraflanması düşünülebilir.

Bitki, zarar görmeden taşınamayacağından kendi doğal ortamında fotoğraflanmalıdır. Bu tür çekimler, aynı zamanda sözkonusu bitkinin doğal çevresi hakkında da fikir verir. Ancak bu, bitkilerin stüdyoya asla sokulmamaları gerektiği anlamına gelmez. Örneğin, bitki patolojisi çalışmaları, stüdyolarda yapılmalıdır. Böyle ortamlardaki denetlenebilir koşullar, bitki hastalıklarının teşhisinde çok önemli olan morötesi ve kızılötesi dalgaboylarıyla yapılacak çalışmalar için de son derece elverişlidir.

Bitki fotoğraflarında dikkat edilmesi gereken teknik noktalardan biri, bitkinin uygun olan en büyük ölçekli görüntüsünün elde edilmesidir. Bununla birlikte yeterli bir alan derinliğinin yakalanması, rüzgar ya da benzeri etkenlerin sebep olduğu hareketin giderilmesi ve arka plandaki yanıltıcı ayrıntıların yok edilmesi gerekir.

Bitki ve çiçeklerin konu olduğu, büyük ölçekli fotoğrafların çekiminde teleobjektifler yerine, makro objektiflerin kullanılması daha doğrudur. Bunun en önemli nedeni, uzaktan teleobjektifle çekilen fotoğrafın, bu objektiflerin optik özelliklerinden dolayı derinliğini kaybetmesidir. Halbuki makro objektiflerde bu tür sakıncalar sözkonusu değildir. SLR fotoğraf makineleri (Tek Objektifli Refleks) ile ters çevrilerek makro objektif olarak kullanılabilen objektifler, proksar mercekler, uzatma tüpleri ya da körükler gibi donanımların tümü birlikte kullanılabilir; ancak odaklama yapma olanağı veren bir makro objektif en uygunudur. Ayrıca, viewfinder'lı (refleks olmayan) fotoğraf makineleriyle "paralaks" hatasına düşülmemesi için, yardımcı çerçeveleme araçları kullanılmalıdır.

Makro çekimlerde karşılaşılan en önemli sorun, çok daralmış bir alan derinliği ile çalışılıyor olması sonucu görüntü netliğinin süreklilik taşımaması ve odaklamanın kaçırılabilmesidir. Seçilmiş bir odaklama yapılmasının istendiği durumlar dışında, fotoğraf makinesinin bir sehpa üzerine bağlanması ya da daha uzun pozlama süresi (düşük örtücü hızı) ve daha kısık diyafram açıklığı ile elde edilecek alan derinliğinin artırılmaya çalışılması, bu sakıncayı ortadan kaldırır. Örtücü hızının düşürülmesi ise, bitkinin rüzgar ya da benzeri etkenlerle sallanması sonucu netlik kaybına yol açabilir. Bu da rüzgar kalkanı görevi görecek büyükçe bir karton ile çözülebilir. Daha etkili ve kolay bir çözüm yolu ise, hareket ediyor olsa bile sözkonusu bitkinin hareketini flaş kullanarak dondurmaktır. Arka planda yer alan karmaşık görüntüden ayırabilmek için, bitkinin hemen arkasına kendisinden oldukça büyük bir karton konulabilir. Bu, hem bitkiyi arka plandan soyutlayacak, hem de bir ışık yansıtıcısı yerine geçecektir. Bitkinin üzerine düşen sert güneş ışığının yumuşatılabilmesi için, parşömen kağıdı ya da aydınger ile adeta bir "ışık çadırı" oluşturulabilir.

Doğa fotoğrafları kuşkusuz yukarıda ele alınan olgularla sınırlı değildir; doğa fotoğrafçılığı bir yaşam tarzının, doğaya bakış açısının uzantısıdır.

Kaynaklar

Coover, D. More Joy of Photography, Wisconsin, 1981.
Hasselblad, Close-up Photography, Göteborg, 1977.
Langford, M. The Master Guide to Photography, New York, 1982.
The Focal Enyclopedia of Photography, London, 1974.

Ardıcın yaşam öyküsü. "Beğendiğiniz heryer sizin olsun. Dağ, bayır, kayalık bile olsa, kalanı bana yeter." diyor tüm ağaçlara.

Hamamelis intermedia; Sonbaharı görüntülemek apayrı bir duygu.

Bir Doğa Fotoğrafçısının Gözüyle...

Hayrettin Karaca

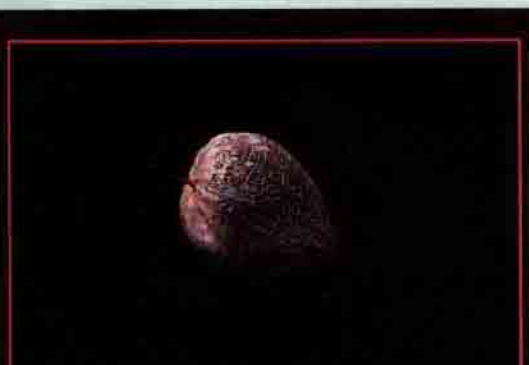
Ben, fotoğrafçılığı sanat olarak yapan biri değilim. Fotoğrafa önceleri bir belge olarak bakıyordum. Doğayı gezdikçe gördüklerimin, aldığım notlarla sınırlanmaması gerektiğine karar verdim. 1960'lı yıllardan bu yana, her türlü konuda fotoğraf çalışmaları yaptım. 1980'li yılların başından itibaren doğa gezilerimde asıl amacım, fotoğraf çekmek oldu.

Epilobium angustifolium. Cennetten bir örnek daha.

Zamanla çektiğim fotoğrafların kalite ve içerik bakımından istediğim düzeyde olmadığını düşünmeye başladım. Bunun, fotoğraf makinelerinin markasına ve tipine bağlı olduğu görüşündeydim ve bu düşünceyle Hasselblad 500c, Leica R5, Nikon F4, Nikon F801, Nikon F401, Olympus IS 1000, Pentax Auto 110, Canon EOS 650, Contaflex, Contax T2 gibi çeşitli kameralar edindim. Buna rağmen amaçladığım başarı düzeyine ulaşamayınca, başarısızlığımın kameralardan kaynaklanmadığını; her konu için ayrı bir lense ihtiyaç olduğunu öğrendim. Denediğim birçok lense rağmen, çektiğim fotoğraflardan yine tatmin olmayınca, eksikliğin kamera ve lenste değil, kendimde olduğunu anladım. Ardından gerek Türkçe, gerekse İngilizce fotoğraf dergilerini izlemeye; fotoğraf uzmanlarının kitaplarını ve yazılarını okumaya başladım. Edindiğim bilgileri, uygulamaya geçirmem gerekiyordu. Artık çektiğim fotoğraflara güvenle bakıyor; deklanşöre bastığımda ne sonuç alacağımı bildiğimden, çektiğim her makaranın banyosunu heyecanla bekliyordum. Aklımdakileri uygulayabildiğimi görünce beklentilerimi ve gereksinimlerimi karşılayabileceğini düşündüğüm bir Nikon F4 aldım. Sıra lenslere gelmişti. Aslında 24 mm'lik veya 105 mm'lik bir lensin, ne zaman hangi konu için kullanılacağını biliyordum; ancak asıl önemli olan, bir lensle bütünleşmek ve özdeşleşmekti. Kimi zaman 55 mm manuel lensi, kimi zamansa 105 mm otofokus lensi, kameradan çıkaramadım. Uygun olup olmadığına bakmaksızın en çok kullandığım objektif, otofokus 35-105 mm lens oldu.

Prunus serulla (Japon Kirazı)

Deklanşöre basmak benim için bir paylaşım heyecanıdır. Yaşlı dev ağaçları, anıtları, taşları; yani gördüğüm ve yaşadığım her olayı, fotoğraflar aracılığı ile her-



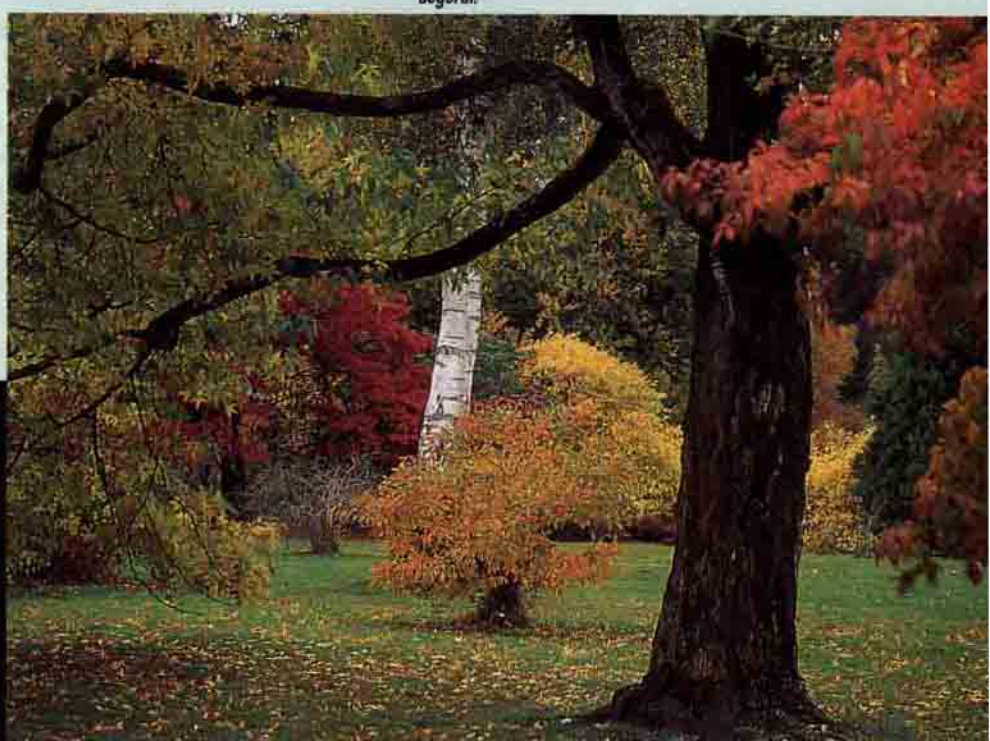
Yağmurdan sonra her bitkide damla görülmez. Ama Cotinus coggyria'larda bu mümkün.

kesle paylaşmak isterim. İşte deklanşöre bastığım anda bütün dostlarıma, arkadaşlarıma, doğaseverlere götüreceğim ve onlarla paylaşacağım bir mutluluğun heyecanını yaşarım. Bitkiler, sadece çiçeği ve rengiyle değil; meyvesiyle, gövdesiyle, dikeniyle, köküyle; yani herşeyiyle değerlendirilmelidirler. Fotoğraf çekerken bir heyecan yaşıyorum ve her fotoğrafımın, her diamın bir öyküsü var. Antalya yakınlarında Çığkuş Tepesi'nde bulunan yaşlı ardıçların fotoğraflanmasında olduğu gibi, bazı fotoğraflar için defalarca aynı yere gittim ve her defasında ayrı bir heyecan duydum. Rize, Çamlıhemşin yakınlarında, 3100 m'de bulunduğu düşünülen peygamberçiçeğinin fotoğrafını çekmek üzere, bir grup halinde yola koyulduk. Yaşım dolayısıyla bu yüksekliğe çıkmam sakıncalıydı. Ancak fotoğraf çekmek, benim için bir heyecandır. Bu nedenle sırıkla yüksek atlama yapan sporcuların, çıtanın konulduğu yüksekliğe konsantre olmaları gibi ben de, 3100 m'deki peygamberçiçeğine konsantre olmuştum. Çiçeklerin yanına ulaştığımda, duyduğum heyecan anlatılamazdı. Ben, doğadayken ayırdedemediğim karşıt duygular içinde olurum. Doğa beni çiçeğiyle, dikeniyle, yaprağıyla ve beraberliğiyle mutlu ediyor. Öte yandan toprak erozyonuna, çeşmelerin kurumasına, tarım alanlarının yanlış kullanılmasına ve çölleşmeye tanık olup; bu olayları görüntülemek de ayrı bir duygudur.

Fıstıkçamı (Pinus pinea).

Nilüferler; Üzerlerinde çiçekleri yok; ama yaprakları üzerindeki su damlacıkları bile görüntülemeye değerdi.

Artık fotoğraf benim için ne kamera, ne film, ne de lens... Doğada yaşanan heyecanı paylaşmak için bir araç. Bugün çektiğim 42000'in üzerindeki dia ve 5000'in üzerindeki renkli fotoğrafa fotoğraf olarak değil; çevremle paylaştığım birer mutluluk aracı olarak bakıyorum.Her ne kadar çevrem, bugün bulunduğum nokta dolayısıyla beni usta olarak nitelendirse de ben, kendimi fotoğraf çeken biri olarak görmüyorum.



Doğa Fotoğrafçılığı

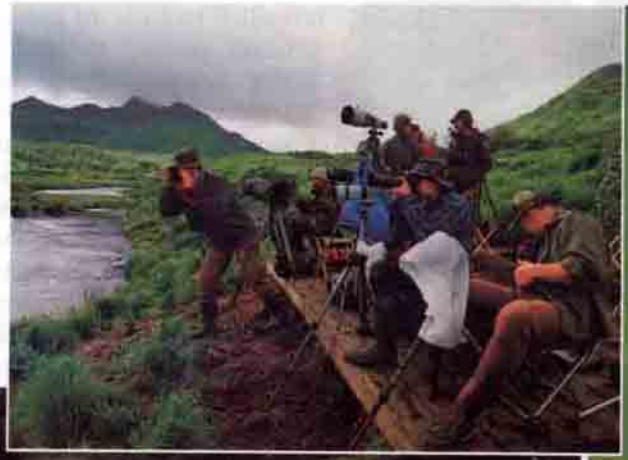
Ahmet Tolungüç
A.Ü. İletişim Fakültesi

DOĞA fotoğraflarının canlı varlıkların açık seçik ve doğru bir biçimde görüntülenebilmelerine olanak sağlaması, bilimadamları için ender rastlanan türlere ait kayıtların tutulması açısından önem taşır. Doğa fotoğraflarının geçmişi, 1890'lara uzanmaktadır. Bu tarihlerde elde taşınabilir, hafif, kullanımları kolay olan fotoğraf makineleri ve daha yüksek hızlarda görüntü yakalayabilen örtücüler (shutter) kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla elektronik-flaş'ın, hareketi dondurma özelliğinin geliştirilmesi ve renkli filmlerin kullanılmaya başlaması, doğa fotoğraflarının gelişim sürecindeki kilometre taşlarıdır. Doğa fotoğrafçılığı, belirli durumların ya da canlıların, bilimsel amaçlı kullanıma elverişli, teknik açıdan yeterli ve açık seçik görüntülerinin çekilebilmesini gerektirir. Çekilecek fotoğrafların bilimsel amaçlar için elverişli olması, bunların fotoğraf tekniği açısından ve estetik olarak değer taşımayacakları anlamına gelmez. Doğa fotoğraflarında aranılan başlıca özellikler, yaratıcı bir seçiciliğin varlığı, görsel sunum açısından yüksek kalite, türün en iyi örneğinin en uygun ortam ve koşullar altında görüntülenebilmiş olmasıdır. Doğa görüntüleri sadece bilimsel kataloglarda yer almaları amacıyla

fotoğraflanmazlar. Doğa fotoğrafçılığı bir yaşam tarzının, doğaya bakış açısının uzantısı olması nedeniyle, amatörler için de vazgeçilmez bir uğraştır.

Çalışma Ortamı

Doğa fotoğrafçılarının büyük bir bölümü, stüdyoların yapay koşulları yerine, doğal ortamları tercih ederler. Tercihin bu yönde kullanılması, görüntülenmek istenen türlere ulaşılması konusunda çeşitli güçlükleri de beraberinde getirir. Böyle durumlarda, fotoğrafçının ve/veya fotoğraf makinesinin saklanabilmesi için çok iyi kamufle edilmiş hücreler, uzaktan kumandalı fotoğraf makineleri ve flaşlar kullanılması gerekebilir. Bu donanımın yerleştirileceği konum, fotoğraflanmak istenen türlerin davranış biçimlerine, yaşadıkları yer ve koşullara bağlı olarak, büyük farklılıklar gösterebilir ve fotoğrafçının bu konularda ayrıntılı bilgi sahibi olmasını gerektirir. Böyle zor koşullarda çekilen fotoğraflara ilişkin teknik ayrıntı ve bilgi, özenle not edilmelidir. Çekilen doğa fotoğrafları, yalnızca bilimsel amaçlarla değil; genel eğitim ya da yayımcılık amaçlarıyla da kullanılabilirler. Fotoğraflanan canlı türüne ait özelliklerin, görüntülendiği yer ve koşulların, davranış yapısına ilişkin bilgilerin sözkonusu fotoğraflardan yararlanacak olanlara verilmesi gerekir. Bu tür fotoğrafların çekilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta da, sözkonusu canlının çevresine ilişkin ipuçları verecek diğer canlı ya da cansız varlıkların da görüntüde yer almalarının sağlanmasıdır. Böylelikle o canlıya ilişkin kimi temel bilgiler de, görüntü içinde verilebilir. Odaklamanın farklı noktalarda yapılması, renk ve ton kontrastlarından ya-



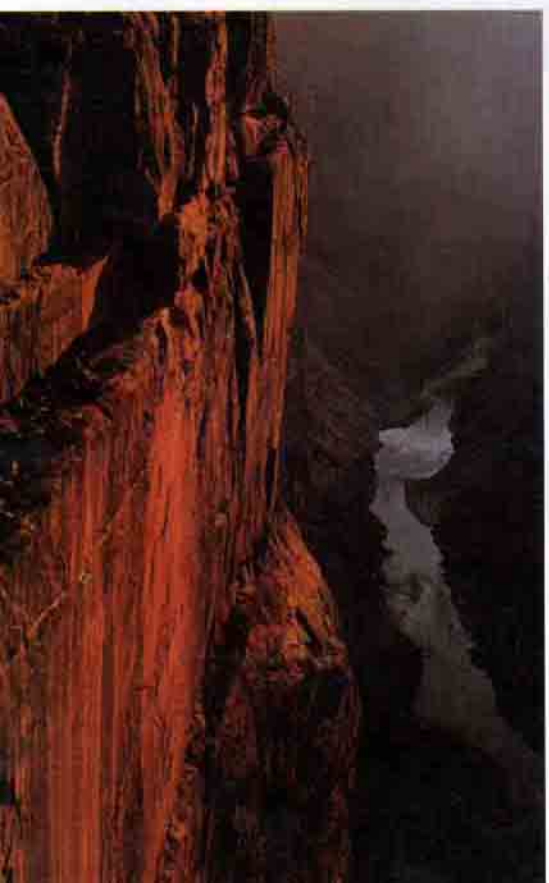
Uygulanan Teknik ve Gerekli Donanım

Doğa fotoğraflarına konu olabilecek canlıların çeşitliliği, kullanılacak donanımın da çeşitli olmasını gerektirmektedir. Örneğin tehlikeli olmaları gibi nedenlerle yanlarına fazla yaklaşılamayacak hayvanların görüntülenebilmesi için, odak uzunluğu oldukça fazla olan teleobjektiflerin kullanılması gerekir. Çok küçük böcek ve çiçekler içinse, makro objektiflerden ya da aynı işlevleri gören yardımcı araçlardan (proksar, extention tube vb.) yararlanmak gerekebilir.

rarlanılması, fotoğrafın özü olan canlının çevresinden ve arka plandandan soyutlanmaksızın görüntülenebilmesini olası kılar. Doğa fotoğraflarının çekiminde kullanılan fotoğraf makinesi ve diğer donanımın, kolaylıkla taşınabilir, herhangi bir parlama ya da yansımaya fırsat vermeyecek nitelikte olması gerekir.

Doğa fotoğrafçılarının en yaygın olarak kullandıkları fotoğraf makinesi türü, 35 mm SLR'lerdir [(Single Lens Reflex); Tek Objektifli Reflex; Küçük Boy (24 x 36 mm)]. Küçük olmaları nedeniyle kolaylıkla taşınabilirler; kullanımları da güçlük yaratmaz. Objektiflerinin değişebilir olması, çok geniş bir objektif yelpazesine sahip olmaları ve diğer fotoğraf makinesi türlerine göre daha ucuz olmaları nedeniyle tercih edilirler. Eğer daha büyük boyutlu orjinal görüntüye gereksinim duyuluyorsa, orta boy fotoğraf (rollfilm; 120 size) makinelerinden de yararlanılabilir. Bir doğa fotoğrafçısı, her çalışmasında yanında en az iki fotoğraf makinesine ait gövde bulundurmalıdır. Böylece hem karşılaşabileceği arızalar için makinesini yedekler; hem de farklı film türlerini, değişik amaçlar için kullanabilir. Fotoğraf makinelerinin üzerindeki standart bakaçlar genellikle en çok yararlanılan bakaç türü olmakla birlikte; alt-açıdan yapılabilecek çekimler için, değişik tür ve işlevlerde yardımcı bakaçlar bulundurulabilir.

Çok küçük boyutlu canlıların fotoğraflarının çekilebilmesi için, makro objektif ve uzatma tüpü ya da körük kullanılması zorunludur. Birçok hayvanın görüntülenmesinde 100 mm ve 200 mm teleobjektifler yeterli olur; ancak kuşlar için 80-200 mm zoom objektifler idealdir. Vahşi ve tehlikeli hayvanlar ile çok ürkek yaratıklar için, kimi zaman 400 mm teleobjektifler gerekebilir. Bu objektifin hafif ve aynalı türden olması, daha uygundur. Doğa fotoğraflarının çekiminde büyük önemi olan fotoğraf makinesi sehpalarının (tripod) ve desteklerinin (monopod) de özenle seçilmeleri gerekir. Bu sehpalar, fotoğraf makinesinin hareketsiz durmasını sağlamalı; ancak uzun yürüyüşlerde taşınamayacak kadar ağır olmamalıdır. Eğer bir sehpanın (tripod) açılması ve kullanılır hale getirilmesi zaman alıyorsa, tek bacaklı desteklerin (monopod) kullanılması yararlı olabilir. Yer düzeyinden yapılacak bir çekimde, sehpa ya da desteklerden çok, üzerine fotoğraf makinesi konulduğunda onun şeklini alarak sağlam bir destek oluşturabilecek, küçük ve gevşek kum torbaları kullanılır. Doğal koşullar da dahil olmak



hip bir sarıcı (motor drive) ve buna uygun bir magazin kullanılmalıdır. Örneğin, bir kuş türünün yuvasına konduğu ya da havalandığı anın fotoğraflanması istendiğinde, saniyede 6 kare film saran bir motor kullanılmalıdır. Bu durumda 36 pozluk bir 35 mm filmin bitmesi yalnızca 6 saniye sürecek ve çok sık film değiştirme zorunluluğu doğacaktır. Bunu önlemek için, çok daha uzun film taşıyan harici magazinlerin (bulk film magazine) kullanılması gerekir.

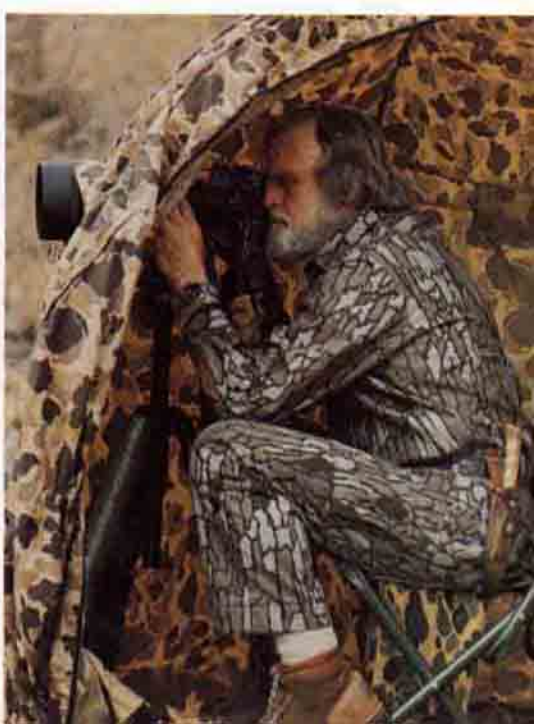
üzere ışığın yeterli olmadığı durumlarda kullanılabilecek en uygun ve etkili aydınlatma aracı flaşlardır. Flaş ışığı, günışığına dengelenmiş olduğundan günışığı filmlerinin yanında herhangi bir renk düzeltme filtresine ihtiyaç duyulmaksızın flaş kullanılabilir; böylece renklerin doğallığı korunur. Flaş, sıcaklık ya da sürekli olarak çok kuvvetli ışık yaymadığı için, fotoğraflanacak küçük canlıları rahatsız etmez; çok küçük canlıların fotoğraflarının çekilmesi sırasında homojen bir aydınlatma sağlar; hareketli canlıların hareketlerinin dondurulmasına olanak verir ve kolayca taşınabilir. Daha etkin bir flaş aydınlatması elde edebilmek için en az iki flaş kafası kullanmak ve bunları kablo ya da sensör sistemleriyle senkronize etmek gerekir. Kuşların ya da diğer hayvanların yuvaları görüntüleneceği zaman yüksek hıza sa-

35 mm küçük boy fotoğraf makinelerinin üzerinde ışıkölçerler bulunsa da, güç koşullarda çekim yapmak için nokta ışık ölçümü yapabilen bir el ışık ölçeri (spotmeter) bulundurulmalıdır. Böylece uzaktan da olsa çok küçük bölgelerin ışığı doğru ölçülebilir.

Doğa fotoğrafları için film seçimi, genellikle fotoğrafın çekileceği ortamdaki ışık koşullarına bağlı olduğu halde, bu alanın ustaları, yüksek hızdaki ya da başka bir deyişle çok duyarlı filmleri pek tercih etmezler. Işığa karşı çok duyarlı olan filmlerin yapısından kaynaklanan yüksek grenlilik, fotoğrafı çekilen ve genelde çok küçük olan canlının üzerindeki ayrıntıların kaybolmasına neden olabilir. Bu yüzden, yapılacak her çekim için özgün koşullara uygun olan en yavaş (az duyarlı) filmin tercih edilmesi tavsiye edilir. Renk, doğa fotoğraflarında vazgeçilemez bir unsurdur. Hatta siyah/beyaz basılacak fotoğraflar için yapılacak çekimlerde bile renkli film kullanılabilir. Böylece gelecekteki bir kullanım için, renkli fotoğraflara sahip olunur. Basım amacıyla çekilen fotoğraflarda, renk ayrımı ve offset basım teknolojisi, saydam (slide ya da diapozitif) filmler üzerine kurulmuştur. Aynı sonuçlar, renkli baskılardan da elde edilebilir ancak birincisindeki kalitenin elde edilebilmesi güçtür. Aynı şekilde saydamların eğitim programlarında ya da gösterimlerde sağladıkları kolaylıklar da gözönünde bulundurulduğunda, doğa fotoğraflarının, özel amaçlı çekimler dışında, saydam filmlerle yapılması uygundur.

Hayvan Fotoğrafları

Hayvan fotoğraflarının çekilmesi, herşeyden önce büyük bir sabırla, görüntü konusu olacak türün davranışları hakkında bilgi edinmeyi gerektirir. Dikkatli bir gözlemci, belirli davranışları sürekli yineleyen hayvanları bir süre izleyerek, onların davranış biçimlerini öğrenebilir. Hatta her gün aynı saatte, aynı yiyeceği bırakarak, bir süre sonra onların kendi istediği yere gelmelerini sağlayabilir.



Doğal Ortamlar Dışında Hayvanların Görüntülenmesi

Hayvanat bahçelerinde olduğu gibi, yakalanmış ve koruma altına alınmış hayvanların görüntülenmesinde karşılaşılan en büyük engel, kafesleri oluşturan demir çubuklar, teller ya da camlardır. Bu gibi durumlarda yapılması gereken, fotoğraflanacak olan hayvanın kafesten uzaklaşmasını beklemektir. Böylece fotoğraf çekiminin temel tekniklerinden birisi olan "alan derinliği" iyice azaltılıp; çerçeveyi oluşturan malzemenin netliği yok edilerek görüntü dışında bırakılabilir. Bunun için olabildiğince geniş bir diyafram açıklığı ve/veya bir teleobjektif kullanılması gerekir. Cam kafes içindeki hayvanlar için ise, fotoğrafçının camın temiz bir yerini bulup, standart bir objektifle cama olabildiğince yaklaşması yeterlidir. Camın bir ayna işlevi görerek, fotoğraf makinesi ya da fotoğrafçının görüntülerini yansıtmasını önlemek için, lastikten yapılmış objektif siperlikleri uygun olabilir. Eğer cam üzerinde başka yansımalar varsa bunu gidermek için polarizasyon filtresi kullanılabilir.

Bu tür fotoğrafların çekiminde ortaya çıkan önemli bir sorun da arka planda yer alan yapay ve çirkin görüntülerdir. Eğer farklı bir noktada uygulanacak odaklama tekniği ile bu sorun giderilemiyorsa, bulunacak bir üst açı ile istenmeyen manzaralar görüntü dışında bırakılabilir ya da kafesin konumu elverişliyse beklenip gölgede kalmaları sağlanabilir. Bu tür çekimlerde dolgu ışığı elde etmek için elektronik bir flaştan yararlanılabilir. Flaş, cam kafesin dışındaysa yansımanın engellenmesi için, iyice yandan kullanılmalıdır.

Yabani Hayvanlar

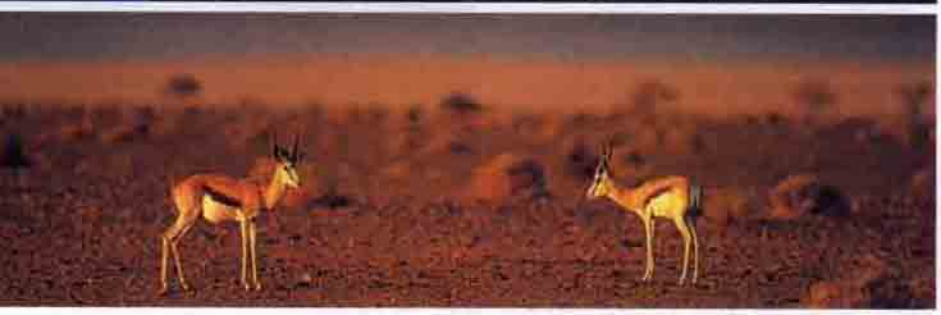
Yabani hayvanların fotoğraflanması da, sabır ve bilgi gerektirir. Bu tür fotoğraflar çekebilmek için genellikle hayvanların düzenli bir biçimde gelip yiyecek buldukları ya da su içtikleri yerlere yerleşmek gerekir. Fotoğraf çekimi için hayvanın konumuna göre, rüzgarın gittiği yöne yerleşilmelidir. Aksi takdirde kokuya çok hassas olan bazı hayvanlar, fotoğrafçının ya da donanımının alışık olmadıkları kokusundan tedirgin olurlar. Çalışma saatleri açısından en uygun zaman, sabah erken ve akşam geç saatlerdir. Bu saatler, yabani hayvanların beslenmek, su bulmak için belli yerlere gelmeleri ve aşırı sıcak, aşırı ışık gibi, görüntü kalitesini olumsuz etkileyebilecek atmosferik etkenlerin en aza inmesi açısından önemlidir.

Bazı fotoğrafçılar, sabit ya da taşınabilir gizlenme hücrelerinde çalışmayı tercih ederler. Bu, her zaman gerekli olmayabilir. Bu tür donanım, hayvanların tedirgin edilmemesi konusunda yarar sağladığı halde, fotoğrafçının her türden hareketini kısıtlaması nedeniyle, pek de hoşa giden bir araç değildir. Bu yüzden, daha önce söz edildiği gibi iyice doldurulmamış bir kum torbasının destek olarak kullanılması, fotoğrafçıya son derece özgür ve esnek bir hareket olanağı sağlayabilir.

Yabani yaşamın fotoğraflanmasında önemli noktalardan biri de, örtücü hızı ve diyafram ayarları ile çekimden önce odaklamanın yapılmasıdır. Anlarla ifade edilebilecek fotoğraf çekme süreci içinde, bu ayarlamaları gerçekleştirerek çekim yapmak olanaksızdır. Bu tür fotoğraflama çalışmalarında aydınlatma da, son derece önemlidir. Fotoğrafta, gerek hayvanın gerekse yaşadığı mekanın karakteristik özellikleri vurgulanmalı ve yüzey dokularının nitelikleri ön plana çıkarılmalıdır.

Gece Yaratıkları

Tüm etkinliklerini gece gerçekleştiren hayvanların fotoğraflanabilmesi, ayrı bir özen gerektirir. Fotoğrafçının, önceden gözüne kestirdiği bir yuvayı akşamlar boyu gözlemesi gerekir. Fotoğrafı çekilmek istenen hayvanın ürkütülmemesi için, çok ağır düzenlemeler yapılması ve donanımın hayvan tarafından yadırganmaması için, tek tek yerleştirilmesi gerekir. Ayrıca tüm ayarlar yapılmalı ve odaklama belli bir noktada kesinleştirilmelidir. Bütün bunların hazırlanmasından sonra fotoğrafçı, elindeki uzaktan kumanda ile, saklandığı yerden tetikleme işlemini yapabilir. Ancak buradaki temel sorun, gece görüşün olmaması nedeniyle, tetikleme işleminin zamanıdır. Bu sorunu çözmek için otomatik kızılötesi tetikleme mekanizmalarından



olduğu kadar, kızılötesi gece görüş malzemelerinden de yararlanılabilir. Birçok doğa fotoğrafçısı, gece yaratıklarını görüntüleyebilmek için elektronik flaş kullanır. İnsan gözünü son derece rahatsız eden flaş ışığının gece yaratıklarının önemli bir bölümünü, makinenin sesinden daha fazla rahatsız etmemesi oldukça şaşırtıcıdır. Bu nedenle bazı durumlar dışında, hayvanları rahatsız etmeme gerekçesi ile kızılötesi malzeme kullanılması gerekli değildir. En etkili gece fotoğrafları, elektronik flaşların hareketi dondurma ve diyaframı kıstırma özelliklerinin olası kıldığı, geniş alan derinliği sayesinde çekilebilir.

Kuşlar

Kuş türleri, tek tek uçarlarken fotoğraflanabilseler de, onlara ait en güzel görüntüler, yuvalarında ya da düzenli olarak yemlendikleri ve suya indikleri yerlerde elde edilir.

Kuşların kolaylıkla fotoğraflanabilmesine, hatta bu konuda alıştırma yapılabilmesine olanak verecek düzenekler kolayca kurulabilir. Bir evin açık penceresinin önüne, yapraklı dallarla iyice kamufle edilerek yerleştirilen bir masa, üzerine yem serpiştirilecek olursa, tüm kuşlar için davet edici bir ortam haline gelir. Masanın üzerinde oluşturulacak "sonsuz fon" ise, çekim ayarlarının kolaylaşmasına ve aynı zamanda düzgün bir arka plan görüntüsü ile, belirgin bir kuş figürünün elde edilmesine olanak verir.

Bir kenara gizlenmiş fotoğrafçı ise, uygun büyüklükteki bir teleobjektifi perdenin aralığından bu masaya yönelterek doğal davranışları içindeki bir kuşu görüntüleyebilir. Doğal yaşam ortamları içinde kuş fotoğraflarının çekilebilmesi için de, yukarıdakine benzer yapay bir saklanma hücresinin yapılması ya da uzaktan kumandalı fotoğraf makinelerinin kullanılması gerekir. Eğer bir saklanma hücresi inşa edilecekse bu birdenbire değil; yavaş yavaş yapılmalıdır. Böylelikle kuşların, çevrelerinde meydana gelen değişikliklerden tedirgin olmaları engellenebilir. Yüksek hıza sahip elektronik flaşların, günışığının aydınlatma açılarına uygun olarak yerleştirilmeleri gerekir (Kısık diyaframla geniş alan derinliği ve hareketin dondurulması olanağı sağladığından flaş kullanımı, bu tür çalışmalar için son derece uygundur).

Kuş yuvaları, belirli türlerin gelip gittiği yerler olmaları açısından fotoğraf çekiminde önemlidir; ayrıca yuvaların yapıldığı çalı çırpı gibi malzemeler ve kuşun yuvaya bıraktığı yumurtalar da kuşbilimciler (ornitolog) için ayrı bir öneme sahiptirler. Eğer kuş yuvası kapalı ise, giriş yeri çerçevelenmelidir. Kuşun ürkütülmemesi için kullanılacak fotoğraf makinelerinde ses izolasyonu çok iyi olmalıdır. Gerekli hazırlıklardan sonra fotoğrafçı, bir elinde fotoğraf makinesinin uzaktan kumandalı tetiği, diğer elinde de dürbün olduğu halde, yeterli bir uzaklığa yerleşip yuvayı gözleyerek uygun anlarda tetiğe basabilir.

Gece kuşları son derece keskin gözlere sahiptirler ve bu nedenle onları fotoğraflayacak kişinin saklanma hücresine girmesi kaçınılmazdır. Çok iyi kamufle edilmiş olsa bile, kendi yaşam alanlarında, alışık olmadıkları bir saklanma hücresinde bulunan insanları farketmeleri onları tedirgin eder. Konunun uzmanları, kuşların, saklanma hücresinin boş olduğuna inandırılması için çekimin hazırlık aşamasında iki kişinin, günbatımında hücreye girmesini, bir süre sonra birisinin hücreyi terk etmesini öneriyorlar. Kuşun yuvaya geliş yönünün ve açısının daraltılarak kontrol edildiği durumlarda buraya, kızılötesi foto-cell ile çalışan, elektronik tetikli bir dü-

zenek yerleştirilebilir. Bu sayede kuşun foto-cell'in arasından her geçişinde tetik mekanizması harekete geçecek ve sistemin başında kimse olmaksızın fotoğraf çekilecektir.

Her tür kuş fotoğrafının çekimine ilişkin çalışmalarda özen gösterilmesi gereken şey, kuşların tedirgin edilmemesidir. Çekim hazırlıkları ya da çekimler sırasında kuş fazla tedirgin edilir, yuvasına herhangi bir biçimde zarar verilirse anne kuş, yumurtalarını terk edebilir ya da içindeki yavrularını "kurtarmak" için tüm yumurtaları bir anda parçalayabilir.

Böcekler

Kelebekleri ve diğer uçan böcekleri görüntülemek, zorluklarla dolu bir çalışma ortamını da beraberinde getirir; çünkü bu hayvanlar çok küçüktürler, oldukça hızlıdırlar ve asla öngörülemez hareket yapısına sahiptirler. Böceklerin fotoğraflanabilmesi için, 100 mm odak uzunluğuna sahip bir makro objektif kullanılmalıdır. Aynı şekilde bir oraya bir buraya uçarak, üzerinde odaklama yapılmasına fırsat tanımayan bir yaratık için, kısık diyafram açıklığı ile geniş bir alan derinliği elde edilmesi de kaçınılmazdır.

Yavaş hareket eden kimi böcekler, kendi yaşam ortamlarında fotoğraflanabilirler. Bu tür çekimlerde birden fazla flaşın tek tetiğe bağlı olarak çalıştığı bir flaş sistemi kullanılabilir. Kimi zaman özel

Makro Fotoğrafçılık

Akif Aykurt
Ankara Kuş Gözlem Topluluğu

Bir ağaca uzaktan bakıldığında, ağaç bir bütün olarak algılanır; detaylar gözlenemez. Yaklaştıkça her bir dalın, yaprakların ayrıntıları farkedilmeye başlar. Daha da yakından incelendiğinde ağaçtaki çiçekler, böcekler ve daha küçük oluşumlar farkedilir. Küçük detaylara inildikçe, bambaşka bir dünya ile karşılaşılır. Bir kuşun tüylerinin detayı, bir böceğin parlak renkli kanatları ya da bir çiçeğin yakın görüntüsü fotoğraf karesine aktarıldığında, alışılmadık görüntüler ortaya çıkar. Bu görüntülerin fotoğraflanması için kullanılan tekniğe, "makro fotoğrafçılık" adı verilir. Detayların görüntülenmesinin amaçlandığı fotoğraf çekimlerinde makro objektif kullanılması en uygun olanıdır. Bunlar, objeye oldukça yaklaşarak ayrıntılı fotoğraf çekme olanağı verir. Normalde 40-50 cm'den daha yakının netleştirilememesine karşılık, bu tür makro objektifler, objeye neredeyse değecek kadar yaklaşma olanağı sağlarlar. Ayrıca, 200 mm ve üzerinde odak uzaklığı olan ve daha uzak mesafeden fotoğraf çekimi yapabilen makro objektifler de vardır. Makro çekimlerde, kapasiteyi belirtmek için rakamsal ifadelere başvurulmuştur. Her objenin büyüklüğü farklı olduğundan, fotoğrafın çekildiği mesafe belirleyici bir ölçü değildir. Sözkonusu objenin görüntüsünün hangi oranda fotoğraf filmine düşürülebildiği, ölçü olarak alınmıştır. Bu ölçü sisteminde 1:1, 1:2 veya 2:1 gibi rakamlar kullanılır. Makro fotoğrafçılıkta esas alınan "35 mm fotoğrafçılığında" filmin alanıdır. Bu alan, 24x36 mm'dir. Cismin gerçek büyüklüğü, filmde de aynı büyüklükte çıkarsa, bu oran 1:1 (lifesize) rakamı ile ifade edilir. 1:3 makro fotoğraf, 3 cm'lik bir objenin filmde 1 cm yer kaplaması anlamına gelir. Eğer bu oran 2:1 veya 3:1 gibiyse, obje olduğundan daha büyük olarak görüntülenmiştir. Makro fotoğraf çekimi için özel makro objektifi bulunmayan bir kişinin uygulayacağı en basit yöntem, objektifin ucuna bir büyüteç tutmaktır. Bu amaçla kullanılan +1, +2, +3 oranda büyütme yapabilen filtreler, objeye normalden daha fazla yaklaşarak fotoğraf çekme olanağı verirler. Makro fotoğraf çekiminde kullanılan bir başka yöntem ise, objektifle fotoğraf makinası arasına "ekstensiyon tüpü" denilen bir parça yerleştirmektir. İçi boş olan bu tüpün uzunluğu ne kadar artarsa; o kadar yakından fotoğraf çekim olanağı sağlar. Oldukça basit ve ekonomik olan bu yöntemlerin yanısıra, daha ayrıntılı makro çekim düzenekleri de vardır. Bunlar daha çok profesyonel veya bilimsel amaçlı kullanılırlar.

Makro fotoğraf çekiminde dikkat edilmesi gereken, objelerin küçük olması nedeniyle alan derinliğinin çok önemli olduğu ve buna bağlı olarak objektifin diyafram açıklığının olabildiğince kısılmasıdır. f:16 veya f:22 gibi küçük f oranlarında çekim yapmak daha başarılı sonuç verir. Bu durumda bir tripod kullanmak da, çoğu zaman kaçınılmazdır.

olarak tasarlanmış flaşların kullanılması gerekebilir; çünkü makro objektif, zaten çok küçük olan canlıya oldukça yaklaştırılmıştır. Bu koşullar altında çalışılacak flaşın, ayarlanabilir aydınlatma süresi ve yoğunluğu olmalıdır. Makro objektiflerin kullanımında, netliğin odaklama bileziği ile sağlanması oldukça güçtür; ayrıca fotoğraf makinesinin çok küçük hareketlerle ileri-geri hareket ettirilmesiyle de aynı netlik elde edilebilir. Böceklerle ilgili fotoğrafların çekiminde karşılaşılan güçlükler nedeniyle başka bazı yöntemlerden de yararlanılabilir. Bu böcekler yakalanarak, üzerlerinde hareket hızlarını düşürecek bazı işlemler uygulandıktan sonra, stüdyoların yapay koşulları altında görüntülenebilirler. Örneğin, bir süre buzdolabında bekletilen böcekler (bu arada hareketliliklerinden birşey kaybetmezler) doğal ortamından toplanan malzemelerle hazırlanmış yapay ortamda fotoğraflanırlar.

Böceklerin fotoğraflanmasında asıl sorun, uçucu türlerin, uçuş yön ve hızlarının kontrol edilememesinden kaynaklanır. Fotoğraflama çalışmalarının yapılacağı yönde uçmaya zorlayacak bir düzenek ile bu sorun ortadan kaldırılabilir. İngiliz doğabilimci Stephen Dalton'un geliştirdiği yöntem, çok basit ve bir o kadar da etkilidir: Buna göre, uçarken fotoğraflanmak istenen böcek, yakalanarak büyükçe bir kutuya kapatılır. Kutunun önünde ise çekim sırasında böceği fotoğraf makinesine doğru uçmaya zorlayacak silindirik bir tüp bulunur. Bu tüpün açık ağzı yönünde, fotoğraf makinesi ve flaşlar yerleştirilir. Tüpün tam ağzına kızılötesi bir fotocell mekanizması yerleştirilerek sistem, çekime hazır hale getirilir. Böceğin tüp yönünde uçması ise, tüpün açık ağzı yönünde küçük bir ışığın yerleştirilmesi ile sağlanır. Böcek ışığa doğru uçarken fotoğraf makinesi yönüne gelecek; tüpün ağzındaki kızılötesi foto-cell ışığından geçerken neden olacağı kısacık bir kesilme, tetik mekanizmasını harekete geçirerek fotoğrafın çekilmesini sağlayacaktır. Strobe flaş (çok kısa aralıklarla, arka arkaya çakan bir flaş türü) kullanılması durumunda ise, uçarken fotoğraflanan böceğin, kanat hareketleri bile görüntülenebilir.

Bu tür çekimlerde, ışığa karşı duyarlılığı çok düşük, görüntü keskinliği çok yüksek ve özellikle yüksek yoğunluktaki flaş ışığına dengelenmiş filmlerin kullanılması yararlı olur. Aynı şekilde zaten çok hızlı hareket eden böceğin uçuşuna ilişkin tüm ayrıntıların görüntülenebilmesi için de strobe flaşların (örn: 1/25.000 saniye oranda çakan) kullanılması gerekir.

Sualtı Fotoğrafları

Sualtı yaşamının fotoğraflanmasına ilişkin çalışmalar, hem doğal ortam olan deniz dibinde, hem de yapay koşulların sözkonusu olduğu akvaryumlarda gerçekleştirilebilir. Akvaryum çekimleri için özel bir donanıma gereksinim duyulmaz. Küçük balıkların ve deniz canlılarının akvaryumlarda yapılacak çekimleri, oldukça kolaydır. Bunun için camlarında hasar olmayan ve çok iyi temizlenmiş büyük bir akvaryum haznesi gerekir. Bu akvaryumun içine, fotoğraflanmak istenen canlının yanısıra sualtı bitkileri, kum, çakıl kaya gibi tamamlayıcı malze-

meler konulabilir. Her türlü yansımayı ortadan kaldırması ve daha da önemlisi canlının düzgün bir arka plan görüntüsü önünde fotoğraflanabilmesi için, akvaryumun arka yüzüne, koyu renkli bir karton konmalıdır. Aynı şekilde fotoğraf makinesinin olduğu tarafa da, bu yöndeki yansımaların engellenmesi amacıyla, ortasında objektifin geçeceği kadar boşluk olan bir karton daha konmalıdır. Flaşlar, üst-ön açıdan aydınlatma yapacak biçimde yerleştirilmelidirler. Özellikle arka planda yer alan cam yüzeylerin yansımaya neden olmamaları için, hem fotoğraf makinesinin, hem de taşların belli bir açı yapacak biçimde yerleştirilmeleri gerekir. Bu düzenek kurulduktan sonra, fotoğraflama çalışmalarına başlanabilir. Fotoğrafı çekilecek olan balık ya da deniz canlısı, fotoğraf makinesi ile izlenmiyorsa; her defasında bu canlının objektifin önünden geçmesini beklemek gerekecektir. Bu süreyi azaltmak için düz bir cam, akvaryum içine sokularak daha küçük bir bölme oluşturulur ve canlının serbest yüzme alanı daraltılabilir. Sığ ve berrak kayalık sularda uygulanabilen bir başka akvaryum tekniği daha vardır. Yukarıdaki örnekte akvaryum, suyu ve suda yaşayan canlıları kuşatırken; bu teknikte, fotoğraf makinesini kuşatacak biçimde kullanılır. Yüzlerinden birine, görüntüyü farklı açılara taşıyabilen bir fotoğraf makinesinin dayandırıldığı büyükçe bir cam kutu, sığ ve berrak kayalık sulara daldırılır; böylece fotoğrafçı suya bütünüyle girmeden, görüntü alabilir. Gerçek sualtı fotoğrafçılığı ise, çok özel fotoğraf makineleri ve donanım gerektirir.

Zannedilenin aksine, sualtı yaşamı yüzeye yakındır. Bu nedenle en güzel sualtı fotoğrafları, sığ sularda çekilir. Bu, sualtı fotoğraf donanımı ve fotoğrafçının dalışı sırasında da kullanacağı donanım açısından kolaylık sağlar. Eğer fotoğrafçı, yeterli yüzme ve dalma becerisine sahipse, bu çekimleri şnorkel ve gözlükle gerçekleştirebilir. Özellikle de 5 m'nin altındaki derinliklerde yapılan tüplü dalışlar, fotoğrafçıya son derece büyük bir hareket serbestisi sağlar.

Sualtında yaşayan canlıların büyük bir bölümü, fotoğrafçı, su altında kendilerini ürkütecek çok sert hareketler yapmadan beklediğinde, ona yaklaşırlar. Sualtı fotoğrafçılığının temel sorunu, su içinde yüzen parçacıklar ve ışığın derinliklere sınırlı düzeyde ulaşması sonucu, görüş mesafesinin kısalmasıdır. Bu nedenle çoğunlukla, odak uzunlukları küçük teleobjektifler tercih edilir. Bu da fotoğraflanacak yaratıklara çok yaklaşılmasını ve geniş açı objektiflerin kullanılmasını gerektirir. Başarılı sualtı fotoğraflarının çekiminde önemli bir ilke de, fotoğraf makinesinin görüntülenecek canlıya, sualtındaki toplam görüş mesafesinin en az üçte biri kadar yaklaştırılmasıdır. Bu, güneşin en yüksek ve dik olduğu saatler için geçerlidir. Güneş alçaldıkça, sualtının muhteşem güzellikteki parlak renkleri kaybolur. Bunun nedeni suyun, kırmızıya yakın olan dalgaboylarını filtre etmesidir; sonuçta deniz, mat mavi bir renk alır. Bu saatlerde 4-4.5 m derinliğe kadar bazı renk düzeltici filtreler kullanılarak, renklerin parlaklıklarını koruması sağlanabilir. Ancak daha derindeki çekimler için, sualtı yapay aydınlatma donanımlarının kullanılması zorunludur. Bir başka sorun da, pozlama dengesinin sağlanabilmesidir. Bunu aşabilmek, yarı-otomatik bir fotoğraf makinesi ile otomatik güç ayarlı bir flaş setinin kullanılması ile olasıdır. Sonar ilkeleri ile çalışan uzaktan kumanda düzenekleri, sualtı

kullanımı için de sözkonusudur. Hatta bazı gelişmiş sistemlerde, fotoğraf makinesinin bakacına monte edilen minik bir video kamerası ile fotoğraf makinesinin görüş açısını seyretmek ve tetiklemenin ne zaman yapılacağına karar vermek de olasıdır.

Bitkiler

Bitki ve çiçeklerin fotoğraflanmasının temel amacı, yapılarının, renklerinin, dokularının ve biçimlerinin görüntülenebilmesidir. Şekil bozuklukları, böceklerin zedeledikleri yerler ya da diğer bozukluklar, makro planda elde edilen görüntülerde çok belirgin hale gelir. Eğer yapılacak çekimin amacı, bu tür bozukluklara sebep olan hastalıklarla ya da diğer etkenlerle ilgili değilse; bunların görüntüye yansımaları önlenmelidir. Bilimsel amaçlarla çekilen bu tür fotoğraflarda ölçeğin vurgulanması önemli olduğundan, boyutları konusunda insanların kesin fikir sahibi oldukları cisimlerin çerçeveye dahil edilmesi veya yanında bir cetvelin de bulunduğu bitki ile birlikte fotoğraflanması düşünülebilir.

Bitki, zarar görmeden taşınamayacağından kendi doğal ortamında fotoğraflanmalıdır. Bu tür çekimler, aynı zamanda sözkonusu bitkinin doğal çevresi hakkında da fikir verir. Ancak bu, bitkilerin stüdyoya asla sokulmamaları gerektiği anlamına gelmez. Örneğin, bitki patolojisi çalışmaları, stüdyolarda yapılmalıdır. Böyle ortamlardaki denetlenebilir koşullar, bitki hastalıklarının teşhisinde çok önemli olan morötesi ve kızılötesi dalgaboylarıyla yapılacak çalışmalar için de son derece elverişlidir.

Bitki fotoğraflarında dikkat edilmesi gereken teknik noktalardan biri, bitkinin uygun olan en büyük ölçekli görüntüsünün elde edilmesidir. Bununla birlikte yeterli bir alan derinliğinin yakalanması, rüzgar ya da benzeri etkenlerin sebep olduğu hareketin giderilmesi ve arka plandaki yanıltıcı ayrıntıların yok edilmesi gerekir.

Bitki ve çiçeklerin konu olduğu, büyük ölçekli fotoğrafların çekiminde teleobjektifler yerine, makro objektiflerin kullanılması daha doğrudur. Bunun en önemli nedeni, uzaktan teleobjektifle çekilen fotoğrafın, bu objektiflerin optik özelliklerinden dolayı derinliğini kaybetmesidir. Halbuki makro objektiflerde bu tür sakıncalar sözkonusu değildir. SLR fotoğraf makineleri (Tek Objektifli Refleks) ile ters çevrilerek makro objektif olarak kullanılabilen objektifler, proksar mercekler, uzatma tüpleri ya da körükler gibi donanımların tümü birlikte kullanılabilir; ancak odaklama yapma olanağı veren bir makro objektif en uygunudur. Ayrıca, viewfinder'lı (refleks olmayan) fotoğraf makineleriyle "paralaks" hatasına düşülmemesi için, yardımcı çerçeveleme araçları kullanılmalıdır.

Makro çekimlerde karşılaşılan en önemli sorun, çok daralmış bir alan derinliği ile çalışılıyor olması sonucu görüntü netliğinin süreklilik taşımaması ve odaklamanın kaçırılabilmesidir. Seçilmiş bir odaklama yapılmasının istendiği durumlar dışında, fotoğraf makinesinin bir sehpa üzerine bağlanması ya da daha uzun pozlama süresi (düşük örtücü hızı) ve daha kısık diyafram açıklığı ile elde edilecek alan derinliğinin artırılmaya çalışılması, bu sakıncayı ortadan kaldırır. Örtücü hızının düşürülmesi ise, bitkinin rüzgar ya da benzeri etkenlerle sallanması sonucu netlik kaybına yol açabilir. Bu da rüzgar kalkanı görevi görecek büyükçe bir karton ile çözülebilir. Daha etkili ve kolay bir çözüm yolu ise, hareket ediyor olsa bile sözkonusu bitkinin hareketini flaş kullanarak dondurmaktır. Arka planda yer alan karmaşık görüntüden ayırabilmek için, bitkinin hemen arkasına kendisinden oldukça büyük bir karton konulabilir. Bu, hem bitkiyi arka plandan soyutlayacak, hem de bir ışık yansıtıcısı yerine geçecektir. Bitkinin üzerine düşen sert güneş ışığının yumuşatılabilmesi için, parşömen kağıdı ya da aydınger ile adeta bir "ışık çadırı" oluşturulabilir.

Doğa fotoğrafları kuşkusuz yukarıda ele alınan olgularla sınırlı değildir; doğa fotoğrafçılığı bir yaşam tarzının, doğaya bakış açısının uzantısıdır.

Kaynaklar

Coover, D. More Joy of Photography, Wisconsin, 1981.
Hasselblad, Close-up Photography, Göteborg, 1977.
Langford, M. The Master Guide to Photography, New York, 1982.
The Focal Enyclopedia of Photography, London, 1974.

Ardıcın yaşam öyküsü. "Beğendiğiniz heryer sizin olsun. Dağ, bayır, kayalık bile olsa, kalanı bana yeter." diyor tüm ağaçlara.

Hamamelis intermedia; Sonbaharı görüntülemek apayrı bir duygu.

Bir Doğa Fotoğrafçısının Gözüyle...

Hayrettin Karaca

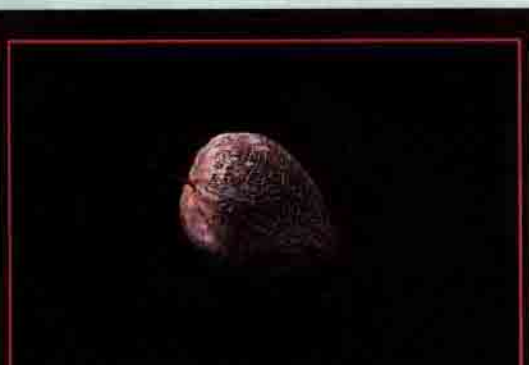
Ben, fotoğrafçılığı sanat olarak yapan biri değilim. Fotoğrafa önceleri bir belge olarak bakıyordum. Doğayı gezdikçe gördüklerimin, aldığım notlarla sınırlanmaması gerektiğine karar verdim. 1960'lı yıllardan bu yana, her türlü konuda fotoğraf çalışmaları yaptım. 1980'li yılların başından itibaren doğa gezilerimde asıl amacım, fotoğraf çekmek oldu.

Epilobium angustifolium. Cennetten bir örnek daha.

Zamanla çektiğim fotoğrafların kalite ve içerik bakımından istediğim düzeyde olmadığını düşünmeye başladım. Bunun, fotoğraf makinelerinin markasına ve tipine bağlı olduğu görüşündeydim ve bu düşünceyle Hasselblad 500c, Leica R5, Nikon F4, Nikon F801, Nikon F401, Olympus IS 1000, Pentax Auto 110, Canon EOS 650, Contaflex, Contax T2 gibi çeşitli kameralar edindim. Buna rağmen amaçladığım başarı düzeyine ulaşamayınca, başarısızlığımın kameralardan kaynaklanmadığını; her konu için ayrı bir lense ihtiyaç olduğunu öğrendim. Denediğim birçok lense rağmen, çektiğim fotoğraflardan yine tatmin olmayınca, eksikliğin kamera ve lenste değil, kendimde olduğunu anladım. Ardından gerek Türkçe, gerekse İngilizce fotoğraf dergilerini izlemeye; fotoğraf uzmanlarının kitaplarını ve yazılarını okumaya başladım. Edindiğim bilgileri, uygulamaya geçirmem gerekiyordu. Artık çektiğim fotoğraflara güvenle bakıyor; deklanşöre bastığımda ne sonuç alacağımı bildiğimden, çektiğim her makaranın banyosunu heyecanla bekliyordum. Aklımdakileri uygulayabildiğimi görünce beklentilerimi ve gereksinimlerimi karşılayabileceğini düşündüğüm bir Nikon F4 aldım. Sıra lenslere gelmişti. Aslında 24 mm'lik veya 105 mm'lik bir lensin, ne zaman hangi konu için kullanılacağını biliyordum; ancak asıl önemli olan, bir lensle bütünleşmek ve özdeşleşmekti. Kimi zaman 55 mm manuel lensi, kimi zamansa 105 mm otofokus lensi, kameradan çıkaramadım. Uygun olup olmadığına bakmaksızın en çok kullandığım objektif, otofokus 35-105 mm lens oldu.

Prunus serulla (Japon Kirazı)

Deklanşöre basmak benim için bir paylaşım heyecanıdır. Yaşlı dev ağaçları, anıtları, taşları; yani gördüğüm ve yaşadığım her olayı, fotoğraflar aracılığı ile her-



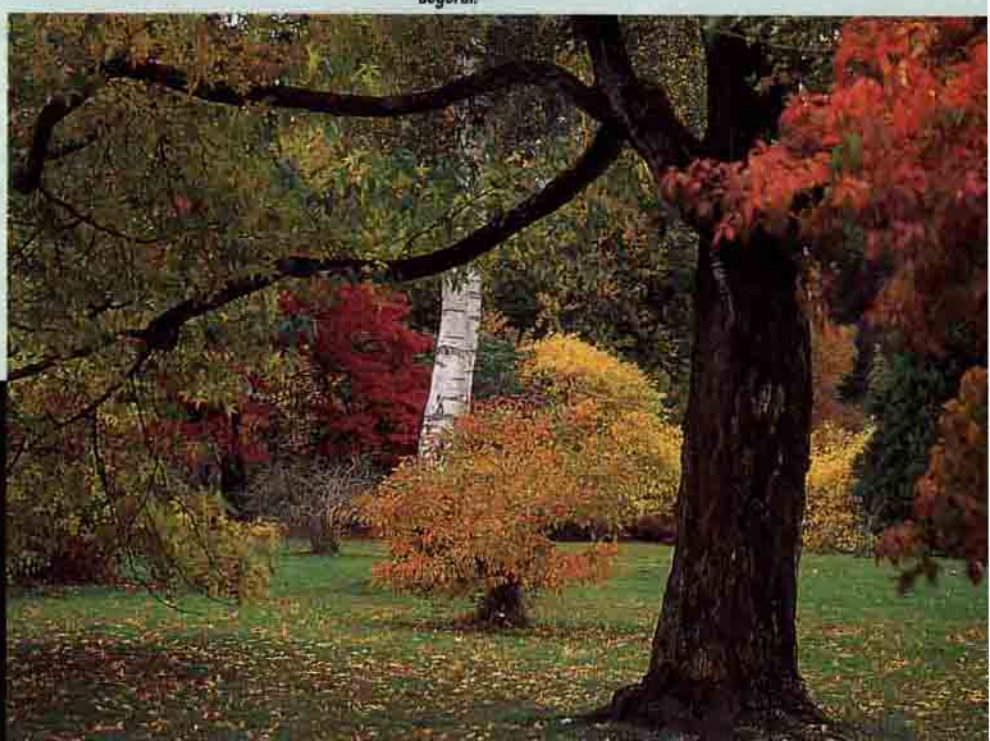
Yağmurdan sonra her bitkide damla görülmez. Ama Cotinus coggyria'larda bu mümkün.

kesle paylaşmak isterim. İşte deklanşöre bastığım anda bütün dostlarıma, arkadaşlarıma, doğaseverlere götüreceğim ve onlarla paylaşacağım bir mutluluğun heyecanını yaşarım. Bitkiler, sadece çiçeği ve rengiyle değil; meyvesiyle, gövdesiyle, dikeniyle, köküyle; yani herşeyiyle değerlendirilmelidirler. Fotoğraf çekerken bir heyecan yaşıyorum ve her fotoğrafımın, her diamın bir öyküsü var. Antalya yakınlarında Çığkuş Tepesi'nde bulunan yaşlı ardıçların fotoğraflanmasında olduğu gibi, bazı fotoğraflar için defalarca aynı yere gittim ve her defasında ayrı bir heyecan duydum. Rize, Çamlıhemşin yakınlarında, 3100 m'de bulunduğu düşünülen peygamberçiçeğinin fotoğrafını çekmek üzere, bir grup halinde yola koyulduk. Yaşım dolayısıyla bu yüksekliğe çıkmam sakıncalıydı. Ancak fotoğraf çekmek, benim için bir heyecandır. Bu nedenle sırıkla yüksek atlama yapan sporcuların, çıtanın konulduğu yüksekliğe konsantre olmaları gibi ben de, 3100 m'deki peygamberçiçeğine konsantre olmuştum. Çiçeklerin yanına ulaştığımda, duyduğum heyecan anlatılamazdı. Ben, doğadayken ayırdedemediğim karşıt duygular içinde olurum. Doğa beni çiçeğiyle, dikeniyle, yaprağıyla ve beraberliğiyle mutlu ediyor. Öte yandan toprak erozyonuna, çeşmelerin kurumasına, tarım alanlarının yanlış kullanılmasına ve çölleşmeye tanık olup; bu olayları görüntülemek de ayrı bir duygudur.

Fıstıkçamı (Pinus pinea).

Nilüferler; Üzerlerinde çiçekleri yok; ama yaprakları üzerindeki su damlacıkları bile görüntülemeye değerdi.

Artık fotoğraf benim için ne kamera, ne film, ne de lens... Doğada yaşanan heyecanı paylaşmak için bir araç. Bugün çektiğim 42000'in üzerindeki dia ve 5000'in üzerindeki renkli fotoğrafa fotoğraf olarak değil; çevremle paylaştığım birer mutluluk aracı olarak bakıyorum.Her ne kadar çevrem, bugün bulunduğum nokta dolayısıyla beni usta olarak nitelendirse de ben, kendimi fotoğraf çeken biri olarak görmüyorum.



Doğa Fotoğrafçılığı

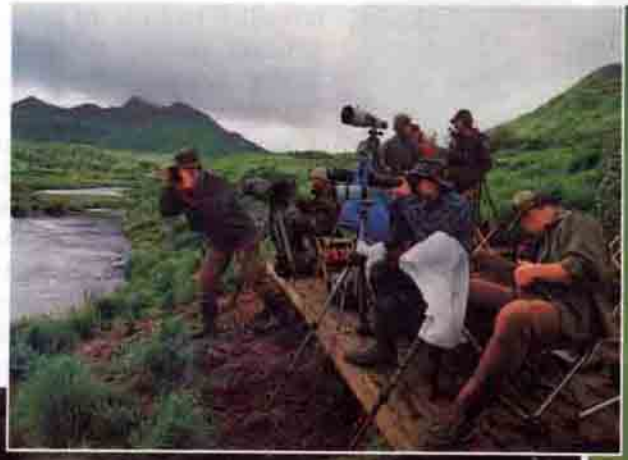
Ahmet Tolungüç
A.Ü. İletişim Fakültesi

DOĞA fotoğraflarının canlı varlıkların açık seçik ve doğru bir biçimde görüntülenebilmelerine olanak sağlaması, bilimadamları için ender rastlanan türlere ait kayıtların tutulması açısından önem taşır. Doğa fotoğraflarının geçmişi, 1890'lara uzanmaktadır. Bu tarihlerde elde taşınabilir, hafif, kullanımları kolay olan fotoğraf makineleri ve daha yüksek hızlarda görüntü yakalayabilen örtücüler (shutter) kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla elektronik-flaş'ın, hareketi dondurma özelliğinin geliştirilmesi ve renkli filmlerin kullanılmaya başlaması, doğa fotoğraflarının gelişim sürecindeki kilometre taşlarıdır. Doğa fotoğrafçılığı, belirli durumların ya da canlıların, bilimsel amaçlı kullanıma elverişli, teknik açıdan yeterli ve açık seçik görüntülerinin çekilebilmesini gerektirir. Çekilecek fotoğrafların bilimsel amaçlar için elverişli olması, bunların fotoğraf tekniği açısından ve estetik olarak değer taşımayacakları anlamına gelmez. Doğa fotoğraflarında aranılan başlıca özellikler, yaratıcı bir seçiciliğin varlığı, görsel sunum açısından yüksek kalite, türün en iyi örneğinin en uygun ortam ve koşullar altında görüntülenebilmiş olmasıdır. Doğa görüntüleri sadece bilimsel kataloglarda yer almaları amacıyla

fotoğraflanmazlar. Doğa fotoğrafçılığı bir yaşam tarzının, doğaya bakış açısının uzantısı olması nedeniyle, amatörler için de vazgeçilmez bir uğraştır.

Çalışma Ortamı

Doğa fotoğrafçılarının büyük bir bölümü, stüdyoların yapay koşulları yerine, doğal ortamları tercih ederler. Tercihin bu yönde kullanılması, görüntülenmek istenen türlere ulaşılması konusunda çeşitli güçlükleri de beraberinde getirir. Böyle durumlarda, fotoğrafçının ve/veya fotoğraf makinesinin saklanabilmesi için çok iyi kamufle edilmiş hücreler, uzaktan kumandalı fotoğraf makineleri ve flaşlar kullanılması gerekebilir. Bu donanımın yerleştirileceği konum, fotoğraflanmak istenen türlerin davranış biçimlerine, yaşadıkları yer ve koşullara bağlı olarak, büyük farklılıklar gösterebilir ve fotoğrafçının bu konularda ayrıntılı bilgi sahibi olmasını gerektirir. Böyle zor koşullarda çekilen fotoğraflara ilişkin teknik ayrıntı ve bilgi, özenle not edilmelidir. Çekilen doğa fotoğrafları, yalnızca bilimsel amaçlarla değil; genel eğitim ya da yayımcılık amaçlarıyla da kullanılabilirler. Fotoğraflanan canlı türüne ait özelliklerin, görüntülendiği yer ve koşulların, davranış yapısına ilişkin bilgilerin sözkonusu fotoğraflardan yararlanacak olanlara verilmesi gerekir. Bu tür fotoğrafların çekilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta da, sözkonusu canlının çevresine ilişkin ipuçları verecek diğer canlı ya da cansız varlıkların da görüntüde yer almalarının sağlanmasıdır. Böylelikle o canlıya ilişkin kimi temel bilgiler de, görüntü içinde verilebilir. Odaklamanın farklı noktalarda yapılması, renk ve ton kontrastlarından ya-



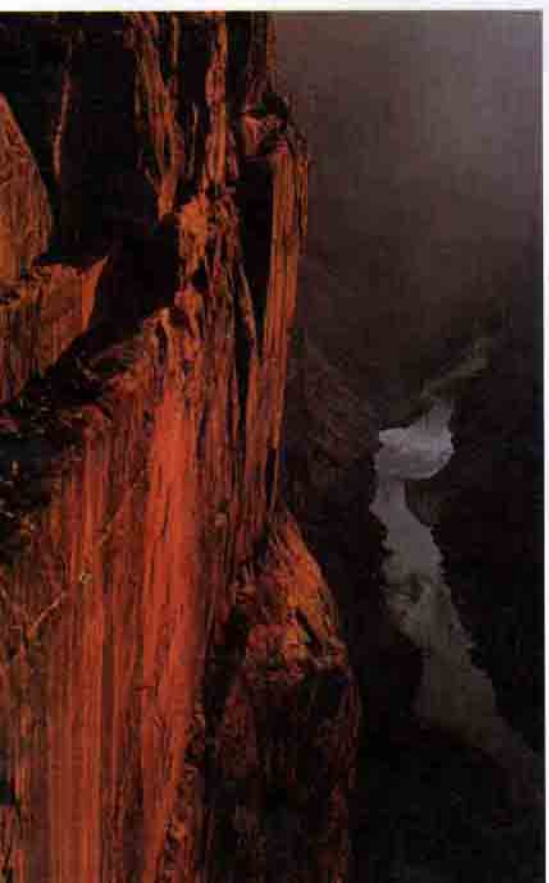
Uygulanan Teknik ve Gerekli Donanım

Doğa fotoğraflarına konu olabilecek canlıların çeşitliliği, kullanılacak donanımın da çeşitli olmasını gerektirmektedir. Örneğin tehlikeli olmaları gibi nedenlerle yanlarına fazla yaklaşılamayacak hayvanların görüntülenebilmesi için, odak uzunluğu oldukça fazla olan teleobjektiflerin kullanılması gerekir. Çok küçük böcek ve çiçekler içinse, makro objektiflerden ya da aynı işlevleri gören yardımcı araçlardan (proksar, extention tube vb.) yararlanmak gerekebilir.

rarlanılması, fotoğrafın özü olan canlının çevresinden ve arka plandandan soyutlanmaksızın görüntülenebilmesini olası kılar. Doğa fotoğraflarının çekiminde kullanılan fotoğraf makinesi ve diğer donanımın, kolaylıkla taşınabilir, herhangi bir parlama ya da yansımaya fırsat vermeyecek nitelikte olması gerekir.

Doğa fotoğrafçılarının en yaygın olarak kullandıkları fotoğraf makinesi türü, 35 mm SLR'lerdir [(Single Lens Reflex); Tek Objektifli Reflex; Küçük Boy (24 x 36 mm)]. Küçük olmaları nedeniyle kolaylıkla taşınabilirler; kullanımları da güçlük yaratmaz. Objektiflerinin değişebilir olması, çok geniş bir objektif yelpazesine sahip olmaları ve diğer fotoğraf makinesi türlerine göre daha ucuz olmaları nedeniyle tercih edilirler. Eğer daha büyük boyutlu orjinal görüntüye gereksinim duyuluyorsa, orta boy fotoğraf (rollfilm; 120 size) makinelerinden de yararlanılabilir. Bir doğa fotoğrafçısı, her çalışmasında yanında en az iki fotoğraf makinesine ait gövde bulundurmalıdır. Böylece hem karşılaşabileceği arızalar için makinesini yedekler; hem de farklı film türlerini, değişik amaçlar için kullanabilir. Fotoğraf makinelerinin üzerindeki standart bakaçlar genellikle en çok yararlanılan bakaç türü olmakla birlikte; alt-açıdan yapılabilecek çekimler için, değişik tür ve işlevlerde yardımcı bakaçlar bulundurulabilir.

Çok küçük boyutlu canlıların fotoğraflarının çekilebilmesi için, makro objektif ve uzatma tüpü ya da körük kullanılması zorunludur. Birçok hayvanın görüntülenmesinde 100 mm ve 200 mm teleobjektifler yeterli olur; ancak kuşlar için 80-200 mm zoom objektifler idealdir. Vahşi ve tehlikeli hayvanlar ile çok ürkek yaratıklar için, kimi zaman 400 mm teleobjektifler gerekebilir. Bu objektifin hafif ve aynalı türden olması, daha uygundur. Doğa fotoğraflarının çekiminde büyük önemi olan fotoğraf makinesi sehpalarının (tripod) ve desteklerinin (monopod) de özenle seçilmeleri gerekir. Bu sehpalar, fotoğraf makinesinin hareketsiz durmasını sağlamalı; ancak uzun yürüyüşlerde taşınamayacak kadar ağır olmamalıdır. Eğer bir sehpanın (tripod) açılması ve kullanılır hale getirilmesi zaman alıyorsa, tek bacaklı desteklerin (monopod) kullanılması yararlı olabilir. Yer düzeyinden yapılacak bir çekimde, sehpa ya da desteklerden çok, üzerine fotoğraf makinesi konulduğunda onun şeklini alarak sağlam bir destek oluşturabilecek, küçük ve gevşek kum torbaları kullanılır. Doğal koşullar da dahil olmak



hip bir sarıcı (motor drive) ve buna uygun bir magazin kullanılmalıdır. Örneğin, bir kuş türünün yuvasına konduğu ya da havalandığı anın fotoğraflanması istendiğinde, saniyede 6 kare film saran bir motor kullanılmalıdır. Bu durumda 36 pozluk bir 35 mm filmin bitmesi yalnızca 6 saniye sürecek ve çok sık film değiştirme zorunluluğu doğacaktır. Bunu önlemek için, çok daha uzun film taşıyan harici magazinlerin (bulk film magazine) kullanılması gerekir.

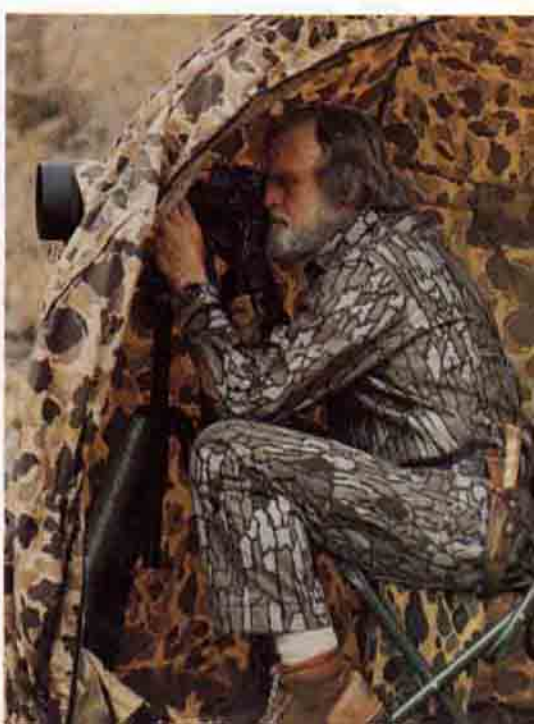
üzere ışığın yeterli olmadığı durumlarda kullanılabilecek en uygun ve etkili aydınlatma aracı flaşlardır. Flaş ışığı, günışığına dengelenmiş olduğundan günışığı filmlerinin yanında herhangi bir renk düzeltme filtresine ihtiyaç duyulmaksızın flaş kullanılabilir; böylece renklerin doğallığı korunur. Flaş, sıcaklık ya da sürekli olarak çok kuvvetli ışık yaymadığı için, fotoğraflanacak küçük canlıları rahatsız etmez; çok küçük canlıların fotoğraflarının çekilmesi sırasında homojen bir aydınlatma sağlar; hareketli canlıların hareketlerinin dondurulmasına olanak verir ve kolayca taşınabilir. Daha etkin bir flaş aydınlatması elde edebilmek için en az iki flaş kafası kullanmak ve bunları kablo ya da sensör sistemleriyle senkronize etmek gerekir. Kuşların ya da diğer hayvanların yuvaları görüntüleneceği zaman yüksek hıza sa-

35 mm küçük boy fotoğraf makinelerinin üzerinde ışıkölçerler bulunsa da, güç koşullarda çekim yapmak için nokta ışık ölçümü yapabilen bir el ışık ölçeri (spotmeter) bulundurulmalıdır. Böylece uzaktan da olsa çok küçük bölgelerin ışığı doğru ölçülebilir.

Doğa fotoğrafları için film seçimi, genellikle fotoğrafın çekileceği ortamdaki ışık koşullarına bağlı olduğu halde, bu alanın ustaları, yüksek hızdaki ya da başka bir deyişle çok duyarlı filmleri pek tercih etmezler. Işığa karşı çok duyarlı olan filmlerin yapısından kaynaklanan yüksek grenlilik, fotoğrafı çekilen ve genelde çok küçük olan canlının üzerindeki ayrıntıların kaybolmasına neden olabilir. Bu yüzden, yapılacak her çekim için özgün koşullara uygun olan en yavaş (az duyarlı) filmin tercih edilmesi tavsiye edilir. Renk, doğa fotoğraflarında vazgeçilemez bir unsurdur. Hatta siyah/beyaz basılacak fotoğraflar için yapılacak çekimlerde bile renkli film kullanılabilir. Böylece gelecekteki bir kullanım için, renkli fotoğraflara sahip olunur. Basım amacıyla çekilen fotoğraflarda, renk ayrımı ve offset basım teknolojisi, saydam (slide ya da diapozitif) filmler üzerine kurulmuştur. Aynı sonuçlar, renkli baskılardan da elde edilebilir ancak birincisindeki kalitenin elde edilebilmesi güçtür. Aynı şekilde saydamların eğitim programlarında ya da gösterimlerde sağladıkları kolaylıklar da gözönünde bulundurulduğunda, doğa fotoğraflarının, özel amaçlı çekimler dışında, saydam filmlerle yapılması uygundur.

Hayvan Fotoğrafları

Hayvan fotoğraflarının çekilmesi, herşeyden önce büyük bir sabırla, görüntü konusu olacak türün davranışları hakkında bilgi edinmeyi gerektirir. Dikkatli bir gözlemci, belirli davranışları sürekli yineleyen hayvanları bir süre izleyerek, onların davranış biçimlerini öğrenebilir. Hatta her gün aynı saatte, aynı yiyeceği bırakarak, bir süre sonra onların kendi istediği yere gelmelerini sağlayabilir.



Doğal Ortamlar Dışında Hayvanların Görüntülenmesi

Hayvanat bahçelerinde olduğu gibi, yakalanmış ve koruma altına alınmış hayvanların görüntülenmesinde karşılaşılan en büyük engel, kafesleri oluşturan demir çubuklar, teller ya da camlardır. Bu gibi durumlarda yapılması gereken, fotoğraflanacak olan hayvanın kafesten uzaklaşmasını beklemektir. Böylece fotoğraf çekiminin temel tekniklerinden birisi olan "alan derinliği" iyice azaltılıp; çerçeveyi oluşturan malzemenin netliği yok edilerek görüntü dışında bırakılabilir. Bunun için olabildiğince geniş bir diyafram açıklığı ve/veya bir teleobjektif kullanılması gerekir. Cam kafes içindeki hayvanlar için ise, fotoğrafçının camın temiz bir yerini bulup, standart bir objektifle cama olabildiğince yaklaşması yeterlidir. Camın bir ayna işlevi görerek, fotoğraf makinesi ya da fotoğrafçının görüntülerini yansıtmasını önlemek için, lastikten yapılmış objektif siperlikleri uygun olabilir. Eğer cam üzerinde başka yansımalar varsa bunu gidermek için polarizasyon filtresi kullanılabilir.

Bu tür fotoğrafların çekiminde ortaya çıkan önemli bir sorun da arka planda yer alan yapay ve çirkin görüntülerdir. Eğer farklı bir noktada uygulanacak odaklama tekniği ile bu sorun giderilemiyorsa, bulunacak bir üst açı ile istenmeyen manzaralar görüntü dışında bırakılabilir ya da kafesin konumu elverişliyse beklenip gölgede kalmaları sağlanabilir. Bu tür çekimlerde dolgu ışığı elde etmek için elektronik bir flaştan yararlanılabilir. Flaş, cam kafesin dışındaysa yansımanın engellenmesi için, iyice yandan kullanılmalıdır.

Yabani Hayvanlar

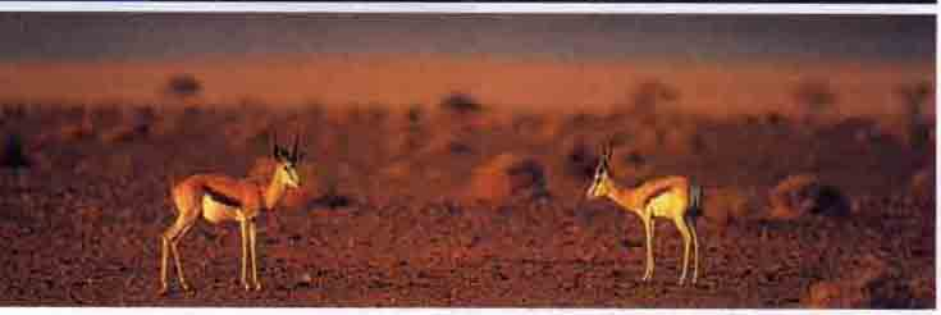
Yabani hayvanların fotoğraflanması da, sabır ve bilgi gerektirir. Bu tür fotoğraflar çekebilmek için genellikle hayvanların düzenli bir biçimde gelip yiyecek buldukları ya da su içtikleri yerlere yerleşmek gerekir. Fotoğraf çekimi için hayvanın konumuna göre, rüzgarın gittiği yöne yerleşilmelidir. Aksi takdirde kokuya çok hassas olan bazı hayvanlar, fotoğrafçının ya da donanımının alışık olmadıkları kokusundan tedirgin olurlar. Çalışma saatleri açısından en uygun zaman, sabah erken ve akşam geç saatlerdir. Bu saatler, yabani hayvanların beslenmek, su bulmak için belli yerlere gelmeleri ve aşırı sıcak, aşırı ışık gibi, görüntü kalitesini olumsuz etkileyebilecek atmosferik etkenlerin en aza inmesi açısından önemlidir.

Bazı fotoğrafçılar, sabit ya da taşınabilir gizlenme hücrelerinde çalışmayı tercih ederler. Bu, her zaman gerekli olmayabilir. Bu tür donanım, hayvanların tedirgin edilmemesi konusunda yarar sağladığı halde, fotoğrafçının her türden hareketini kısıtlaması nedeniyle, pek de hoşa giden bir araç değildir. Bu yüzden, daha önce söz edildiği gibi iyice doldurulmamış bir kum torbasının destek olarak kullanılması, fotoğrafçıya son derece özgür ve esnek bir hareket olanağı sağlayabilir.

Yabani yaşamın fotoğraflanmasında önemli noktalardan biri de, örtücü hızı ve diyafram ayarları ile çekimden önce odaklamanın yapılmasıdır. Anlarla ifade edilebilecek fotoğraf çekme süreci içinde, bu ayarlamaları gerçekleştirerek çekim yapmak olanaksızdır. Bu tür fotoğraflama çalışmalarında aydınlatma da, son derece önemlidir. Fotoğrafta, gerek hayvanın gerekse yaşadığı mekanın karakteristik özellikleri vurgulanmalı ve yüzey dokularının nitelikleri ön plana çıkarılmalıdır.

Gece Yaratıkları

Tüm etkinliklerini gece gerçekleştiren hayvanların fotoğraflanabilmesi, ayrı bir özen gerektirir. Fotoğrafçının, önceden gözüne kestirdiği bir yuvayı akşamlar boyu gözlemesi gerekir. Fotoğrafı çekilmek istenen hayvanın ürkütülmemesi için, çok ağır düzenlemeler yapılması ve donanımın hayvan tarafından yadırganmaması için, tek tek yerleştirilmesi gerekir. Ayrıca tüm ayarlar yapılmalı ve odaklama belli bir noktada kesinleştirilmelidir. Bütün bunların hazırlanmasından sonra fotoğrafçı, elindeki uzaktan kumanda ile, saklandığı yerden tetikleme işlemini yapabilir. Ancak buradaki temel sorun, gece görüşün olmaması nedeniyle, tetikleme işleminin zamanıdır. Bu sorunu çözmek için otomatik kızılötesi tetikleme mekanizmalarından



olduğu kadar, kızılötesi gece görüş malzemelerinden de yararlanılabilir. Birçok doğa fotoğrafçısı, gece yaratıklarını görüntüleyebilmek için elektronik flaş kullanır. İnsan gözünü son derece rahatsız eden flaş ışığının gece yaratıklarının önemli bir bölümünü, makinenin sesinden daha fazla rahatsız etmemesi oldukça şaşırtıcıdır. Bu nedenle bazı durumlar dışında, hayvanları rahatsız etmeme gerekçesi ile kızılötesi malzeme kullanılması gerekli değildir. En etkili gece fotoğrafları, elektronik flaşların hareketi dondurma ve diyaframı kıstırma özelliklerinin olası kıldığı, geniş alan derinliği sayesinde çekilebilir.

Kuşlar

Kuş türleri, tek tek uçarlarken fotoğraflanabilseler de, onlara ait en güzel görüntüler, yuvalarında ya da düzenli olarak yemlendikleri ve suya indikleri yerlerde elde edilir.

Kuşların kolaylıkla fotoğraflanabilmesine, hatta bu konuda alıştırma yapılabilmesine olanak verecek düzenekler kolayca kurulabilir. Bir evin açık penceresinin önüne, yapraklı dallarla iyice kamufle edilerek yerleştirilen bir masa, üzerine yem serpiştirilecek olursa, tüm kuşlar için davet edici bir ortam haline gelir. Masanın üzerinde oluşturulacak "sonsuz fon" ise, çekim ayarlarının kolaylaşmasına ve aynı zamanda düzgün bir arka plan görüntüsü ile, belirgin bir kuş figürünün elde edilmesine olanak verir.

Bir kenara gizlenmiş fotoğrafçı ise, uygun büyüklükteki bir teleobjektifi perdenin aralığından bu masaya yönelterek doğal davranışları içindeki bir kuşu görüntüleyebilir. Doğal yaşam ortamları içinde kuş fotoğraflarının çekilebilmesi için de, yukarıdakine benzer yapay bir saklanma hücresinin yapılması ya da uzaktan kumandalı fotoğraf makinelerinin kullanılması gerekir. Eğer bir saklanma hücresi inşa edilecekse bu birdenbire değil; yavaş yavaş yapılmalıdır. Böylelikle kuşların, çevrelerinde meydana gelen değişikliklerden tedirgin olmaları engellenebilir. Yüksek hıza sahip elektronik flaşların, günışığının aydınlatma açılarına uygun olarak yerleştirilmeleri gerekir (Kısık diyaframla geniş alan derinliği ve hareketin dondurulması olanağı sağladığından flaş kullanımı, bu tür çalışmalar için son derece uygundur).

Kuş yuvaları, belirli türlerin gelip gittiği yerler olmaları açısından fotoğraf çekiminde önemlidir; ayrıca yuvaların yapıldığı çalı çırpı gibi malzemeler ve kuşun yuvaya bıraktığı yumurtalar da kuşbilimciler (ornitolog) için ayrı bir öneme sahiptirler. Eğer kuş yuvası kapalı ise, giriş yeri çerçevelenmelidir. Kuşun ürkütülmemesi için kullanılacak fotoğraf makinelerinde ses izolasyonu çok iyi olmalıdır. Gerekli hazırlıklardan sonra fotoğrafçı, bir elinde fotoğraf makinesinin uzaktan kumandalı tetiği, diğer elinde de dürbün olduğu halde, yeterli bir uzaklığa yerleşip yuvayı gözleyerek uygun anlarda tetiğe basabilir.

Gece kuşları son derece keskin gözlere sahiptirler ve bu nedenle onları fotoğraflayacak kişinin saklanma hücresine girmesi kaçınılmazdır. Çok iyi kamufle edilmiş olsa bile, kendi yaşam alanlarında, alışık olmadıkları bir saklanma hücresinde bulunan insanları farketmeleri onları tedirgin eder. Konunun uzmanları, kuşların, saklanma hücresinin boş olduğuna inandırılması için çekimin hazırlık aşamasında iki kişinin, günbatımında hücreye girmesini, bir süre sonra birisinin hücreyi terk etmesini öneriyorlar. Kuşun yuvaya geliş yönünün ve açısının daraltılarak kontrol edildiği durumlarda buraya, kızılötesi foto-cell ile çalışan, elektronik tetikli bir dü-

zenek yerleştirilebilir. Bu sayede kuşun foto-cell'in arasından her geçişinde tetik mekanizması harekete geçecek ve sistemin başında kimse olmaksızın fotoğraf çekilecektir.

Her tür kuş fotoğrafının çekimine ilişkin çalışmalarda özen gösterilmesi gereken şey, kuşların tedirgin edilmemesidir. Çekim hazırlıkları ya da çekimler sırasında kuş fazla tedirgin edilir, yuvasına herhangi bir biçimde zarar verilirse anne kuş, yumurtalarını terk edebilir ya da içindeki yavrularını "kurtarmak" için tüm yumurtaları bir anda parçalayabilir.

Böcekler

Kelebekleri ve diğer uçan böcekleri görüntülemek, zorluklarla dolu bir çalışma ortamını da beraberinde getirir; çünkü bu hayvanlar çok küçüktürler, oldukça hızlıdırlar ve asla öngörülemez hareket yapısına sahiptirler. Böceklerin fotoğraflanabilmesi için, 100 mm odak uzunluğuna sahip bir makro objektif kullanılmalıdır. Aynı şekilde bir oraya bir buraya uçarak, üzerinde odaklama yapılmasına fırsat tanımayan bir yaratık için, kısık diyafram açıklığı ile geniş bir alan derinliği elde edilmesi de kaçınılmazdır.

Yavaş hareket eden kimi böcekler, kendi yaşam ortamlarında fotoğraflanabilirler. Bu tür çekimlerde birden fazla flaşın tek tetiğe bağlı olarak çalıştığı bir flaş sistemi kullanılabilir. Kimi zaman özel

Makro Fotoğrafçılık

Akif Aykurt
Ankara Kuş Gözlem Topluluğu

Bir ağaca uzaktan bakıldığında, ağaç bir bütün olarak algılanır; detaylar gözlenemez. Yaklaştıkça her bir dalın, yaprakların ayrıntıları farkedilmeye başlar. Daha da yakından incelendiğinde ağaçtaki çiçekler, böcekler ve daha küçük oluşumlar farkedilir. Küçük detaylara inildikçe, bambaşka bir dünya ile karşılaşılır. Bir kuşun tüylerinin detayı, bir böceğin parlak renkli kanatları ya da bir çiçeğin yakın görüntüsü fotoğraf karesine aktarıldığında, alışılmadık görüntüler ortaya çıkar. Bu görüntülerin fotoğraflanması için kullanılan tekniğe, "makro fotoğrafçılık" adı verilir. Detayların görüntülenmesinin amaçlandığı fotoğraf çekimlerinde makro objektif kullanılması en uygun olanıdır. Bunlar, objeye oldukça yaklaşarak ayrıntılı fotoğraf çekme olanağı verir. Normalde 40-50 cm'den daha yakının netleştirilememesine karşılık, bu tür makro objektifler, objeye neredeyse değecek kadar yaklaşma olanağı sağlarlar. Ayrıca, 200 mm ve üzerinde odak uzaklığı olan ve daha uzak mesafeden fotoğraf çekimi yapabilen makro objektifler de vardır. Makro çekimlerde, kapasiteyi belirtmek için rakamsal ifadelere başvurulmuştur. Her objenin büyüklüğü farklı olduğundan, fotoğrafın çekildiği mesafe belirleyici bir ölçü değildir. Sözkonusu objenin görüntüsünün hangi oranda fotoğraf filmine düşürülebildiği, ölçü olarak alınmıştır. Bu ölçü sisteminde 1:1, 1:2 veya 2:1 gibi rakamlar kullanılır. Makro fotoğrafçılıkta esas alınan "35 mm fotoğrafçılığında" filmin alanıdır. Bu alan, 24x36 mm'dir. Cismin gerçek büyüklüğü, filmde de aynı büyüklükte çıkarsa, bu oran 1:1 (lifesize) rakamı ile ifade edilir. 1:3 makro fotoğraf, 3 cm'lik bir objenin filmde 1 cm yer kaplaması anlamına gelir. Eğer bu oran 2:1 veya 3:1 gibiyse, obje olduğundan daha büyük olarak görüntülenmiştir. Makro fotoğraf çekimi için özel makro objektifi bulunmayan bir kişinin uygulayacağı en basit yöntem, objektifin ucuna bir büyüteç tutmaktır. Bu amaçla kullanılan +1, +2, +3 oranda büyütme yapabilen filtreler, objeye normalden daha fazla yaklaşarak fotoğraf çekme olanağı verirler. Makro fotoğraf çekiminde kullanılan bir başka yöntem ise, objektifle fotoğraf makinası arasına "ekstensiyon tüpü" denilen bir parça yerleştirmektir. İçi boş olan bu tüpün uzunluğu ne kadar artarsa; o kadar yakından fotoğraf çekim olanağı sağlar. Oldukça basit ve ekonomik olan bu yöntemlerin yanısıra, daha ayrıntılı makro çekim düzenekleri de vardır. Bunlar daha çok profesyonel veya bilimsel amaçlı kullanılırlar.

Makro fotoğraf çekiminde dikkat edilmesi gereken, objelerin küçük olması nedeniyle alan derinliğinin çok önemli olduğu ve buna bağlı olarak objektifin diyafram açıklığının olabildiğince kısılmasıdır. f:16 veya f:22 gibi küçük f oranlarında çekim yapmak daha başarılı sonuç verir. Bu durumda bir tripod kullanmak da, çoğu zaman kaçınılmazdır.

olarak tasarlanmış flaşların kullanılması gerekebilir; çünkü makro objektif, zaten çok küçük olan canlıya oldukça yaklaştırılmıştır. Bu koşullar altında çalışılacak flaşın, ayarlanabilir aydınlatma süresi ve yoğunluğu olmalıdır. Makro objektiflerin kullanımında, netliğin odaklama bileziği ile sağlanması oldukça güçtür; ayrıca fotoğraf makinesinin çok küçük hareketlerle ileri-geri hareket ettirilmesiyle de aynı netlik elde edilebilir. Böceklerle ilgili fotoğrafların çekiminde karşılaşılan güçlükler nedeniyle başka bazı yöntemlerden de yararlanılabilir. Bu böcekler yakalanarak, üzerlerinde hareket hızlarını düşürecek bazı işlemler uygulandıktan sonra, stüdyoların yapay koşulları altında görüntülenebilirler. Örneğin, bir süre buzdolabında bekletilen böcekler (bu arada hareketliliklerinden birşey kaybetmezler) doğal ortamından toplanan malzemelerle hazırlanmış yapay ortamda fotoğraflanırlar.

Böceklerin fotoğraflanmasında asıl sorun, uçucu türlerin, uçuş yön ve hızlarının kontrol edilememesinden kaynaklanır. Fotoğraflama çalışmalarının yapılacağı yönde uçmaya zorlayacak bir düzenek ile bu sorun ortadan kaldırılabilir. İngiliz doğabilimci Stephen Dalton'un geliştirdiği yöntem, çok basit ve bir o kadar da etkilidir: Buna göre, uçarken fotoğraflanmak istenen böcek, yakalanarak büyükçe bir kutuya kapatılır. Kutunun önünde ise çekim sırasında böceği fotoğraf makinesine doğru uçmaya zorlayacak silindirik bir tüp bulunur. Bu tüpün açık ağzı yönünde, fotoğraf makinesi ve flaşlar yerleştirilir. Tüpün tam ağzına kızılötesi bir fotocell mekanizması yerleştirilerek sistem, çekime hazır hale getirilir. Böceğin tüp yönünde uçması ise, tüpün açık ağzı yönünde küçük bir ışığın yerleştirilmesi ile sağlanır. Böcek ışığa doğru uçarken fotoğraf makinesi yönüne gelecek; tüpün ağzındaki kızılötesi foto-cell ışığından geçerken neden olacağı kısacık bir kesilme, tetik mekanizmasını harekete geçirerek fotoğrafın çekilmesini sağlayacaktır. Strobe flaş (çok kısa aralıklarla, arka arkaya çakan bir flaş türü) kullanılması durumunda ise, uçarken fotoğraflanan böceğin, kanat hareketleri bile görüntülenebilir.

Bu tür çekimlerde, ışığa karşı duyarlılığı çok düşük, görüntü keskinliği çok yüksek ve özellikle yüksek yoğunluktaki flaş ışığına dengelenmiş filmlerin kullanılması yararlı olur. Aynı şekilde zaten çok hızlı hareket eden böceğin uçuşuna ilişkin tüm ayrıntıların görüntülenebilmesi için de strobe flaşların (örn: 1/25.000 saniye oranda çakan) kullanılması gerekir.

Sualtı Fotoğrafları

Sualtı yaşamının fotoğraflanmasına ilişkin çalışmalar, hem doğal ortam olan deniz dibinde, hem de yapay koşulların sözkonusu olduğu akvaryumlarda gerçekleştirilebilir. Akvaryum çekimleri için özel bir donanıma gereksinim duyulmaz. Küçük balıkların ve deniz canlılarının akvaryumlarda yapılacak çekimleri, oldukça kolaydır. Bunun için camlarında hasar olmayan ve çok iyi temizlenmiş büyük bir akvaryum haznesi gerekir. Bu akvaryumun içine, fotoğraflanmak istenen canlının yanısıra sualtı bitkileri, kum, çakıl kaya gibi tamamlayıcı malze-

meler konulabilir. Her türlü yansımayı ortadan kaldırması ve daha da önemlisi canlının düzgün bir arka plan görüntüsü önünde fotoğraflanabilmesi için, akvaryumun arka yüzüne, koyu renkli bir karton konmalıdır. Aynı şekilde fotoğraf makinesinin olduğu tarafa da, bu yöndeki yansımaların engellenmesi amacıyla, ortasında objektifin geçeceği kadar boşluk olan bir karton daha konmalıdır. Flaşlar, üst-ön açıdan aydınlatma yapacak biçimde yerleştirilmelidirler. Özellikle arka planda yer alan cam yüzeylerin yansımaya neden olmamaları için, hem fotoğraf makinesinin, hem de taşların belli bir açı yapacak biçimde yerleştirilmeleri gerekir. Bu düzenek kurulduktan sonra, fotoğraflama çalışmalarına başlanabilir. Fotoğrafı çekilecek olan balık ya da deniz canlısı, fotoğraf makinesi ile izlenmiyorsa; her defasında bu canlının objektifin önünden geçmesini beklemek gerekecektir. Bu süreyi azaltmak için düz bir cam, akvaryum içine sokularak daha küçük bir bölme oluşturulur ve canlının serbest yüzme alanı daraltılabilir. Sığ ve berrak kayalık sularda uygulanabilen bir başka akvaryum tekniği daha vardır. Yukarıdaki örnekte akvaryum, suyu ve suda yaşayan canlıları kuşatırken; bu teknikte, fotoğraf makinesini kuşatacak biçimde kullanılır. Yüzlerinden birine, görüntüyü farklı açılara taşıyabilen bir fotoğraf makinesinin dayandırıldığı büyükçe bir cam kutu, sığ ve berrak kayalık sulara daldırılır; böylece fotoğrafçı suya bütünüyle girmeden, görüntü alabilir. Gerçek sualtı fotoğrafçılığı ise, çok özel fotoğraf makineleri ve donanım gerektirir.

Zannedilenin aksine, sualtı yaşamı yüzeye yakındır. Bu nedenle en güzel sualtı fotoğrafları, sığ sularda çekilir. Bu, sualtı fotoğraf donanımı ve fotoğrafçının dalışı sırasında da kullanacağı donanım açısından kolaylık sağlar. Eğer fotoğrafçı, yeterli yüzme ve dalma becerisine sahipse, bu çekimleri şnorkel ve gözlükle gerçekleştirebilir. Özellikle de 5 m'nin altındaki derinliklerde yapılan tüplü dalışlar, fotoğrafçıya son derece büyük bir hareket serbestisi sağlar.

Sualtında yaşayan canlıların büyük bir bölümü, fotoğrafçı, su altında kendilerini ürkütecek çok sert hareketler yapmadan beklediğinde, ona yaklaşırlar. Sualtı fotoğrafçılığının temel sorunu, su içinde yüzen parçacıklar ve ışığın derinliklere sınırlı düzeyde ulaşması sonucu, görüş mesafesinin kısalmasıdır. Bu nedenle çoğunlukla, odak uzunlukları küçük teleobjektifler tercih edilir. Bu da fotoğraflanacak yaratıklara çok yaklaşılmasını ve geniş açı objektiflerin kullanılmasını gerektirir. Başarılı sualtı fotoğraflarının çekiminde önemli bir ilke de, fotoğraf makinesinin görüntülenecek canlıya, sualtındaki toplam görüş mesafesinin en az üçte biri kadar yaklaştırılmasıdır. Bu, güneşin en yüksek ve dik olduğu saatler için geçerlidir. Güneş alçaldıkça, sualtının muhteşem güzellikteki parlak renkleri kaybolur. Bunun nedeni suyun, kırmızıya yakın olan dalgaboylarını filtre etmesidir; sonuçta deniz, mat mavi bir renk alır. Bu saatlerde 4-4.5 m derinliğe kadar bazı renk düzeltici filtreler kullanılarak, renklerin parlaklıklarını koruması sağlanabilir. Ancak daha derindeki çekimler için, sualtı yapay aydınlatma donanımlarının kullanılması zorunludur. Bir başka sorun da, pozlama dengesinin sağlanabilmesidir. Bunu aşabilmek, yarı-otomatik bir fotoğraf makinesi ile otomatik güç ayarlı bir flaş setinin kullanılması ile olasıdır. Sonar ilkeleri ile çalışan uzaktan kumanda düzenekleri, sualtı

kullanımı için de sözkonusudur. Hatta bazı gelişmiş sistemlerde, fotoğraf makinesinin bakacına monte edilen minik bir video kamerası ile fotoğraf makinesinin görüş açısını seyretmek ve tetiklemenin ne zaman yapılacağına karar vermek de olasıdır.

Bitkiler

Bitki ve çiçeklerin fotoğraflanmasının temel amacı, yapılarının, renklerinin, dokularının ve biçimlerinin görüntülenebilmesidir. Şekil bozuklukları, böceklerin zedeledikleri yerler ya da diğer bozukluklar, makro planda elde edilen görüntülerde çok belirgin hale gelir. Eğer yapılacak çekimin amacı, bu tür bozukluklara sebep olan hastalıklarla ya da diğer etkenlerle ilgili değilse; bunların görüntüye yansımaları önlenmelidir. Bilimsel amaçlarla çekilen bu tür fotoğraflarda ölçeğin vurgulanması önemli olduğundan, boyutları konusunda insanların kesin fikir sahibi oldukları cisimlerin çerçeveye dahil edilmesi veya yanında bir cetvelin de bulunduğu bitki ile birlikte fotoğraflanması düşünülebilir.

Bitki, zarar görmeden taşınamayacağından kendi doğal ortamında fotoğraflanmalıdır. Bu tür çekimler, aynı zamanda sözkonusu bitkinin doğal çevresi hakkında da fikir verir. Ancak bu, bitkilerin stüdyoya asla sokulmamaları gerektiği anlamına gelmez. Örneğin, bitki patolojisi çalışmaları, stüdyolarda yapılmalıdır. Böyle ortamlardaki denetlenebilir koşullar, bitki hastalıklarının teşhisinde çok önemli olan morötesi ve kızılötesi dalgaboylarıyla yapılacak çalışmalar için de son derece elverişlidir.

Bitki fotoğraflarında dikkat edilmesi gereken teknik noktalardan biri, bitkinin uygun olan en büyük ölçekli görüntüsünün elde edilmesidir. Bununla birlikte yeterli bir alan derinliğinin yakalanması, rüzgar ya da benzeri etkenlerin sebep olduğu hareketin giderilmesi ve arka plandaki yanıltıcı ayrıntıların yok edilmesi gerekir.

Bitki ve çiçeklerin konu olduğu, büyük ölçekli fotoğrafların çekiminde teleobjektifler yerine, makro objektiflerin kullanılması daha doğrudur. Bunun en önemli nedeni, uzaktan teleobjektifle çekilen fotoğrafın, bu objektiflerin optik özelliklerinden dolayı derinliğini kaybetmesidir. Halbuki makro objektiflerde bu tür sakıncalar sözkonusu değildir. SLR fotoğraf makineleri (Tek Objektifli Refleks) ile ters çevrilerek makro objektif olarak kullanılabilen objektifler, proksar mercekler, uzatma tüpleri ya da körükler gibi donanımların tümü birlikte kullanılabilir; ancak odaklama yapma olanağı veren bir makro objektif en uygunudur. Ayrıca, viewfinder'lı (refleks olmayan) fotoğraf makineleriyle "paralaks" hatasına düşülmemesi için, yardımcı çerçeveleme araçları kullanılmalıdır.

Makro çekimlerde karşılaşılan en önemli sorun, çok daralmış bir alan derinliği ile çalışılıyor olması sonucu görüntü netliğinin süreklilik taşımaması ve odaklamanın kaçırılabilmesidir. Seçilmiş bir odaklama yapılmasının istendiği durumlar dışında, fotoğraf makinesinin bir sehpa üzerine bağlanması ya da daha uzun pozlama süresi (düşük örtücü hızı) ve daha kısık diyafram açıklığı ile elde edilecek alan derinliğinin artırılmaya çalışılması, bu sakıncayı ortadan kaldırır. Örtücü hızının düşürülmesi ise, bitkinin rüzgar ya da benzeri etkenlerle sallanması sonucu netlik kaybına yol açabilir. Bu da rüzgar kalkanı görevi görecek büyükçe bir karton ile çözülebilir. Daha etkili ve kolay bir çözüm yolu ise, hareket ediyor olsa bile sözkonusu bitkinin hareketini flaş kullanarak dondurmaktır. Arka planda yer alan karmaşık görüntüden ayırabilmek için, bitkinin hemen arkasına kendisinden oldukça büyük bir karton konulabilir. Bu, hem bitkiyi arka plandan soyutlayacak, hem de bir ışık yansıtıcısı yerine geçecektir. Bitkinin üzerine düşen sert güneş ışığının yumuşatılabilmesi için, parşömen kağıdı ya da aydınger ile adeta bir "ışık çadırı" oluşturulabilir.

Doğa fotoğrafları kuşkusuz yukarıda ele alınan olgularla sınırlı değildir; doğa fotoğrafçılığı bir yaşam tarzının, doğaya bakış açısının uzantısıdır.

Kaynaklar

Coover, D. More Joy of Photography, Wisconsin, 1981.
Hasselblad, Close-up Photography, Göteborg, 1977.
Langford, M. The Master Guide to Photography, New York, 1982.
The Focal Enyclopedia of Photography, London, 1974.

Ardıcın yaşam öyküsü. "Beğendiğiniz heryer sizin olsun. Dağ, bayır, kayalık bile olsa, kalanı bana yeter." diyor tüm ağaçlara.

Hamamelis intermedia; Sonbaharı görüntülemek apayrı bir duygu.

Bir Doğa Fotoğrafçısının Gözüyle...

Hayrettin Karaca

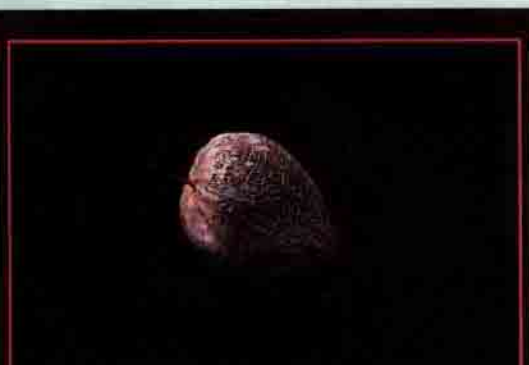
Ben, fotoğrafçılığı sanat olarak yapan biri değilim. Fotoğrafa önceleri bir belge olarak bakıyordum. Doğayı gezdikçe gördüklerimin, aldığım notlarla sınırlanmaması gerektiğine karar verdim. 1960'lı yıllardan bu yana, her türlü konuda fotoğraf çalışmaları yaptım. 1980'li yılların başından itibaren doğa gezilerimde asıl amacım, fotoğraf çekmek oldu.

Epilobium angustifolium. Cennetten bir örnek daha.

Zamanla çektiğim fotoğrafların kalite ve içerik bakımından istediğim düzeyde olmadığını düşünmeye başladım. Bunun, fotoğraf makinelerinin markasına ve tipine bağlı olduğu görüşündeydim ve bu düşünceyle Hasselblad 500c, Leica R5, Nikon F4, Nikon F801, Nikon F401, Olympus IS 1000, Pentax Auto 110, Canon EOS 650, Contaflex, Contax T2 gibi çeşitli kameralar edindim. Buna rağmen amaçladığım başarı düzeyine ulaşamayınca, başarısızlığımın kameralardan kaynaklanmadığını; her konu için ayrı bir lense ihtiyaç olduğunu öğrendim. Denediğim birçok lense rağmen, çektiğim fotoğraflardan yine tatmin olmayınca, eksikliğin kamera ve lenste değil, kendimde olduğunu anladım. Ardından gerek Türkçe, gerekse İngilizce fotoğraf dergilerini izlemeye; fotoğraf uzmanlarının kitaplarını ve yazılarını okumaya başladım. Edindiğim bilgileri, uygulamaya geçirmem gerekiyordu. Artık çektiğim fotoğraflara güvenle bakıyor; deklanşöre bastığımda ne sonuç alacağımı bildiğimden, çektiğim her makaranın banyosunu heyecanla bekliyordum. Aklımdakileri uygulayabildiğimi görünce beklentilerimi ve gereksinimlerimi karşılayabileceğini düşündüğüm bir Nikon F4 aldım. Sıra lenslere gelmişti. Aslında 24 mm'lik veya 105 mm'lik bir lensin, ne zaman hangi konu için kullanılacağını biliyordum; ancak asıl önemli olan, bir lensle bütünleşmek ve özdeşleşmekti. Kimi zaman 55 mm manuel lensi, kimi zamansa 105 mm otofokus lensi, kameradan çıkaramadım. Uygun olup olmadığına bakmaksızın en çok kullandığım objektif, otofokus 35-105 mm lens oldu.

Prunus serulla (Japon Kirazı)

Deklanşöre basmak benim için bir paylaşım heyecanıdır. Yaşlı dev ağaçları, anıtları, taşları; yani gördüğüm ve yaşadığım her olayı, fotoğraflar aracılığı ile her-



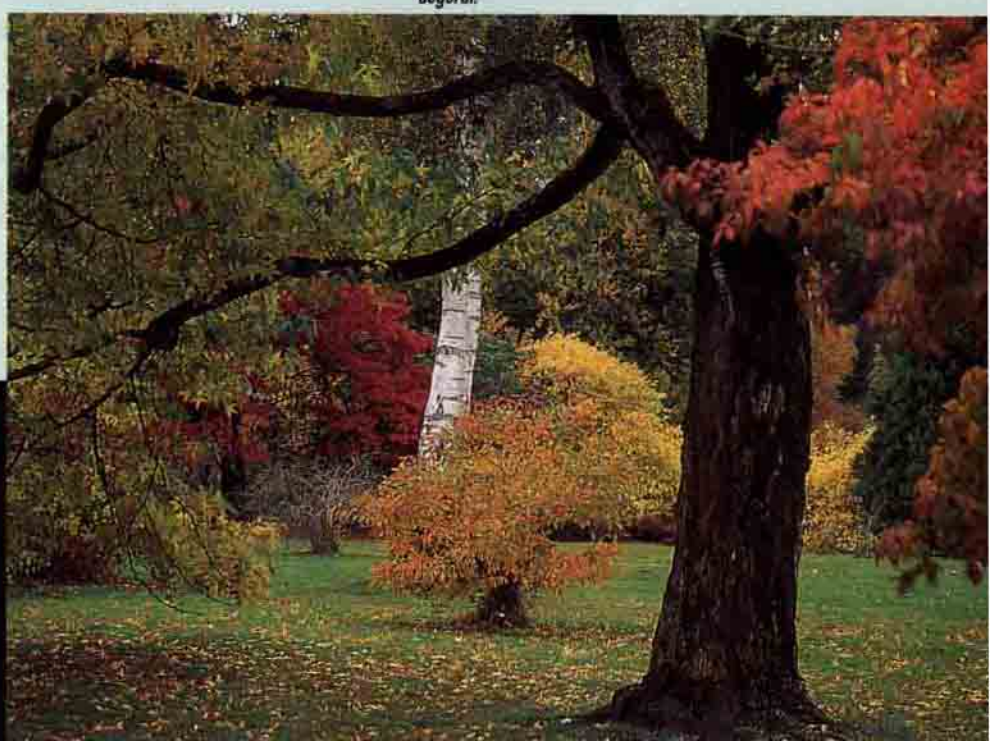
Yağmurdan sonra her bitkide damla görülmez. Ama Cotinus coggyria'larda bu mümkün.

kesle paylaşmak isterim. İşte deklanşöre bastığım anda bütün dostlarıma, arkadaşlarıma, doğaseverlere götüreceğim ve onlarla paylaşacağım bir mutluluğun heyecanını yaşarım. Bitkiler, sadece çiçeği ve rengiyle değil; meyvesiyle, gövdesiyle, dikeniyle, köküyle; yani herşeyiyle değerlendirilmelidirler. Fotoğraf çekerken bir heyecan yaşıyorum ve her fotoğrafımın, her diamın bir öyküsü var. Antalya yakınlarında Çığkuş Tepesi'nde bulunan yaşlı ardıçların fotoğraflanmasında olduğu gibi, bazı fotoğraflar için defalarca aynı yere gittim ve her defasında ayrı bir heyecan duydum. Rize, Çamlıhemşin yakınlarında, 3100 m'de bulunduğu düşünülen peygamberçiçeğinin fotoğrafını çekmek üzere, bir grup halinde yola koyulduk. Yaşım dolayısıyla bu yüksekliğe çıkmam sakıncalıydı. Ancak fotoğraf çekmek, benim için bir heyecandır. Bu nedenle sırıkla yüksek atlama yapan sporcuların, çıtanın konulduğu yüksekliğe konsantre olmaları gibi ben de, 3100 m'deki peygamberçiçeğine konsantre olmuştum. Çiçeklerin yanına ulaştığımda, duyduğum heyecan anlatılamazdı. Ben, doğadayken ayırdedemediğim karşıt duygular içinde olurum. Doğa beni çiçeğiyle, dikeniyle, yaprağıyla ve beraberliğiyle mutlu ediyor. Öte yandan toprak erozyonuna, çeşmelerin kurumasına, tarım alanlarının yanlış kullanılmasına ve çölleşmeye tanık olup; bu olayları görüntülemek de ayrı bir duygudur.

Fıstıkçamı (Pinus pinea).

Nilüferler; Üzerlerinde çiçekleri yok; ama yaprakları üzerindeki su damlacıkları bile görüntülemeye değerdi.

Artık fotoğraf benim için ne kamera, ne film, ne de lens... Doğada yaşanan heyecanı paylaşmak için bir araç. Bugün çektiğim 42000'in üzerindeki dia ve 5000'in üzerindeki renkli fotoğrafa fotoğraf olarak değil; çevremle paylaştığım birer mutluluk aracı olarak bakıyorum.Her ne kadar çevrem, bugün bulunduğum nokta dolayısıyla beni usta olarak nitelendirse de ben, kendimi fotoğraf çeken biri olarak görmüyorum.



Denizin Kıyıya Taşıdığı Felaket

Tsunami

"Bunları yakarsam köylülerin yaşamını kurtarabilirim," diyerek demetlerden birini birden ateşledi. Alev yumağı rüzgarın üflemesiyle bir anda büyüyüverdi. Yangını gören biri tapınağın çanını çalmaya başlamıştı bile. Genç bir köylü, "Yangın!" diye bağırarak tepeye hızlıca koştu. Diğer köylüler, kadınlar ve çocuklar onu izlediler. Sonunda yirmi genç tepeye ulaşabildi. Onlar yangını söndürmeye çalışırlarken Gohei "Bırakın yangını! Bir afet olacak! Köylüleri buraya getirin!" diye güçlü bir sesle haykırdı. Köylüler birer birer gelmeye başladıklarında gençleri, yaşlıları, kadınları ve çocukları tek tek saydı. Birdenbire denizde ince, kara bir çizgi belirdi. İzledikleri sürece genişleyen, kalınlaşan, kıyıya doğru hızla yaklaşan ve kabaran bir çizgi... "Tsunami!" diye haykırdı birkaçı. Hemen sonra, önlerindeki su dağ gibi kabarıp karaya atlarken, sanki yüzlerce gökgürültüsü birleşmiş gibi bir gümbürtü duyuldu. Bir an için, denizin serpintileriyle oluşan ve tepeye yönelen bulutlardan başka birşey görünmez oldu. Beyaz haşin köpükleriyle deniz, köyün üzerinden şiddetle geçmişti bile. Sular köyün üzerinde ileri-geri iki ya da üç kez geçiverdi. Tepede ise çıt çıkmıyordu. Herkes köyün bulunduğu yere boş bir ümitsizlik içinde bakakaldı... Yaşama bağlandıkları yuvaları, biricik köyleri dalgalarla kazılmış, iz bırakmadan yok olmuştu...

"BU PEK NORMAL DEĞİL" diye mırıldandı yaşlı Gohei kendi kendine. Deprem pek öyle şiddetli olmamıştı ama bu uzun ve yavaş yer sarsıntısı Gohei'nin bugüne kadar yaşadıklarından oldukça farklıydı. Köydeki tepede yer alan evinin bahçesinden aşağıya tasayla baktı. Köylüler harman sonu festivali hazırlıklarına öylesine kapılmışlardı ki, depremin farkına bile varamamışlardı. Gözlerini denize çevirdiğinde Gohei hayretten donakaldı. Tuhaf bir dalga rüzgara karşı ve derin suya doğru denizi çökerterek gidiyordu. Bir an sonra sular tamamen çekildi ve denizin kum ve kayalık tabanı ortaya çıkıverdi. "Bu tsunami olmalı!" diye düşündü Gohei. Eğer şimdi birşey yapmazsa, bu dalga dörtyüz kadar köylünün yaşamını, köyü ile birlikte yutacaktı. Yitirecek bir dakika bile yoktu. Eve koşarak elinde kocaman bir meşale ile dışarı çıktı. Oradaki tarlada çeltik demetleri duruyordu.

Ahmet Cevdet Yalçıner
ODTÜ İnşaat Müh Bölümü
Kıyı ve Liman Müh Araş Mer

ENERJİ, su ortamı içerisinde dalga hareketi ile ilerleyebilmektedir. Rüzgar enerjisinin sürtünme yoluyla denize geçişi, dünya ile ay ve güneş arasındaki çekim kuvvetinin zamansal değişimi, limanlar ya da küçük körfezlerde gemilerin ortaya çıkardığı etki ve sualtındaki çeşitli tektonik hareketlerle enerjinin suya geçişi gibi olaylar; deniz veya göllerde çeşitli biçimlerde dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların hemen hepsi, onları yaratan enerjinin özelliklerine göre farklıdırlar.

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen "tsunami" sözcüğü, okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan, uzun dönemli bir deniz dalgasını temsil eder. 15 Haziran 1896 günü Japonya'nın Pasifik kıyılarına çarpan ve 21.000 kişinin ölümüne yol açan " Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" nedeniyle Japonların dünyaya yaptığı yardım çağrıları, "tsunami" sözcüğünün hemen hemen tüm ülkelerde çok daha büyük duyarlıkla algılanmasına ve tüm dillerde aynı biçimde kullanılmasına yol açmıştı. Özgün bir dalga olan tsunamiye, Pasifik Okyanusu'nda çok sık, diğer okyanus ve denizlerde ise nadir olarak rastlanmaktadır. Dalga yüksekliği derin denizde bir insan boyu kadar küçük, dalga boyu ise yüzlerce kilometre kadar uzundur. Bu dalganın diğer tip deniz dalgalarından farkı ise; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilemezken sığ sulara geldiğinde, dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga, insanlar için deprem, tayfun, yangın, çığ veya sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

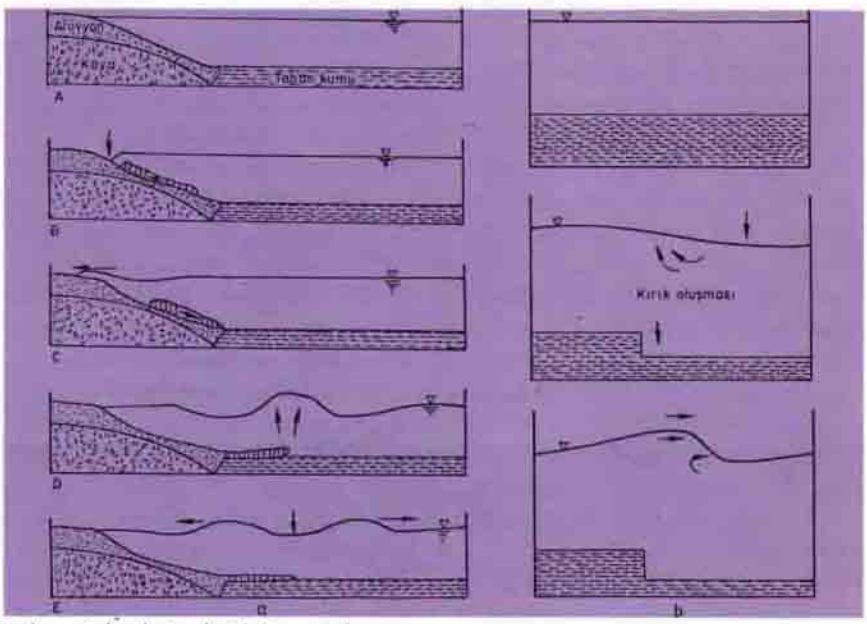
Anadolu'yu çevreleyen denizlerde tarih boyunca tsunamiler oluştuğu, bunlara son yüzyıl içinde de rastlandığı bilinmektedir. Kıyı alanlarındaki doğal kaynakların ekonomik açıdan taşıdıkları önem ve ülkemizin bu kaynaklara olan büyük gereksinimi nedeniyle, kıyılarımızda zarara yol açacak doğal afetlerin etkilerinin azaltılması yolunda çalışmalar yapılması gereklidir. Konuyu tsunami özeline taşıdığımızda ise, geçmişte az etkili olmuş bir tsunaminin günümüzde yinelenmesinin, önemli zararlara yol açacağı beklenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalar; kıyılardaki büyük yatırımlar (nükleer ya da termik santraller), denize bitişik sayısız yerleşim merkezleri ve turistik tesislerin, tsunami etkisi için hedef durumda olduklarını göstermektedir. Bu gerekçeler ise, gelecekte denizlerimizde oluşabilecek depremler ve bunlara bağlı tsunami olaylarının şimdiden değerlendirilmesi ve Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de tsunamiye elverişli kıyı alanlarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TÜBİTAK Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından desteklenen "Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması" başlıklı temel araştırma projesi bu konudadır. Bugün çeşitli ülkelerde başka denizler için de uygulanabilir duruma getirilmeye çalışılan iki bilgisayar modelinin Japonya dışında kullanımına başlanması ilk kez Türkiye'de gerçekleşmiştir. Bu özgün projenin TÜBİTAK desteği ile uygulanabilmesi bugün Türkiye'deki kıyı biliminin, özellikle Ege olmak üzere Marmara ve Doğu Akdeniz tsunamileri konusunda özgün bilgiler üretmesine ve uzman Türk bilimcilerin kazanılmasına yol açmıştır.

Tsunami Oluşumu ve Hareketi

Tsunami, tektonik olaylar ile denize enerji geçmesi sonucu oluşur. Dalga boyu yüzlerce kilometre uzunluğunda olduğundan uzun dalgalar sınıfına girer ve hemen her su derinliğinde sığ su dalgası koşullarını sağlayabilir. Denizde, derinlik farklılaşması etkisiyle sapmaya uğrayarak ve karşılaştığı engeller (adalar) nedeniyle dönerek yoluna devam eder. Kıyılara geldiğinde taban sürtünmesi ve yansımadan etkilenerek taban eğiminin özelliklerine göre tırmanır. Tsunami, ilk oluştuğunda tek bir dalga halindedir. Kısa bir süre içinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birinci ve sonun-



Sualtı zemin hareketi nedeniyle Tsunami oluşumu

cusu çok zayıf olup diğerleri ise etkilerini kıyılarda oldukça şiddetli biçimde hissettirecek enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremden kısa bir süre sonra kıyıda görülen yavaş ama anormal su yükselmesi ilk dalganın geldiğini belirler. Bu yükselme, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk ve tek habercisidir.

Tsunaminin hareketi, diğer dalga türleri gibi matematiksel model kurularak incelenebilmektedir. Matematiksel modellerde, derin denizde lineer dalga teorisine göre çıkarılan dalga denklemlerinin, başlangıç değer problemi şeklinde sayısal yollarla çözülmesi; sığ su derinliğinde ise (30 m'den küçük derinliklerde) taban sürtünmesi de gözetilerek sayısal çözümün kıyıya kadar devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Bu modeller, denizdeki depreme bağlı su düzeyi değişimine ilişkin verileri girdi olarak alıp işleyebilmekte ve kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşabileceği konusunda bilgiler üretmektedir.

Tarihte Tsunami

Tarihsel kayıtlarda, dünyadaki büyük denizlerin hepsinde tsunami olaylarına rastlanmaktadır.

Pasifik Okyanusu Tsunamileri: Şili açıklarında 24 Mayıs 1960 sabahı oluşan Şili tsunamisinin doğuya ilerleyen bölümü, Şili'ye bir saatte varmış ve pek etkili olamamıştı. Batıya ilerleyen bölümü ise tüm Pasifik alanında ve kıyılarında etkili olmuş; enerjisinin Japon takımadaları yönünde odaklaşması nedeniyle de büyüyerek Japonya'ya 22 saatte ulaşmıştı.

Sonuçta sadece Japonya'da 4983 evin yıkılmasına ve 149 can kaybına neden olmuştu. Asya kıyılarından yansıyan dalgalar, Şili'ye geri geldiklerinde ise beklenmedik düzeyde hasar ve can kaybına yol açmışlardı. 27 Mart 1964 Alaska depremi, Paskalya

Güncel Tsunamiler

Fumihiko İmamura
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Son iki yıl içinde Pasifik'te oluşan altı tsunami tüm bilimcileri şaşırtmıştır. Bu olaylarda meydana gelen maddi hasar hesaplanabilecek gibi değildir. Toplam can kaybı ise 2300 olmuştur. Bunlardan en yakın tarihli olanı 1983 yılında Japon Denizi'nde gerçekleşmiş ve 100 ölümle sonuçlanmıştır. Genel olarak dalma zonu bölgesindeki sığ odaklı depremler tsunami yaratmaktadır. Son yıllardaki tsunamilerin tırmanma yüksekliği 20 m'yi bulmuştur. Zarar ve can kaybı, bu tırmanmadan çok, şiddetli akıntılarla meydana gelmektedir. Bütün bu bilgiler, bizleri gelecekteki tsunamilerin insan yaşamına olan etkilerini azaltmak üzere daha çok araştırma yapmaya itmektedir.

Son iki yıldaki tsunamileri yerinde incelemek üzere kurulan Uluslararası Tsunami Araştırma Ekibi ile yapılan çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir:

Nikaragua Tsunamisi (2 Eylül 1992, deprem şiddeti: 7.2) Nikaragua açıklarındaki depremin yol açtığı bu tsunami, bir köyün yok olmasına, 167 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tırmanma yüksekliğinin 10 m olduğu bulunmuştur. Bu tsunami, Nikaragua'nın yanısıra Hawaii ve Japonya'da da hissedilmiştir.

Flores Tsunamisi (12 Aralık 1992, deprem şiddeti: 7.5) Nikaragua'da gerçekleşen depremden 20 gün sonra toplanan bilimadamları, yeni bir tsunaminin oluşması durumunda olay yerine zamanında ulaşmak üzere hazırlıklara başlamışlardır. Üç ay sonra Endonezya'nın volkanik adası Flores'in Kuzey kıyılarına çarpan tsunami, 1712 ölüm ve 28.386 evin yıkılmasıyla sonuçlanmıştır. Babi adasının iç kısımlarındaki iki köye ulaşan deniz suları çok sayıda evi hasara uğratmış ve sadece burada 263 can almış, iki kilometrelik kıyı şeridinin karaya uzanan 150 metrelik kısmı da çöküp gitmiştir. Uluslararası araştırma ekibinin adaya varması ise 15 günü bulmuştur.

Kamçatka Tsunamisi (8 Haziran ve 13 Kasım 1993, deprem şiddeti: 7.2) Bu tsunami, düşük şiddette olması nedeniyle hasarsız atlatılmıştır.

Hokkaido Nansei oki Tsunamisi (12 Temmuz 1993, deprem şiddeti: 7.6) Japon Denizi'nin kuzeyinde oluşan bu tsunami için bölgeye ilk ulaşan araştırmacı, verilen sözlerin alınan kararların yine tam anlamıyla gerçekleşmemiş olduğunu gördü. Aradan 3 gün geçmiş olmasına rağmen bilimadamları bölgede değillerdi. Teknelerin hepsinin batmış olması nedeniyle limanda denize açılacak tekne yoktu. Liman, tekne ve otomobillere mezar olmuştu. Adanın diğer tarafından gelecek teknelerin yanaşması da bu nedenle mümkün değildi. 20 km'lik kıyı şeridi gözönüne alındığında ortalama tırmanmanın 10 m olduğu görülmüştür.

Tırmanma yüksekliğinin 15-30 m'ye kadar çıktığı belirtilen bu tsunamide can kaybı 238 olarak kaydedilmiştir.

Mariana Tsunamisi (8 Ağustos 1993, deprem şiddeti: 8.0) Guyam Adasının güneyindeki Mariana bölgesinde gerçekleşmiş en şiddetli depremdir. Önceden bu bölgede 7.5 şiddetinde depremler olduğu (5 Nisan 1990) bilinmektedir. Bu tsunami, Japonya kıyılarında 30 cm yükselme yaratmış, ancak hasara yol açmamıştır.

Doğu Java Tsunamisi (3 Haziran 1994, deprem şiddeti: 7.2) Kıyıdan 200 km uzakta gerçekleşen bir depremle ortaya çıkan bu büyük tsunami, ardında 200'den fazla ölü, 400'den fazla yaralı bırakmış ve 1000 evin yıkılmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, tırmanma yüksekliğinin 13.2 m olduğu anlaşılmıştır.

yortusundan önceki cuma gününe rastlar. Veldez limanında yük boşaltan bir şilebin güvertesinde film çeken bir gemici, tarihin en önemli depremlerinden birini filme almakta olduğunu bilmiyordu. Ansızın müthiş bir sarsıntı ile şilebin yanında büyük bir yarık oluşuverdi ve limanın içindeki sular çekilmeye başladı. Gemi batarken, rıhtım ve çevresindeki kara kütlesi de gevşeyerek denize aktı. Deprem dört dakika sürmüştü. Oluşan tsunami denizden 25 m yükseklikte bulunan bir deniz fenerini ve beş görevlinin yaşadığı evi, bulundukları yerden 17 m yüksekliğe fırlatmıştı. Bu tsunami Japonya'ya altı saatte varmıştır.

Volkan patlamaları sonrasında da tsunamilerin oluştuğu tarihte kayıtlıdır. Bunlardan bazıları, Ağustos 1883 Karakatau Volkanı patlamaları sonrası oluşan üç ayrı tsunami, ayrıca Ekim 1883 Alaska Augustin Volkanı, Eylül 1952 Myojin Reef Volkanı ve Ocak 1914 Sakurajima Volkanı patlamaları sonrasındaki tsunami olaylarıdır. Karakatau tsunamileri deniz alanının 10 km çapındaki bölümünün 190 m çökmesi ile ortaya çıkmıştır.

Anadolu Çevresindeki Tsunamiler: 36° 21' kuzey, 25° 21' doğu koordinatlarındaki güney Ege'nin en ilginç adası Santorini (antik adıyla Thera)'nin Tunç dönemindeki çapının yaklaşık 16 km olduğu sanılmaktadır. Thera'dan önce bu adaya "Kalliste" (en güzel ada) ve "Strogili" (çember ada) adlarının verildiği de bilinmektedir. Bugün bu isimler unutulmuştur bile. Çünkü Santorini bugün artık ne çember biçimindedir ne de o bilindiği güzelliktedir. Artık tunç döneminden günümüze defalarca püskürmüş olan aktif bir volkanın krateri durumundadır.

M.Ö. 1560 yıllarında aktif duruma geçen volkanın krater oluşum sürecinde, Thera'nın üçte ikisi püskürtülerek, çember biçimindeki ada hilal biçimindeki bir ay parçasına benzemiştir. Bu olayı takibeden tsunami, Karakatau volkanı patlaması sonucu gerçekleşen tsunami ile aynı özellikleri taşır. Thera tsunamisi ile taşınan adaya ait sünger taşları, kuzey Ege'de Semadirek adasının güneyinde, Rodos'ta, Anaphi'de, Girit'te, Girne'de ve İsrail kıyılarında bulunmuştur. Bir örnek verirsek Thera'nın sünger taşları; adanın 24 km batısındaki Anaphi adasında, kıyıdan 250 m içeride ve denizden 35 m yükseklikte bulunmuştur. Bu bilgi, Anaphi adasındaki tsunami tırmanma yüksekliğinin en az 35 m olduğunu göstermektedir.

Girit'te efsanevi kral Minos'un ülkesi Minoan uygarlığına ait tüm gemicilik teknolojisinin, tarım ve ticaret kaynaklarının yok olması ve uygarlığın çöküşü bu tsunami ile başlar. Girit'lilerin adayı terkedip ana karaya geçişlerinin bu dönemde başladığı iddia edilmektedir. Anadolu uygarlıklarının da aynı tsunamiden nasıl etkilendiklerini araştırmak önemli bulgular verecektir.

Thera volkanı 1457, 1573, 1650, 1866 ve 1925 tarihlerinde aktif duruma geçmiş ve hemen her seferinde tsunamiler yaratmıştır. Son bin yılda oluşan Ege tsunamilerinden bilinenlerinin sayısı 47'dir.

Yakın tarih içinde önemli sayılan tsunamilerden biri de; Ege Denizi'nde 9 Temmuz 1956 tarihli iki depremin neden olduğu tektonik olaylar sonucu doğan tsunamidir. Bu tsunaminin ilk dalga yüksekliğinin 4.0 m olduğu sanılmaktadır. Deprem ve takibeden tsunami, Ege adalarında 250 kişinin ölümüne ve 80 kadar teknenin sürüklenip batmasına yol açmıştır. Bu dalganın benzerinin bugün Ege'de oluşması durumunda, yukarıdaki rakamların çok üstünde can ve mal kaybı olacağı tahmin edilmektedir.

14 Aralık 558, 26 Ocak 740, 14 Ekim 1344, 14 Eylül 1509 ve 5 Nisan 1646 tarihlerinde Marmara Denizi ve İstanbul'un da tsunamiden etkilendiği belirtilmektedir. 1509 depreminde Hereke Koyu boyunca yer alan Bizans dönemine ait yalı köşkleri, deniz sularının altında kalmış; Haliç dalgaları Galata surlarını aşarak arka plandaki mahallelere ulaşmıştır.

10 Eylül 1894 tarihindeki Marmara Denizi merkezli 7.6 şiddetindeki deprem nedeniyle Marmara kıyıları ve adalarda, deniz önce 200 m geri çekilmiş sonra karaya ilerleyerek denizdeki kayıkları karaya atmıştır. Adalardaki gemiler ise yüksek dalgalarla çalkalanmıştır. Bu arada Eser-i Cedit vapuru da Büyükada önünde karaya oturmuştur. Heybeliada Çam Limanı'ndaki sular bir süre tamamen çekilmiştir.

10 Ağustos 1114 depreminin Mersin, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa'da etkili olduğu ve sadece Kahramanmaraş bölgesinde 45.000 kişinin ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Bu deprem, İsrail'de de hissedilmiş ve doğu Akdeniz'de tsunamiye neden olmuştur. Doğu Akdeniz'de tsunami yarattığı bilinen bir başka deprem de 20 Mayıs 1202 depremidir.

Karadeniz'de ise tsunami örneğine 1939 Erzincan depreminde rastlanılmıştır. Depremin etkisi ile kuzeyde, Karadeniz kıyısındaki Fatsa bölgesin-

Güney Ege'nin Tsunami Kaynağı, Volkanik Ada Thera

Gerasimos Papadopoulos
Deprem Planlama ve Araştırma Merkezi, Atina

Volkan patlamaları ve depremleri nedeniyle Güney Ege, Yunanistan'ın tektonik açıdan çok aktif bir bölgesidir. Bu bölgede oluşan depremler ya sığ odaklı (70 km'den daha sığ yerde), ya da orta derinliğe odaklı (70-200 km derinlikte)'dırlar.

Güney Ege'deki en belirgin jeofizik yapı, burada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan volkanlar kuşağıdır. Kuzeydoğuda Menthana, ortada Thera (ya da Santorini) ve güneydoğuda Missyros, üç önemli aktif volkan olarak yer alırlar. Bunlardan başka son 3000 yıldır etkinlikte bulunmuş olan volkanlar da vardır. Thera, büyüklüğü ve son 1500 yıldır süregelen aktifliği nedeniyle dünyadaki en önemli volkanlardan birisi olup etkisini güney Ege uygarlıklarında sık sık göstermiştir. Güney Ege'deki deprem ve volkanik aktivitelerin temel nedeni, Afrika platosunun Ege denizi tabanının altına 2.5 cm/sn hızla dalmakta olmasıdır.

M.Ö. 1560'larda Thera'da çok büyük patlamalar gerçekleşmiştir. Bu patlamaların ardından büyük tsunamilerin oluştuğu, jeolojik ve arkeolojik bulgulardan anlaşılmaktadır. Bunların Ege ve doğu Akdeniz'de etkili oldukları sanılmaktadır. Metrelerce yükseklikteki dalgalar ilk 20 dakika içinde Girit'in kuzey kıyılarına ulaşabilmiştir. Thera'daki antik kent Akrotiri'de kazı yapan Atina Üniversitesi profesörlerinden S. Marinatos, Girit'in en önemli uygarlığı olan Minoan uygarlığının bu dönemde çöktüğünü açıklamıştır. Bu nedenledir ki Thera patlamalarına Minoan patlamaları da denilir. Minoan tsunamilerinin oluşum, büyüklük ve etkileri üzerine araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Volkanik merkezin çökmesi sonucu ilginç bir krater oluşmuştur. Bu aktivitelerin Minoan döneminden beri sürmekte olduğu, bu yüzyılda da devam ettiği bir gerçektir. Büyüklük açısından en belirgin olanı, M.S. 1650'de gerçekleşen patlamadır. Bu konudaki Yunanca ve Fransızca kaynaklardan alınan bilgilere göre ilk patlama 29 Eylül 1650'de şiddetli bir depremle birlikte olmuş, kraterdeki büyük çökmeye bağlı olarak büyük bir tsunami de ortaya çıkmıştır. Bu tsunami, güney Ege ve özellikle oniki adalarda 30 m yüksekliğinde tırmanma yaratmış; Thera ve komşu adalarda çok etkili olmuştur. Kuzey Girit'te ise 4-5 m'lik tırmanma gözlenmiştir. Girit'in başkenti Heraklio limanındaki gemi ve tekneler büyük hasar görmüş ve çoğu batmıştır. Yakın geçmişte adaya yapılan teknik gezi ve arazi çalışmaları ile bu tsunaminin etkilerinin saptanması ve doğruluğu konusunda bilgiler elde edilmiştir. Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki derin bölgede 7.5 şiddetindeki depremlerle oluşan 9 Temmuz 1956 tsunamisi de Amorgos adasında 20 m, Astypalaea adasında ise 25 m tırmanmış ve tüm kıyılara hasar vermiştir. Bu ve diğer jeofizik veriler, Thera ve çevresinin, Avrupa ve Akdeniz'de tsunamiye en elverişli bölge olduğunu desteklemektedir. Bu tsunamilerin bir benzerinin gelecekte oluşması, kıyılarda geçmiş dönemde oluşan hasarlardan çok daha fazlasını gündeme getirecektir. Bundan dolayı, bölgenin "tsunami potansiyeli" hakkında bilimsel çalışmaların sürdürülmesi ve tsunami etkilerini azaltmaya yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Avrupa Topluluğu tarafından desteklenen, "Avrupa Kıyılarında Tsunami Oluşum ve Etkileri" konulu proje (GITEC) şu sıralar yürütülme aşamasındadır.

de deniz önce 50 m çekilmiş, sonra 20 m ilerlemiş ve daha sonra da normale dönmüştür. Kırım kıyılarında da denizin önce karaya doğru ilerlediği, sonra geri çekildiği Richter'in kitabında kayıtlıdır.

Nasıl Korunmalı?

"İnşallah olmaz" demek bir korunma yöntemi değildir. Denizler tabanına özel ölçüm aygıtları yerleştirerek "Tsunami Uyarı Sistemleri" kurmak da en azından şimdilik ekonomik bir korunma yöntemi olarak sayılamaz. Ancak günümüze kadar yaşanmış çeşitli deneyimlerin anlatılması ve tsunami hakkındaki temel bilgilerin yayınlanması, can kaybını en aza indirmeye yetebilir.

Bilinmelidir ki, tsunami çok zayıf bir deprem ile de oluşabilir. Deniz kıyısında iken hissedilen her deprem sonrasında tsunami gelme olasılığı (çok zayıf da olsa) vardır. Kıyıya tsunaminin ilk gelişi su düzeyinin anormal biçimde (10-15 dakika içinde) 1-1.5 m kadar yükselmesi ya da çökmesi ile kendini belli eder. Tsunaminin bu ilk öncü dalgası, aynı zamanda da arkadan gelecek olan iki ya da üç kuvvetli dalganın habercisidir. Yıkıcı dalgaların derin denizden gelişi sırasında gökgürültüsünü andıran uğultular duyulur. Bu sesler de 20 dakika içinde kıyıya varacak olan diğer dalgaların şiddetini önceden haber verirler. Bu durumda yapılacak tek şey kıyıdan uzaklaşmaktır. Teknede bulunanlar, kıyıdan uzaklara, derin sulara giderek dalganın tekneye ve kendilerine vereceği zararı azaltabilir ya da önleyebilir-

İki düzlem, birbiri üzerinden aşarken deniz tabanında bir parçayı kaldırarak 18 km uzunluğunda bir dalga oluşturur. Buna da tsunami denir. Kıyıya yakın bölgelerde dalganın en üst noktasında oluşan geriye doğru devinim, bütün bir limanı boşaltabilir. Tabanla dalga arasında oluşan sürtünme, dalgayı yavaşlattığından dalgada kırılmalar meydana gelir ve tsunaminin yüksekliği gittikçe artar.

ler. Karada olanlar için ise denizden uzağa gitmek zorunludur. Böylece dalga ile sürüklenme ve yaralanma tehlikesi ortadan kalkar. Tsunami etkisi ile ölenlerin büyük çoğunluğu meraklı kişilerdir. Dalganın kıyılardaki hareketini merakla izleyenler, kendilerini birdenbire denizde şiddetle sürüklenirken bulurlar. Sürüklenme yönü ya denizin içine ya da kara tarafınadır. Bunların dışında, yapılması gereken en önemli şey, her konuda olduğu gibi bu konuda da araştırma yapmak, bulguları uygulamak ve kişileri bu konuda eğitmektir. Tsunami için yapılabilecek en uygun araştırma biçimi de bilgisayar modeli oluşturmaktır.

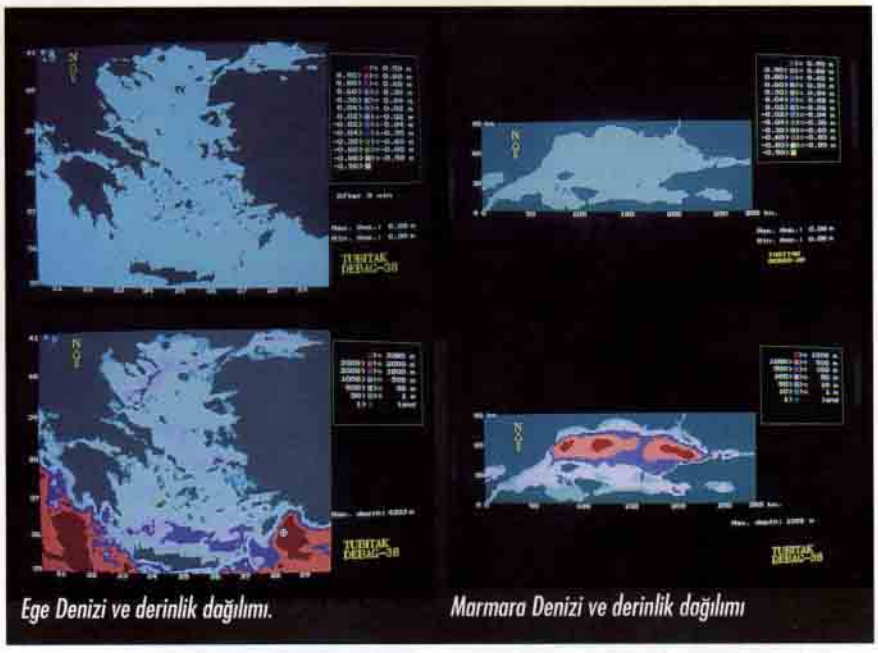
Tsunami Hareketinin İncelenmesi

Uzun dönemli dalgaların hareketini tanımlayabilen denklemlerin çeşitli sınır koşullarında sayısal yollarla çözülmeleri için, başlangıç koşulları olarak tsunami dalgasına benzeyen su düzeyi seçilir. Böylece su düzeyinin zaman içindeki değişimi elde edilebilmektedir. Bu yöntemin uygulanması sırasında, lineer dalga denklemleri yardımıyla su düzeyinin derin deniz bölgesindeki değişimi; sığ su denklemleri kullanıldığında ise, körfezler ya da kıyı alanlarındaki değişimler daha hızlı ve doğru olarak hesaplanabilmektedir.

TUNAMI-N1 ve TUNAMI-N2, Fortran dilinde hazırlanmış bilgisayar programlarıdır. Temel girdiler olarak, belirli grid aralıklarındaki su derinliği değerleri ve deprem parametreleri (fay kırığının başladığı ve bittiği koordinatlar, kırık eni, su derinliği, dalma açısı, kayma açısı ve taban çökmesi/kalkması miktarı) kullanılır. Birinci işlem olarak deprem parametreleri ele alınarak ilk dalga profili saptanır. Bu değerler, sayısal çözüm için gerekli olan başlangıç koşulları olarak kullanılır ve zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. TUNAMI-N1'in uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde 20.5^{o} doğu ve 29.96^{o} doğu boylamları ile 34.88^{o} kuzey ve 41.10^{o} kuzey enlemleri arasında kalan; 812 km uzunluğunda ve 672.8 km genişliğindeki dikdörtgen bölge ve Marmara Denizi'nin tamamı (114 km x 36 km) seçilmiştir.

Su derinliği verileri, sayısallaştırıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve grid noktalarına rastlayan derinlikler de bir başka bilgisayar programı yardımıyla hesaplanarak, programın girdileri olarak hazırlanmıştır. Bu işlem her iki denizimiz için de ayrı ayrı yapılmıştır.

Program, depremden sonra gerçek zaman olarak Ege'de beş, Marmara'da bir saatlik süre için işletilerek su düzeyi değişimleri hesaplanmış; bunlar, gerçek zaman olarak üç dakika aralıklarla, dosyalara aktarılmış ve bu dosyaların işlenmesi ile (ilk 90 dakika için) deniz durumunu gösteren resimler elde edilmiştir. Resimlerin ardarda ekrana çizdirilmesi ile de hareketli görüntüler sağlanmıştır. Ege Denizi'ndeki birçok kıyı alanında seçilen istasyonlardaki su düzeyinin zamana bağlı değişimleri de, programın işletimi sırasında ayrı dosyalara aktarılmıştır. Böylece hem deniz durumunun hareketli görüntüleri, hem de çeşitli istasyonlardaki su düzeyi değişimleri elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki çeşitli kıyı alanlarından seçilen ve su düzeyi değişimleri hesaplanan 20 ayrı istasyona, dalganın ne kadar zamanda

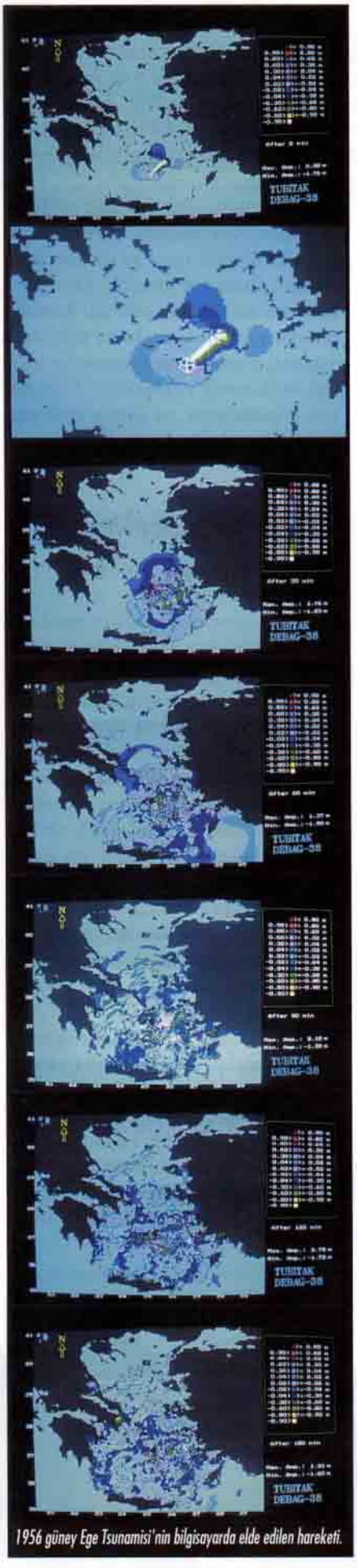


Ege Denizi ve derinlik dağılımı. *Marmara Denizi ve derinlik dağılımı*

ulaşabileceği bulunabilir. Her iki denizimiz için uygulamaya hazır duruma getirilmiş olan bu model, seçilen herhangi bir depreme ait parametreleri girdi olarak alıp tsunami dalgası oluşturmak ve bu dalganın Ege Denizi'ndeki hareketini derin deniz bölgelerinde izlemek üzere kullanılabilir durumdadır. TUNAMI-N2, sığ sularda işletilerek dalganın karadaki tırmanması da bulunabilmektedir. Böylece dalganın kıyılarda yakın çekimle izlenmesi ve etkilerinin araştırılması olanaklı olur. İzmir ve İzmit Körfezleri, bu konudaki uygulama alanları olarak seçilmiştir. Bu programın girdi olarak kullandığı körfez girişindeki su düzeyi değerleri, önceki programın çıktılarından alınır.

Uygulama: Ege Denizi için iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri "1956 Güney Ege tsunamisi"dir. Diğeri ise "olası Andicithira tsunamisi"dir. Her iki tsunaminin Ege Denizi'nde oluşturduğu ilk kabarma ve sonrasındaki hareketler, harita üzerinde belirli zaman aralıklarında bilgisayarda resimlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tsunami kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda ilerlemiş ve Anadolu kıyılarında önemli etkileri olmamıştır.

Olası Andicithira tsunamisi'nin incelenmesi ise daha ilginç sonuçlar ver-



1956 güney Ege Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Japonya Tsunamileri

Nobuo Shuto
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Japonya, bütünüyle bir fay zonu içinde yer almaktadır. Bu nedenle depremler, güncel yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Tsunami ise her Japon için birkaç kez yaşanabilecek bir doğal afettir. Japonya'nın kuzeybatısındaki Tohoku bölgesi açıklarında bulunan fay hattı, yarattığı tsunamilerle tarih boyunca kıyı şehirlerini defalarca yıkmıştır. Bunlardan en önemli üç tanesi, 1611, 1896 ve 1933 yıllarında gerçekleşmiştir. Deprem merkezinin kıta sahanlığı sınırında olduğu sanılan bu üç olayda sarsıntılar ve tsunamiler hemen hemen aynı özellikleri göstermiş; üç tsunami de çok şiddetli olmuştur. Bunları doğuran depremler (özellikle 1896 depremi) ise çok zayıf, uzun ve yavaş süren sarsıntılar şeklinde ortaya çıkmıştır. 1896 depreminde 30 dakika sonra kıyıya gelen dalgalar, 21.000 can kaybına neden olmuştur. Maksimum tırmanma 30 m'dir. Bu olay "Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak bilinir. 1933 yılında 3000 ölümle sonuçlanan olay ise, "Showa Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak adlandırılmıştır. 25 m tırmanan dalgalar, kıyılardaki tüm deniz yapılarını aşmıştır.

Japonya'da tsunami araştırmaları 1960 Şili tsunamisi ile başlar. Tohoku Üniversitesi Afet Kontrol Araştırma Merkezi'nde 1987'de başlanan matematiksel modellerin kurulması çalışmaları, bugün çok verimli bir düzeye getirilmiştir. Günümüzde bu modellerin diğer denizlerdeki tsunamilere uyarlanması için çalışılmaktadır. Bu konudaki ilk örnek, Ege ve Marmara denizleri için yapılan uygulamalarla Türkiye'dir.

Araştırma Merkezimiz, bu modellerin, yakın bir gelecekte, Japonya'da tsunami uyarı sistemi içinde görev yapmasını sağlamak amacındadır. Bunun için geliştirilmeye çalışılan "yakın kıyı tsunamileri uyarı sistemi"nin temel ilkeleri hızlılık, kesinlik ve detaylar olarak seçilmiştir. Uygulanan yöntem ise şöyledir: Yakın kıyı tsunamisinin kıyıya ulaşması 25-30 dakika almaktadır. Deprem olduğunda Japon Meteoroloji Ajansı (JMA) tarafından hemen tahmin edilebilen deprem özellikleri (fay yeri, boyu ve eni, çökme/kabarma yüksekliği, kayma ve dalma açısı, su derinliği, deprem yeri ve fay hattı doğrultusu), hazırlanmış bilgisayar modellerine ulaştırılabilecektir. Bu işlem ilk beş dakikada, modelin işlemesi ve sonuçların elde edilmesi ise takip eden on dakikada tamamlanabilecektir. Bu işlem yapılırken, olayın önceden denenmiş senaryolarla benzerliği de bilgisayarda gözden geçirilecektir. Depremden 15 dakika sonra ilk veriler elde edilmiş olacağından, yayın organları yardımıyla yerel halkın uyarılması mümkün olacaktır. Yerel halk için ivedi önlemler almak ya da kıyılardan uzaklara gitmek için en az 10 dakika süre kalacaktır. Ancak yöntemin başarı ile uygulanabilmesi için çok sayıda problemin ele alınması ve çözülmesi zorunludur.

Bugün Japonya'da deprem olduğunda, deprem ile ilgili ön bilgiler televizyon aracılığıyla ilk dakikalarda halka ulaştırılabilmektedir. Bunun tsunami için de gerçekleşmesi, yakın bir gelecek için saptanan hedeftir.

Doğal afetler önlenemeseler de etkilerinin azaltılması olanaklıdır. Uygulamadaki başarılar, bu konudaki bilimsel araştırmaların düzeyiyle olduğu kadar halkın duyarlılığı ve bilgisiyle de yakından ilgilidir.

masıdır. Ege adaları ise birer dalgakıran görevi yaparak Anadolu'yu bir ölçüde korumuştur. Bu dalganın ayrıca Mısır ve İtalya'da etkili olacağı kanısına varılmıştır. Bu sonuç, bugüne kadar açıklığa kavuşturulamamış olan 365 tsunaminin oluşma yeri ve mekanizmasının daha sağlıklı olarak belirlenmesine yetmiştir.

1894 Marmara Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

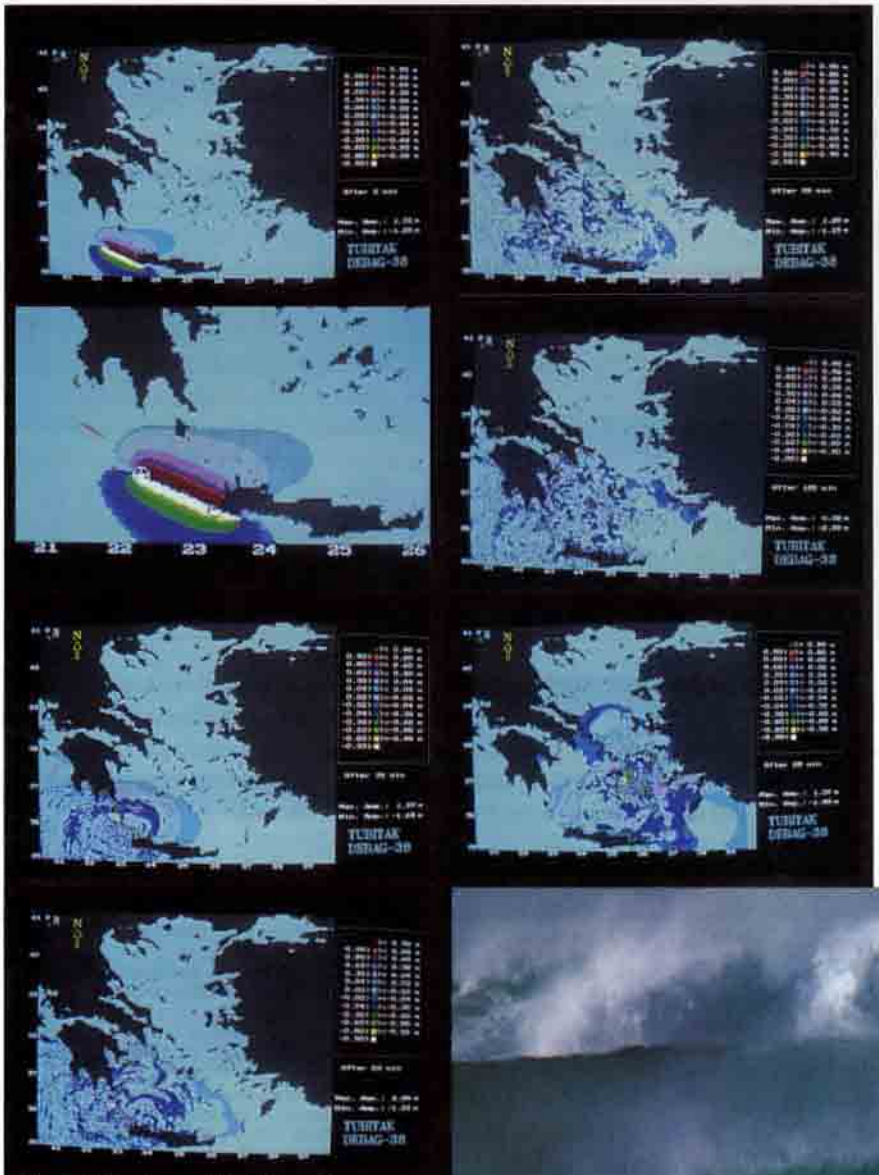
mektedir. Öyle ki; bu tsunami ilk dakikalarından itibaren Adriyatik ve doğu Akdeniz'e yönelmiştir. Enerjisinin az bir bölümü Ege Denizi'ne geçerek etkilerini adalarda göstermiş ve Anadolu kıyılarına zayıflayarak ulaşmıştır. Bunun nedeni, tsunaminin derin sulara yani Girit'in güneyine yönelmiş ol-

Marmara Denizi için ise 1894 İstanbul tsunamisinin benzetimi yapılmıştır. Bu tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu benzetimde de eldeki bilgiler ile uyumlu sonuçlara varılmıştır. Kapalı denizler olan Ege ve Marmara'daki tsunaminin uzunca bir süre denizde gezebildiği ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve İzmit körfezleri için yapılan uygulamada tsunaminin körfezler içindeki hareketleri modellenmiştir. Daralan biçimleri nedeniyle her iki körfezimiz için tsunami enerjisinin bazı yerlerde odaklanması beklenebilir. İzmir Körfezi'ne giren bir tsunami 60 dakika sonra Alsancak'a varabilir. Olasılıkla odaklanma Urla koyunda, tırmanma ise İnciraltı-Konak arasında gerçekleşecek ve buradan yansıyan dalga da Karşıyaka'yı etkileyecektir.

İzmit Körfezi'ne giren tsunami, Diliskelesi darlığında şişecek ve körfezin sonuna doğru daralan bölgede etkili olacaktır. Bu körfez içinde kıyılara 20 dakika içinde ulaşabilir.

Sonuç olarak; Anadolu ve çevresindeki fay zonları, tsunami dalgasının oluşumu, hareketi ve tarihteki çeşitli tsunami olayları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Ege Denizi, Marmara Denizi ve İskenderun Körfezi-Kıbrıs arasındaki bölgelerde bulunan olası deprem merkezleri, tsunamiye elverişli özellikler göstermektedir. Tarihsel verilere göre Ege Denizi için tsunami oluşma olasılığı 35 yılda birdir. Bu olasılık Marmara için 100 yılda bir, doğu Akdeniz için ise 60 yılda birdir.



Olası Andicithire Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Tsunami Dalgakıranları

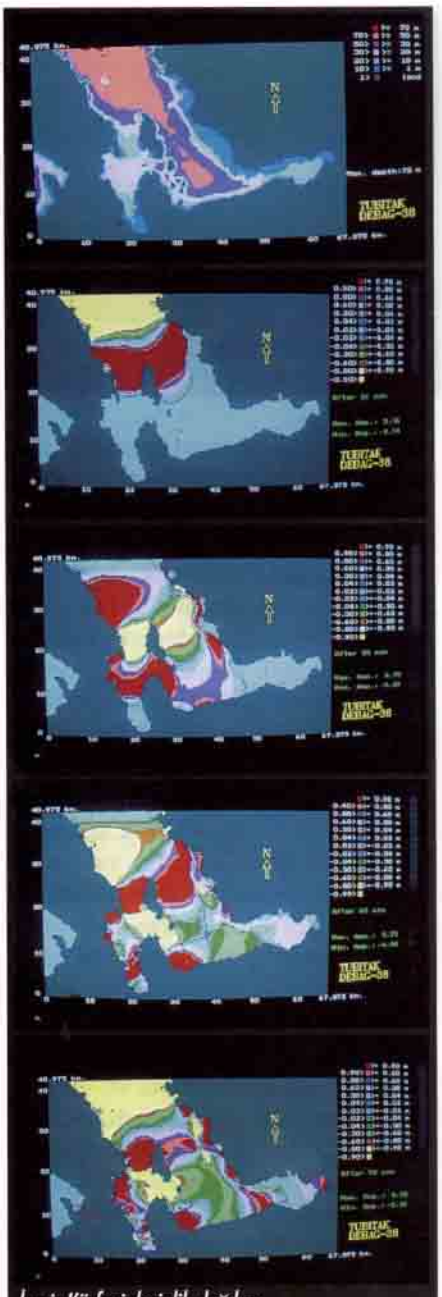
Adnan Akyarlı
Dokuz Eylül Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Japonya'nın Kamaishi Limanı için inşa edilen tsunami dalgakıranı

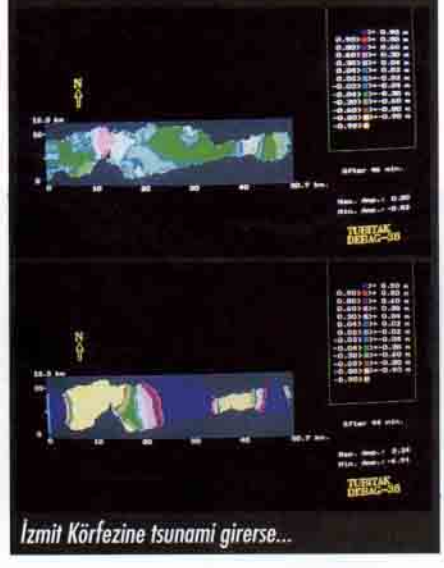
Japonya'da çalışmalarını sürdüren Liman Araştırma Enstitüsü'nün (PHRI - Port and Harbour Research Institute) 21 Nisan 1994 tarihinde halka da açık olarak düzenlediği gösterilerde kıyı ve liman mühendisliği konusundaki çağdaş uygulamalar ve teknolojik gelişmeler sunuluyordu. Bu gösterilerde, bir dalgakıranın tsunami etkisi altında uğradığı hasarın saptanması için gerekli fiziksel modeller geliştirilmişti.

Tsunami dalgakıranları, rüzgar dalgalarının yanısıra tsunamileri de indirgeyerek koruma alanlarının risklerini azaltmak amacı ile yapılan gerçekten görkemli boyutlara sahip deniz yapılarıdır. Örneğin Kamaishi Limanı için inşa edilen dalgakıranların yarı uzunluğu boyunca su derinliği, 63 m'ye kadar ulaşmaktadır. Şu an için dünyanın en derin dalgakıranı olan bu yapı, şevli bir dolgu temel üzerine oturan trapezoidal formda bir kesondan oluşmaktadır. Bunun üst tarafında ise dalga enerjisini kıran, çift yatay yarıklı bir düşey duvar yer almaktadır . Aynı isimli kenti korumak üzere Ofunato Körfezi'nin ağzında inşa edilen dalgakıranlar için Shoto tarafından verilen bilgiler, tsunami dalgakıranlarının dalga indirgeme etkinliklerini ortaya koymak açısından ilginçtir. Buna göre, dalgakıranların tasarımında periyotları 15 dakika ve 40 dakika olan 6 metre yüksekliğinde tsunamilerle, periyodu 9 saniye ve yüksekliği 4 metre olan bir rüzgar dalgası birlikte göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan ön değerlendirmeler, tsunamilerin genliğinin bu dalgakıranlarla 2 metreye düşürülebileceğini, buna karşılık iki dalgakıran arasındaki açıklığın oluşturduğu giriş ağzında hızı 6 m/s değerine kadar ulaşabilen çok şiddetli akıntıların yaratılacağını göstermiştir. Dalgakıran modellerinden laboratuvarda hazırlanan biri de 1/15 ölçeğinde, herbiri 2000 ton ağırlığındaki dikdörtgen kesonlardan oluşanıdır. Modelin yeraldığı dalga kanalında, özel düzenekler aracılığı ile tsunami yaratılarak gittikçe şiddetlendirilen bu dalgaların limana giriş ve limandan çıkış süreçleri incelenir. Bu modelde dalganın limana giriş hızı 8 m/s değerine ulaştığı anda, önce giriş ağzının sol yanında, daha sonra da sağ yanında yer alan uç kesonlar ayrılır; sonuçta dalgakıran hasara uğrar.

İnsanoğlunun doğal afetlere karşı daha savunmalı olmasını sağlamak amacı ile birçok araştırma yapılmakta; bunların sonucunda da, bir zamanlar için düşünülmesi dahi olanaksız teknolojik gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tsunami dalgakıranlarının tasarımında bu gelişimler gözönünde bulundurulmaktadır.



İzmir Körfezi derinlik dağılımı, İzmir Körfezine tsunami girerse...



İzmit Körfezine tsunami girerse...

Her depremden sonra kıyılara tsunami dalgası gelebilir. Bu duruma pek ender olarak rastlansa da dalganın kıyıda mal ve can kaybı yaratması olasılığına karşı duyarlı olunması zorunludur.

Tsunami, Ege Denizi'ni güney-kuzey doğrultusunda en çok üç saatte geçebilir. Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi ise 50 dakika kadardır. Ancak bu iki kapalı denizde de çalkantının uzun bir süre devam etmesi ve yansıyan dalgaların sonradan da etkili olması beklenmelidir. Ege için, adalar ve karmaşık kıyı düzeni nedeniyle tsunami enerjisinin bir ölçüde sönümleneceği beklense de enerjinin, V tipi körfezlerde oluşacak yansımalardan dolayı beklenmedik noktalarda odaklanarak, çok şiddetli akıntılar ve kıyılarda tırmanmalar yaratması, böylece hasarlara yol açması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Papadopoulos, G.A., Yalçıner, A.C., Kuran, U. 1956 Güney Ege Tsunamisinin Kaynak Mekanizması Üzerine bir Değerlendirme, 15. Uluslararası Tsunami Sempozyumu, Grenoble, 1994.

Shuto, N., Goto, C., Imamura, F., Numerical Simulation as a Means of Warning for Near Field Tsunamis, Coastal Engineering in Japan, Japonya, 1990.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Anadolu ve Çevresindeki Tsunamilerin Geçmişi, Bugünü ve Geleceği, 13. Uluslararası Tsunami Semppozyumu, Avusturya, 1991.

Yalçıner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura, F., Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması, TÜBİTAK-YDAB-ÇAG-38 Proje Raporu, 1994.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Sismik Orijinli Deniz Dalgaları Oluşum, Hareket ve Kıyılara Etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası, XXI. Teknik Kongre, İstanbul, 1991.

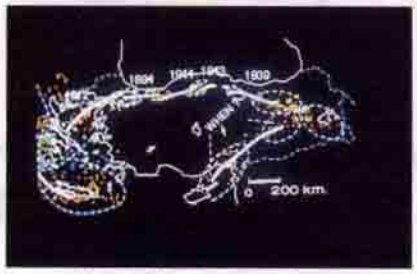
Anadolu Çevresinde Tsunamiye Yol Açan Sismik Olaylar

Uğur Kuran
Afet İşleri Genel Müdürlüğü

Anadolu'da dikkate değer iki fay zonu bulunmaktadır. Bunlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'dur (DAF). Ege Denizi'nin güneyinden geçen ve Hellenik Yay olarak isimlendirilmiş bir başka fay zonu da aktif durumdadır. Çizim 1'de Anadolu ve Ege Denizi çevresinde son yüzyıl içinde rastlanan süreksiz kırık ilerlemeleri, oluştukları yıllar belirtilerek gösterilmiştir. Bu çizimde gösterilen elipsler, makro depremlerin yoğunlaştıkları bölgeleri sınırlamaktadır. Ayrıca 1984, 1912, 1939, 1943 ve 1944 yıllarındaki depremler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca düzensiz kırık ilerlemelerinin sergilendiği görülmektedir. Çizim incelendiğinde Anadolu çevresindeki bazı deniz alanlarının, tsunamiye yol açabilecek deprem bölgeleri oldukları ortaya çıkmaktadır.

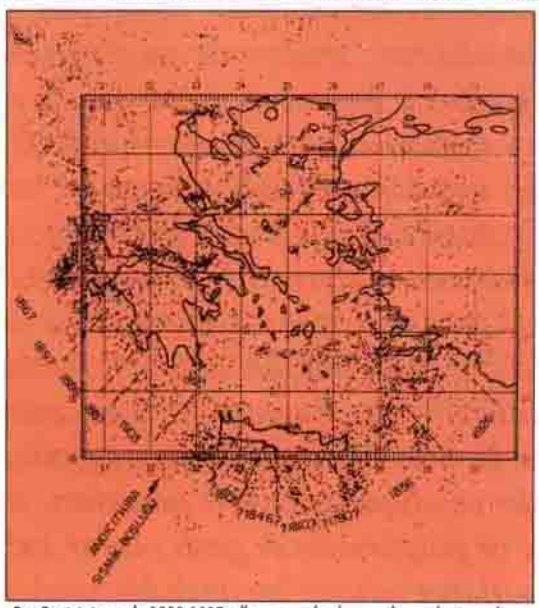
Doğu Anadolu Fayı'nın İskenderun Körfezi batısından geçerek Kıbrıs'a yönelen kolunun bulunduğu bölge bunlardan birisidir. Doğu Akdeniz'in özellikle Kuzey Kıbrıs kıyıları ve Anamur'dan başlayıp İsrail'e kadar uzanan kıyı bandının, gelecekte tsunami etkisi altında kalabileceği dikkate alınmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı, ülkemiz sınırları içinde Hakkari'den başlayıp Van Gölü'nün güneyi, Amasya, Bolu, İzmit, Marmara Denizi ortasından geçerek, Saroz Körfezi yolu ile Ege Denizi'ne uzanmaktadır. Bu fayın Doğu Anadolu Fayı ile buluştuğu yer Karlıova civarındadır. Erzincan-Elazığ-Van Gölü üçgeni içinde bulunan Van Gölü, Hazar Gölü ve büyük baraj gölleri DAF yakınlarına rastlamaktadır. Bu yüzden bölgedeki gölleri, sismik orijinli deniz dalgası eğilimli göller olarak değerlendirmek olasıdır. Hem tarihi kayıtlar hem de Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nden geçen kısmındaki hareketlilik, bu denizin her zaman için tsunami doğurabilecek depremlere sahne olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Ege Denizi'nde Mora Yarımadası'na yönelmiş olan son kısmı da ilerlemeye devam etmektedir. Fayın bu kısmındaki hareketlilik kuzey Ege'de; Hellenik Yay'ın Girit Adası güneyine uzanan kısmındaki tektonik hareketler ise güney Ege'de tsunami oluşturacak özelliktedir. Bu bölgelerde doğabilecek tsunami, tüm Ege adaları ve birçok Ege kıyısını, ayrıca güneydeki Akdeniz sahillerimizi etkileyebilecektir.

Alp-Himalaya kuşağının batısında sismik yönden en aktif ve karmaşık kesim, Ege Denizi'dir. Günümüzdeki derin tektonik sismik aktivite ise güney Ege bölgesinde oldukça büyük boyutlarda gelişme göstermektedir. Bu yüzden günümüzde elde edilen morfolojik, jeofizik ve magmatik veriler, dalma-batma olayının buralarda hala devam ettiğini göstermektedir. Basınç kuvveti alanlarının ada yayının konveks (dış bükey) tarafında hakim durumda olduğu, ancak yayın içindeki litosferde bu kuvvet alanının, çekme kuvvetleri olarak gelişme gösterdiği bilinmektedir. 100 km enindeki Benioff zonu oldukça iyi gelişmiş olup ada yayının konveks tarafından konkav (iç bükey) tarafına doğru uzanmaktadır. Hellenik Yay şeridinin konveks tarafı boyunca hakim bulunan basınç kuvvetleri, depremlerin oluşmasıyla yakından ilgilidir. Kuzey Ege'de ise derin tektonik aktivitenin zayıfladığı görülmektedir. Bu yörede takriben 100 km'den daha derin odaklı büyük depremlerin oluşmadığı dikkati çekmektedir.



Son yüzyılda Anadolu'da oluşan düzensiz kırık ilerlemeleri

Çizim 1'de gösterilen depremlerden özellikle 1894 ve 1939 yıllarında oluşan ikisi, tsunami yaratmış olmaları nedeniyle dikkate değerdir. Ayrıca, her iki depremle oluşan fay kırıkları, kısmen ya da tamamen kara içinde kalmalarına rağmen tsunami yaratmışlardır. Çizim 2'de ise Ege Denizi ve civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri gösterilmektedir. Ayrıca 1805-1926 yılları arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri de çizimde yer almaktadır. Hellenik Yay'ın sismik özelliklerinin iki ayrı yöntemle incelendiği çalışmada, 1805-1926 tarihleri arasında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin plaka sınırlarının, sığ derinliklerde oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu depremlerle birlikte oluşan kırıkların boylarının 100-150 km arasında değişmekte olduğu belirtilerek, Hellenik plaka sınırının takriben 22.5° Doğu ile 23.5° Doğu arasındaki kesimi "Andicithira Gap" veya "Andicithira Sismik Boşluğu" olarak tanımlanmıştır. Girit Adası'nın batısı ile Andicithira Adası arasındaki bu bölge, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda 100 km uzunluğunda olup, bölgede M < 8 büyüklüğünde bir depremin oluşabileceği belirtilmiştir. Olası bu depremin 1856, 1886, 1903 ve 1926 yıllarındaki depremlerle meydana gelen kırılmalara eşdeğer büyüklükte olabileceği düşünülmektedir. Andicithira Sismik Boşluğu'nda 1629, 1750, 1798 yıllarında üç yıkıcı depremin oluştuğu belirlenmiş bulunmaktadır. Eğer bu sismik boşluk bu üç depremden etkilenmemiş ise, günümüzde hâlâ Hellenik Yay üzerinde, Andicithira Sismik Boşluğu'nun varlığından söz etmek doğru olacaktır. Meydana gelen büyük depremler sadece fay kırığının civarında değil, aynı zamanda oluşturdukları deniz dalgalarıyla uzun mesafelerde de etkili olabilmektedirler. Buna Ege Denizi'nden çarpıcı bir örnek vermek yararlı olacaktır. Şöyle ki Andicithira Sismik Boşluğu'nda geliştiğini düşündüğümüz büyük bir depremin 365 yılında oluşturduğu tsunami, 21 Temmuz gecesi yaklaşık 900 km uzakta yer alan İskenderiye limanında bulunan gemileri sürüklemiş ve kara içlerine kadar atmıştır. Deniz çekildiğinde karada kalan bu ganimetleri yağmalamak isteyen halkın üzerine muhtemelen ikinci bir deniz dalgası gelerek 5000 kişinin boğularak ölmesine neden olmuştur. Aynı dalganın Adriyatik kıyıları ve Sicilya Adası'nda da çok etkili olduğu belirlenmiştir. Andicithira Sismik Boşluğu'nun hemen yanında yer alan Girit Adası en büyük tahribata uğrayan bölgelerden biridir. Adanın on kenti yok olmuş ve büyük bir kısmı su altında kalmıştır. Yıkılan şehirlerden bazıları; Knossos, Gortina, Heraklion, Lerapetra, Honia (Akrotiri), Mallia, Voulismeni ve Zakros'tur. Bu depremde sadece Girit'te 50 bin kişinin öldüğü bilinmektedir. Depremin geniş çapta etkili olduğu sahalar Girit, Peloponez, Mora Yarımadası ve Adriyatik kıyılarıdır. Olimpos'taki Zeus tapınağının hasar gördüğü ve surların yıkıldığı da kayıtlıdır.



Ege Denizi civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri.

Denizin Kıyıya Taşıdığı Felaket

Tsunami

"Bunları yakarsam köylülerin yaşamını kurtarabilirim," diyerek demetlerden birini birden ateşledi. Alev yumağı rüzgarın üflemesiyle bir anda büyüyüverdi. Yangını gören biri tapınağın çanını çalmaya başlamıştı bile. Genç bir köylü, "Yangın!" diye bağırarak tepeye hızlıca koştu. Diğer köylüler, kadınlar ve çocuklar onu izlediler. Sonunda yirmi genç tepeye ulaşabildi. Onlar yangını söndürmeye çalışırlarken Gohei "Bırakın yangını! Bir afet olacak! Köylüleri buraya getirin!" diye güçlü bir sesle haykırdı. Köylüler birer birer gelmeye başladıklarında gençleri, yaşlıları, kadınları ve çocukları tek tek saydı. Birdenbire denizde ince, kara bir çizgi belirdi. İzledikleri sürece genişleyen, kalınlaşan, kıyıya doğru hızla yaklaşan ve kabaran bir çizgi... "Tsunami!" diye haykırdı birkaçı. Hemen sonra, önlerindeki su dağ gibi kabarıp karaya atlarken, sanki yüzlerce gökgürültüsü birleşmiş gibi bir gümbürtü duyuldu. Bir an için, denizin serpintileriyle oluşan ve tepeye yönelen bulutlardan başka birşey görünmez oldu. Beyaz haşin köpükleriyle deniz, köyün üzerinden şiddetle geçmişti bile. Sular köyün üzerinde ileri-geri iki ya da üç kez geçiverdi. Tepede ise çıt çıkmıyordu. Herkes köyün bulunduğu yere boş bir ümitsizlik içinde bakakaldı... Yaşama bağlandıkları yuvaları, biricik köyleri dalgalarla kazılmış, iz bırakmadan yok olmuştu...

"BU PEK NORMAL DEĞİL" diye mırıldandı yaşlı Gohei kendi kendine. Deprem pek öyle şiddetli olmamıştı ama bu uzun ve yavaş yer sarsıntısı Gohei'nin bugüne kadar yaşadıklarından oldukça farklıydı. Köydeki tepede yer alan evinin bahçesinden aşağıya tasayla baktı. Köylüler harman sonu festivali hazırlıklarına öylesine kapılmışlardı ki, depremin farkına bile varamamışlardı. Gözlerini denize çevirdiğinde Gohei hayretten donakaldı. Tuhaf bir dalga rüzgara karşı ve derin suya doğru denizi çökerterek gidiyordu. Bir an sonra sular tamamen çekildi ve denizin kum ve kayalık tabanı ortaya çıkıverdi. "Bu tsunami olmalı!" diye düşündü Gohei. Eğer şimdi birşey yapmazsa, bu dalga dörtyüz kadar köylünün yaşamını, köyü ile birlikte yutacaktı. Yitirecek bir dakika bile yoktu. Eve koşarak elinde kocaman bir meşale ile dışarı çıktı. Oradaki tarlada çeltik demetleri duruyordu.

Ahmet Cevdet Yalçıner
ODTÜ İnşaat Müh Bölümü
Kıyı ve Liman Müh Araş Mer

ENERJİ, su ortamı içerisinde dalga hareketi ile ilerleyebilmektedir. Rüzgar enerjisinin sürtünme yoluyla denize geçişi, dünya ile ay ve güneş arasındaki çekim kuvvetinin zamansal değişimi, limanlar ya da küçük körfezlerde gemilerin ortaya çıkardığı etki ve sualtındaki çeşitli tektonik hareketlerle enerjinin suya geçişi gibi olaylar; deniz veya göllerde çeşitli biçimlerde dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların hemen hepsi, onları yaratan enerjinin özelliklerine göre farklıdırlar.

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen "tsunami" sözcüğü, okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan, uzun dönemli bir deniz dalgasını temsil eder. 15 Haziran 1896 günü Japonya'nın Pasifik kıyılarına çarpan ve 21.000 kişinin ölümüne yol açan " Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" nedeniyle Japonların dünyaya yaptığı yardım çağrıları, "tsunami" sözcüğünün hemen hemen tüm ülkelerde çok daha büyük duyarlıkla algılanmasına ve tüm dillerde aynı biçimde kullanılmasına yol açmıştı. Özgün bir dalga olan tsunamiye, Pasifik Okyanusu'nda çok sık, diğer okyanus ve denizlerde ise nadir olarak rastlanmaktadır. Dalga yüksekliği derin denizde bir insan boyu kadar küçük, dalga boyu ise yüzlerce kilometre kadar uzundur. Bu dalganın diğer tip deniz dalgalarından farkı ise; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilemezken sığ sulara geldiğinde, dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga, insanlar için deprem, tayfun, yangın, çığ veya sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

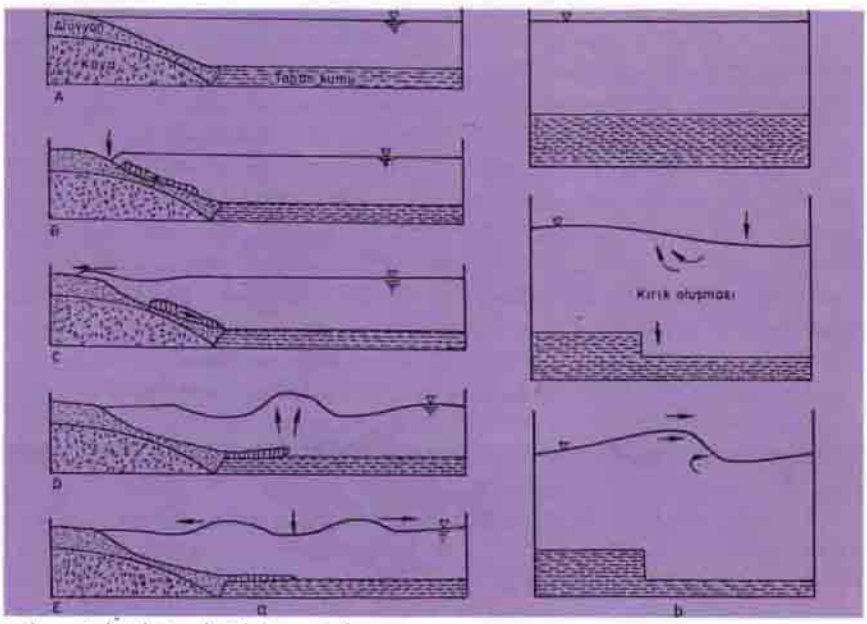
Anadolu'yu çevreleyen denizlerde tarih boyunca tsunamiler oluştuğu, bunlara son yüzyıl içinde de rastlandığı bilinmektedir. Kıyı alanlarındaki doğal kaynakların ekonomik açıdan taşıdıkları önem ve ülkemizin bu kaynaklara olan büyük gereksinimi nedeniyle, kıyılarımızda zarara yol açacak doğal afetlerin etkilerinin azaltılması yolunda çalışmalar yapılması gereklidir. Konuyu tsunami özeline taşıdığımızda ise, geçmişte az etkili olmuş bir tsunaminin günümüzde yinelenmesinin, önemli zararlara yol açacağı beklenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalar; kıyılardaki büyük yatırımlar (nükleer ya da termik santraller), denize bitişik sayısız yerleşim merkezleri ve turistik tesislerin, tsunami etkisi için hedef durumda olduklarını göstermektedir. Bu gerekçeler ise, gelecekte denizlerimizde oluşabilecek depremler ve bunlara bağlı tsunami olaylarının şimdiden değerlendirilmesi ve Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de tsunamiye elverişli kıyı alanlarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TÜBİTAK Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından desteklenen "Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması" başlıklı temel araştırma projesi bu konudadır. Bugün çeşitli ülkelerde başka denizler için de uygulanabilir duruma getirilmeye çalışılan iki bilgisayar modelinin Japonya dışında kullanımına başlanması ilk kez Türkiye'de gerçekleşmiştir. Bu özgün projenin TÜBİTAK desteği ile uygulanabilmesi bugün Türkiye'deki kıyı biliminin, özellikle Ege olmak üzere Marmara ve Doğu Akdeniz tsunamileri konusunda özgün bilgiler üretmesine ve uzman Türk bilimcilerin kazanılmasına yol açmıştır.

Tsunami Oluşumu ve Hareketi

Tsunami, tektonik olaylar ile denize enerji geçmesi sonucu oluşur. Dalga boyu yüzlerce kilometre uzunluğunda olduğundan uzun dalgalar sınıfına girer ve hemen her su derinliğinde sığ su dalgası koşullarını sağlayabilir. Denizde, derinlik farklılaşması etkisiyle sapmaya uğrayarak ve karşılaştığı engeller (adalar) nedeniyle dönerek yoluna devam eder. Kıyılara geldiğinde taban sürtünmesi ve yansımadan etkilenerek taban eğiminin özelliklerine göre tırmanır. Tsunami, ilk oluştuğunda tek bir dalga halindedir. Kısa bir süre içinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birinci ve sonun-



Sualtı zemin hareketi nedeniyle Tsunami oluşumu

cusu çok zayıf olup diğerleri ise etkilerini kıyılarda oldukça şiddetli biçimde hissettirecek enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremden kısa bir süre sonra kıyıda görülen yavaş ama anormal su yükselmesi ilk dalganın geldiğini belirler. Bu yükselme, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk ve tek habercisidir.

Tsunaminin hareketi, diğer dalga türleri gibi matematiksel model kurularak incelenebilmektedir. Matematiksel modellerde, derin denizde lineer dalga teorisine göre çıkarılan dalga denklemlerinin, başlangıç değer problemi şeklinde sayısal yollarla çözülmesi; sığ su derinliğinde ise (30 m'den küçük derinliklerde) taban sürtünmesi de gözetilerek sayısal çözümün kıyıya kadar devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Bu modeller, denizdeki depreme bağlı su düzeyi değişimine ilişkin verileri girdi olarak alıp işleyebilmekte ve kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşabileceği konusunda bilgiler üretmektedir.

Tarihte Tsunami

Tarihsel kayıtlarda, dünyadaki büyük denizlerin hepsinde tsunami olaylarına rastlanmaktadır.

Pasifik Okyanusu Tsunamileri: Şili açıklarında 24 Mayıs 1960 sabahı oluşan Şili tsunamisinin doğuya ilerleyen bölümü, Şili'ye bir saatte varmış ve pek etkili olamamıştı. Batıya ilerleyen bölümü ise tüm Pasifik alanında ve kıyılarında etkili olmuş; enerjisinin Japon takımadaları yönünde odaklaşması nedeniyle de büyüyerek Japonya'ya 22 saatte ulaşmıştı.

Sonuçta sadece Japonya'da 4983 evin yıkılmasına ve 149 can kaybına neden olmuştu. Asya kıyılarından yansıyan dalgalar, Şili'ye geri geldiklerinde ise beklenmedik düzeyde hasar ve can kaybına yol açmışlardı. 27 Mart 1964 Alaska depremi, Paskalya

Güncel Tsunamiler

Fumihiko İmamura
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Son iki yıl içinde Pasifik'te oluşan altı tsunami tüm bilimcileri şaşırtmıştır. Bu olaylarda meydana gelen maddi hasar hesaplanabilecek gibi değildir. Toplam can kaybı ise 2300 olmuştur. Bunlardan en yakın tarihli olanı 1983 yılında Japon Denizi'nde gerçekleşmiş ve 100 ölümle sonuçlanmıştır. Genel olarak dalma zonu bölgesindeki sığ odaklı depremler tsunami yaratmaktadır. Son yıllardaki tsunamilerin tırmanma yüksekliği 20 m'yi bulmuştur. Zarar ve can kaybı, bu tırmanmadan çok, şiddetli akıntılarla meydana gelmektedir. Bütün bu bilgiler, bizleri gelecekteki tsunamilerin insan yaşamına olan etkilerini azaltmak üzere daha çok araştırma yapmaya itmektedir.

Son iki yıldaki tsunamileri yerinde incelemek üzere kurulan Uluslararası Tsunami Araştırma Ekibi ile yapılan çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir:

Nikaragua Tsunamisi (2 Eylül 1992, deprem şiddeti: 7.2) Nikaragua açıklarındaki depremin yol açtığı bu tsunami, bir köyün yok olmasına, 167 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tırmanma yüksekliğinin 10 m olduğu bulunmuştur. Bu tsunami, Nikaragua'nın yanısıra Hawaii ve Japonya'da da hissedilmiştir.

Flores Tsunamisi (12 Aralık 1992, deprem şiddeti: 7.5) Nikaragua'da gerçekleşen depremden 20 gün sonra toplanan bilimadamları, yeni bir tsunaminin oluşması durumunda olay yerine zamanında ulaşmak üzere hazırlıklara başlamışlardır. Üç ay sonra Endonezya'nın volkanik adası Flores'in Kuzey kıyılarına çarpan tsunami, 1712 ölüm ve 28.386 evin yıkılmasıyla sonuçlanmıştır. Babi adasının iç kısımlarındaki iki köye ulaşan deniz suları çok sayıda evi hasara uğratmış ve sadece burada 263 can almış, iki kilometrelik kıyı şeridinin karaya uzanan 150 metrelik kısmı da çöküp gitmiştir. Uluslararası araştırma ekibinin adaya varması ise 15 günü bulmuştur.

Kamçatka Tsunamisi (8 Haziran ve 13 Kasım 1993, deprem şiddeti: 7.2) Bu tsunami, düşük şiddette olması nedeniyle hasarsız atlatılmıştır.

Hokkaido Nansei oki Tsunamisi (12 Temmuz 1993, deprem şiddeti: 7.6) Japon Denizi'nin kuzeyinde oluşan bu tsunami için bölgeye ilk ulaşan araştırmacı, verilen sözlerin alınan kararların yine tam anlamıyla gerçekleşmemiş olduğunu gördü. Aradan 3 gün geçmiş olmasına rağmen bilimadamları bölgede değillerdi. Teknelerin hepsinin batmış olması nedeniyle limanda denize açılacak tekne yoktu. Liman, tekne ve otomobillere mezar olmuştu. Adanın diğer tarafından gelecek teknelerin yanaşması da bu nedenle mümkün değildi. 20 km'lik kıyı şeridi gözönüne alındığında ortalama tırmanmanın 10 m olduğu görülmüştür.

Tırmanma yüksekliğinin 15-30 m'ye kadar çıktığı belirtilen bu tsunamide can kaybı 238 olarak kaydedilmiştir.

Mariana Tsunamisi (8 Ağustos 1993, deprem şiddeti: 8.0) Guyam Adasının güneyindeki Mariana bölgesinde gerçekleşmiş en şiddetli depremdir. Önceden bu bölgede 7.5 şiddetinde depremler olduğu (5 Nisan 1990) bilinmektedir. Bu tsunami, Japonya kıyılarında 30 cm yükselme yaratmış, ancak hasara yol açmamıştır.

Doğu Java Tsunamisi (3 Haziran 1994, deprem şiddeti: 7.2) Kıyıdan 200 km uzakta gerçekleşen bir depremle ortaya çıkan bu büyük tsunami, ardında 200'den fazla ölü, 400'den fazla yaralı bırakmış ve 1000 evin yıkılmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, tırmanma yüksekliğinin 13.2 m olduğu anlaşılmıştır.

yortusundan önceki cuma gününe rastlar. Veldez limanında yük boşaltan bir şilebin güvertesinde film çeken bir gemici, tarihin en önemli depremlerinden birini filme almakta olduğunu bilmiyordu. Ansızın müthiş bir sarsıntı ile şilebin yanında büyük bir yarık oluşuverdi ve limanın içindeki sular çekilmeye başladı. Gemi batarken, rıhtım ve çevresindeki kara kütlesi de gevşeyerek denize aktı. Deprem dört dakika sürmüştü. Oluşan tsunami denizden 25 m yükseklikte bulunan bir deniz fenerini ve beş görevlinin yaşadığı evi, bulundukları yerden 17 m yüksekliğe fırlatmıştı. Bu tsunami Japonya'ya altı saatte varmıştır.

Volkan patlamaları sonrasında da tsunamilerin oluştuğu tarihte kayıtlıdır. Bunlardan bazıları, Ağustos 1883 Karakatau Volkanı patlamaları sonrası oluşan üç ayrı tsunami, ayrıca Ekim 1883 Alaska Augustin Volkanı, Eylül 1952 Myojin Reef Volkanı ve Ocak 1914 Sakurajima Volkanı patlamaları sonrasındaki tsunami olaylarıdır. Karakatau tsunamileri deniz alanının 10 km çapındaki bölümünün 190 m çökmesi ile ortaya çıkmıştır.

Anadolu Çevresindeki Tsunamiler: 36° 21' kuzey, 25° 21' doğu koordinatlarındaki güney Ege'nin en ilginç adası Santorini (antik adıyla Thera)'nin Tunç dönemindeki çapının yaklaşık 16 km olduğu sanılmaktadır. Thera'dan önce bu adaya "Kalliste" (en güzel ada) ve "Strogili" (çember ada) adlarının verildiği de bilinmektedir. Bugün bu isimler unutulmuştur bile. Çünkü Santorini bugün artık ne çember biçimindedir ne de o bilindiği güzelliktedir. Artık tunç döneminden günümüze defalarca püskürmüş olan aktif bir volkanın krateri durumundadır.

M.Ö. 1560 yıllarında aktif duruma geçen volkanın krater oluşum sürecinde, Thera'nın üçte ikisi püskürtülerek, çember biçimindeki ada hilal biçimindeki bir ay parçasına benzemiştir. Bu olayı takibeden tsunami, Karakatau volkanı patlaması sonucu gerçekleşen tsunami ile aynı özellikleri taşır. Thera tsunamisi ile taşınan adaya ait sünger taşları, kuzey Ege'de Semadirek adasının güneyinde, Rodos'ta, Anaphi'de, Girit'te, Girne'de ve İsrail kıyılarında bulunmuştur. Bir örnek verirsek Thera'nın sünger taşları; adanın 24 km batısındaki Anaphi adasında, kıyıdan 250 m içeride ve denizden 35 m yükseklikte bulunmuştur. Bu bilgi, Anaphi adasındaki tsunami tırmanma yüksekliğinin en az 35 m olduğunu göstermektedir.

Girit'te efsanevi kral Minos'un ülkesi Minoan uygarlığına ait tüm gemicilik teknolojisinin, tarım ve ticaret kaynaklarının yok olması ve uygarlığın çöküşü bu tsunami ile başlar. Girit'lilerin adayı terkedip ana karaya geçişlerinin bu dönemde başladığı iddia edilmektedir. Anadolu uygarlıklarının da aynı tsunamiden nasıl etkilendiklerini araştırmak önemli bulgular verecektir.

Thera volkanı 1457, 1573, 1650, 1866 ve 1925 tarihlerinde aktif duruma geçmiş ve hemen her seferinde tsunamiler yaratmıştır. Son bin yılda oluşan Ege tsunamilerinden bilinenlerinin sayısı 47'dir.

Yakın tarih içinde önemli sayılan tsunamilerden biri de; Ege Denizi'nde 9 Temmuz 1956 tarihli iki depremin neden olduğu tektonik olaylar sonucu doğan tsunamidir. Bu tsunaminin ilk dalga yüksekliğinin 4.0 m olduğu sanılmaktadır. Deprem ve takibeden tsunami, Ege adalarında 250 kişinin ölümüne ve 80 kadar teknenin sürüklenip batmasına yol açmıştır. Bu dalganın benzerinin bugün Ege'de oluşması durumunda, yukarıdaki rakamların çok üstünde can ve mal kaybı olacağı tahmin edilmektedir.

14 Aralık 558, 26 Ocak 740, 14 Ekim 1344, 14 Eylül 1509 ve 5 Nisan 1646 tarihlerinde Marmara Denizi ve İstanbul'un da tsunamiden etkilendiği belirtilmektedir. 1509 depreminde Hereke Koyu boyunca yer alan Bizans dönemine ait yalı köşkleri, deniz sularının altında kalmış; Haliç dalgaları Galata surlarını aşarak arka plandaki mahallelere ulaşmıştır.

10 Eylül 1894 tarihindeki Marmara Denizi merkezli 7.6 şiddetindeki deprem nedeniyle Marmara kıyıları ve adalarda, deniz önce 200 m geri çekilmiş sonra karaya ilerleyerek denizdeki kayıkları karaya atmıştır. Adalardaki gemiler ise yüksek dalgalarla çalkalanmıştır. Bu arada Eser-i Cedit vapuru da Büyükada önünde karaya oturmuştur. Heybeliada Çam Limanı'ndaki sular bir süre tamamen çekilmiştir.

10 Ağustos 1114 depreminin Mersin, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa'da etkili olduğu ve sadece Kahramanmaraş bölgesinde 45.000 kişinin ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Bu deprem, İsrail'de de hissedilmiş ve doğu Akdeniz'de tsunamiye neden olmuştur. Doğu Akdeniz'de tsunami yarattığı bilinen bir başka deprem de 20 Mayıs 1202 depremidir.

Karadeniz'de ise tsunami örneğine 1939 Erzincan depreminde rastlanılmıştır. Depremin etkisi ile kuzeyde, Karadeniz kıyısındaki Fatsa bölgesin-

Güney Ege'nin Tsunami Kaynağı, Volkanik Ada Thera

Gerasimos Papadopoulos
Deprem Planlama ve Araştırma Merkezi, Atina

Volkan patlamaları ve depremleri nedeniyle Güney Ege, Yunanistan'ın tektonik açıdan çok aktif bir bölgesidir. Bu bölgede oluşan depremler ya sığ odaklı (70 km'den daha sığ yerde), ya da orta derinliğe odaklı (70-200 km derinlikte)'dırlar.

Güney Ege'deki en belirgin jeofizik yapı, burada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan volkanlar kuşağıdır. Kuzeydoğuda Menthana, ortada Thera (ya da Santorini) ve güneydoğuda Missyros, üç önemli aktif volkan olarak yer alırlar. Bunlardan başka son 3000 yıldır etkinlikte bulunmuş olan volkanlar da vardır. Thera, büyüklüğü ve son 1500 yıldır süregelen aktifliği nedeniyle dünyadaki en önemli volkanlardan birisi olup etkisini güney Ege uygarlıklarında sık sık göstermiştir. Güney Ege'deki deprem ve volkanik aktivitelerin temel nedeni, Afrika platosunun Ege denizi tabanının altına 2.5 cm/sn hızla dalmakta olmasıdır.

M.Ö. 1560'larda Thera'da çok büyük patlamalar gerçekleşmiştir. Bu patlamaların ardından büyük tsunamilerin oluştuğu, jeolojik ve arkeolojik bulgulardan anlaşılmaktadır. Bunların Ege ve doğu Akdeniz'de etkili oldukları sanılmaktadır. Metrelerce yükseklikteki dalgalar ilk 20 dakika içinde Girit'in kuzey kıyılarına ulaşabilmiştir. Thera'daki antik kent Akrotiri'de kazı yapan Atina Üniversitesi profesörlerinden S. Marinatos, Girit'in en önemli uygarlığı olan Minoan uygarlığının bu dönemde çöktüğünü açıklamıştır. Bu nedenledir ki Thera patlamalarına Minoan patlamaları da denilir. Minoan tsunamilerinin oluşum, büyüklük ve etkileri üzerine araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Volkanik merkezin çökmesi sonucu ilginç bir krater oluşmuştur. Bu aktivitelerin Minoan döneminden beri sürmekte olduğu, bu yüzyılda da devam ettiği bir gerçektir. Büyüklük açısından en belirgin olanı, M.S. 1650'de gerçekleşen patlamadır. Bu konudaki Yunanca ve Fransızca kaynaklardan alınan bilgilere göre ilk patlama 29 Eylül 1650'de şiddetli bir depremle birlikte olmuş, kraterdeki büyük çökmeye bağlı olarak büyük bir tsunami de ortaya çıkmıştır. Bu tsunami, güney Ege ve özellikle oniki adalarda 30 m yüksekliğinde tırmanma yaratmış; Thera ve komşu adalarda çok etkili olmuştur. Kuzey Girit'te ise 4-5 m'lik tırmanma gözlenmiştir. Girit'in başkenti Heraklio limanındaki gemi ve tekneler büyük hasar görmüş ve çoğu batmıştır. Yakın geçmişte adaya yapılan teknik gezi ve arazi çalışmaları ile bu tsunaminin etkilerinin saptanması ve doğruluğu konusunda bilgiler elde edilmiştir. Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki derin bölgede 7.5 şiddetindeki depremlerle oluşan 9 Temmuz 1956 tsunamisi de Amorgos adasında 20 m, Astypalaea adasında ise 25 m tırmanmış ve tüm kıyılara hasar vermiştir. Bu ve diğer jeofizik veriler, Thera ve çevresinin, Avrupa ve Akdeniz'de tsunamiye en elverişli bölge olduğunu desteklemektedir. Bu tsunamilerin bir benzerinin gelecekte oluşması, kıyılarda geçmiş dönemde oluşan hasarlardan çok daha fazlasını gündeme getirecektir. Bundan dolayı, bölgenin "tsunami potansiyeli" hakkında bilimsel çalışmaların sürdürülmesi ve tsunami etkilerini azaltmaya yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Avrupa Topluluğu tarafından desteklenen, "Avrupa Kıyılarında Tsunami Oluşum ve Etkileri" konulu proje (GITEC) şu sıralar yürütülme aşamasındadır.

de deniz önce 50 m çekilmiş, sonra 20 m ilerlemiş ve daha sonra da normale dönmüştür. Kırım kıyılarında da denizin önce karaya doğru ilerlediği, sonra geri çekildiği Richter'in kitabında kayıtlıdır.

Nasıl Korunmalı?

"İnşallah olmaz" demek bir korunma yöntemi değildir. Denizler tabanına özel ölçüm aygıtları yerleştirerek "Tsunami Uyarı Sistemleri" kurmak da en azından şimdilik ekonomik bir korunma yöntemi olarak sayılamaz. Ancak günümüze kadar yaşanmış çeşitli deneyimlerin anlatılması ve tsunami hakkındaki temel bilgilerin yayınlanması, can kaybını en aza indirmeye yetebilir.

Bilinmelidir ki, tsunami çok zayıf bir deprem ile de oluşabilir. Deniz kıyısında iken hissedilen her deprem sonrasında tsunami gelme olasılığı (çok zayıf da olsa) vardır. Kıyıya tsunaminin ilk gelişi su düzeyinin anormal biçimde (10-15 dakika içinde) 1-1.5 m kadar yükselmesi ya da çökmesi ile kendini belli eder. Tsunaminin bu ilk öncü dalgası, aynı zamanda da arkadan gelecek olan iki ya da üç kuvvetli dalganın habercisidir. Yıkıcı dalgaların derin denizden gelişi sırasında gökgürültüsünü andıran uğultular duyulur. Bu sesler de 20 dakika içinde kıyıya varacak olan diğer dalgaların şiddetini önceden haber verirler. Bu durumda yapılacak tek şey kıyıdan uzaklaşmaktır. Teknede bulunanlar, kıyıdan uzaklara, derin sulara giderek dalganın tekneye ve kendilerine vereceği zararı azaltabilir ya da önleyebilir-

İki düzlem, birbiri üzerinden aşarken deniz tabanında bir parçayı kaldırarak 18 km uzunluğunda bir dalga oluşturur. Buna da tsunami denir. Kıyıya yakın bölgelerde dalganın en üst noktasında oluşan geriye doğru devinim, bütün bir limanı boşaltabilir. Tabanla dalga arasında oluşan sürtünme, dalgayı yavaşlattığından dalgada kırılmalar meydana gelir ve tsunaminin yüksekliği gittikçe artar.

ler. Karada olanlar için ise denizden uzağa gitmek zorunludur. Böylece dalga ile sürüklenme ve yaralanma tehlikesi ortadan kalkar. Tsunami etkisi ile ölenlerin büyük çoğunluğu meraklı kişilerdir. Dalganın kıyılardaki hareketini merakla izleyenler, kendilerini birdenbire denizde şiddetle sürüklenirken bulurlar. Sürüklenme yönü ya denizin içine ya da kara tarafınadır. Bunların dışında, yapılması gereken en önemli şey, her konuda olduğu gibi bu konuda da araştırma yapmak, bulguları uygulamak ve kişileri bu konuda eğitmektir. Tsunami için yapılabilecek en uygun araştırma biçimi de bilgisayar modeli oluşturmaktır.

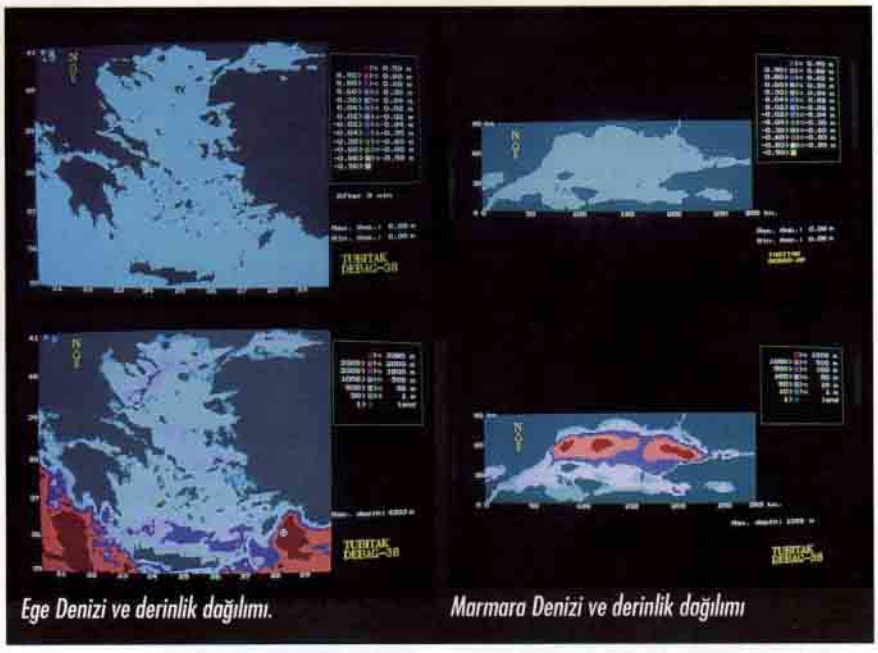
Tsunami Hareketinin İncelenmesi

Uzun dönemli dalgaların hareketini tanımlayabilen denklemlerin çeşitli sınır koşullarında sayısal yollarla çözülmeleri için, başlangıç koşulları olarak tsunami dalgasına benzeyen su düzeyi seçilir. Böylece su düzeyinin zaman içindeki değişimi elde edilebilmektedir. Bu yöntemin uygulanması sırasında, lineer dalga denklemleri yardımıyla su düzeyinin derin deniz bölgesindeki değişimi; sığ su denklemleri kullanıldığında ise, körfezler ya da kıyı alanlarındaki değişimler daha hızlı ve doğru olarak hesaplanabilmektedir.

TUNAMI-N1 ve TUNAMI-N2, Fortran dilinde hazırlanmış bilgisayar programlarıdır. Temel girdiler olarak, belirli grid aralıklarındaki su derinliği değerleri ve deprem parametreleri (fay kırığının başladığı ve bittiği koordinatlar, kırık eni, su derinliği, dalma açısı, kayma açısı ve taban çökmesi/kalkması miktarı) kullanılır. Birinci işlem olarak deprem parametreleri ele alınarak ilk dalga profili saptanır. Bu değerler, sayısal çözüm için gerekli olan başlangıç koşulları olarak kullanılır ve zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. TUNAMI-N1'in uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde 20.5^{o} doğu ve 29.96^{o} doğu boylamları ile 34.88^{o} kuzey ve 41.10^{o} kuzey enlemleri arasında kalan; 812 km uzunluğunda ve 672.8 km genişliğindeki dikdörtgen bölge ve Marmara Denizi'nin tamamı (114 km x 36 km) seçilmiştir.

Su derinliği verileri, sayısallaştırıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve grid noktalarına rastlayan derinlikler de bir başka bilgisayar programı yardımıyla hesaplanarak, programın girdileri olarak hazırlanmıştır. Bu işlem her iki denizimiz için de ayrı ayrı yapılmıştır.

Program, depremden sonra gerçek zaman olarak Ege'de beş, Marmara'da bir saatlik süre için işletilerek su düzeyi değişimleri hesaplanmış; bunlar, gerçek zaman olarak üç dakika aralıklarla, dosyalara aktarılmış ve bu dosyaların işlenmesi ile (ilk 90 dakika için) deniz durumunu gösteren resimler elde edilmiştir. Resimlerin ardarda ekrana çizdirilmesi ile de hareketli görüntüler sağlanmıştır. Ege Denizi'ndeki birçok kıyı alanında seçilen istasyonlardaki su düzeyinin zamana bağlı değişimleri de, programın işletimi sırasında ayrı dosyalara aktarılmıştır. Böylece hem deniz durumunun hareketli görüntüleri, hem de çeşitli istasyonlardaki su düzeyi değişimleri elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki çeşitli kıyı alanlarından seçilen ve su düzeyi değişimleri hesaplanan 20 ayrı istasyona, dalganın ne kadar zamanda

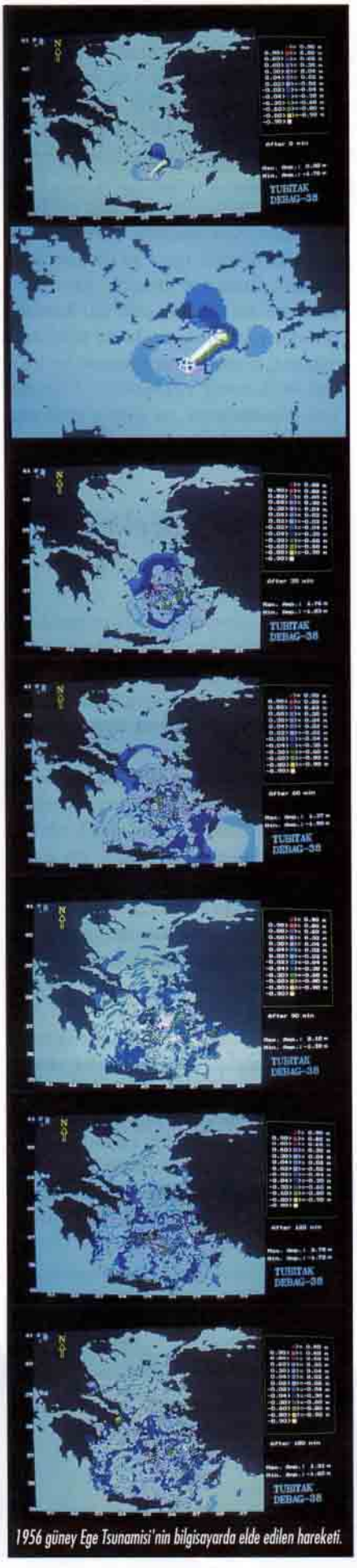


Ege Denizi ve derinlik dağılımı. *Marmara Denizi ve derinlik dağılımı*

ulaşabileceği bulunabilir. Her iki denizimiz için uygulamaya hazır duruma getirilmiş olan bu model, seçilen herhangi bir depreme ait parametreleri girdi olarak alıp tsunami dalgası oluşturmak ve bu dalganın Ege Denizi'ndeki hareketini derin deniz bölgelerinde izlemek üzere kullanılabilir durumdadır. TUNAMI-N2, sığ sularda işletilerek dalganın karadaki tırmanması da bulunabilmektedir. Böylece dalganın kıyılarda yakın çekimle izlenmesi ve etkilerinin araştırılması olanaklı olur. İzmir ve İzmit Körfezleri, bu konudaki uygulama alanları olarak seçilmiştir. Bu programın girdi olarak kullandığı körfez girişindeki su düzeyi değerleri, önceki programın çıktılarından alınır.

Uygulama: Ege Denizi için iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri "1956 Güney Ege tsunamisi"dir. Diğeri ise "olası Andicithira tsunamisi"dir. Her iki tsunaminin Ege Denizi'nde oluşturduğu ilk kabarma ve sonrasındaki hareketler, harita üzerinde belirli zaman aralıklarında bilgisayarda resimlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tsunami kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda ilerlemiş ve Anadolu kıyılarında önemli etkileri olmamıştır.

Olası Andicithira tsunamisi'nin incelenmesi ise daha ilginç sonuçlar ver-



1956 güney Ege Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Japonya Tsunamileri

Nobuo Shuto
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Japonya, bütünüyle bir fay zonu içinde yer almaktadır. Bu nedenle depremler, güncel yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Tsunami ise her Japon için birkaç kez yaşanabilecek bir doğal afettir. Japonya'nın kuzeybatısındaki Tohoku bölgesi açıklarında bulunan fay hattı, yarattığı tsunamilerle tarih boyunca kıyı şehirlerini defalarca yıkmıştır. Bunlardan en önemli üç tanesi, 1611, 1896 ve 1933 yıllarında gerçekleşmiştir. Deprem merkezinin kıta sahanlığı sınırında olduğu sanılan bu üç olayda sarsıntılar ve tsunamiler hemen hemen aynı özellikleri göstermiş; üç tsunami de çok şiddetli olmuştur. Bunları doğuran depremler (özellikle 1896 depremi) ise çok zayıf, uzun ve yavaş süren sarsıntılar şeklinde ortaya çıkmıştır. 1896 depreminde 30 dakika sonra kıyıya gelen dalgalar, 21.000 can kaybına neden olmuştur. Maksimum tırmanma 30 m'dir. Bu olay "Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak bilinir. 1933 yılında 3000 ölümle sonuçlanan olay ise, "Showa Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak adlandırılmıştır. 25 m tırmanan dalgalar, kıyılardaki tüm deniz yapılarını aşmıştır.

Japonya'da tsunami araştırmaları 1960 Şili tsunamisi ile başlar. Tohoku Üniversitesi Afet Kontrol Araştırma Merkezi'nde 1987'de başlanan matematiksel modellerin kurulması çalışmaları, bugün çok verimli bir düzeye getirilmiştir. Günümüzde bu modellerin diğer denizlerdeki tsunamilere uyarlanması için çalışılmaktadır. Bu konudaki ilk örnek, Ege ve Marmara denizleri için yapılan uygulamalarla Türkiye'dir.

Araştırma Merkezimiz, bu modellerin, yakın bir gelecekte, Japonya'da tsunami uyarı sistemi içinde görev yapmasını sağlamak amacındadır. Bunun için geliştirilmeye çalışılan "yakın kıyı tsunamileri uyarı sistemi"nin temel ilkeleri hızlılık, kesinlik ve detaylar olarak seçilmiştir. Uygulanan yöntem ise şöyledir: Yakın kıyı tsunamisinin kıyıya ulaşması 25-30 dakika almaktadır. Deprem olduğunda Japon Meteoroloji Ajansı (JMA) tarafından hemen tahmin edilebilen deprem özellikleri (fay yeri, boyu ve eni, çökme/kabarma yüksekliği, kayma ve dalma açısı, su derinliği, deprem yeri ve fay hattı doğrultusu), hazırlanmış bilgisayar modellerine ulaştırılabilecektir. Bu işlem ilk beş dakikada, modelin işlemesi ve sonuçların elde edilmesi ise takip eden on dakikada tamamlanabilecektir. Bu işlem yapılırken, olayın önceden denenmiş senaryolarla benzerliği de bilgisayarda gözden geçirilecektir. Depremden 15 dakika sonra ilk veriler elde edilmiş olacağından, yayın organları yardımıyla yerel halkın uyarılması mümkün olacaktır. Yerel halk için ivedi önlemler almak ya da kıyılardan uzaklara gitmek için en az 10 dakika süre kalacaktır. Ancak yöntemin başarı ile uygulanabilmesi için çok sayıda problemin ele alınması ve çözülmesi zorunludur.

Bugün Japonya'da deprem olduğunda, deprem ile ilgili ön bilgiler televizyon aracılığıyla ilk dakikalarda halka ulaştırılabilmektedir. Bunun tsunami için de gerçekleşmesi, yakın bir gelecek için saptanan hedeftir.

Doğal afetler önlenemeseler de etkilerinin azaltılması olanaklıdır. Uygulamadaki başarılar, bu konudaki bilimsel araştırmaların düzeyiyle olduğu kadar halkın duyarlılığı ve bilgisiyle de yakından ilgilidir.

masıdır. Ege adaları ise birer dalgakıran görevi yaparak Anadolu'yu bir ölçüde korumuştur. Bu dalganın ayrıca Mısır ve İtalya'da etkili olacağı kanısına varılmıştır. Bu sonuç, bugüne kadar açıklığa kavuşturulamamış olan 365 tsunaminin oluşma yeri ve mekanizmasının daha sağlıklı olarak belirlenmesine yetmiştir.

1894 Marmara Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

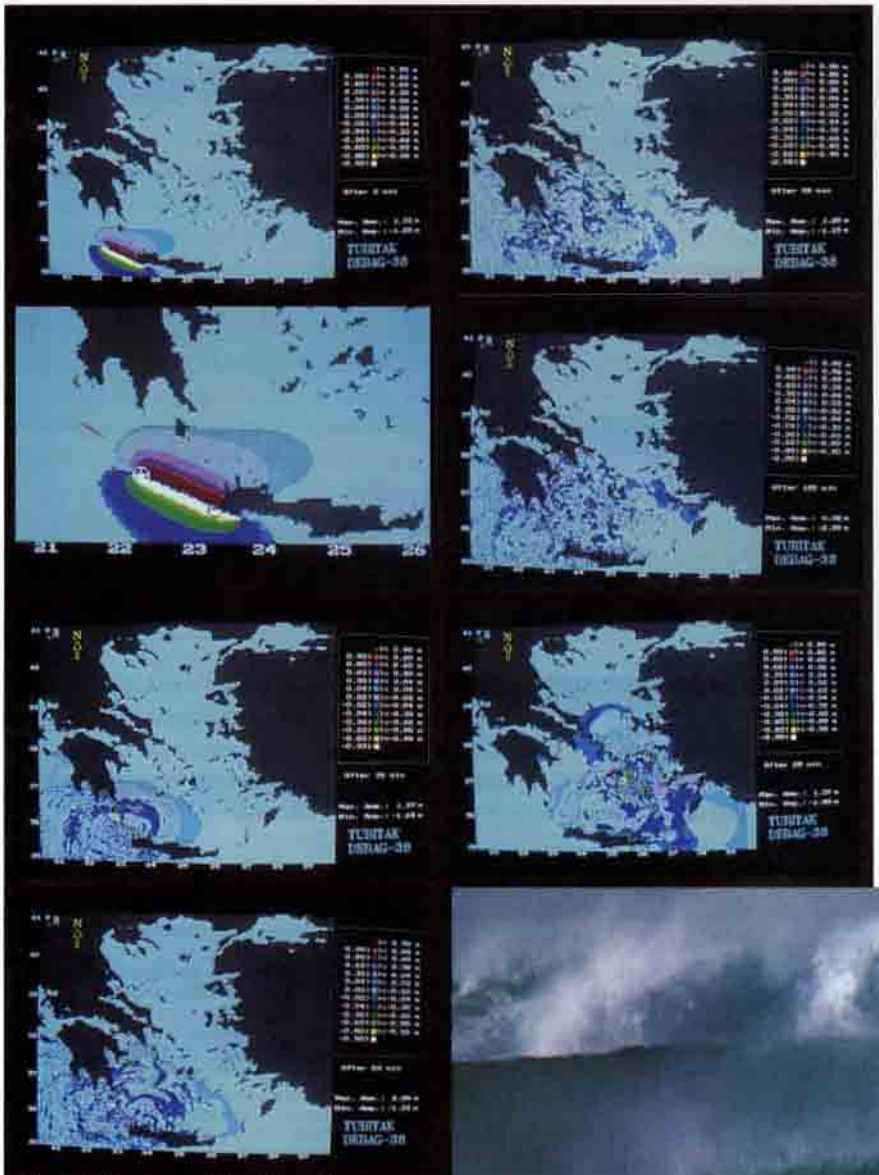
mektedir. Öyle ki; bu tsunami ilk dakikalarından itibaren Adriyatik ve doğu Akdeniz'e yönelmiştir. Enerjisinin az bir bölümü Ege Denizi'ne geçerek etkilerini adalarda göstermiş ve Anadolu kıyılarına zayıflayarak ulaşmıştır. Bunun nedeni, tsunaminin derin sulara yani Girit'in güneyine yönelmiş ol-

Marmara Denizi için ise 1894 İstanbul tsunamisinin benzetimi yapılmıştır. Bu tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu benzetimde de eldeki bilgiler ile uyumlu sonuçlara varılmıştır. Kapalı denizler olan Ege ve Marmara'daki tsunaminin uzunca bir süre denizde gezebildiği ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve İzmit körfezleri için yapılan uygulamada tsunaminin körfezler içindeki hareketleri modellenmiştir. Daralan biçimleri nedeniyle her iki körfezimiz için tsunami enerjisinin bazı yerlerde odaklanması beklenebilir. İzmir Körfezi'ne giren bir tsunami 60 dakika sonra Alsancak'a varabilir. Olasılıkla odaklanma Urla koyunda, tırmanma ise İnciraltı-Konak arasında gerçekleşecek ve buradan yansıyan dalga da Karşıyaka'yı etkileyecektir.

İzmit Körfezi'ne giren tsunami, Diliskelesi darlığında şişecek ve körfezin sonuna doğru daralan bölgede etkili olacaktır. Bu körfez içinde kıyılara 20 dakika içinde ulaşabilir.

Sonuç olarak; Anadolu ve çevresindeki fay zonları, tsunami dalgasının oluşumu, hareketi ve tarihteki çeşitli tsunami olayları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Ege Denizi, Marmara Denizi ve İskenderun Körfezi-Kıbrıs arasındaki bölgelerde bulunan olası deprem merkezleri, tsunamiye elverişli özellikler göstermektedir. Tarihsel verilere göre Ege Denizi için tsunami oluşma olasılığı 35 yılda birdir. Bu olasılık Marmara için 100 yılda bir, doğu Akdeniz için ise 60 yılda birdir.



Olası Andicithire Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Tsunami Dalgakıranları

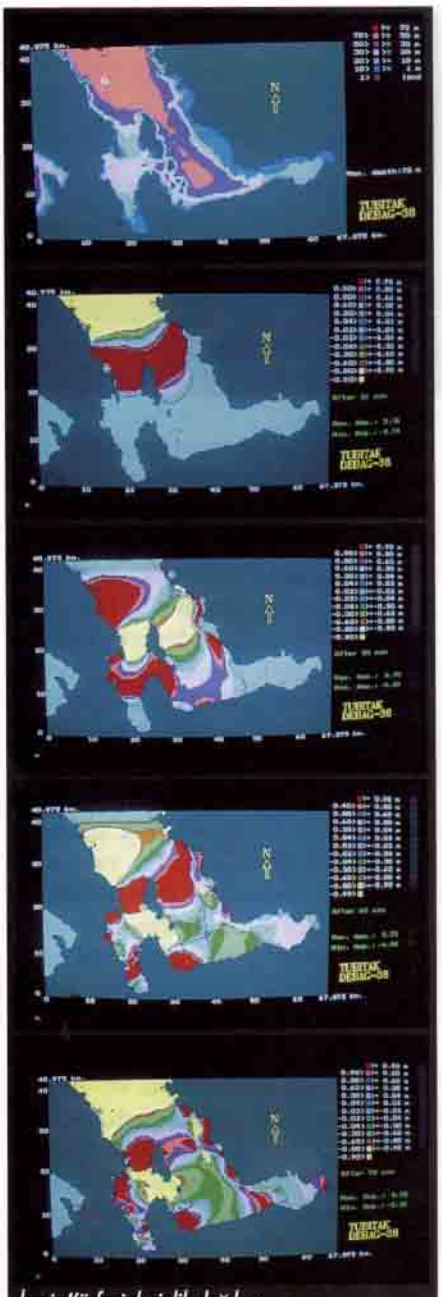
Adnan Akyarlı
Dokuz Eylül Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Japonya'nın Kamaishi Limanı için inşa edilen tsunami dalgakıranı

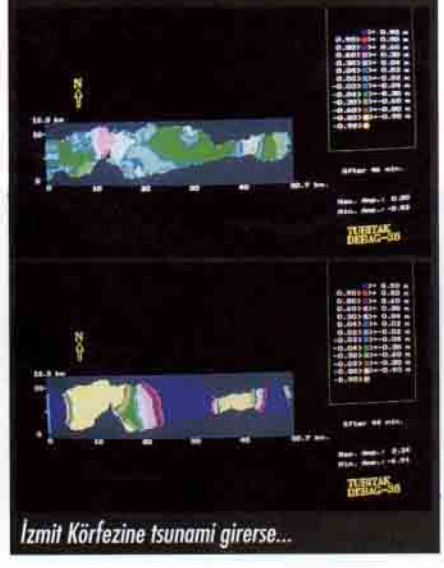
Japonya'da çalışmalarını sürdüren Liman Araştırma Enstitüsü'nün (PHRI - Port and Harbour Research Institute) 21 Nisan 1994 tarihinde halka da açık olarak düzenlediği gösterilerde kıyı ve liman mühendisliği konusundaki çağdaş uygulamalar ve teknolojik gelişmeler sunuluyordu. Bu gösterilerde, bir dalgakıranın tsunami etkisi altında uğradığı hasarın saptanması için gerekli fiziksel modeller geliştirilmişti.

Tsunami dalgakıranları, rüzgar dalgalarının yanısıra tsunamileri de indirgeyerek koruma alanlarının risklerini azaltmak amacı ile yapılan gerçekten görkemli boyutlara sahip deniz yapılarıdır. Örneğin Kamaishi Limanı için inşa edilen dalgakıranların yarı uzunluğu boyunca su derinliği, 63 m'ye kadar ulaşmaktadır. Şu an için dünyanın en derin dalgakıranı olan bu yapı, şevli bir dolgu temel üzerine oturan trapezoidal formda bir kesondan oluşmaktadır. Bunun üst tarafında ise dalga enerjisini kıran, çift yatay yarıklı bir düşey duvar yer almaktadır . Aynı isimli kenti korumak üzere Ofunato Körfezi'nin ağzında inşa edilen dalgakıranlar için Shoto tarafından verilen bilgiler, tsunami dalgakıranlarının dalga indirgeme etkinliklerini ortaya koymak açısından ilginçtir. Buna göre, dalgakıranların tasarımında periyotları 15 dakika ve 40 dakika olan 6 metre yüksekliğinde tsunamilerle, periyodu 9 saniye ve yüksekliği 4 metre olan bir rüzgar dalgası birlikte göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan ön değerlendirmeler, tsunamilerin genliğinin bu dalgakıranlarla 2 metreye düşürülebileceğini, buna karşılık iki dalgakıran arasındaki açıklığın oluşturduğu giriş ağzında hızı 6 m/s değerine kadar ulaşabilen çok şiddetli akıntıların yaratılacağını göstermiştir. Dalgakıran modellerinden laboratuvarda hazırlanan biri de 1/15 ölçeğinde, herbiri 2000 ton ağırlığındaki dikdörtgen kesonlardan oluşanıdır. Modelin yeraldığı dalga kanalında, özel düzenekler aracılığı ile tsunami yaratılarak gittikçe şiddetlendirilen bu dalgaların limana giriş ve limandan çıkış süreçleri incelenir. Bu modelde dalganın limana giriş hızı 8 m/s değerine ulaştığı anda, önce giriş ağzının sol yanında, daha sonra da sağ yanında yer alan uç kesonlar ayrılır; sonuçta dalgakıran hasara uğrar.

İnsanoğlunun doğal afetlere karşı daha savunmalı olmasını sağlamak amacı ile birçok araştırma yapılmakta; bunların sonucunda da, bir zamanlar için düşünülmesi dahi olanaksız teknolojik gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tsunami dalgakıranlarının tasarımında bu gelişimler gözönünde bulundurulmaktadır.



İzmir Körfezi derinlik dağılımı, İzmir Körfezine tsunami girerse...



İzmit Körfezine tsunami girerse...

Her depremden sonra kıyılara tsunami dalgası gelebilir. Bu duruma pek ender olarak rastlansa da dalganın kıyıda mal ve can kaybı yaratması olasılığına karşı duyarlı olunması zorunludur.

Tsunami, Ege Denizi'ni güney-kuzey doğrultusunda en çok üç saatte geçebilir. Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi ise 50 dakika kadardır. Ancak bu iki kapalı denizde de çalkantının uzun bir süre devam etmesi ve yansıyan dalgaların sonradan da etkili olması beklenmelidir. Ege için, adalar ve karmaşık kıyı düzeni nedeniyle tsunami enerjisinin bir ölçüde sönümleneceği beklense de enerjinin, V tipi körfezlerde oluşacak yansımalardan dolayı beklenmedik noktalarda odaklanarak, çok şiddetli akıntılar ve kıyılarda tırmanmalar yaratması, böylece hasarlara yol açması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Papadopoulos, G.A., Yalçıner, A.C., Kuran, U. 1956 Güney Ege Tsunamisinin Kaynak Mekanizması Üzerine bir Değerlendirme, 15. Uluslararası Tsunami Sempozyumu, Grenoble, 1994.

Shuto, N., Goto, C., Imamura, F., Numerical Simulation as a Means of Warning for Near Field Tsunamis, Coastal Engineering in Japan, Japonya, 1990.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Anadolu ve Çevresindeki Tsunamilerin Geçmişi, Bugünü ve Geleceği, 13. Uluslararası Tsunami Semppozyumu, Avusturya, 1991.

Yalçıner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura, F., Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması, TÜBİTAK-YDAB-ÇAG-38 Proje Raporu, 1994.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Sismik Orijinli Deniz Dalgaları Oluşum, Hareket ve Kıyılara Etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası, XXI. Teknik Kongre, İstanbul, 1991.

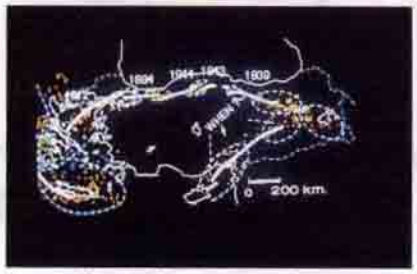
Anadolu Çevresinde Tsunamiye Yol Açan Sismik Olaylar

Uğur Kuran
Afet İşleri Genel Müdürlüğü

Anadolu'da dikkate değer iki fay zonu bulunmaktadır. Bunlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'dur (DAF). Ege Denizi'nin güneyinden geçen ve Hellenik Yay olarak isimlendirilmiş bir başka fay zonu da aktif durumdadır. Çizim 1'de Anadolu ve Ege Denizi çevresinde son yüzyıl içinde rastlanan süreksiz kırık ilerlemeleri, oluştukları yıllar belirtilerek gösterilmiştir. Bu çizimde gösterilen elipsler, makro depremlerin yoğunlaştıkları bölgeleri sınırlamaktadır. Ayrıca 1984, 1912, 1939, 1943 ve 1944 yıllarındaki depremler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca düzensiz kırık ilerlemelerinin sergilendiği görülmektedir. Çizim incelendiğinde Anadolu çevresindeki bazı deniz alanlarının, tsunamiye yol açabilecek deprem bölgeleri oldukları ortaya çıkmaktadır.

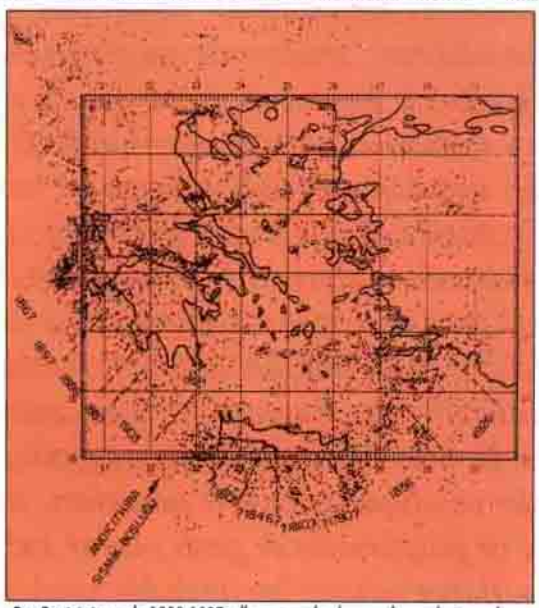
Doğu Anadolu Fayı'nın İskenderun Körfezi batısından geçerek Kıbrıs'a yönelen kolunun bulunduğu bölge bunlardan birisidir. Doğu Akdeniz'in özellikle Kuzey Kıbrıs kıyıları ve Anamur'dan başlayıp İsrail'e kadar uzanan kıyı bandının, gelecekte tsunami etkisi altında kalabileceği dikkate alınmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı, ülkemiz sınırları içinde Hakkari'den başlayıp Van Gölü'nün güneyi, Amasya, Bolu, İzmit, Marmara Denizi ortasından geçerek, Saroz Körfezi yolu ile Ege Denizi'ne uzanmaktadır. Bu fayın Doğu Anadolu Fayı ile buluştuğu yer Karlıova civarındadır. Erzincan-Elazığ-Van Gölü üçgeni içinde bulunan Van Gölü, Hazar Gölü ve büyük baraj gölleri DAF yakınlarına rastlamaktadır. Bu yüzden bölgedeki gölleri, sismik orijinli deniz dalgası eğilimli göller olarak değerlendirmek olasıdır. Hem tarihi kayıtlar hem de Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nden geçen kısmındaki hareketlilik, bu denizin her zaman için tsunami doğurabilecek depremlere sahne olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Ege Denizi'nde Mora Yarımadası'na yönelmiş olan son kısmı da ilerlemeye devam etmektedir. Fayın bu kısmındaki hareketlilik kuzey Ege'de; Hellenik Yay'ın Girit Adası güneyine uzanan kısmındaki tektonik hareketler ise güney Ege'de tsunami oluşturacak özelliktedir. Bu bölgelerde doğabilecek tsunami, tüm Ege adaları ve birçok Ege kıyısını, ayrıca güneydeki Akdeniz sahillerimizi etkileyebilecektir.

Alp-Himalaya kuşağının batısında sismik yönden en aktif ve karmaşık kesim, Ege Denizi'dir. Günümüzdeki derin tektonik sismik aktivite ise güney Ege bölgesinde oldukça büyük boyutlarda gelişme göstermektedir. Bu yüzden günümüzde elde edilen morfolojik, jeofizik ve magmatik veriler, dalma-batma olayının buralarda hala devam ettiğini göstermektedir. Basınç kuvveti alanlarının ada yayının konveks (dış bükey) tarafında hakim durumda olduğu, ancak yayın içindeki litosferde bu kuvvet alanının, çekme kuvvetleri olarak gelişme gösterdiği bilinmektedir. 100 km enindeki Benioff zonu oldukça iyi gelişmiş olup ada yayının konveks tarafından konkav (iç bükey) tarafına doğru uzanmaktadır. Hellenik Yay şeridinin konveks tarafı boyunca hakim bulunan basınç kuvvetleri, depremlerin oluşmasıyla yakından ilgilidir. Kuzey Ege'de ise derin tektonik aktivitenin zayıfladığı görülmektedir. Bu yörede takriben 100 km'den daha derin odaklı büyük depremlerin oluşmadığı dikkati çekmektedir.



Son yüzyılda Anadolu'da oluşan düzensiz kırık ilerlemeleri

Çizim 1'de gösterilen depremlerden özellikle 1894 ve 1939 yıllarında oluşan ikisi, tsunami yaratmış olmaları nedeniyle dikkate değerdir. Ayrıca, her iki depremle oluşan fay kırıkları, kısmen ya da tamamen kara içinde kalmalarına rağmen tsunami yaratmışlardır. Çizim 2'de ise Ege Denizi ve civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri gösterilmektedir. Ayrıca 1805-1926 yılları arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri de çizimde yer almaktadır. Hellenik Yay'ın sismik özelliklerinin iki ayrı yöntemle incelendiği çalışmada, 1805-1926 tarihleri arasında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin plaka sınırlarının, sığ derinliklerde oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu depremlerle birlikte oluşan kırıkların boylarının 100-150 km arasında değişmekte olduğu belirtilerek, Hellenik plaka sınırının takriben 22.5° Doğu ile 23.5° Doğu arasındaki kesimi "Andicithira Gap" veya "Andicithira Sismik Boşluğu" olarak tanımlanmıştır. Girit Adası'nın batısı ile Andicithira Adası arasındaki bu bölge, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda 100 km uzunluğunda olup, bölgede M < 8 büyüklüğünde bir depremin oluşabileceği belirtilmiştir. Olası bu depremin 1856, 1886, 1903 ve 1926 yıllarındaki depremlerle meydana gelen kırılmalara eşdeğer büyüklükte olabileceği düşünülmektedir. Andicithira Sismik Boşluğu'nda 1629, 1750, 1798 yıllarında üç yıkıcı depremin oluştuğu belirlenmiş bulunmaktadır. Eğer bu sismik boşluk bu üç depremden etkilenmemiş ise, günümüzde hâlâ Hellenik Yay üzerinde, Andicithira Sismik Boşluğu'nun varlığından söz etmek doğru olacaktır. Meydana gelen büyük depremler sadece fay kırığının civarında değil, aynı zamanda oluşturdukları deniz dalgalarıyla uzun mesafelerde de etkili olabilmektedirler. Buna Ege Denizi'nden çarpıcı bir örnek vermek yararlı olacaktır. Şöyle ki Andicithira Sismik Boşluğu'nda geliştiğini düşündüğümüz büyük bir depremin 365 yılında oluşturduğu tsunami, 21 Temmuz gecesi yaklaşık 900 km uzakta yer alan İskenderiye limanında bulunan gemileri sürüklemiş ve kara içlerine kadar atmıştır. Deniz çekildiğinde karada kalan bu ganimetleri yağmalamak isteyen halkın üzerine muhtemelen ikinci bir deniz dalgası gelerek 5000 kişinin boğularak ölmesine neden olmuştur. Aynı dalganın Adriyatik kıyıları ve Sicilya Adası'nda da çok etkili olduğu belirlenmiştir. Andicithira Sismik Boşluğu'nun hemen yanında yer alan Girit Adası en büyük tahribata uğrayan bölgelerden biridir. Adanın on kenti yok olmuş ve büyük bir kısmı su altında kalmıştır. Yıkılan şehirlerden bazıları; Knossos, Gortina, Heraklion, Lerapetra, Honia (Akrotiri), Mallia, Voulismeni ve Zakros'tur. Bu depremde sadece Girit'te 50 bin kişinin öldüğü bilinmektedir. Depremin geniş çapta etkili olduğu sahalar Girit, Peloponez, Mora Yarımadası ve Adriyatik kıyılarıdır. Olimpos'taki Zeus tapınağının hasar gördüğü ve surların yıkıldığı da kayıtlıdır.



Ege Denizi civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri.

Denizin Kıyıya Taşıdığı Felaket

Tsunami

"Bunları yakarsam köylülerin yaşamını kurtarabilirim," diyerek demetlerden birini birden ateşledi. Alev yumağı rüzgarın üflemesiyle bir anda büyüyüverdi. Yangını gören biri tapınağın çanını çalmaya başlamıştı bile. Genç bir köylü, "Yangın!" diye bağırarak tepeye hızlıca koştu. Diğer köylüler, kadınlar ve çocuklar onu izlediler. Sonunda yirmi genç tepeye ulaşabildi. Onlar yangını söndürmeye çalışırlarken Gohei "Bırakın yangını! Bir afet olacak! Köylüleri buraya getirin!" diye güçlü bir sesle haykırdı. Köylüler birer birer gelmeye başladıklarında gençleri, yaşlıları, kadınları ve çocukları tek tek saydı. Birdenbire denizde ince, kara bir çizgi belirdi. İzledikleri sürece genişleyen, kalınlaşan, kıyıya doğru hızla yaklaşan ve kabaran bir çizgi... "Tsunami!" diye haykırdı birkaçı. Hemen sonra, önlerindeki su dağ gibi kabarıp karaya atlarken, sanki yüzlerce gökgürültüsü birleşmiş gibi bir gümbürtü duyuldu. Bir an için, denizin serpintileriyle oluşan ve tepeye yönelen bulutlardan başka birşey görünmez oldu. Beyaz haşin köpükleriyle deniz, köyün üzerinden şiddetle geçmişti bile. Sular köyün üzerinde ileri-geri iki ya da üç kez geçiverdi. Tepede ise çıt çıkmıyordu. Herkes köyün bulunduğu yere boş bir ümitsizlik içinde bakakaldı... Yaşama bağlandıkları yuvaları, biricik köyleri dalgalarla kazılmış, iz bırakmadan yok olmuştu...

"BU PEK NORMAL DEĞİL" diye mırıldandı yaşlı Gohei kendi kendine. Deprem pek öyle şiddetli olmamıştı ama bu uzun ve yavaş yer sarsıntısı Gohei'nin bugüne kadar yaşadıklarından oldukça farklıydı. Köydeki tepede yer alan evinin bahçesinden aşağıya tasayla baktı. Köylüler harman sonu festivali hazırlıklarına öylesine kapılmışlardı ki, depremin farkına bile varamamışlardı. Gözlerini denize çevirdiğinde Gohei hayretten donakaldı. Tuhaf bir dalga rüzgara karşı ve derin suya doğru denizi çökerterek gidiyordu. Bir an sonra sular tamamen çekildi ve denizin kum ve kayalık tabanı ortaya çıkıverdi. "Bu tsunami olmalı!" diye düşündü Gohei. Eğer şimdi birşey yapmazsa, bu dalga dörtyüz kadar köylünün yaşamını, köyü ile birlikte yutacaktı. Yitirecek bir dakika bile yoktu. Eve koşarak elinde kocaman bir meşale ile dışarı çıktı. Oradaki tarlada çeltik demetleri duruyordu.

Ahmet Cevdet Yalçıner
ODTÜ İnşaat Müh Bölümü
Kıyı ve Liman Müh Araş Mer

ENERJİ, su ortamı içerisinde dalga hareketi ile ilerleyebilmektedir. Rüzgar enerjisinin sürtünme yoluyla denize geçişi, dünya ile ay ve güneş arasındaki çekim kuvvetinin zamansal değişimi, limanlar ya da küçük körfezlerde gemilerin ortaya çıkardığı etki ve sualtındaki çeşitli tektonik hareketlerle enerjinin suya geçişi gibi olaylar; deniz veya göllerde çeşitli biçimlerde dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların hemen hepsi, onları yaratan enerjinin özelliklerine göre farklıdırlar.

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen "tsunami" sözcüğü, okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan, uzun dönemli bir deniz dalgasını temsil eder. 15 Haziran 1896 günü Japonya'nın Pasifik kıyılarına çarpan ve 21.000 kişinin ölümüne yol açan " Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" nedeniyle Japonların dünyaya yaptığı yardım çağrıları, "tsunami" sözcüğünün hemen hemen tüm ülkelerde çok daha büyük duyarlıkla algılanmasına ve tüm dillerde aynı biçimde kullanılmasına yol açmıştı. Özgün bir dalga olan tsunamiye, Pasifik Okyanusu'nda çok sık, diğer okyanus ve denizlerde ise nadir olarak rastlanmaktadır. Dalga yüksekliği derin denizde bir insan boyu kadar küçük, dalga boyu ise yüzlerce kilometre kadar uzundur. Bu dalganın diğer tip deniz dalgalarından farkı ise; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilemezken sığ sulara geldiğinde, dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga, insanlar için deprem, tayfun, yangın, çığ veya sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

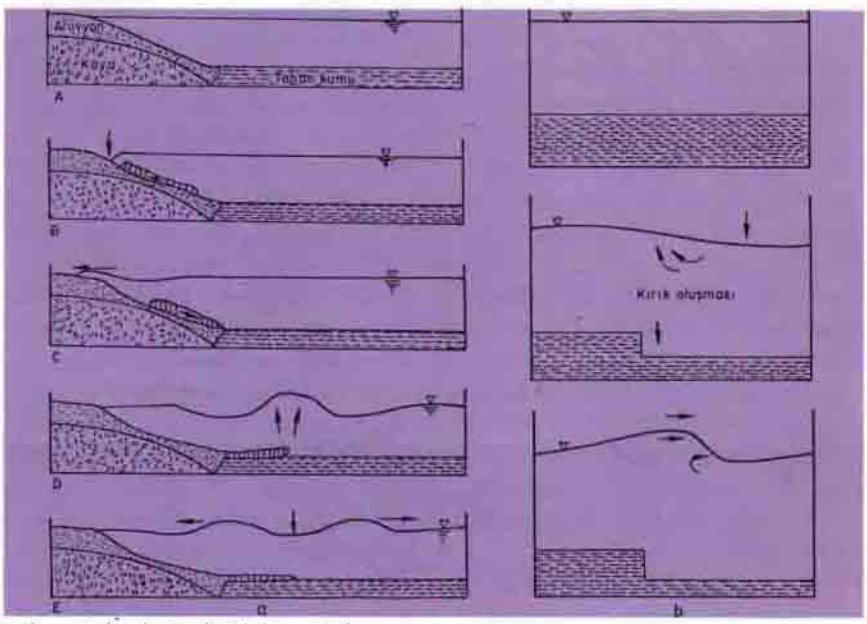
Anadolu'yu çevreleyen denizlerde tarih boyunca tsunamiler oluştuğu, bunlara son yüzyıl içinde de rastlandığı bilinmektedir. Kıyı alanlarındaki doğal kaynakların ekonomik açıdan taşıdıkları önem ve ülkemizin bu kaynaklara olan büyük gereksinimi nedeniyle, kıyılarımızda zarara yol açacak doğal afetlerin etkilerinin azaltılması yolunda çalışmalar yapılması gereklidir. Konuyu tsunami özeline taşıdığımızda ise, geçmişte az etkili olmuş bir tsunaminin günümüzde yinelenmesinin, önemli zararlara yol açacağı beklenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalar; kıyılardaki büyük yatırımlar (nükleer ya da termik santraller), denize bitişik sayısız yerleşim merkezleri ve turistik tesislerin, tsunami etkisi için hedef durumda olduklarını göstermektedir. Bu gerekçeler ise, gelecekte denizlerimizde oluşabilecek depremler ve bunlara bağlı tsunami olaylarının şimdiden değerlendirilmesi ve Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de tsunamiye elverişli kıyı alanlarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TÜBİTAK Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından desteklenen "Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması" başlıklı temel araştırma projesi bu konudadır. Bugün çeşitli ülkelerde başka denizler için de uygulanabilir duruma getirilmeye çalışılan iki bilgisayar modelinin Japonya dışında kullanımına başlanması ilk kez Türkiye'de gerçekleşmiştir. Bu özgün projenin TÜBİTAK desteği ile uygulanabilmesi bugün Türkiye'deki kıyı biliminin, özellikle Ege olmak üzere Marmara ve Doğu Akdeniz tsunamileri konusunda özgün bilgiler üretmesine ve uzman Türk bilimcilerin kazanılmasına yol açmıştır.

Tsunami Oluşumu ve Hareketi

Tsunami, tektonik olaylar ile denize enerji geçmesi sonucu oluşur. Dalga boyu yüzlerce kilometre uzunluğunda olduğundan uzun dalgalar sınıfına girer ve hemen her su derinliğinde sığ su dalgası koşullarını sağlayabilir. Denizde, derinlik farklılaşması etkisiyle sapmaya uğrayarak ve karşılaştığı engeller (adalar) nedeniyle dönerek yoluna devam eder. Kıyılara geldiğinde taban sürtünmesi ve yansımadan etkilenerek taban eğiminin özelliklerine göre tırmanır. Tsunami, ilk oluştuğunda tek bir dalga halindedir. Kısa bir süre içinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birinci ve sonun-



Sualtı zemin hareketi nedeniyle Tsunami oluşumu

cusu çok zayıf olup diğerleri ise etkilerini kıyılarda oldukça şiddetli biçimde hissettirecek enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremden kısa bir süre sonra kıyıda görülen yavaş ama anormal su yükselmesi ilk dalganın geldiğini belirler. Bu yükselme, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk ve tek habercisidir.

Tsunaminin hareketi, diğer dalga türleri gibi matematiksel model kurularak incelenebilmektedir. Matematiksel modellerde, derin denizde lineer dalga teorisine göre çıkarılan dalga denklemlerinin, başlangıç değer problemi şeklinde sayısal yollarla çözülmesi; sığ su derinliğinde ise (30 m'den küçük derinliklerde) taban sürtünmesi de gözetilerek sayısal çözümün kıyıya kadar devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Bu modeller, denizdeki depreme bağlı su düzeyi değişimine ilişkin verileri girdi olarak alıp işleyebilmekte ve kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşabileceği konusunda bilgiler üretmektedir.

Tarihte Tsunami

Tarihsel kayıtlarda, dünyadaki büyük denizlerin hepsinde tsunami olaylarına rastlanmaktadır.

Pasifik Okyanusu Tsunamileri: Şili açıklarında 24 Mayıs 1960 sabahı oluşan Şili tsunamisinin doğuya ilerleyen bölümü, Şili'ye bir saatte varmış ve pek etkili olamamıştı. Batıya ilerleyen bölümü ise tüm Pasifik alanında ve kıyılarında etkili olmuş; enerjisinin Japon takımadaları yönünde odaklaşması nedeniyle de büyüyerek Japonya'ya 22 saatte ulaşmıştı.

Sonuçta sadece Japonya'da 4983 evin yıkılmasına ve 149 can kaybına neden olmuştu. Asya kıyılarından yansıyan dalgalar, Şili'ye geri geldiklerinde ise beklenmedik düzeyde hasar ve can kaybına yol açmışlardı. 27 Mart 1964 Alaska depremi, Paskalya

Güncel Tsunamiler

Fumihiko İmamura
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Son iki yıl içinde Pasifik'te oluşan altı tsunami tüm bilimcileri şaşırtmıştır. Bu olaylarda meydana gelen maddi hasar hesaplanabilecek gibi değildir. Toplam can kaybı ise 2300 olmuştur. Bunlardan en yakın tarihli olanı 1983 yılında Japon Denizi'nde gerçekleşmiş ve 100 ölümle sonuçlanmıştır. Genel olarak dalma zonu bölgesindeki sığ odaklı depremler tsunami yaratmaktadır. Son yıllardaki tsunamilerin tırmanma yüksekliği 20 m'yi bulmuştur. Zarar ve can kaybı, bu tırmanmadan çok, şiddetli akıntılarla meydana gelmektedir. Bütün bu bilgiler, bizleri gelecekteki tsunamilerin insan yaşamına olan etkilerini azaltmak üzere daha çok araştırma yapmaya itmektedir.

Son iki yıldaki tsunamileri yerinde incelemek üzere kurulan Uluslararası Tsunami Araştırma Ekibi ile yapılan çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir:

Nikaragua Tsunamisi (2 Eylül 1992, deprem şiddeti: 7.2) Nikaragua açıklarındaki depremin yol açtığı bu tsunami, bir köyün yok olmasına, 167 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tırmanma yüksekliğinin 10 m olduğu bulunmuştur. Bu tsunami, Nikaragua'nın yanısıra Hawaii ve Japonya'da da hissedilmiştir.

Flores Tsunamisi (12 Aralık 1992, deprem şiddeti: 7.5) Nikaragua'da gerçekleşen depremden 20 gün sonra toplanan bilimadamları, yeni bir tsunaminin oluşması durumunda olay yerine zamanında ulaşmak üzere hazırlıklara başlamışlardır. Üç ay sonra Endonezya'nın volkanik adası Flores'in Kuzey kıyılarına çarpan tsunami, 1712 ölüm ve 28.386 evin yıkılmasıyla sonuçlanmıştır. Babi adasının iç kısımlarındaki iki köye ulaşan deniz suları çok sayıda evi hasara uğratmış ve sadece burada 263 can almış, iki kilometrelik kıyı şeridinin karaya uzanan 150 metrelik kısmı da çöküp gitmiştir. Uluslararası araştırma ekibinin adaya varması ise 15 günü bulmuştur.

Kamçatka Tsunamisi (8 Haziran ve 13 Kasım 1993, deprem şiddeti: 7.2) Bu tsunami, düşük şiddette olması nedeniyle hasarsız atlatılmıştır.

Hokkaido Nansei oki Tsunamisi (12 Temmuz 1993, deprem şiddeti: 7.6) Japon Denizi'nin kuzeyinde oluşan bu tsunami için bölgeye ilk ulaşan araştırmacı, verilen sözlerin alınan kararların yine tam anlamıyla gerçekleşmemiş olduğunu gördü. Aradan 3 gün geçmiş olmasına rağmen bilimadamları bölgede değillerdi. Teknelerin hepsinin batmış olması nedeniyle limanda denize açılacak tekne yoktu. Liman, tekne ve otomobillere mezar olmuştu. Adanın diğer tarafından gelecek teknelerin yanaşması da bu nedenle mümkün değildi. 20 km'lik kıyı şeridi gözönüne alındığında ortalama tırmanmanın 10 m olduğu görülmüştür.

Tırmanma yüksekliğinin 15-30 m'ye kadar çıktığı belirtilen bu tsunamide can kaybı 238 olarak kaydedilmiştir.

Mariana Tsunamisi (8 Ağustos 1993, deprem şiddeti: 8.0) Guyam Adasının güneyindeki Mariana bölgesinde gerçekleşmiş en şiddetli depremdir. Önceden bu bölgede 7.5 şiddetinde depremler olduğu (5 Nisan 1990) bilinmektedir. Bu tsunami, Japonya kıyılarında 30 cm yükselme yaratmış, ancak hasara yol açmamıştır.

Doğu Java Tsunamisi (3 Haziran 1994, deprem şiddeti: 7.2) Kıyıdan 200 km uzakta gerçekleşen bir depremle ortaya çıkan bu büyük tsunami, ardında 200'den fazla ölü, 400'den fazla yaralı bırakmış ve 1000 evin yıkılmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, tırmanma yüksekliğinin 13.2 m olduğu anlaşılmıştır.

yortusundan önceki cuma gününe rastlar. Veldez limanında yük boşaltan bir şilebin güvertesinde film çeken bir gemici, tarihin en önemli depremlerinden birini filme almakta olduğunu bilmiyordu. Ansızın müthiş bir sarsıntı ile şilebin yanında büyük bir yarık oluşuverdi ve limanın içindeki sular çekilmeye başladı. Gemi batarken, rıhtım ve çevresindeki kara kütlesi de gevşeyerek denize aktı. Deprem dört dakika sürmüştü. Oluşan tsunami denizden 25 m yükseklikte bulunan bir deniz fenerini ve beş görevlinin yaşadığı evi, bulundukları yerden 17 m yüksekliğe fırlatmıştı. Bu tsunami Japonya'ya altı saatte varmıştır.

Volkan patlamaları sonrasında da tsunamilerin oluştuğu tarihte kayıtlıdır. Bunlardan bazıları, Ağustos 1883 Karakatau Volkanı patlamaları sonrası oluşan üç ayrı tsunami, ayrıca Ekim 1883 Alaska Augustin Volkanı, Eylül 1952 Myojin Reef Volkanı ve Ocak 1914 Sakurajima Volkanı patlamaları sonrasındaki tsunami olaylarıdır. Karakatau tsunamileri deniz alanının 10 km çapındaki bölümünün 190 m çökmesi ile ortaya çıkmıştır.

Anadolu Çevresindeki Tsunamiler: 36° 21' kuzey, 25° 21' doğu koordinatlarındaki güney Ege'nin en ilginç adası Santorini (antik adıyla Thera)'nin Tunç dönemindeki çapının yaklaşık 16 km olduğu sanılmaktadır. Thera'dan önce bu adaya "Kalliste" (en güzel ada) ve "Strogili" (çember ada) adlarının verildiği de bilinmektedir. Bugün bu isimler unutulmuştur bile. Çünkü Santorini bugün artık ne çember biçimindedir ne de o bilindiği güzelliktedir. Artık tunç döneminden günümüze defalarca püskürmüş olan aktif bir volkanın krateri durumundadır.

M.Ö. 1560 yıllarında aktif duruma geçen volkanın krater oluşum sürecinde, Thera'nın üçte ikisi püskürtülerek, çember biçimindeki ada hilal biçimindeki bir ay parçasına benzemiştir. Bu olayı takibeden tsunami, Karakatau volkanı patlaması sonucu gerçekleşen tsunami ile aynı özellikleri taşır. Thera tsunamisi ile taşınan adaya ait sünger taşları, kuzey Ege'de Semadirek adasının güneyinde, Rodos'ta, Anaphi'de, Girit'te, Girne'de ve İsrail kıyılarında bulunmuştur. Bir örnek verirsek Thera'nın sünger taşları; adanın 24 km batısındaki Anaphi adasında, kıyıdan 250 m içeride ve denizden 35 m yükseklikte bulunmuştur. Bu bilgi, Anaphi adasındaki tsunami tırmanma yüksekliğinin en az 35 m olduğunu göstermektedir.

Girit'te efsanevi kral Minos'un ülkesi Minoan uygarlığına ait tüm gemicilik teknolojisinin, tarım ve ticaret kaynaklarının yok olması ve uygarlığın çöküşü bu tsunami ile başlar. Girit'lilerin adayı terkedip ana karaya geçişlerinin bu dönemde başladığı iddia edilmektedir. Anadolu uygarlıklarının da aynı tsunamiden nasıl etkilendiklerini araştırmak önemli bulgular verecektir.

Thera volkanı 1457, 1573, 1650, 1866 ve 1925 tarihlerinde aktif duruma geçmiş ve hemen her seferinde tsunamiler yaratmıştır. Son bin yılda oluşan Ege tsunamilerinden bilinenlerinin sayısı 47'dir.

Yakın tarih içinde önemli sayılan tsunamilerden biri de; Ege Denizi'nde 9 Temmuz 1956 tarihli iki depremin neden olduğu tektonik olaylar sonucu doğan tsunamidir. Bu tsunaminin ilk dalga yüksekliğinin 4.0 m olduğu sanılmaktadır. Deprem ve takibeden tsunami, Ege adalarında 250 kişinin ölümüne ve 80 kadar teknenin sürüklenip batmasına yol açmıştır. Bu dalganın benzerinin bugün Ege'de oluşması durumunda, yukarıdaki rakamların çok üstünde can ve mal kaybı olacağı tahmin edilmektedir.

14 Aralık 558, 26 Ocak 740, 14 Ekim 1344, 14 Eylül 1509 ve 5 Nisan 1646 tarihlerinde Marmara Denizi ve İstanbul'un da tsunamiden etkilendiği belirtilmektedir. 1509 depreminde Hereke Koyu boyunca yer alan Bizans dönemine ait yalı köşkleri, deniz sularının altında kalmış; Haliç dalgaları Galata surlarını aşarak arka plandaki mahallelere ulaşmıştır.

10 Eylül 1894 tarihindeki Marmara Denizi merkezli 7.6 şiddetindeki deprem nedeniyle Marmara kıyıları ve adalarda, deniz önce 200 m geri çekilmiş sonra karaya ilerleyerek denizdeki kayıkları karaya atmıştır. Adalardaki gemiler ise yüksek dalgalarla çalkalanmıştır. Bu arada Eser-i Cedit vapuru da Büyükada önünde karaya oturmuştur. Heybeliada Çam Limanı'ndaki sular bir süre tamamen çekilmiştir.

10 Ağustos 1114 depreminin Mersin, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa'da etkili olduğu ve sadece Kahramanmaraş bölgesinde 45.000 kişinin ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Bu deprem, İsrail'de de hissedilmiş ve doğu Akdeniz'de tsunamiye neden olmuştur. Doğu Akdeniz'de tsunami yarattığı bilinen bir başka deprem de 20 Mayıs 1202 depremidir.

Karadeniz'de ise tsunami örneğine 1939 Erzincan depreminde rastlanılmıştır. Depremin etkisi ile kuzeyde, Karadeniz kıyısındaki Fatsa bölgesin-

Güney Ege'nin Tsunami Kaynağı, Volkanik Ada Thera

Gerasimos Papadopoulos
Deprem Planlama ve Araştırma Merkezi, Atina

Volkan patlamaları ve depremleri nedeniyle Güney Ege, Yunanistan'ın tektonik açıdan çok aktif bir bölgesidir. Bu bölgede oluşan depremler ya sığ odaklı (70 km'den daha sığ yerde), ya da orta derinliğe odaklı (70-200 km derinlikte)'dırlar.

Güney Ege'deki en belirgin jeofizik yapı, burada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan volkanlar kuşağıdır. Kuzeydoğuda Menthana, ortada Thera (ya da Santorini) ve güneydoğuda Missyros, üç önemli aktif volkan olarak yer alırlar. Bunlardan başka son 3000 yıldır etkinlikte bulunmuş olan volkanlar da vardır. Thera, büyüklüğü ve son 1500 yıldır süregelen aktifliği nedeniyle dünyadaki en önemli volkanlardan birisi olup etkisini güney Ege uygarlıklarında sık sık göstermiştir. Güney Ege'deki deprem ve volkanik aktivitelerin temel nedeni, Afrika platosunun Ege denizi tabanının altına 2.5 cm/sn hızla dalmakta olmasıdır.

M.Ö. 1560'larda Thera'da çok büyük patlamalar gerçekleşmiştir. Bu patlamaların ardından büyük tsunamilerin oluştuğu, jeolojik ve arkeolojik bulgulardan anlaşılmaktadır. Bunların Ege ve doğu Akdeniz'de etkili oldukları sanılmaktadır. Metrelerce yükseklikteki dalgalar ilk 20 dakika içinde Girit'in kuzey kıyılarına ulaşabilmiştir. Thera'daki antik kent Akrotiri'de kazı yapan Atina Üniversitesi profesörlerinden S. Marinatos, Girit'in en önemli uygarlığı olan Minoan uygarlığının bu dönemde çöktüğünü açıklamıştır. Bu nedenledir ki Thera patlamalarına Minoan patlamaları da denilir. Minoan tsunamilerinin oluşum, büyüklük ve etkileri üzerine araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Volkanik merkezin çökmesi sonucu ilginç bir krater oluşmuştur. Bu aktivitelerin Minoan döneminden beri sürmekte olduğu, bu yüzyılda da devam ettiği bir gerçektir. Büyüklük açısından en belirgin olanı, M.S. 1650'de gerçekleşen patlamadır. Bu konudaki Yunanca ve Fransızca kaynaklardan alınan bilgilere göre ilk patlama 29 Eylül 1650'de şiddetli bir depremle birlikte olmuş, kraterdeki büyük çökmeye bağlı olarak büyük bir tsunami de ortaya çıkmıştır. Bu tsunami, güney Ege ve özellikle oniki adalarda 30 m yüksekliğinde tırmanma yaratmış; Thera ve komşu adalarda çok etkili olmuştur. Kuzey Girit'te ise 4-5 m'lik tırmanma gözlenmiştir. Girit'in başkenti Heraklio limanındaki gemi ve tekneler büyük hasar görmüş ve çoğu batmıştır. Yakın geçmişte adaya yapılan teknik gezi ve arazi çalışmaları ile bu tsunaminin etkilerinin saptanması ve doğruluğu konusunda bilgiler elde edilmiştir. Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki derin bölgede 7.5 şiddetindeki depremlerle oluşan 9 Temmuz 1956 tsunamisi de Amorgos adasında 20 m, Astypalaea adasında ise 25 m tırmanmış ve tüm kıyılara hasar vermiştir. Bu ve diğer jeofizik veriler, Thera ve çevresinin, Avrupa ve Akdeniz'de tsunamiye en elverişli bölge olduğunu desteklemektedir. Bu tsunamilerin bir benzerinin gelecekte oluşması, kıyılarda geçmiş dönemde oluşan hasarlardan çok daha fazlasını gündeme getirecektir. Bundan dolayı, bölgenin "tsunami potansiyeli" hakkında bilimsel çalışmaların sürdürülmesi ve tsunami etkilerini azaltmaya yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Avrupa Topluluğu tarafından desteklenen, "Avrupa Kıyılarında Tsunami Oluşum ve Etkileri" konulu proje (GITEC) şu sıralar yürütülme aşamasındadır.

de deniz önce 50 m çekilmiş, sonra 20 m ilerlemiş ve daha sonra da normale dönmüştür. Kırım kıyılarında da denizin önce karaya doğru ilerlediği, sonra geri çekildiği Richter'in kitabında kayıtlıdır.

Nasıl Korunmalı?

"İnşallah olmaz" demek bir korunma yöntemi değildir. Denizler tabanına özel ölçüm aygıtları yerleştirerek "Tsunami Uyarı Sistemleri" kurmak da en azından şimdilik ekonomik bir korunma yöntemi olarak sayılamaz. Ancak günümüze kadar yaşanmış çeşitli deneyimlerin anlatılması ve tsunami hakkındaki temel bilgilerin yayınlanması, can kaybını en aza indirmeye yetebilir.

Bilinmelidir ki, tsunami çok zayıf bir deprem ile de oluşabilir. Deniz kıyısında iken hissedilen her deprem sonrasında tsunami gelme olasılığı (çok zayıf da olsa) vardır. Kıyıya tsunaminin ilk gelişi su düzeyinin anormal biçimde (10-15 dakika içinde) 1-1.5 m kadar yükselmesi ya da çökmesi ile kendini belli eder. Tsunaminin bu ilk öncü dalgası, aynı zamanda da arkadan gelecek olan iki ya da üç kuvvetli dalganın habercisidir. Yıkıcı dalgaların derin denizden gelişi sırasında gökgürültüsünü andıran uğultular duyulur. Bu sesler de 20 dakika içinde kıyıya varacak olan diğer dalgaların şiddetini önceden haber verirler. Bu durumda yapılacak tek şey kıyıdan uzaklaşmaktır. Teknede bulunanlar, kıyıdan uzaklara, derin sulara giderek dalganın tekneye ve kendilerine vereceği zararı azaltabilir ya da önleyebilir-

İki düzlem, birbiri üzerinden aşarken deniz tabanında bir parçayı kaldırarak 18 km uzunluğunda bir dalga oluşturur. Buna da tsunami denir. Kıyıya yakın bölgelerde dalganın en üst noktasında oluşan geriye doğru devinim, bütün bir limanı boşaltabilir. Tabanla dalga arasında oluşan sürtünme, dalgayı yavaşlattığından dalgada kırılmalar meydana gelir ve tsunaminin yüksekliği gittikçe artar.

ler. Karada olanlar için ise denizden uzağa gitmek zorunludur. Böylece dalga ile sürüklenme ve yaralanma tehlikesi ortadan kalkar. Tsunami etkisi ile ölenlerin büyük çoğunluğu meraklı kişilerdir. Dalganın kıyılardaki hareketini merakla izleyenler, kendilerini birdenbire denizde şiddetle sürüklenirken bulurlar. Sürüklenme yönü ya denizin içine ya da kara tarafınadır. Bunların dışında, yapılması gereken en önemli şey, her konuda olduğu gibi bu konuda da araştırma yapmak, bulguları uygulamak ve kişileri bu konuda eğitmektir. Tsunami için yapılabilecek en uygun araştırma biçimi de bilgisayar modeli oluşturmaktır.

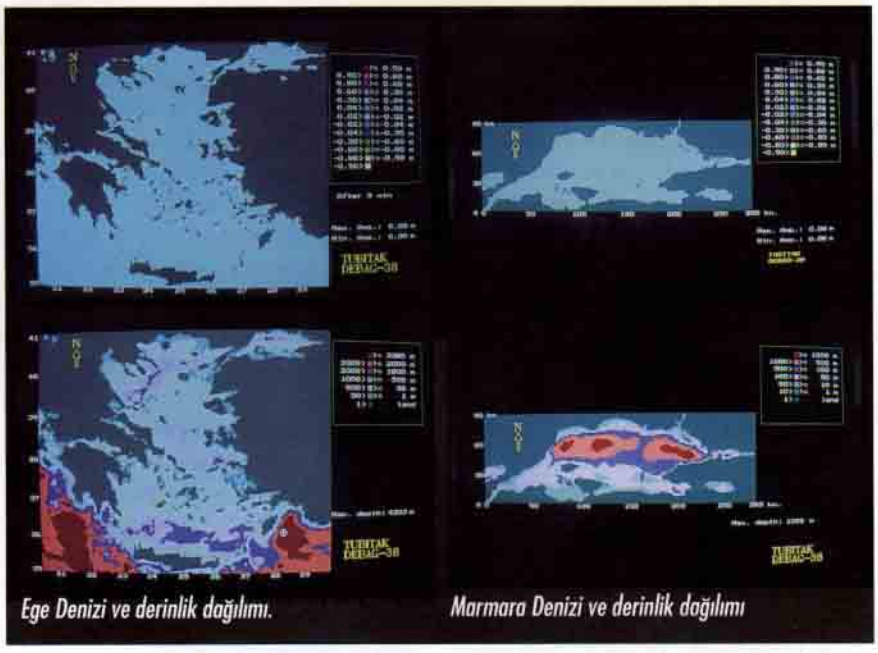
Tsunami Hareketinin İncelenmesi

Uzun dönemli dalgaların hareketini tanımlayabilen denklemlerin çeşitli sınır koşullarında sayısal yollarla çözülmeleri için, başlangıç koşulları olarak tsunami dalgasına benzeyen su düzeyi seçilir. Böylece su düzeyinin zaman içindeki değişimi elde edilebilmektedir. Bu yöntemin uygulanması sırasında, lineer dalga denklemleri yardımıyla su düzeyinin derin deniz bölgesindeki değişimi; sığ su denklemleri kullanıldığında ise, körfezler ya da kıyı alanlarındaki değişimler daha hızlı ve doğru olarak hesaplanabilmektedir.

TUNAMI-N1 ve TUNAMI-N2, Fortran dilinde hazırlanmış bilgisayar programlarıdır. Temel girdiler olarak, belirli grid aralıklarındaki su derinliği değerleri ve deprem parametreleri (fay kırığının başladığı ve bittiği koordinatlar, kırık eni, su derinliği, dalma açısı, kayma açısı ve taban çökmesi/kalkması miktarı) kullanılır. Birinci işlem olarak deprem parametreleri ele alınarak ilk dalga profili saptanır. Bu değerler, sayısal çözüm için gerekli olan başlangıç koşulları olarak kullanılır ve zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. TUNAMI-N1'in uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde 20.5^{o} doğu ve 29.96^{o} doğu boylamları ile 34.88^{o} kuzey ve 41.10^{o} kuzey enlemleri arasında kalan; 812 km uzunluğunda ve 672.8 km genişliğindeki dikdörtgen bölge ve Marmara Denizi'nin tamamı (114 km x 36 km) seçilmiştir.

Su derinliği verileri, sayısallaştırıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve grid noktalarına rastlayan derinlikler de bir başka bilgisayar programı yardımıyla hesaplanarak, programın girdileri olarak hazırlanmıştır. Bu işlem her iki denizimiz için de ayrı ayrı yapılmıştır.

Program, depremden sonra gerçek zaman olarak Ege'de beş, Marmara'da bir saatlik süre için işletilerek su düzeyi değişimleri hesaplanmış; bunlar, gerçek zaman olarak üç dakika aralıklarla, dosyalara aktarılmış ve bu dosyaların işlenmesi ile (ilk 90 dakika için) deniz durumunu gösteren resimler elde edilmiştir. Resimlerin ardarda ekrana çizdirilmesi ile de hareketli görüntüler sağlanmıştır. Ege Denizi'ndeki birçok kıyı alanında seçilen istasyonlardaki su düzeyinin zamana bağlı değişimleri de, programın işletimi sırasında ayrı dosyalara aktarılmıştır. Böylece hem deniz durumunun hareketli görüntüleri, hem de çeşitli istasyonlardaki su düzeyi değişimleri elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki çeşitli kıyı alanlarından seçilen ve su düzeyi değişimleri hesaplanan 20 ayrı istasyona, dalganın ne kadar zamanda

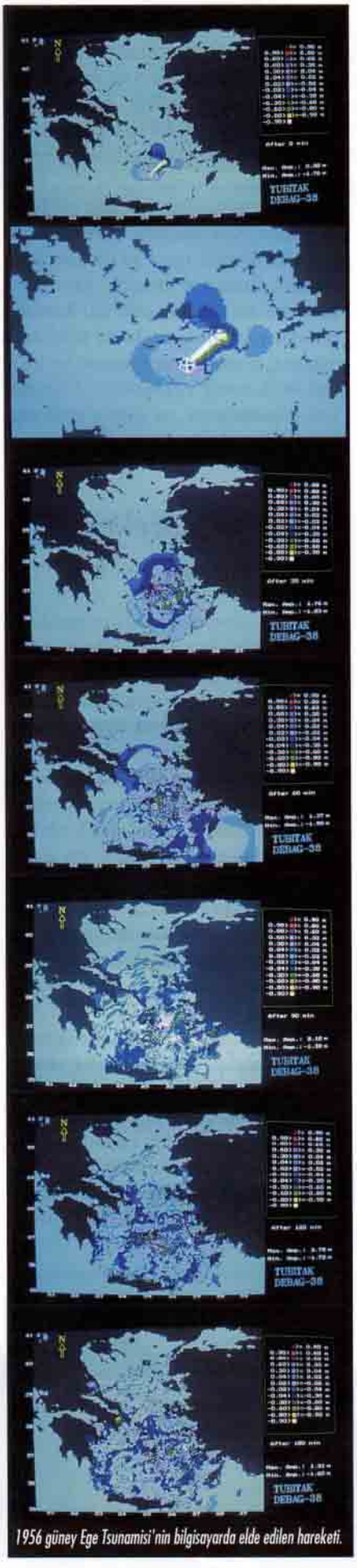


Ege Denizi ve derinlik dağılımı. *Marmara Denizi ve derinlik dağılımı*

ulaşabileceği bulunabilir. Her iki denizimiz için uygulamaya hazır duruma getirilmiş olan bu model, seçilen herhangi bir depreme ait parametreleri girdi olarak alıp tsunami dalgası oluşturmak ve bu dalganın Ege Denizi'ndeki hareketini derin deniz bölgelerinde izlemek üzere kullanılabilir durumdadır. TUNAMI-N2, sığ sularda işletilerek dalganın karadaki tırmanması da bulunabilmektedir. Böylece dalganın kıyılarda yakın çekimle izlenmesi ve etkilerinin araştırılması olanaklı olur. İzmir ve İzmit Körfezleri, bu konudaki uygulama alanları olarak seçilmiştir. Bu programın girdi olarak kullandığı körfez girişindeki su düzeyi değerleri, önceki programın çıktılarından alınır.

Uygulama: Ege Denizi için iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri "1956 Güney Ege tsunamisi"dir. Diğeri ise "olası Andicithira tsunamisi"dir. Her iki tsunaminin Ege Denizi'nde oluşturduğu ilk kabarma ve sonrasındaki hareketler, harita üzerinde belirli zaman aralıklarında bilgisayarda resimlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tsunami kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda ilerlemiş ve Anadolu kıyılarında önemli etkileri olmamıştır.

Olası Andicithira tsunamisi'nin incelenmesi ise daha ilginç sonuçlar ver-



1956 güney Ege Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Japonya Tsunamileri

Nobuo Shuto
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Japonya, bütünüyle bir fay zonu içinde yer almaktadır. Bu nedenle depremler, güncel yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Tsunami ise her Japon için birkaç kez yaşanabilecek bir doğal afettir. Japonya'nın kuzeybatısındaki Tohoku bölgesi açıklarında bulunan fay hattı, yarattığı tsunamilerle tarih boyunca kıyı şehirlerini defalarca yıkmıştır. Bunlardan en önemli üç tanesi, 1611, 1896 ve 1933 yıllarında gerçekleşmiştir. Deprem merkezinin kıta sahanlığı sınırında olduğu sanılan bu üç olayda sarsıntılar ve tsunamiler hemen hemen aynı özellikleri göstermiş; üç tsunami de çok şiddetli olmuştur. Bunları doğuran depremler (özellikle 1896 depremi) ise çok zayıf, uzun ve yavaş süren sarsıntılar şeklinde ortaya çıkmıştır. 1896 depreminde 30 dakika sonra kıyıya gelen dalgalar, 21.000 can kaybına neden olmuştur. Maksimum tırmanma 30 m'dir. Bu olay "Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak bilinir. 1933 yılında 3000 ölümle sonuçlanan olay ise, "Showa Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak adlandırılmıştır. 25 m tırmanan dalgalar, kıyılardaki tüm deniz yapılarını aşmıştır.

Japonya'da tsunami araştırmaları 1960 Şili tsunamisi ile başlar. Tohoku Üniversitesi Afet Kontrol Araştırma Merkezi'nde 1987'de başlanan matematiksel modellerin kurulması çalışmaları, bugün çok verimli bir düzeye getirilmiştir. Günümüzde bu modellerin diğer denizlerdeki tsunamilere uyarlanması için çalışılmaktadır. Bu konudaki ilk örnek, Ege ve Marmara denizleri için yapılan uygulamalarla Türkiye'dir.

Araştırma Merkezimiz, bu modellerin, yakın bir gelecekte, Japonya'da tsunami uyarı sistemi içinde görev yapmasını sağlamak amacındadır. Bunun için geliştirilmeye çalışılan "yakın kıyı tsunamileri uyarı sistemi"nin temel ilkeleri hızlılık, kesinlik ve detaylar olarak seçilmiştir. Uygulanan yöntem ise şöyledir: Yakın kıyı tsunamisinin kıyıya ulaşması 25-30 dakika almaktadır. Deprem olduğunda Japon Meteoroloji Ajansı (JMA) tarafından hemen tahmin edilebilen deprem özellikleri (fay yeri, boyu ve eni, çökme/kabarma yüksekliği, kayma ve dalma açısı, su derinliği, deprem yeri ve fay hattı doğrultusu), hazırlanmış bilgisayar modellerine ulaştırılabilecektir. Bu işlem ilk beş dakikada, modelin işlemesi ve sonuçların elde edilmesi ise takip eden on dakikada tamamlanabilecektir. Bu işlem yapılırken, olayın önceden denenmiş senaryolarla benzerliği de bilgisayarda gözden geçirilecektir. Depremden 15 dakika sonra ilk veriler elde edilmiş olacağından, yayın organları yardımıyla yerel halkın uyarılması mümkün olacaktır. Yerel halk için ivedi önlemler almak ya da kıyılardan uzaklara gitmek için en az 10 dakika süre kalacaktır. Ancak yöntemin başarı ile uygulanabilmesi için çok sayıda problemin ele alınması ve çözülmesi zorunludur.

Bugün Japonya'da deprem olduğunda, deprem ile ilgili ön bilgiler televizyon aracılığıyla ilk dakikalarda halka ulaştırılabilmektedir. Bunun tsunami için de gerçekleşmesi, yakın bir gelecek için saptanan hedeftir.

Doğal afetler önlenemeseler de etkilerinin azaltılması olanaklıdır. Uygulamadaki başarılar, bu konudaki bilimsel araştırmaların düzeyiyle olduğu kadar halkın duyarlılığı ve bilgisiyle de yakından ilgilidir.

masıdır. Ege adaları ise birer dalgakıran görevi yaparak Anadolu'yu bir ölçüde korumuştur. Bu dalganın ayrıca Mısır ve İtalya'da etkili olacağı kanısına varılmıştır. Bu sonuç, bugüne kadar açıklığa kavuşturulamamış olan 365 tsunaminin oluşma yeri ve mekanizmasının daha sağlıklı olarak belirlenmesine yetmiştir.

1894 Marmara Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

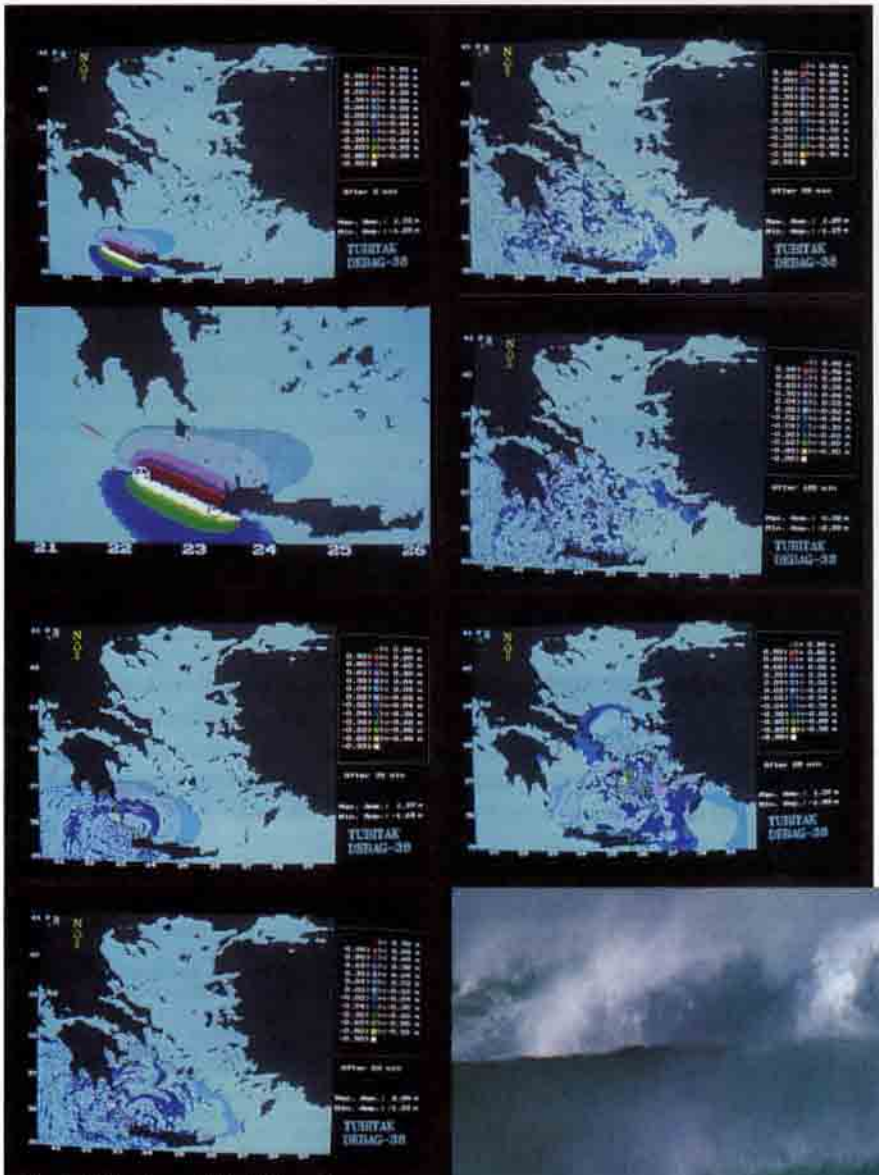
mektedir. Öyle ki; bu tsunami ilk dakikalarından itibaren Adriyatik ve doğu Akdeniz'e yönelmiştir. Enerjisinin az bir bölümü Ege Denizi'ne geçerek etkilerini adalarda göstermiş ve Anadolu kıyılarına zayıflayarak ulaşmıştır. Bunun nedeni, tsunaminin derin sulara yani Girit'in güneyine yönelmiş ol-

Marmara Denizi için ise 1894 İstanbul tsunamisinin benzetimi yapılmıştır. Bu tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu benzetimde de eldeki bilgiler ile uyumlu sonuçlara varılmıştır. Kapalı denizler olan Ege ve Marmara'daki tsunaminin uzunca bir süre denizde gezebildiği ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve İzmit körfezleri için yapılan uygulamada tsunaminin körfezler içindeki hareketleri modellenmiştir. Daralan biçimleri nedeniyle her iki körfezimiz için tsunami enerjisinin bazı yerlerde odaklanması beklenebilir. İzmir Körfezi'ne giren bir tsunami 60 dakika sonra Alsancak'a varabilir. Olasılıkla odaklanma Urla koyunda, tırmanma ise İnciraltı-Konak arasında gerçekleşecek ve buradan yansıyan dalga da Karşıyaka'yı etkileyecektir.

İzmit Körfezi'ne giren tsunami, Diliskelesi darlığında şişecek ve körfezin sonuna doğru daralan bölgede etkili olacaktır. Bu körfez içinde kıyılara 20 dakika içinde ulaşabilir.

Sonuç olarak; Anadolu ve çevresindeki fay zonları, tsunami dalgasının oluşumu, hareketi ve tarihteki çeşitli tsunami olayları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Ege Denizi, Marmara Denizi ve İskenderun Körfezi-Kıbrıs arasındaki bölgelerde bulunan olası deprem merkezleri, tsunamiye elverişli özellikler göstermektedir. Tarihsel verilere göre Ege Denizi için tsunami oluşma olasılığı 35 yılda birdir. Bu olasılık Marmara için 100 yılda bir, doğu Akdeniz için ise 60 yılda birdir.



Olası Andicithire Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Tsunami Dalgakıranları

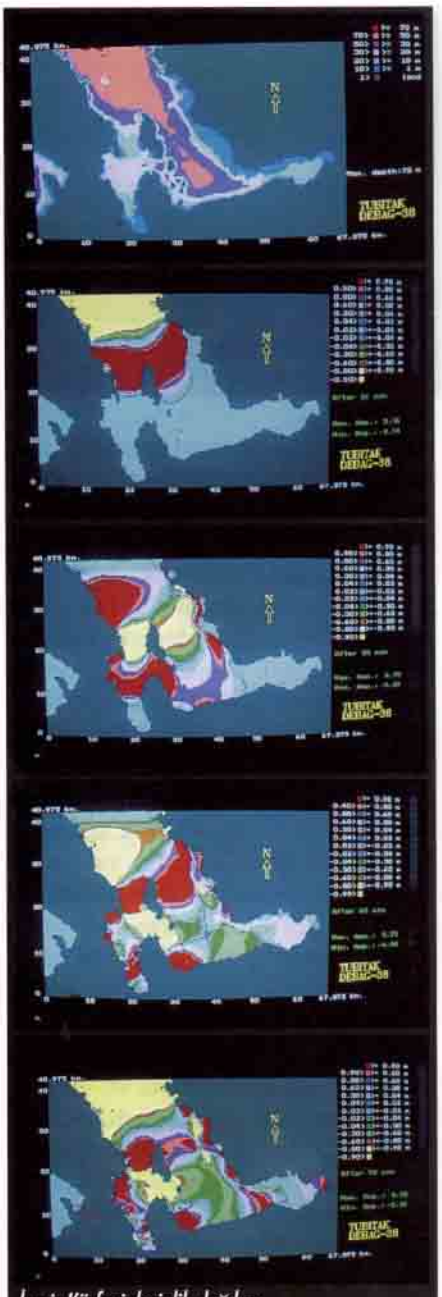
Adnan Akyarlı
Dokuz Eylül Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Japonya'nın Kamaishi Limanı için inşa edilen tsunami dalgakıranı

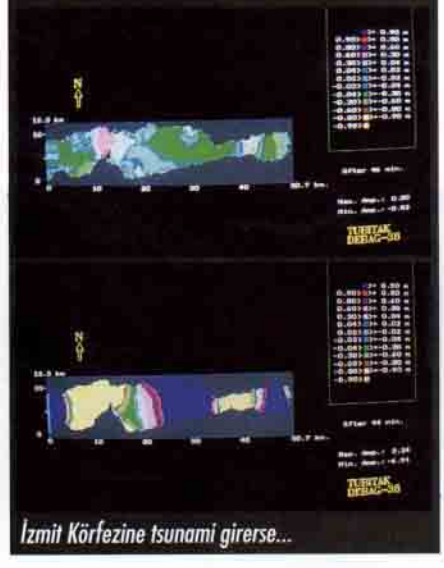
Japonya'da çalışmalarını sürdüren Liman Araştırma Enstitüsü'nün (PHRI - Port and Harbour Research Institute) 21 Nisan 1994 tarihinde halka da açık olarak düzenlediği gösterilerde kıyı ve liman mühendisliği konusundaki çağdaş uygulamalar ve teknolojik gelişmeler sunuluyordu. Bu gösterilerde, bir dalgakıranın tsunami etkisi altında uğradığı hasarın saptanması için gerekli fiziksel modeller geliştirilmişti.

Tsunami dalgakıranları, rüzgar dalgalarının yanısıra tsunamileri de indirgeyerek koruma alanlarının risklerini azaltmak amacı ile yapılan gerçekten görkemli boyutlara sahip deniz yapılarıdır. Örneğin Kamaishi Limanı için inşa edilen dalgakıranların yarı uzunluğu boyunca su derinliği, 63 m'ye kadar ulaşmaktadır. Şu an için dünyanın en derin dalgakıranı olan bu yapı, şevli bir dolgu temel üzerine oturan trapezoidal formda bir kesondan oluşmaktadır. Bunun üst tarafında ise dalga enerjisini kıran, çift yatay yarıklı bir düşey duvar yer almaktadır . Aynı isimli kenti korumak üzere Ofunato Körfezi'nin ağzında inşa edilen dalgakıranlar için Shoto tarafından verilen bilgiler, tsunami dalgakıranlarının dalga indirgeme etkinliklerini ortaya koymak açısından ilginçtir. Buna göre, dalgakıranların tasarımında periyotları 15 dakika ve 40 dakika olan 6 metre yüksekliğinde tsunamilerle, periyodu 9 saniye ve yüksekliği 4 metre olan bir rüzgar dalgası birlikte göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan ön değerlendirmeler, tsunamilerin genliğinin bu dalgakıranlarla 2 metreye düşürülebileceğini, buna karşılık iki dalgakıran arasındaki açıklığın oluşturduğu giriş ağzında hızı 6 m/s değerine kadar ulaşabilen çok şiddetli akıntıların yaratılacağını göstermiştir. Dalgakıran modellerinden laboratuvarda hazırlanan biri de 1/15 ölçeğinde, herbiri 2000 ton ağırlığındaki dikdörtgen kesonlardan oluşanıdır. Modelin yeraldığı dalga kanalında, özel düzenekler aracılığı ile tsunami yaratılarak gittikçe şiddetlendirilen bu dalgaların limana giriş ve limandan çıkış süreçleri incelenir. Bu modelde dalganın limana giriş hızı 8 m/s değerine ulaştığı anda, önce giriş ağzının sol yanında, daha sonra da sağ yanında yer alan uç kesonlar ayrılır; sonuçta dalgakıran hasara uğrar.

İnsanoğlunun doğal afetlere karşı daha savunmalı olmasını sağlamak amacı ile birçok araştırma yapılmakta; bunların sonucunda da, bir zamanlar için düşünülmesi dahi olanaksız teknolojik gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tsunami dalgakıranlarının tasarımında bu gelişimler gözönünde bulundurulmaktadır.



İzmir Körfezi derinlik dağılımı, İzmir Körfezine tsunami girerse...



İzmit Körfezine tsunami girerse...

Her depremden sonra kıyılara tsunami dalgası gelebilir. Bu duruma pek ender olarak rastlansa da dalganın kıyıda mal ve can kaybı yaratması olasılığına karşı duyarlı olunması zorunludur.

Tsunami, Ege Denizi'ni güney-kuzey doğrultusunda en çok üç saatte geçebilir. Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi ise 50 dakika kadardır. Ancak bu iki kapalı denizde de çalkantının uzun bir süre devam etmesi ve yansıyan dalgaların sonradan da etkili olması beklenmelidir. Ege için, adalar ve karmaşık kıyı düzeni nedeniyle tsunami enerjisinin bir ölçüde sönümleneceği beklense de enerjinin, V tipi körfezlerde oluşacak yansımalardan dolayı beklenmedik noktalarda odaklanarak, çok şiddetli akıntılar ve kıyılarda tırmanmalar yaratması, böylece hasarlara yol açması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Papadopoulos, G.A., Yalçıner, A.C., Kuran, U. 1956 Güney Ege Tsunamisinin Kaynak Mekanizması Üzerine bir Değerlendirme, 15. Uluslararası Tsunami Sempozyumu, Grenoble, 1994.

Shuto, N., Goto, C., Imamura, F., Numerical Simulation as a Means of Warning for Near Field Tsunamis, Coastal Engineering in Japan, Japonya, 1990.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Anadolu ve Çevresindeki Tsunamilerin Geçmişi, Bugünü ve Geleceği, 13. Uluslararası Tsunami Semppozyumu, Avusturya, 1991.

Yalçıner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura, F., Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması, TÜBİTAK-YDAB-ÇAG-38 Proje Raporu, 1994.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Sismik Orijinli Deniz Dalgaları Oluşum, Hareket ve Kıyılara Etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası, XXI. Teknik Kongre, İstanbul, 1991.

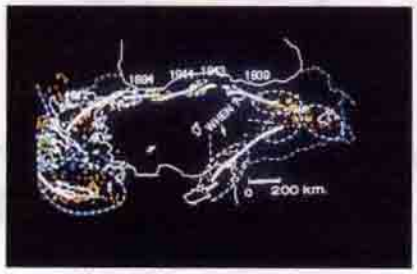
Anadolu Çevresinde Tsunamiye Yol Açan Sismik Olaylar

Uğur Kuran
Afet İşleri Genel Müdürlüğü

Anadolu'da dikkate değer iki fay zonu bulunmaktadır. Bunlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'dur (DAF). Ege Denizi'nin güneyinden geçen ve Hellenik Yay olarak isimlendirilmiş bir başka fay zonu da aktif durumdadır. Çizim 1'de Anadolu ve Ege Denizi çevresinde son yüzyıl içinde rastlanan süreksiz kırık ilerlemeleri, oluştukları yıllar belirtilerek gösterilmiştir. Bu çizimde gösterilen elipsler, makro depremlerin yoğunlaştıkları bölgeleri sınırlamaktadır. Ayrıca 1984, 1912, 1939, 1943 ve 1944 yıllarındaki depremler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca düzensiz kırık ilerlemelerinin sergilendiği görülmektedir. Çizim incelendiğinde Anadolu çevresindeki bazı deniz alanlarının, tsunamiye yol açabilecek deprem bölgeleri oldukları ortaya çıkmaktadır.

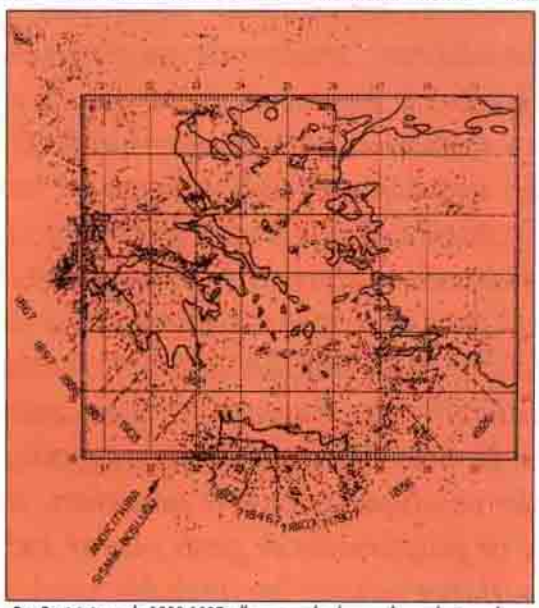
Doğu Anadolu Fayı'nın İskenderun Körfezi batısından geçerek Kıbrıs'a yönelen kolunun bulunduğu bölge bunlardan birisidir. Doğu Akdeniz'in özellikle Kuzey Kıbrıs kıyıları ve Anamur'dan başlayıp İsrail'e kadar uzanan kıyı bandının, gelecekte tsunami etkisi altında kalabileceği dikkate alınmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı, ülkemiz sınırları içinde Hakkari'den başlayıp Van Gölü'nün güneyi, Amasya, Bolu, İzmit, Marmara Denizi ortasından geçerek, Saroz Körfezi yolu ile Ege Denizi'ne uzanmaktadır. Bu fayın Doğu Anadolu Fayı ile buluştuğu yer Karlıova civarındadır. Erzincan-Elazığ-Van Gölü üçgeni içinde bulunan Van Gölü, Hazar Gölü ve büyük baraj gölleri DAF yakınlarına rastlamaktadır. Bu yüzden bölgedeki gölleri, sismik orijinli deniz dalgası eğilimli göller olarak değerlendirmek olasıdır. Hem tarihi kayıtlar hem de Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nden geçen kısmındaki hareketlilik, bu denizin her zaman için tsunami doğurabilecek depremlere sahne olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Ege Denizi'nde Mora Yarımadası'na yönelmiş olan son kısmı da ilerlemeye devam etmektedir. Fayın bu kısmındaki hareketlilik kuzey Ege'de; Hellenik Yay'ın Girit Adası güneyine uzanan kısmındaki tektonik hareketler ise güney Ege'de tsunami oluşturacak özelliktedir. Bu bölgelerde doğabilecek tsunami, tüm Ege adaları ve birçok Ege kıyısını, ayrıca güneydeki Akdeniz sahillerimizi etkileyebilecektir.

Alp-Himalaya kuşağının batısında sismik yönden en aktif ve karmaşık kesim, Ege Denizi'dir. Günümüzdeki derin tektonik sismik aktivite ise güney Ege bölgesinde oldukça büyük boyutlarda gelişme göstermektedir. Bu yüzden günümüzde elde edilen morfolojik, jeofizik ve magmatik veriler, dalma-batma olayının buralarda hala devam ettiğini göstermektedir. Basınç kuvveti alanlarının ada yayının konveks (dış bükey) tarafında hakim durumda olduğu, ancak yayın içindeki litosferde bu kuvvet alanının, çekme kuvvetleri olarak gelişme gösterdiği bilinmektedir. 100 km enindeki Benioff zonu oldukça iyi gelişmiş olup ada yayının konveks tarafından konkav (iç bükey) tarafına doğru uzanmaktadır. Hellenik Yay şeridinin konveks tarafı boyunca hakim bulunan basınç kuvvetleri, depremlerin oluşmasıyla yakından ilgilidir. Kuzey Ege'de ise derin tektonik aktivitenin zayıfladığı görülmektedir. Bu yörede takriben 100 km'den daha derin odaklı büyük depremlerin oluşmadığı dikkati çekmektedir.



Son yüzyılda Anadolu'da oluşan düzensiz kırık ilerlemeleri

Çizim 1'de gösterilen depremlerden özellikle 1894 ve 1939 yıllarında oluşan ikisi, tsunami yaratmış olmaları nedeniyle dikkate değerdir. Ayrıca, her iki depremle oluşan fay kırıkları, kısmen ya da tamamen kara içinde kalmalarına rağmen tsunami yaratmışlardır. Çizim 2'de ise Ege Denizi ve civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri gösterilmektedir. Ayrıca 1805-1926 yılları arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri de çizimde yer almaktadır. Hellenik Yay'ın sismik özelliklerinin iki ayrı yöntemle incelendiği çalışmada, 1805-1926 tarihleri arasında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin plaka sınırlarının, sığ derinliklerde oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu depremlerle birlikte oluşan kırıkların boylarının 100-150 km arasında değişmekte olduğu belirtilerek, Hellenik plaka sınırının takriben 22.5° Doğu ile 23.5° Doğu arasındaki kesimi "Andicithira Gap" veya "Andicithira Sismik Boşluğu" olarak tanımlanmıştır. Girit Adası'nın batısı ile Andicithira Adası arasındaki bu bölge, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda 100 km uzunluğunda olup, bölgede M < 8 büyüklüğünde bir depremin oluşabileceği belirtilmiştir. Olası bu depremin 1856, 1886, 1903 ve 1926 yıllarındaki depremlerle meydana gelen kırılmalara eşdeğer büyüklükte olabileceği düşünülmektedir. Andicithira Sismik Boşluğu'nda 1629, 1750, 1798 yıllarında üç yıkıcı depremin oluştuğu belirlenmiş bulunmaktadır. Eğer bu sismik boşluk bu üç depremden etkilenmemiş ise, günümüzde hâlâ Hellenik Yay üzerinde, Andicithira Sismik Boşluğu'nun varlığından söz etmek doğru olacaktır. Meydana gelen büyük depremler sadece fay kırığının civarında değil, aynı zamanda oluşturdukları deniz dalgalarıyla uzun mesafelerde de etkili olabilmektedirler. Buna Ege Denizi'nden çarpıcı bir örnek vermek yararlı olacaktır. Şöyle ki Andicithira Sismik Boşluğu'nda geliştiğini düşündüğümüz büyük bir depremin 365 yılında oluşturduğu tsunami, 21 Temmuz gecesi yaklaşık 900 km uzakta yer alan İskenderiye limanında bulunan gemileri sürüklemiş ve kara içlerine kadar atmıştır. Deniz çekildiğinde karada kalan bu ganimetleri yağmalamak isteyen halkın üzerine muhtemelen ikinci bir deniz dalgası gelerek 5000 kişinin boğularak ölmesine neden olmuştur. Aynı dalganın Adriyatik kıyıları ve Sicilya Adası'nda da çok etkili olduğu belirlenmiştir. Andicithira Sismik Boşluğu'nun hemen yanında yer alan Girit Adası en büyük tahribata uğrayan bölgelerden biridir. Adanın on kenti yok olmuş ve büyük bir kısmı su altında kalmıştır. Yıkılan şehirlerden bazıları; Knossos, Gortina, Heraklion, Lerapetra, Honia (Akrotiri), Mallia, Voulismeni ve Zakros'tur. Bu depremde sadece Girit'te 50 bin kişinin öldüğü bilinmektedir. Depremin geniş çapta etkili olduğu sahalar Girit, Peloponez, Mora Yarımadası ve Adriyatik kıyılarıdır. Olimpos'taki Zeus tapınağının hasar gördüğü ve surların yıkıldığı da kayıtlıdır.



Ege Denizi civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri.

Denizin Kıyıya Taşıdığı Felaket

Tsunami

"Bunları yakarsam köylülerin yaşamını kurtarabilirim," diyerek demetlerden birini birden ateşledi. Alev yumağı rüzgarın üflemesiyle bir anda büyüyüverdi. Yangını gören biri tapınağın çanını çalmaya başlamıştı bile. Genç bir köylü, "Yangın!" diye bağırarak tepeye hızlıca koştu. Diğer köylüler, kadınlar ve çocuklar onu izlediler. Sonunda yirmi genç tepeye ulaşabildi. Onlar yangını söndürmeye çalışırlarken Gohei "Bırakın yangını! Bir afet olacak! Köylüleri buraya getirin!" diye güçlü bir sesle haykırdı. Köylüler birer birer gelmeye başladıklarında gençleri, yaşlıları, kadınları ve çocukları tek tek saydı. Birdenbire denizde ince, kara bir çizgi belirdi. İzledikleri sürece genişleyen, kalınlaşan, kıyıya doğru hızla yaklaşan ve kabaran bir çizgi... "Tsunami!" diye haykırdı birkaçı. Hemen sonra, önlerindeki su dağ gibi kabarıp karaya atlarken, sanki yüzlerce gökgürültüsü birleşmiş gibi bir gümbürtü duyuldu. Bir an için, denizin serpintileriyle oluşan ve tepeye yönelen bulutlardan başka birşey görünmez oldu. Beyaz haşin köpükleriyle deniz, köyün üzerinden şiddetle geçmişti bile. Sular köyün üzerinde ileri-geri iki ya da üç kez geçiverdi. Tepede ise çıt çıkmıyordu. Herkes köyün bulunduğu yere boş bir ümitsizlik içinde bakakaldı... Yaşama bağlandıkları yuvaları, biricik köyleri dalgalarla kazılmış, iz bırakmadan yok olmuştu...

"BU PEK NORMAL DEĞİL" diye mırıldandı yaşlı Gohei kendi kendine. Deprem pek öyle şiddetli olmamıştı ama bu uzun ve yavaş yer sarsıntısı Gohei'nin bugüne kadar yaşadıklarından oldukça farklıydı. Köydeki tepede yer alan evinin bahçesinden aşağıya tasayla baktı. Köylüler harman sonu festivali hazırlıklarına öylesine kapılmışlardı ki, depremin farkına bile varamamışlardı. Gözlerini denize çevirdiğinde Gohei hayretten donakaldı. Tuhaf bir dalga rüzgara karşı ve derin suya doğru denizi çökerterek gidiyordu. Bir an sonra sular tamamen çekildi ve denizin kum ve kayalık tabanı ortaya çıkıverdi. "Bu tsunami olmalı!" diye düşündü Gohei. Eğer şimdi birşey yapmazsa, bu dalga dörtyüz kadar köylünün yaşamını, köyü ile birlikte yutacaktı. Yitirecek bir dakika bile yoktu. Eve koşarak elinde kocaman bir meşale ile dışarı çıktı. Oradaki tarlada çeltik demetleri duruyordu.

Ahmet Cevdet Yalçıner
ODTÜ İnşaat Müh Bölümü
Kıyı ve Liman Müh Araş Mer

ENERJİ, su ortamı içerisinde dalga hareketi ile ilerleyebilmektedir. Rüzgar enerjisinin sürtünme yoluyla denize geçişi, dünya ile ay ve güneş arasındaki çekim kuvvetinin zamansal değişimi, limanlar ya da küçük körfezlerde gemilerin ortaya çıkardığı etki ve sualtındaki çeşitli tektonik hareketlerle enerjinin suya geçişi gibi olaylar; deniz veya göllerde çeşitli biçimlerde dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların hemen hepsi, onları yaratan enerjinin özelliklerine göre farklıdırlar.

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen "tsunami" sözcüğü, okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan, uzun dönemli bir deniz dalgasını temsil eder. 15 Haziran 1896 günü Japonya'nın Pasifik kıyılarına çarpan ve 21.000 kişinin ölümüne yol açan " Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" nedeniyle Japonların dünyaya yaptığı yardım çağrıları, "tsunami" sözcüğünün hemen hemen tüm ülkelerde çok daha büyük duyarlıkla algılanmasına ve tüm dillerde aynı biçimde kullanılmasına yol açmıştı. Özgün bir dalga olan tsunamiye, Pasifik Okyanusu'nda çok sık, diğer okyanus ve denizlerde ise nadir olarak rastlanmaktadır. Dalga yüksekliği derin denizde bir insan boyu kadar küçük, dalga boyu ise yüzlerce kilometre kadar uzundur. Bu dalganın diğer tip deniz dalgalarından farkı ise; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilemezken sığ sulara geldiğinde, dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga, insanlar için deprem, tayfun, yangın, çığ veya sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

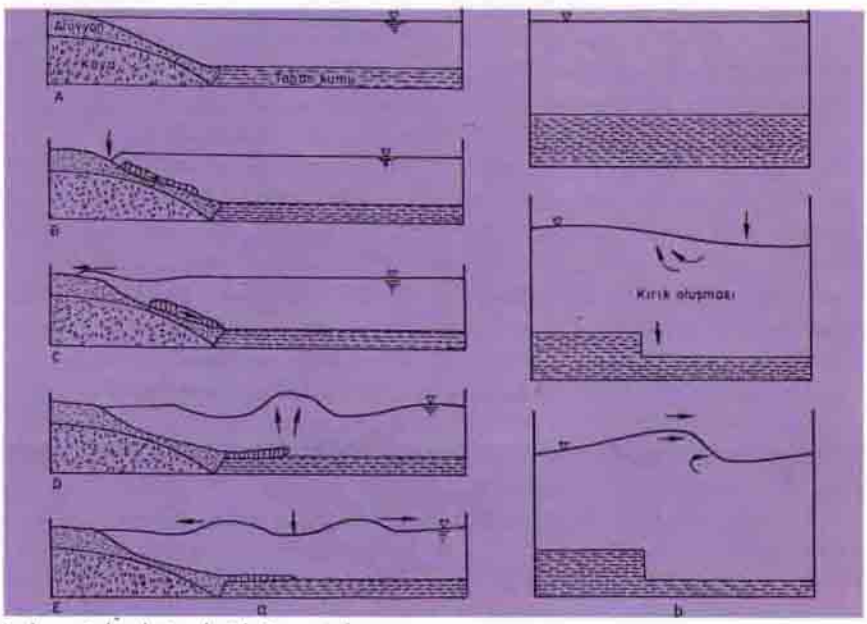
Anadolu'yu çevreleyen denizlerde tarih boyunca tsunamiler oluştuğu, bunlara son yüzyıl içinde de rastlandığı bilinmektedir. Kıyı alanlarındaki doğal kaynakların ekonomik açıdan taşıdıkları önem ve ülkemizin bu kaynaklara olan büyük gereksinimi nedeniyle, kıyılarımızda zarara yol açacak doğal afetlerin etkilerinin azaltılması yolunda çalışmalar yapılması gereklidir. Konuyu tsunami özeline taşıdığımızda ise, geçmişte az etkili olmuş bir tsunaminin günümüzde yinelenmesinin, önemli zararlara yol açacağı beklenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalar; kıyılardaki büyük yatırımlar (nükleer ya da termik santraller), denize bitişik sayısız yerleşim merkezleri ve turistik tesislerin, tsunami etkisi için hedef durumda olduklarını göstermektedir. Bu gerekçeler ise, gelecekte denizlerimizde oluşabilecek depremler ve bunlara bağlı tsunami olaylarının şimdiden değerlendirilmesi ve Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de tsunamiye elverişli kıyı alanlarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TÜBİTAK Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından desteklenen "Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması" başlıklı temel araştırma projesi bu konudadır. Bugün çeşitli ülkelerde başka denizler için de uygulanabilir duruma getirilmeye çalışılan iki bilgisayar modelinin Japonya dışında kullanımına başlanması ilk kez Türkiye'de gerçekleşmiştir. Bu özgün projenin TÜBİTAK desteği ile uygulanabilmesi bugün Türkiye'deki kıyı biliminin, özellikle Ege olmak üzere Marmara ve Doğu Akdeniz tsunamileri konusunda özgün bilgiler üretmesine ve uzman Türk bilimcilerin kazanılmasına yol açmıştır.

Tsunami Oluşumu ve Hareketi

Tsunami, tektonik olaylar ile denize enerji geçmesi sonucu oluşur. Dalga boyu yüzlerce kilometre uzunluğunda olduğundan uzun dalgalar sınıfına girer ve hemen her su derinliğinde sığ su dalgası koşullarını sağlayabilir. Denizde, derinlik farklılaşması etkisiyle sapmaya uğrayarak ve karşılaştığı engeller (adalar) nedeniyle dönerek yoluna devam eder. Kıyılara geldiğinde taban sürtünmesi ve yansımadan etkilenerek taban eğiminin özelliklerine göre tırmanır. Tsunami, ilk oluştuğunda tek bir dalga halindedir. Kısa bir süre içinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birinci ve sonun-



Sualtı zemin hareketi nedeniyle Tsunami oluşumu

cusu çok zayıf olup diğerleri ise etkilerini kıyılarda oldukça şiddetli biçimde hissettirecek enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremden kısa bir süre sonra kıyıda görülen yavaş ama anormal su yükselmesi ilk dalganın geldiğini belirler. Bu yükselme, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk ve tek habercisidir.

Tsunaminin hareketi, diğer dalga türleri gibi matematiksel model kurularak incelenebilmektedir. Matematiksel modellerde, derin denizde lineer dalga teorisine göre çıkarılan dalga denklemlerinin, başlangıç değer problemi şeklinde sayısal yollarla çözülmesi; sığ su derinliğinde ise (30 m'den küçük derinliklerde) taban sürtünmesi de gözetilerek sayısal çözümün kıyıya kadar devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Bu modeller, denizdeki depreme bağlı su düzeyi değişimine ilişkin verileri girdi olarak alıp işleyebilmekte ve kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşabileceği konusunda bilgiler üretmektedir.

Tarihte Tsunami

Tarihsel kayıtlarda, dünyadaki büyük denizlerin hepsinde tsunami olaylarına rastlanmaktadır.

Pasifik Okyanusu Tsunamileri: Şili açıklarında 24 Mayıs 1960 sabahı oluşan Şili tsunamisinin doğuya ilerleyen bölümü, Şili'ye bir saatte varmış ve pek etkili olamamıştı. Batıya ilerleyen bölümü ise tüm Pasifik alanında ve kıyılarında etkili olmuş; enerjisinin Japon takımadaları yönünde odaklaşması nedeniyle de büyüyerek Japonya'ya 22 saatte ulaşmıştı.

Sonuçta sadece Japonya'da 4983 evin yıkılmasına ve 149 can kaybına neden olmuştu. Asya kıyılarından yansıyan dalgalar, Şili'ye geri geldiklerinde ise beklenmedik düzeyde hasar ve can kaybına yol açmışlardı. 27 Mart 1964 Alaska depremi, Paskalya

Güncel Tsunamiler

Fumihiko İmamura
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Son iki yıl içinde Pasifik'te oluşan altı tsunami tüm bilimcileri şaşırtmıştır. Bu olaylarda meydana gelen maddi hasar hesaplanabilecek gibi değildir. Toplam can kaybı ise 2300 olmuştur. Bunlardan en yakın tarihli olanı 1983 yılında Japon Denizi'nde gerçekleşmiş ve 100 ölümle sonuçlanmıştır. Genel olarak dalma zonu bölgesindeki sığ odaklı depremler tsunami yaratmaktadır. Son yıllardaki tsunamilerin tırmanma yüksekliği 20 m'yi bulmuştur. Zarar ve can kaybı, bu tırmanmadan çok, şiddetli akıntılarla meydana gelmektedir. Bütün bu bilgiler, bizleri gelecekteki tsunamilerin insan yaşamına olan etkilerini azaltmak üzere daha çok araştırma yapmaya itmektedir.

Son iki yıldaki tsunamileri yerinde incelemek üzere kurulan Uluslararası Tsunami Araştırma Ekibi ile yapılan çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir:

Nikaragua Tsunamisi (2 Eylül 1992, deprem şiddeti: 7.2) Nikaragua açıklarındaki depremin yol açtığı bu tsunami, bir köyün yok olmasına, 167 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tırmanma yüksekliğinin 10 m olduğu bulunmuştur. Bu tsunami, Nikaragua'nın yanısıra Hawaii ve Japonya'da da hissedilmiştir.

Flores Tsunamisi (12 Aralık 1992, deprem şiddeti: 7.5) Nikaragua'da gerçekleşen depremden 20 gün sonra toplanan bilimadamları, yeni bir tsunaminin oluşması durumunda olay yerine zamanında ulaşmak üzere hazırlıklara başlamışlardır. Üç ay sonra Endonezya'nın volkanik adası Flores'in Kuzey kıyılarına çarpan tsunami, 1712 ölüm ve 28.386 evin yıkılmasıyla sonuçlanmıştır. Babi adasının iç kısımlarındaki iki köye ulaşan deniz suları çok sayıda evi hasara uğratmış ve sadece burada 263 can almış, iki kilometrelik kıyı şeridinin karaya uzanan 150 metrelik kısmı da çöküp gitmiştir. Uluslararası araştırma ekibinin adaya varması ise 15 günü bulmuştur.

Kamçatka Tsunamisi (8 Haziran ve 13 Kasım 1993, deprem şiddeti: 7.2) Bu tsunami, düşük şiddette olması nedeniyle hasarsız atlatılmıştır.

Hokkaido Nansei oki Tsunamisi (12 Temmuz 1993, deprem şiddeti: 7.6) Japon Denizi'nin kuzeyinde oluşan bu tsunami için bölgeye ilk ulaşan araştırmacı, verilen sözlerin alınan kararların yine tam anlamıyla gerçekleşmemiş olduğunu gördü. Aradan 3 gün geçmiş olmasına rağmen bilimadamları bölgede değillerdi. Teknelerin hepsinin batmış olması nedeniyle limanda denize açılacak tekne yoktu. Liman, tekne ve otomobillere mezar olmuştu. Adanın diğer tarafından gelecek teknelerin yanaşması da bu nedenle mümkün değildi. 20 km'lik kıyı şeridi gözönüne alındığında ortalama tırmanmanın 10 m olduğu görülmüştür.

Tırmanma yüksekliğinin 15-30 m'ye kadar çıktığı belirtilen bu tsunamide can kaybı 238 olarak kaydedilmiştir.

Mariana Tsunamisi (8 Ağustos 1993, deprem şiddeti: 8.0) Guyam Adasının güneyindeki Mariana bölgesinde gerçekleşmiş en şiddetli depremdir. Önceden bu bölgede 7.5 şiddetinde depremler olduğu (5 Nisan 1990) bilinmektedir. Bu tsunami, Japonya kıyılarında 30 cm yükselme yaratmış, ancak hasara yol açmamıştır.

Doğu Java Tsunamisi (3 Haziran 1994, deprem şiddeti: 7.2) Kıyıdan 200 km uzakta gerçekleşen bir depremle ortaya çıkan bu büyük tsunami, ardında 200'den fazla ölü, 400'den fazla yaralı bırakmış ve 1000 evin yıkılmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, tırmanma yüksekliğinin 13.2 m olduğu anlaşılmıştır.

yortusundan önceki cuma gününe rastlar. Veldez limanında yük boşaltan bir şilebin güvertesinde film çeken bir gemici, tarihin en önemli depremlerinden birini filme almakta olduğunu bilmiyordu. Ansızın müthiş bir sarsıntı ile şilebin yanında büyük bir yarık oluşuverdi ve limanın içindeki sular çekilmeye başladı. Gemi batarken, rıhtım ve çevresindeki kara kütlesi de gevşeyerek denize aktı. Deprem dört dakika sürmüştü. Oluşan tsunami denizden 25 m yükseklikte bulunan bir deniz fenerini ve beş görevlinin yaşadığı evi, bulundukları yerden 17 m yüksekliğe fırlatmıştı. Bu tsunami Japonya'ya altı saatte varmıştır.

Volkan patlamaları sonrasında da tsunamilerin oluştuğu tarihte kayıtlıdır. Bunlardan bazıları, Ağustos 1883 Karakatau Volkanı patlamaları sonrası oluşan üç ayrı tsunami, ayrıca Ekim 1883 Alaska Augustin Volkanı, Eylül 1952 Myojin Reef Volkanı ve Ocak 1914 Sakurajima Volkanı patlamaları sonrasındaki tsunami olaylarıdır. Karakatau tsunamileri deniz alanının 10 km çapındaki bölümünün 190 m çökmesi ile ortaya çıkmıştır.

Anadolu Çevresindeki Tsunamiler: 36° 21' kuzey, 25° 21' doğu koordinatlarındaki güney Ege'nin en ilginç adası Santorini (antik adıyla Thera)'nin Tunç dönemindeki çapının yaklaşık 16 km olduğu sanılmaktadır. Thera'dan önce bu adaya "Kalliste" (en güzel ada) ve "Strogili" (çember ada) adlarının verildiği de bilinmektedir. Bugün bu isimler unutulmuştur bile. Çünkü Santorini bugün artık ne çember biçimindedir ne de o bilindiği güzelliktedir. Artık tunç döneminden günümüze defalarca püskürmüş olan aktif bir volkanın krateri durumundadır.

M.Ö. 1560 yıllarında aktif duruma geçen volkanın krater oluşum sürecinde, Thera'nın üçte ikisi püskürtülerek, çember biçimindeki ada hilal biçimindeki bir ay parçasına benzemiştir. Bu olayı takibeden tsunami, Karakatau volkanı patlaması sonucu gerçekleşen tsunami ile aynı özellikleri taşır. Thera tsunamisi ile taşınan adaya ait sünger taşları, kuzey Ege'de Semadirek adasının güneyinde, Rodos'ta, Anaphi'de, Girit'te, Girne'de ve İsrail kıyılarında bulunmuştur. Bir örnek verirsek Thera'nın sünger taşları; adanın 24 km batısındaki Anaphi adasında, kıyıdan 250 m içeride ve denizden 35 m yükseklikte bulunmuştur. Bu bilgi, Anaphi adasındaki tsunami tırmanma yüksekliğinin en az 35 m olduğunu göstermektedir.

Girit'te efsanevi kral Minos'un ülkesi Minoan uygarlığına ait tüm gemicilik teknolojisinin, tarım ve ticaret kaynaklarının yok olması ve uygarlığın çöküşü bu tsunami ile başlar. Girit'lilerin adayı terkedip ana karaya geçişlerinin bu dönemde başladığı iddia edilmektedir. Anadolu uygarlıklarının da aynı tsunamiden nasıl etkilendiklerini araştırmak önemli bulgular verecektir.

Thera volkanı 1457, 1573, 1650, 1866 ve 1925 tarihlerinde aktif duruma geçmiş ve hemen her seferinde tsunamiler yaratmıştır. Son bin yılda oluşan Ege tsunamilerinden bilinenlerinin sayısı 47'dir.

Yakın tarih içinde önemli sayılan tsunamilerden biri de; Ege Denizi'nde 9 Temmuz 1956 tarihli iki depremin neden olduğu tektonik olaylar sonucu doğan tsunamidir. Bu tsunaminin ilk dalga yüksekliğinin 4.0 m olduğu sanılmaktadır. Deprem ve takibeden tsunami, Ege adalarında 250 kişinin ölümüne ve 80 kadar teknenin sürüklenip batmasına yol açmıştır. Bu dalganın benzerinin bugün Ege'de oluşması durumunda, yukarıdaki rakamların çok üstünde can ve mal kaybı olacağı tahmin edilmektedir.

14 Aralık 558, 26 Ocak 740, 14 Ekim 1344, 14 Eylül 1509 ve 5 Nisan 1646 tarihlerinde Marmara Denizi ve İstanbul'un da tsunamiden etkilendiği belirtilmektedir. 1509 depreminde Hereke Koyu boyunca yer alan Bizans dönemine ait yalı köşkleri, deniz sularının altında kalmış; Haliç dalgaları Galata surlarını aşarak arka plandaki mahallelere ulaşmıştır.

10 Eylül 1894 tarihindeki Marmara Denizi merkezli 7.6 şiddetindeki deprem nedeniyle Marmara kıyıları ve adalarda, deniz önce 200 m geri çekilmiş sonra karaya ilerleyerek denizdeki kayıkları karaya atmıştır. Adalardaki gemiler ise yüksek dalgalarla çalkalanmıştır. Bu arada Eser-i Cedit vapuru da Büyükada önünde karaya oturmuştur. Heybeliada Çam Limanı'ndaki sular bir süre tamamen çekilmiştir.

10 Ağustos 1114 depreminin Mersin, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa'da etkili olduğu ve sadece Kahramanmaraş bölgesinde 45.000 kişinin ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Bu deprem, İsrail'de de hissedilmiş ve doğu Akdeniz'de tsunamiye neden olmuştur. Doğu Akdeniz'de tsunami yarattığı bilinen bir başka deprem de 20 Mayıs 1202 depremidir.

Karadeniz'de ise tsunami örneğine 1939 Erzincan depreminde rastlanılmıştır. Depremin etkisi ile kuzeyde, Karadeniz kıyısındaki Fatsa bölgesin-

Güney Ege'nin Tsunami Kaynağı, Volkanik Ada Thera

Gerasimos Papadopoulos
Deprem Planlama ve Araştırma Merkezi, Atina

Volkan patlamaları ve depremleri nedeniyle Güney Ege, Yunanistan'ın tektonik açıdan çok aktif bir bölgesidir. Bu bölgede oluşan depremler ya sığ odaklı (70 km'den daha sığ yerde), ya da orta derinliğe odaklı (70-200 km derinlikte)'dırlar.

Güney Ege'deki en belirgin jeofizik yapı, burada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan volkanlar kuşağıdır. Kuzeydoğuda Menthana, ortada Thera (ya da Santorini) ve güneydoğuda Missyros, üç önemli aktif volkan olarak yer alırlar. Bunlardan başka son 3000 yıldır etkinlikte bulunmuş olan volkanlar da vardır. Thera, büyüklüğü ve son 1500 yıldır süregelen aktifliği nedeniyle dünyadaki en önemli volkanlardan birisi olup etkisini güney Ege uygarlıklarında sık sık göstermiştir. Güney Ege'deki deprem ve volkanik aktivitelerin temel nedeni, Afrika platosunun Ege denizi tabanının altına 2.5 cm/sn hızla dalmakta olmasıdır.

M.Ö. 1560'larda Thera'da çok büyük patlamalar gerçekleşmiştir. Bu patlamaların ardından büyük tsunamilerin oluştuğu, jeolojik ve arkeolojik bulgulardan anlaşılmaktadır. Bunların Ege ve doğu Akdeniz'de etkili oldukları sanılmaktadır. Metrelerce yükseklikteki dalgalar ilk 20 dakika içinde Girit'in kuzey kıyılarına ulaşabilmiştir. Thera'daki antik kent Akrotiri'de kazı yapan Atina Üniversitesi profesörlerinden S. Marinatos, Girit'in en önemli uygarlığı olan Minoan uygarlığının bu dönemde çöktüğünü açıklamıştır. Bu nedenledir ki Thera patlamalarına Minoan patlamaları da denilir. Minoan tsunamilerinin oluşum, büyüklük ve etkileri üzerine araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Volkanik merkezin çökmesi sonucu ilginç bir krater oluşmuştur. Bu aktivitelerin Minoan döneminden beri sürmekte olduğu, bu yüzyılda da devam ettiği bir gerçektir. Büyüklük açısından en belirgin olanı, M.S. 1650'de gerçekleşen patlamadır. Bu konudaki Yunanca ve Fransızca kaynaklardan alınan bilgilere göre ilk patlama 29 Eylül 1650'de şiddetli bir depremle birlikte olmuş, kraterdeki büyük çökmeye bağlı olarak büyük bir tsunami de ortaya çıkmıştır. Bu tsunami, güney Ege ve özellikle oniki adalarda 30 m yüksekliğinde tırmanma yaratmış; Thera ve komşu adalarda çok etkili olmuştur. Kuzey Girit'te ise 4-5 m'lik tırmanma gözlenmiştir. Girit'in başkenti Heraklio limanındaki gemi ve tekneler büyük hasar görmüş ve çoğu batmıştır. Yakın geçmişte adaya yapılan teknik gezi ve arazi çalışmaları ile bu tsunaminin etkilerinin saptanması ve doğruluğu konusunda bilgiler elde edilmiştir. Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki derin bölgede 7.5 şiddetindeki depremlerle oluşan 9 Temmuz 1956 tsunamisi de Amorgos adasında 20 m, Astypalaea adasında ise 25 m tırmanmış ve tüm kıyılara hasar vermiştir. Bu ve diğer jeofizik veriler, Thera ve çevresinin, Avrupa ve Akdeniz'de tsunamiye en elverişli bölge olduğunu desteklemektedir. Bu tsunamilerin bir benzerinin gelecekte oluşması, kıyılarda geçmiş dönemde oluşan hasarlardan çok daha fazlasını gündeme getirecektir. Bundan dolayı, bölgenin "tsunami potansiyeli" hakkında bilimsel çalışmaların sürdürülmesi ve tsunami etkilerini azaltmaya yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Avrupa Topluluğu tarafından desteklenen, "Avrupa Kıyılarında Tsunami Oluşum ve Etkileri" konulu proje (GITEC) şu sıralar yürütülme aşamasındadır.

de deniz önce 50 m çekilmiş, sonra 20 m ilerlemiş ve daha sonra da normale dönmüştür. Kırım kıyılarında da denizin önce karaya doğru ilerlediği, sonra geri çekildiği Richter'in kitabında kayıtlıdır.

Nasıl Korunmalı?

"İnşallah olmaz" demek bir korunma yöntemi değildir. Denizler tabanına özel ölçüm aygıtları yerleştirerek "Tsunami Uyarı Sistemleri" kurmak da en azından şimdilik ekonomik bir korunma yöntemi olarak sayılamaz. Ancak günümüze kadar yaşanmış çeşitli deneyimlerin anlatılması ve tsunami hakkındaki temel bilgilerin yayınlanması, can kaybını en aza indirmeye yetebilir.

Bilinmelidir ki, tsunami çok zayıf bir deprem ile de oluşabilir. Deniz kıyısında iken hissedilen her deprem sonrasında tsunami gelme olasılığı (çok zayıf da olsa) vardır. Kıyıya tsunaminin ilk gelişi su düzeyinin anormal biçimde (10-15 dakika içinde) 1-1.5 m kadar yükselmesi ya da çökmesi ile kendini belli eder. Tsunaminin bu ilk öncü dalgası, aynı zamanda da arkadan gelecek olan iki ya da üç kuvvetli dalganın habercisidir. Yıkıcı dalgaların derin denizden gelişi sırasında gökgürültüsünü andıran uğultular duyulur. Bu sesler de 20 dakika içinde kıyıya varacak olan diğer dalgaların şiddetini önceden haber verirler. Bu durumda yapılacak tek şey kıyıdan uzaklaşmaktır. Teknede bulunanlar, kıyıdan uzaklara, derin sulara giderek dalganın tekneye ve kendilerine vereceği zararı azaltabilir ya da önleyebilir-

İki düzlem, birbiri üzerinden aşarken deniz tabanında bir parçayı kaldırarak 18 km uzunluğunda bir dalga oluşturur. Buna da tsunami denir. Kıyıya yakın bölgelerde dalganın en üst noktasında oluşan geriye doğru devinim, bütün bir limanı boşaltabilir. Tabanla dalga arasında oluşan sürtünme, dalgayı yavaşlattığından dalgada kırılmalar meydana gelir ve tsunaminin yüksekliği gittikçe artar.

ler. Karada olanlar için ise denizden uzağa gitmek zorunludur. Böylece dalga ile sürüklenme ve yaralanma tehlikesi ortadan kalkar. Tsunami etkisi ile ölenlerin büyük çoğunluğu meraklı kişilerdir. Dalganın kıyılardaki hareketini merakla izleyenler, kendilerini birdenbire denizde şiddetle sürüklenirken bulurlar. Sürüklenme yönü ya denizin içine ya da kara tarafınadır. Bunların dışında, yapılması gereken en önemli şey, her konuda olduğu gibi bu konuda da araştırma yapmak, bulguları uygulamak ve kişileri bu konuda eğitmektir. Tsunami için yapılabilecek en uygun araştırma biçimi de bilgisayar modeli oluşturmaktır.

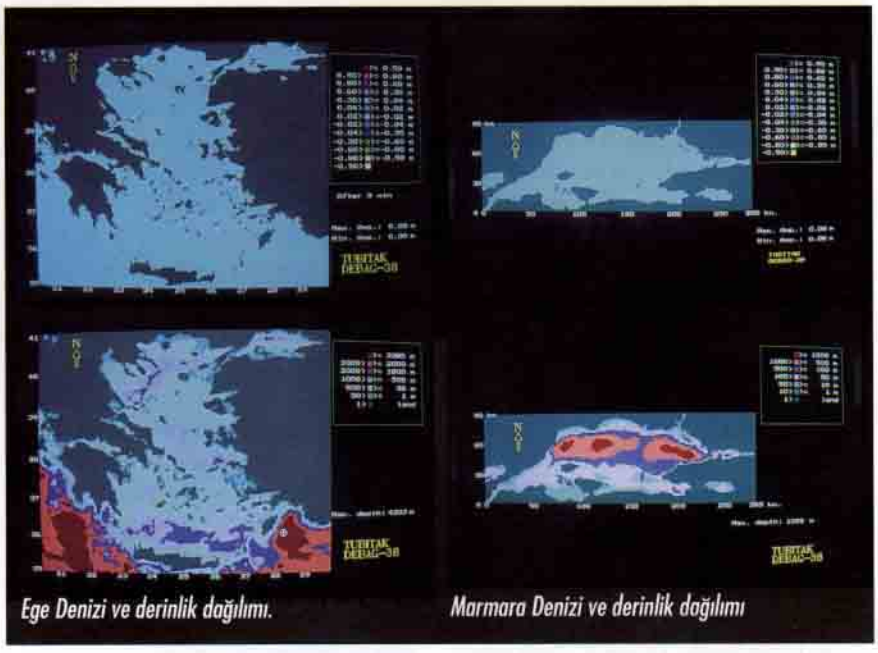
Tsunami Hareketinin İncelenmesi

Uzun dönemli dalgaların hareketini tanımlayabilen denklemlerin çeşitli sınır koşullarında sayısal yollarla çözülmeleri için, başlangıç koşulları olarak tsunami dalgasına benzeyen su düzeyi seçilir. Böylece su düzeyinin zaman içindeki değişimi elde edilebilmektedir. Bu yöntemin uygulanması sırasında, lineer dalga denklemleri yardımıyla su düzeyinin derin deniz bölgesindeki değişimi; sığ su denklemleri kullanıldığında ise, körfezler ya da kıyı alanlarındaki değişimler daha hızlı ve doğru olarak hesaplanabilmektedir.

TUNAMI-N1 ve TUNAMI-N2, Fortran dilinde hazırlanmış bilgisayar programlarıdır. Temel girdiler olarak, belirli grid aralıklarındaki su derinliği değerleri ve deprem parametreleri (fay kırığının başladığı ve bittiği koordinatlar, kırık eni, su derinliği, dalma açısı, kayma açısı ve taban çökmesi/kalkması miktarı) kullanılır. Birinci işlem olarak deprem parametreleri ele alınarak ilk dalga profili saptanır. Bu değerler, sayısal çözüm için gerekli olan başlangıç koşulları olarak kullanılır ve zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. TUNAMI-N1'in uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde 20.5^{o} doğu ve 29.96^{o} doğu boylamları ile 34.88^{o} kuzey ve 41.10^{o} kuzey enlemleri arasında kalan; 812 km uzunluğunda ve 672.8 km genişliğindeki dikdörtgen bölge ve Marmara Denizi'nin tamamı (114 km x 36 km) seçilmiştir.

Su derinliği verileri, sayısallaştırıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve grid noktalarına rastlayan derinlikler de bir başka bilgisayar programı yardımıyla hesaplanarak, programın girdileri olarak hazırlanmıştır. Bu işlem her iki denizimiz için de ayrı ayrı yapılmıştır.

Program, depremden sonra gerçek zaman olarak Ege'de beş, Marmara'da bir saatlik süre için işletilerek su düzeyi değişimleri hesaplanmış; bunlar, gerçek zaman olarak üç dakika aralıklarla, dosyalara aktarılmış ve bu dosyaların işlenmesi ile (ilk 90 dakika için) deniz durumunu gösteren resimler elde edilmiştir. Resimlerin ardarda ekrana çizdirilmesi ile de hareketli görüntüler sağlanmıştır. Ege Denizi'ndeki birçok kıyı alanında seçilen istasyonlardaki su düzeyinin zamana bağlı değişimleri de, programın işletimi sırasında ayrı dosyalara aktarılmıştır. Böylece hem deniz durumunun hareketli görüntüleri, hem de çeşitli istasyonlardaki su düzeyi değişimleri elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki çeşitli kıyı alanlarından seçilen ve su düzeyi değişimleri hesaplanan 20 ayrı istasyona, dalganın ne kadar zamanda

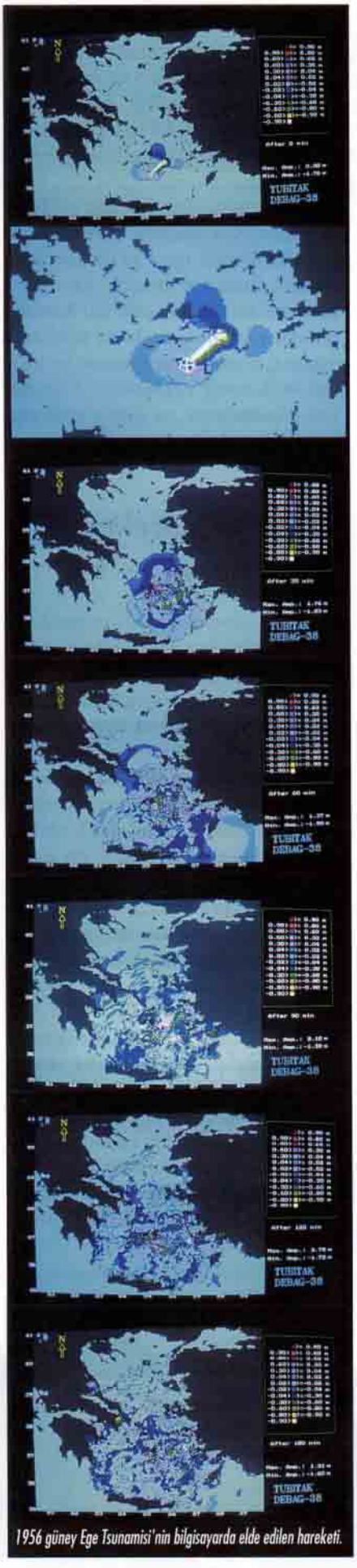


Ege Denizi ve derinlik dağılımı. *Marmara Denizi ve derinlik dağılımı*

ulaşabileceği bulunabilir. Her iki denizimiz için uygulamaya hazır duruma getirilmiş olan bu model, seçilen herhangi bir depreme ait parametreleri girdi olarak alıp tsunami dalgası oluşturmak ve bu dalganın Ege Denizi'ndeki hareketini derin deniz bölgelerinde izlemek üzere kullanılabilir durumdadır. TUNAMI-N2, sığ sularda işletilerek dalganın karadaki tırmanması da bulunabilmektedir. Böylece dalganın kıyılarda yakın çekimle izlenmesi ve etkilerinin araştırılması olanaklı olur. İzmir ve İzmit Körfezleri, bu konudaki uygulama alanları olarak seçilmiştir. Bu programın girdi olarak kullandığı körfez girişindeki su düzeyi değerleri, önceki programın çıktılarından alınır.

Uygulama: Ege Denizi için iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri "1956 Güney Ege tsunamisi"dir. Diğeri ise "olası Andicithira tsunamisi"dir. Her iki tsunaminin Ege Denizi'nde oluşturduğu ilk kabarma ve sonrasındaki hareketler, harita üzerinde belirli zaman aralıklarında bilgisayarda resimlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tsunami kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda ilerlemiş ve Anadolu kıyılarında önemli etkileri olmamıştır.

Olası Andicithira tsunamisi'nin incelenmesi ise daha ilginç sonuçlar ver-



1956 güney Ege Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Japonya Tsunamileri

Nobuo Shuto
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Japonya, bütünüyle bir fay zonu içinde yer almaktadır. Bu nedenle depremler, güncel yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Tsunami ise her Japon için birkaç kez yaşanabilecek bir doğal afettir. Japonya'nın kuzeybatısındaki Tohoku bölgesi açıklarında bulunan fay hattı, yarattığı tsunamilerle tarih boyunca kıyı şehirlerini defalarca yıkmıştır. Bunlardan en önemli üç tanesi, 1611, 1896 ve 1933 yıllarında gerçekleşmiştir. Deprem merkezinin kıta sahanlığı sınırında olduğu sanılan bu üç olayda sarsıntılar ve tsunamiler hemen hemen aynı özellikleri göstermiş; üç tsunami de çok şiddetli olmuştur. Bunları doğuran depremler (özellikle 1896 depremi) ise çok zayıf, uzun ve yavaş süren sarsıntılar şeklinde ortaya çıkmıştır. 1896 depreminde 30 dakika sonra kıyıya gelen dalgalar, 21.000 can kaybına neden olmuştur. Maksimum tırmanma 30 m'dir. Bu olay "Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak bilinir. 1933 yılında 3000 ölümle sonuçlanan olay ise, "Showa Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak adlandırılmıştır. 25 m tırmanan dalgalar, kıyılardaki tüm deniz yapılarını aşmıştır.

Japonya'da tsunami araştırmaları 1960 Şili tsunamisi ile başlar. Tohoku Üniversitesi Afet Kontrol Araştırma Merkezi'nde 1987'de başlanan matematiksel modellerin kurulması çalışmaları, bugün çok verimli bir düzeye getirilmiştir. Günümüzde bu modellerin diğer denizlerdeki tsunamilere uyarlanması için çalışılmaktadır. Bu konudaki ilk örnek, Ege ve Marmara denizleri için yapılan uygulamalarla Türkiye'dir.

Araştırma Merkezimiz, bu modellerin, yakın bir gelecekte, Japonya'da tsunami uyarı sistemi içinde görev yapmasını sağlamak amacındadır. Bunun için geliştirilmeye çalışılan "yakın kıyı tsunamileri uyarı sistemi"nin temel ilkeleri hızlılık, kesinlik ve detaylar olarak seçilmiştir. Uygulanan yöntem ise şöyledir: Yakın kıyı tsunamisinin kıyıya ulaşması 25-30 dakika almaktadır. Deprem olduğunda Japon Meteoroloji Ajansı (JMA) tarafından hemen tahmin edilebilen deprem özellikleri (fay yeri, boyu ve eni, çökme/kabarma yüksekliği, kayma ve dalma açısı, su derinliği, deprem yeri ve fay hattı doğrultusu), hazırlanmış bilgisayar modellerine ulaştırılabilecektir. Bu işlem ilk beş dakikada, modelin işlemesi ve sonuçların elde edilmesi ise takip eden on dakikada tamamlanabilecektir. Bu işlem yapılırken, olayın önceden denenmiş senaryolarla benzerliği de bilgisayarda gözden geçirilecektir. Depremden 15 dakika sonra ilk veriler elde edilmiş olacağından, yayın organları yardımıyla yerel halkın uyarılması mümkün olacaktır. Yerel halk için ivedi önlemler almak ya da kıyılardan uzaklara gitmek için en az 10 dakika süre kalacaktır. Ancak yöntemin başarı ile uygulanabilmesi için çok sayıda problemin ele alınması ve çözülmesi zorunludur.

Bugün Japonya'da deprem olduğunda, deprem ile ilgili ön bilgiler televizyon aracılığıyla ilk dakikalarda halka ulaştırılabilmektedir. Bunun tsunami için de gerçekleşmesi, yakın bir gelecek için saptanan hedeftir.

Doğal afetler önlenemeseler de etkilerinin azaltılması olanaklıdır. Uygulamadaki başarılar, bu konudaki bilimsel araştırmaların düzeyiyle olduğu kadar halkın duyarlılığı ve bilgisiyle de yakından ilgilidir.

masıdır. Ege adaları ise birer dalgakıran görevi yaparak Anadolu'yu bir ölçüde korumuştur. Bu dalganın ayrıca Mısır ve İtalya'da etkili olacağı kanısına varılmıştır. Bu sonuç, bugüne kadar açıklığa kavuşturulamamış olan 365 tsunaminin oluşma yeri ve mekanizmasının daha sağlıklı olarak belirlenmesine yetmiştir.

1894 Marmara Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

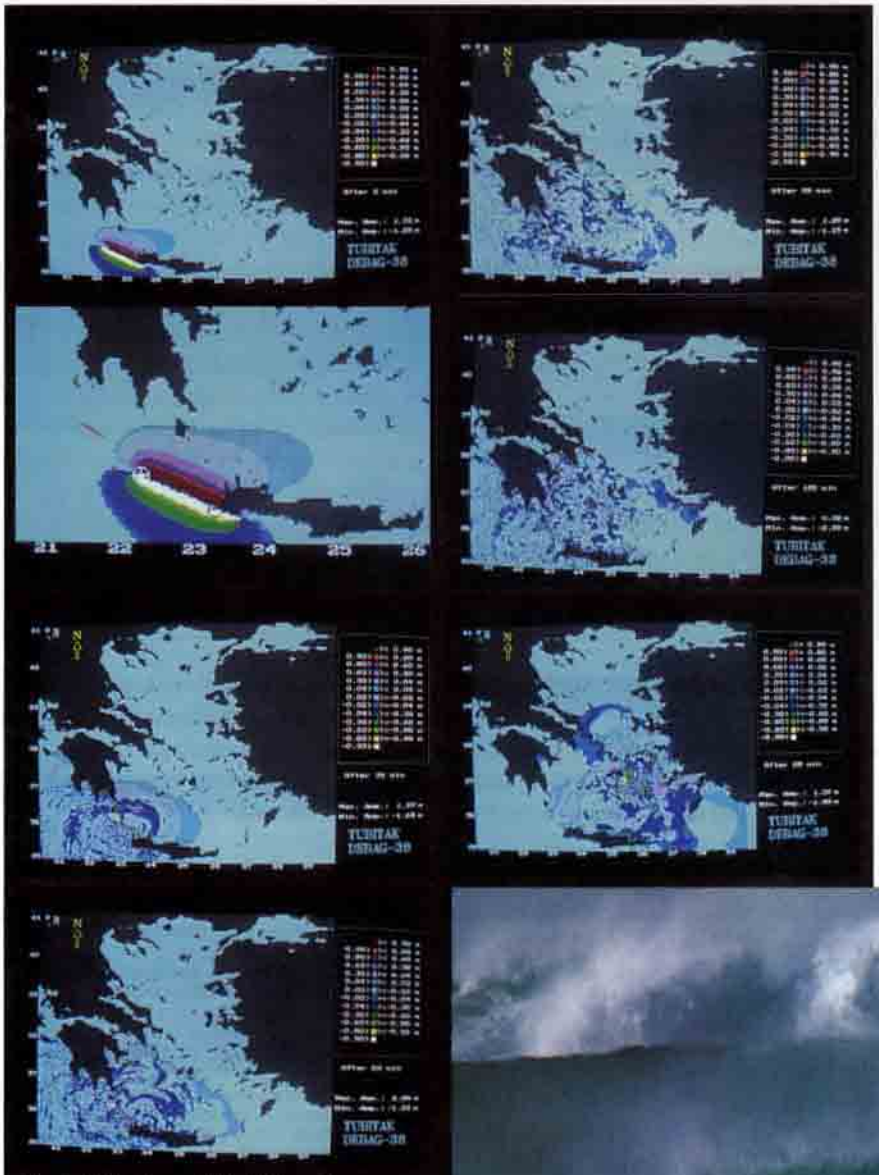
mektedir. Öyle ki; bu tsunami ilk dakikalarından itibaren Adriyatik ve doğu Akdeniz'e yönelmiştir. Enerjisinin az bir bölümü Ege Denizi'ne geçerek etkilerini adalarda göstermiş ve Anadolu kıyılarına zayıflayarak ulaşmıştır. Bunun nedeni, tsunaminin derin sulara yani Girit'in güneyine yönelmiş ol-

Marmara Denizi için ise 1894 İstanbul tsunamisinin benzetimi yapılmıştır. Bu tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu benzetimde de eldeki bilgiler ile uyumlu sonuçlara varılmıştır. Kapalı denizler olan Ege ve Marmara'daki tsunaminin uzunca bir süre denizde gezebildiği ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve İzmit körfezleri için yapılan uygulamada tsunaminin körfezler içindeki hareketleri modellenmiştir. Daralan biçimleri nedeniyle her iki körfezimiz için tsunami enerjisinin bazı yerlerde odaklanması beklenebilir. İzmir Körfezi'ne giren bir tsunami 60 dakika sonra Alsancak'a varabilir. Olasılıkla odaklanma Urla koyunda, tırmanma ise İnciraltı-Konak arasında gerçekleşecek ve buradan yansıyan dalga da Karşıyaka'yı etkileyecektir.

İzmit Körfezi'ne giren tsunami, Diliskelesi darlığında şişecek ve körfezin sonuna doğru daralan bölgede etkili olacaktır. Bu körfez içinde kıyılara 20 dakika içinde ulaşabilir.

Sonuç olarak; Anadolu ve çevresindeki fay zonları, tsunami dalgasının oluşumu, hareketi ve tarihteki çeşitli tsunami olayları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Ege Denizi, Marmara Denizi ve İskenderun Körfezi-Kıbrıs arasındaki bölgelerde bulunan olası deprem merkezleri, tsunamiye elverişli özellikler göstermektedir. Tarihsel verilere göre Ege Denizi için tsunami oluşma olasılığı 35 yılda birdir. Bu olasılık Marmara için 100 yılda bir, doğu Akdeniz için ise 60 yılda birdir.



Olası Andicithire Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Tsunami Dalgakıranları

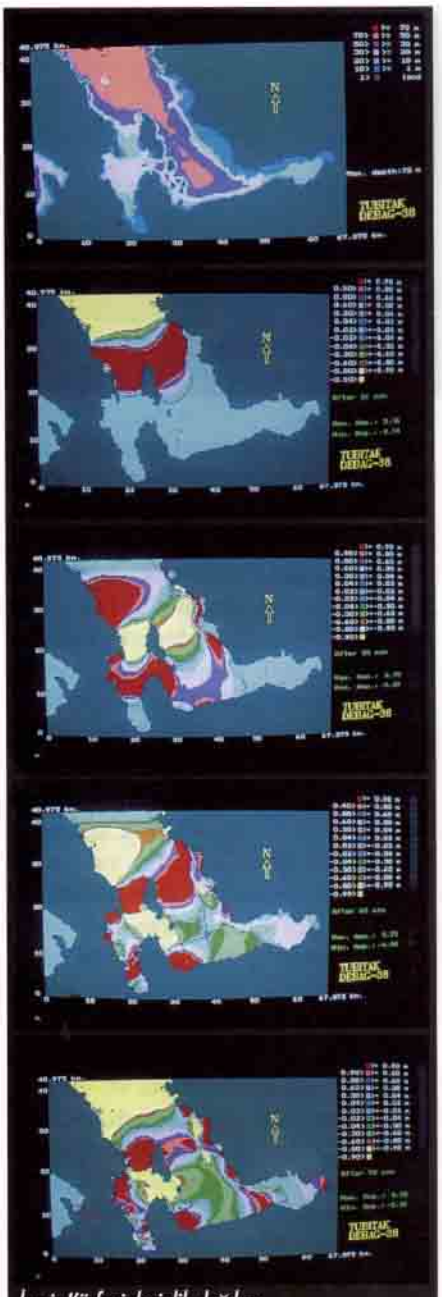
Adnan Akyarlı
Dokuz Eylül Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Japonya'nın Kamaishi Limanı için inşa edilen tsunami dalgakıranı

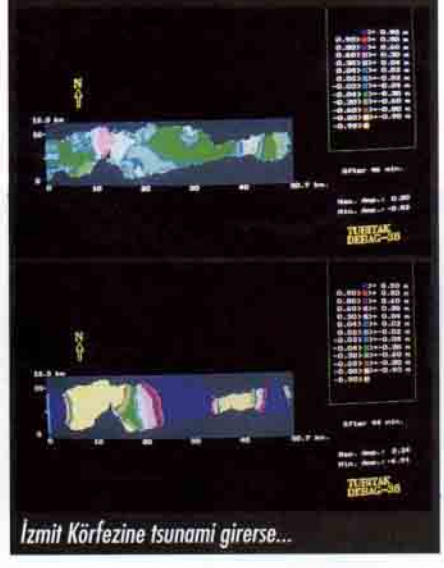
Japonya'da çalışmalarını sürdüren Liman Araştırma Enstitüsü'nün (PHRI - Port and Harbour Research Institute) 21 Nisan 1994 tarihinde halka da açık olarak düzenlediği gösterilerde kıyı ve liman mühendisliği konusundaki çağdaş uygulamalar ve teknolojik gelişmeler sunuluyordu. Bu gösterilerde, bir dalgakıranın tsunami etkisi altında uğradığı hasarın saptanması için gerekli fiziksel modeller geliştirilmişti.

Tsunami dalgakıranları, rüzgar dalgalarının yanısıra tsunamileri de indirgeyerek koruma alanlarının risklerini azaltmak amacı ile yapılan gerçekten görkemli boyutlara sahip deniz yapılarıdır. Örneğin Kamaishi Limanı için inşa edilen dalgakıranların yarı uzunluğu boyunca su derinliği, 63 m'ye kadar ulaşmaktadır. Şu an için dünyanın en derin dalgakıranı olan bu yapı, şevli bir dolgu temel üzerine oturan trapezoidal formda bir kesondan oluşmaktadır. Bunun üst tarafında ise dalga enerjisini kıran, çift yatay yarıklı bir düşey duvar yer almaktadır . Aynı isimli kenti korumak üzere Ofunato Körfezi'nin ağzında inşa edilen dalgakıranlar için Shoto tarafından verilen bilgiler, tsunami dalgakıranlarının dalga indirgeme etkinliklerini ortaya koymak açısından ilginçtir. Buna göre, dalgakıranların tasarımında periyotları 15 dakika ve 40 dakika olan 6 metre yüksekliğinde tsunamilerle, periyodu 9 saniye ve yüksekliği 4 metre olan bir rüzgar dalgası birlikte göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan ön değerlendirmeler, tsunamilerin genliğinin bu dalgakıranlarla 2 metreye düşürülebileceğini, buna karşılık iki dalgakıran arasındaki açıklığın oluşturduğu giriş ağzında hızı 6 m/s değerine kadar ulaşabilen çok şiddetli akıntıların yaratılacağını göstermiştir. Dalgakıran modellerinden laboratuvarda hazırlanan biri de 1/15 ölçeğinde, herbiri 2000 ton ağırlığındaki dikdörtgen kesonlardan oluşanıdır. Modelin yeraldığı dalga kanalında, özel düzenekler aracılığı ile tsunami yaratılarak gittikçe şiddetlendirilen bu dalgaların limana giriş ve limandan çıkış süreçleri incelenir. Bu modelde dalganın limana giriş hızı 8 m/s değerine ulaştığı anda, önce giriş ağzının sol yanında, daha sonra da sağ yanında yer alan uç kesonlar ayrılır; sonuçta dalgakıran hasara uğrar.

İnsanoğlunun doğal afetlere karşı daha savunmalı olmasını sağlamak amacı ile birçok araştırma yapılmakta; bunların sonucunda da, bir zamanlar için düşünülmesi dahi olanaksız teknolojik gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tsunami dalgakıranlarının tasarımında bu gelişimler gözönünde bulundurulmaktadır.



İzmir Körfezi derinlik dağılımı, İzmir Körfezine tsunami girerse...



İzmit Körfezine tsunami girerse...

Her depremden sonra kıyılara tsunami dalgası gelebilir. Bu duruma pek ender olarak rastlansa da dalganın kıyıda mal ve can kaybı yaratması olasılığına karşı duyarlı olunması zorunludur.

Tsunami, Ege Denizi'ni güney-kuzey doğrultusunda en çok üç saatte geçebilir. Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi ise 50 dakika kadardır. Ancak bu iki kapalı denizde de çalkantının uzun bir süre devam etmesi ve yansıyan dalgaların sonradan da etkili olması beklenmelidir. Ege için, adalar ve karmaşık kıyı düzeni nedeniyle tsunami enerjisinin bir ölçüde sönümleneceği beklense de enerjinin, V tipi körfezlerde oluşacak yansımalardan dolayı beklenmedik noktalarda odaklanarak, çok şiddetli akıntılar ve kıyılarda tırmanmalar yaratması, böylece hasarlara yol açması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Papadopoulos, G.A., Yalçıner, A.C., Kuran, U. 1956 Güney Ege Tsunamisinin Kaynak Mekanizması Üzerine bir Değerlendirme, 15. Uluslararası Tsunami Sempozyumu, Grenoble, 1994.

Shuto, N., Goto, C., Imamura, F., Numerical Simulation as a Means of Warning for Near Field Tsunamis, Coastal Engineering in Japan, Japonya, 1990.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Anadolu ve Çevresindeki Tsunamilerin Geçmişi, Bugünü ve Geleceği, 13. Uluslararası Tsunami Semppozyumu, Avusturya, 1991.

Yalçıner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura, F., Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması, TÜBİTAK-YDAB-ÇAG-38 Proje Raporu, 1994.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Sismik Orijinli Deniz Dalgaları Oluşum, Hareket ve Kıyılara Etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası, XXI. Teknik Kongre, İstanbul, 1991.

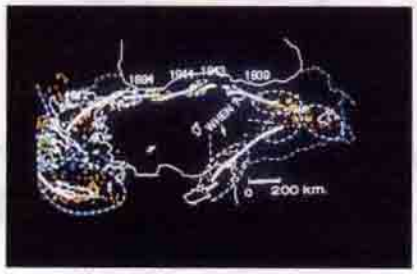
Anadolu Çevresinde Tsunamiye Yol Açan Sismik Olaylar

Uğur Kuran
Afet İşleri Genel Müdürlüğü

Anadolu'da dikkate değer iki fay zonu bulunmaktadır. Bunlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'dur (DAF). Ege Denizi'nin güneyinden geçen ve Hellenik Yay olarak isimlendirilmiş bir başka fay zonu da aktif durumdadır. Çizim 1'de Anadolu ve Ege Denizi çevresinde son yüzyıl içinde rastlanan süreksiz kırık ilerlemeleri, oluştukları yıllar belirtilerek gösterilmiştir. Bu çizimde gösterilen elipsler, makro depremlerin yoğunlaştıkları bölgeleri sınırlamaktadır. Ayrıca 1984, 1912, 1939, 1943 ve 1944 yıllarındaki depremler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca düzensiz kırık ilerlemelerinin sergilendiği görülmektedir. Çizim incelendiğinde Anadolu çevresindeki bazı deniz alanlarının, tsunamiye yol açabilecek deprem bölgeleri oldukları ortaya çıkmaktadır.

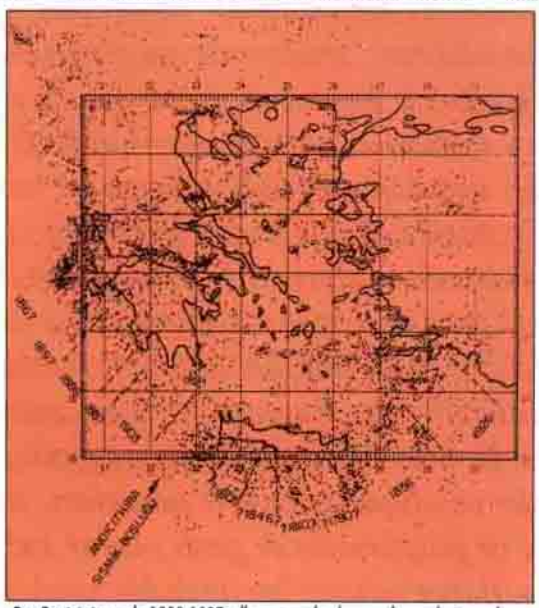
Doğu Anadolu Fayı'nın İskenderun Körfezi batısından geçerek Kıbrıs'a yönelen kolunun bulunduğu bölge bunlardan birisidir. Doğu Akdeniz'in özellikle Kuzey Kıbrıs kıyıları ve Anamur'dan başlayıp İsrail'e kadar uzanan kıyı bandının, gelecekte tsunami etkisi altında kalabileceği dikkate alınmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı, ülkemiz sınırları içinde Hakkari'den başlayıp Van Gölü'nün güneyi, Amasya, Bolu, İzmit, Marmara Denizi ortasından geçerek, Saroz Körfezi yolu ile Ege Denizi'ne uzanmaktadır. Bu fayın Doğu Anadolu Fayı ile buluştuğu yer Karlıova civarındadır. Erzincan-Elazığ-Van Gölü üçgeni içinde bulunan Van Gölü, Hazar Gölü ve büyük baraj gölleri DAF yakınlarına rastlamaktadır. Bu yüzden bölgedeki gölleri, sismik orijinli deniz dalgası eğilimli göller olarak değerlendirmek olasıdır. Hem tarihi kayıtlar hem de Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nden geçen kısmındaki hareketlilik, bu denizin her zaman için tsunami doğurabilecek depremlere sahne olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Ege Denizi'nde Mora Yarımadası'na yönelmiş olan son kısmı da ilerlemeye devam etmektedir. Fayın bu kısmındaki hareketlilik kuzey Ege'de; Hellenik Yay'ın Girit Adası güneyine uzanan kısmındaki tektonik hareketler ise güney Ege'de tsunami oluşturacak özelliktedir. Bu bölgelerde doğabilecek tsunami, tüm Ege adaları ve birçok Ege kıyısını, ayrıca güneydeki Akdeniz sahillerimizi etkileyebilecektir.

Alp-Himalaya kuşağının batısında sismik yönden en aktif ve karmaşık kesim, Ege Denizi'dir. Günümüzdeki derin tektonik sismik aktivite ise güney Ege bölgesinde oldukça büyük boyutlarda gelişme göstermektedir. Bu yüzden günümüzde elde edilen morfolojik, jeofizik ve magmatik veriler, dalma-batma olayının buralarda hala devam ettiğini göstermektedir. Basınç kuvveti alanlarının ada yayının konveks (dış bükey) tarafında hakim durumda olduğu, ancak yayın içindeki litosferde bu kuvvet alanının, çekme kuvvetleri olarak gelişme gösterdiği bilinmektedir. 100 km enindeki Benioff zonu oldukça iyi gelişmiş olup ada yayının konveks tarafından konkav (iç bükey) tarafına doğru uzanmaktadır. Hellenik Yay şeridinin konveks tarafı boyunca hakim bulunan basınç kuvvetleri, depremlerin oluşmasıyla yakından ilgilidir. Kuzey Ege'de ise derin tektonik aktivitenin zayıfladığı görülmektedir. Bu yörede takriben 100 km'den daha derin odaklı büyük depremlerin oluşmadığı dikkati çekmektedir.



Son yüzyılda Anadolu'da oluşan düzensiz kırık ilerlemeleri

Çizim 1'de gösterilen depremlerden özellikle 1894 ve 1939 yıllarında oluşan ikisi, tsunami yaratmış olmaları nedeniyle dikkate değerdir. Ayrıca, her iki depremle oluşan fay kırıkları, kısmen ya da tamamen kara içinde kalmalarına rağmen tsunami yaratmışlardır. Çizim 2'de ise Ege Denizi ve civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri gösterilmektedir. Ayrıca 1805-1926 yılları arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri de çizimde yer almaktadır. Hellenik Yay'ın sismik özelliklerinin iki ayrı yöntemle incelendiği çalışmada, 1805-1926 tarihleri arasında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin plaka sınırlarının, sığ derinliklerde oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu depremlerle birlikte oluşan kırıkların boylarının 100-150 km arasında değişmekte olduğu belirtilerek, Hellenik plaka sınırının takriben 22.5° Doğu ile 23.5° Doğu arasındaki kesimi "Andicithira Gap" veya "Andicithira Sismik Boşluğu" olarak tanımlanmıştır. Girit Adası'nın batısı ile Andicithira Adası arasındaki bu bölge, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda 100 km uzunluğunda olup, bölgede M < 8 büyüklüğünde bir depremin oluşabileceği belirtilmiştir. Olası bu depremin 1856, 1886, 1903 ve 1926 yıllarındaki depremlerle meydana gelen kırılmalara eşdeğer büyüklükte olabileceği düşünülmektedir. Andicithira Sismik Boşluğu'nda 1629, 1750, 1798 yıllarında üç yıkıcı depremin oluştuğu belirlenmiş bulunmaktadır. Eğer bu sismik boşluk bu üç depremden etkilenmemiş ise, günümüzde hâlâ Hellenik Yay üzerinde, Andicithira Sismik Boşluğu'nun varlığından söz etmek doğru olacaktır. Meydana gelen büyük depremler sadece fay kırığının civarında değil, aynı zamanda oluşturdukları deniz dalgalarıyla uzun mesafelerde de etkili olabilmektedirler. Buna Ege Denizi'nden çarpıcı bir örnek vermek yararlı olacaktır. Şöyle ki Andicithira Sismik Boşluğu'nda geliştiğini düşündüğümüz büyük bir depremin 365 yılında oluşturduğu tsunami, 21 Temmuz gecesi yaklaşık 900 km uzakta yer alan İskenderiye limanında bulunan gemileri sürüklemiş ve kara içlerine kadar atmıştır. Deniz çekildiğinde karada kalan bu ganimetleri yağmalamak isteyen halkın üzerine muhtemelen ikinci bir deniz dalgası gelerek 5000 kişinin boğularak ölmesine neden olmuştur. Aynı dalganın Adriyatik kıyıları ve Sicilya Adası'nda da çok etkili olduğu belirlenmiştir. Andicithira Sismik Boşluğu'nun hemen yanında yer alan Girit Adası en büyük tahribata uğrayan bölgelerden biridir. Adanın on kenti yok olmuş ve büyük bir kısmı su altında kalmıştır. Yıkılan şehirlerden bazıları; Knossos, Gortina, Heraklion, Lerapetra, Honia (Akrotiri), Mallia, Voulismeni ve Zakros'tur. Bu depremde sadece Girit'te 50 bin kişinin öldüğü bilinmektedir. Depremin geniş çapta etkili olduğu sahalar Girit, Peloponez, Mora Yarımadası ve Adriyatik kıyılarıdır. Olimpos'taki Zeus tapınağının hasar gördüğü ve surların yıkıldığı da kayıtlıdır.



Ege Denizi civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri.

Denizin Kıyıya Taşıdığı Felaket

Tsunami

"Bunları yakarsam köylülerin yaşamını kurtarabilirim," diyerek demetlerden birini birden ateşledi. Alev yumağı rüzgarın üflemesiyle bir anda büyüyüverdi. Yangını gören biri tapınağın çanını çalmaya başlamıştı bile. Genç bir köylü, "Yangın!" diye bağırarak tepeye hızlıca koştu. Diğer köylüler, kadınlar ve çocuklar onu izlediler. Sonunda yirmi genç tepeye ulaşabildi. Onlar yangını söndürmeye çalışırlarken Gohei "Bırakın yangını! Bir afet olacak! Köylüleri buraya getirin!" diye güçlü bir sesle haykırdı. Köylüler birer birer gelmeye başladıklarında gençleri, yaşlıları, kadınları ve çocukları tek tek saydı. Birdenbire denizde ince, kara bir çizgi belirdi. İzledikleri sürece genişleyen, kalınlaşan, kıyıya doğru hızla yaklaşan ve kabaran bir çizgi... "Tsunami!" diye haykırdı birkaçı. Hemen sonra, önlerindeki su dağ gibi kabarıp karaya atlarken, sanki yüzlerce gökgürültüsü birleşmiş gibi bir gümbürtü duyuldu. Bir an için, denizin serpintileriyle oluşan ve tepeye yönelen bulutlardan başka birşey görünmez oldu. Beyaz haşin köpükleriyle deniz, köyün üzerinden şiddetle geçmişti bile. Sular köyün üzerinde ileri-geri iki ya da üç kez geçiverdi. Tepede ise çıt çıkmıyordu. Herkes köyün bulunduğu yere boş bir ümitsizlik içinde bakakaldı... Yaşama bağlandıkları yuvaları, biricik köyleri dalgalarla kazılmış, iz bırakmadan yok olmuştu...

"BU PEK NORMAL DEĞİL" diye mırıldandı yaşlı Gohei kendi kendine. Deprem pek öyle şiddetli olmamıştı ama bu uzun ve yavaş yer sarsıntısı Gohei'nin bugüne kadar yaşadıklarından oldukça farklıydı. Köydeki tepede yer alan evinin bahçesinden aşağıya tasayla baktı. Köylüler harman sonu festivali hazırlıklarına öylesine kapılmışlardı ki, depremin farkına bile varamamışlardı. Gözlerini denize çevirdiğinde Gohei hayretten donakaldı. Tuhaf bir dalga rüzgara karşı ve derin suya doğru denizi çökerterek gidiyordu. Bir an sonra sular tamamen çekildi ve denizin kum ve kayalık tabanı ortaya çıkıverdi. "Bu tsunami olmalı!" diye düşündü Gohei. Eğer şimdi birşey yapmazsa, bu dalga dörtyüz kadar köylünün yaşamını, köyü ile birlikte yutacaktı. Yitirecek bir dakika bile yoktu. Eve koşarak elinde kocaman bir meşale ile dışarı çıktı. Oradaki tarlada çeltik demetleri duruyordu.

Ahmet Cevdet Yalçıner
ODTÜ İnşaat Müh Bölümü
Kıyı ve Liman Müh Araş Mer

ENERJİ, su ortamı içerisinde dalga hareketi ile ilerleyebilmektedir. Rüzgar enerjisinin sürtünme yoluyla denize geçişi, dünya ile ay ve güneş arasındaki çekim kuvvetinin zamansal değişimi, limanlar ya da küçük körfezlerde gemilerin ortaya çıkardığı etki ve sualtındaki çeşitli tektonik hareketlerle enerjinin suya geçişi gibi olaylar; deniz veya göllerde çeşitli biçimlerde dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların hemen hepsi, onları yaratan enerjinin özelliklerine göre farklıdırlar.

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen "tsunami" sözcüğü, okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan, uzun dönemli bir deniz dalgasını temsil eder. 15 Haziran 1896 günü Japonya'nın Pasifik kıyılarına çarpan ve 21.000 kişinin ölümüne yol açan " Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" nedeniyle Japonların dünyaya yaptığı yardım çağrıları, "tsunami" sözcüğünün hemen hemen tüm ülkelerde çok daha büyük duyarlıkla algılanmasına ve tüm dillerde aynı biçimde kullanılmasına yol açmıştı. Özgün bir dalga olan tsunamiye, Pasifik Okyanusu'nda çok sık, diğer okyanus ve denizlerde ise nadir olarak rastlanmaktadır. Dalga yüksekliği derin denizde bir insan boyu kadar küçük, dalga boyu ise yüzlerce kilometre kadar uzundur. Bu dalganın diğer tip deniz dalgalarından farkı ise; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilemezken sığ sulara geldiğinde, dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga, insanlar için deprem, tayfun, yangın, çığ veya sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

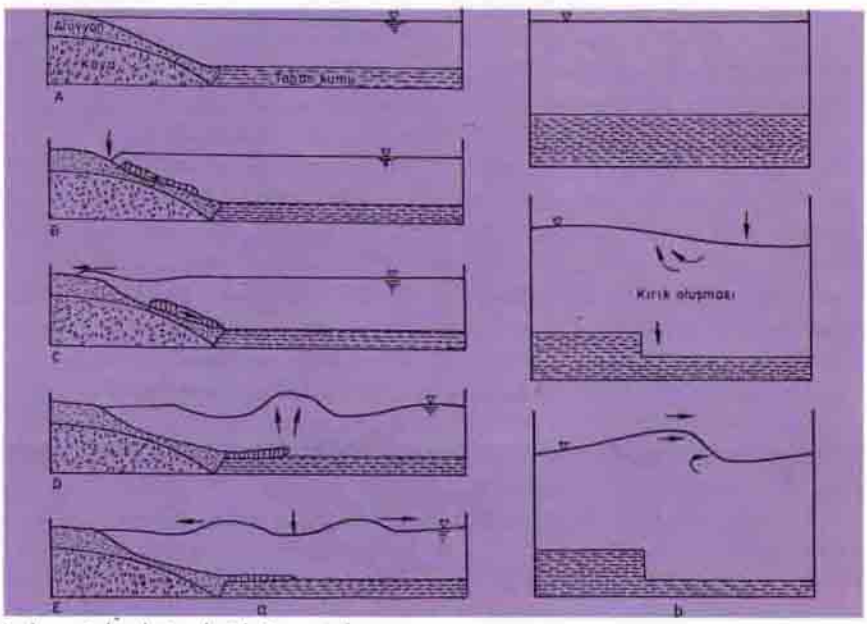
Anadolu'yu çevreleyen denizlerde tarih boyunca tsunamiler oluştuğu, bunlara son yüzyıl içinde de rastlandığı bilinmektedir. Kıyı alanlarındaki doğal kaynakların ekonomik açıdan taşıdıkları önem ve ülkemizin bu kaynaklara olan büyük gereksinimi nedeniyle, kıyılarımızda zarara yol açacak doğal afetlerin etkilerinin azaltılması yolunda çalışmalar yapılması gereklidir. Konuyu tsunami özeline taşıdığımızda ise, geçmişte az etkili olmuş bir tsunaminin günümüzde yinelenmesinin, önemli zararlara yol açacağı beklenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalar; kıyılardaki büyük yatırımlar (nükleer ya da termik santraller), denize bitişik sayısız yerleşim merkezleri ve turistik tesislerin, tsunami etkisi için hedef durumda olduklarını göstermektedir. Bu gerekçeler ise, gelecekte denizlerimizde oluşabilecek depremler ve bunlara bağlı tsunami olaylarının şimdiden değerlendirilmesi ve Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de tsunamiye elverişli kıyı alanlarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TÜBİTAK Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından desteklenen "Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması" başlıklı temel araştırma projesi bu konudadır. Bugün çeşitli ülkelerde başka denizler için de uygulanabilir duruma getirilmeye çalışılan iki bilgisayar modelinin Japonya dışında kullanımına başlanması ilk kez Türkiye'de gerçekleşmiştir. Bu özgün projenin TÜBİTAK desteği ile uygulanabilmesi bugün Türkiye'deki kıyı biliminin, özellikle Ege olmak üzere Marmara ve Doğu Akdeniz tsunamileri konusunda özgün bilgiler üretmesine ve uzman Türk bilimcilerin kazanılmasına yol açmıştır.

Tsunami Oluşumu ve Hareketi

Tsunami, tektonik olaylar ile denize enerji geçmesi sonucu oluşur. Dalga boyu yüzlerce kilometre uzunluğunda olduğundan uzun dalgalar sınıfına girer ve hemen her su derinliğinde sığ su dalgası koşullarını sağlayabilir. Denizde, derinlik farklılaşması etkisiyle sapmaya uğrayarak ve karşılaştığı engeller (adalar) nedeniyle dönerek yoluna devam eder. Kıyılara geldiğinde taban sürtünmesi ve yansımadan etkilenerek taban eğiminin özelliklerine göre tırmanır. Tsunami, ilk oluştuğunda tek bir dalga halindedir. Kısa bir süre içinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birinci ve sonun-



Sualtı zemin hareketi nedeniyle Tsunami oluşumu

cusu çok zayıf olup diğerleri ise etkilerini kıyılarda oldukça şiddetli biçimde hissettirecek enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremden kısa bir süre sonra kıyıda görülen yavaş ama anormal su yükselmesi ilk dalganın geldiğini belirler. Bu yükselme, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk ve tek habercisidir.

Tsunaminin hareketi, diğer dalga türleri gibi matematiksel model kurularak incelenebilmektedir. Matematiksel modellerde, derin denizde lineer dalga teorisine göre çıkarılan dalga denklemlerinin, başlangıç değer problemi şeklinde sayısal yollarla çözülmesi; sığ su derinliğinde ise (30 m'den küçük derinliklerde) taban sürtünmesi de gözetilerek sayısal çözümün kıyıya kadar devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Bu modeller, denizdeki depreme bağlı su düzeyi değişimine ilişkin verileri girdi olarak alıp işleyebilmekte ve kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşabileceği konusunda bilgiler üretmektedir.

Tarihte Tsunami

Tarihsel kayıtlarda, dünyadaki büyük denizlerin hepsinde tsunami olaylarına rastlanmaktadır.

Pasifik Okyanusu Tsunamileri: Şili açıklarında 24 Mayıs 1960 sabahı oluşan Şili tsunamisinin doğuya ilerleyen bölümü, Şili'ye bir saatte varmış ve pek etkili olamamıştı. Batıya ilerleyen bölümü ise tüm Pasifik alanında ve kıyılarında etkili olmuş; enerjisinin Japon takımadaları yönünde odaklaşması nedeniyle de büyüyerek Japonya'ya 22 saatte ulaşmıştı.

Sonuçta sadece Japonya'da 4983 evin yıkılmasına ve 149 can kaybına neden olmuştu. Asya kıyılarından yansıyan dalgalar, Şili'ye geri geldiklerinde ise beklenmedik düzeyde hasar ve can kaybına yol açmışlardı. 27 Mart 1964 Alaska depremi, Paskalya

Güncel Tsunamiler

Fumihiko İmamura
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Son iki yıl içinde Pasifik'te oluşan altı tsunami tüm bilimcileri şaşırtmıştır. Bu olaylarda meydana gelen maddi hasar hesaplanabilecek gibi değildir. Toplam can kaybı ise 2300 olmuştur. Bunlardan en yakın tarihli olanı 1983 yılında Japon Denizi'nde gerçekleşmiş ve 100 ölümle sonuçlanmıştır. Genel olarak dalma zonu bölgesindeki sığ odaklı depremler tsunami yaratmaktadır. Son yıllardaki tsunamilerin tırmanma yüksekliği 20 m'yi bulmuştur. Zarar ve can kaybı, bu tırmanmadan çok, şiddetli akıntılarla meydana gelmektedir. Bütün bu bilgiler, bizleri gelecekteki tsunamilerin insan yaşamına olan etkilerini azaltmak üzere daha çok araştırma yapmaya itmektedir.

Son iki yıldaki tsunamileri yerinde incelemek üzere kurulan Uluslararası Tsunami Araştırma Ekibi ile yapılan çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir:

Nikaragua Tsunamisi (2 Eylül 1992, deprem şiddeti: 7.2) Nikaragua açıklarındaki depremin yol açtığı bu tsunami, bir köyün yok olmasına, 167 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tırmanma yüksekliğinin 10 m olduğu bulunmuştur. Bu tsunami, Nikaragua'nın yanısıra Hawaii ve Japonya'da da hissedilmiştir.

Flores Tsunamisi (12 Aralık 1992, deprem şiddeti: 7.5) Nikaragua'da gerçekleşen depremden 20 gün sonra toplanan bilimadamları, yeni bir tsunaminin oluşması durumunda olay yerine zamanında ulaşmak üzere hazırlıklara başlamışlardır. Üç ay sonra Endonezya'nın volkanik adası Flores'in Kuzey kıyılarına çarpan tsunami, 1712 ölüm ve 28.386 evin yıkılmasıyla sonuçlanmıştır. Babi adasının iç kısımlarındaki iki köye ulaşan deniz suları çok sayıda evi hasara uğratmış ve sadece burada 263 can almış, iki kilometrelik kıyı şeridinin karaya uzanan 150 metrelik kısmı da çöküp gitmiştir. Uluslararası araştırma ekibinin adaya varması ise 15 günü bulmuştur.

Kamçatka Tsunamisi (8 Haziran ve 13 Kasım 1993, deprem şiddeti: 7.2) Bu tsunami, düşük şiddette olması nedeniyle hasarsız atlatılmıştır.

Hokkaido Nansei oki Tsunamisi (12 Temmuz 1993, deprem şiddeti: 7.6) Japon Denizi'nin kuzeyinde oluşan bu tsunami için bölgeye ilk ulaşan araştırmacı, verilen sözlerin alınan kararların yine tam anlamıyla gerçekleşmemiş olduğunu gördü. Aradan 3 gün geçmiş olmasına rağmen bilimadamları bölgede değillerdi. Teknelerin hepsinin batmış olması nedeniyle limanda denize açılacak tekne yoktu. Liman, tekne ve otomobillere mezar olmuştu. Adanın diğer tarafından gelecek teknelerin yanaşması da bu nedenle mümkün değildi. 20 km'lik kıyı şeridi gözönüne alındığında ortalama tırmanmanın 10 m olduğu görülmüştür.

Tırmanma yüksekliğinin 15-30 m'ye kadar çıktığı belirtilen bu tsunamide can kaybı 238 olarak kaydedilmiştir.

Mariana Tsunamisi (8 Ağustos 1993, deprem şiddeti: 8.0) Guyam Adasının güneyindeki Mariana bölgesinde gerçekleşmiş en şiddetli depremdir. Önceden bu bölgede 7.5 şiddetinde depremler olduğu (5 Nisan 1990) bilinmektedir. Bu tsunami, Japonya kıyılarında 30 cm yükselme yaratmış, ancak hasara yol açmamıştır.

Doğu Java Tsunamisi (3 Haziran 1994, deprem şiddeti: 7.2) Kıyıdan 200 km uzakta gerçekleşen bir depremle ortaya çıkan bu büyük tsunami, ardında 200'den fazla ölü, 400'den fazla yaralı bırakmış ve 1000 evin yıkılmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, tırmanma yüksekliğinin 13.2 m olduğu anlaşılmıştır.

yortusundan önceki cuma gününe rastlar. Veldez limanında yük boşaltan bir şilebin güvertesinde film çeken bir gemici, tarihin en önemli depremlerinden birini filme almakta olduğunu bilmiyordu. Ansızın müthiş bir sarsıntı ile şilebin yanında büyük bir yarık oluşuverdi ve limanın içindeki sular çekilmeye başladı. Gemi batarken, rıhtım ve çevresindeki kara kütlesi de gevşeyerek denize aktı. Deprem dört dakika sürmüştü. Oluşan tsunami denizden 25 m yükseklikte bulunan bir deniz fenerini ve beş görevlinin yaşadığı evi, bulundukları yerden 17 m yüksekliğe fırlatmıştı. Bu tsunami Japonya'ya altı saatte varmıştır.

Volkan patlamaları sonrasında da tsunamilerin oluştuğu tarihte kayıtlıdır. Bunlardan bazıları, Ağustos 1883 Karakatau Volkanı patlamaları sonrası oluşan üç ayrı tsunami, ayrıca Ekim 1883 Alaska Augustin Volkanı, Eylül 1952 Myojin Reef Volkanı ve Ocak 1914 Sakurajima Volkanı patlamaları sonrasındaki tsunami olaylarıdır. Karakatau tsunamileri deniz alanının 10 km çapındaki bölümünün 190 m çökmesi ile ortaya çıkmıştır.

Anadolu Çevresindeki Tsunamiler: 36° 21' kuzey, 25° 21' doğu koordinatlarındaki güney Ege'nin en ilginç adası Santorini (antik adıyla Thera)'nin Tunç dönemindeki çapının yaklaşık 16 km olduğu sanılmaktadır. Thera'dan önce bu adaya "Kalliste" (en güzel ada) ve "Strogili" (çember ada) adlarının verildiği de bilinmektedir. Bugün bu isimler unutulmuştur bile. Çünkü Santorini bugün artık ne çember biçimindedir ne de o bilindiği güzelliktedir. Artık tunç döneminden günümüze defalarca püskürmüş olan aktif bir volkanın krateri durumundadır.

M.Ö. 1560 yıllarında aktif duruma geçen volkanın krater oluşum sürecinde, Thera'nın üçte ikisi püskürtülerek, çember biçimindeki ada hilal biçimindeki bir ay parçasına benzemiştir. Bu olayı takibeden tsunami, Karakatau volkanı patlaması sonucu gerçekleşen tsunami ile aynı özellikleri taşır. Thera tsunamisi ile taşınan adaya ait sünger taşları, kuzey Ege'de Semadirek adasının güneyinde, Rodos'ta, Anaphi'de, Girit'te, Girne'de ve İsrail kıyılarında bulunmuştur. Bir örnek verirsek Thera'nın sünger taşları; adanın 24 km batısındaki Anaphi adasında, kıyıdan 250 m içeride ve denizden 35 m yükseklikte bulunmuştur. Bu bilgi, Anaphi adasındaki tsunami tırmanma yüksekliğinin en az 35 m olduğunu göstermektedir.

Girit'te efsanevi kral Minos'un ülkesi Minoan uygarlığına ait tüm gemicilik teknolojisinin, tarım ve ticaret kaynaklarının yok olması ve uygarlığın çöküşü bu tsunami ile başlar. Girit'lilerin adayı terkedip ana karaya geçişlerinin bu dönemde başladığı iddia edilmektedir. Anadolu uygarlıklarının da aynı tsunamiden nasıl etkilendiklerini araştırmak önemli bulgular verecektir.

Thera volkanı 1457, 1573, 1650, 1866 ve 1925 tarihlerinde aktif duruma geçmiş ve hemen her seferinde tsunamiler yaratmıştır. Son bin yılda oluşan Ege tsunamilerinden bilinenlerinin sayısı 47'dir.

Yakın tarih içinde önemli sayılan tsunamilerden biri de; Ege Denizi'nde 9 Temmuz 1956 tarihli iki depremin neden olduğu tektonik olaylar sonucu doğan tsunamidir. Bu tsunaminin ilk dalga yüksekliğinin 4.0 m olduğu sanılmaktadır. Deprem ve takibeden tsunami, Ege adalarında 250 kişinin ölümüne ve 80 kadar teknenin sürüklenip batmasına yol açmıştır. Bu dalganın benzerinin bugün Ege'de oluşması durumunda, yukarıdaki rakamların çok üstünde can ve mal kaybı olacağı tahmin edilmektedir.

14 Aralık 558, 26 Ocak 740, 14 Ekim 1344, 14 Eylül 1509 ve 5 Nisan 1646 tarihlerinde Marmara Denizi ve İstanbul'un da tsunamiden etkilendiği belirtilmektedir. 1509 depreminde Hereke Koyu boyunca yer alan Bizans dönemine ait yalı köşkleri, deniz sularının altında kalmış; Haliç dalgaları Galata surlarını aşarak arka plandaki mahallelere ulaşmıştır.

10 Eylül 1894 tarihindeki Marmara Denizi merkezli 7.6 şiddetindeki deprem nedeniyle Marmara kıyıları ve adalarda, deniz önce 200 m geri çekilmiş sonra karaya ilerleyerek denizdeki kayıkları karaya atmıştır. Adalardaki gemiler ise yüksek dalgalarla çalkalanmıştır. Bu arada Eser-i Cedit vapuru da Büyükada önünde karaya oturmuştur. Heybeliada Çam Limanı'ndaki sular bir süre tamamen çekilmiştir.

10 Ağustos 1114 depreminin Mersin, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa'da etkili olduğu ve sadece Kahramanmaraş bölgesinde 45.000 kişinin ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Bu deprem, İsrail'de de hissedilmiş ve doğu Akdeniz'de tsunamiye neden olmuştur. Doğu Akdeniz'de tsunami yarattığı bilinen bir başka deprem de 20 Mayıs 1202 depremidir.

Karadeniz'de ise tsunami örneğine 1939 Erzincan depreminde rastlanılmıştır. Depremin etkisi ile kuzeyde, Karadeniz kıyısındaki Fatsa bölgesin-

Güney Ege'nin Tsunami Kaynağı, Volkanik Ada Thera

Gerasimos Papadopoulos
Deprem Planlama ve Araştırma Merkezi, Atina

Volkan patlamaları ve depremleri nedeniyle Güney Ege, Yunanistan'ın tektonik açıdan çok aktif bir bölgesidir. Bu bölgede oluşan depremler ya sığ odaklı (70 km'den daha sığ yerde), ya da orta derinliğe odaklı (70-200 km derinlikte)'dırlar.

Güney Ege'deki en belirgin jeofizik yapı, burada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan volkanlar kuşağıdır. Kuzeydoğuda Menthana, ortada Thera (ya da Santorini) ve güneydoğuda Missyros, üç önemli aktif volkan olarak yer alırlar. Bunlardan başka son 3000 yıldır etkinlikte bulunmuş olan volkanlar da vardır. Thera, büyüklüğü ve son 1500 yıldır süregelen aktifliği nedeniyle dünyadaki en önemli volkanlardan birisi olup etkisini güney Ege uygarlıklarında sık sık göstermiştir. Güney Ege'deki deprem ve volkanik aktivitelerin temel nedeni, Afrika platosunun Ege denizi tabanının altına 2.5 cm/sn hızla dalmakta olmasıdır.

M.Ö. 1560'larda Thera'da çok büyük patlamalar gerçekleşmiştir. Bu patlamaların ardından büyük tsunamilerin oluştuğu, jeolojik ve arkeolojik bulgulardan anlaşılmaktadır. Bunların Ege ve doğu Akdeniz'de etkili oldukları sanılmaktadır. Metrelerce yükseklikteki dalgalar ilk 20 dakika içinde Girit'in kuzey kıyılarına ulaşabilmiştir. Thera'daki antik kent Akrotiri'de kazı yapan Atina Üniversitesi profesörlerinden S. Marinatos, Girit'in en önemli uygarlığı olan Minoan uygarlığının bu dönemde çöktüğünü açıklamıştır. Bu nedenledir ki Thera patlamalarına Minoan patlamaları da denilir. Minoan tsunamilerinin oluşum, büyüklük ve etkileri üzerine araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Volkanik merkezin çökmesi sonucu ilginç bir krater oluşmuştur. Bu aktivitelerin Minoan döneminden beri sürmekte olduğu, bu yüzyılda da devam ettiği bir gerçektir. Büyüklük açısından en belirgin olanı, M.S. 1650'de gerçekleşen patlamadır. Bu konudaki Yunanca ve Fransızca kaynaklardan alınan bilgilere göre ilk patlama 29 Eylül 1650'de şiddetli bir depremle birlikte olmuş, kraterdeki büyük çökmeye bağlı olarak büyük bir tsunami de ortaya çıkmıştır. Bu tsunami, güney Ege ve özellikle oniki adalarda 30 m yüksekliğinde tırmanma yaratmış; Thera ve komşu adalarda çok etkili olmuştur. Kuzey Girit'te ise 4-5 m'lik tırmanma gözlenmiştir. Girit'in başkenti Heraklio limanındaki gemi ve tekneler büyük hasar görmüş ve çoğu batmıştır. Yakın geçmişte adaya yapılan teknik gezi ve arazi çalışmaları ile bu tsunaminin etkilerinin saptanması ve doğruluğu konusunda bilgiler elde edilmiştir. Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki derin bölgede 7.5 şiddetindeki depremlerle oluşan 9 Temmuz 1956 tsunamisi de Amorgos adasında 20 m, Astypalaea adasında ise 25 m tırmanmış ve tüm kıyılara hasar vermiştir. Bu ve diğer jeofizik veriler, Thera ve çevresinin, Avrupa ve Akdeniz'de tsunamiye en elverişli bölge olduğunu desteklemektedir. Bu tsunamilerin bir benzerinin gelecekte oluşması, kıyılarda geçmiş dönemde oluşan hasarlardan çok daha fazlasını gündeme getirecektir. Bundan dolayı, bölgenin "tsunami potansiyeli" hakkında bilimsel çalışmaların sürdürülmesi ve tsunami etkilerini azaltmaya yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Avrupa Topluluğu tarafından desteklenen, "Avrupa Kıyılarında Tsunami Oluşum ve Etkileri" konulu proje (GITEC) şu sıralar yürütülme aşamasındadır.

de deniz önce 50 m çekilmiş, sonra 20 m ilerlemiş ve daha sonra da normale dönmüştür. Kırım kıyılarında da denizin önce karaya doğru ilerlediği, sonra geri çekildiği Richter'in kitabında kayıtlıdır.

Nasıl Korunmalı?

"İnşallah olmaz" demek bir korunma yöntemi değildir. Denizler tabanına özel ölçüm aygıtları yerleştirerek "Tsunami Uyarı Sistemleri" kurmak da en azından şimdilik ekonomik bir korunma yöntemi olarak sayılamaz. Ancak günümüze kadar yaşanmış çeşitli deneyimlerin anlatılması ve tsunami hakkındaki temel bilgilerin yayınlanması, can kaybını en aza indirmeye yetebilir.

Bilinmelidir ki, tsunami çok zayıf bir deprem ile de oluşabilir. Deniz kıyısında iken hissedilen her deprem sonrasında tsunami gelme olasılığı (çok zayıf da olsa) vardır. Kıyıya tsunaminin ilk gelişi su düzeyinin anormal biçimde (10-15 dakika içinde) 1-1.5 m kadar yükselmesi ya da çökmesi ile kendini belli eder. Tsunaminin bu ilk öncü dalgası, aynı zamanda da arkadan gelecek olan iki ya da üç kuvvetli dalganın habercisidir. Yıkıcı dalgaların derin denizden gelişi sırasında gökgürültüsünü andıran uğultular duyulur. Bu sesler de 20 dakika içinde kıyıya varacak olan diğer dalgaların şiddetini önceden haber verirler. Bu durumda yapılacak tek şey kıyıdan uzaklaşmaktır. Teknede bulunanlar, kıyıdan uzaklara, derin sulara giderek dalganın tekneye ve kendilerine vereceği zararı azaltabilir ya da önleyebilir-

İki düzlem, birbiri üzerinden aşarken deniz tabanında bir parçayı kaldırarak 18 km uzunluğunda bir dalga oluşturur. Buna da tsunami denir. Kıyıya yakın bölgelerde dalganın en üst noktasında oluşan geriye doğru devinim, bütün bir limanı boşaltabilir. Tabanla dalga arasında oluşan sürtünme, dalgayı yavaşlattığından dalgada kırılmalar meydana gelir ve tsunaminin yüksekliği gittikçe artar.

ler. Karada olanlar için ise denizden uzağa gitmek zorunludur. Böylece dalga ile sürüklenme ve yaralanma tehlikesi ortadan kalkar. Tsunami etkisi ile ölenlerin büyük çoğunluğu meraklı kişilerdir. Dalganın kıyılardaki hareketini merakla izleyenler, kendilerini birdenbire denizde şiddetle sürüklenirken bulurlar. Sürüklenme yönü ya denizin içine ya da kara tarafınadır. Bunların dışında, yapılması gereken en önemli şey, her konuda olduğu gibi bu konuda da araştırma yapmak, bulguları uygulamak ve kişileri bu konuda eğitmektir. Tsunami için yapılabilecek en uygun araştırma biçimi de bilgisayar modeli oluşturmaktır.

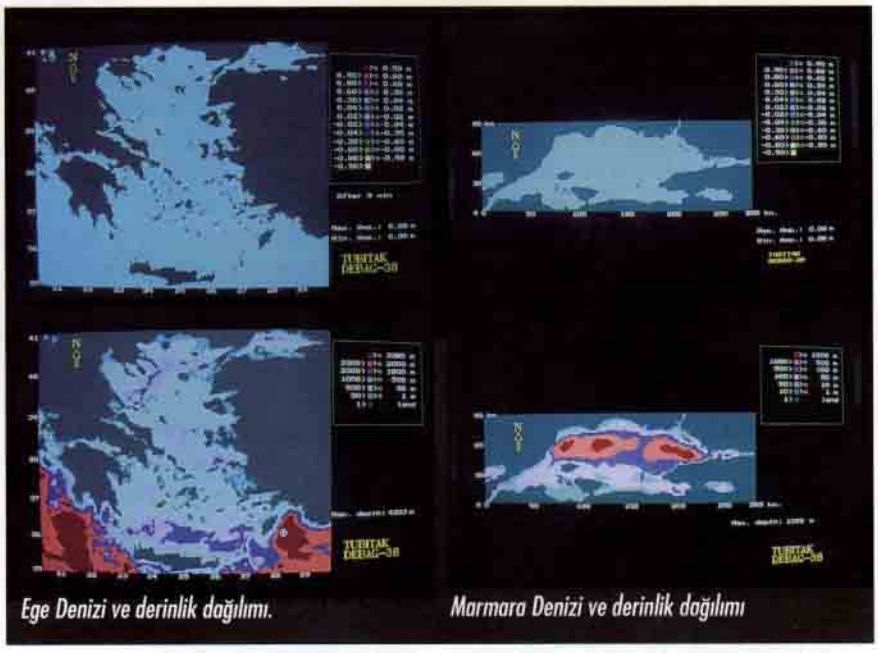
Tsunami Hareketinin İncelenmesi

Uzun dönemli dalgaların hareketini tanımlayabilen denklemlerin çeşitli sınır koşullarında sayısal yollarla çözülmeleri için, başlangıç koşulları olarak tsunami dalgasına benzeyen su düzeyi seçilir. Böylece su düzeyinin zaman içindeki değişimi elde edilebilmektedir. Bu yöntemin uygulanması sırasında, lineer dalga denklemleri yardımıyla su düzeyinin derin deniz bölgesindeki değişimi; sığ su denklemleri kullanıldığında ise, körfezler ya da kıyı alanlarındaki değişimler daha hızlı ve doğru olarak hesaplanabilmektedir.

TUNAMI-N1 ve TUNAMI-N2, Fortran dilinde hazırlanmış bilgisayar programlarıdır. Temel girdiler olarak, belirli grid aralıklarındaki su derinliği değerleri ve deprem parametreleri (fay kırığının başladığı ve bittiği koordinatlar, kırık eni, su derinliği, dalma açısı, kayma açısı ve taban çökmesi/kalkması miktarı) kullanılır. Birinci işlem olarak deprem parametreleri ele alınarak ilk dalga profili saptanır. Bu değerler, sayısal çözüm için gerekli olan başlangıç koşulları olarak kullanılır ve zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. TUNAMI-N1'in uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde 20.5^{o} doğu ve 29.96^{o} doğu boylamları ile 34.88^{o} kuzey ve 41.10^{o} kuzey enlemleri arasında kalan; 812 km uzunluğunda ve 672.8 km genişliğindeki dikdörtgen bölge ve Marmara Denizi'nin tamamı (114 km x 36 km) seçilmiştir.

Su derinliği verileri, sayısallaştırıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve grid noktalarına rastlayan derinlikler de bir başka bilgisayar programı yardımıyla hesaplanarak, programın girdileri olarak hazırlanmıştır. Bu işlem her iki denizimiz için de ayrı ayrı yapılmıştır.

Program, depremden sonra gerçek zaman olarak Ege'de beş, Marmara'da bir saatlik süre için işletilerek su düzeyi değişimleri hesaplanmış; bunlar, gerçek zaman olarak üç dakika aralıklarla, dosyalara aktarılmış ve bu dosyaların işlenmesi ile (ilk 90 dakika için) deniz durumunu gösteren resimler elde edilmiştir. Resimlerin ardarda ekrana çizdirilmesi ile de hareketli görüntüler sağlanmıştır. Ege Denizi'ndeki birçok kıyı alanında seçilen istasyonlardaki su düzeyinin zamana bağlı değişimleri de, programın işletimi sırasında ayrı dosyalara aktarılmıştır. Böylece hem deniz durumunun hareketli görüntüleri, hem de çeşitli istasyonlardaki su düzeyi değişimleri elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki çeşitli kıyı alanlarından seçilen ve su düzeyi değişimleri hesaplanan 20 ayrı istasyona, dalganın ne kadar zamanda

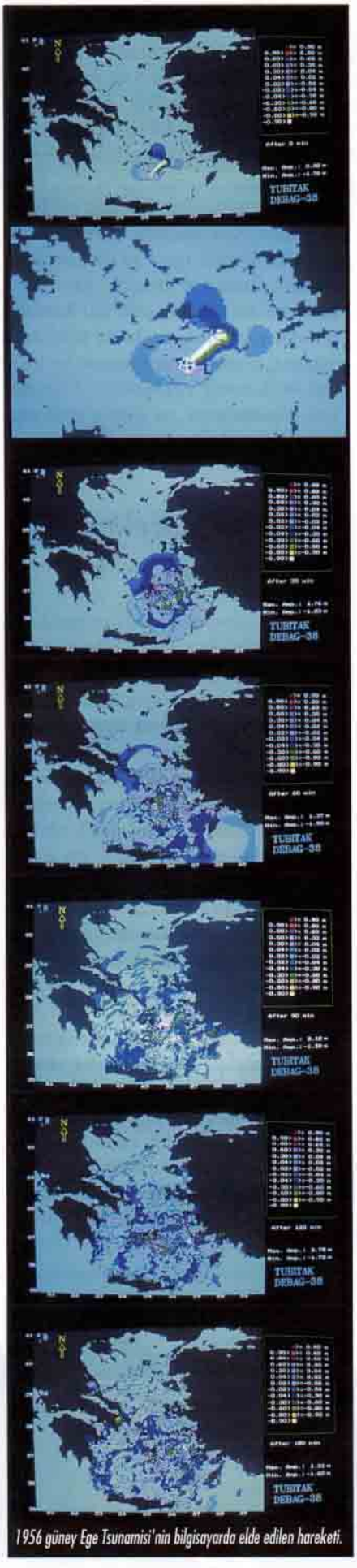


Ege Denizi ve derinlik dağılımı. *Marmara Denizi ve derinlik dağılımı*

ulaşabileceği bulunabilir. Her iki denizimiz için uygulamaya hazır duruma getirilmiş olan bu model, seçilen herhangi bir depreme ait parametreleri girdi olarak alıp tsunami dalgası oluşturmak ve bu dalganın Ege Denizi'ndeki hareketini derin deniz bölgelerinde izlemek üzere kullanılabilir durumdadır. TUNAMI-N2, sığ sularda işletilerek dalganın karadaki tırmanması da bulunabilmektedir. Böylece dalganın kıyılarda yakın çekimle izlenmesi ve etkilerinin araştırılması olanaklı olur. İzmir ve İzmit Körfezleri, bu konudaki uygulama alanları olarak seçilmiştir. Bu programın girdi olarak kullandığı körfez girişindeki su düzeyi değerleri, önceki programın çıktılarından alınır.

Uygulama: Ege Denizi için iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri "1956 Güney Ege tsunamisi"dir. Diğeri ise "olası Andicithira tsunamisi"dir. Her iki tsunaminin Ege Denizi'nde oluşturduğu ilk kabarma ve sonrasındaki hareketler, harita üzerinde belirli zaman aralıklarında bilgisayarda resimlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tsunami kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda ilerlemiş ve Anadolu kıyılarında önemli etkileri olmamıştır.

Olası Andicithira tsunamisi'nin incelenmesi ise daha ilginç sonuçlar ver-



1956 güney Ege Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Japonya Tsunamileri

Nobuo Shuto
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Japonya, bütünüyle bir fay zonu içinde yer almaktadır. Bu nedenle depremler, güncel yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Tsunami ise her Japon için birkaç kez yaşanabilecek bir doğal afettir. Japonya'nın kuzeybatısındaki Tohoku bölgesi açıklarında bulunan fay hattı, yarattığı tsunamilerle tarih boyunca kıyı şehirlerini defalarca yıkmıştır. Bunlardan en önemli üç tanesi, 1611, 1896 ve 1933 yıllarında gerçekleşmiştir. Deprem merkezinin kıta sahanlığı sınırında olduğu sanılan bu üç olayda sarsıntılar ve tsunamiler hemen hemen aynı özellikleri göstermiş; üç tsunami de çok şiddetli olmuştur. Bunları doğuran depremler (özellikle 1896 depremi) ise çok zayıf, uzun ve yavaş süren sarsıntılar şeklinde ortaya çıkmıştır. 1896 depreminde 30 dakika sonra kıyıya gelen dalgalar, 21.000 can kaybına neden olmuştur. Maksimum tırmanma 30 m'dir. Bu olay "Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak bilinir. 1933 yılında 3000 ölümle sonuçlanan olay ise, "Showa Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak adlandırılmıştır. 25 m tırmanan dalgalar, kıyılardaki tüm deniz yapılarını aşmıştır.

Japonya'da tsunami araştırmaları 1960 Şili tsunamisi ile başlar. Tohoku Üniversitesi Afet Kontrol Araştırma Merkezi'nde 1987'de başlanan matematiksel modellerin kurulması çalışmaları, bugün çok verimli bir düzeye getirilmiştir. Günümüzde bu modellerin diğer denizlerdeki tsunamilere uyarlanması için çalışılmaktadır. Bu konudaki ilk örnek, Ege ve Marmara denizleri için yapılan uygulamalarla Türkiye'dir.

Araştırma Merkezimiz, bu modellerin, yakın bir gelecekte, Japonya'da tsunami uyarı sistemi içinde görev yapmasını sağlamak amacındadır. Bunun için geliştirilmeye çalışılan "yakın kıyı tsunamileri uyarı sistemi"nin temel ilkeleri hızlılık, kesinlik ve detaylar olarak seçilmiştir. Uygulanan yöntem ise şöyledir: Yakın kıyı tsunamisinin kıyıya ulaşması 25-30 dakika almaktadır. Deprem olduğunda Japon Meteoroloji Ajansı (JMA) tarafından hemen tahmin edilebilen deprem özellikleri (fay yeri, boyu ve eni, çökme/kabarma yüksekliği, kayma ve dalma açısı, su derinliği, deprem yeri ve fay hattı doğrultusu), hazırlanmış bilgisayar modellerine ulaştırılabilecektir. Bu işlem ilk beş dakikada, modelin işlemesi ve sonuçların elde edilmesi ise takip eden on dakikada tamamlanabilecektir. Bu işlem yapılırken, olayın önceden denenmiş senaryolarla benzerliği de bilgisayarda gözden geçirilecektir. Depremden 15 dakika sonra ilk veriler elde edilmiş olacağından, yayın organları yardımıyla yerel halkın uyarılması mümkün olacaktır. Yerel halk için ivedi önlemler almak ya da kıyılardan uzaklara gitmek için en az 10 dakika süre kalacaktır. Ancak yöntemin başarı ile uygulanabilmesi için çok sayıda problemin ele alınması ve çözülmesi zorunludur.

Bugün Japonya'da deprem olduğunda, deprem ile ilgili ön bilgiler televizyon aracılığıyla ilk dakikalarda halka ulaştırılabilmektedir. Bunun tsunami için de gerçekleşmesi, yakın bir gelecek için saptanan hedeftir.

Doğal afetler önlenemeseler de etkilerinin azaltılması olanaklıdır. Uygulamadaki başarılar, bu konudaki bilimsel araştırmaların düzeyiyle olduğu kadar halkın duyarlılığı ve bilgisiyle de yakından ilgilidir.

masıdır. Ege adaları ise birer dalgakıran görevi yaparak Anadolu'yu bir ölçüde korumuştur. Bu dalganın ayrıca Mısır ve İtalya'da etkili olacağı kanısına varılmıştır. Bu sonuç, bugüne kadar açıklığa kavuşturulamamış olan 365 tsunaminin oluşma yeri ve mekanizmasının daha sağlıklı olarak belirlenmesine yetmiştir.

1894 Marmara Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

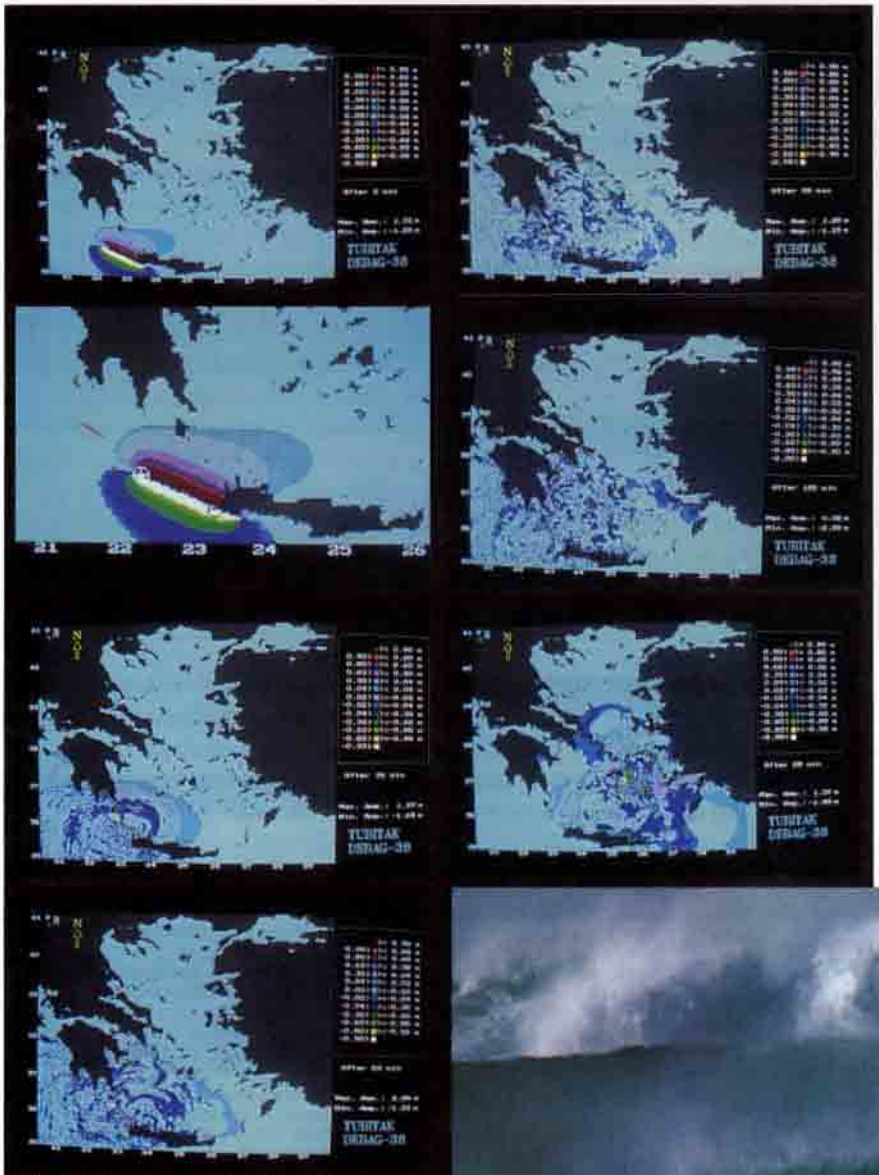
mektedir. Öyle ki; bu tsunami ilk dakikalarından itibaren Adriyatik ve doğu Akdeniz'e yönelmiştir. Enerjisinin az bir bölümü Ege Denizi'ne geçerek etkilerini adalarda göstermiş ve Anadolu kıyılarına zayıflayarak ulaşmıştır. Bunun nedeni, tsunaminin derin sulara yani Girit'in güneyine yönelmiş ol-

Marmara Denizi için ise 1894 İstanbul tsunamisinin benzetimi yapılmıştır. Bu tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu benzetimde de eldeki bilgiler ile uyumlu sonuçlara varılmıştır. Kapalı denizler olan Ege ve Marmara'daki tsunaminin uzunca bir süre denizde gezebildiği ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve İzmit körfezleri için yapılan uygulamada tsunaminin körfezler içindeki hareketleri modellenmiştir. Daralan biçimleri nedeniyle her iki körfezimiz için tsunami enerjisinin bazı yerlerde odaklanması beklenebilir. İzmir Körfezi'ne giren bir tsunami 60 dakika sonra Alsancak'a varabilir. Olasılıkla odaklanma Urla koyunda, tırmanma ise İnciraltı-Konak arasında gerçekleşecek ve buradan yansıyan dalga da Karşıyaka'yı etkileyecektir.

İzmit Körfezi'ne giren tsunami, Diliskelesi darlığında şişecek ve körfezin sonuna doğru daralan bölgede etkili olacaktır. Bu körfez içinde kıyılara 20 dakika içinde ulaşabilir.

Sonuç olarak; Anadolu ve çevresindeki fay zonları, tsunami dalgasının oluşumu, hareketi ve tarihteki çeşitli tsunami olayları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Ege Denizi, Marmara Denizi ve İskenderun Körfezi-Kıbrıs arasındaki bölgelerde bulunan olası deprem merkezleri, tsunamiye elverişli özellikler göstermektedir. Tarihsel verilere göre Ege Denizi için tsunami oluşma olasılığı 35 yılda birdir. Bu olasılık Marmara için 100 yılda bir, doğu Akdeniz için ise 60 yılda birdir.



Olası Andicithire Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Tsunami Dalgakıranları

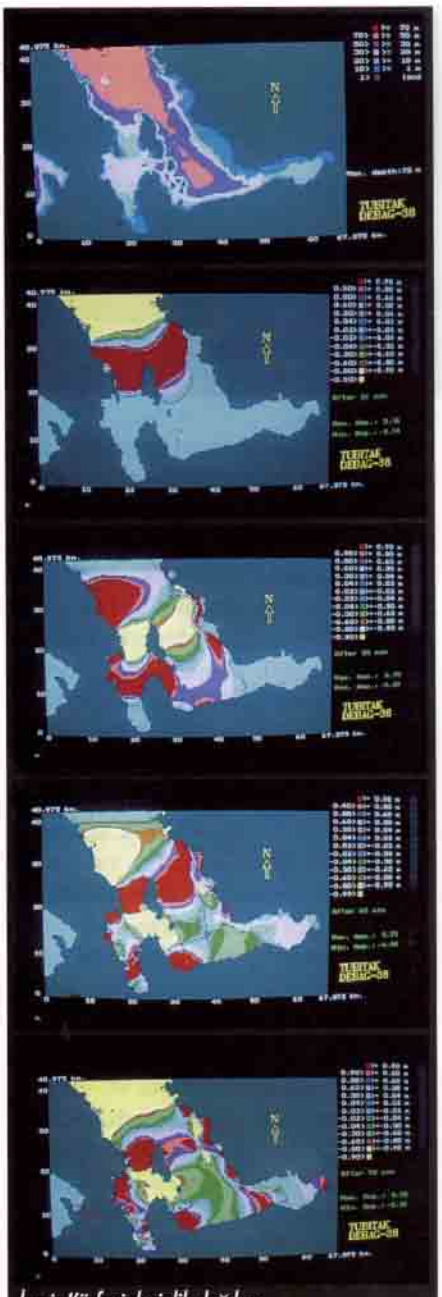
Adnan Akyarlı
Dokuz Eylül Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Japonya'nın Kamaishi Limanı için inşa edilen tsunami dalgakıranı

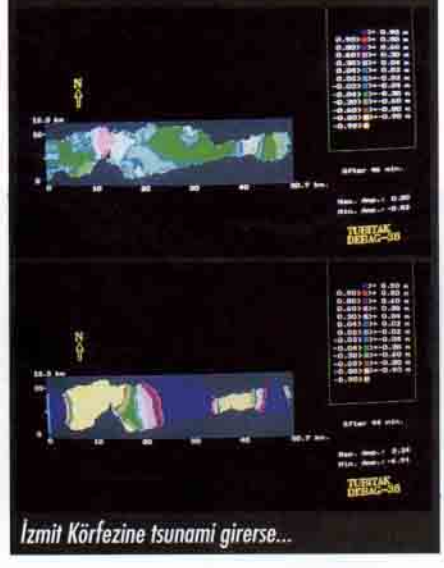
Japonya'da çalışmalarını sürdüren Liman Araştırma Enstitüsü'nün (PHRI - Port and Harbour Research Institute) 21 Nisan 1994 tarihinde halka da açık olarak düzenlediği gösterilerde kıyı ve liman mühendisliği konusundaki çağdaş uygulamalar ve teknolojik gelişmeler sunuluyordu. Bu gösterilerde, bir dalgakıranın tsunami etkisi altında uğradığı hasarın saptanması için gerekli fiziksel modeller geliştirilmişti.

Tsunami dalgakıranları, rüzgar dalgalarının yanısıra tsunamileri de indirgeyerek koruma alanlarının risklerini azaltmak amacı ile yapılan gerçekten görkemli boyutlara sahip deniz yapılarıdır. Örneğin Kamaishi Limanı için inşa edilen dalgakıranların yarı uzunluğu boyunca su derinliği, 63 m'ye kadar ulaşmaktadır. Şu an için dünyanın en derin dalgakıranı olan bu yapı, şevli bir dolgu temel üzerine oturan trapezoidal formda bir kesondan oluşmaktadır. Bunun üst tarafında ise dalga enerjisini kıran, çift yatay yarıklı bir düşey duvar yer almaktadır . Aynı isimli kenti korumak üzere Ofunato Körfezi'nin ağzında inşa edilen dalgakıranlar için Shoto tarafından verilen bilgiler, tsunami dalgakıranlarının dalga indirgeme etkinliklerini ortaya koymak açısından ilginçtir. Buna göre, dalgakıranların tasarımında periyotları 15 dakika ve 40 dakika olan 6 metre yüksekliğinde tsunamilerle, periyodu 9 saniye ve yüksekliği 4 metre olan bir rüzgar dalgası birlikte göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan ön değerlendirmeler, tsunamilerin genliğinin bu dalgakıranlarla 2 metreye düşürülebileceğini, buna karşılık iki dalgakıran arasındaki açıklığın oluşturduğu giriş ağzında hızı 6 m/s değerine kadar ulaşabilen çok şiddetli akıntıların yaratılacağını göstermiştir. Dalgakıran modellerinden laboratuvarda hazırlanan biri de 1/15 ölçeğinde, herbiri 2000 ton ağırlığındaki dikdörtgen kesonlardan oluşanıdır. Modelin yeraldığı dalga kanalında, özel düzenekler aracılığı ile tsunami yaratılarak gittikçe şiddetlendirilen bu dalgaların limana giriş ve limandan çıkış süreçleri incelenir. Bu modelde dalganın limana giriş hızı 8 m/s değerine ulaştığı anda, önce giriş ağzının sol yanında, daha sonra da sağ yanında yer alan uç kesonlar ayrılır; sonuçta dalgakıran hasara uğrar.

İnsanoğlunun doğal afetlere karşı daha savunmalı olmasını sağlamak amacı ile birçok araştırma yapılmakta; bunların sonucunda da, bir zamanlar için düşünülmesi dahi olanaksız teknolojik gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tsunami dalgakıranlarının tasarımında bu gelişimler gözönünde bulundurulmaktadır.



İzmir Körfezi derinlik dağılımı, İzmir Körfezine tsunami girerse...



İzmit Körfezine tsunami girerse...

Her depremden sonra kıyılara tsunami dalgası gelebilir. Bu duruma pek ender olarak rastlansa da dalganın kıyıda mal ve can kaybı yaratması olasılığına karşı duyarlı olunması zorunludur.

Tsunami, Ege Denizi'ni güney-kuzey doğrultusunda en çok üç saatte geçebilir. Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi ise 50 dakika kadardır. Ancak bu iki kapalı denizde de çalkantının uzun bir süre devam etmesi ve yansıyan dalgaların sonradan da etkili olması beklenmelidir. Ege için, adalar ve karmaşık kıyı düzeni nedeniyle tsunami enerjisinin bir ölçüde sönümleneceği beklense de enerjinin, V tipi körfezlerde oluşacak yansımalardan dolayı beklenmedik noktalarda odaklanarak, çok şiddetli akıntılar ve kıyılarda tırmanmalar yaratması, böylece hasarlara yol açması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Papadopoulos, G.A., Yalçıner, A.C., Kuran, U. 1956 Güney Ege Tsunamisinin Kaynak Mekanizması Üzerine bir Değerlendirme, 15. Uluslararası Tsunami Sempozyumu, Grenoble, 1994.

Shuto, N., Goto, C., Imamura, F., Numerical Simulation as a Means of Warning for Near Field Tsunamis, Coastal Engineering in Japan, Japonya, 1990.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Anadolu ve Çevresindeki Tsunamilerin Geçmişi, Bugünü ve Geleceği, 13. Uluslararası Tsunami Semppozyumu, Avusturya, 1991.

Yalçıner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura, F., Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması, TÜBİTAK-YDAB-ÇAG-38 Proje Raporu, 1994.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Sismik Orijinli Deniz Dalgaları Oluşum, Hareket ve Kıyılara Etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası, XXI. Teknik Kongre, İstanbul, 1991.

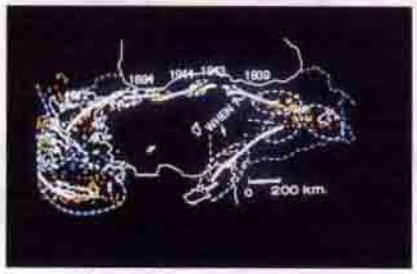
Anadolu Çevresinde Tsunamiye Yol Açan Sismik Olaylar

Uğur Kuran
Afet İşleri Genel Müdürlüğü

Anadolu'da dikkate değer iki fay zonu bulunmaktadır. Bunlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'dur (DAF). Ege Denizi'nin güneyinden geçen ve Hellenik Yay olarak isimlendirilmiş bir başka fay zonu da aktif durumdadır. Çizim 1'de Anadolu ve Ege Denizi çevresinde son yüzyıl içinde rastlanan süreksiz kırık ilerlemeleri, oluştukları yıllar belirtilerek gösterilmiştir. Bu çizimde gösterilen elipsler, makro depremlerin yoğunlaştıkları bölgeleri sınırlamaktadır. Ayrıca 1984, 1912, 1939, 1943 ve 1944 yıllarındaki depremler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca düzensiz kırık ilerlemelerinin sergilendiği görülmektedir. Çizim incelendiğinde Anadolu çevresindeki bazı deniz alanlarının, tsunamiye yol açabilecek deprem bölgeleri oldukları ortaya çıkmaktadır.

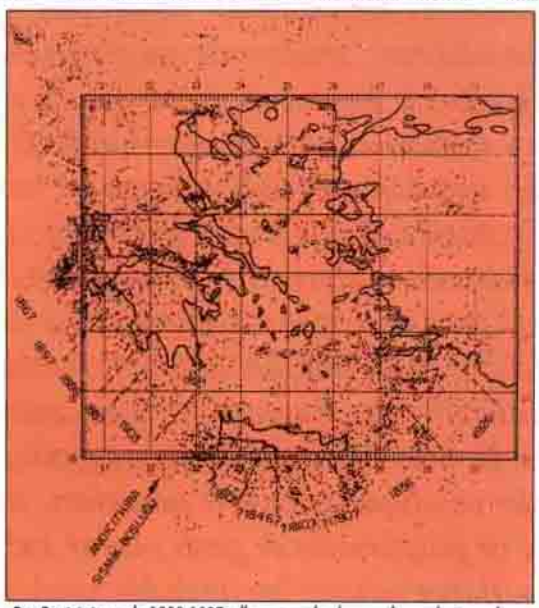
Doğu Anadolu Fayı'nın İskenderun Körfezi batısından geçerek Kıbrıs'a yönelen kolunun bulunduğu bölge bunlardan birisidir. Doğu Akdeniz'in özellikle Kuzey Kıbrıs kıyıları ve Anamur'dan başlayıp İsrail'e kadar uzanan kıyı bandının, gelecekte tsunami etkisi altında kalabileceği dikkate alınmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı, ülkemiz sınırları içinde Hakkari'den başlayıp Van Gölü'nün güneyi, Amasya, Bolu, İzmit, Marmara Denizi ortasından geçerek, Saroz Körfezi yolu ile Ege Denizi'ne uzanmaktadır. Bu fayın Doğu Anadolu Fayı ile buluştuğu yer Karlıova civarındadır. Erzincan-Elazığ-Van Gölü üçgeni içinde bulunan Van Gölü, Hazar Gölü ve büyük baraj gölleri DAF yakınlarına rastlamaktadır. Bu yüzden bölgedeki gölleri, sismik orijinli deniz dalgası eğilimli göller olarak değerlendirmek olasıdır. Hem tarihi kayıtlar hem de Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nden geçen kısmındaki hareketlilik, bu denizin her zaman için tsunami doğurabilecek depremlere sahne olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Ege Denizi'nde Mora Yarımadası'na yönelmiş olan son kısmı da ilerlemeye devam etmektedir. Fayın bu kısmındaki hareketlilik kuzey Ege'de; Hellenik Yay'ın Girit Adası güneyine uzanan kısmındaki tektonik hareketler ise güney Ege'de tsunami oluşturacak özelliktedir. Bu bölgelerde doğabilecek tsunami, tüm Ege adaları ve birçok Ege kıyısını, ayrıca güneydeki Akdeniz sahillerimizi etkileyebilecektir.

Alp-Himalaya kuşağının batısında sismik yönden en aktif ve karmaşık kesim, Ege Denizi'dir. Günümüzdeki derin tektonik sismik aktivite ise güney Ege bölgesinde oldukça büyük boyutlarda gelişme göstermektedir. Bu yüzden günümüzde elde edilen morfolojik, jeofizik ve magmatik veriler, dalma-batma olayının buralarda hala devam ettiğini göstermektedir. Basınç kuvveti alanlarının ada yayının konveks (dış bükey) tarafında hakim durumda olduğu, ancak yayın içindeki litosferde bu kuvvet alanının, çekme kuvvetleri olarak gelişme gösterdiği bilinmektedir. 100 km enindeki Benioff zonu oldukça iyi gelişmiş olup ada yayının konveks tarafından konkav (iç bükey) tarafına doğru uzanmaktadır. Hellenik Yay şeridinin konveks tarafı boyunca hakim bulunan basınç kuvvetleri, depremlerin oluşmasıyla yakından ilgilidir. Kuzey Ege'de ise derin tektonik aktivitenin zayıfladığı görülmektedir. Bu yörede takriben 100 km'den daha derin odaklı büyük depremlerin oluşmadığı dikkati çekmektedir.



Son yüzyılda Anadolu'da oluşan düzensiz kırık ilerlemeleri

Çizim 1'de gösterilen depremlerden özellikle 1894 ve 1939 yıllarında oluşan ikisi, tsunami yaratmış olmaları nedeniyle dikkate değerdir. Ayrıca, her iki depremle oluşan fay kırıkları, kısmen ya da tamamen kara içinde kalmalarına rağmen tsunami yaratmışlardır. Çizim 2'de ise Ege Denizi ve civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri gösterilmektedir. Ayrıca 1805-1926 yılları arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri de çizimde yer almaktadır. Hellenik Yay'ın sismik özelliklerinin iki ayrı yöntemle incelendiği çalışmada, 1805-1926 tarihleri arasında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin plaka sınırlarının, sığ derinliklerde oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu depremlerle birlikte oluşan kırıkların boylarının 100-150 km arasında değişmekte olduğu belirtilerek, Hellenik plaka sınırının takriben 22.5° Doğu ile 23.5° Doğu arasındaki kesimi "Andicithira Gap" veya "Andicithira Sismik Boşluğu" olarak tanımlanmıştır. Girit Adası'nın batısı ile Andicithira Adası arasındaki bu bölge, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda 100 km uzunluğunda olup, bölgede M < 8 büyüklüğünde bir depremin oluşabileceği belirtilmiştir. Olası bu depremin 1856, 1886, 1903 ve 1926 yıllarındaki depremlerle meydana gelen kırılmalara eşdeğer büyüklükte olabileceği düşünülmektedir. Andicithira Sismik Boşluğu'nda 1629, 1750, 1798 yıllarında üç yıkıcı depremin oluştuğu belirlenmiş bulunmaktadır. Eğer bu sismik boşluk bu üç depremden etkilenmemiş ise, günümüzde hâlâ Hellenik Yay üzerinde, Andicithira Sismik Boşluğu'nun varlığından söz etmek doğru olacaktır. Meydana gelen büyük depremler sadece fay kırığının civarında değil, aynı zamanda oluşturdukları deniz dalgalarıyla uzun mesafelerde de etkili olabilmektedirler. Buna Ege Denizi'nden çarpıcı bir örnek vermek yararlı olacaktır. Şöyle ki Andicithira Sismik Boşluğu'nda geliştiğini düşündüğümüz büyük bir depremin 365 yılında oluşturduğu tsunami, 21 Temmuz gecesi yaklaşık 900 km uzakta yer alan İskenderiye limanında bulunan gemileri sürüklemiş ve kara içlerine kadar atmıştır. Deniz çekildiğinde karada kalan bu ganimetleri yağmalamak isteyen halkın üzerine muhtemelen ikinci bir deniz dalgası gelerek 5000 kişinin boğularak ölmesine neden olmuştur. Aynı dalganın Adriyatik kıyıları ve Sicilya Adası'nda da çok etkili olduğu belirlenmiştir. Andicithira Sismik Boşluğu'nun hemen yanında yer alan Girit Adası en büyük tahribata uğrayan bölgelerden biridir. Adanın on kenti yok olmuş ve büyük bir kısmı su altında kalmıştır. Yıkılan şehirlerden bazıları; Knossos, Gortina, Heraklion, Lerapetra, Honia (Akrotiri), Mallia, Voulismeni ve Zakros'tur. Bu depremde sadece Girit'te 50 bin kişinin öldüğü bilinmektedir. Depremin geniş çapta etkili olduğu sahalar Girit, Peloponez, Mora Yarımadası ve Adriyatik kıyılarıdır. Olimpos'taki Zeus tapınağının hasar gördüğü ve surların yıkıldığı da kayıtlıdır.



Ege Denizi civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri.

Denizin Kıyıya Taşıdığı Felaket

Tsunami

"Bunları yakarsam köylülerin yaşamını kurtarabilirim," diyerek demetlerden birini birden ateşledi. Alev yumağı rüzgarın üflemesiyle bir anda büyüyüverdi. Yangını gören biri tapınağın çanını çalmaya başlamıştı bile. Genç bir köylü, "Yangın!" diye bağırarak tepeye hızlıca koştu. Diğer köylüler, kadınlar ve çocuklar onu izlediler. Sonunda yirmi genç tepeye ulaşabildi. Onlar yangını söndürmeye çalışırlarken Gohei "Bırakın yangını! Bir afet olacak! Köylüleri buraya getirin!" diye güçlü bir sesle haykırdı. Köylüler birer birer gelmeye başladıklarında gençleri, yaşlıları, kadınları ve çocukları tek tek saydı. Birdenbire denizde ince, kara bir çizgi belirdi. İzledikleri sürece genişleyen, kalınlaşan, kıyıya doğru hızla yaklaşan ve kabaran bir çizgi... "Tsunami!" diye haykırdı birkaçı. Hemen sonra, önlerindeki su dağ gibi kabarıp karaya atlarken, sanki yüzlerce gökgürültüsü birleşmiş gibi bir gümbürtü duyuldu. Bir an için, denizin serpintileriyle oluşan ve tepeye yönelen bulutlardan başka birşey görünmez oldu. Beyaz haşin köpükleriyle deniz, köyün üzerinden şiddetle geçmişti bile. Sular köyün üzerinde ileri-geri iki ya da üç kez geçiverdi. Tepede ise çıt çıkmıyordu. Herkes köyün bulunduğu yere boş bir ümitsizlik içinde bakakaldı... Yaşama bağlandıkları yuvaları, biricik köyleri dalgalarla kazılmış, iz bırakmadan yok olmuştu...

"BU PEK NORMAL DEĞİL" diye mırıldandı yaşlı Gohei kendi kendine. Deprem pek öyle şiddetli olmamıştı ama bu uzun ve yavaş yer sarsıntısı Gohei'nin bugüne kadar yaşadıklarından oldukça farklıydı. Köydeki tepede yer alan evinin bahçesinden aşağıya tasayla baktı. Köylüler harman sonu festivali hazırlıklarına öylesine kapılmışlardı ki, depremin farkına bile varamamışlardı. Gözlerini denize çevirdiğinde Gohei hayretten donakaldı. Tuhaf bir dalga rüzgara karşı ve derin suya doğru denizi çökerterek gidiyordu. Bir an sonra sular tamamen çekildi ve denizin kum ve kayalık tabanı ortaya çıkıverdi. "Bu tsunami olmalı!" diye düşündü Gohei. Eğer şimdi birşey yapmazsa, bu dalga dörtyüz kadar köylünün yaşamını, köyü ile birlikte yutacaktı. Yitirecek bir dakika bile yoktu. Eve koşarak elinde kocaman bir meşale ile dışarı çıktı. Oradaki tarlada çeltik demetleri duruyordu.

Ahmet Cevdet Yalçıner
ODTÜ İnşaat Müh Bölümü
Kıyı ve Liman Müh Araş Mer

ENERJİ, su ortamı içerisinde dalga hareketi ile ilerleyebilmektedir. Rüzgar enerjisinin sürtünme yoluyla denize geçişi, dünya ile ay ve güneş arasındaki çekim kuvvetinin zamansal değişimi, limanlar ya da küçük körfezlerde gemilerin ortaya çıkardığı etki ve sualtındaki çeşitli tektonik hareketlerle enerjinin suya geçişi gibi olaylar; deniz veya göllerde çeşitli biçimlerde dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların hemen hepsi, onları yaratan enerjinin özelliklerine göre farklıdırlar.

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen "tsunami" sözcüğü, okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan, uzun dönemli bir deniz dalgasını temsil eder. 15 Haziran 1896 günü Japonya'nın Pasifik kıyılarına çarpan ve 21.000 kişinin ölümüne yol açan " Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" nedeniyle Japonların dünyaya yaptığı yardım çağrıları, "tsunami" sözcüğünün hemen hemen tüm ülkelerde çok daha büyük duyarlıkla algılanmasına ve tüm dillerde aynı biçimde kullanılmasına yol açmıştı. Özgün bir dalga olan tsunamiye, Pasifik Okyanusu'nda çok sık, diğer okyanus ve denizlerde ise nadir olarak rastlanmaktadır. Dalga yüksekliği derin denizde bir insan boyu kadar küçük, dalga boyu ise yüzlerce kilometre kadar uzundur. Bu dalganın diğer tip deniz dalgalarından farkı ise; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilemezken sığ sulara geldiğinde, dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga, insanlar için deprem, tayfun, yangın, çığ veya sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

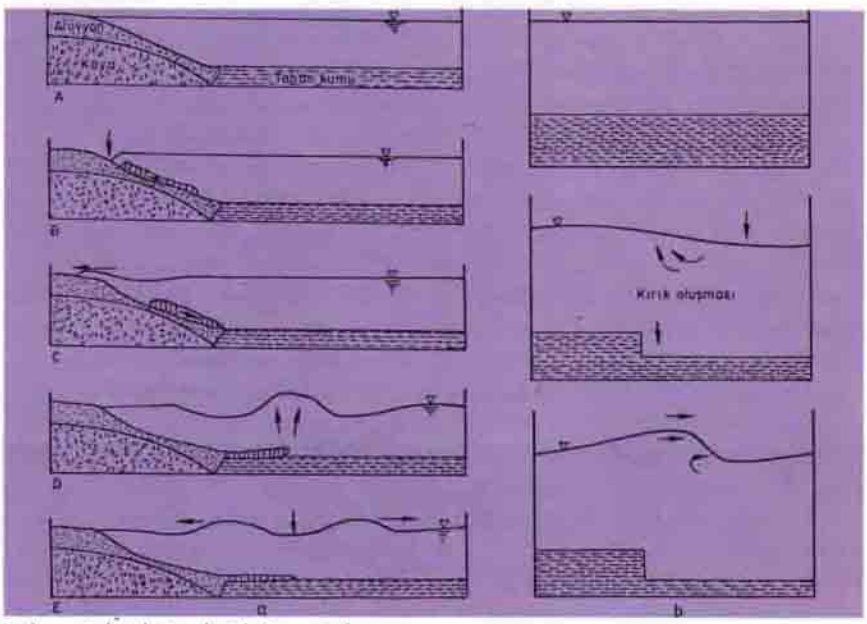
Anadolu'yu çevreleyen denizlerde tarih boyunca tsunamiler oluştuğu, bunlara son yüzyıl içinde de rastlandığı bilinmektedir. Kıyı alanlarındaki doğal kaynakların ekonomik açıdan taşıdıkları önem ve ülkemizin bu kaynaklara olan büyük gereksinimi nedeniyle, kıyılarımızda zarara yol açacak doğal afetlerin etkilerinin azaltılması yolunda çalışmalar yapılması gereklidir. Konuyu tsunami özeline taşıdığımızda ise, geçmişte az etkili olmuş bir tsunaminin günümüzde yinelenmesinin, önemli zararlara yol açacağı beklenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalar; kıyılardaki büyük yatırımlar (nükleer ya da termik santraller), denize bitişik sayısız yerleşim merkezleri ve turistik tesislerin, tsunami etkisi için hedef durumda olduklarını göstermektedir. Bu gerekçeler ise, gelecekte denizlerimizde oluşabilecek depremler ve bunlara bağlı tsunami olaylarının şimdiden değerlendirilmesi ve Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de tsunamiye elverişli kıyı alanlarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TÜBİTAK Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından desteklenen "Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması" başlıklı temel araştırma projesi bu konudadır. Bugün çeşitli ülkelerde başka denizler için de uygulanabilir duruma getirilmeye çalışılan iki bilgisayar modelinin Japonya dışında kullanımına başlanması ilk kez Türkiye'de gerçekleşmiştir. Bu özgün projenin TÜBİTAK desteği ile uygulanabilmesi bugün Türkiye'deki kıyı biliminin, özellikle Ege olmak üzere Marmara ve Doğu Akdeniz tsunamileri konusunda özgün bilgiler üretmesine ve uzman Türk bilimcilerin kazanılmasına yol açmıştır.

Tsunami Oluşumu ve Hareketi

Tsunami, tektonik olaylar ile denize enerji geçmesi sonucu oluşur. Dalga boyu yüzlerce kilometre uzunluğunda olduğundan uzun dalgalar sınıfına girer ve hemen her su derinliğinde sığ su dalgası koşullarını sağlayabilir. Denizde, derinlik farklılaşması etkisiyle sapmaya uğrayarak ve karşılaştığı engeller (adalar) nedeniyle dönerek yoluna devam eder. Kıyılara geldiğinde taban sürtünmesi ve yansımadan etkilenerek taban eğiminin özelliklerine göre tırmanır. Tsunami, ilk oluştuğunda tek bir dalga halindedir. Kısa bir süre içinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birinci ve sonun-



Sualtı zemin hareketi nedeniyle Tsunami oluşumu

cusu çok zayıf olup diğerleri ise etkilerini kıyılarda oldukça şiddetli biçimde hissettirecek enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremden kısa bir süre sonra kıyıda görülen yavaş ama anormal su yükselmesi ilk dalganın geldiğini belirler. Bu yükselme, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk ve tek habercisidir.

Tsunaminin hareketi, diğer dalga türleri gibi matematiksel model kurularak incelenebilmektedir. Matematiksel modellerde, derin denizde lineer dalga teorisine göre çıkarılan dalga denklemlerinin, başlangıç değer problemi şeklinde sayısal yollarla çözülmesi; sığ su derinliğinde ise (30 m'den küçük derinliklerde) taban sürtünmesi de gözetilerek sayısal çözümün kıyıya kadar devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Bu modeller, denizdeki depreme bağlı su düzeyi değişimine ilişkin verileri girdi olarak alıp işleyebilmekte ve kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşabileceği konusunda bilgiler üretmektedir.

Tarihte Tsunami

Tarihsel kayıtlarda, dünyadaki büyük denizlerin hepsinde tsunami olaylarına rastlanmaktadır.

Pasifik Okyanusu Tsunamileri: Şili açıklarında 24 Mayıs 1960 sabahı oluşan Şili tsunamisinin doğuya ilerleyen bölümü, Şili'ye bir saatte varmış ve pek etkili olamamıştı. Batıya ilerleyen bölümü ise tüm Pasifik alanında ve kıyılarında etkili olmuş; enerjisinin Japon takımadaları yönünde odaklaşması nedeniyle de büyüyerek Japonya'ya 22 saatte ulaşmıştı.

Sonuçta sadece Japonya'da 4983 evin yıkılmasına ve 149 can kaybına neden olmuştu. Asya kıyılarından yansıyan dalgalar, Şili'ye geri geldiklerinde ise beklenmedik düzeyde hasar ve can kaybına yol açmışlardı. 27 Mart 1964 Alaska depremi, Paskalya

Güncel Tsunamiler

Fumihiko İmamura
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Son iki yıl içinde Pasifik'te oluşan altı tsunami tüm bilimcileri şaşırtmıştır. Bu olaylarda meydana gelen maddi hasar hesaplanabilecek gibi değildir. Toplam can kaybı ise 2300 olmuştur. Bunlardan en yakın tarihli olanı 1983 yılında Japon Denizi'nde gerçekleşmiş ve 100 ölümle sonuçlanmıştır. Genel olarak dalma zonu bölgesindeki sığ odaklı depremler tsunami yaratmaktadır. Son yıllardaki tsunamilerin tırmanma yüksekliği 20 m'yi bulmuştur. Zarar ve can kaybı, bu tırmanmadan çok, şiddetli akıntılarla meydana gelmektedir. Bütün bu bilgiler, bizleri gelecekteki tsunamilerin insan yaşamına olan etkilerini azaltmak üzere daha çok araştırma yapmaya itmektedir.

Son iki yıldaki tsunamileri yerinde incelemek üzere kurulan Uluslararası Tsunami Araştırma Ekibi ile yapılan çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir:

Nikaragua Tsunamisi (2 Eylül 1992, deprem şiddeti: 7.2) Nikaragua açıklarındaki depremin yol açtığı bu tsunami, bir köyün yok olmasına, 167 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tırmanma yüksekliğinin 10 m olduğu bulunmuştur. Bu tsunami, Nikaragua'nın yanısıra Hawaii ve Japonya'da da hissedilmiştir.

Flores Tsunamisi (12 Aralık 1992, deprem şiddeti: 7.5) Nikaragua'da gerçekleşen depremden 20 gün sonra toplanan bilimadamları, yeni bir tsunaminin oluşması durumunda olay yerine zamanında ulaşmak üzere hazırlıklara başlamışlardır. Üç ay sonra Endonezya'nın volkanik adası Flores'in Kuzey kıyılarına çarpan tsunami, 1712 ölüm ve 28.386 evin yıkılmasıyla sonuçlanmıştır. Babi adasının iç kısımlarındaki iki köye ulaşan deniz suları çok sayıda evi hasara uğratmış ve sadece burada 263 can almış, iki kilometrelik kıyı şeridinin karaya uzanan 150 metrelik kısmı da çöküp gitmiştir. Uluslararası araştırma ekibinin adaya varması ise 15 günü bulmuştur.

Kamçatka Tsunamisi (8 Haziran ve 13 Kasım 1993, deprem şiddeti: 7.2) Bu tsunami, düşük şiddette olması nedeniyle hasarsız atlatılmıştır.

Hokkaido Nansei oki Tsunamisi (12 Temmuz 1993, deprem şiddeti: 7.6) Japon Denizi'nin kuzeyinde oluşan bu tsunami için bölgeye ilk ulaşan araştırmacı, verilen sözlerin alınan kararların yine tam anlamıyla gerçekleşmemiş olduğunu gördü. Aradan 3 gün geçmiş olmasına rağmen bilimadamları bölgede değillerdi. Teknelerin hepsinin batmış olması nedeniyle limanda denize açılacak tekne yoktu. Liman, tekne ve otomobillere mezar olmuştu. Adanın diğer tarafından gelecek teknelerin yanaşması da bu nedenle mümkün değildi. 20 km'lik kıyı şeridi gözönüne alındığında ortalama tırmanmanın 10 m olduğu görülmüştür.

Tırmanma yüksekliğinin 15-30 m'ye kadar çıktığı belirtilen bu tsunamide can kaybı 238 olarak kaydedilmiştir.

Mariana Tsunamisi (8 Ağustos 1993, deprem şiddeti: 8.0) Guyam Adasının güneyindeki Mariana bölgesinde gerçekleşmiş en şiddetli depremdir. Önceden bu bölgede 7.5 şiddetinde depremler olduğu (5 Nisan 1990) bilinmektedir. Bu tsunami, Japonya kıyılarında 30 cm yükselme yaratmış, ancak hasara yol açmamıştır.

Doğu Java Tsunamisi (3 Haziran 1994, deprem şiddeti: 7.2) Kıyıdan 200 km uzakta gerçekleşen bir depremle ortaya çıkan bu büyük tsunami, ardında 200'den fazla ölü, 400'den fazla yaralı bırakmış ve 1000 evin yıkılmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, tırmanma yüksekliğinin 13.2 m olduğu anlaşılmıştır.

yortusundan önceki cuma gününe rastlar. Veldez limanında yük boşaltan bir şilebin güvertesinde film çeken bir gemici, tarihin en önemli depremlerinden birini filme almakta olduğunu bilmiyordu. Ansızın müthiş bir sarsıntı ile şilebin yanında büyük bir yarık oluşuverdi ve limanın içindeki sular çekilmeye başladı. Gemi batarken, rıhtım ve çevresindeki kara kütlesi de gevşeyerek denize aktı. Deprem dört dakika sürmüştü. Oluşan tsunami denizden 25 m yükseklikte bulunan bir deniz fenerini ve beş görevlinin yaşadığı evi, bulundukları yerden 17 m yüksekliğe fırlatmıştı. Bu tsunami Japonya'ya altı saatte varmıştır.

Volkan patlamaları sonrasında da tsunamilerin oluştuğu tarihte kayıtlıdır. Bunlardan bazıları, Ağustos 1883 Karakatau Volkanı patlamaları sonrası oluşan üç ayrı tsunami, ayrıca Ekim 1883 Alaska Augustin Volkanı, Eylül 1952 Myojin Reef Volkanı ve Ocak 1914 Sakurajima Volkanı patlamaları sonrasındaki tsunami olaylarıdır. Karakatau tsunamileri deniz alanının 10 km çapındaki bölümünün 190 m çökmesi ile ortaya çıkmıştır.

Anadolu Çevresindeki Tsunamiler: 36° 21' kuzey, 25° 21' doğu koordinatlarındaki güney Ege'nin en ilginç adası Santorini (antik adıyla Thera)'nin Tunç dönemindeki çapının yaklaşık 16 km olduğu sanılmaktadır. Thera'dan önce bu adaya "Kalliste" (en güzel ada) ve "Strogili" (çember ada) adlarının verildiği de bilinmektedir. Bugün bu isimler unutulmuştur bile. Çünkü Santorini bugün artık ne çember biçimindedir ne de o bilindiği güzelliktedir. Artık tunç döneminden günümüze defalarca püskürmüş olan aktif bir volkanın krateri durumundadır.

M.Ö. 1560 yıllarında aktif duruma geçen volkanın krater oluşum sürecinde, Thera'nın üçte ikisi püskürtülerek, çember biçimindeki ada hilal biçimindeki bir ay parçasına benzemiştir. Bu olayı takibeden tsunami, Karakatau volkanı patlaması sonucu gerçekleşen tsunami ile aynı özellikleri taşır. Thera tsunamisi ile taşınan adaya ait sünger taşları, kuzey Ege'de Semadirek adasının güneyinde, Rodos'ta, Anaphi'de, Girit'te, Girne'de ve İsrail kıyılarında bulunmuştur. Bir örnek verirsek Thera'nın sünger taşları; adanın 24 km batısındaki Anaphi adasında, kıyıdan 250 m içeride ve denizden 35 m yükseklikte bulunmuştur. Bu bilgi, Anaphi adasındaki tsunami tırmanma yüksekliğinin en az 35 m olduğunu göstermektedir.

Girit'te efsanevi kral Minos'un ülkesi Minoan uygarlığına ait tüm gemicilik teknolojisinin, tarım ve ticaret kaynaklarının yok olması ve uygarlığın çöküşü bu tsunami ile başlar. Girit'lilerin adayı terkedip ana karaya geçişlerinin bu dönemde başladığı iddia edilmektedir. Anadolu uygarlıklarının da aynı tsunamiden nasıl etkilendiklerini araştırmak önemli bulgular verecektir.

Thera volkanı 1457, 1573, 1650, 1866 ve 1925 tarihlerinde aktif duruma geçmiş ve hemen her seferinde tsunamiler yaratmıştır. Son bin yılda oluşan Ege tsunamilerinden bilinenlerinin sayısı 47'dir.

Yakın tarih içinde önemli sayılan tsunamilerden biri de; Ege Denizi'nde 9 Temmuz 1956 tarihli iki depremin neden olduğu tektonik olaylar sonucu doğan tsunamidir. Bu tsunaminin ilk dalga yüksekliğinin 4.0 m olduğu sanılmaktadır. Deprem ve takibeden tsunami, Ege adalarında 250 kişinin ölümüne ve 80 kadar teknenin sürüklenip batmasına yol açmıştır. Bu dalganın benzerinin bugün Ege'de oluşması durumunda, yukarıdaki rakamların çok üstünde can ve mal kaybı olacağı tahmin edilmektedir.

14 Aralık 558, 26 Ocak 740, 14 Ekim 1344, 14 Eylül 1509 ve 5 Nisan 1646 tarihlerinde Marmara Denizi ve İstanbul'un da tsunamiden etkilendiği belirtilmektedir. 1509 depreminde Hereke Koyu boyunca yer alan Bizans dönemine ait yalı köşkleri, deniz sularının altında kalmış; Haliç dalgaları Galata surlarını aşarak arka plandaki mahallelere ulaşmıştır.

10 Eylül 1894 tarihindeki Marmara Denizi merkezli 7.6 şiddetindeki deprem nedeniyle Marmara kıyıları ve adalarda, deniz önce 200 m geri çekilmiş sonra karaya ilerleyerek denizdeki kayıkları karaya atmıştır. Adalardaki gemiler ise yüksek dalgalarla çalkalanmıştır. Bu arada Eser-i Cedit vapuru da Büyükada önünde karaya oturmuştur. Heybeliada Çam Limanı'ndaki sular bir süre tamamen çekilmiştir.

10 Ağustos 1114 depreminin Mersin, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa'da etkili olduğu ve sadece Kahramanmaraş bölgesinde 45.000 kişinin ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Bu deprem, İsrail'de de hissedilmiş ve doğu Akdeniz'de tsunamiye neden olmuştur. Doğu Akdeniz'de tsunami yarattığı bilinen bir başka deprem de 20 Mayıs 1202 depremidir.

Karadeniz'de ise tsunami örneğine 1939 Erzincan depreminde rastlanılmıştır. Depremin etkisi ile kuzeyde, Karadeniz kıyısındaki Fatsa bölgesin-

Güney Ege'nin Tsunami Kaynağı, Volkanik Ada Thera

Gerasimos Papadopoulos
Deprem Planlama ve Araştırma Merkezi, Atina

Volkan patlamaları ve depremleri nedeniyle Güney Ege, Yunanistan'ın tektonik açıdan çok aktif bir bölgesidir. Bu bölgede oluşan depremler ya sığ odaklı (70 km'den daha sığ yerde), ya da orta derinliğe odaklı (70-200 km derinlikte)'dırlar.

Güney Ege'deki en belirgin jeofizik yapı, burada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan volkanlar kuşağıdır. Kuzeydoğuda Menthana, ortada Thera (ya da Santorini) ve güneydoğuda Missyros, üç önemli aktif volkan olarak yer alırlar. Bunlardan başka son 3000 yıldır etkinlikte bulunmuş olan volkanlar da vardır. Thera, büyüklüğü ve son 1500 yıldır süregelen aktifliği nedeniyle dünyadaki en önemli volkanlardan birisi olup etkisini güney Ege uygarlıklarında sık sık göstermiştir. Güney Ege'deki deprem ve volkanik aktivitelerin temel nedeni, Afrika platosunun Ege denizi tabanının altına 2.5 cm/sn hızla dalmakta olmasıdır.

M.Ö. 1560'larda Thera'da çok büyük patlamalar gerçekleşmiştir. Bu patlamaların ardından büyük tsunamilerin oluştuğu, jeolojik ve arkeolojik bulgulardan anlaşılmaktadır. Bunların Ege ve doğu Akdeniz'de etkili oldukları sanılmaktadır. Metrelerce yükseklikteki dalgalar ilk 20 dakika içinde Girit'in kuzey kıyılarına ulaşabilmiştir. Thera'daki antik kent Akrotiri'de kazı yapan Atina Üniversitesi profesörlerinden S. Marinatos, Girit'in en önemli uygarlığı olan Minoan uygarlığının bu dönemde çöktüğünü açıklamıştır. Bu nedenledir ki Thera patlamalarına Minoan patlamaları da denilir. Minoan tsunamilerinin oluşum, büyüklük ve etkileri üzerine araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Volkanik merkezin çökmesi sonucu ilginç bir krater oluşmuştur. Bu aktivitelerin Minoan döneminden beri sürmekte olduğu, bu yüzyılda da devam ettiği bir gerçektir. Büyüklük açısından en belirgin olanı, M.S. 1650'de gerçekleşen patlamadır. Bu konudaki Yunanca ve Fransızca kaynaklardan alınan bilgilere göre ilk patlama 29 Eylül 1650'de şiddetli bir depremle birlikte olmuş, kraterdeki büyük çökmeye bağlı olarak büyük bir tsunami de ortaya çıkmıştır. Bu tsunami, güney Ege ve özellikle oniki adalarda 30 m yüksekliğinde tırmanma yaratmış; Thera ve komşu adalarda çok etkili olmuştur. Kuzey Girit'te ise 4-5 m'lik tırmanma gözlenmiştir. Girit'in başkenti Heraklio limanındaki gemi ve tekneler büyük hasar görmüş ve çoğu batmıştır. Yakın geçmişte adaya yapılan teknik gezi ve arazi çalışmaları ile bu tsunaminin etkilerinin saptanması ve doğruluğu konusunda bilgiler elde edilmiştir. Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki derin bölgede 7.5 şiddetindeki depremlerle oluşan 9 Temmuz 1956 tsunamisi de Amorgos adasında 20 m, Astypalaea adasında ise 25 m tırmanmış ve tüm kıyılara hasar vermiştir. Bu ve diğer jeofizik veriler, Thera ve çevresinin, Avrupa ve Akdeniz'de tsunamiye en elverişli bölge olduğunu desteklemektedir. Bu tsunamilerin bir benzerinin gelecekte oluşması, kıyılarda geçmiş dönemde oluşan hasarlardan çok daha fazlasını gündeme getirecektir. Bundan dolayı, bölgenin "tsunami potansiyeli" hakkında bilimsel çalışmaların sürdürülmesi ve tsunami etkilerini azaltmaya yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Avrupa Topluluğu tarafından desteklenen, "Avrupa Kıyılarında Tsunami Oluşum ve Etkileri" konulu proje (GITEC) şu sıralar yürütülme aşamasındadır.

de deniz önce 50 m çekilmiş, sonra 20 m ilerlemiş ve daha sonra da normale dönmüştür. Kırım kıyılarında da denizin önce karaya doğru ilerlediği, sonra geri çekildiği Richter'in kitabında kayıtlıdır.

Nasıl Korunmalı?

"İnşallah olmaz" demek bir korunma yöntemi değildir. Denizler tabanına özel ölçüm aygıtları yerleştirerek "Tsunami Uyarı Sistemleri" kurmak da en azından şimdilik ekonomik bir korunma yöntemi olarak sayılamaz. Ancak günümüze kadar yaşanmış çeşitli deneyimlerin anlatılması ve tsunami hakkındaki temel bilgilerin yayınlanması, can kaybını en aza indirmeye yetebilir.

Bilinmelidir ki, tsunami çok zayıf bir deprem ile de oluşabilir. Deniz kıyısında iken hissedilen her deprem sonrasında tsunami gelme olasılığı (çok zayıf da olsa) vardır. Kıyıya tsunaminin ilk gelişi su düzeyinin anormal biçimde (10-15 dakika içinde) 1-1.5 m kadar yükselmesi ya da çökmesi ile kendini belli eder. Tsunaminin bu ilk öncü dalgası, aynı zamanda da arkadan gelecek olan iki ya da üç kuvvetli dalganın habercisidir. Yıkıcı dalgaların derin denizden gelişi sırasında gökgürültüsünü andıran uğultular duyulur. Bu sesler de 20 dakika içinde kıyıya varacak olan diğer dalgaların şiddetini önceden haber verirler. Bu durumda yapılacak tek şey kıyıdan uzaklaşmaktır. Teknede bulunanlar, kıyıdan uzaklara, derin sulara giderek dalganın tekneye ve kendilerine vereceği zararı azaltabilir ya da önleyebilir-

İki düzlem, birbiri üzerinden aşarken deniz tabanında bir parçayı kaldırarak 18 km uzunluğunda bir dalga oluşturur. Buna da tsunami denir. Kıyıya yakın bölgelerde dalganın en üst noktasında oluşan geriye doğru devinim, bütün bir limanı boşaltabilir. Tabanla dalga arasında oluşan sürtünme, dalgayı yavaşlattığından dalgada kırılmalar meydana gelir ve tsunaminin yüksekliği gittikçe artar.

ler. Karada olanlar için ise denizden uzağa gitmek zorunludur. Böylece dalga ile sürüklenme ve yaralanma tehlikesi ortadan kalkar. Tsunami etkisi ile ölenlerin büyük çoğunluğu meraklı kişilerdir. Dalganın kıyılardaki hareketini merakla izleyenler, kendilerini birdenbire denizde şiddetle sürüklenirken bulurlar. Sürüklenme yönü ya denizin içine ya da kara tarafınadır. Bunların dışında, yapılması gereken en önemli şey, her konuda olduğu gibi bu konuda da araştırma yapmak, bulguları uygulamak ve kişileri bu konuda eğitmektir. Tsunami için yapılabilecek en uygun araştırma biçimi de bilgisayar modeli oluşturmaktır.

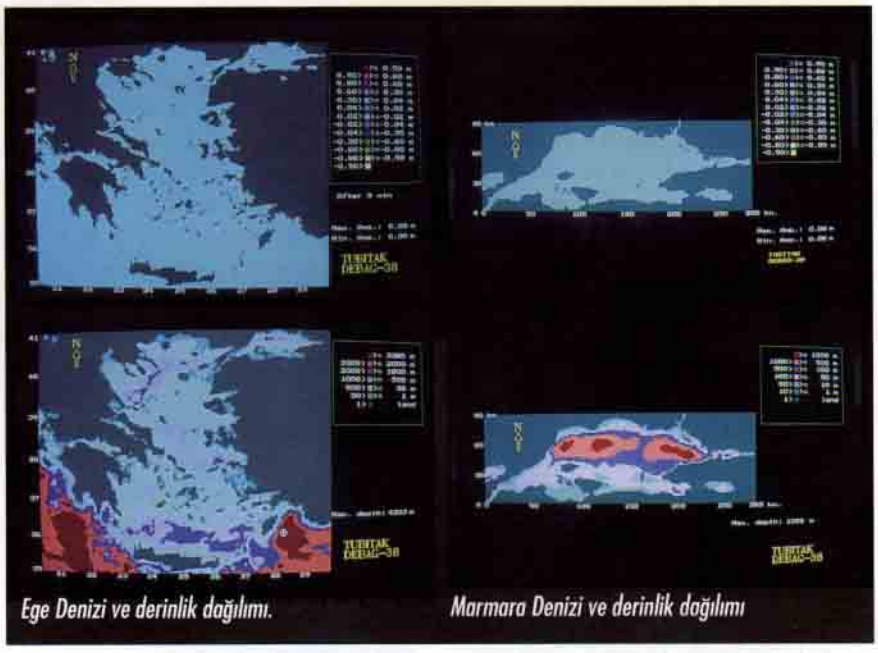
Tsunami Hareketinin İncelenmesi

Uzun dönemli dalgaların hareketini tanımlayabilen denklemlerin çeşitli sınır koşullarında sayısal yollarla çözülmeleri için, başlangıç koşulları olarak tsunami dalgasına benzeyen su düzeyi seçilir. Böylece su düzeyinin zaman içindeki değişimi elde edilebilmektedir. Bu yöntemin uygulanması sırasında, lineer dalga denklemleri yardımıyla su düzeyinin derin deniz bölgesindeki değişimi; sığ su denklemleri kullanıldığında ise, körfezler ya da kıyı alanlarındaki değişimler daha hızlı ve doğru olarak hesaplanabilmektedir.

TUNAMI-N1 ve TUNAMI-N2, Fortran dilinde hazırlanmış bilgisayar programlarıdır. Temel girdiler olarak, belirli grid aralıklarındaki su derinliği değerleri ve deprem parametreleri (fay kırığının başladığı ve bittiği koordinatlar, kırık eni, su derinliği, dalma açısı, kayma açısı ve taban çökmesi/kalkması miktarı) kullanılır. Birinci işlem olarak deprem parametreleri ele alınarak ilk dalga profili saptanır. Bu değerler, sayısal çözüm için gerekli olan başlangıç koşulları olarak kullanılır ve zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. TUNAMI-N1'in uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde 20.5^{o} doğu ve 29.96^{o} doğu boylamları ile 34.88^{o} kuzey ve 41.10^{o} kuzey enlemleri arasında kalan; 812 km uzunluğunda ve 672.8 km genişliğindeki dikdörtgen bölge ve Marmara Denizi'nin tamamı (114 km x 36 km) seçilmiştir.

Su derinliği verileri, sayısallaştırıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve grid noktalarına rastlayan derinlikler de bir başka bilgisayar programı yardımıyla hesaplanarak, programın girdileri olarak hazırlanmıştır. Bu işlem her iki denizimiz için de ayrı ayrı yapılmıştır.

Program, depremden sonra gerçek zaman olarak Ege'de beş, Marmara'da bir saatlik süre için işletilerek su düzeyi değişimleri hesaplanmış; bunlar, gerçek zaman olarak üç dakika aralıklarla, dosyalara aktarılmış ve bu dosyaların işlenmesi ile (ilk 90 dakika için) deniz durumunu gösteren resimler elde edilmiştir. Resimlerin ardarda ekrana çizdirilmesi ile de hareketli görüntüler sağlanmıştır. Ege Denizi'ndeki birçok kıyı alanında seçilen istasyonlardaki su düzeyinin zamana bağlı değişimleri de, programın işletimi sırasında ayrı dosyalara aktarılmıştır. Böylece hem deniz durumunun hareketli görüntüleri, hem de çeşitli istasyonlardaki su düzeyi değişimleri elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki çeşitli kıyı alanlarından seçilen ve su düzeyi değişimleri hesaplanan 20 ayrı istasyona, dalganın ne kadar zamanda

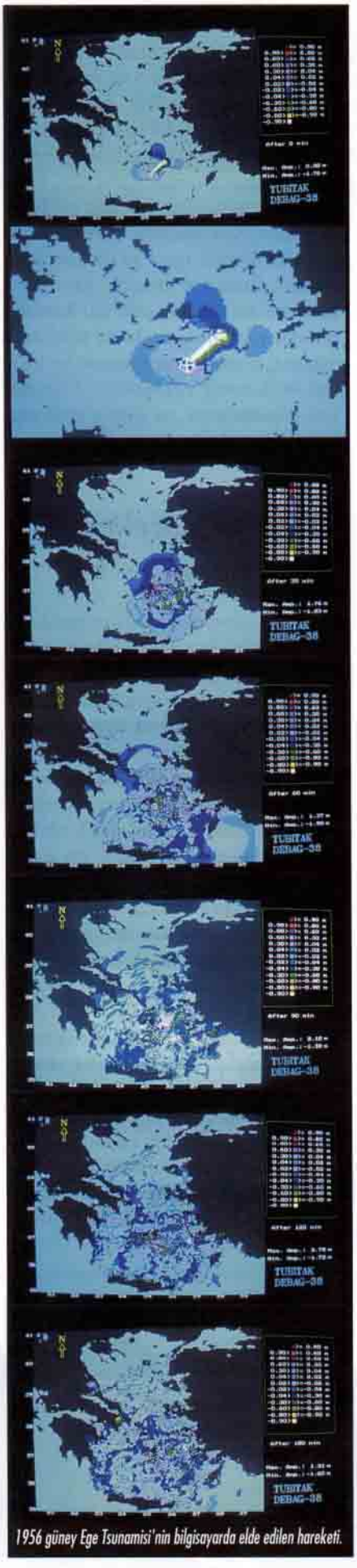


Ege Denizi ve derinlik dağılımı. *Marmara Denizi ve derinlik dağılımı*

ulaşabileceği bulunabilir. Her iki denizimiz için uygulamaya hazır duruma getirilmiş olan bu model, seçilen herhangi bir depreme ait parametreleri girdi olarak alıp tsunami dalgası oluşturmak ve bu dalganın Ege Denizi'ndeki hareketini derin deniz bölgelerinde izlemek üzere kullanılabilir durumdadır. TUNAMI-N2, sığ sularda işletilerek dalganın karadaki tırmanması da bulunabilmektedir. Böylece dalganın kıyılarda yakın çekimle izlenmesi ve etkilerinin araştırılması olanaklı olur. İzmir ve İzmit Körfezleri, bu konudaki uygulama alanları olarak seçilmiştir. Bu programın girdi olarak kullandığı körfez girişindeki su düzeyi değerleri, önceki programın çıktılarından alınır.

Uygulama: Ege Denizi için iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bunlardan biri "1956 Güney Ege tsunamisi"dir. Diğeri ise "olası Andicithira tsunamisi"dir. Her iki tsunaminin Ege Denizi'nde oluşturduğu ilk kabarma ve sonrasındaki hareketler, harita üzerinde belirli zaman aralıklarında bilgisayarda resimlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tsunami kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda ilerlemiş ve Anadolu kıyılarında önemli etkileri olmamıştır.

Olası Andicithira tsunamisi'nin incelenmesi ise daha ilginç sonuçlar ver-



1956 güney Ege Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Japonya Tsunamileri

Nobuo Shuto
Tohoku Üniversitesi, Afet Kontrol Araştırma Merkezi, Japonya

Japonya, bütünüyle bir fay zonu içinde yer almaktadır. Bu nedenle depremler, güncel yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Tsunami ise her Japon için birkaç kez yaşanabilecek bir doğal afettir. Japonya'nın kuzeybatısındaki Tohoku bölgesi açıklarında bulunan fay hattı, yarattığı tsunamilerle tarih boyunca kıyı şehirlerini defalarca yıkmıştır. Bunlardan en önemli üç tanesi, 1611, 1896 ve 1933 yıllarında gerçekleşmiştir. Deprem merkezinin kıta sahanlığı sınırında olduğu sanılan bu üç olayda sarsıntılar ve tsunamiler hemen hemen aynı özellikleri göstermiş; üç tsunami de çok şiddetli olmuştur. Bunları doğuran depremler (özellikle 1896 depremi) ise çok zayıf, uzun ve yavaş süren sarsıntılar şeklinde ortaya çıkmıştır. 1896 depreminde 30 dakika sonra kıyıya gelen dalgalar, 21.000 can kaybına neden olmuştur. Maksimum tırmanma 30 m'dir. Bu olay "Meiji Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak bilinir. 1933 yılında 3000 ölümle sonuçlanan olay ise, "Showa Büyük Sanriku Tsunamisi" olarak adlandırılmıştır. 25 m tırmanan dalgalar, kıyılardaki tüm deniz yapılarını aşmıştır.

Japonya'da tsunami araştırmaları 1960 Şili tsunamisi ile başlar. Tohoku Üniversitesi Afet Kontrol Araştırma Merkezi'nde 1987'de başlanan matematiksel modellerin kurulması çalışmaları, bugün çok verimli bir düzeye getirilmiştir. Günümüzde bu modellerin diğer denizlerdeki tsunamilere uyarlanması için çalışılmaktadır. Bu konudaki ilk örnek, Ege ve Marmara denizleri için yapılan uygulamalarla Türkiye'dir.

Araştırma Merkezimiz, bu modellerin, yakın bir gelecekte, Japonya'da tsunami uyarı sistemi içinde görev yapmasını sağlamak amacındadır. Bunun için geliştirilmeye çalışılan "yakın kıyı tsunamileri uyarı sistemi"nin temel ilkeleri hızlılık, kesinlik ve detaylar olarak seçilmiştir. Uygulanan yöntem ise şöyledir: Yakın kıyı tsunamisinin kıyıya ulaşması 25-30 dakika almaktadır. Deprem olduğunda Japon Meteoroloji Ajansı (JMA) tarafından hemen tahmin edilebilen deprem özellikleri (fay yeri, boyu ve eni, çökme/kabarma yüksekliği, kayma ve dalma açısı, su derinliği, deprem yeri ve fay hattı doğrultusu), hazırlanmış bilgisayar modellerine ulaştırılabilecektir. Bu işlem ilk beş dakikada, modelin işlemesi ve sonuçların elde edilmesi ise takip eden on dakikada tamamlanabilecektir. Bu işlem yapılırken, olayın önceden denenmiş senaryolarla benzerliği de bilgisayarda gözden geçirilecektir. Depremden 15 dakika sonra ilk veriler elde edilmiş olacağından, yayın organları yardımıyla yerel halkın uyarılması mümkün olacaktır. Yerel halk için ivedi önlemler almak ya da kıyılardan uzaklara gitmek için en az 10 dakika süre kalacaktır. Ancak yöntemin başarı ile uygulanabilmesi için çok sayıda problemin ele alınması ve çözülmesi zorunludur.

Bugün Japonya'da deprem olduğunda, deprem ile ilgili ön bilgiler televizyon aracılığıyla ilk dakikalarda halka ulaştırılabilmektedir. Bunun tsunami için de gerçekleşmesi, yakın bir gelecek için saptanan hedeftir.

Doğal afetler önlenemeseler de etkilerinin azaltılması olanaklıdır. Uygulamadaki başarılar, bu konudaki bilimsel araştırmaların düzeyiyle olduğu kadar halkın duyarlılığı ve bilgisiyle de yakından ilgilidir.

masıdır. Ege adaları ise birer dalgakıran görevi yaparak Anadolu'yu bir ölçüde korumuştur. Bu dalganın ayrıca Mısır ve İtalya'da etkili olacağı kanısına varılmıştır. Bu sonuç, bugüne kadar açıklığa kavuşturulamamış olan 365 tsunaminin oluşma yeri ve mekanizmasının daha sağlıklı olarak belirlenmesine yetmiştir.

1894 Marmara Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

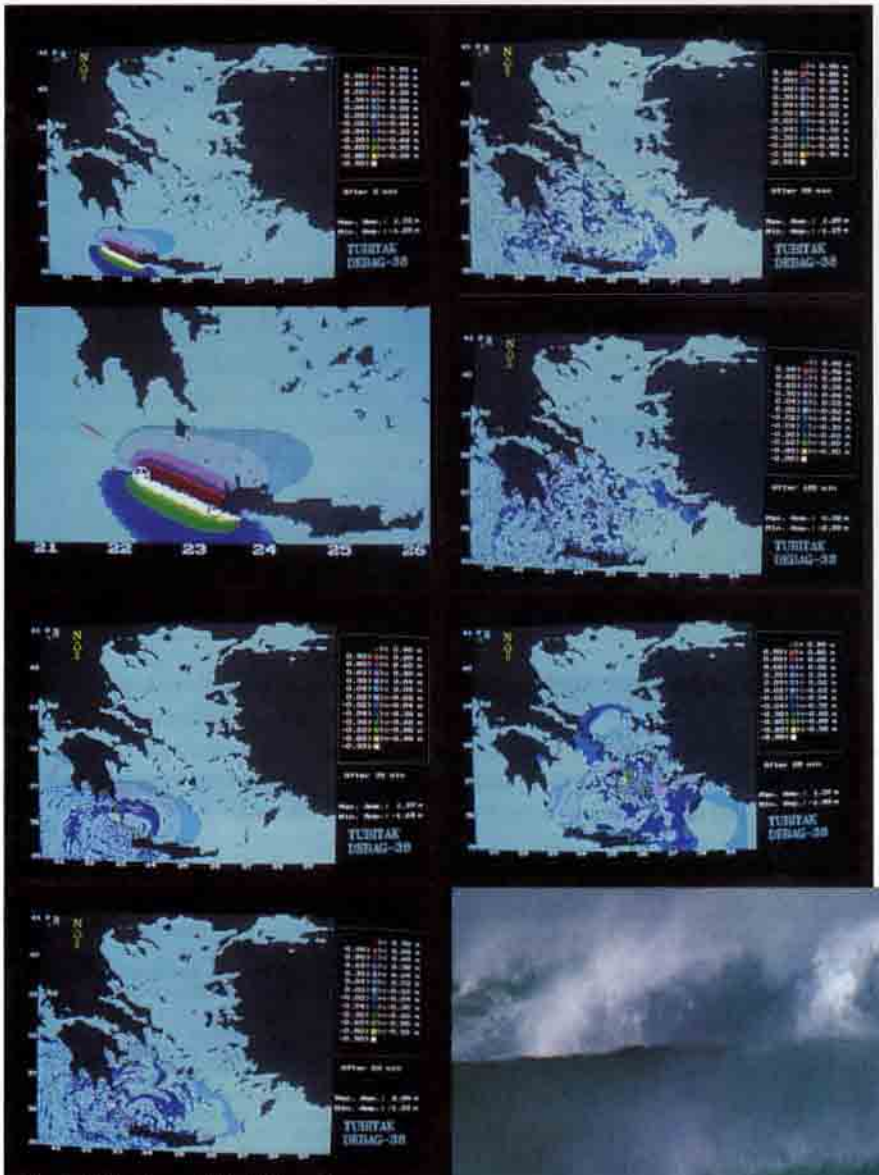
mektedir. Öyle ki; bu tsunami ilk dakikalarından itibaren Adriyatik ve doğu Akdeniz'e yönelmiştir. Enerjisinin az bir bölümü Ege Denizi'ne geçerek etkilerini adalarda göstermiş ve Anadolu kıyılarına zayıflayarak ulaşmıştır. Bunun nedeni, tsunaminin derin sulara yani Girit'in güneyine yönelmiş ol-

Marmara Denizi için ise 1894 İstanbul tsunamisinin benzetimi yapılmıştır. Bu tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu benzetimde de eldeki bilgiler ile uyumlu sonuçlara varılmıştır. Kapalı denizler olan Ege ve Marmara'daki tsunaminin uzunca bir süre denizde gezebildiği ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve İzmit körfezleri için yapılan uygulamada tsunaminin körfezler içindeki hareketleri modellenmiştir. Daralan biçimleri nedeniyle her iki körfezimiz için tsunami enerjisinin bazı yerlerde odaklanması beklenebilir. İzmir Körfezi'ne giren bir tsunami 60 dakika sonra Alsancak'a varabilir. Olasılıkla odaklanma Urla koyunda, tırmanma ise İnciraltı-Konak arasında gerçekleşecek ve buradan yansıyan dalga da Karşıyaka'yı etkileyecektir.

İzmit Körfezi'ne giren tsunami, Diliskelesi darlığında şişecek ve körfezin sonuna doğru daralan bölgede etkili olacaktır. Bu körfez içinde kıyılara 20 dakika içinde ulaşabilir.

Sonuç olarak; Anadolu ve çevresindeki fay zonları, tsunami dalgasının oluşumu, hareketi ve tarihteki çeşitli tsunami olayları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Ege Denizi, Marmara Denizi ve İskenderun Körfezi-Kıbrıs arasındaki bölgelerde bulunan olası deprem merkezleri, tsunamiye elverişli özellikler göstermektedir. Tarihsel verilere göre Ege Denizi için tsunami oluşma olasılığı 35 yılda birdir. Bu olasılık Marmara için 100 yılda bir, doğu Akdeniz için ise 60 yılda birdir.



Olası Andicithire Tsunamisi'nin bilgisayarda elde edilen hareketi.

Tsunami Dalgakıranları

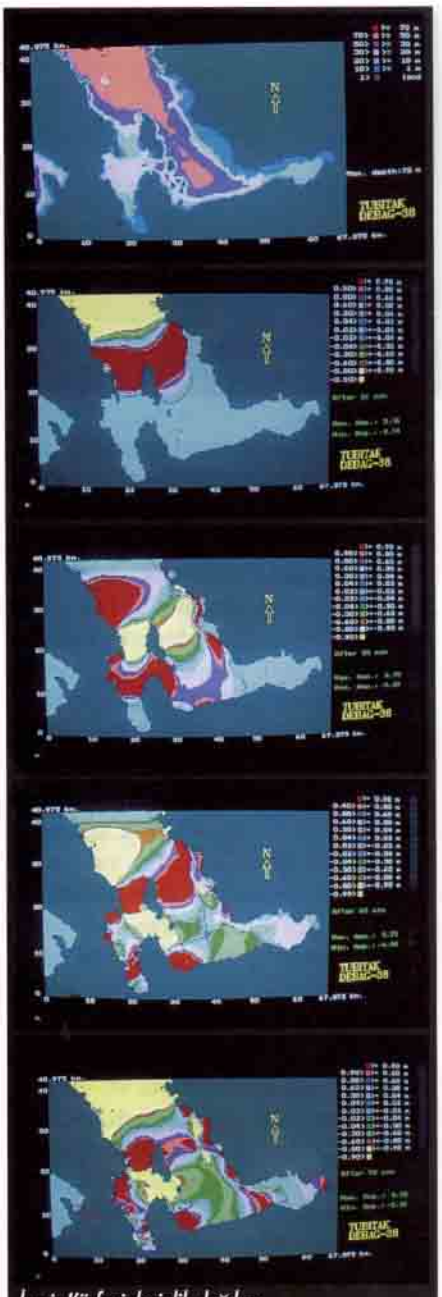
Adnan Akyarlı
Dokuz Eylül Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Japonya'nın Kamaishi Limanı için inşa edilen tsunami dalgakıranı

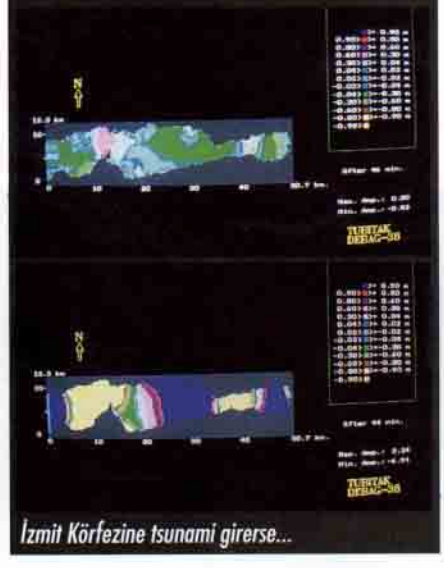
Japonya'da çalışmalarını sürdüren Liman Araştırma Enstitüsü'nün (PHRI - Port and Harbour Research Institute) 21 Nisan 1994 tarihinde halka da açık olarak düzenlediği gösterilerde kıyı ve liman mühendisliği konusundaki çağdaş uygulamalar ve teknolojik gelişmeler sunuluyordu. Bu gösterilerde, bir dalgakıranın tsunami etkisi altında uğradığı hasarın saptanması için gerekli fiziksel modeller geliştirilmişti.

Tsunami dalgakıranları, rüzgar dalgalarının yanısıra tsunamileri de indirgeyerek koruma alanlarının risklerini azaltmak amacı ile yapılan gerçekten görkemli boyutlara sahip deniz yapılarıdır. Örneğin Kamaishi Limanı için inşa edilen dalgakıranların yarı uzunluğu boyunca su derinliği, 63 m'ye kadar ulaşmaktadır. Şu an için dünyanın en derin dalgakıranı olan bu yapı, şevli bir dolgu temel üzerine oturan trapezoidal formda bir kesondan oluşmaktadır. Bunun üst tarafında ise dalga enerjisini kıran, çift yatay yarıklı bir düşey duvar yer almaktadır . Aynı isimli kenti korumak üzere Ofunato Körfezi'nin ağzında inşa edilen dalgakıranlar için Shoto tarafından verilen bilgiler, tsunami dalgakıranlarının dalga indirgeme etkinliklerini ortaya koymak açısından ilginçtir. Buna göre, dalgakıranların tasarımında periyotları 15 dakika ve 40 dakika olan 6 metre yüksekliğinde tsunamilerle, periyodu 9 saniye ve yüksekliği 4 metre olan bir rüzgar dalgası birlikte göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan ön değerlendirmeler, tsunamilerin genliğinin bu dalgakıranlarla 2 metreye düşürülebileceğini, buna karşılık iki dalgakıran arasındaki açıklığın oluşturduğu giriş ağzında hızı 6 m/s değerine kadar ulaşabilen çok şiddetli akıntıların yaratılacağını göstermiştir. Dalgakıran modellerinden laboratuvarda hazırlanan biri de 1/15 ölçeğinde, herbiri 2000 ton ağırlığındaki dikdörtgen kesonlardan oluşanıdır. Modelin yeraldığı dalga kanalında, özel düzenekler aracılığı ile tsunami yaratılarak gittikçe şiddetlendirilen bu dalgaların limana giriş ve limandan çıkış süreçleri incelenir. Bu modelde dalganın limana giriş hızı 8 m/s değerine ulaştığı anda, önce giriş ağzının sol yanında, daha sonra da sağ yanında yer alan uç kesonlar ayrılır; sonuçta dalgakıran hasara uğrar.

İnsanoğlunun doğal afetlere karşı daha savunmalı olmasını sağlamak amacı ile birçok araştırma yapılmakta; bunların sonucunda da, bir zamanlar için düşünülmesi dahi olanaksız teknolojik gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tsunami dalgakıranlarının tasarımında bu gelişimler gözönünde bulundurulmaktadır.



İzmir Körfezi derinlik dağılımı, İzmir Körfezine tsunami girerse...



İzmit Körfezine tsunami girerse...

Her depremden sonra kıyılara tsunami dalgası gelebilir. Bu duruma pek ender olarak rastlansa da dalganın kıyıda mal ve can kaybı yaratması olasılığına karşı duyarlı olunması zorunludur.

Tsunami, Ege Denizi'ni güney-kuzey doğrultusunda en çok üç saatte geçebilir. Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi ise 50 dakika kadardır. Ancak bu iki kapalı denizde de çalkantının uzun bir süre devam etmesi ve yansıyan dalgaların sonradan da etkili olması beklenmelidir. Ege için, adalar ve karmaşık kıyı düzeni nedeniyle tsunami enerjisinin bir ölçüde sönümleneceği beklense de enerjinin, V tipi körfezlerde oluşacak yansımalardan dolayı beklenmedik noktalarda odaklanarak, çok şiddetli akıntılar ve kıyılarda tırmanmalar yaratması, böylece hasarlara yol açması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Papadopoulos, G.A., Yalçıner, A.C., Kuran, U. 1956 Güney Ege Tsunamisinin Kaynak Mekanizması Üzerine bir Değerlendirme, 15. Uluslararası Tsunami Sempozyumu, Grenoble, 1994.

Shuto, N., Goto, C., Imamura, F., Numerical Simulation as a Means of Warning for Near Field Tsunamis, Coastal Engineering in Japan, Japonya, 1990.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Anadolu ve Çevresindeki Tsunamilerin Geçmişi, Bugünü ve Geleceği, 13. Uluslararası Tsunami Semppozyumu, Avusturya, 1991.

Yalçıner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura, F., Ege ve Marmara Denizlerinde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Matematiksel Model Yardımıyla Araştırılması, TÜBİTAK-YDAB-ÇAG-38 Proje Raporu, 1994.

Yalçıner, A.C., Kuran, U. Sismik Orijinli Deniz Dalgaları Oluşum, Hareket ve Kıyılara Etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası, XXI. Teknik Kongre, İstanbul, 1991.

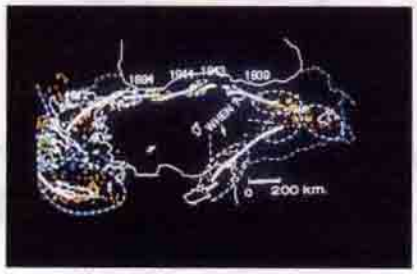
Anadolu Çevresinde Tsunamiye Yol Açan Sismik Olaylar

Uğur Kuran
Afet İşleri Genel Müdürlüğü

Anadolu'da dikkate değer iki fay zonu bulunmaktadır. Bunlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'dur (DAF). Ege Denizi'nin güneyinden geçen ve Hellenik Yay olarak isimlendirilmiş bir başka fay zonu da aktif durumdadır. Çizim 1'de Anadolu ve Ege Denizi çevresinde son yüzyıl içinde rastlanan süreksiz kırık ilerlemeleri, oluştukları yıllar belirtilerek gösterilmiştir. Bu çizimde gösterilen elipsler, makro depremlerin yoğunlaştıkları bölgeleri sınırlamaktadır. Ayrıca 1984, 1912, 1939, 1943 ve 1944 yıllarındaki depremler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca düzensiz kırık ilerlemelerinin sergilendiği görülmektedir. Çizim incelendiğinde Anadolu çevresindeki bazı deniz alanlarının, tsunamiye yol açabilecek deprem bölgeleri oldukları ortaya çıkmaktadır.

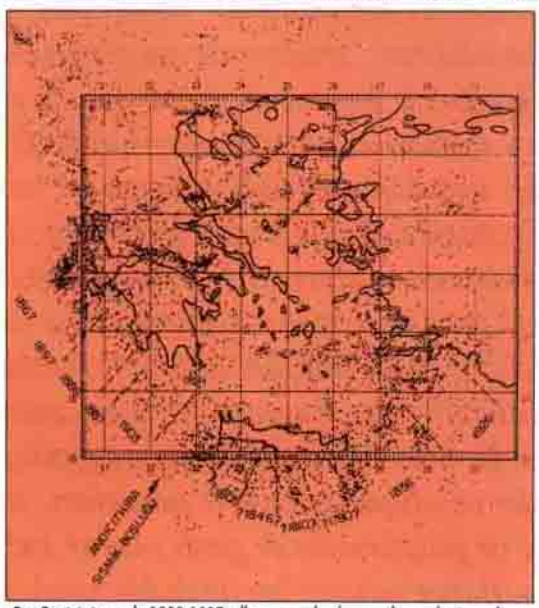
Doğu Anadolu Fayı'nın İskenderun Körfezi batısından geçerek Kıbrıs'a yönelen kolunun bulunduğu bölge bunlardan birisidir. Doğu Akdeniz'in özellikle Kuzey Kıbrıs kıyıları ve Anamur'dan başlayıp İsrail'e kadar uzanan kıyı bandının, gelecekte tsunami etkisi altında kalabileceği dikkate alınmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı, ülkemiz sınırları içinde Hakkari'den başlayıp Van Gölü'nün güneyi, Amasya, Bolu, İzmit, Marmara Denizi ortasından geçerek, Saroz Körfezi yolu ile Ege Denizi'ne uzanmaktadır. Bu fayın Doğu Anadolu Fayı ile buluştuğu yer Karlıova civarındadır. Erzincan-Elazığ-Van Gölü üçgeni içinde bulunan Van Gölü, Hazar Gölü ve büyük baraj gölleri DAF yakınlarına rastlamaktadır. Bu yüzden bölgedeki gölleri, sismik orijinli deniz dalgası eğilimli göller olarak değerlendirmek olasıdır. Hem tarihi kayıtlar hem de Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nden geçen kısmındaki hareketlilik, bu denizin her zaman için tsunami doğurabilecek depremlere sahne olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Ege Denizi'nde Mora Yarımadası'na yönelmiş olan son kısmı da ilerlemeye devam etmektedir. Fayın bu kısmındaki hareketlilik kuzey Ege'de; Hellenik Yay'ın Girit Adası güneyine uzanan kısmındaki tektonik hareketler ise güney Ege'de tsunami oluşturacak özelliktedir. Bu bölgelerde doğabilecek tsunami, tüm Ege adaları ve birçok Ege kıyısını, ayrıca güneydeki Akdeniz sahillerimizi etkileyebilecektir.

Alp-Himalaya kuşağının batısında sismik yönden en aktif ve karmaşık kesim, Ege Denizi'dir. Günümüzdeki derin tektonik sismik aktivite ise güney Ege bölgesinde oldukça büyük boyutlarda gelişme göstermektedir. Bu yüzden günümüzde elde edilen morfolojik, jeofizik ve magmatik veriler, dalma-batma olayının buralarda hala devam ettiğini göstermektedir. Basınç kuvveti alanlarının ada yayının konveks (dış bükey) tarafında hakim durumda olduğu, ancak yayın içindeki litosferde bu kuvvet alanının, çekme kuvvetleri olarak gelişme gösterdiği bilinmektedir. 100 km enindeki Benioff zonu oldukça iyi gelişmiş olup ada yayının konveks tarafından konkav (iç bükey) tarafına doğru uzanmaktadır. Hellenik Yay şeridinin konveks tarafı boyunca hakim bulunan basınç kuvvetleri, depremlerin oluşmasıyla yakından ilgilidir. Kuzey Ege'de ise derin tektonik aktivitenin zayıfladığı görülmektedir. Bu yörede takriben 100 km'den daha derin odaklı büyük depremlerin oluşmadığı dikkati çekmektedir.



Son yüzyılda Anadolu'da oluşan düzensiz kırık ilerlemeleri

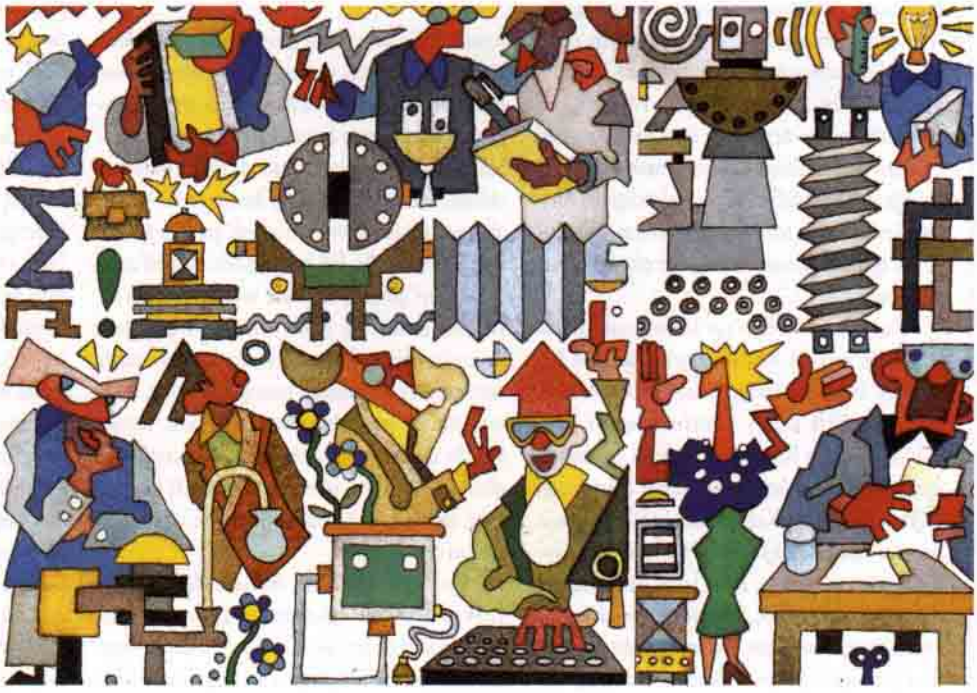
Çizim 1'de gösterilen depremlerden özellikle 1894 ve 1939 yıllarında oluşan ikisi, tsunami yaratmış olmaları nedeniyle dikkate değerdir. Ayrıca, her iki depremle oluşan fay kırıkları, kısmen ya da tamamen kara içinde kalmalarına rağmen tsunami yaratmışlardır. Çizim 2'de ise Ege Denizi ve civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri gösterilmektedir. Ayrıca 1805-1926 yılları arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri de çizimde yer almaktadır. Hellenik Yay'ın sismik özelliklerinin iki ayrı yöntemle incelendiği çalışmada, 1805-1926 tarihleri arasında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin plaka sınırlarının, sığ derinliklerde oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu depremlerle birlikte oluşan kırıkların boylarının 100-150 km arasında değişmekte olduğu belirtilerek, Hellenik plaka sınırının takriben 22.5° Doğu ile 23.5° Doğu arasındaki kesimi "Andicithira Gap" veya "Andicithira Sismik Boşluğu" olarak tanımlanmıştır. Girit Adası'nın batısı ile Andicithira Adası arasındaki bu bölge, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda 100 km uzunluğunda olup, bölgede M < 8 büyüklüğünde bir depremin oluşabileceği belirtilmiştir. Olası bu depremin 1856, 1886, 1903 ve 1926 yıllarındaki depremlerle meydana gelen kırılmalara eşdeğer büyüklükte olabileceği düşünülmektedir. Andicithira Sismik Boşluğu'nda 1629, 1750, 1798 yıllarında üç yıkıcı depremin oluştuğu belirlenmiş bulunmaktadır. Eğer bu sismik boşluk bu üç depremden etkilenmemiş ise, günümüzde hâlâ Hellenik Yay üzerinde, Andicithira Sismik Boşluğu'nun varlığından söz etmek doğru olacaktır. Meydana gelen büyük depremler sadece fay kırığının civarında değil, aynı zamanda oluşturdukları deniz dalgalarıyla uzun mesafelerde de etkili olabilmektedirler. Buna Ege Denizi'nden çarpıcı bir örnek vermek yararlı olacaktır. Şöyle ki Andicithira Sismik Boşluğu'nda geliştiğini düşündüğümüz büyük bir depremin 365 yılında oluşturduğu tsunami, 21 Temmuz gecesi yaklaşık 900 km uzakta yer alan İskenderiye limanında bulunan gemileri sürüklemiş ve kara içlerine kadar atmıştır. Deniz çekildiğinde karada kalan bu ganimetleri yağmalamak isteyen halkın üzerine muhtemelen ikinci bir deniz dalgası gelerek 5000 kişinin boğularak ölmesine neden olmuştur. Aynı dalganın Adriyatik kıyıları ve Sicilya Adası'nda da çok etkili olduğu belirlenmiştir. Andicithira Sismik Boşluğu'nun hemen yanında yer alan Girit Adası en büyük tahribata uğrayan bölgelerden biridir. Adanın on kenti yok olmuş ve büyük bir kısmı su altında kalmıştır. Yıkılan şehirlerden bazıları; Knossos, Gortina, Heraklion, Lerapetra, Honia (Akrotiri), Mallia, Voulismeni ve Zakros'tur. Bu depremde sadece Girit'te 50 bin kişinin öldüğü bilinmektedir. Depremin geniş çapta etkili olduğu sahalar Girit, Peloponez, Mora Yarımadası ve Adriyatik kıyılarıdır. Olimpos'taki Zeus tapınağının hasar gördüğü ve surların yıkıldığı da kayıtlıdır.



Ege Denizi civarında 1900-1987 yılları arasında oluşmuş depremlerin merkezleri ve 1805-1926 arasındaki süreksiz kırık ilerlemeleri.

Kalkınma İçin Çıkış Noktası

Bilim ve Teknoloji



İnsanlığın, nesnel kültürün tüm olanaklarından faydalanmak üzere kullandığı araçların bütünü olarak tanımlanan teknolojiyi oluşturan dört öğe vardır; bilgi, teknik, eğitim, pazarlama etkinliği. Bu dört öğenin de temelinde araştırma veya geliştirme faaliyeti vardır. Teknolojisi güçlü bir ülke demek, araştırma geliştirme faaliyetlerinde güçlü bir ülke demektir. Teknolojiyi kullanabilmek ise ona sahip olmakla olasıdır ki, bunun yolu ya teknolojiyi üretmek ya da onu ithal etmekle sağlanır. Bu iki durumda da temel olan, yine araştırma ve geliştirme gücüdür. Dikkat edilirse, araştırma ve geliştirme söz konusu edilen bütün öğelerde karşımıza çıkmaktadır. O halde araştırma geliştirmeyi anlamca açıklamak gerekir. Araştırmayı; temel ve uygulamalı araştırma olarak iki kısımda ifade edebiliriz. Temel araştırma, belirli bir uygulama ve kullanım amacı hedef alınmadan, sırf olgular ve gözlenebilir olayların arkasındaki gizlenmiş gerçekleri ortaya koyabilmek için yapılan deneysel ve kuramsal çalışmalar zinciridir. Uygulamalı araştırma, yeni ve özgün bir uygulamaya yönelik çalışmaları kapsar. Geliştirme ise daha önce edinilmiş bilgileri kullanarak yeni araç veya gereç tasarlamak, üretmek, bunları daha mükemmel hale getirmek üzere yapılan faaliyetlerdir. Bu üç çabaya bir anlamda destek veren dördüncü bir uğraş sahası vardır ki, o da üretilen bilginin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalardır. Toplanan bilgiler ve oluşturulan veri tabanları, temel ve uygulamalı araştırma çalışmalarında ve geliştirmelerde girdi olarak kullanılır. Teknolojik gelişme ekonomik ve sosyal standartların geliştirilmesinde bir anahtar faktör katkısı sağlar ki, kalkınmanın en önemli etkenlerinden birisi de budur.

BİLİM VE ENDÜSTRİ devrimlerini gerçekleştirmiş olan batı ülkeleri; bilim, teknoloji ve endüstri güçleriyle dünya üzerine hakimiyet kurmuşlardır. Öyle ki, 20. yüzyıl başında "mukadderatımız ekonomik gücümüze bağlı" görüşü, artık günümüzde yerini "teknoloji mukadderatımızdır" görüşüne bırakırken, bunu benimseyen ülkeler, ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmalarını garanti altına almışlardır. Kalkınma için para politikasının gerekliliği yanında, ileri, çağdaş ve zengin bir toplum olabilmenin gerçek yolunun, teknoloji ağırlıklı sanayiileşme stratejisi olduğu, bunun da, uygun finansal önlemlerle, eğitim ve AR-GE politikalarıyla destekleneceğini çok önceden kavrayan bu ülkelerde özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gözlenen çarpıcı ekonomik atılımın ana kaynağını, bilimsel ve teknolojik bilgi birikimi ve yetişmiş insan gücüne yapılan uzun vadeli yatırımlar oluşturmuştur. Özellikle ABD ve Japonya, 1970-1980'li yıllarda, Araştırma-Geliştirme faaliyetlerine daha çok önem vermişler ve bu faaliyetlerine üniversiteler ile araştırma kurumlarını ve özel sermayeyi de etkin bir şekilde ortak etmişlerdir.

Bu işbirliği sonucunda; mikroelektronik, bilgisayar, haberleşme teknolojileri, yeni malzemeler, biyoteknoloji, yeni enerji kaynakları, uzay teknolojileri hızla gelişme göstermiştir. Örneğin; malzeme teknolojisinde (ki; metaller, alaşımlar, bileşikler, seramikler ve polimerler dahil geniş bir sahayı kapsar) araştırma geliştirme faaliyetleriyle yeni ve geliştirilmiş malzemeler, tasarım ve işletim tekniklerinin kombinasyonları ile verilen koşullara uyan malzeme geliştirilmesi sağlanmış; zor aşınan, dayanıklı, hafif, yüksek sıcaklıklarda çalışabilen malzemeler elde edilmiştir. Yine biyoteknoloji ile yeni ve daha güvenli ilaçlar, aşılar, insülin, hormon, ağrı kesiciler üretilirken; tarım alanında üretim, beslenme ve kimyasal endüstri de hammadde çıkarımı ve atıkların değerlendirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, protein bakımından zengin gıdalar, hastalıklara ve iklim koşullarına dayanıklı yeni tohum çeşitleri elde edilmiştir. Petrol bazlı ürünlerin yerini alabilecek biyolojik olarak üretilmiş ürünler, cevherlerin zenginleştirilmesi ve çevre sorunlarında biyolojik mücadele ilaçlarının kullanılması sağlanmıştır. Mikroelektronikteki gelişmeler ise, bilgisayar, haberleşme, ticari elektronik, tüketim malları, uzay ve havacılığa yenilikler getirmiştir; doğal olarak bu teknolojilerin kullanılması ile yeni mallar, ucuz fiyatlarla; ancak çok fonksiyonlu olarak pazara girmiştir. ABD ve Japonya yanında Avrupa Topluluğu ülkeleri ve Güney Asya ülkeleri de 1980'li yıllarda aynı teknolojileri elde etmeye ve bunları kullanmaya büyük önem vermişlerdir.

Bu noktada Japonya örneğini vermek; özellikle ileri teknolojileri tekelinde bulundurmayı çok seven batı ülkelerinin üç nesilde yaptığını, bir nesilde başaran, Konfiçyüs felsefesini izleyen bu ülkenin başarısını açıklamak anlamında yerinde olacaktır. Daha önce değindiğimiz gibi, Japonya'nın ileri teknolojilerdeki başarısı tartışmasızdır. Bu konuda Japon Toro Nakoyama'nın, Starting from Zero (Sıfırdan Başlayarak) adlı dokümanında söylediği şu sözler oldukça anlamlı. *"Japonya İkinci Dünya Savaşı'nda bilim ve teknolojinin gücünü çok iyi anlamış ve hatta acı bir şekilde anlamıştır; kudret çizgimizin o günkü sıfırdan, bu gün durduğu yere gelmesiyle ilgili süreç birçok ülkeye örnek olabilir"*. İşte bu cümleleri ile Nakoyama, açıkca yenilginin ve aşağılanmanın intikamını ancak bilim ve teknoloji ile alabildiklerini ifade etmektedir. Yine,

bütün dünya ülkelerine, özellikle de gelişmekte olan ülkelere örnek olabilecek bir ülkeyi, G. Kore'yi ele alalım. G. Kore'nin araştırma geliştirme harcamaları 1986 rakamları ile brüt olarak 1768 milyon dolar (ülkemiz ile kıyaslarsak, G. Kore bizim 1990 yılında AR-GE harcamalarımızın iki mislinden daha fazlasını, 1986 yılının bütçesinden ayırmış). G. Kore'nin 1986 yılında AR-GE harcamalarının GSMH'ya oranı 1.99, 1990 yılında bu rakam 2.5'e yükselmiş, 2000'li yıllar için seçtikleri hedef ise %5 ve dünyada başka hiçbir ülke bu hedefi kendisine seçmiş değil. G. Kore'deki bu atılımın temelinde yatan bazı gerçekler ise şöyle; G.Kore teknoloji transferi yapıyor; dışarıdan aldığını mutlaka kendi AR-GE sistemine veriyor, yoğunlaştırıp özümsüyor ve kendine adapte ediyor. Sonra bütün büyük firmalarına AR-GE laboratuvarı kurma zorunluluğu getirmiş; ayrıca küçük ve orta ölçekli endüstriye müşterek araştırma laboratuvarı kurma zorunluluğu göstermiş. Sanayisi bugün, AR-GE harcamalarının neredeyse üçte ikisini kullanıyor. Bu durumda 2000'li yıllarda koyduğu hedefe ulaşması hiç de şaşırtıcı olmaz.

Değişen Değerler

Şimdi artık dünya, bilgi çağı ve üçüncü endüstri çağı dediğimiz çağda yaşamaktadır. Bu çağın ürünü olan ileri teknolojilerdir uluslara saygınlıklarını kazandıran; hatta ileri teknolojiler uluslararası ilişkileri bile etkiler hale gelmiştir; örneğin 1986'da Reagen-Gorbaçov zirvesinde, o zamanki Sovyetler Birliği Yıldızlar Savaşı denilen projeye son verilmesini isterken, Amerika'nın diretmesi, zirvenin yarıda kalmasına neden olmuştur. Yine 1987-1988 yıllarında, aynı kişilerin buluştuğu bir başka zirve de, bu kez orta menzilli nükleer silahların sınırlandırılması toplantısında aynı şeyler yaşanırken; ileri teknolojilerin politik zirveleri bile nasıl yönlendirdiği, ortaya çıkabilecek bilimsel ve teknolojik farkın bu ileri ülkelere bile nasıl bir rahatsızlık verdiği açıkca anlaşılmaktadır. Yaşadığımız dünyada etkisini her an duyduğumuz bu teknolojik rekabet, devletlerin ekonomik gelişmelerini, savunmalarını, politikalarını belirlemektedir.

Verdiğimiz örneklerden de anlaşılacağı gibi, ileri teknolojilerin bir kısmı o denli geniş kullanım alanına sahiptir ki, ekonominin hemen tüm sektörlerinde üretim ve dağıtım koşullarına değişiklikler getirdiği gibi, yatırım, istihdam ve sosyal yapı değişiklikleri konusunda da çok etkili olmuştur. Yani teknolojik gelişme ve bilimsel ilerleme, artık ekonomik kalkınmayı belirleyen bir etkendir; hem de en önemli etkendir. Onunla beraber dünya, bakış açısını değiştirmiştir; eskiden bir olaymış gibi algılanan teknolojik değişim, şimdi sürekli ve etkileşim içinde olan bir yenilenme süreci olarak benimsenmektedir. Teknolojik değişim denildiğinde eskiden anlaşılan yetişme-yakalama süreci iken, bugün tekno-küreselleşme ve etkileşimli bilim ve teknoloji birlikteliği anlaşılmaktadır. Bilim ve teknoloji politikalarında, amaç, hedef, araç, insan kaynağı, verimlilik gibi unsurların anlamı değişmiştir. 1980 öncesinde, bilim ve teknoloji politikasında amaç, bilimin ilerlemesi, ulusal bağımsızlık, ulusal güvenlik iken, 1980 sonrasında rekabet edilebilirlik ve zenginlik yaratılması olmuş; hedefler, birbirinden bağımsız olarak büyük işletmelerde sınai ve üniversitelerde bilimsel araştırmaları özendirerek desteklemek, devlete ait araştırma kurumları kurmak ve kollektif sınai araştırmaları özendirerek desteklemek iken, üniversiteler ve işletmelerdeki yenileme ve ticari kullanıma geçirilme etkinliklerinin ortak bir yapıda olması özendirilmiştir; risk sermayesi, az sayıda yeterli kuruluşlar iken, yeni finans mekanizmaları geliştirilmiştir; verimlilikten anlaşılan bilimsel ve teknik konularla sınırlı kalan bir bilim değerlendirmesi iken, bilimsel, teknik, ekonomik ve sosyal konuları kapsayan teknoloji değerlendirmesi artık anlaşılmaktadır.

Türkiyedeki Durum

Bu ortamda, yani bu bilim ve teknoloji çağında ülkemiz ne konumdadır? Bu soruya tek bir cümle ile yanıt vermek de olası; "durumumuz pek iyi olmamakla birlikte, ümitsizliğe götürecek seviyede de değil". Hatta Türkiye, 2000'li yıllarda, dünyadaki ileri ülkeler arasına; en azından ilk 20 ülke arasına girmeyi de amaç edinmiş durumda.

Ancak bu kısa açıklamayı daha genişletme de, konunun daha iyi anlaşılması açısından yarar vardır; en azından Türkiye'nin son altı yıl içerisinde, yani 1989-1994 yılları arasında bilimsel ve teknolojik gelişmelere verdiği önem anlamında konuyu ele almalıyız. Böylece ülkemizin 2000'li yıllarda dünyada ilk 20 ülke arasında bulunması gibi çok iyi niyetli bir hedefin ne derece gerçekleşebileceğini bir ölçüde kestirebiliriz.

İlk olarak Türkiye'nin kalkınma konusunda hedefi nedir sorusuna bir yanıt

arayalım; Devlet Planlama Teşkilatının raporlarından yola çıkarak şu hedefi öğreniyoruz: "kalkınmayı sürdürmek ve yeni teknolojileri kullanmak suretiyle bölgesinde önemli bir merkez haline gelmek arzusunda bulunan ülkemizde, sınırlı kaynaklarımızın daha rasyonel kullanılması ve bilim-teknoloji alanındaki gelişmelerden daha fazla yararlanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Böylece bütün sektörlerde itici bir güç olan bilim ve teknolojinin gerisinde kalmadan, ekonomik, sosyal ve endüstriyel kalkınmamızı sağlamak mümkün olabilecektir. Bilim ve teknoloji politikaları, bütün ülkelerin refahını doğrudan etkileyen, sosyal ve siyasi gidişine yön veren, gelişim ve değişim şartlarını ortaya çıkartan politikalardır. Bunun için hemen bütün ülkeler teknolojiyi edinmek, yaymak, kullanmak ve işlemek için her türlü çabayı göstermektedirler. Bu sebeple ülkemizde bilim ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerin niteliklerini, ekonomik ve sosyal kalkınmamızdaki etkilerini tesbit etmek; bu konuda birbirinden bağımsız olarak yapılan araştırma geliştirme faaliyetlerini biraraya getirmek; bilim ve teknolojinin alt yapısını oluşturan araştırmacı personel yetiştirme politikalarını ve araştırma geliştirme faaliyetlerine ayrılan kaynakların rasyonel kullanılması ve istenen hedeflere yükseltilmesini sağlamak için, gerekli politikaları ve kurumları güncelleştirmek gerekmektedir."

Bu noktadan hareketle Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında, ülkemizde, bilim ve teknoloji konusundaki hedefler şöyle belirleniyor. "Toplumun bilgi toplumu haline getirilmesi ve kitle haberleşme araçlarından da yararlanarak araştırma-geliştirme alt yapısının kurulması amacıyla; 33 bin olan araştırıcı personel sayısı iki katına çıkarılacak, her 10 bin kişiye düşen araştırmacı personel sayısı 15 kişi olacak, öncelikle üniversitelere ayrılan kadro sayısı iki kat artırılacak ve araştırma-geliştirme harcamalarının Gayrisafi Yurtiçi Harcamalarının %1'ine çıkarılmasına çalışılacaktır."

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, bu hedefler doğrultusunda belirlenen ilkeler ve politikalar ise özetle şöyle: "Üretim ve kalitenin artırılarak dış pazarlarda rekabet gücünün kuvvetlendirilmesi amacıyla gerekli ileri teknolojilerin transfer yolu ile sağlanması, teknoloji üretimine geçilmesi ve elde edilen bilgi ve teknolojinin yaygınlaştırılmasının temel ilke olması; biyoteknoloji, enformasyon teknolojisi, mikroelektronik, telekominikasyon, uydu teknolojisi, nükleer teknoloji, yeni malzemeler gibi ileri teknoloji alanlarındaki her türlü araştırma-geliştirme faaliyetinin desteklenmesi; sanayii kuruluşları, üniversiteler, araştırma kurumları ve kamu kurumlarının bilim ve teknoloji hedeflerine ulaşmalarını teminen gerekli koordinasyonun sağlanması, bu kurum ve kuruluşların tam bir işbirliği içinde olmalarının teşviki; Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'na işlerlik kazandırılması; bilgi bankalarının oluşturulması; yarı otonom bir patent müessesesinin kurulması.

Şimdi bu plan döneminde belirlenen hedefler, ilke politikalar ne derece gerçekleşti sorusuna yanıt arayalım. Ancak böyle bir değerlendirmeyi yapabilmek için öncelikle bilim ve teknolojideki durumumuzu, güçlerimizi belirlememiz; bunun içinde niteliksel ve niceliksel değerlendirme esaslarını kullanmamız gerekiyor. Bilim ve teknolojik gelişmeyi sağlayan araştırma ve geliştirmenin niceliksel olarak değerlendirmesini bir sistem yaklaşımı içinde yapabilmek sistemin giriş ve çıkış parametrelerinin bilinmesi ile gerçekleşir. Sistemin giriş parametreleri; insan gücü, finansman, fiziksel altyapı ve bilgiden oluşurken, çıkış parametreleri; yeni ürünler, sistemler, bilimsel yayınlar ve patentlerdir. Bu açıklamadan hareketle ülkemizin giriş ve çıkış parametrelerinin rakamsal de-

ğerleri şu şekilde gerçekleşmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı'nın, Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Geliştirme Faaliyetleri'nin sonuçlarına göre, 1992 yılında Türkiye'de, Gayrisafi Yurtiçi AR-GE harcamaları 5357 milyardır. Bu değer aynı yıldaki Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) binde beşine eşittir. Bu rakam bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında; Gayrisafi Yurtiçi Araştırma Geliştirme Harcamalarının, GSYİH içindeki payının %0.54'ten %0.50'ye düştüğü görülmektedir. AR-GE harcamalarının %67,8'nin yüksek öğretim, %24'ünün üretici kamu kesimi ve özel sektörü içeren ticari kesim, %8,2'sinin kamu tarafından gerçekleştirildiği saptanmıştır. Toplam AR-GE harcamalarının %64'ü kamu kesimi, %33,8'i ticari kesim, %1,8'i diğer yurtiçi kaynaklar tarafından, %0,4'ü ise yurtdışından finanse edilmiştir.

Bulgulara göre Türkiye'de (Tam zaman eşdeğeri olarak hesaplanmış) 15701 araştırma personeli, lisans ve üstü eğitime sahip 12352 araştırmacı olduğu saptanmıştır. Bu durumda 10000 nüfus başına düşen araştırmacı personel sayısı 7.5 ya da lisans ve üstü eğitime sahip araştırmacı sayısı 6'dır. AR-GE faaliyetlerinde kullanılan insan gücünün dağılımına bakıldığında, toplam AR-GE personelinin %57.9'unun yüksek öğretim kesiminde, %24.1'nin kamu sektöründe, %18'inin ticari kesimde bulunduğu; bunların %27.8'inin doktora ve üzeri, %31.6'sının yüksek lisans, %21'inin lisans ve %18.7'sinin lisans altı bir eğitime sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu durumda, araştırma-geliştirme harcamalarına GSYİH'dan ayrılan payın %1'e yükseltilmesi ve 10 bin çalışan nüfusa düşen araştırmacı personel sayısının 15'e yükseltilmesi hedefi henüz gerçekleştirilememiştir. Ülkemizin AR-GE faaliyetlerindeki giriş parametrelerinin bu değerleri, gelişmiş ülkelere göre yaklaşık on kez ve bilim-teknoloji sisteminin etkinlik kazanması için gerekli eşik değerlerinin ise yarısından azdır. Ayrıca özel sektörün AR-GE faaliyetlerindeki payı hâlâ yeterli ivme kazanamamıştır.

Sistemin çıkış parametrelerinden olan uluslararası bilimsel yayın sıralamasına bakıldığında ise, bir an umut verici bir durumla karşılaşıyoruz; çünkü 1987 yılında 44. sırada, 1990 yılında 40. sırada olan ülkemiz, 1993 yılında 1492 yayınla 37. sıraya yükselmiş durumda. Fakat yine de sonuçlarımızı gelişmiş ülkeler ile kıyasladığımızda AR-GE sistemimizin sorunlu olduğunu görüyoruz. Bu sorunların en önemlileri ise, bu faaliyetlere tahsis edilen kaynakların azlığı, araştırmacı sayımızın yani insan gücümüzün hem mutlak sayı olarak, hem de uluslararası değerlere göre yetersizliği, AR-GE personelinin büyük bir yüzdesini barındıran üniversitelerimizde eğitim ve öğretim yükünün AR-GE faaliyetlerine zaman bırakmayacak ölçüde yüksek olması, kitap ve süreli yayınların yetersiz-

Üniversite-Sanayi İşbirliği (ÜSİ)

Metin Ger
TTGV Genel Sekreteri

1980'li yıllardan bu yana, "hükümet politikaları, bilim ve teknoloji politikalarının (BTP); özellikle ekonomik, sosyal, enerji dahil olmak üzere sinai, eğitim ve insan kaynakları politikaları ile birlikte düşünülmesi" sonucu BTP, sadece belirlenmiş teknolojik gelişmeleri ve bu alanlardaki başarıları amaçlamakla kalmayarak, ekonomik ve sosyal refaha öncelik veren ve kaliteli yaşamı amaçlar şekilde oluşturulmaktadır. Ayrıca, teknolojik değişim, tek tek yenilenme olarak algılanma yerine karmaşık bir sosyal mekanizmalar bütününce tanımlanan bir yenilenme süreci olarak benimsenmekte, endojen bir ekonomik süreç olarak kabul edilmektedir. BTP'daki bu paradigma değişikliği ve bilim ve teknoloji arasındaki sınırın giderek netliğini yitirmesi sonucu üniversite-sanayi işbirliği (ÜSİ) için ya yeni mekanizmalar oluşturulmakta ya da olanlar bazı değişimlere uğramaktadır. Kuramsal bilginin kaynağı ve insan kaynağının yaratıldığı yerler olan üniversitelerin değişime uyum sağlaması, özel sınai işletmeler ve kamu sektörü ile birlikte ve beraberce yenilenme sürecinin önemli bir parçası olunduğunun kavranması ve benimsenmesi ile eşdeğer olmaktadır. Kamuca oynanması gerekli olan rol, ÜSİ'ni sağlayacak bir altyapı oluşturmak olmalıdır. Son ürünün ticarileşmesi ile son bulan yenilenme sürecinde üniversitelerin katkısı sektörden sektöre değişmektedir. Ancak, katkıları ne kadar küçük olursa olsun, üniversiteler yenilik için gerekli olan kuramsal altyapı ve bilginin kaynağı olmaya devam etmektedir. Özel sektör işletmeleri üniversitelerle mutlaka işbirliğine gitmelidirler. Üniversite ile işbirliği teknolojiye değişik ve yeni bir pencereden bakabilmeyi sağlayacaktır.

Bilim ve teknoloji ile ekonomik gelişme arasındaki kökten ilişki, sanayileşmekte olan ülkelerin kalkınma stratejileri için yeni olanaklar getirmektedir. Bilim ve teknolojinin sonuçlarının ticarileşmesi, siyasal iradenin ulusal rekabet gücüne yansıdığı "ulusal yenilenme (inovasyon) sistemi"nin (UİS) kurulması ile başarılabilmektedir. ÜSİ'nin temel işlevi; ulusal AR-GE, uluslararası bilim ve teknoloji arzından yararlanabilme, öncelikli alanlardan başlayarak yeni ürünlerle pazara girmek, belirtilen hedeflere uygun eğitim, yönetim işgücü ve ilgili diğer sosyal adaptasyonları gerçekleştirmek ve bütün bunları etkin bir devlet eşgüdümü içinde yürütmek olarak özetlenebilir. Bugün için, bir kısmı uzunca sürelerden beri etkin ve başarılı olarak süregelen örnekleri olmasına karşın ÜSİ mekanizmaları hakkında bir genelleme yapabilmek oldukça güçtür. Bunun nedenleri; üniversiteler ile sınai işletmeler arasındaki farklılıklar, örgütsel yapılanma ve karar üretme süreçlerindeki farklılıklar ve araştırmacılara yönelik ilgi, yönlenme ve benzeri diğer etkenlerdeki farklılıklardır.

Bugüne kadar teknoloji geliştirme ihtiyacını pek duymadan, teknoloji transferi ve dış ortaklı yatırımla yetinen ve ucuz işçilikten de yararlanarak belli bir ihracatı gerçekleştiren sanayimiz, artık bu olanağını yitirme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Kamu sektöründe yatırım yetersizliği ve var olan AR-GE birimlerinin asli görevlerinden uzaklaşmış olmaları, özel sektö-

liği sayılabilir. Oysa ki hedefi, çağa damgasını vuran, ekonominin bütün sektörlerini ve yaşamın hemen her alanını etkileyen ileri teknolojileri kullanma gayreti içinde olan bir ülkenin, bu sorunları bir an önce aşması gerekir. Bunun için de ana hedeflere ulaşma yolunda önlemlerini daha sıkılaştırmalıdır. İleri teknolojilere yetişmemiz için bize gerekli olan, bütünsel bir süreçten (ki bu; teknoloji transferi, transfer edileni öğrenip özümsemeyi, bunu ekonominin ilgili bütün faaliyet alanlarına yaymayı, aktarılan teknolojiyi bir üst düzeyde yeniden üretme yeteneği kazanmayı ve bu yetenekleri kazandıracak bilimsel alanda yetkinleşmeyi) geçmemiz gerekir. O halde, parasal kaynak yaratmaya yönelik, insan gücü yaratmaya yönelik, özel kuruluşların AR-GE harcamalarındaki payının artırılmasına yönelik, dünyadaki bilim ve teknolojiye katkı düzeyinin geliştirilmesine yönelik alınan önlemlere daha da önem vermeliyiz. Ve şunu iyi bilmeliyiz ki, dünya pazarına açılma süreci beraberinde uluslararası rekabeti getirmektedir; dolayısıyla kalite ve verimlilik ön plana çıkmaktadır. İstenilen verimliliği ve kaliteyi sağlamak ise, büyük ölçüde iyi yetişmiş mühendis, teknisyen ve araştırmacıların varlığına bağlıdır. Yoksa bir ülkenin kalkınması salt fiziki sermayenin artması ile gerçekleşmez.

rün teknoloji transferi ile sınırlı ve daha çok iç pazara yönelik üretimle yetinmesi, üniversitelerin temel araştırma ile sınırlı kalmış olan kapasitesini bunun dışında geliştirmek için destek ve motivasyon sahibi olmaması bu durumu hazırlayan nedenlerin bazılarıdır. Bunlara ek olarak; sanayicimizin maliyetini çok yüksek bulduğu AR-GE'yi, üniversite ve devletten yeterli yardım ve teşvik alamayacağı bir faaliyet olarak görmesi, üniversite-sanayi-devlet işbirliğinin, rollerin ve alışverişin iyi tanımlanmamış bir ortamda yürütülmeye çalışılması, yukarıda sözü edilen durumu hazırlayan diğer etkenler olarak sayılabilir.

Ancak, genç nüfusumuz, yüksek standartlı yaşam ve istihdam talebi ile birlikte büyümektedir. Sanılanın aksine, yeni teknolojilere hizmet ve tüketimde olduğu kadar iş hayatında da hızlı bir uyum göstermektedir. Refah ve istihdam talebini teknolojinin yayılmasına elverişli sosyal adaptasyon yeteneği ile birleştirerek üretkenlik ve verimliliği artıracak, kaliteyi topluma yayacak olan hizmetleri üretecek politikaların oluşturulması mümkündür. Bu politikaların başarıyla yürütülmesi, sosyo-ekonomik olduğu kadar, ülkemizin karşı karşıya bulunduğu özel sorunlar nedeniyle siyaseten de çok önemlidir. Bugün için, yeni teknolojilere yönelecek sanayi yapılanması için büyük avantaj sağlayan yeterli iç pazar büyüklüğüne ve devlet alım gücüne sahip bulunmaktayız. Bu avantajlara, eğitimdeki geleneksel potansiyel de eklenmelidir, yeni teknolojilerin yayılmasını kolaylaştıran etkenler yanında, bunların mevcut sanayi faaliyeti ile kaynaşmasını kolaylaştıran yeterli sosyo-ekonomik ortam vardır.

ÜSİ, sınai içerikli uygulamalı araştırma ortak projeleri ile başlatılabilir. Sanayimizin sorunları, yüksek lisans, doktora ve doktora sonrası araştırma konuları arasında, niteliğine uygun olarak yer almalıdır. ÜSİ'nin işlerliğini sağlamak için eğitim sistemimizin işbirliğini rekabet ile birlikte götürebilecek bir yapıya kavuşturulması gerekecektir. Diğer bir deyişle, yüksek öğrenimle tamamlanan mesleki eğitim döneminin, profesyonelleri değil, meslek adayların yetiştirmeyi amaçladığı benimsenmeli ve meslek ve işgücü tanımlarının sürekli değişmesi yüzünden, meslek içi eğitim dahil, sürekli eğitim günlük yaşamın bir parçası olarak kurumsallaşmalıdır. Ayrıca, eğitim sistemine ve özelde üniversitelere sık sık politik motifleri olan müdahalelerin yapılmasından vazgeçilerek bu kuruluşlarda geleneklerin oluşmasına olanak tanınmalıdır. Üniversite ve sanayi AR-GE birimleri arasındaki alışveriş ve birbirini tamamlama yeteneğinin yaratılması, ÜSİ'nin en kolay gerçekleştirilebilecek hedeflerinden biridir. Devlet, niteliği ne olursa olsun araştırmanın özel olarak özendirilmesi gereken bir etkinlik olduğu bilinciyle davranarak; sanayi teşviklerini öncelikle AR-GE kaynaklı teknoloji kullanan kuruluşlara yönlendirmelidir, üniversite elemanları ve sanayiden uzmanların, birbirlerinin programlarında kolayca yer alıp çalışabilmeleri için gerekli alt yapıyı oluşturmalıdır.

Üniversiteler ve sanayi asla rakip değildirler; beraberce yapılacak ve desteklenecek temel ve uygulamalı araştırmalar ile gerçekleşecek teknolojik gelişmelerden ortak çıkarları vardır.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

Ülkemizde belirtilen konularda gerçekleştirilmiş önemli girişimler de yok değil.; örneğin; "Özel kuruluşların AR-GE harcamalarındaki payının artırılmasına yönelik" atılan önemli adımlardan biri Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

ile gerçekleştirildi. 1 Haziran 1991 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti ile Dünya Bankası arasında imzalanan ikraz anlaşması kapsamında, kamu ve özel sektör işbirliği ile kurulan Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı; Ülkemizin bilimsel ve teknolojik altyapısını güçlendirmek; Türk endüstri kuruluşlarının araştırma ve geliştirme faaliyetlerine kaynak ayırmasını teşvik etmek ve desteklemek; ülkemizin uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü artırma potansiyeli taşıyan öncelikli bilimsel ve teknolojik araştırma ve geliştirme alanlarını tespit etmek, izlemek ve bu alanlardaki çalışmaları teşvik etmek; özel sektör - üniversite - kamu kuruluşları arasındaki bağları güçlendirmek amaçlarını taşımakta ve bu doğrultuda faaliyet göstermektedir. Vakfın faaliyetleri ise; sonuçları itibarıyla endüstriyel uygulama veya ticari pazar potansiyeli olacak araştırma ve geliştirme aşamalarıyla birlikte, teknolojik bir yenilik ya da geliştirmeyi içeren projeler (Teknoloji geliştirme projeleri); araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetlerinde en yüksek kazancı sağlayacak stratejik odak konularını belirleyici projeler (stratejik odak nokta projeleri); özellikle uluslararası boyutta Türk ekonomisine katkıda bulunacak girişimler (uluslararası ortak girişimler) dir. Çoğunluğunu özel sektörün oluşturduğu 38 kurucu üyenin katkılarıyla 1.5 milyar mal varlığı edinen ve bunun yanısıra Dünya Bankası'ndan sağlanan 43.3 milyon dolarlık bir kaynağı da olan Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, bu olanaklarını amacı kapsamında belirtilen faaliyetlerinde etkin bir şekilde kullanmaktadır.

Vakıfa verilen proje önerileri, yılda iki defa basında yer alan ilanlarla duyurulmakta ve proje destek dönemlerinde kabul edilmektedir. Değerlendirmede göz önüne alınan kriterler vakfın amaçları doğrultusunda oluşturulmuştur; projenin bilimsel ve teknolojik yönü; bu yönün değerlilik ve tutarlılığı; proje ile ülkemizin bilimsel ve teknolojik birikimine ne ölçüde katkı sağlanacağı; projenin ekonomik yönü, beklenen sonuçların elde edilmesinden sonra ticari uygulamaya dönüşme potansiyeli ve önerilen iş programı ile bütçenin gerçekçiliği; projede görev alacak olan personelin niteliği; projeye yürütücü olarak katılan ortak kurum ve kuruluşların bilimsel ve teknolojik ayrıca da ticari açıdan itibarları; bu ortakların katkılarının toplam bütçe içindeki payı; işte bu kriterler projelerin kabul edilmesinde, yani değerlendirmede çok önemli bir yer tutmakta.

Anlattığımız bu değerlendirmeden ve diğer işlemlerden sonra Vakıfın Yönetim Kurulu tarafından da değerlendirilen projeler hakkında karara varılır. Vakıfla desteklenmesine karar verilen projelerin yürütücü ortakları ve proje yürütücüsü arasında sözleşme yapılır. Bu sözleşmeye göre ortakların idari, ticari, mali, hukuki ve bilimsel ve teknolojik yükümlülükleri belirginleştirilmiş olur. Vakıf, bu güne kadar 5 dönemde 28 adet teknoloji projesine 8.2 milyon dolarlık destek vermiştir. Yürütücü ortakların katkıları ile AR-GE'ye ayrılan miktar 17.5 milyon dolara ulaşmıştır.

Yine Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanında meydana gelen açığını kapatmak, üniversitelerin araştırma alt yapısını güçlendirmek amacıyla, 1989 yılından itibaren üniversitelere araştırma ve teknopark projeleri verilmesi uygulaması başlatılıyor; Bilim ve Teknoloji Şurası'nda alınan kararlar ise ülkemizdeki ilgili kişi ve kuruluşlara ışık tutacak niteliktedir. Savunma alanında ise, AR-GE faaliyetlerini desteklemek üzere Savunma Sanayii Müsteşarlığı kuruluyor. Küçük ve Orta Ölçekte Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı da ülkemizde faaliyet göstermeye başlayan teknoparklara önemli katkı sağlıyor. 1989 yılından bu yana DPT tarafından TÜBİTAK bütçesine tahsis edilen ödeneklerle ülkemiz uluslararası projelere katılıyor. Özellikle COST, AT, EUREKA ve ikili işbirliği anlaşmaları uyarınca araştırma projeleri devreye giriyor. 1993 yılında Türkiye Bilimler Akademisi kuruluyor, aynı yıl DOPROG programı çerçevesinde Türk araştırmacılarla eski Sovyetler Birliği'ni oluşturun ülkelerdeki bilimadamlarının ortak araştırma projeleri başlatılıyor.

Özetle çağa damgasını vuran ileri teknolojileri elde etme yolunda yapacağımız daha çok iş var. Ama en azından kalkınmadaki çıkışın ileri teknolojiler olduğunu biliyoruz; yeter ki bu yolda sağlam adımlar atmaya devam edelim.

Gülgun Akbaba

Kaynaklar
Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994)
DİE Haber Bülteni, 1994
Ger M, Üniversite Sanayi İşbirliği, İstanbul, 1994
Güleç K, Türkiyede ve Dünyada Teknolojik Gelişmeler, DPT, 1994
Main Science and Technology Indicators, OECD, 1994
Özdaş N, Dünya Perspektifinde Türkiyenin Bilim ve Teknoloji Boyutu, I. Bilim ve Teknoloji Şurası, Ankara, 1990
Terzioğlu T. "Yarından Sonra", Cumhuriyet Gazetesi, 4 Temmuz 1994
Türk Bilim ve Teknoloji Politikası, 1993-2003, TÜBİTAK, Ankara, 1993
Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Tanıtım Seti
TÜBİTAK Bülteni, Cilt 8, sayı 4, 1991
TTGV, Tanıtım Seti, 1994

Küreselleşen Dünya...

Tosun Terzioğlu
TÜBİTAK Başkanı

Teknolojik ilerleme kalkınmanın önemli etkenlerinden birisidir. ABD ekonomisinin analizinde 1909-1949 yıllarında gelişmenin ancak sekizde birinin emek ve sermaye girdilerindeki artıştan, sekizde yedisinin ise teknolojik gelişmeden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Benzer örnekleri kolaylıkla çoğaltabiliriz. Ancak buna gerek yoktur; çünkü günümüzde sanayinin rekabet gücünü belirleyen ana girdinin teknoloji olduğu hemen herkesçe kabul edilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ise bilimsel araştırmalara dayanır. Hatta bugün bir çok alanda salt bilimin nerede bitip teknolojik araştırmaların nerede başladığını görmek bile çok zordur.

Sanayimizin son yıllarda ulaştığı düzey hiç küçümsenmemelidir. Bu düzeye ulaşmada kullanılan teknolojiler, büyük ölçüde yabancı teknolojilerdir. Kuruluş aşamasında teknolojiyi bir yerlerden, bir şekilde edinip uygulamak gayet doğaldır. Ancak sanayimizin gelişmesi ve küreselleşen dünya pazarında kalıcı bir rekabet gücü elde etmesi için, alınan teknolojiyi özümseyip "hakim olunan teknoloji" haline getirmesi, yenileştirmelerle, araştırmalarla yeni buluşlar ve yeni teknolojiler üretmekten geçmektedir. İşte bunun bilincine vardığımız zaman Türkiye'de 1994 yılı itibariyle araştırmaya gayri safi milli hasıladan ayrılan %0.5'lik pay ve bunun içinde özel sektörün %20'lik payı zaten artmaya başlayacaktır. Ancak bilimsel araştırmalar ne kadar iyi planlanırsa planlansın zaman alan ve sonucu her zaman önceden kestirilemeyen uğraşlardır. Araştırmadan bugünden yarına sonuç beklemek, sonuç yarın alınmazsa araştırmadan vazgeçmek çok yanlış bir israftır. Japonya, Kore, Tayvan, İsrail gibi ülkeler gelişme planlarında bilimi temel almışlar, refahlarını büyük ölçüde kendi inovasyonları, kendi araştırmalarıyla geliştirdikleri ürünleriyle sağlamışlardır. Bu süreç sırasında da kolaycılıktan, telaşlı acelecilikten kaçınmışlar, sabır ve bilime inanç göstermeyi bilmişlerdir.

Bilimdeki gelişmelerin giderek hızlandığı, bilimsel metodun geliştiği yüzyıllarda Osmanlı İmparatorluğu bu gelişmelerin yaşandığı Avrupa ülkeleriyle yakın temas halindeydi. Bu gelişmeler sonucu ortaya çıkan yeni silahlar karşısında orduları güç duruma düşen devlet ancak 18. yüzyıl sonuyla 19. yüzyılda sorununu biraz daha iyi anlamaya başlamış, fakat bilim yerine daha ziyade onun ürünleriyle ilgilenmiştir. Bu ürünleri almak veya bir kısmının ülkede yapılmasını sağlamakla yetinen devlet, bilimin ve araştırmanın bu ürünleri geliştiren teknolojinin kaynağı olduğunu pek kavrayamamıştır. Bilimin önemi Cumhuriyetle birlikte anlaşılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla batının bugün gelişmiş ülkeleri dediğimiz ülkelerine göre bilim, gündemimize 150-200 yıllık bir gecikmeyle girebilmiştir. Oysa bilimsel anlayışın bir topluma yayılması, yeterli sayı ve nitelikte bilimadamı yetiştirilmesi zaman alan hususlardır.

Bilimsel düşüncenin temelinde hemen her insanda var olan merak etme, birşeyleri daha iyi anlama gibi özellikler yatar. Her araştırmanın veya geliştirmenin başlangıcı yeni bir fikir, yeni bir düşüncedir. İyi yetişmiş bir araştırıcı, bu düşünceden hareketle, bilimin kendi sistematiği içerisinde ilerler ve başarılı olursa bir sonuca ulaşır. Bu sonuç bir matematik teoremi, yeni bir fizik kuramı, daha hızlı ve etkili bir bilgisayar yazılımı olabileceği gibi, yıllardır üretilen bir mamulü daha kaliteli veya daha yüksek verimle üretmek için geliştirilmiş yeni bir yöntem veya süreç de olabilir. Ancak her şeyin başlangıcı, düşünen, merak eden ve araştıran bir bilim insanının, bir mühendisin beyninde uyanan bir fikir veya bir gözlemdir.

Ülkemizin savunmasının güçlü olması, insanlarımızın sağlık içinde daha uzun yaşamaları, çevre sorunlarının giderilmesi, refah düzeyimizin artması gibi saymakla bitmeyecek bir çok alanda bilimi, araştırma ve geliştirmeyi temel almalıyız. Bilim Türkiye'nin gündemine geç girmiş olabilir. Ama 2000'li yıllara birkaç yıl kala artık devlet adamlarımızın, askerlerimizin, politikacılarımızın, plancılarımızın, iş adamlarımızın, kısacası hepimizin gündeminin ön sıralarında yer almalıdır bilim.

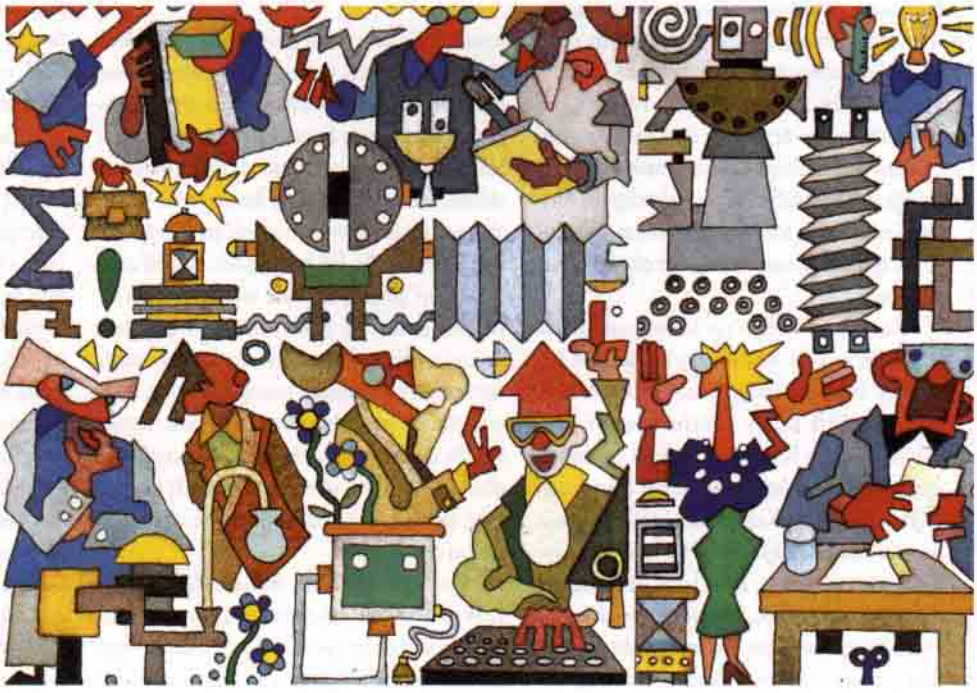
Geçen yıl Avrupa Kupalarında Galatasaray'ın futbolda, Efes Pilsen'in basketbolda aldığı sonuçlara çok sevindik. Gelişen medyamız coşkumuzu daha da kamçıladı. Ama acaba kaçımız 1993'te Türkiye Bilimler Akademisi'nin kurulduğunu veya genç bir Türk yerbilimcisinin liderliğinde ve Türkiye'nin mali desteğiyle yürütülen bir araştırmanın dünyanın en saygın bilimsel dergilerinden *Nature*'da kapak konusu olduğunu duyduk? [Şengör, A.M.C.-Natalin, B.A.-Burtman,V.S. "Evolution of the Altaid Tectonic Collage and Palaezoic Crustal Growth in Eurasia" *Natura* 364(1993)] Kaçımız araştırma-geliştirmeye önem veren bir sanayi kuruluşumuzun geçen yıl 6 milyon dolarlık yazılım ihraç ettiğini, bu yıl ise yazılım ihracını 11 milyon dolara çıkarmayı planladığını biliyoruz?

Bu soruların hemen ardından şunları da sıralayabiliriz: Bilim, Türkiye'de yeterli ve kurumsal bir biçimde destekleniyor mu? Nitelikli bilim insanlarımızın sayısı kritik bir kitle oluşturmakta mıdır? Sanayicimiz, politikacımız, plancımız araştırma ve geliştirmenin yaşamsal önemini, gerekli yaygınlık ve derinlikte kavrıyorlar mı? Bu son sorulara olumlu yanıt verebilme durumunda olsaydık, bugün çok farklı bir ülkede; işsizlik, eğitim, yoksulluk sorunlarını büyük ölçüde çözmüş, refah düzeyi ileri ülkelere çok yaklaşmış bir Türkiye'de yaşıyor olacaktık.

Ancak yine de asla karamsarlığa kapılmadan, zengin tarihsel deneyimler ışığında, kendimize güvenerek bu konuları düşünmeye ve fikirlerinizi bizimle paylaşmaya, tartışmaya çağrıyoruz siz okuyucularımızı. Bilimi, teknolojiyi Türkiye'nin gündeminde daha üst sıralara çıkarabilirsek, eşiğinde olduğumuz bilgi çağını zamanında yakalamakta önemli bir yol almış olmaz mıyız?...

Kalkınma İçin Çıkış Noktası

Bilim ve Teknoloji



İnsanlığın, nesnel kültürün tüm olanaklarından faydalanmak üzere kullandığı araçların bütünü olarak tanımlanan teknolojiyi oluşturan dört öğe vardır; bilgi, teknik, eğitim, pazarlama etkinliği. Bu dört öğenin de temelinde araştırma veya geliştirme faaliyeti vardır. Teknolojisi güçlü bir ülke demek, araştırma geliştirme faaliyetlerinde güçlü bir ülke demektir. Teknolojiyi kullanabilmek ise ona sahip olmakla olasıdır ki, bunun yolu ya teknolojiyi üretmek ya da onu ithal etmekle sağlanır. Bu iki durumda da temel olan, yine araştırma ve geliştirme gücüdür. Dikkat edilirse, araştırma ve geliştirme söz konusu edilen bütün öğelerde karşımıza çıkmaktadır. O halde araştırma geliştirmeyi anlamca açıklamak gerekir. Araştırmayı; temel ve uygulamalı araştırma olarak iki kısımda ifade edebiliriz. Temel araştırma, belirli bir uygulama ve kullanım amacı hedef alınmadan, sırf olgular ve gözlenebilir olayların arkasındaki gizlenmiş gerçekleri ortaya koyabilmek için yapılan deneysel ve kuramsal çalışmalar zinciridir. Uygulamalı araştırma, yeni ve özgün bir uygulamaya yönelik çalışmaları kapsar. Geliştirme ise daha önce edinilmiş bilgileri kullanarak yeni araç veya gereç tasarlamak, üretmek, bunları daha mükemmel hale getirmek üzere yapılan faaliyetlerdir. Bu üç çabaya bir anlamda destek veren dördüncü bir uğraş sahası vardır ki, o da üretilen bilginin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalardır. Toplanan bilgiler ve oluşturulan veri tabanları, temel ve uygulamalı araştırma çalışmalarında ve geliştirmelerde girdi olarak kullanılır. Teknolojik gelişme ekonomik ve sosyal standartların geliştirilmesinde bir anahtar faktör katkısı sağlar ki, kalkınmanın en önemli etkenlerinden birisi de budur.

BİLİM VE ENDÜSTRİ devrimlerini gerçekleştirmiş olan batı ülkeleri; bilim, teknoloji ve endüstri güçleriyle dünya üzerine hakimiyet kurmuşlardır. Öyle ki, 20. yüzyıl başında "mukadderatımız ekonomik gücümüze bağlı" görüşü, artık günümüzde yerini "teknoloji mukadderatımızdır" görüşüne bırakırken, bunu benimseyen ülkeler, ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmalarını garanti altına almışlardır. Kalkınma için para politikasının gerekliliği yanında, ileri, çağdaş ve zengin bir toplum olabilmenin gerçek yolunun, teknoloji ağırlıklı sanayiileşme stratejisi olduğu, bunun da, uygun finansal önlemlerle, eğitim ve AR-GE politikalarıyla destekleneceğini çok önceden kavrayan bu ülkelerde özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gözlenen çarpıcı ekonomik atılımın ana kaynağını, bilimsel ve teknolojik bilgi birikimi ve yetişmiş insan gücüne yapılan uzun vadeli yatırımlar oluşturmuştur. Özellikle ABD ve Japonya, 1970-1980'li yıllarda, Araştırma-Geliştirme faaliyetlerine daha çok önem vermişler ve bu faaliyetlerine üniversiteler ile araştırma kurumlarını ve özel sermayeyi de etkin bir şekilde ortak etmişlerdir.

Bu işbirliği sonucunda; mikroelektronik, bilgisayar, haberleşme teknolojileri, yeni malzemeler, biyoteknoloji, yeni enerji kaynakları, uzay teknolojileri hızla gelişme göstermiştir. Örneğin; malzeme teknolojisinde (ki; metaller, alaşımlar, bileşikler, seramikler ve polimerler dahil geniş bir sahayı kapsar) araştırma geliştirme faaliyetleriyle yeni ve geliştirilmiş malzemeler, tasarım ve işletim tekniklerinin kombinasyonları ile verilen koşullara uyan malzeme geliştirilmesi sağlanmış; zor aşınan, dayanıklı, hafif, yüksek sıcaklıklarda çalışabilen malzemeler elde edilmiştir. Yine biyoteknoloji ile yeni ve daha güvenli ilaçlar, aşılar, insülin, hormon, ağrı kesiciler üretilirken; tarım alanında üretim, beslenme ve kimyasal endüstri de hammadde çıkarımı ve atıkların değerlendirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, protein bakımından zengin gıdalar, hastalıklara ve iklim koşullarına dayanıklı yeni tohum çeşitleri elde edilmiştir. Petrol bazlı ürünlerin yerini alabilecek biyolojik olarak üretilmiş ürünler, cevherlerin zenginleştirilmesi ve çevre sorunlarında biyolojik mücadele ilaçlarının kullanılması sağlanmıştır. Mikroelektronikteki gelişmeler ise, bilgisayar, haberleşme, ticari elektronik, tüketim malları, uzay ve havacılığa yenilikler getirmiştir; doğal olarak bu teknolojilerin kullanılması ile yeni mallar, ucuz fiyatlarla; ancak çok fonksiyonlu olarak pazara girmiştir. ABD ve Japonya yanında Avrupa Topluluğu ülkeleri ve Güney Asya ülkeleri de 1980'li yıllarda aynı teknolojileri elde etmeye ve bunları kullanmaya büyük önem vermişlerdir.

Bu noktada Japonya örneğini vermek; özellikle ileri teknolojileri tekelinde bulundurmayı çok seven batı ülkelerinin üç nesilde yaptığını, bir nesilde başaran, Konfiçyüs felsefesini izleyen bu ülkenin başarısını açıklamak anlamında yerinde olacaktır. Daha önce değindiğimiz gibi, Japonya'nın ileri teknolojilerdeki başarısı tartışmasızdır. Bu konuda Japon Toro Nakoyama'nın, Starting from Zero (Sıfırdan Başlayarak) adlı dokümanında söylediği şu sözler oldukça anlamlı. *"Japonya İkinci Dünya Savaşı'nda bilim ve teknolojinin gücünü çok iyi anlamış ve hatta acı bir şekilde anlamıştır; kudret çizgimizin o günkü sıfırdan, bu gün durduğu yere gelmesiyle ilgili süreç birçok ülkeye örnek olabilir"*. İşte bu cümleleri ile Nakoyama, açıkca yenilginin ve aşağılanmanın intikamını ancak bilim ve teknoloji ile alabildiklerini ifade etmektedir. Yine,

bütün dünya ülkelerine, özellikle de gelişmekte olan ülkelere örnek olabilecek bir ülkeyi, G. Kore'yi ele alalım. G. Kore'nin araştırma geliştirme harcamaları 1986 rakamları ile brüt olarak 1768 milyon dolar (ülkemiz ile kıyaslarsak, G. Kore bizim 1990 yılında AR-GE harcamalarımızın iki mislinden daha fazlasını, 1986 yılının bütçesinden ayırmış). G. Kore'nin 1986 yılında AR-GE harcamalarının GSMH'ya oranı 1.99, 1990 yılında bu rakam 2.5'e yükselmiş, 2000'li yıllar için seçtikleri hedef ise %5 ve dünyada başka hiçbir ülke bu hedefi kendisine seçmiş değil. G. Kore'deki bu atılımın temelinde yatan bazı gerçekler ise şöyle; G.Kore teknoloji transferi yapıyor; dışarıdan aldığını mutlaka kendi AR-GE sistemine veriyor, yoğunlaştırıp özümsüyor ve kendine adapte ediyor. Sonra bütün büyük firmalarına AR-GE laboratuvarı kurma zorunluluğu getirmiş; ayrıca küçük ve orta ölçekli endüstriye müşterek araştırma laboratuvarı kurma zorunluluğu göstermiş. Sanayisi bugün, AR-GE harcamalarının neredeyse üçte ikisini kullanıyor. Bu durumda 2000'li yıllarda koyduğu hedefe ulaşması hiç de şaşırtıcı olmaz.

Değişen Değerler

Şimdi artık dünya, bilgi çağı ve üçüncü endüstri çağı dediğimiz çağda yaşamaktadır. Bu çağın ürünü olan ileri teknolojilerdir uluslara saygınlıklarını kazandıran; hatta ileri teknolojiler uluslararası ilişkileri bile etkiler hale gelmiştir; örneğin 1986'da Reagen-Gorbaçov zirvesinde, o zamanki Sovyetler Birliği Yıldızlar Savaşı denilen projeye son verilmesini isterken, Amerika'nın diretmesi, zirvenin yarıda kalmasına neden olmuştur. Yine 1987-1988 yıllarında, aynı kişilerin buluştuğu bir başka zirve de, bu kez orta menzilli nükleer silahların sınırlandırılması toplantısında aynı şeyler yaşanırken; ileri teknolojilerin politik zirveleri bile nasıl yönlendirdiği, ortaya çıkabilecek bilimsel ve teknolojik farkın bu ileri ülkelere bile nasıl bir rahatsızlık verdiği açıkca anlaşılmaktadır. Yaşadığımız dünyada etkisini her an duyduğumuz bu teknolojik rekabet, devletlerin ekonomik gelişmelerini, savunmalarını, politikalarını belirlemektedir.

Verdiğimiz örneklerden de anlaşılacağı gibi, ileri teknolojilerin bir kısmı o denli geniş kullanım alanına sahiptir ki, ekonominin hemen tüm sektörlerinde üretim ve dağıtım koşullarına değişiklikler getirdiği gibi, yatırım, istihdam ve sosyal yapı değişiklikleri konusunda da çok etkili olmuştur. Yani teknolojik gelişme ve bilimsel ilerleme, artık ekonomik kalkınmayı belirleyen bir etkendir; hem de en önemli etkendir. Onunla beraber dünya, bakış açısını değiştirmiştir; eskiden bir olaymış gibi algılanan teknolojik değişim, şimdi sürekli ve etkileşim içinde olan bir yenilenme süreci olarak benimsenmektedir. Teknolojik değişim denildiğinde eskiden anlaşılan yetişme-yakalama süreci iken, bugün tekno-küreselleşme ve etkileşimli bilim ve teknoloji birlikteliği anlaşılmaktadır. Bilim ve teknoloji politikalarında, amaç, hedef, araç, insan kaynağı, verimlilik gibi unsurların anlamı değişmiştir. 1980 öncesinde, bilim ve teknoloji politikasında amaç, bilimin ilerlemesi, ulusal bağımsızlık, ulusal güvenlik iken, 1980 sonrasında rekabet edilebilirlik ve zenginlik yaratılması olmuş; hedefler, birbirinden bağımsız olarak büyük işletmelerde sınai ve üniversitelerde bilimsel araştırmaları özendirerek desteklemek, devlete ait araştırma kurumları kurmak ve kollektif sınai araştırmaları özendirerek desteklemek iken, üniversiteler ve işletmelerdeki yenileme ve ticari kullanıma geçirilme etkinliklerinin ortak bir yapıda olması özendirilmiştir; risk sermayesi, az sayıda yeterli kuruluşlar iken, yeni finans mekanizmaları geliştirilmiştir; verimlilikten anlaşılan bilimsel ve teknik konularla sınırlı kalan bir bilim değerlendirmesi iken, bilimsel, teknik, ekonomik ve sosyal konuları kapsayan teknoloji değerlendirmesi artık anlaşılmaktadır.

Türkiyedeki Durum

Bu ortamda, yani bu bilim ve teknoloji çağında ülkemiz ne konumdadır? Bu soruya tek bir cümle ile yanıt vermek de olası; "durumumuz pek iyi olmamakla birlikte, ümitsizliğe götürecek seviyede de değil". Hatta Türkiye, 2000'li yıllarda, dünyadaki ileri ülkeler arasına; en azından ilk 20 ülke arasına girmeyi de amaç edinmiş durumda.

Ancak bu kısa açıklamayı daha genişletme de, konunun daha iyi anlaşılması açısından yarar vardır; en azından Türkiye'nin son altı yıl içerisinde, yani 1989-1994 yılları arasında bilimsel ve teknolojik gelişmelere verdiği önem anlamında konuyu ele almalıyız. Böylece ülkemizin 2000'li yıllarda dünyada ilk 20 ülke arasında bulunması gibi çok iyi niyetli bir hedefin ne derece gerçekleşebileceğini bir ölçüde kestirebiliriz.

İlk olarak Türkiye'nin kalkınma konusunda hedefi nedir sorusuna bir yanıt

arayalım; Devlet Planlama Teşkilatının raporlarından yola çıkarak şu hedefi öğreniyoruz: "kalkınmayı sürdürmek ve yeni teknolojileri kullanmak suretiyle bölgesinde önemli bir merkez haline gelmek arzusunda bulunan ülkemizde, sınırlı kaynaklarımızın daha rasyonel kullanılması ve bilim-teknoloji alanındaki gelişmelerden daha fazla yararlanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Böylece bütün sektörlerde itici bir güç olan bilim ve teknolojinin gerisinde kalmadan, ekonomik, sosyal ve endüstriyel kalkınmamızı sağlamak mümkün olabilecektir. Bilim ve teknoloji politikaları, bütün ülkelerin refahını doğrudan etkileyen, sosyal ve siyasi gidişine yön veren, gelişim ve değişim şartlarını ortaya çıkartan politikalardır. Bunun için hemen bütün ülkeler teknolojiyi edinmek, yaymak, kullanmak ve işlemek için her türlü çabayı göstermektedirler. Bu sebeple ülkemizde bilim ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerin niteliklerini, ekonomik ve sosyal kalkınmamızdaki etkilerini tesbit etmek; bu konuda birbirinden bağımsız olarak yapılan araştırma geliştirme faaliyetlerini biraraya getirmek; bilim ve teknolojinin alt yapısını oluşturan araştırmacı personel yetiştirme politikalarını ve araştırma geliştirme faaliyetlerine ayrılan kaynakların rasyonel kullanılması ve istenen hedeflere yükseltilmesini sağlamak için, gerekli politikaları ve kurumları güncelleştirmek gerekmektedir."

Bu noktadan hareketle Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında, ülkemizde, bilim ve teknoloji konusundaki hedefler şöyle belirleniyor. "Toplumun bilgi toplumu haline getirilmesi ve kitle haberleşme araçlarından da yararlanarak araştırma-geliştirme alt yapısının kurulması amacıyla; 33 bin olan araştırıcı personel sayısı iki katına çıkarılacak, her 10 bin kişiye düşen araştırmacı personel sayısı 15 kişi olacak, öncelikle üniversitelere ayrılan kadro sayısı iki kat artırılacak ve araştırma-geliştirme harcamalarının Gayrisafi Yurtiçi Harcamalarının %1'ine çıkarılmasına çalışılacaktır."

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, bu hedefler doğrultusunda belirlenen ilkeler ve politikalar ise özetle şöyle: "Üretim ve kalitenin artırılarak dış pazarlarda rekabet gücünün kuvvetlendirilmesi amacıyla gerekli ileri teknolojilerin transfer yolu ile sağlanması, teknoloji üretimine geçilmesi ve elde edilen bilgi ve teknolojinin yaygınlaştırılmasının temel ilke olması; biyoteknoloji, enformasyon teknolojisi, mikroelektronik, telekominikasyon, uydu teknolojisi, nükleer teknoloji, yeni malzemeler gibi ileri teknoloji alanlarındaki her türlü araştırma-geliştirme faaliyetinin desteklenmesi; sanayii kuruluşları, üniversiteler, araştırma kurumları ve kamu kurumlarının bilim ve teknoloji hedeflerine ulaşmalarını teminen gerekli koordinasyonun sağlanması, bu kurum ve kuruluşların tam bir işbirliği içinde olmalarının teşviki; Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'na işlerlik kazandırılması; bilgi bankalarının oluşturulması; yarı otonom bir patent müessesesinin kurulması.

Şimdi bu plan döneminde belirlenen hedefler, ilke politikalar ne derece gerçekleşti sorusuna yanıt arayalım. Ancak böyle bir değerlendirmeyi yapabilmek için öncelikle bilim ve teknolojideki durumumuzu, güçlerimizi belirlememiz; bunun içinde niteliksel ve niceliksel değerlendirme esaslarını kullanmamız gerekiyor. Bilim ve teknolojik gelişmeyi sağlayan araştırma ve geliştirmenin niceliksel olarak değerlendirmesini bir sistem yaklaşımı içinde yapabilmek sistemin giriş ve çıkış parametrelerinin bilinmesi ile gerçekleşir. Sistemin giriş parametreleri; insan gücü, finansman, fiziksel altyapı ve bilgiden oluşurken, çıkış parametreleri; yeni ürünler, sistemler, bilimsel yayınlar ve patentlerdir. Bu açıklamadan hareketle ülkemizin giriş ve çıkış parametrelerinin rakamsal de-

ğerleri şu şekilde gerçekleşmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı'nın, Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Geliştirme Faaliyetleri'nin sonuçlarına göre, 1992 yılında Türkiye'de, Gayrisafi Yurtiçi AR-GE harcamaları 5357 milyardır. Bu değer aynı yıldaki Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) binde beşine eşittir. Bu rakam bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında; Gayrisafi Yurtiçi Araştırma Geliştirme Harcamalarının, GSYİH içindeki payının %0.54'ten %0.50'ye düştüğü görülmektedir. AR-GE harcamalarının %67,8'nin yüksek öğretim, %24'ünün üretici kamu kesimi ve özel sektörü içeren ticari kesim, %8,2'sinin kamu tarafından gerçekleştirildiği saptanmıştır. Toplam AR-GE harcamalarının %64'ü kamu kesimi, %33,8'i ticari kesim, %1,8'i diğer yurtiçi kaynaklar tarafından, %0,4'ü ise yurtdışından finanse edilmiştir.

Bulgulara göre Türkiye'de (Tam zaman eşdeğeri olarak hesaplanmış) 15701 araştırma personeli, lisans ve üstü eğitime sahip 12352 araştırmacı olduğu saptanmıştır. Bu durumda 10000 nüfus başına düşen araştırmacı personel sayısı 7.5 ya da lisans ve üstü eğitime sahip araştırmacı sayısı 6'dır. AR-GE faaliyetlerinde kullanılan insan gücünün dağılımına bakıldığında, toplam AR-GE personelinin %57.9'unun yüksek öğretim kesiminde, %24.1'nin kamu sektöründe, %18'inin ticari kesimde bulunduğu; bunların %27.8'inin doktora ve üzeri, %31.6'sının yüksek lisans, %21'inin lisans ve %18.7'sinin lisans altı bir eğitime sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu durumda, araştırma-geliştirme harcamalarına GSYİH'dan ayrılan payın %1'e yükseltilmesi ve 10 bin çalışan nüfusa düşen araştırmacı personel sayısının 15'e yükseltilmesi hedefi henüz gerçekleştirilememiştir. Ülkemizin AR-GE faaliyetlerindeki giriş parametrelerinin bu değerleri, gelişmiş ülkelere göre yaklaşık on kez ve bilim-teknoloji sisteminin etkinlik kazanması için gerekli eşik değerlerinin ise yarısından azdır. Ayrıca özel sektörün AR-GE faaliyetlerindeki payı hâlâ yeterli ivme kazanamamıştır.

Sistemin çıkış parametrelerinden olan uluslararası bilimsel yayın sıralamasına bakıldığında ise, bir an umut verici bir durumla karşılaşıyoruz; çünkü 1987 yılında 44. sırada, 1990 yılında 40. sırada olan ülkemiz, 1993 yılında 1492 yayınla 37. sıraya yükselmiş durumda. Fakat yine de sonuçlarımızı gelişmiş ülkeler ile kıyasladığımızda AR-GE sistemimizin sorunlu olduğunu görüyoruz. Bu sorunların en önemlileri ise, bu faaliyetlere tahsis edilen kaynakların azlığı, araştırmacı sayımızın yani insan gücümüzün hem mutlak sayı olarak, hem de uluslararası değerlere göre yetersizliği, AR-GE personelinin büyük bir yüzdesini barındıran üniversitelerimizde eğitim ve öğretim yükünün AR-GE faaliyetlerine zaman bırakmayacak ölçüde yüksek olması, kitap ve süreli yayınların yetersiz-

Üniversite-Sanayi İşbirliği (ÜSİ)

Metin Ger
TTGV Genel Sekreteri

1980'li yıllardan bu yana, "hükümet politikaları, bilim ve teknoloji politikalarının (BTP); özellikle ekonomik, sosyal, enerji dahil olmak üzere sinai, eğitim ve insan kaynakları politikaları ile birlikte düşünülmesi" sonucu BTP, sadece belirlenmiş teknolojik gelişmeleri ve bu alanlardaki başarıları amaçlamakla kalmayarak, ekonomik ve sosyal refaha öncelik veren ve kaliteli yaşamı amaçlar şekilde oluşturulmaktadır. Ayrıca, teknolojik değişim, tek tek yenilenme olarak algılanma yerine karmaşık bir sosyal mekanizmalar bütününce tanımlanan bir yenilenme süreci olarak benimsenmekte, endojen bir ekonomik süreç olarak kabul edilmektedir. BTP'daki bu paradigma değişikliği ve bilim ve teknoloji arasındaki sınırın giderek netliğini yitirmesi sonucu üniversite-sanayi işbirliği (ÜSİ) için ya yeni mekanizmalar oluşturulmakta ya da olanlar bazı değişimlere uğramaktadır. Kuramsal bilginin kaynağı ve insan kaynağının yaratıldığı yerler olan üniversitelerin değişime uyum sağlaması, özel sınai işletmeler ve kamu sektörü ile birlikte ve beraberce yenilenme sürecinin önemli bir parçası olunduğunun kavranması ve benimsenmesi ile eşdeğer olmaktadır. Kamuca oynanması gerekli olan rol, ÜSİ'ni sağlayacak bir altyapı oluşturmak olmalıdır. Son ürünün ticarileşmesi ile son bulan yenilenme sürecinde üniversitelerin katkısı sektörden sektöre değişmektedir. Ancak, katkıları ne kadar küçük olursa olsun, üniversiteler yenilik için gerekli olan kuramsal altyapı ve bilginin kaynağı olmaya devam etmektedir. Özel sektör işletmeleri üniversitelerle mutlaka işbirliğine gitmelidirler. Üniversite ile işbirliği teknolojiye değişik ve yeni bir pencereden bakabilmeyi sağlayacaktır.

Bilim ve teknoloji ile ekonomik gelişme arasındaki kökten ilişki, sanayileşmekte olan ülkelerin kalkınma stratejileri için yeni olanaklar getirmektedir. Bilim ve teknolojinin sonuçlarının ticarileşmesi, siyasal iradenin ulusal rekabet gücüne yansıdığı "ulusal yenilenme (inovasyon) sistemi"nin (UİS) kurulması ile başarılabilmektedir. ÜSİ'nin temel işlevi; ulusal AR-GE, uluslararası bilim ve teknoloji arzından yararlanabilme, öncelikli alanlardan başlayarak yeni ürünlerle pazara girmek, belirtilen hedeflere uygun eğitim, yönetim işgücü ve ilgili diğer sosyal adaptasyonları gerçekleştirmek ve bütün bunları etkin bir devlet eşgüdümü içinde yürütmek olarak özetlenebilir. Bugün için, bir kısmı uzunca sürelerden beri etkin ve başarılı olarak süregelen örnekleri olmasına karşın ÜSİ mekanizmaları hakkında bir genelleme yapabilmek oldukça güçtür. Bunun nedenleri; üniversiteler ile sınai işletmeler arasındaki farklılıklar, örgütsel yapılanma ve karar üretme süreçlerindeki farklılıklar ve araştırmacılara yönelik ilgi, yönlenme ve benzeri diğer etkenlerdeki farklılıklardır.

Bugüne kadar teknoloji geliştirme ihtiyacını pek duymadan, teknoloji transferi ve dış ortaklı yatırımla yetinen ve ucuz işçilikten de yararlanarak belli bir ihracatı gerçekleştiren sanayimiz, artık bu olanağını yitirme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Kamu sektöründe yatırım yetersizliği ve var olan AR-GE birimlerinin asli görevlerinden uzaklaşmış olmaları, özel sektö-

liği sayılabilir. Oysa ki hedefi, çağa damgasını vuran, ekonominin bütün sektörlerini ve yaşamın hemen her alanını etkileyen ileri teknolojileri kullanma gayreti içinde olan bir ülkenin, bu sorunları bir an önce aşması gerekir. Bunun için de ana hedeflere ulaşma yolunda önlemlerini daha sıkılaştırmalıdır. İleri teknolojilere yetişmemiz için bize gerekli olan, bütünsel bir süreçten (ki bu; teknoloji transferi, transfer edileni öğrenip özümsemeyi, bunu ekonominin ilgili bütün faaliyet alanlarına yaymayı, aktarılan teknolojiyi bir üst düzeyde yeniden üretme yeteneği kazanmayı ve bu yetenekleri kazandıracak bilimsel alanda yetkinleşmeyi) geçmemiz gerekir. O halde, parasal kaynak yaratmaya yönelik, insan gücü yaratmaya yönelik, özel kuruluşların AR-GE harcamalarındaki payının artırılmasına yönelik, dünyadaki bilim ve teknolojiye katkı düzeyinin geliştirilmesine yönelik alınan önlemlere daha da önem vermeliyiz. Ve şunu iyi bilmeliyiz ki, dünya pazarına açılma süreci beraberinde uluslararası rekabeti getirmektedir; dolayısıyla kalite ve verimlilik ön plana çıkmaktadır. İstenilen verimliliği ve kaliteyi sağlamak ise, büyük ölçüde iyi yetişmiş mühendis, teknisyen ve araştırmacıların varlığına bağlıdır. Yoksa bir ülkenin kalkınması salt fiziki sermayenin artması ile gerçekleşmez.

rün teknoloji transferi ile sınırlı ve daha çok iç pazara yönelik üretimle yetinmesi, üniversitelerin temel araştırma ile sınırlı kalmış olan kapasitesini bunun dışında geliştirmek için destek ve motivasyon sahibi olmaması bu durumu hazırlayan nedenlerin bazılarıdır. Bunlara ek olarak; sanayicimizin maliyetini çok yüksek bulduğu AR-GE'yi, üniversite ve devletten yeterli yardım ve teşvik alamayacağı bir faaliyet olarak görmesi, üniversite-sanayi-devlet işbirliğinin, rollerin ve alışverişin iyi tanımlanmamış bir ortamda yürütülmeye çalışılması, yukarıda sözü edilen durumu hazırlayan diğer etkenler olarak sayılabilir.

Ancak, genç nüfusumuz, yüksek standartlı yaşam ve istihdam talebi ile birlikte büyümektedir. Sanılanın aksine, yeni teknolojilere hizmet ve tüketimde olduğu kadar iş hayatında da hızlı bir uyum göstermektedir. Refah ve istihdam talebini teknolojinin yayılmasına elverişli sosyal adaptasyon yeteneği ile birleştirerek üretkenlik ve verimliliği artıracak, kaliteyi topluma yayacak olan hizmetleri üretecek politikaların oluşturulması mümkündür. Bu politikaların başarıyla yürütülmesi, sosyo-ekonomik olduğu kadar, ülkemizin karşı karşıya bulunduğu özel sorunlar nedeniyle siyaseten de çok önemlidir. Bugün için, yeni teknolojilere yönelecek sanayi yapılanması için büyük avantaj sağlayan yeterli iç pazar büyüklüğüne ve devlet alım gücüne sahip bulunmaktayız. Bu avantajlara, eğitimdeki geleneksel potansiyel de eklenmelidir, yeni teknolojilerin yayılmasını kolaylaştıran etkenler yanında, bunların mevcut sanayi faaliyeti ile kaynaşmasını kolaylaştıran yeterli sosyo-ekonomik ortam vardır.

ÜSİ, sınai içerikli uygulamalı araştırma ortak projeleri ile başlatılabilir. Sanayimizin sorunları, yüksek lisans, doktora ve doktora sonrası araştırma konuları arasında, niteliğine uygun olarak yer almalıdır. ÜSİ'nin işlerliğini sağlamak için eğitim sistemimizin işbirliğini rekabet ile birlikte götürebilecek bir yapıya kavuşturulması gerekecektir. Diğer bir deyişle, yüksek öğrenimle tamamlanan mesleki eğitim döneminin, profesyonelleri değil, meslek adayların yetiştirmeyi amaçladığı benimsenmeli ve meslek ve işgücü tanımlarının sürekli değişmesi yüzünden, meslek içi eğitim dahil, sürekli eğitim günlük yaşamın bir parçası olarak kurumsallaşmalıdır. Ayrıca, eğitim sistemine ve özelde üniversitelere sık sık politik motifleri olan müdahalelerin yapılmasından vazgeçilerek bu kuruluşlarda geleneklerin oluşmasına olanak tanınmalıdır. Üniversite ve sanayi AR-GE birimleri arasındaki alışveriş ve birbirini tamamlama yeteneğinin yaratılması, ÜSİ'nin en kolay gerçekleştirilebilecek hedeflerinden biridir. Devlet, niteliği ne olursa olsun araştırmanın özel olarak özendirilmesi gereken bir etkinlik olduğu bilinciyle davranarak; sanayi teşviklerini öncelikle AR-GE kaynaklı teknoloji kullanan kuruluşlara yönlendirmelidir, üniversite elemanları ve sanayiden uzmanların, birbirlerinin programlarında kolayca yer alıp çalışabilmeleri için gerekli alt yapıyı oluşturmalıdır.

Üniversiteler ve sanayi asla rakip değildirler; beraberce yapılacak ve desteklenecek temel ve uygulamalı araştırmalar ile gerçekleşecek teknolojik gelişmelerden ortak çıkarları vardır.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

Ülkemizde belirtilen konularda gerçekleştirilmiş önemli girişimler de yok değil.; örneğin; "Özel kuruluşların AR-GE harcamalarındaki payının artırılmasına yönelik" atılan önemli adımlardan biri Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

ile gerçekleştirildi. 1 Haziran 1991 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti ile Dünya Bankası arasında imzalanan ikraz anlaşması kapsamında, kamu ve özel sektör işbirliği ile kurulan Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı; Ülkemizin bilimsel ve teknolojik altyapısını güçlendirmek; Türk endüstri kuruluşlarının araştırma ve geliştirme faaliyetlerine kaynak ayırmasını teşvik etmek ve desteklemek; ülkemizin uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü artırma potansiyeli taşıyan öncelikli bilimsel ve teknolojik araştırma ve geliştirme alanlarını tespit etmek, izlemek ve bu alanlardaki çalışmaları teşvik etmek; özel sektör - üniversite - kamu kuruluşları arasındaki bağları güçlendirmek amaçlarını taşımakta ve bu doğrultuda faaliyet göstermektedir. Vakfın faaliyetleri ise; sonuçları itibarıyla endüstriyel uygulama veya ticari pazar potansiyeli olacak araştırma ve geliştirme aşamalarıyla birlikte, teknolojik bir yenilik ya da geliştirmeyi içeren projeler (Teknoloji geliştirme projeleri); araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetlerinde en yüksek kazancı sağlayacak stratejik odak konularını belirleyici projeler (stratejik odak nokta projeleri); özellikle uluslararası boyutta Türk ekonomisine katkıda bulunacak girişimler (uluslararası ortak girişimler) dir. Çoğunluğunu özel sektörün oluşturduğu 38 kurucu üyenin katkılarıyla 1.5 milyar mal varlığı edinen ve bunun yanısıra Dünya Bankası'ndan sağlanan 43.3 milyon dolarlık bir kaynağı da olan Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, bu olanaklarını amacı kapsamında belirtilen faaliyetlerinde etkin bir şekilde kullanmaktadır.

Vakıfa verilen proje önerileri, yılda iki defa basında yer alan ilanlarla duyurulmakta ve proje destek dönemlerinde kabul edilmektedir. Değerlendirmede göz önüne alınan kriterler vakfın amaçları doğrultusunda oluşturulmuştur; projenin bilimsel ve teknolojik yönü; bu yönün değerlilik ve tutarlılığı; proje ile ülkemizin bilimsel ve teknolojik birikimine ne ölçüde katkı sağlanacağı; projenin ekonomik yönü, beklenen sonuçların elde edilmesinden sonra ticari uygulamaya dönüşme potansiyeli ve önerilen iş programı ile bütçenin gerçekçiliği; projede görev alacak olan personelin niteliği; projeye yürütücü olarak katılan ortak kurum ve kuruluşların bilimsel ve teknolojik ayrıca da ticari açıdan itibarları; bu ortakların katkılarının toplam bütçe içindeki payı; işte bu kriterler projelerin kabul edilmesinde, yani değerlendirmede çok önemli bir yer tutmakta.

Anlattığımız bu değerlendirmeden ve diğer işlemlerden sonra Vakıfın Yönetim Kurulu tarafından da değerlendirilen projeler hakkında karara varılır. Vakıfla desteklenmesine karar verilen projelerin yürütücü ortakları ve proje yürütücüsü arasında sözleşme yapılır. Bu sözleşmeye göre ortakların idari, ticari, mali, hukuki ve bilimsel ve teknolojik yükümlülükleri belirginleştirilmiş olur. Vakıf, bu güne kadar 5 dönemde 28 adet teknoloji projesine 8.2 milyon dolarlık destek vermiştir. Yürütücü ortakların katkıları ile AR-GE'ye ayrılan miktar 17.5 milyon dolara ulaşmıştır.

Yine Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanında meydana gelen açığını kapatmak, üniversitelerin araştırma alt yapısını güçlendirmek amacıyla, 1989 yılından itibaren üniversitelere araştırma ve teknopark projeleri verilmesi uygulaması başlatılıyor; Bilim ve Teknoloji Şurası'nda alınan kararlar ise ülkemizdeki ilgili kişi ve kuruluşlara ışık tutacak niteliktedir. Savunma alanında ise, AR-GE faaliyetlerini desteklemek üzere Savunma Sanayii Müsteşarlığı kuruluyor. Küçük ve Orta Ölçekte Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı da ülkemizde faaliyet göstermeye başlayan teknoparklara önemli katkı sağlıyor. 1989 yılından bu yana DPT tarafından TÜBİTAK bütçesine tahsis edilen ödeneklerle ülkemiz uluslararası projelere katılıyor. Özellikle COST, AT, EUREKA ve ikili işbirliği anlaşmaları uyarınca araştırma projeleri devreye giriyor. 1993 yılında Türkiye Bilimler Akademisi kuruluyor, aynı yıl DOPROG programı çerçevesinde Türk araştırmacılarla eski Sovyetler Birliği'ni oluşturun ülkelerdeki bilimadamlarının ortak araştırma projeleri başlatılıyor.

Özetle çağa damgasını vuran ileri teknolojileri elde etme yolunda yapacağımız daha çok iş var. Ama en azından kalkınmadaki çıkışın ileri teknolojiler olduğunu biliyoruz; yeter ki bu yolda sağlam adımlar atmaya devam edelim.

Gülgun Akbaba

Kaynaklar
Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994)
DİE Haber Bülteni, 1994
Ger M, Üniversite Sanayi İşbirliği, İstanbul, 1994
Güleç K, Türkiyede ve Dünyada Teknolojik Gelişmeler, DPT, 1994
Main Science and Technology Indicators, OECD, 1994
Özdaş N, Dünya Perspektifinde Türkiyenin Bilim ve Teknoloji Boyutu, I. Bilim ve Teknoloji Şurası, Ankara, 1990
Terzioğlu T. "Yarından Sonra", Cumhuriyet Gazetesi, 4 Temmuz 1994
Türk Bilim ve Teknoloji Politikası, 1993-2003, TÜBİTAK, Ankara, 1993
Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Tanıtım Seti
TÜBİTAK Bülteni, Cilt 8, sayı 4, 1991
TTGV, Tanıtım Seti, 1994

Küreselleşen Dünya...

Tosun Terzioğlu
TÜBİTAK Başkanı

Teknolojik ilerleme kalkınmanın önemli etkenlerinden birisidir. ABD ekonomisinin analizinde 1909-1949 yıllarında gelişmenin ancak sekizde birinin emek ve sermaye girdilerindeki artıştan, sekizde yedisinin ise teknolojik gelişmeden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Benzer örnekleri kolaylıkla çoğaltabiliriz. Ancak buna gerek yoktur; çünkü günümüzde sanayinin rekabet gücünü belirleyen ana girdinin teknoloji olduğu hemen herkesçe kabul edilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ise bilimsel araştırmalara dayanır. Hatta bugün bir çok alanda salt bilimin nerede bitip teknolojik araştırmaların nerede başladığını görmek bile çok zordur.

Sanayimizin son yıllarda ulaştığı düzey hiç küçümsenmemelidir. Bu düzeye ulaşmada kullanılan teknolojiler, büyük ölçüde yabancı teknolojilerdir. Kuruluş aşamasında teknolojiyi bir yerlerden, bir şekilde edinip uygulamak gayet doğaldır. Ancak sanayimizin gelişmesi ve küreselleşen dünya pazarında kalıcı bir rekabet gücü elde etmesi için, alınan teknolojiyi özümseyip "hakim olunan teknoloji" haline getirmesi, yenileştirmelerle, araştırmalarla yeni buluşlar ve yeni teknolojiler üretmekten geçmektedir. İşte bunun bilincine vardığımız zaman Türkiye'de 1994 yılı itibariyle araştırmaya gayri safi milli hasıladan ayrılan %0.5'lik pay ve bunun içinde özel sektörün %20'lik payı zaten artmaya başlayacaktır. Ancak bilimsel araştırmalar ne kadar iyi planlanırsa planlansın zaman alan ve sonucu her zaman önceden kestirilemeyen uğraşlardır. Araştırmadan bugünden yarına sonuç beklemek, sonuç yarın alınmazsa araştırmadan vazgeçmek çok yanlış bir israftır. Japonya, Kore, Tayvan, İsrail gibi ülkeler gelişme planlarında bilimi temel almışlar, refahlarını büyük ölçüde kendi inovasyonları, kendi araştırmalarıyla geliştirdikleri ürünleriyle sağlamışlardır. Bu süreç sırasında da kolaycılıktan, telaşlı acelecilikten kaçınmışlar, sabır ve bilime inanç göstermeyi bilmişlerdir.

Bilimdeki gelişmelerin giderek hızlandığı, bilimsel metodun geliştiği yüzyıllarda Osmanlı İmparatorluğu bu gelişmelerin yaşandığı Avrupa ülkeleriyle yakın temas halindeydi. Bu gelişmeler sonucu ortaya çıkan yeni silahlar karşısında orduları güç duruma düşen devlet ancak 18. yüzyıl sonuyla 19. yüzyılda sorununu biraz daha iyi anlamaya başlamış, fakat bilim yerine daha ziyade onun ürünleriyle ilgilenmiştir. Bu ürünleri almak veya bir kısmının ülkede yapılmasını sağlamakla yetinen devlet, bilimin ve araştırmanın bu ürünleri geliştiren teknolojinin kaynağı olduğunu pek kavrayamamıştır. Bilimin önemi Cumhuriyetle birlikte anlaşılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla batının bugün gelişmiş ülkeleri dediğimiz ülkelerine göre bilim, gündemimize 150-200 yıllık bir gecikmeyle girebilmiştir. Oysa bilimsel anlayışın bir topluma yayılması, yeterli sayı ve nitelikte bilimadamı yetiştirilmesi zaman alan hususlardır.

Bilimsel düşüncenin temelinde hemen her insanda var olan merak etme, birşeyleri daha iyi anlama gibi özellikler yatar. Her araştırmanın veya geliştirmenin başlangıcı yeni bir fikir, yeni bir düşüncedir. İyi yetişmiş bir araştırıcı, bu düşünceden hareketle, bilimin kendi sistematiği içerisinde ilerler ve başarılı olursa bir sonuca ulaşır. Bu sonuç bir matematik teoremi, yeni bir fizik kuramı, daha hızlı ve etkili bir bilgisayar yazılımı olabileceği gibi, yıllardır üretilen bir mamulü daha kaliteli veya daha yüksek verimle üretmek için geliştirilmiş yeni bir yöntem veya süreç de olabilir. Ancak her şeyin başlangıcı, düşünen, merak eden ve araştıran bir bilim insanının, bir mühendisin beyninde uyanan bir fikir veya bir gözlemdir.

Ülkemizin savunmasının güçlü olması, insanlarımızın sağlık içinde daha uzun yaşamaları, çevre sorunlarının giderilmesi, refah düzeyimizin artması gibi saymakla bitmeyecek bir çok alanda bilimi, araştırma ve geliştirmeyi temel almalıyız. Bilim Türkiye'nin gündemine geç girmiş olabilir. Ama 2000'li yıllara birkaç yıl kala artık devlet adamlarımızın, askerlerimizin, politikacılarımızın, plancılarımızın, iş adamlarımızın, kısacası hepimizin gündeminin ön sıralarında yer almalıdır bilim.

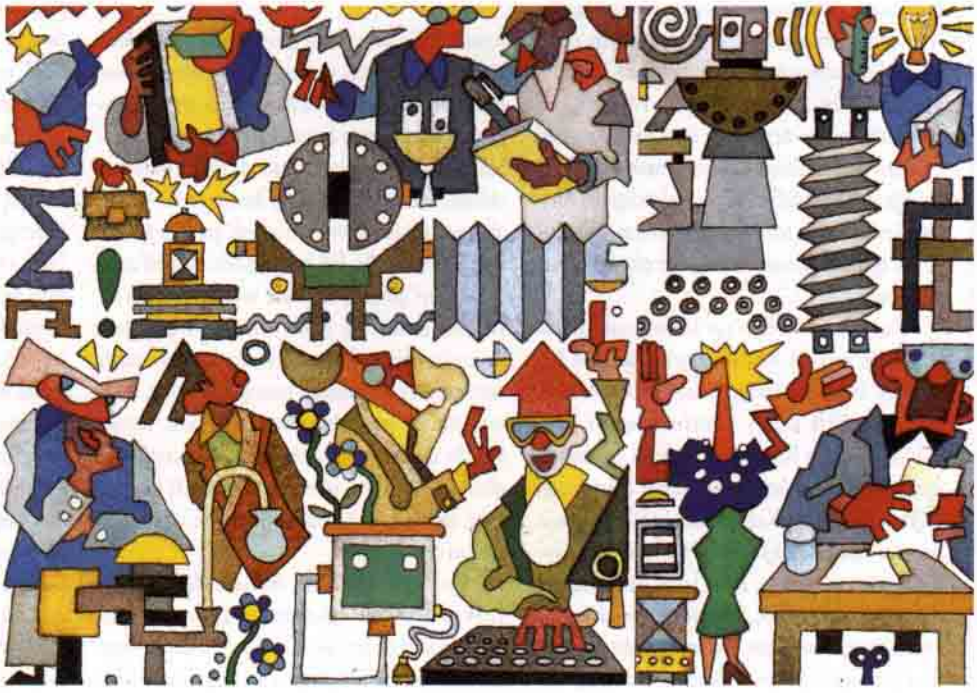
Geçen yıl Avrupa Kupalarında Galatasaray'ın futbolda, Efes Pilsen'in basketbolda aldığı sonuçlara çok sevindik. Gelişen medyamız coşkumuzu daha da kamçıladı. Ama acaba kaçımız 1993'te Türkiye Bilimler Akademisi'nin kurulduğunu veya genç bir Türk yerbilimcisinin liderliğinde ve Türkiye'nin mali desteğiyle yürütülen bir araştırmanın dünyanın en saygın bilimsel dergilerinden *Nature*'da kapak konusu olduğunu duyduk? [Şengör, A.M.C.-Natalin, B.A.-Burtman,V.S. "Evolution of the Altaid Tectonic Collage and Palaezoic Crustal Growth in Eurasia" *Natura* 364(1993)] Kaçımız araştırma-geliştirmeye önem veren bir sanayi kuruluşumuzun geçen yıl 6 milyon dolarlık yazılım ihraç ettiğini, bu yıl ise yazılım ihracını 11 milyon dolara çıkarmayı planladığını biliyoruz?

Bu soruların hemen ardından şunları da sıralayabiliriz: Bilim, Türkiye'de yeterli ve kurumsal bir biçimde destekleniyor mu? Nitelikli bilim insanlarımızın sayısı kritik bir kitle oluşturmakta mıdır? Sanayicimiz, politikacımız, plancımız araştırma ve geliştirmenin yaşamsal önemini, gerekli yaygınlık ve derinlikte kavrıyorlar mı? Bu son sorulara olumlu yanıt verebilme durumunda olsaydık, bugün çok farklı bir ülkede; işsizlik, eğitim, yoksulluk sorunlarını büyük ölçüde çözmüş, refah düzeyi ileri ülkelere çok yaklaşmış bir Türkiye'de yaşıyor olacaktık.

Ancak yine de asla karamsarlığa kapılmadan, zengin tarihsel deneyimler ışığında, kendimize güvenerek bu konuları düşünmeye ve fikirlerinizi bizimle paylaşmaya, tartışmaya çağrıyoruz siz okuyucularımızı. Bilimi, teknolojiyi Türkiye'nin gündeminde daha üst sıralara çıkarabilirsek, eşiğinde olduğumuz bilgi çağını zamanında yakalamakta önemli bir yol almış olmaz mıyız?...

Kalkınma İçin Çıkış Noktası

Bilim ve Teknoloji



İnsanlığın, nesnel kültürün tüm olanaklarından faydalanmak üzere kullandığı araçların bütünü olarak tanımlanan teknolojiyi oluşturan dört öğe vardır; bilgi, teknik, eğitim, pazarlama etkinliği. Bu dört öğenin de temelinde araştırma veya geliştirme faaliyeti vardır. Teknolojisi güçlü bir ülke demek, araştırma geliştirme faaliyetlerinde güçlü bir ülke demektir. Teknolojiyi kullanabilmek ise ona sahip olmakla olasıdır ki, bunun yolu ya teknolojiyi üretmek ya da onu ithal etmekle sağlanır. Bu iki durumda da temel olan, yine araştırma ve geliştirme gücüdür. Dikkat edilirse, araştırma ve geliştirme söz konusu edilen bütün öğelerde karşımıza çıkmaktadır. O halde araştırma geliştirmeyi anlamca açıklamak gerekir. Araştırmayı; temel ve uygulamalı araştırma olarak iki kısımda ifade edebiliriz. Temel araştırma, belirli bir uygulama ve kullanım amacı hedef alınmadan, sırf olgular ve gözlenebilir olayların arkasındaki gizlenmiş gerçekleri ortaya koyabilmek için yapılan deneysel ve kuramsal çalışmalar zinciridir. Uygulamalı araştırma, yeni ve özgün bir uygulamaya yönelik çalışmaları kapsar. Geliştirme ise daha önce edinilmiş bilgileri kullanarak yeni araç veya gereç tasarlamak, üretmek, bunları daha mükemmel hale getirmek üzere yapılan faaliyetlerdir. Bu üç çabaya bir anlamda destek veren dördüncü bir uğraş sahası vardır ki, o da üretilen bilginin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalardır. Toplanan bilgiler ve oluşturulan veri tabanları, temel ve uygulamalı araştırma çalışmalarında ve geliştirmelerde girdi olarak kullanılır. Teknolojik gelişme ekonomik ve sosyal standartların geliştirilmesinde bir anahtar faktör katkısı sağlar ki, kalkınmanın en önemli etkenlerinden birisi de budur.

BİLİM VE ENDÜSTRİ devrimlerini gerçekleştirmiş olan batı ülkeleri; bilim, teknoloji ve endüstri güçleriyle dünya üzerine hakimiyet kurmuşlardır. Öyle ki, 20. yüzyıl başında "mukadderatımız ekonomik gücümüze bağlı" görüşü, artık günümüzde yerini "teknoloji mukadderatımızdır" görüşüne bırakırken, bunu benimseyen ülkeler, ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmalarını garanti altına almışlardır. Kalkınma için para politikasının gerekliliği yanında, ileri, çağdaş ve zengin bir toplum olabilmenin gerçek yolunun, teknoloji ağırlıklı sanayiileşme stratejisi olduğu, bunun da, uygun finansal önlemlerle, eğitim ve AR-GE politikalarıyla destekleneceğini çok önceden kavrayan bu ülkelerde özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gözlenen çarpıcı ekonomik atılımın ana kaynağını, bilimsel ve teknolojik bilgi birikimi ve yetişmiş insan gücüne yapılan uzun vadeli yatırımlar oluşturmuştur. Özellikle ABD ve Japonya, 1970-1980'li yıllarda, Araştırma-Geliştirme faaliyetlerine daha çok önem vermişler ve bu faaliyetlerine üniversiteler ile araştırma kurumlarını ve özel sermayeyi de etkin bir şekilde ortak etmişlerdir.

Bu işbirliği sonucunda; mikroelektronik, bilgisayar, haberleşme teknolojileri, yeni malzemeler, biyoteknoloji, yeni enerji kaynakları, uzay teknolojileri hızla gelişme göstermiştir. Örneğin; malzeme teknolojisinde (ki; metaller, alaşımlar, bileşikler, seramikler ve polimerler dahil geniş bir sahayı kapsar) araştırma geliştirme faaliyetleriyle yeni ve geliştirilmiş malzemeler, tasarım ve işletim tekniklerinin kombinasyonları ile verilen koşullara uyan malzeme geliştirilmesi sağlanmış; zor aşınan, dayanıklı, hafif, yüksek sıcaklıklarda çalışabilen malzemeler elde edilmiştir. Yine biyoteknoloji ile yeni ve daha güvenli ilaçlar, aşılar, insülin, hormon, ağrı kesiciler üretilirken; tarım alanında üretim, beslenme ve kimyasal endüstri de hammadde çıkarımı ve atıkların değerlendirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, protein bakımından zengin gıdalar, hastalıklara ve iklim koşullarına dayanıklı yeni tohum çeşitleri elde edilmiştir. Petrol bazlı ürünlerin yerini alabilecek biyolojik olarak üretilmiş ürünler, cevherlerin zenginleştirilmesi ve çevre sorunlarında biyolojik mücadele ilaçlarının kullanılması sağlanmıştır. Mikroelektronikteki gelişmeler ise, bilgisayar, haberleşme, ticari elektronik, tüketim malları, uzay ve havacılığa yenilikler getirmiştir; doğal olarak bu teknolojilerin kullanılması ile yeni mallar, ucuz fiyatlarla; ancak çok fonksiyonlu olarak pazara girmiştir. ABD ve Japonya yanında Avrupa Topluluğu ülkeleri ve Güney Asya ülkeleri de 1980'li yıllarda aynı teknolojileri elde etmeye ve bunları kullanmaya büyük önem vermişlerdir.

Bu noktada Japonya örneğini vermek; özellikle ileri teknolojileri tekelinde bulundurmayı çok seven batı ülkelerinin üç nesilde yaptığını, bir nesilde başaran, Konfiçyüs felsefesini izleyen bu ülkenin başarısını açıklamak anlamında yerinde olacaktır. Daha önce değindiğimiz gibi, Japonya'nın ileri teknolojilerdeki başarısı tartışmasızdır. Bu konuda Japon Toro Nakoyama'nın, Starting from Zero (Sıfırdan Başlayarak) adlı dokümanında söylediği şu sözler oldukça anlamlı. *"Japonya İkinci Dünya Savaşı'nda bilim ve teknolojinin gücünü çok iyi anlamış ve hatta acı bir şekilde anlamıştır; kudret çizgimizin o günkü sıfırdan, bu gün durduğu yere gelmesiyle ilgili süreç birçok ülkeye örnek olabilir"*. İşte bu cümleleri ile Nakoyama, açıkca yenilginin ve aşağılanmanın intikamını ancak bilim ve teknoloji ile alabildiklerini ifade etmektedir. Yine,

bütün dünya ülkelerine, özellikle de gelişmekte olan ülkelere örnek olabilecek bir ülkeyi, G. Kore'yi ele alalım. G. Kore'nin araştırma geliştirme harcamaları 1986 rakamları ile brüt olarak 1768 milyon dolar (ülkemiz ile kıyaslarsak, G. Kore bizim 1990 yılında AR-GE harcamalarımızın iki mislinden daha fazlasını, 1986 yılının bütçesinden ayırmış). G. Kore'nin 1986 yılında AR-GE harcamalarının GSMH'ya oranı 1.99, 1990 yılında bu rakam 2.5'e yükselmiş, 2000'li yıllar için seçtikleri hedef ise %5 ve dünyada başka hiçbir ülke bu hedefi kendisine seçmiş değil. G. Kore'deki bu atılımın temelinde yatan bazı gerçekler ise şöyle; G.Kore teknoloji transferi yapıyor; dışarıdan aldığını mutlaka kendi AR-GE sistemine veriyor, yoğunlaştırıp özümsüyor ve kendine adapte ediyor. Sonra bütün büyük firmalarına AR-GE laboratuvarı kurma zorunluluğu getirmiş; ayrıca küçük ve orta ölçekli endüstriye müşterek araştırma laboratuvarı kurma zorunluluğu göstermiş. Sanayisi bugün, AR-GE harcamalarının neredeyse üçte ikisini kullanıyor. Bu durumda 2000'li yıllarda koyduğu hedefe ulaşması hiç de şaşırtıcı olmaz.

Değişen Değerler

Şimdi artık dünya, bilgi çağı ve üçüncü endüstri çağı dediğimiz çağda yaşamaktadır. Bu çağın ürünü olan ileri teknolojilerdir uluslara saygınlıklarını kazandıran; hatta ileri teknolojiler uluslararası ilişkileri bile etkiler hale gelmiştir; örneğin 1986'da Reagen-Gorbaçov zirvesinde, o zamanki Sovyetler Birliği Yıldızlar Savaşı denilen projeye son verilmesini isterken, Amerika'nın diretmesi, zirvenin yarıda kalmasına neden olmuştur. Yine 1987-1988 yıllarında, aynı kişilerin buluştuğu bir başka zirve de, bu kez orta menzilli nükleer silahların sınırlandırılması toplantısında aynı şeyler yaşanırken; ileri teknolojilerin politik zirveleri bile nasıl yönlendirdiği, ortaya çıkabilecek bilimsel ve teknolojik farkın bu ileri ülkelere bile nasıl bir rahatsızlık verdiği açıkca anlaşılmaktadır. Yaşadığımız dünyada etkisini her an duyduğumuz bu teknolojik rekabet, devletlerin ekonomik gelişmelerini, savunmalarını, politikalarını belirlemektedir.

Verdiğimiz örneklerden de anlaşılacağı gibi, ileri teknolojilerin bir kısmı o denli geniş kullanım alanına sahiptir ki, ekonominin hemen tüm sektörlerinde üretim ve dağıtım koşullarına değişiklikler getirdiği gibi, yatırım, istihdam ve sosyal yapı değişiklikleri konusunda da çok etkili olmuştur. Yani teknolojik gelişme ve bilimsel ilerleme, artık ekonomik kalkınmayı belirleyen bir etkendir; hem de en önemli etkendir. Onunla beraber dünya, bakış açısını değiştirmiştir; eskiden bir olaymış gibi algılanan teknolojik değişim, şimdi sürekli ve etkileşim içinde olan bir yenilenme süreci olarak benimsenmektedir. Teknolojik değişim denildiğinde eskiden anlaşılan yetişme-yakalama süreci iken, bugün tekno-küreselleşme ve etkileşimli bilim ve teknoloji birlikteliği anlaşılmaktadır. Bilim ve teknoloji politikalarında, amaç, hedef, araç, insan kaynağı, verimlilik gibi unsurların anlamı değişmiştir. 1980 öncesinde, bilim ve teknoloji politikasında amaç, bilimin ilerlemesi, ulusal bağımsızlık, ulusal güvenlik iken, 1980 sonrasında rekabet edilebilirlik ve zenginlik yaratılması olmuş; hedefler, birbirinden bağımsız olarak büyük işletmelerde sınai ve üniversitelerde bilimsel araştırmaları özendirerek desteklemek, devlete ait araştırma kurumları kurmak ve kollektif sınai araştırmaları özendirerek desteklemek iken, üniversiteler ve işletmelerdeki yenileme ve ticari kullanıma geçirilme etkinliklerinin ortak bir yapıda olması özendirilmiştir; risk sermayesi, az sayıda yeterli kuruluşlar iken, yeni finans mekanizmaları geliştirilmiştir; verimlilikten anlaşılan bilimsel ve teknik konularla sınırlı kalan bir bilim değerlendirmesi iken, bilimsel, teknik, ekonomik ve sosyal konuları kapsayan teknoloji değerlendirmesi artık anlaşılmaktadır.

Türkiyedeki Durum

Bu ortamda, yani bu bilim ve teknoloji çağında ülkemiz ne konumdadır? Bu soruya tek bir cümle ile yanıt vermek de olası; "durumumuz pek iyi olmamakla birlikte, ümitsizliğe götürecek seviyede de değil". Hatta Türkiye, 2000'li yıllarda, dünyadaki ileri ülkeler arasına; en azından ilk 20 ülke arasına girmeyi de amaç edinmiş durumda.

Ancak bu kısa açıklamayı daha genişletme de, konunun daha iyi anlaşılması açısından yarar vardır; en azından Türkiye'nin son altı yıl içerisinde, yani 1989-1994 yılları arasında bilimsel ve teknolojik gelişmelere verdiği önem anlamında konuyu ele almalıyız. Böylece ülkemizin 2000'li yıllarda dünyada ilk 20 ülke arasında bulunması gibi çok iyi niyetli bir hedefin ne derece gerçekleşebileceğini bir ölçüde kestirebiliriz.

İlk olarak Türkiye'nin kalkınma konusunda hedefi nedir sorusuna bir yanıt

arayalım; Devlet Planlama Teşkilatının raporlarından yola çıkarak şu hedefi öğreniyoruz: "kalkınmayı sürdürmek ve yeni teknolojileri kullanmak suretiyle bölgesinde önemli bir merkez haline gelmek arzusunda bulunan ülkemizde, sınırlı kaynaklarımızın daha rasyonel kullanılması ve bilim-teknoloji alanındaki gelişmelerden daha fazla yararlanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Böylece bütün sektörlerde itici bir güç olan bilim ve teknolojinin gerisinde kalmadan, ekonomik, sosyal ve endüstriyel kalkınmamızı sağlamak mümkün olabilecektir. Bilim ve teknoloji politikaları, bütün ülkelerin refahını doğrudan etkileyen, sosyal ve siyasi gidişine yön veren, gelişim ve değişim şartlarını ortaya çıkartan politikalardır. Bunun için hemen bütün ülkeler teknolojiyi edinmek, yaymak, kullanmak ve işlemek için her türlü çabayı göstermektedirler. Bu sebeple ülkemizde bilim ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerin niteliklerini, ekonomik ve sosyal kalkınmamızdaki etkilerini tesbit etmek; bu konuda birbirinden bağımsız olarak yapılan araştırma geliştirme faaliyetlerini biraraya getirmek; bilim ve teknolojinin alt yapısını oluşturan araştırmacı personel yetiştirme politikalarını ve araştırma geliştirme faaliyetlerine ayrılan kaynakların rasyonel kullanılması ve istenen hedeflere yükseltilmesini sağlamak için, gerekli politikaları ve kurumları güncelleştirmek gerekmektedir."

Bu noktadan hareketle Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında, ülkemizde, bilim ve teknoloji konusundaki hedefler şöyle belirleniyor. "Toplumun bilgi toplumu haline getirilmesi ve kitle haberleşme araçlarından da yararlanarak araştırma-geliştirme alt yapısının kurulması amacıyla; 33 bin olan araştırıcı personel sayısı iki katına çıkarılacak, her 10 bin kişiye düşen araştırmacı personel sayısı 15 kişi olacak, öncelikle üniversitelere ayrılan kadro sayısı iki kat artırılacak ve araştırma-geliştirme harcamalarının Gayrisafi Yurtiçi Harcamalarının %1'ine çıkarılmasına çalışılacaktır."

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, bu hedefler doğrultusunda belirlenen ilkeler ve politikalar ise özetle şöyle: "Üretim ve kalitenin artırılarak dış pazarlarda rekabet gücünün kuvvetlendirilmesi amacıyla gerekli ileri teknolojilerin transfer yolu ile sağlanması, teknoloji üretimine geçilmesi ve elde edilen bilgi ve teknolojinin yaygınlaştırılmasının temel ilke olması; biyoteknoloji, enformasyon teknolojisi, mikroelektronik, telekominikasyon, uydu teknolojisi, nükleer teknoloji, yeni malzemeler gibi ileri teknoloji alanlarındaki her türlü araştırma-geliştirme faaliyetinin desteklenmesi; sanayii kuruluşları, üniversiteler, araştırma kurumları ve kamu kurumlarının bilim ve teknoloji hedeflerine ulaşmalarını teminen gerekli koordinasyonun sağlanması, bu kurum ve kuruluşların tam bir işbirliği içinde olmalarının teşviki; Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'na işlerlik kazandırılması; bilgi bankalarının oluşturulması; yarı otonom bir patent müessesesinin kurulması.

Şimdi bu plan döneminde belirlenen hedefler, ilke politikalar ne derece gerçekleşti sorusuna yanıt arayalım. Ancak böyle bir değerlendirmeyi yapabilmek için öncelikle bilim ve teknolojideki durumumuzu, güçlerimizi belirlememiz; bunun içinde niteliksel ve niceliksel değerlendirme esaslarını kullanmamız gerekiyor. Bilim ve teknolojik gelişmeyi sağlayan araştırma ve geliştirmenin niceliksel olarak değerlendirmesini bir sistem yaklaşımı içinde yapabilmek sistemin giriş ve çıkış parametrelerinin bilinmesi ile gerçekleşir. Sistemin giriş parametreleri; insan gücü, finansman, fiziksel altyapı ve bilgiden oluşurken, çıkış parametreleri; yeni ürünler, sistemler, bilimsel yayınlar ve patentlerdir. Bu açıklamadan hareketle ülkemizin giriş ve çıkış parametrelerinin rakamsal de-

ğerleri şu şekilde gerçekleşmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı'nın, Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Geliştirme Faaliyetleri'nin sonuçlarına göre, 1992 yılında Türkiye'de, Gayrisafi Yurtiçi AR-GE harcamaları 5357 milyardır. Bu değer aynı yıldaki Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) binde beşine eşittir. Bu rakam bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında; Gayrisafi Yurtiçi Araştırma Geliştirme Harcamalarının, GSYİH içindeki payının %0.54'ten %0.50'ye düştüğü görülmektedir. AR-GE harcamalarının %67,8'nin yüksek öğretim, %24'ünün üretici kamu kesimi ve özel sektörü içeren ticari kesim, %8,2'sinin kamu tarafından gerçekleştirildiği saptanmıştır. Toplam AR-GE harcamalarının %64'ü kamu kesimi, %33,8'i ticari kesim, %1,8'i diğer yurtiçi kaynaklar tarafından, %0,4'ü ise yurtdışından finanse edilmiştir.

Bulgulara göre Türkiye'de (Tam zaman eşdeğeri olarak hesaplanmış) 15701 araştırma personeli, lisans ve üstü eğitime sahip 12352 araştırmacı olduğu saptanmıştır. Bu durumda 10000 nüfus başına düşen araştırmacı personel sayısı 7.5 ya da lisans ve üstü eğitime sahip araştırmacı sayısı 6'dır. AR-GE faaliyetlerinde kullanılan insan gücünün dağılımına bakıldığında, toplam AR-GE personelinin %57.9'unun yüksek öğretim kesiminde, %24.1'nin kamu sektöründe, %18'inin ticari kesimde bulunduğu; bunların %27.8'inin doktora ve üzeri, %31.6'sının yüksek lisans, %21'inin lisans ve %18.7'sinin lisans altı bir eğitime sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu durumda, araştırma-geliştirme harcamalarına GSYİH'dan ayrılan payın %1'e yükseltilmesi ve 10 bin çalışan nüfusa düşen araştırmacı personel sayısının 15'e yükseltilmesi hedefi henüz gerçekleştirilememiştir. Ülkemizin AR-GE faaliyetlerindeki giriş parametrelerinin bu değerleri, gelişmiş ülkelere göre yaklaşık on kez ve bilim-teknoloji sisteminin etkinlik kazanması için gerekli eşik değerlerinin ise yarısından azdır. Ayrıca özel sektörün AR-GE faaliyetlerindeki payı hâlâ yeterli ivme kazanamamıştır.

Sistemin çıkış parametrelerinden olan uluslararası bilimsel yayın sıralamasına bakıldığında ise, bir an umut verici bir durumla karşılaşıyoruz; çünkü 1987 yılında 44. sırada, 1990 yılında 40. sırada olan ülkemiz, 1993 yılında 1492 yayınla 37. sıraya yükselmiş durumda. Fakat yine de sonuçlarımızı gelişmiş ülkeler ile kıyasladığımızda AR-GE sistemimizin sorunlu olduğunu görüyoruz. Bu sorunların en önemlileri ise, bu faaliyetlere tahsis edilen kaynakların azlığı, araştırmacı sayımızın yani insan gücümüzün hem mutlak sayı olarak, hem de uluslararası değerlere göre yetersizliği, AR-GE personelinin büyük bir yüzdesini barındıran üniversitelerimizde eğitim ve öğretim yükünün AR-GE faaliyetlerine zaman bırakmayacak ölçüde yüksek olması, kitap ve süreli yayınların yetersiz-

Üniversite-Sanayi İşbirliği (ÜSİ)

Metin Ger
TTGV Genel Sekreteri

1980'li yıllardan bu yana, "hükümet politikaları, bilim ve teknoloji politikalarının (BTP); özellikle ekonomik, sosyal, enerji dahil olmak üzere sinai, eğitim ve insan kaynakları politikaları ile birlikte düşünülmesi" sonucu BTP, sadece belirlenmiş teknolojik gelişmeleri ve bu alanlardaki başarıları amaçlamakla kalmayarak, ekonomik ve sosyal refaha öncelik veren ve kaliteli yaşamı amaçlar şekilde oluşturulmaktadır. Ayrıca, teknolojik değişim, tek tek yenilenme olarak algılanma yerine karmaşık bir sosyal mekanizmalar bütününce tanımlanan bir yenilenme süreci olarak benimsenmekte, endojen bir ekonomik süreç olarak kabul edilmektedir. BTP'daki bu paradigma değişikliği ve bilim ve teknoloji arasındaki sınırın giderek netliğini yitirmesi sonucu üniversite-sanayi işbirliği (ÜSİ) için ya yeni mekanizmalar oluşturulmakta ya da olanlar bazı değişimlere uğramaktadır. Kuramsal bilginin kaynağı ve insan kaynağının yaratıldığı yerler olan üniversitelerin değişime uyum sağlaması, özel sınai işletmeler ve kamu sektörü ile birlikte ve beraberce yenilenme sürecinin önemli bir parçası olunduğunun kavranması ve benimsenmesi ile eşdeğer olmaktadır. Kamuca oynanması gerekli olan rol, ÜSİ'ni sağlayacak bir altyapı oluşturmak olmalıdır. Son ürünün ticarileşmesi ile son bulan yenilenme sürecinde üniversitelerin katkısı sektörden sektöre değişmektedir. Ancak, katkıları ne kadar küçük olursa olsun, üniversiteler yenilik için gerekli olan kuramsal altyapı ve bilginin kaynağı olmaya devam etmektedir. Özel sektör işletmeleri üniversitelerle mutlaka işbirliğine gitmelidirler. Üniversite ile işbirliği teknolojiye değişik ve yeni bir pencereden bakabilmeyi sağlayacaktır.

Bilim ve teknoloji ile ekonomik gelişme arasındaki kökten ilişki, sanayileşmekte olan ülkelerin kalkınma stratejileri için yeni olanaklar getirmektedir. Bilim ve teknolojinin sonuçlarının ticarileşmesi, siyasal iradenin ulusal rekabet gücüne yansıdığı "ulusal yenilenme (inovasyon) sistemi"nin (UİS) kurulması ile başarılabilmektedir. ÜSİ'nin temel işlevi; ulusal AR-GE, uluslararası bilim ve teknoloji arzından yararlanabilme, öncelikli alanlardan başlayarak yeni ürünlerle pazara girmek, belirtilen hedeflere uygun eğitim, yönetim işgücü ve ilgili diğer sosyal adaptasyonları gerçekleştirmek ve bütün bunları etkin bir devlet eşgüdümü içinde yürütmek olarak özetlenebilir. Bugün için, bir kısmı uzunca sürelerden beri etkin ve başarılı olarak süregelen örnekleri olmasına karşın ÜSİ mekanizmaları hakkında bir genelleme yapabilmek oldukça güçtür. Bunun nedenleri; üniversiteler ile sınai işletmeler arasındaki farklılıklar, örgütsel yapılanma ve karar üretme süreçlerindeki farklılıklar ve araştırmacılara yönelik ilgi, yönlenme ve benzeri diğer etkenlerdeki farklılıklardır.

Bugüne kadar teknoloji geliştirme ihtiyacını pek duymadan, teknoloji transferi ve dış ortaklı yatırımla yetinen ve ucuz işçilikten de yararlanarak belli bir ihracatı gerçekleştiren sanayimiz, artık bu olanağını yitirme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Kamu sektöründe yatırım yetersizliği ve var olan AR-GE birimlerinin asli görevlerinden uzaklaşmış olmaları, özel sektö-

liği sayılabilir. Oysa ki hedefi, çağa damgasını vuran, ekonominin bütün sektörlerini ve yaşamın hemen her alanını etkileyen ileri teknolojileri kullanma gayreti içinde olan bir ülkenin, bu sorunları bir an önce aşması gerekir. Bunun için de ana hedeflere ulaşma yolunda önlemlerini daha sıkılaştırmalıdır. İleri teknolojilere yetişmemiz için bize gerekli olan, bütünsel bir süreçten (ki bu; teknoloji transferi, transfer edileni öğrenip özümsemeyi, bunu ekonominin ilgili bütün faaliyet alanlarına yaymayı, aktarılan teknolojiyi bir üst düzeyde yeniden üretme yeteneği kazanmayı ve bu yetenekleri kazandıracak bilimsel alanda yetkinleşmeyi) geçmemiz gerekir. O halde, parasal kaynak yaratmaya yönelik, insan gücü yaratmaya yönelik, özel kuruluşların AR-GE harcamalarındaki payının artırılmasına yönelik, dünyadaki bilim ve teknolojiye katkı düzeyinin geliştirilmesine yönelik alınan önlemlere daha da önem vermeliyiz. Ve şunu iyi bilmeliyiz ki, dünya pazarına açılma süreci beraberinde uluslararası rekabeti getirmektedir; dolayısıyla kalite ve verimlilik ön plana çıkmaktadır. İstenilen verimliliği ve kaliteyi sağlamak ise, büyük ölçüde iyi yetişmiş mühendis, teknisyen ve araştırmacıların varlığına bağlıdır. Yoksa bir ülkenin kalkınması salt fiziki sermayenin artması ile gerçekleşmez.

rün teknoloji transferi ile sınırlı ve daha çok iç pazara yönelik üretimle yetinmesi, üniversitelerin temel araştırma ile sınırlı kalmış olan kapasitesini bunun dışında geliştirmek için destek ve motivasyon sahibi olmaması bu durumu hazırlayan nedenlerin bazılarıdır. Bunlara ek olarak; sanayicimizin maliyetini çok yüksek bulduğu AR-GE'yi, üniversite ve devletten yeterli yardım ve teşvik alamayacağı bir faaliyet olarak görmesi, üniversite-sanayi-devlet işbirliğinin, rollerin ve alışverişin iyi tanımlanmamış bir ortamda yürütülmeye çalışılması, yukarıda sözü edilen durumu hazırlayan diğer etkenler olarak sayılabilir.

Ancak, genç nüfusumuz, yüksek standartlı yaşam ve istihdam talebi ile birlikte büyümektedir. Sanılanın aksine, yeni teknolojilere hizmet ve tüketimde olduğu kadar iş hayatında da hızlı bir uyum göstermektedir. Refah ve istihdam talebini teknolojinin yayılmasına elverişli sosyal adaptasyon yeteneği ile birleştirerek üretkenlik ve verimliliği artıracak, kaliteyi topluma yayacak olan hizmetleri üretecek politikaların oluşturulması mümkündür. Bu politikaların başarıyla yürütülmesi, sosyo-ekonomik olduğu kadar, ülkemizin karşı karşıya bulunduğu özel sorunlar nedeniyle siyaseten de çok önemlidir. Bugün için, yeni teknolojilere yönelecek sanayi yapılanması için büyük avantaj sağlayan yeterli iç pazar büyüklüğüne ve devlet alım gücüne sahip bulunmaktayız. Bu avantajlara, eğitimdeki geleneksel potansiyel de eklenmelidir, yeni teknolojilerin yayılmasını kolaylaştıran etkenler yanında, bunların mevcut sanayi faaliyeti ile kaynaşmasını kolaylaştıran yeterli sosyo-ekonomik ortam vardır.

ÜSİ, sınai içerikli uygulamalı araştırma ortak projeleri ile başlatılabilir. Sanayimizin sorunları, yüksek lisans, doktora ve doktora sonrası araştırma konuları arasında, niteliğine uygun olarak yer almalıdır. ÜSİ'nin işlerliğini sağlamak için eğitim sistemimizin işbirliğini rekabet ile birlikte götürebilecek bir yapıya kavuşturulması gerekecektir. Diğer bir deyişle, yüksek öğrenimle tamamlanan mesleki eğitim döneminin, profesyonelleri değil, meslek adayların yetiştirmeyi amaçladığı benimsenmeli ve meslek ve işgücü tanımlarının sürekli değişmesi yüzünden, meslek içi eğitim dahil, sürekli eğitim günlük yaşamın bir parçası olarak kurumsallaşmalıdır. Ayrıca, eğitim sistemine ve özelde üniversitelere sık sık politik motifleri olan müdahalelerin yapılmasından vazgeçilerek bu kuruluşlarda geleneklerin oluşmasına olanak tanınmalıdır. Üniversite ve sanayi AR-GE birimleri arasındaki alışveriş ve birbirini tamamlama yeteneğinin yaratılması, ÜSİ'nin en kolay gerçekleştirilebilecek hedeflerinden biridir. Devlet, niteliği ne olursa olsun araştırmanın özel olarak özendirilmesi gereken bir etkinlik olduğu bilinciyle davranarak; sanayi teşviklerini öncelikle AR-GE kaynaklı teknoloji kullanan kuruluşlara yönlendirmelidir, üniversite elemanları ve sanayiden uzmanların, birbirlerinin programlarında kolayca yer alıp çalışabilmeleri için gerekli alt yapıyı oluşturmalıdır.

Üniversiteler ve sanayi asla rakip değildirler; beraberce yapılacak ve desteklenecek temel ve uygulamalı araştırmalar ile gerçekleşecek teknolojik gelişmelerden ortak çıkarları vardır.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

Ülkemizde belirtilen konularda gerçekleştirilmiş önemli girişimler de yok değil.; örneğin; "Özel kuruluşların AR-GE harcamalarındaki payının artırılmasına yönelik" atılan önemli adımlardan biri Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

ile gerçekleştirildi. 1 Haziran 1991 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti ile Dünya Bankası arasında imzalanan ikraz anlaşması kapsamında, kamu ve özel sektör işbirliği ile kurulan Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı; Ülkemizin bilimsel ve teknolojik altyapısını güçlendirmek; Türk endüstri kuruluşlarının araştırma ve geliştirme faaliyetlerine kaynak ayırmasını teşvik etmek ve desteklemek; ülkemizin uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü artırma potansiyeli taşıyan öncelikli bilimsel ve teknolojik araştırma ve geliştirme alanlarını tespit etmek, izlemek ve bu alanlardaki çalışmaları teşvik etmek; özel sektör - üniversite - kamu kuruluşları arasındaki bağları güçlendirmek amaçlarını taşımakta ve bu doğrultuda faaliyet göstermektedir. Vakfın faaliyetleri ise; sonuçları itibarıyla endüstriyel uygulama veya ticari pazar potansiyeli olacak araştırma ve geliştirme aşamalarıyla birlikte, teknolojik bir yenilik ya da geliştirmeyi içeren projeler (Teknoloji geliştirme projeleri); araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetlerinde en yüksek kazancı sağlayacak stratejik odak konularını belirleyici projeler (stratejik odak nokta projeleri); özellikle uluslararası boyutta Türk ekonomisine katkıda bulunacak girişimler (uluslararası ortak girişimler) dir. Çoğunluğunu özel sektörün oluşturduğu 38 kurucu üyenin katkılarıyla 1.5 milyar mal varlığı edinen ve bunun yanısıra Dünya Bankası'ndan sağlanan 43.3 milyon dolarlık bir kaynağı da olan Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, bu olanaklarını amacı kapsamında belirtilen faaliyetlerinde etkin bir şekilde kullanmaktadır.

Vakıfa verilen proje önerileri, yılda iki defa basında yer alan ilanlarla duyurulmakta ve proje destek dönemlerinde kabul edilmektedir. Değerlendirmede göz önüne alınan kriterler vakfın amaçları doğrultusunda oluşturulmuştur; projenin bilimsel ve teknolojik yönü; bu yönün değerlilik ve tutarlılığı; proje ile ülkemizin bilimsel ve teknolojik birikimine ne ölçüde katkı sağlanacağı; projenin ekonomik yönü, beklenen sonuçların elde edilmesinden sonra ticari uygulamaya dönüşme potansiyeli ve önerilen iş programı ile bütçenin gerçekçiliği; projede görev alacak olan personelin niteliği; projeye yürütücü olarak katılan ortak kurum ve kuruluşların bilimsel ve teknolojik ayrıca da ticari açıdan itibarları; bu ortakların katkılarının toplam bütçe içindeki payı; işte bu kriterler projelerin kabul edilmesinde, yani değerlendirmede çok önemli bir yer tutmakta.

Anlattığımız bu değerlendirmeden ve diğer işlemlerden sonra Vakıfın Yönetim Kurulu tarafından da değerlendirilen projeler hakkında karara varılır. Vakıfla desteklenmesine karar verilen projelerin yürütücü ortakları ve proje yürütücüsü arasında sözleşme yapılır. Bu sözleşmeye göre ortakların idari, ticari, mali, hukuki ve bilimsel ve teknolojik yükümlülükleri belirginleştirilmiş olur. Vakıf, bu güne kadar 5 dönemde 28 adet teknoloji projesine 8.2 milyon dolarlık destek vermiştir. Yürütücü ortakların katkıları ile AR-GE'ye ayrılan miktar 17.5 milyon dolara ulaşmıştır.

Yine Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanında meydana gelen açığını kapatmak, üniversitelerin araştırma alt yapısını güçlendirmek amacıyla, 1989 yılından itibaren üniversitelere araştırma ve teknopark projeleri verilmesi uygulaması başlatılıyor; Bilim ve Teknoloji Şurası'nda alınan kararlar ise ülkemizdeki ilgili kişi ve kuruluşlara ışık tutacak niteliktedir. Savunma alanında ise, AR-GE faaliyetlerini desteklemek üzere Savunma Sanayii Müsteşarlığı kuruluyor. Küçük ve Orta Ölçekte Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı da ülkemizde faaliyet göstermeye başlayan teknoparklara önemli katkı sağlıyor. 1989 yılından bu yana DPT tarafından TÜBİTAK bütçesine tahsis edilen ödeneklerle ülkemiz uluslararası projelere katılıyor. Özellikle COST, AT, EUREKA ve ikili işbirliği anlaşmaları uyarınca araştırma projeleri devreye giriyor. 1993 yılında Türkiye Bilimler Akademisi kuruluyor, aynı yıl DOPROG programı çerçevesinde Türk araştırmacılarla eski Sovyetler Birliği'ni oluşturun ülkelerdeki bilimadamlarının ortak araştırma projeleri başlatılıyor.

Özetle çağa damgasını vuran ileri teknolojileri elde etme yolunda yapacağımız daha çok iş var. Ama en azından kalkınmadaki çıkışın ileri teknolojiler olduğunu biliyoruz; yeter ki bu yolda sağlam adımlar atmaya devam edelim.

Gülgun Akbaba

Kaynaklar
Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994)
DİE Haber Bülteni, 1994
Ger M, Üniversite Sanayi İşbirliği, İstanbul, 1994
Güleç K, Türkiyede ve Dünyada Teknolojik Gelişmeler, DPT, 1994
Main Science and Technology Indicators, OECD, 1994
Özdaş N, Dünya Perspektifinde Türkiyenin Bilim ve Teknoloji Boyutu, I. Bilim ve Teknoloji Şurası, Ankara, 1990
Terzioğlu T. "Yarından Sonra", Cumhuriyet Gazetesi, 4 Temmuz 1994
Türk Bilim ve Teknoloji Politikası, 1993-2003, TÜBİTAK, Ankara, 1993
Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Tanıtım Seti
TÜBİTAK Bülteni, Cilt 8, sayı 4, 1991
TTGV, Tanıtım Seti, 1994

Küreselleşen Dünya...

Tosun Terzioğlu
TÜBİTAK Başkanı

Teknolojik ilerleme kalkınmanın önemli etkenlerinden birisidir. ABD ekonomisinin analizinde 1909-1949 yıllarında gelişmenin ancak sekizde birinin emek ve sermaye girdilerindeki artıştan, sekizde yedisinin ise teknolojik gelişmeden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Benzer örnekleri kolaylıkla çoğaltabiliriz. Ancak buna gerek yoktur; çünkü günümüzde sanayinin rekabet gücünü belirleyen ana girdinin teknoloji olduğu hemen herkesçe kabul edilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ise bilimsel araştırmalara dayanır. Hatta bugün bir çok alanda salt bilimin nerede bitip teknolojik araştırmaların nerede başladığını görmek bile çok zordur.

Sanayimizin son yıllarda ulaştığı düzey hiç küçümsenmemelidir. Bu düzeye ulaşmada kullanılan teknolojiler, büyük ölçüde yabancı teknolojilerdir. Kuruluş aşamasında teknolojiyi bir yerlerden, bir şekilde edinip uygulamak gayet doğaldır. Ancak sanayimizin gelişmesi ve küreselleşen dünya pazarında kalıcı bir rekabet gücü elde etmesi için, alınan teknolojiyi özümseyip "hakim olunan teknoloji" haline getirmesi, yenileştirmelerle, araştırmalarla yeni buluşlar ve yeni teknolojiler üretmekten geçmektedir. İşte bunun bilincine vardığımız zaman Türkiye'de 1994 yılı itibariyle araştırmaya gayri safi milli hasıladan ayrılan %0.5'lik pay ve bunun içinde özel sektörün %20'lik payı zaten artmaya başlayacaktır. Ancak bilimsel araştırmalar ne kadar iyi planlanırsa planlansın zaman alan ve sonucu her zaman önceden kestirilemeyen uğraşlardır. Araştırmadan bugünden yarına sonuç beklemek, sonuç yarın alınmazsa araştırmadan vazgeçmek çok yanlış bir israftır. Japonya, Kore, Tayvan, İsrail gibi ülkeler gelişme planlarında bilimi temel almışlar, refahlarını büyük ölçüde kendi inovasyonları, kendi araştırmalarıyla geliştirdikleri ürünleriyle sağlamışlardır. Bu süreç sırasında da kolaycılıktan, telaşlı acelecilikten kaçınmışlar, sabır ve bilime inanç göstermeyi bilmişlerdir.

Bilimdeki gelişmelerin giderek hızlandığı, bilimsel metodun geliştiği yüzyıllarda Osmanlı İmparatorluğu bu gelişmelerin yaşandığı Avrupa ülkeleriyle yakın temas halindeydi. Bu gelişmeler sonucu ortaya çıkan yeni silahlar karşısında orduları güç duruma düşen devlet ancak 18. yüzyıl sonuyla 19. yüzyılda sorununu biraz daha iyi anlamaya başlamış, fakat bilim yerine daha ziyade onun ürünleriyle ilgilenmiştir. Bu ürünleri almak veya bir kısmının ülkede yapılmasını sağlamakla yetinen devlet, bilimin ve araştırmanın bu ürünleri geliştiren teknolojinin kaynağı olduğunu pek kavrayamamıştır. Bilimin önemi Cumhuriyetle birlikte anlaşılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla batının bugün gelişmiş ülkeleri dediğimiz ülkelerine göre bilim, gündemimize 150-200 yıllık bir gecikmeyle girebilmiştir. Oysa bilimsel anlayışın bir topluma yayılması, yeterli sayı ve nitelikte bilimadamı yetiştirilmesi zaman alan hususlardır.

Bilimsel düşüncenin temelinde hemen her insanda var olan merak etme, birşeyleri daha iyi anlama gibi özellikler yatar. Her araştırmanın veya geliştirmenin başlangıcı yeni bir fikir, yeni bir düşüncedir. İyi yetişmiş bir araştırıcı, bu düşünceden hareketle, bilimin kendi sistematiği içerisinde ilerler ve başarılı olursa bir sonuca ulaşır. Bu sonuç bir matematik teoremi, yeni bir fizik kuramı, daha hızlı ve etkili bir bilgisayar yazılımı olabileceği gibi, yıllardır üretilen bir mamulü daha kaliteli veya daha yüksek verimle üretmek için geliştirilmiş yeni bir yöntem veya süreç de olabilir. Ancak her şeyin başlangıcı, düşünen, merak eden ve araştıran bir bilim insanının, bir mühendisin beyninde uyanan bir fikir veya bir gözlemdir.

Ülkemizin savunmasının güçlü olması, insanlarımızın sağlık içinde daha uzun yaşamaları, çevre sorunlarının giderilmesi, refah düzeyimizin artması gibi saymakla bitmeyecek bir çok alanda bilimi, araştırma ve geliştirmeyi temel almalıyız. Bilim Türkiye'nin gündemine geç girmiş olabilir. Ama 2000'li yıllara birkaç yıl kala artık devlet adamlarımızın, askerlerimizin, politikacılarımızın, plancılarımızın, iş adamlarımızın, kısacası hepimizin gündeminin ön sıralarında yer almalıdır bilim.

Geçen yıl Avrupa Kupalarında Galatasaray'ın futbolda, Efes Pilsen'in basketbolda aldığı sonuçlara çok sevindik. Gelişen medyamız coşkumuzu daha da kamçıladı. Ama acaba kaçımız 1993'te Türkiye Bilimler Akademisi'nin kurulduğunu veya genç bir Türk yerbilimcisinin liderliğinde ve Türkiye'nin mali desteğiyle yürütülen bir araştırmanın dünyanın en saygın bilimsel dergilerinden *Nature*'da kapak konusu olduğunu duyduk? [Şengör, A.M.C.-Natalin, B.A.-Burtman,V.S. "Evolution of the Altaid Tectonic Collage and Palaezoic Crustal Growth in Eurasia" *Natura* 364(1993)] Kaçımız araştırma-geliştirmeye önem veren bir sanayi kuruluşumuzun geçen yıl 6 milyon dolarlık yazılım ihraç ettiğini, bu yıl ise yazılım ihracını 11 milyon dolara çıkarmayı planladığını biliyoruz?

Bu soruların hemen ardından şunları da sıralayabiliriz: Bilim, Türkiye'de yeterli ve kurumsal bir biçimde destekleniyor mu? Nitelikli bilim insanlarımızın sayısı kritik bir kitle oluşturmakta mıdır? Sanayicimiz, politikacımız, plancımız araştırma ve geliştirmenin yaşamsal önemini, gerekli yaygınlık ve derinlikte kavrıyorlar mı? Bu son sorulara olumlu yanıt verebilme durumunda olsaydık, bugün çok farklı bir ülkede; işsizlik, eğitim, yoksulluk sorunlarını büyük ölçüde çözmüş, refah düzeyi ileri ülkelere çok yaklaşmış bir Türkiye'de yaşıyor olacaktık.

Ancak yine de asla karamsarlığa kapılmadan, zengin tarihsel deneyimler ışığında, kendimize güvenerek bu konuları düşünmeye ve fikirlerinizi bizimle paylaşmaya, tartışmaya çağrıyoruz siz okuyucularımızı. Bilimi, teknolojiyi Türkiye'nin gündeminde daha üst sıralara çıkarabilirsek, eşiğinde olduğumuz bilgi çağını zamanında yakalamakta önemli bir yol almış olmaz mıyız?...

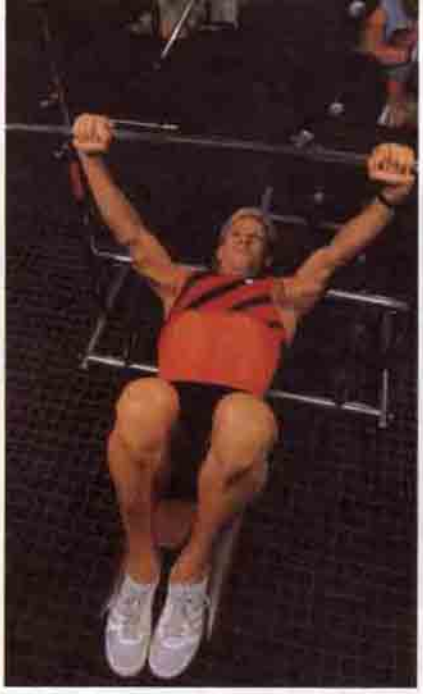
Sağlıklı Yaşam Düzenli Egzersiz

Günlük yaşam temposu, bizi hareketsizliğe her geçen gün daha fazla itmekte, azalan fiziksel aktivite ise karşılaşabileceğimiz hastalık ve sağlık sorunlarını artırıcı etkide bulunmaktadır. Ancak düzenli egzersizin bir yaşam tarzı olarak benimsenmesi, sıklıkla ortaya çıkan bu sorunlardan bir dereceye kadar korunmayı da beraberinde getirecektir.

Fehmi Tuncel
ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Bölümü

İLKEL İNSAN, günlük yaşamının bir gereği olarak avını kovalamak için koştu, hayvanlardan korunmak için sıçradı, tırmandı. Günümüzde artık bunların hiçbirini yapmak zorunda değil. Makinalaşmış yaşamda, işlerin yürütülebilmesi için düğmelere dokunmak yetiyor; fiziksel hareket ise çok büyük ölçüde azalmış durumda.

Bugünün insanı, hızlanan yaşam temposuna paralel olarak bir koşturmaca içinde gün geçtikçe zamanın esiri haline geliyor. Genelde bu koşturmaca, zamanın yetersiz olduğunu vurgulayan yakınmalarla birlikte sürüyor. Bu hızlı çalışma temposu içinde kişi, kendisine ve çevresine yeterince zaman ayıramadığı gibi, fiziksel aktivite için enerjisi de kalmıyor. Birçok kişi egzersiz yapma alışkanlığı



edinmemiş, hatta böyle bir deneyimi hiç geçirmemiş durumda. Bunun bir nedeni, kitlelerin bu konuda yeterince bilgilendirilmemiş olması.

Günümüz ile yüz yıl öncesini kıyaslarsak, yaşam tarzları bakımından bazı temel farklılıklar olduğu ortaya çıkar. Örneğin, yüz yıl önce ürünlerin yaklaşık %95'i kas gücü, %5'i ise mekanik güç ile elde edilirken, bugün bu rakamlar hemen hemen yer değiştirmiş durumdadır. Günümüzde fiziksel güç kullanımı azalmış; zihinsel, psikolojik baskı ve stres artmıştır. Görülen bir başka tablo ise, sağlık sorunlarındaki değişimdir. İnsanlar eskiden, bugün kolaylıkla tedavi edilebilen enfeksiyonel hastalıklardan ölürlerken, günümüzde ölümlerin en önemli nedenini, özellikle kalp-damar sistemindeki aksaklıklardan kaynaklanan hastalıklar oluşturmaktadır. Günümüz insanının en büyük sağlık sorunları, kalp hastalıkları, eklem ve kas ağrıları, kramplar, bel ağrıları gibi, hareketsizlikle doğrudan ilişkili olan ve "hareketsizlik hastalığı" olarak adlandırabileceğimiz rahatsızlıklardır.

Tansiyon ve Egzersiz

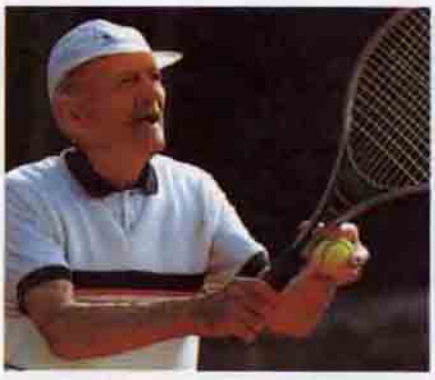
Tansiyon, kalp kasının kasılarak kanı pompalaması sonucu arterlerin (atardamarların) iç çeperlerinde oluşan basınçtır. Kan basıncını düzenleyen mekanizmalar herhangi bir nedenle olumsuz yönde etkilendiklerinde, kan basıncı normalin üstüne çıkarak, arterlere binen baskı ve yükü artırır. Bu durum, hipertansiyon (yüksek tansiyon) olarak bilinir. Yüksek tansiyon kalıtımsal olduğu gibi, beslenme (örneğin fazla tuz tüketimi), stres ve sinirlilik, yetersiz egzersiz gibi yaşam tarzıyla ilgili nedenlerle de ortaya çıkar ve ciddi birtakım hastalıkların oluşmasına zemin hazırlar. Yapılan düzenli egzersizin hormonal sistem ve sinir sistemi üzerindeki etkileriyle kendini gösteren rahatlama hissi, tansiyonu da olumlu yönde etkilemektedir. İlaç kullanan hastaların ise uzun süreli düzenli egzersiz yapmaları durumunda ilaca duydukları gereksinimin azaldığı, yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur.

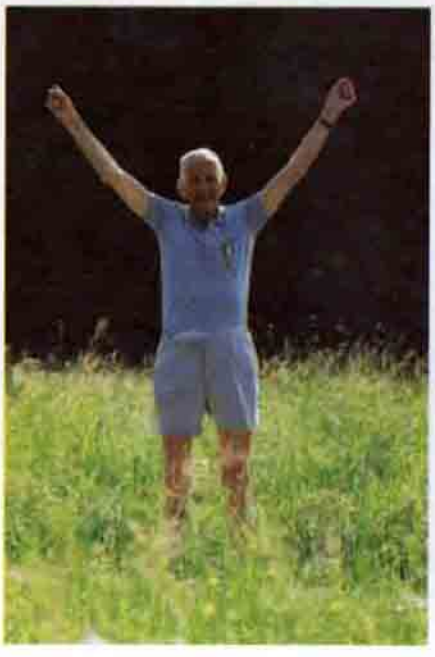
Kolesterol ve Egzersiz

Kolesterol, "lipidler" olarak sınıflandırılan kimyasal sınıfa dahildir. Hayvan dokusu ile süt ürünlerinde bulunur; ayrıca vücut tarafından karaciğerde üretilir. Kolesterol, hücre yapımında, sinir uyaranlarını taşımada, yiyecekleri öğütmede ve seks hormonlarının yapımında kullanılır. Ancak, kolesterolün fazlası da birtakım sorunları beraberinde getirir. Özellikle "kötü huylu kolesterol" olarak bilinen (LDL-C) kolesterol tipi, arterlerin iç çeperlerinde toplanarak, kalbe giden kan ve oksijen miktarının azalmasına yol açar ve kalp sektesine neden olabilir. Kan kolesterol düzeyinin 200 mg/dl'den az olması, sağlık açısından iyidir. 200 mg/dl ile 239 mg/dl (üst sınır) arasında olması, kalp sektesi geçirme riskini iki kez artırırken, bu risk kan kolesterol düzeyinin 240 mg/dl'nin üzerine çıkması halinde daha da artar. Bu durumda doktor kontrolünden geçilmesi ve ilave testlerin yapılması tavsiye edilmektedir. Egzersizin, vücuttaki toplam kolesterolü azaltan ve "iyi kolesterol" ya da "iyi huylu kolesterol"ü (HDL-C) artıran bir etkisi vardır. Bilimsel araştırmalarla ortaya konan bu etki, kişinin, kalp-damar hastalıklarına yakalanma olasılığını düşürücü bir unsur olarak ortaya çıkar.

Stres ve Egzersiz

Stres, psikolojik veya fizyolojik koşullara bağlı olarak ortaya çıkan, kontrol edilmediğinde ciddi sağlık sorunlarına yol açabilecek bir durum olarak tanımlanabilir. Günümüzdeki hızlı tempolu ha-





yat, stres düzeyinin sürekli yükselmesine neden olmaktadır. Stresli bir günün sonunda, vücutta adrenalin ya da epinefrin diye bilinen ve rahatlamayı güçleştiren hormonlar salgılanır. Bu durumun kontrol edilmeyip süreklilik kazanması, kalp-damar hastalıkları için bir risk unsuru olabilmektedir. Ayrıca böyle stresli günlerin sonunda kişinin özellikle boyun, sırt ve bel bölgelerinde kas ağrıları görülebilir. Egzersiz yapıldığında, vücudun doğal ağrı gidericileri olan ve morfine benzeyen endorfinler salgılanmakta ve bu da kişinin ağrı hissinin ortadan kalkmasını sağlamaktadır. Ayrıca, düzenli egzersiz yapan kişilerde dinlenme nabzı düşüktür. Fiziksel efor ile birlikte nabız, aktif olmayan kişilere oranla daha yavaş artar ve normale daha çabuk döner. Bu sayede aktif olan kişiler, stresli ortamlarda daha sakin olabilme avantajına sahiptirler. Düzenli egzersiz yapan kimselerde hormonal sistemdeki düzenlemeler, kişinin stres seviyesini normal düzeyde tutmaktadır.

Egzersiz ve Toplum Sağlığı

Çağatay Güler
HÜ Tıp Fakültesi

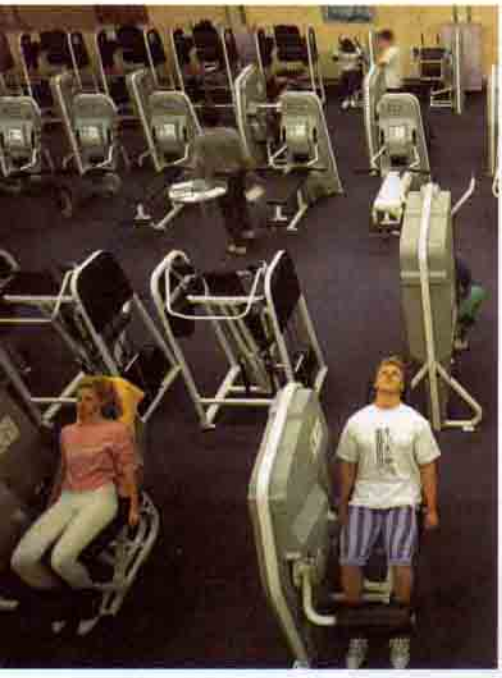
Ülkemiz sağlık alanında önemli bir aşamaya geldi. Başta bulaşıcı hastalıklar olmak üzere hastalıklardan korunma yöntemleri, gerek örgün eğitim, gerekse yaygın eğitimle kamuoyuna öğretilmeye çalışıldı. Ayrıca ortalama yaşam süresi uzadı. 2000'li yıllarda ülkemizin toplum sağlığı sorunlarının önem sıralamasında, yaşlılık ve yaşlılığa bağlı hastalıkların öncelikli olacağı düşünülüyor. Bu hastalıkların tanı ve tedavileri ise ayrı bir ekonomik yük getirecektir. Toplumu kazandırılacak "fiziksel aktivite" bilinci, bu hastalıklardan korunmada önemli bir etken olacaktır. Ancak ülkemiz, buna yönelik yaklaşım ve örgütlenmeler bakımından yetersiz bir durumdadır. Medya, toplumu daha çok yarışma sporlarına yöneltmekte; yarışma sporları, kitle spor etkinliklerini gölgelemektedir. Okullarda beden eğitimi derslerinde öğretmenler, daha çok eğilim duydukları yarışma sporlarına öncelik vermektedirler. Oysa giderek daha da hareketsizleşen büyük bir çoğunluğun varlığı sözkonusudur. Bedensel etkinlik, sadece takım sporları ile mümkün olabilen bir durum gibi ele alınmaktadır. Düzenli egzersizin en büyük katkısı, sağlıklı duruş özellikleri (postür) üzerinedir. Kişilerin dik, vücudu eğip bükmeden, kolları sarkıtmadan, boynu eğip, sırtı kamburlaştırmadan durmaları, düzenli egzersizle sağlanabilecek özelliklerdir. Ahenkli yürüyüş özelliğinin kazanılması, iç organların sağlıklı olarak çalışabilmeleri, vücut işlevlerinin etkin olarak sürdürülebilmesi, iskelet sistemi ve kasların sağlığının korunabilmesi açısından duruş özelliği çok önemlidir.

Okullarda beden eğitimi dersleri, elit sporcuların yetiştirilmesi için değil; öğrencilere düzenli egzersiz alışkanlığının kazandırılması amacına yönelik dersler olmalıdır. Bedensel etkinlik yeteneği yüksek öğrenciler, ayrı saatlerde özel olarak eğitilmelidirler. Genç yaş grubuna, gerek kendi istekleri doğrultusunda, gerekse planlanmış programlar halinde bedensel etkinliklerini sürdürebilecekleri salon ve alanların sağlanması da çok büyük önem taşımaktadır. Kişiler, kapalı ortamda, küçük mekanlarda yapılabilecek bedensel etkinlikler konusunda bilgilendirilmeli, bu işi ise danışmanlık birimleri üstlenmelidir.

İşyerleri için ise masa tenisi, kolaylıkla sağlanabilecek en basit bedensel etkinlik uygulamalarındandır. Özellikle sürekli masabaşı işi yapan, durağan bir çalışma ortamında düşünsel olarak işlev gören kişiler açısından bu tür etkinliklerin yararı tartışılmazdır. Bireylerin erişkin çağa gelmeden önce düzenli egzersiz yapma alışkanlığı kazandığı bir toplum oluşturmamız gerekmektedir. Bunu sağladığımızda hastalıkların oranında önemli boyutta azalma olacaktır. Yaşlanma süreci yavaşlayacak; eklem ve iskelet sistemi sorunları en aza inecektir. Sağlıklı postür özelliği kazanmış kişiler, kas-iskelet sistemi hastalıklarının en önemli nedenlerinden birisi olan şişmanlık, damar sertliği gibi rahatsızlıklardan büyük oranda korunmuş olacaklardır. Düzenli egzersiz, kişiyi sigara, alkol gibi zararlı alışkanlıklardan da koruyacaktır. Bedensel olarak etkin bir kişinin sigara içme eğilimi büyük oranda azalır. Açık havada yapılacak etkinlikler kapalı ve kirli ortamlarda bulunma isteğini ortadan kaldırır. Bireylere bu bilginin verilmesi konusunda aile, okul ve toplum aralarında işbirliği yapmalıdır. Medya bu konuda yönlendirilmeli, medyaya baskı yapacak bir kamuoyu oluşturulmalıdır. Egzersiz uygulamaları, evlerde yapılabilecek basit bedensel hareketlerden, haftasonu ve tatil dönemlerinde yapılacak kır gezileri, küçük tırmanışlar, yüzme, vb. gibi etkinliklere kadar birçok değişik uygulamayı kapsamaktadır. Böyle bir toplumun oluşturulması, yarışma sporlarında başarının da yolunu açacaktır. Çok büyük bir rekabet ortamından seçilerek gelecek, bedensel etkinliği yüksek kişilerin, gerçek anlamda takım sporlarına katılımı sağlanabilecek ve böylece elit sporcu seçimleri rastlantılara ve sahip olunan olanaklara göre yapılmayacaktır. Bedensel kapasitesi yüksek bir toplum, bireyleri için sözkonusu müsabaka sporlarını besleyen önemli bir havuz oluşturacaktır. Gelecekte diğer ülke sporcularıyla başa baş mücadele edebilecek sporcuların yetiştirilebilmesi de ancak bu yolla olasıdır.

Diyabet ve Egzersiz

Yemek yendikten sonra, besinlerin çoğu vücutta glukoza dönüşmektedir. Glukoz, enerji olarak kulanılabilir, karaciğer ve kaslarda glikojen olarak depolanabilir veya yağa dönüşebilir. Hücrelerin glukozu kullanabilmeleri için insüline gerek vardır. İnsülin, hücre kapılarını açarak glukozun hücreye girmesini sağlayan bir anahtar olarak düşünülebilir. Tip I diyabette (insüline



bağımlı), vücut çok az insülin üretir veya hiç üretmez. Tip II diabette ise (insülin bağımsız), insülin yeterli miktarda üretilir; fakat glukozun hücreye girmesini sağlayamaz. Düzenli yapılan egzersiz, hücre zarının geçirgenliğini ve hücre reseptörlerinin duyarlılığını artırarak, insülinin tamamının reseptöre bağlanmasını sağlar. Birçok otorite, Tip II diyabet hastalarının düzenli egzersiz yaparak kilo kaybetmeleri ile şikayetlerinin ortadan kalkacağını ileri sürmektedir. Bu hastalığa sahip kişiler, dünyanın birçok yerinde uygulanan ve düzenli egzersizi bir tedavi aracı olarak ele alan rehabilitasyon programlarına katılmakta; egzersizin hastalığı önleyici ve rehabilite edici etkisinden yararlanmaktadırlar.

Yaşlılık, Osteoporoz ve Egzersiz

Yüzyılımızda ortalama yaşam süresi oldukça artmış bulunuyor. Batı ülkelerinde 1900 yılında ortalama yaşam süresi 40 yılken, bu rakam, 1984'te yaklaşık 80'e çıkmıştır. Türkiye'de ise Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre, 55 yaş ve üstündekilerin sayısı 1980 yılında 4 057 000 iken, bu rakam 1985'te 4 905 000 olmuştur. Yaşlılık ile birlikte, insanlarda fizyolojik birtakım değişimler gözlenmektedir. Bunlardan bazıları maksimal oksijen tüketimindeki azalma, statik ve dinamik kuvvet ile gücün azalması, kas kütlesi kaybı ve vücut yağının artması olarak verilebilir. Gözlemlenen bir başka olay ise, kemik kütlesinde kayba neden olan "osteoporoz"dur. Kadınlarda, özellikle menapoz sonrası kemik kütlesi kaybı hızlanmaktadır. Egzersizin yararlarından birisi de bu noktada ortaya çıkmaktadır. Düzenli egzersiz, kemiklerdeki kalsiyum kaybını yavaşlatır. Egzersiz yapan kadınların, yapmayanlara oranla daha fazla kemik kütlesine sahip oldukları saptanmıştır. Yapılan araştırmalarla, düzenli olarak yapılan egzersizin yaşlılıkla ortaya çıkan bazı olumsuzlukları yavaşlattığı yönünde bulgular da elde edilmiştir.

Eklem İltihapları, Kanser ve Egzersiz

Eklem iltihabı, ağrı ve hareket kaybına yol açan yaygın ve kronik bir hastalıktır. Her yaşta ortaya çıkabilen bu hastalığın tedavisinde ilaç uygulanabilir veya bazı durumlarda ameliyat yapılabilir. Düzenli egzersiz, eklem iltihabının belirtilerini kontrol etmede çok önemlidir. Yapılan uygun egzersizlerle, eklemlerin esnekliğinin ve kas kuvvetinin gelişerek korunması ve eklemlerin daha fazla baskıyla karşı karşıya kalmasını önlemek olasıdır. Öte yandan bilimsel çalışmalar, düzenli egzersiz ile bazı kanser tiplerine yakalanma riskinin azalması arasında bir ilişki olabileceğini göstermiştir. Sonuçlar, riskteki bu azalmanın, düzenli egzersizin doğrudan bir sonucu mu (antrenman etkisi), yoksa egzersizin ardından ortaya çıkan değişimlerin (kilo kaybı gibi) dolaylı bir etkisi mi olduğunu belirleyememektedir. Neden ne olursa olsun, bu durum, düzenli egzersizin günlük yaşama dahil edilmesi için iyi bir gerekçedir.

Kalp-damar Hastalıkları ve Egzersiz

Bugün, dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde ölümlerin nedenini büyük oranda kalp-damar hastalıkları oluşturmaktadır. Kalp-damar hastalıklarının 2/3'si miyokardiyal enfarktüs olarak ortaya çıkmaktadır. Bu hastalığın en olumsuz yanı, bir uyarı olmaksızın gelişmesi ve ilk kalp sektesini geçiren her beş kişiden birinin ölümü ile sonuçlanmasıdır. Düzenli egzersiz, kalp-damar hastalığına yakalanma riskini azaltan bir faktördür. Kalp-da-

mar hastalıklarının nedenini ve egzersiz ile olan ilişkisini ortaya koymak için birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bunlardan biri, 1954'te Londra otobüs sürücüleri ve biletçilerinde koroner damar hastalıklarının ortaya çıkış oranının karşılaştırıldığı çalışmadır. Bu çalışma sonunda, daha aktif olan biletçilerin bu hastalığa yakalanma oranının, aktif olmayan sürücülere göre %30 daha az olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bu hastalığın sürücüler arasında daha erken ortaya çıktığı ve ilk kalp sektesinden sonraki ölüm oranının, sürücülerde biletçilere oranla iki kat daha fazla olduğu görülmüştür.

Eğer kişi, bir kalp-damar hastalığına yakalanmışsa, düzenli ve kontrollü bir egzersiz programı ile; kan dolaşımında olumlu gelişmeler, dinlenme halinde ve egzersiz sırasında kalp kası çalışmasında azalma, olumlu düşünme yeteneğinin gelişmesi, iyi ve sağlıklı yeme-uyuma alışkanlıklarının edinilmesi, dinlenme ve egzersiz sırasında sistolik kan basıncının ve nabzın düşmesi, cinsel güçte artış gibi gelişmeler sağlanabilir.

Vücut Ağırlığı ve Egzersiz

İnsan için en uygun vücut ağırlığı, günlük yaşamda veya yaptığı sporda en üst düzeyde performans elde etmesine olanak sağlayan vücut ağırlığıdır. Kişiden kişiye değişebilen ideal vücut ağırlığı, farklı unsurların biraraya gelmesiyle edinilir. Kas, sinir ve kemik dokuları, ligamentler (bağlar), tendonlar (krişler), deri, mineraller ve yağlardan oluşan bu unsurlar, birlikte "vücut kompozisyonu" olarak adlandırılırlar. Vücut kompozisyonu, besinler aracılığı ile alınan kalori miktarı ve fiziksel aktiviteyle harcanan kalori miktarı arasındaki denge ile ilgilidir. Alınan kalori miktarının harcanan kalori miktarını geçmesi durumunda, fazla kalori yağa çevrilerek vücutta depolanır ve vücut kompozisyonunu olumsuz yönde etkiler (şişmanlık). Ancak, düzenli egzersiz yapılması durumunda, vücuttaki fazla kalori tüketileceği için, aşırı yağ oluşumu önlenmiş olur ve kişi ideal vücut ağırlığını koruyabilir.

Nasıl Egzersiz, Ne Kadar Egzersiz?

Egzersizin insan için yararlı olduğu bir gerçektir. Hekimlere göre egzersiz, özellikle kalp üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Birçok kişinin sandığı gibi, egzersizin olumlu etkilerinden yararlanabilmek için çok fazla zamana gerek yoktur. Haftada üç-dört kez (bir gün dinlenme, bir gün egzersiz), toplam kırkbeş dakika veya bir saatlik süre, sağlıklı ve zinde olmak için yeterlidir. Egzersize başlamadan önce solunum ve dolaşım temposunu düzenleyen, vücut ısısını artıran, kaslar, tendonlar ve ligamentleri geren ısınma hareketlerinin yapılması gerekir. Egzersiz bittikten sonra aniden durmayıp, en az birkaç dakika ısınma hareketlerine benzer soğuma hareketleri yapmak gerekir. Böylece egzersizle ortaya çıkabilecek sakatlıklar önlenebilir. Örneğin ısınma hareketlerinin on dakika, soğuma hareketlerinin ise beş dakika süreyle yapılması durumunda, asıl egzersiz için otuz dakika ayrılabilir (aktif sporcular için bu süreler daha farklı olacaktır). Bu otuz dakikalık egzersiz süresi, on-onbeş dakika gibi daha kısa bir süre ile başlanarak yavaş yavaş artırılabilir. Egzersiz sırasında zorlanmadan konuşabiliyor olmak, şiddeti ayarlamada ölçüt olarak alınabilir. Egzersizin bu kısmında mümkün olduğu kadar yavaş tempo ile başlayıp, vücut uyum sağladıkça tempoyu artırmak gerekir. Hiç egzersiz yapmamış olanların, egzersize başlamadan önce bir doktora muayene olmalarında yarar vardır.

Sonuç olarak kişi, sevdiği ve devamlılığı olan bir egzersiz türünü seçmeli (yüzme, yürüme, hafif koşu, bisiklete binme gibi); karbonhidrat, yağ, protein, vitamin, mineral ve su içeren dengeli bir beslenmeye dikkat etmeli ve düzenli egzersizi yaşam boyu süren bir alışkanlık haline getirmelidir. Böylece kendini daha sağlıklı, enerjik ve neşeli hissedecek; yaşam kalitesini artıracaktır.

Kaynaklar
Cooper, K. H. The aerobics program for total well-being, Bantam Books, Newyork, 1982.
Kehayias, J. J. Aging and body composition: Possibilities for future studies, American Institude of Nutrition, 1993.
Sharkey, B. T. Physiology of Fitness, USA, 1990.

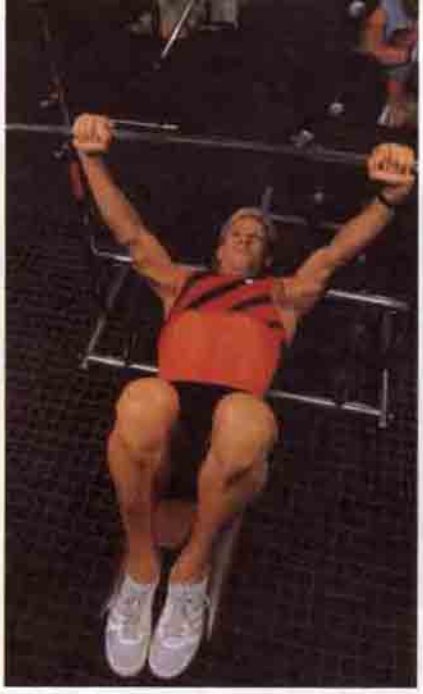
Sağlıklı Yaşam Düzenli Egzersiz

Günlük yaşam temposu, bizi hareketsizliğe her geçen gün daha fazla itmekte, azalan fiziksel aktivite ise karşılaşabileceğimiz hastalık ve sağlık sorunlarını artırıcı etkide bulunmaktadır. Ancak düzenli egzersizin bir yaşam tarzı olarak benimsenmesi, sıklıkla ortaya çıkan bu sorunlardan bir dereceye kadar korunmayı da beraberinde getirecektir.

Fehmi Tuncel
ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Bölümü

İLKEL İNSAN, günlük yaşamının bir gereği olarak avını kovalamak için koştu, hayvanlardan korunmak için sıçradı, tırmandı. Günümüzde artık bunların hiçbirini yapmak zorunda değil. Makinalaşmış yaşamda, işlerin yürütülebilmesi için düğmelere dokunmak yetiyor; fiziksel hareket ise çok büyük ölçüde azalmış durumda.

Bugünün insanı, hızlanan yaşam temposuna paralel olarak bir koşturmaca içinde gün geçtikçe zamanın esiri haline geliyor. Genelde bu koşturmaca, zamanın yetersiz olduğunu vurgulayan yakınmalarla birlikte sürüyor. Bu hızlı çalışma temposu içinde kişi, kendisine ve çevresine yeterince zaman ayıramadığı gibi, fiziksel aktivite için enerjisi de kalmıyor. Birçok kişi egzersiz yapma alışkanlığı



edinmemiş, hatta böyle bir deneyimi hiç geçirmemiş durumda. Bunun bir nedeni, kitlelerin bu konuda yeterince bilgilendirilmemiş olması.

Günümüz ile yüz yıl öncesini kıyaslarsak, yaşam tarzları bakımından bazı temel farklılıklar olduğu ortaya çıkar. Örneğin, yüz yıl önce ürünlerin yaklaşık %95'i kas gücü, %5'i ise mekanik güç ile elde edilirken, bugün bu rakamlar hemen hemen yer değiştirmiş durumdadır. Günümüzde fiziksel güç kullanımı azalmış; zihinsel, psikolojik baskı ve stres artmıştır. Görülen bir başka tablo ise, sağlık sorunlarındaki değişimdir. İnsanlar eskiden, bugün kolaylıkla tedavi edilebilen enfeksiyonel hastalıklardan ölürlerken, günümüzde ölümlerin en önemli nedenini, özellikle kalp-damar sistemindeki aksaklıklardan kaynaklanan hastalıklar oluşturmaktadır. Günümüz insanının en büyük sağlık sorunları, kalp hastalıkları, eklem ve kas ağrıları, kramplar, bel ağrıları gibi, hareketsizlikle doğrudan ilişkili olan ve "hareketsizlik hastalığı" olarak adlandırabileceğimiz rahatsızlıklardır.

Tansiyon ve Egzersiz

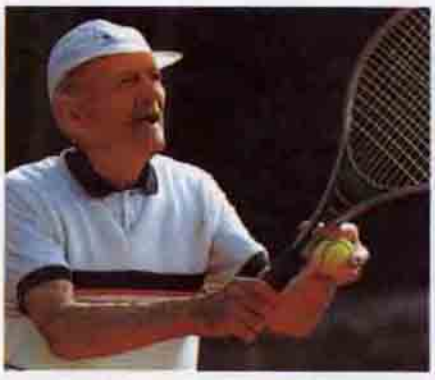
Tansiyon, kalp kasının kasılarak kanı pompalaması sonucu arterlerin (atardamarların) iç çeperlerinde oluşan basınçtır. Kan basıncını düzenleyen mekanizmalar herhangi bir nedenle olumsuz yönde etkilendiklerinde, kan basıncı normalin üstüne çıkarak, arterlere binen baskı ve yükü artırır. Bu durum, hipertansiyon (yüksek tansiyon) olarak bilinir. Yüksek tansiyon kalıtımsal olduğu gibi, beslenme (örneğin fazla tuz tüketimi), stres ve sinirlilik, yetersiz egzersiz gibi yaşam tarzıyla ilgili nedenlerle de ortaya çıkar ve ciddi birtakım hastalıkların oluşmasına zemin hazırlar. Yapılan düzenli egzersizin hormonal sistem ve sinir sistemi üzerindeki etkileriyle kendini gösteren rahatlama hissi, tansiyonu da olumlu yönde etkilemektedir. İlaç kullanan hastaların ise uzun süreli düzenli egzersiz yapmaları durumunda ilaca duydukları gereksinimin azaldığı, yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur.

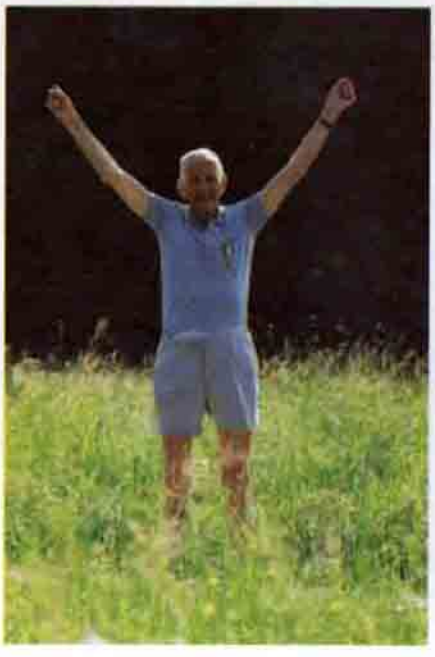
Kolesterol ve Egzersiz

Kolesterol, "lipidler" olarak sınıflandırılan kimyasal sınıfa dahildir. Hayvan dokusu ile süt ürünlerinde bulunur; ayrıca vücut tarafından karaciğerde üretilir. Kolesterol, hücre yapımında, sinir uyaranlarını taşımada, yiyecekleri öğütmede ve seks hormonlarının yapımında kullanılır. Ancak, kolesterolün fazlası da birtakım sorunları beraberinde getirir. Özellikle "kötü huylu kolesterol" olarak bilinen (LDL-C) kolesterol tipi, arterlerin iç çeperlerinde toplanarak, kalbe giden kan ve oksijen miktarının azalmasına yol açar ve kalp sektesine neden olabilir. Kan kolesterol düzeyinin 200 mg/dl'den az olması, sağlık açısından iyidir. 200 mg/dl ile 239 mg/dl (üst sınır) arasında olması, kalp sektesi geçirme riskini iki kez artırırken, bu risk kan kolesterol düzeyinin 240 mg/dl'nin üzerine çıkması halinde daha da artar. Bu durumda doktor kontrolünden geçilmesi ve ilave testlerin yapılması tavsiye edilmektedir. Egzersizin, vücuttaki toplam kolesterolü azaltan ve "iyi kolesterol" ya da "iyi huylu kolesterol"ü (HDL-C) artıran bir etkisi vardır. Bilimsel araştırmalarla ortaya konan bu etki, kişinin, kalp-damar hastalıklarına yakalanma olasılığını düşürücü bir unsur olarak ortaya çıkar.

Stres ve Egzersiz

Stres, psikolojik veya fizyolojik koşullara bağlı olarak ortaya çıkan, kontrol edilmediğinde ciddi sağlık sorunlarına yol açabilecek bir durum olarak tanımlanabilir. Günümüzdeki hızlı tempolu ha-





yat, stres düzeyinin sürekli yükselmesine neden olmaktadır. Stresli bir günün sonunda, vücutta adrenalin ya da epinefrin diye bilinen ve rahatlamayı güçleştiren hormonlar salgılanır. Bu durumun kontrol edilmeyip süreklilik kazanması, kalp-damar hastalıkları için bir risk unsuru olabilmektedir. Ayrıca böyle stresli günlerin sonunda kişinin özellikle boyun, sırt ve bel bölgelerinde kas ağrıları görülebilir. Egzersiz yapıldığında, vücudun doğal ağrı gidericileri olan ve morfine benzeyen endorfinler salgılanmakta ve bu da kişinin ağrı hissinin ortadan kalkmasını sağlamaktadır. Ayrıca, düzenli egzersiz yapan kişilerde dinlenme nabzı düşüktür. Fiziksel efor ile birlikte nabız, aktif olmayan kişilere oranla daha yavaş artar ve normale daha çabuk döner. Bu sayede aktif olan kişiler, stresli ortamlarda daha sakin olabilme avantajına sahiptirler. Düzenli egzersiz yapan kimselerde hormonal sistemdeki düzenlemeler, kişinin stres seviyesini normal düzeyde tutmaktadır.

Egzersiz ve Toplum Sağlığı

Çağatay Güler
HÜ Tıp Fakültesi

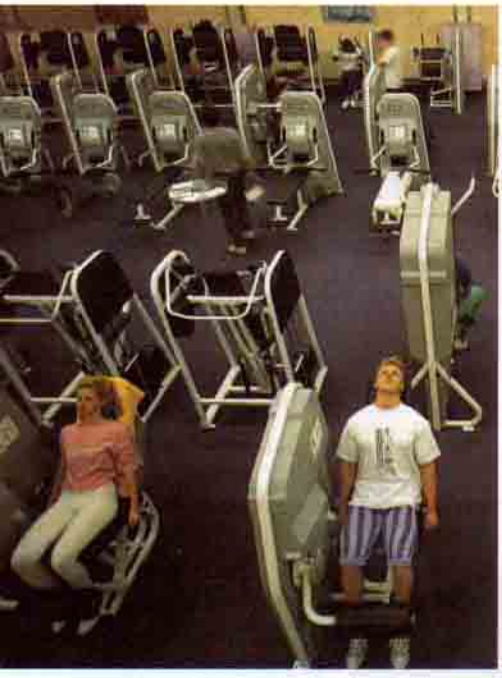
Ülkemiz sağlık alanında önemli bir aşamaya geldi. Başta bulaşıcı hastalıklar olmak üzere hastalıklardan korunma yöntemleri, gerek örgün eğitim, gerekse yaygın eğitimle kamuoyuna öğretilmeye çalışıldı. Ayrıca ortalama yaşam süresi uzadı. 2000'li yıllarda ülkemizin toplum sağlığı sorunlarının önem sıralamasında, yaşlılık ve yaşlılığa bağlı hastalıkların öncelikli olacağı düşünülüyor. Bu hastalıkların tanı ve tedavileri ise ayrı bir ekonomik yük getirecektir. Toplumu kazandırılacak "fiziksel aktivite" bilinci, bu hastalıklardan korunmada önemli bir etken olacaktır. Ancak ülkemiz, buna yönelik yaklaşım ve örgütlenmeler bakımından yetersiz bir durumdadır. Medya, toplumu daha çok yarışma sporlarına yöneltmekte; yarışma sporları, kitle spor etkinliklerini gölgelemektedir. Okullarda beden eğitimi derslerinde öğretmenler, daha çok eğilim duydukları yarışma sporlarına öncelik vermektedirler. Oysa giderek daha da hareketsizleşen büyük bir çoğunluğun varlığı sözkonusudur. Bedensel etkinlik, sadece takım sporları ile mümkün olabilen bir durum gibi ele alınmaktadır. Düzenli egzersizin en büyük katkısı, sağlıklı duruş özellikleri (postür) üzerinedir. Kişilerin dik, vücudu eğip bükmeden, kolları sarkıtmadan, boynu eğip, sırtı kamburlaştırmadan durmaları, düzenli egzersizle sağlanabilecek özelliklerdir. Ahenkli yürüyüş özelliğinin kazanılması, iç organların sağlıklı olarak çalışabilmeleri, vücut işlevlerinin etkin olarak sürdürülebilmesi, iskelet sistemi ve kasların sağlığının korunabilmesi açısından duruş özelliği çok önemlidir.

Okullarda beden eğitimi dersleri, elit sporcuların yetiştirilmesi için değil; öğrencilere düzenli egzersiz alışkanlığının kazandırılması amacına yönelik dersler olmalıdır. Bedensel etkinlik yeteneği yüksek öğrenciler, ayrı saatlerde özel olarak eğitilmelidirler. Genç yaş grubuna, gerek kendi istekleri doğrultusunda, gerekse planlanmış programlar halinde bedensel etkinliklerini sürdürebilecekleri salon ve alanların sağlanması da çok büyük önem taşımaktadır. Kişiler, kapalı ortamda, küçük mekanlarda yapılabilecek bedensel etkinlikler konusunda bilgilendirilmeli, bu işi ise danışmanlık birimleri üstlenmelidir.

İşyerleri için ise masa tenisi, kolaylıkla sağlanabilecek en basit bedensel etkinlik uygulamalarındandır. Özellikle sürekli masabaşı işi yapan, durağan bir çalışma ortamında düşünsel olarak işlev gören kişiler açısından bu tür etkinliklerin yararı tartışılmazdır. Bireylerin erişkin çağa gelmeden önce düzenli egzersiz yapma alışkanlığı kazandığı bir toplum oluşturmamız gerekmektedir. Bunu sağladığımızda hastalıkların oranında önemli boyutta azalma olacaktır. Yaşlanma süreci yavaşlayacak; eklem ve iskelet sistemi sorunları en aza inecektir. Sağlıklı postür özelliği kazanmış kişiler, kas-iskelet sistemi hastalıklarının en önemli nedenlerinden birisi olan şişmanlık, damar sertliği gibi rahatsızlıklardan büyük oranda korunmuş olacaklardır. Düzenli egzersiz, kişiyi sigara, alkol gibi zararlı alışkanlıklardan da koruyacaktır. Bedensel olarak etkin bir kişinin sigara içme eğilimi büyük oranda azalır. Açık havada yapılacak etkinlikler kapalı ve kirli ortamlarda bulunma isteğini ortadan kaldırır. Bireylere bu bilginin verilmesi konusunda aile, okul ve toplum aralarında işbirliği yapmalıdır. Medya bu konuda yönlendirilmeli, medyaya baskı yapacak bir kamuoyu oluşturulmalıdır. Egzersiz uygulamaları, evlerde yapılabilecek basit bedensel hareketlerden, haftasonu ve tatil dönemlerinde yapılacak kır gezileri, küçük tırmanışlar, yüzme, vb. gibi etkinliklere kadar birçok değişik uygulamayı kapsamaktadır. Böyle bir toplumun oluşturulması, yarışma sporlarında başarının da yolunu açacaktır. Çok büyük bir rekabet ortamından seçilerek gelecek, bedensel etkinliği yüksek kişilerin, gerçek anlamda takım sporlarına katılımı sağlanabilecek ve böylece elit sporcu seçimleri rastlantılara ve sahip olunan olanaklara göre yapılmayacaktır. Bedensel kapasitesi yüksek bir toplum, bireyleri için sözkonusu müsabaka sporlarını besleyen önemli bir havuz oluşturacaktır. Gelecekte diğer ülke sporcularıyla başa baş mücadele edebilecek sporcuların yetiştirilebilmesi de ancak bu yolla olasıdır.

Diyabet ve Egzersiz

Yemek yendikten sonra, besinlerin çoğu vücutta glukoza dönüşmektedir. Glukoz, enerji olarak kulanılabilir, karaciğer ve kaslarda glikojen olarak depolanabilir veya yağa dönüşebilir. Hücrelerin glukozu kullanabilmeleri için insüline gerek vardır. İnsülin, hücre kapılarını açarak glukozun hücreye girmesini sağlayan bir anahtar olarak düşünülebilir. Tip I diyabette (insüline



bağımlı), vücut çok az insülin üretir veya hiç üretmez. Tip II diabette ise (insülin bağımsız), insülin yeterli miktarda üretilir; fakat glukozun hücreye girmesini sağlayamaz. Düzenli yapılan egzersiz, hücre zarının geçirgenliğini ve hücre reseptörlerinin duyarlılığını artırarak, insülinin tamamının reseptöre bağlanmasını sağlar. Birçok otorite, Tip II diyabet hastalarının düzenli egzersiz yaparak kilo kaybetmeleri ile şikayetlerinin ortadan kalkacağını ileri sürmektedir. Bu hastalığa sahip kişiler, dünyanın birçok yerinde uygulanan ve düzenli egzersizi bir tedavi aracı olarak ele alan rehabilitasyon programlarına katılmakta; egzersizin hastalığı önleyici ve rehabilite edici etkisinden yararlanmaktadırlar.

Yaşlılık, Osteoporoz ve Egzersiz

Yüzyılımızda ortalama yaşam süresi oldukça artmış bulunuyor. Batı ülkelerinde 1900 yılında ortalama yaşam süresi 40 yılken, bu rakam, 1984'te yaklaşık 80'e çıkmıştır. Türkiye'de ise Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre, 55 yaş ve üstündekilerin sayısı 1980 yılında 4 057 000 iken, bu rakam 1985'te 4 905 000 olmuştur. Yaşlılık ile birlikte, insanlarda fizyolojik birtakım değişimler gözlenmektedir. Bunlardan bazıları maksimal oksijen tüketimindeki azalma, statik ve dinamik kuvvet ile gücün azalması, kas kütlesi kaybı ve vücut yağının artması olarak verilebilir. Gözlemlenen bir başka olay ise, kemik kütlesinde kayba neden olan "osteoporoz"dur. Kadınlarda, özellikle menapoz sonrası kemik kütlesi kaybı hızlanmaktadır. Egzersizin yararlarından birisi de bu noktada ortaya çıkmaktadır. Düzenli egzersiz, kemiklerdeki kalsiyum kaybını yavaşlatır. Egzersiz yapan kadınların, yapmayanlara oranla daha fazla kemik kütlesine sahip oldukları saptanmıştır. Yapılan araştırmalarla, düzenli olarak yapılan egzersizin yaşlılıkla ortaya çıkan bazı olumsuzlukları yavaşlattığı yönünde bulgular da elde edilmiştir.

Eklem İltihapları, Kanser ve Egzersiz

Eklem iltihabı, ağrı ve hareket kaybına yol açan yaygın ve kronik bir hastalıktır. Her yaşta ortaya çıkabilen bu hastalığın tedavisinde ilaç uygulanabilir veya bazı durumlarda ameliyat yapılabilir. Düzenli egzersiz, eklem iltihabının belirtilerini kontrol etmede çok önemlidir. Yapılan uygun egzersizlerle, eklemlerin esnekliğinin ve kas kuvvetinin gelişerek korunması ve eklemlerin daha fazla baskıyla karşı karşıya kalmasını önlemek olasıdır. Öte yandan bilimsel çalışmalar, düzenli egzersiz ile bazı kanser tiplerine yakalanma riskinin azalması arasında bir ilişki olabileceğini göstermiştir. Sonuçlar, riskteki bu azalmanın, düzenli egzersizin doğrudan bir sonucu mu (antrenman etkisi), yoksa egzersizin ardından ortaya çıkan değişimlerin (kilo kaybı gibi) dolaylı bir etkisi mi olduğunu belirleyememektedir. Neden ne olursa olsun, bu durum, düzenli egzersizin günlük yaşama dahil edilmesi için iyi bir gerekçedir.

Kalp-damar Hastalıkları ve Egzersiz

Bugün, dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde ölümlerin nedenini büyük oranda kalp-damar hastalıkları oluşturmaktadır. Kalp-damar hastalıklarının 2/3'si miyokardiyal enfarktüs olarak ortaya çıkmaktadır. Bu hastalığın en olumsuz yanı, bir uyarı olmaksızın gelişmesi ve ilk kalp sektesini geçiren her beş kişiden birinin ölümü ile sonuçlanmasıdır. Düzenli egzersiz, kalp-damar hastalığına yakalanma riskini azaltan bir faktördür. Kalp-da-

mar hastalıklarının nedenini ve egzersiz ile olan ilişkisini ortaya koymak için birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bunlardan biri, 1954'te Londra otobüs sürücüleri ve biletçilerinde koroner damar hastalıklarının ortaya çıkış oranının karşılaştırıldığı çalışmadır. Bu çalışma sonunda, daha aktif olan biletçilerin bu hastalığa yakalanma oranının, aktif olmayan sürücülere göre %30 daha az olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bu hastalığın sürücüler arasında daha erken ortaya çıktığı ve ilk kalp sektesinden sonraki ölüm oranının, sürücülerde biletçilere oranla iki kat daha fazla olduğu görülmüştür.

Eğer kişi, bir kalp-damar hastalığına yakalanmışsa, düzenli ve kontrollü bir egzersiz programı ile; kan dolaşımında olumlu gelişmeler, dinlenme halinde ve egzersiz sırasında kalp kası çalışmasında azalma, olumlu düşünme yeteneğinin gelişmesi, iyi ve sağlıklı yeme-uyuma alışkanlıklarının edinilmesi, dinlenme ve egzersiz sırasında sistolik kan basıncının ve nabzın düşmesi, cinsel güçte artış gibi gelişmeler sağlanabilir.

Vücut Ağırlığı ve Egzersiz

İnsan için en uygun vücut ağırlığı, günlük yaşamda veya yaptığı sporda en üst düzeyde performans elde etmesine olanak sağlayan vücut ağırlığıdır. Kişiden kişiye değişebilen ideal vücut ağırlığı, farklı unsurların biraraya gelmesiyle edinilir. Kas, sinir ve kemik dokuları, ligamentler (bağlar), tendonlar (krişler), deri, mineraller ve yağlardan oluşan bu unsurlar, birlikte "vücut kompozisyonu" olarak adlandırılırlar. Vücut kompozisyonu, besinler aracılığı ile alınan kalori miktarı ve fiziksel aktiviteyle harcanan kalori miktarı arasındaki denge ile ilgilidir. Alınan kalori miktarının harcanan kalori miktarını geçmesi durumunda, fazla kalori yağa çevrilerek vücutta depolanır ve vücut kompozisyonunu olumsuz yönde etkiler (şişmanlık). Ancak, düzenli egzersiz yapılması durumunda, vücuttaki fazla kalori tüketileceği için, aşırı yağ oluşumu önlenmiş olur ve kişi ideal vücut ağırlığını koruyabilir.

Nasıl Egzersiz, Ne Kadar Egzersiz?

Egzersizin insan için yararlı olduğu bir gerçektir. Hekimlere göre egzersiz, özellikle kalp üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Birçok kişinin sandığı gibi, egzersizin olumlu etkilerinden yararlanabilmek için çok fazla zamana gerek yoktur. Haftada üç-dört kez (bir gün dinlenme, bir gün egzersiz), toplam kırkbeş dakika veya bir saatlik süre, sağlıklı ve zinde olmak için yeterlidir. Egzersize başlamadan önce solunum ve dolaşım temposunu düzenleyen, vücut ısısını artıran, kaslar, tendonlar ve ligamentleri geren ısınma hareketlerinin yapılması gerekir. Egzersiz bittikten sonra aniden durmayıp, en az birkaç dakika ısınma hareketlerine benzer soğuma hareketleri yapmak gerekir. Böylece egzersizle ortaya çıkabilecek sakatlıklar önlenebilir. Örneğin ısınma hareketlerinin on dakika, soğuma hareketlerinin ise beş dakika süreyle yapılması durumunda, asıl egzersiz için otuz dakika ayrılabilir (aktif sporcular için bu süreler daha farklı olacaktır). Bu otuz dakikalık egzersiz süresi, on-onbeş dakika gibi daha kısa bir süre ile başlanarak yavaş yavaş artırılabilir. Egzersiz sırasında zorlanmadan konuşabiliyor olmak, şiddeti ayarlamada ölçüt olarak alınabilir. Egzersizin bu kısmında mümkün olduğu kadar yavaş tempo ile başlayıp, vücut uyum sağladıkça tempoyu artırmak gerekir. Hiç egzersiz yapmamış olanların, egzersize başlamadan önce bir doktora muayene olmalarında yarar vardır.

Sonuç olarak kişi, sevdiği ve devamlılığı olan bir egzersiz türünü seçmeli (yüzme, yürüme, hafif koşu, bisiklete binme gibi); karbonhidrat, yağ, protein, vitamin, mineral ve su içeren dengeli bir beslenmeye dikkat etmeli ve düzenli egzersizi yaşam boyu süren bir alışkanlık haline getirmelidir. Böylece kendini daha sağlıklı, enerjik ve neşeli hissedecek; yaşam kalitesini artıracaktır.

Kaynaklar
Cooper, K. H. The aerobics program for total well-being, Bantam Books, Newyork, 1982.
Kehayias, J. J. Aging and body composition: Possibilities for future studies, American Institude of Nutrition, 1993.
Sharkey, B. T. Physiology of Fitness, USA, 1990.

Nesli Tükenmiş Kuzeylilerin Bıraktıkları İzler

OTUZ yıl boyunca evrimsel, antika süsler olarak rağbet gördükten sonra Neandertaller yine gündemde. Bunun nedenlerini bulmaksa pek zor değil. 1960'ların başlarında, daha önceki karikatürsel betimlemelere karşı gelişen tepki ve evrimsel genetikle ortaya çıkan gerçekler birleşerek, Neandertaller'in bizden pek de farklı olmadıkları şeklindeki görüşün ortaya çıkmasına neden oldu. Kulağa biraz komik gelmekle beraber, kendi türümüzün üyelerinin, ilk modern insanlarla karışarak ürediği ve Homo sapiens neanderthalensis'in ortaya çıktığı düşünüldü.

Geçen beş yıl içinde bu görüş, yeni örneklerin bulunması, yöntemlerin geliştirilmesi ve moleküler genetikte yeni bulguların elde edilmesi sonucu çürütüldü. Bunun yerine, insanın kökleri ile ilgili, birbirine zıt iki yorum çıktı ortaya. Afrika Dışı ya da Yerine Geçme Modeli, modern insanı, 100 - 200 000 yıl önce o kıtada türleşme sonucu ortaya çıkmış ve sonrasında diğer bölgelere yayılarak nesli tükenmiş olan Neandertaller de dahil olmak üzere, daha eski türlerin yerini almış bir tür olarak görüyor. Alternatif olarak görülen Bölgesel Süreklilik Modeli ise, yalnızca şunun üzerinde duruyor: Her bölgede eski ve modern populasyonlar arasındaki bağlar ile birlikte, seçilim baskıları, gen karışması ve göçün yerel dengesine göre farklılaşan değişimin payı.

1980'lerin sonlarında birkaç yıl boyunca moleküler genetik üzerinde yapılan çalışmalar, özellikle mitokondriyal DNA çalışmaları, modern insanın ilk olarak Afrika'da ortaya çıktığına ilişkin bağımsız bir kanıt sunarak; Yerine Geçme Modeli'ne güçlü bir destek sağlamış oldu. Böylece İnsanlığın Anasının bir "Afrikalı Havva" olduğu şeklinde iddialar başgösterdi. Böylesi bir kavrayış, yalnızca kanıtın bütünüyle yanlış anlaşılmış olmasına bağlı da değil. Ard arda yapılan çalışmalar, genetik veriden elde edilen ve bilgisayarda oluşturulan evrim ağaçları, modern insanın çıktığı yer olarak mutlaka Afrika'yı göstermiyor. Her iki model için de kanıtlar eşit durumda ve her ikisi de önemli, ses getirecek türden modeller. Sonuç olarak, yakın zaman insanının köklerinin, son derece kanlı ve kıyım dolu olarak yaşanan bir döneme ait olduğu düşünülüyor.

Bu gelişmelere ait iki genel açıklama, bugün mevcut. Stringer ve Gamble'ın The Neanderthals (Neandertaller) isimli yapıtı, konuya tarihsel bir yaklaşım getiriyor ve her kuşağın Neandertaller'le ilgili olarak kendi imajına göre yeni bir yorum getirdiği mesajını veriyor. Tarihsel boyuttan kısaca bahsediliyor. Yazarların amacı, Neandertaller ve insan evrimindeki yerleri ile ilgili olarak gündemde olan görüşlerin açık bir değerlendirmesini yapmak. Chris Stringer, Birleşik Krallık'ın Neandertaller üzerine çalışan başlıca araştırmacısı ve Yerine Koyma Modeli'nin yaratıcılarından biri. Clive Gamble ise, Avrupa Paleolitiği üzerine uzmanlaşmış ve bu konuda iki standart monograf yazmış bir arkeolog.

Yazarlar, amaçlarına bütünüyle ulaşmışlar. Kitap son derece iyi planlanmış; dili de açık ve dolaysız. İllüstrasyonlar, Neandertallerin ve ilgili formların neye benzediklerine ilişkin ayrıntılı bir görüntü sağlıyor.

Fosiller, konunun yalnızca bir kısmını oluşturuyor; işlev, davranış ve çevrenin anlaşılabilmesi için daha geniş bir içerik getiriyor. Arkeoloji, sonuca götüren ana yollardan birisi ve kitaba yönelik bir eleştiri, yapıtın arkeolojik kanıtlara yeterince önem vermediği şeklinde.

Stringer ve Gamble, Neandertaller'i Homo neanderthalensis olarak özel statülerini onaylayacak şekilde yeterince ayırıcı bir morfolojiye sahip, kuzeye ait, soğuğa uyum sağlamış eski insanlar olarak değerlendiriyorlar. Onlar, Afrika'da ortaya çıkmış, tropik iklime uyumlu erken modern insanlarla gen karışımını olası görmekle beraber, kanıtları bakımından bu görüş pek ciddiye alınmıyor. Neandertal adamın davranışı ve sosyal örgütlenmesinin, 50 000 yıl önce modern insanlarca geliştirilene göre daha ilkel olduğu düşünülüyor. Bu görüş, modern insanın Afrika dışına yayılarak Neandertalleri kaynakları için yokettikleri şeklindeki düşünceyi de desteklemiş oluyor. İşte Yerine Geçme Modeli'nin özünü de bu yaklaşım oluşturuyor.

Stringer ve Gamble, Üst Palaeolitik ile Moesterian'ın arkeolojik karmaşıklığını zıt kabul ederek Neanderthal davranışın, sosyal örgütlenmenin ve bilişin, modern insanınkilere göre daha ilkel olduğu sonucuna varıyorlar. Ancak bu görüşü, Chatelperronian'ı (Güneybatı Fransa'da ilk keskin alet endüstrisi), batı Avrupa'daki teknik buluşlara, ilk doğal Neandertal tepki olarak kabul eden görüşle uzlaştırmak hayli zor. Çünkü bunun zaman içindeki dağılımı, hemen tepki vermeyi ve davranışsal esnekliği beraberinde getirir. "Neandertaller, modern davranışın belirli yönlerini taklit etti. Ancak benzemeyi başardıkları halde, tam olarak anlayamadılar", şeklindeki nitelemeler, tutarsız ve inandırıcı olmaktan uzak görünüyor.

Stringer ve Gamble'ı eleştirenlerin görüşleri doğru yöndeyse eğer, hala tam olarak bir yanıt bulunamamış bir çok soru var demektir: Herşeyden önce, Neandertal morfolojisi nasıl, nerede ve neden ortaya çıktı? Neandertaller'in ve modern insanların Orta Doğu'da 40 000 yıl boyunca birarada yaşamalarını hangi unsurlar sağladı? Batı Avrupa Neandertalleri'nin yaklaşık 35 000 yıl önce hızla yokoluşlarının altında hangi nedenler yatıyordu? Bir başka deyişle, paleantropolojinin diğer konularında da olduğu gibi, daha önce belirlenmiş kesinlikler, zamanla geçerliklerini yitirdiler; ancak onların yerini alacak tutarlı bir senteze henüz varılmadı. Ciddi soruların hepsi olmasa da çoğu, hala yanıtsız ve görebildiğimiz kadarıyla daha bir süre daha öyle olmaya devam edecekler. Bu arada Neandertaller ve modern insanın kökleri ile ilgili tartışmalardaki yerleri ile ilgili olarak açık, zeki ve iyi belgelenmiş bir görüş almak isteyenler için, bu kitabı okumaktan daha iyi bir seçenek yok.

The Times Higher, 24 Haziran 1994
Alan Bilsborough, "On the Trail of Extinct Northerners"
Çeviri: Miyase Göktepeli

İlkel Su Bitkileri Algler

Hüseyin Güner
Ege Ün. Biyoloji Bölümü

TATLI, acı ve tuzlu sularda geniş yayılım alanlarına sahip olan algler (su yosunları), genellikle ada ülkelerde ve Uzak Doğu'da besin olarak kullanılmaları nedeniyle zamanımıza kadar artan bir ilgi ile gözlenmişlerdir.

Alglerin tek hücrelileri olduğu gibi, Antarktik'te yaşayan metrelerce uzunluğunda ve ağırlıkları 100 kiloyu bulan türleri de vardır.

Alglerin makroskopik yapıda olanları çoğunlukla denizlerde yayılış göstermektedir. Dağılımları, suların yapısına ve iklimlere göre farklılık kazanır; örneğin, boyu 300 m'ye kadar yaklaşan dev kahverengi alglerden Macrocystis pryphaera, 1-3 m boyunda olan Laminaria, 50 cm boyundaki Fucus ve Ascophyllum gibi cinslerin türleri Akdeniz'de bulunmamaktadır. Akdeniz ve sıcak denizlerde gelişen bazı algler de Atlantik Okyanusu'nda gelişme olanağı bulamamaktadır. Alglerin gelişme ve yaşamlarına etki eden ortam koşulları, onların verimliliklerini de etkilemektedir. Balık ve benzeri hayvanların sulardaki yaşamları ve beslenmelerinde birincil

ürünü oluşturan mikroskopik algler de aynı koşullara bağlı olarak, ya aşırı çoğalmakta ya da yaşama olanakları bulamamaktadırlar. Sular, genellikle yüzey kısımlarından ışığın girebildiği derinliklere kadar, değişik özellikteki algleri bünyelerinde barındırırlar.

Alglerin Genel Özellikleri

Algler, görünüşleri açısından, değişik biçimleri sergileyen organizmalardır. Tek hücreli olabildikleri gibi koloniler de oluşturabilirler; ipliksi biçimlerden hücre tabakalarından oluşmuş talluslu yapılara kadar değişik formlarda bulunabilirler. Alglerde en ilkel yapı olan tek hücreli organizasyondan kolonial duruma geçişte, bireylerde gerçekleşen hücre bölünmeleri sonucunda yavrular jelatinimsi yapıda bir özdek ile çevrilir ve böylece, ya dörtlü ya da çok sayıda alg oluşur. Eğer yenilenen bölünmelerde yavru hücreler ayrılmaz ise ortaya ipliksi yapılar çıkar. Daha sonra, yansal sürgün ve çok sıralı hücre tabakaları ile birlikte, sabit çeper yapısına rastlanır. Alglerin ileri evrim safhalarında sürünücü kısım ile dik yükselen ipliksi yapılara ve en sonda ise karışık dallı yassı, yuvarlak ve değişik tiplerde tallus denen yapılar ile karşılaşılır. Alglerin en son gelişmiş tipi olan tallus; kök, gövde, yaprak ve çiçek ödevini gören bir morfolojik yapıdır. Sayılan gelişme durumları gözönüne alınarak algleri morfolojik yapılarına göre tek hücreli kamçısız algler (Chroococcus - mavi - yeşil algler); tek hücreli kamçılı algler (Chlamydomonas - yeşil algler); koloni oluşturan algler (Mycrocystis-mavi-yeşil algler);(Volvox - yeşil algler); dallanmış ipliksi algler (Oscillatoria-mavi-yeşil algler); (Cladophora - yeşil algler); borumsu yapıda talluslu algler (Vauchaeria - yeşil algler); parankimatik talluslu algler (Dictyopteris - kahverengi algler) gruplarına ayırabiliriz.

Alglerin Üremeleri

Soylarını sürdürebilmek ve kendi benzerlerini oluşturabilmek için, tüm canlılar gibi üremek zorunda olan alglerin suda yaşayanlarında, vejetatif üreme, eşeysiz üreme, eşeyli üreme görülür.

Vejetatif Üreme:

Alglerde yaygın olarak görülen bir üreme biçimidir. Suların ekolojik koşullarının etkileri karşısında, algler için diğer üreme tiplerine oranla daha avantajlıdır.

Alglerin bazı türlerinde hücreler büyüyerek mitozla bölünür ve doğrudan doğruya yeni yavrular meydana

getirirler. Diğer bazı türlerde ise tallus belirli yerlerden bölünür ya da ana tallus devamlı büyüyerek yeni bitkicikler meydana getirir (örneğin, yeşil alglerden Caulerpa prolifera'da olduğu gibi).

Kavuşur alglerden Desmidiales'te, silisli alglerden Diatome'lerde vejatatif üreme, ana hücrenin ortadan ikiye bölünmesi ve bölünen kısımlarda eksik olan yeni kabuğun belirli bir zaman içinde oluşumu ile gerçekleşmektedir; kamçılı alglerde ise hücreler boyuna bölünür.

Eşeysiz Üreme:

Alglerin ilkel gruplarında görülen eşeysiz üreme çok değişik biçimlerde ortaya çıkmaktadır. Alg hücrelerinden bazılarının iç kısımları farklılaşarak ana hücreye benzer durum alır. Bunlar ana hücre içerisinde ya tek olarak kalır ya da bölünerek türün özelliğine göre sayıları değişen kamçılı "zoospor" ya da kamçısız ve hareketsiz "aplanosporlar" oluştururlar. Bunlar gelişerek anaya benzer durum alırlar ve serbest hale gelirler.

Hücre içindeki eşeysiz sporların oluşumu çoğunlukla mitotik çekirdek bölünmesi ile gerçekleşir ve protoplazmanın bölünmesi ile de tamamlanır.

Eşeyli Üreme:

Alglerde eşeyli üreme çoğunlukla aynı türden iki organizmanın plazmalarının ve çekirdeklerinin birleşmesi ile gerçekleşmektedir. Bu durum çok basit olarak morfolojik yapıları aynı iki gametin birleşmesiyle (izogami) olmaktadır.

Gametler flagellatlara benzer yapıda olup hareketlidirler. Bazı türlerde gametler yapılarına göre büyük ve küçük olarak ayrılabilirler. Büyük olan gamet hareketsiz, diğeri ise küçük ve hareketlidir. Bazen her iki farklı gamet de hareketli olabilir.

Alglerin Ekolojisi

İlkel bitkiler olarak isimlendirilen Alglerin çoğunluğu tatlı, acı ve tuzlu sularda yaşar. Kurak ve nemli ortamlarda yaşayanları ise çok azdır. Hücrelerinin %98 kadarı sudur. Tamamen su içersinde yaşayan alglerin gerek tatlı sularda gerekse denizlerde yayılış gösterdiği iki farklı bölge ayırdedilir.

Suyun serbest bölgesi olan "pelajik bölge"de, özellikle mikroskobik organizmalar gelişme göstermektedir. Bunların dışında alglere de rastlanmaktadır. Kahverengi alglerden deniz üzümü olarak isimlendirilen Sargassum bu alglere örnek olarak verilebilir.

Kara ile suyun temas ettiği sınırdan başlayıp, suların en derin bölgesine kadar uzanan zemin kısmını içine alan "bentik bölge" ise kaya, çakıl, kum ve organik maddelerle dolu olup hayvan ve bitkilerce oluşturulmuş değişik biotoplara ayrılmıştır.

Alglerin Ekonomik Önemi

Sulardaki pelajik ve bentik bölgelerde, makroskopik ve mikroskopik büyüklükte sayısız alg yaşamaktadır. Bu ilkel su bitkileri özellikle beslenme maddelerinin sınırlı olduğu ada ülkelerinde insanoğlunun dikkatini çekmiş ve onları mevcut olan bu bitki potansiyelinden yararlanma yollarına itmiştir. M.Ö. 2700'li yıllarda başlayan bu düşünce günümüze kadar gelmiş ve yeni yöntemler aracılığıyla su bitkilerinden ekonomik yönde yararlanma yoluna gidilmiştir.

Hiçbir toksik etkisi olmayan mavi-yeşil alglerden Spirulinanın kültürü yapılıp bundan besin maddesi olarak yararlanılırken, bazı mavi-yeşil algler de azot fikse ettiklerinden tarım alanlarında yeşil gübre olarak kullanılmaktadır. Yine yeşil alglerden protein değeri yüksek olan Chlorella ve Scnedesmus cinslerine ait türlerin bazı ülkelerde kültürü yapılarak bunların tabletler ya da toz halinde besin maddesi olarak satıldığı söylenmektedir. Silisli alglerden Diatomae'lerin çeper kısımlarında pektin maddesinin arası-

na amorf silis maddesi birikmektedir. Yaşam sürecini tamamlayıp ölen Diatomae hücresinde pektin çeper eriyince, onun arasına girmiş olan amorf silis erimeden kalır ve Diatomae'nin biçimini koruyarak suyun dibine çöker. Bu silisli Diatomae kabukları yıllar boyu birikerek kalın tabakalar oluşturur. Jeolojik devirler sonunda oluşan bu tip topraklara "Diatome Toprağı" ya da "Kieselgur" adı verilir. Eskiden dinamitin ana maddesi olan nitrogliserini emdirmede kullanılan diatomae toprağı; ateşe dayanıklı tuğla ve elektrod çubuklarının yapımında kullanıldığı gibi, bira, şarap gibi içkilerin berraklaştırılmasında da değerlendirilmektedir.

Yeşil alglerden makroskobik yapıda olanlardan Cladophora ve Chaetomorpha cinslerine ait türler, hücre çeperlerinin selüloz olması nedeniyle bol miktarda geliştikleri sulardan toplanarak kaliteli kağıt yapımında kullanılmaktadırlar. Bu konuda ülkemizde de bir deneme yapılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bunun dışında, Deniz Marulu adı verilen Ulva'nın salatası yapılmakta; yine yeşil alglerden Monostroma da Japonya'da yeşil çay olarak değerlendirilmektedir.

Çoğunlukla derinlerde yayılış gösteren kahverengi ve kırmızı alglerin ekonomik yönden kullanım alanları çoktur. Kahverengi algler, denize komşu ülkelerce eski çağlarda tarlalarda gübre olarak kullanılmış, daha sonra yakılarak iyot elde edilmiş, bir ara cam imalinde kullanılan ara ürün olarak değerlendirilmiştir. Ancak gerek cam yapımında ve gerek iyot eldesinde başka yöntemlerin geliştirilmesi ve daha ucuza mal olan maddelerin bulunması sonucu, alglerden bu yolla yararlanmadan vazgeçilmiştir.

Çağımızda alg endüstrisinde iyot ve brom bugün yan ürün olarak değerlendirilmektedir. Son yıllarda kahverengi alglerin denizlerde bol bulunan ve kültürü yapılan Macrocystis pryphaera türü ile, Laminaria, Ascophylum, Cystoseira ve Sargassum cinslerine ait türlerden, alginat ve türevleri elde edilerek bunlar günümüzde boya, tekstil, gıda ve benzeri birçok sanayi kolunda çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de de denizlerde bol miktarda yayılış gösteren kahverengi alglerden Cystoseira crinita'dan alginat elde edilerek tekstil sanayinde kullanılmıştır.

Kırmızı alglerden Porphyra cinsinin Japonya'da yapılan kültürü, çeşitli isimlerle satılarak, besin olarak kullanılmaktadır. Gracilaria confervoides, Gelidium capillacea, Phyllophora nervosa gibi bazı kırmızı alg türleri de agar agar eldesinde kullanılmaktadır. Bu madde, endüstride alginat gibi çok geniş kullanım alanına sahiptir. Yiyecek sanayiinde sertleştirme amacı ile şeker, dondurma, marmelat üretiminde değerlendirilen agar, en çok bakteriyolojik çalışmalarda kültür ekimlerinde; ayrıca dişçilikte, diş kalıbı almakta kullanılmaktadır. Bunların dışında, mayonez ve sosların yapımında, et ve balık konserveciliğinde stabilizatör olarak değerlendirilmektedir.

Alglerin Sistematiği

İlkel bitki olarak kabul edilen Alglerin sınıflandırılmasında önceleri sadece belirli özellikler ele alınırken, günümüzde bu özelliklere ek olarak morfolojik, sitolojik, ekolojik, fizyolojik ve kimyasal yapı özellikleri de değerlendirilmektedir.

Genelde geçerli olan sınıflandırma

Önemli takımlardan Ulothrichales içerisinde denizlerde yayılış gösteren ve tallusları 1m büyüklüğünde olan Ulva lactuta türü dikkati çeken bir yeşil algdir. Deniz marulu adı da verilen Ulva lactuta'nın salatası yapılarak tüketilmektedir.

Tatlı acı tuzlu sularda ve rutubetli ortamlarda yaşamlarını sürdüren Diatomeler, altın rengi alglerdendir. Tek hücreli olup, koloniler oluşturabilirler. Hücrelerinin biri küçük, diğeri büyük içiçe geçen iki kutu kapakçığından oluşmuştur. Bazı bireylerinde alt ve üst kapakçıklarında boydan boya uzanan ve "rafe" adı verilen bir yarık bulunur.

Heterogeneratae subklasisinin en gelişmiş takımı Laminariales'tir. Takım üyelerinin hepsi denizlerde yaşar ve deniz ormanlarını oluşturur.

sisteminde, Çiçeksiz Bitkiler (Sporlu bitkiler-Cryptogamae) kolu algler yedi bölüme ayrılmaktadırlar:

Cyanophyta
(Mavi-Yeşil Algler)

Bu bölümün üyeleri genellikle tek hücreli olmakla birlikte koloni oluşturan, basit ya da yalancı dallanma gösteren ipliksi tipleri de bulunabilir.

Mavi-yeşil algler, hem suda hem karada yaşayabilirler. Suda yaşayanlar durumlarına göre ya serbest yüzerler ya da bir yere tutunurlar; bir kısmı da yüksek bitkiler içinde "endosimbiont" olarak yaşar. Bunlardan tesbih şeklinde hücrelere sahip olan Nostoc cinsinin bir türü, su eğreltilerinden (Hydropterides) Azolla (su mercimeği) bitkisinin yapraklarında veya hücrelerinin arasında yaşamaktadır. Durgun sularda yaşayan mavi-yeşil alglerden plankton olarak suda serbest yüzen bazı türler (örneğin, Mycrocystis pryphaera) belirli mevsimlerde ve yıllarda bollaşarak suların boyanmasına neden olmaktadırlar. Ortaya çıkan renkler genellikle şarap kırmızısı ya da menekşe kırmızısıdır. Bunların dışında akarsularda yaşayan formlar da vardır. Genellikle akıntı nedeniyle kayalar üzerinde yaşama olanağı bulduklarından, ya kabuksu ya da müsilajımsı yapıda koloniler oluştururlar.

Karada yaşayan formlar da genellikle rutubetli yerlerdeki kaya, taş, ağaç kabuğu ve topraklar üzerinde gelişme gösterirler. Bunların bazıları uygun ortam bulduklarında mantarlar ile birleşerek yeni bir bitki grubu olan likenleri meydana getirir ve bu simbiont yaşamda yeni bitkinin fotosentez işini görürler. Bazıları ise yalnız yaşamlarına devam ederek uygun koşullarda gelişir, uygun olmayan mevsimlerde de spor oluşturarak canlılıklarını korurlar.

Cyanophyta bölümü 160 kadar cins ve 1500'den fazla tür içermektedir.

Euglenophyta
(Kamçılı Algler)

Çıplak ya da özel bir çeperle çevrili tek hücreli organizmalardır. Genellikle serbest olarak yüzerler.

Tatlı, acı sularda ve nemli ortamlarda yaşayan kamçılı alglerin bir sınıfı ve iki takımı vardır. Euglena cinsi, bu takımlardan Euglenales'e aittir. Sularda bol bulunduğunda E. sanguinia türü suyun rengini kırmızıya dönüştürür. Peranematales takımına ait Peranema trichophorum türü de renksiz ve çıplak bir kamçılı algdir.

Pyrrophyta
(Ateşrengi Algler)

Tek hücreli koloni ya da dallanmış ipliksi yapıda olabilen iki kamçılı alglerdir. Genellikle denizlerde yaşarlar; bazıları tatlı ve acı sularda yaşayabilir.

Bölümün en önemli takımı Dinophycales'tir. Bu takımda bulunan cinslerin çoğu denizlerde yaşar ve balıkların besinini oluştururlar. Bunlara dahil olan Gymnodinium brevis türü çok çoğaldığında, balıkların ölümüne sebep olabilir. Peridinium cinsine ait türler ise denizlerde yakamoz denen ışıldama olayına neden olurlar. Diğer önemli bir cins olan Ceratium'un, sayıları birden üçe kadar değişen boynuzlar içeren türleri vardır. Bu boynuzların uzunluğu, mevsimlere ve su sıcaklığına bağlıdır. Onlar da Peridiniumlar gibi sularda yakamoz olayına neden olurlar.

Chrysophyta
(Altınrengi Algler)

Geniş yayılım alanına sahip ve çok sayıda türle temsil edilen bu bölüm sistematik olarak üç sınıfa ayrılır.

Altınrengi alglerin en büyük sınıfı Bacillariophyceae'dir. Bu sınıf da hücre yapısına göre iki takıma ayrılır. Tatlı, acı, tuzlu sularda ve rutubetli ortamlarda yaşayan Diatomeler tek hücreli olup, koloniler oluşturabilirler. Hücreleri biri küçük, diğeri büyük içiçe geçen iki kutu kapakçığından oluşmuştur. Bazı bireylerinde alt ve üst kapakçıklarında boydan boya uzanan ve "rafe" adı verilen yarıktan çıkan plazma hareketi ile hücre ters yönde ilerleyerek yer değiştirir.

Altınrengi alglerin diğer bir sınıfı-

nı oluşturan ilkel su bitkileri, vejetatif fazda hareketlerini kaybetmiş farklı kısımları içeren oldukça büyük tek hücreli organizmalardır. Kalın selüloz çeperleri vardır. Tutunmaya yarayan kısım ile asimilasyon yapmaya yarayan kısmın farklı biçimlerde olduğu, bitkiler aleminde ilk defa bu sınıfta görülür.

Chlorophyta
(Yeşil Algler)

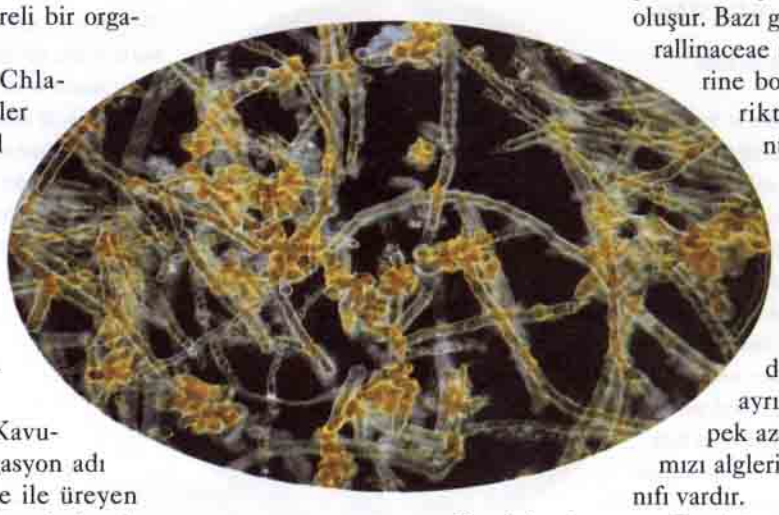
Şekil ve büyüklük bakımından farklı, tek hücreli, ipliksi, şeritsi yapıdaki yeşil bitkileri içeren bir bölümdür. Çeperleri pektin ve selülozdandır. Doğada geniş bir yayılım alanına sahiptirler. %90'ı tatlı sularda, %10'u denizlerde yaşar. Bazı türleri mantarlarla birlikte liken denen bitki grubunu oluşturur. Bu bölüme ait üç sınıf bulunmaktadır.

Bunlardan Chlorophyceae (Yeşil algler) sınıfı ilkelden gelişmişe doğru yedi takıma ayrılır. Bu takımlardan Volvocales üyeleri tatlı su planktonlarının büyük bir kısmını oluşturur. Hücreler tek tek bulunabildikleri gibi 8, 16, 32, 64 hücreli koloniler şeklinde de olabilirler. Bitki sisteminde ilk defa burada çok hücreli bir organizasyona geçiş görülür.

Diğer takımlardan Chladophora'lara ait bazı türler tatlı ve tuzlu sularda bol miktarda gelişirler. Bulundukları ortamlarda balık yumurtalarına barınak oluşturmalarının yanı sıra selüloz çeperleri nedeniyle kağıt eldesinde kullanılmaktadırlar.

Conjugatophyceae (Kavuşur algler) sınıfı, konjugasyon adı verilen özel bir birleşme ile üreyen algleri içerir. Üyelerinin hepsinde tek hücreli ya da dallanmamış iplikler göze çarpar. Hücreleri tek çeperli olup en yüksek sayıda kromozoma sahiptirler. Tatlı ve ender olarak da acı sularda yaşarlar. Denizlerde görülmezler. Sınıfa ait üç takım bulunmaktadır. Sınıfın en gelişmiş takımı ipliksi yapıda algleri içerir. Tek sıralı hücrelerden oluşmuş iplikler müsilajımsı olup kaygan yapıdadırlar. Diğer bir takıma ait olan Spirogyra algi ise diğer kavuşur alglerden farklı olarak üremesini, iki hücrenin yanyana gelerek bir kanalla birleşmesi yoluyla gerçekleştirir. Sonuçta meydana gelen zigot bölünerek yavru oluşturur; yavrular da çimlenerek yeni iplikçikleri meydana getirirler.

Charophyceae (Su Şamdanları) sınıfı, algler içerisinde rizoide, gövdeye ve ışınsal doğrultuda uzamış yan dallara sahip bir yapıya ilk defa rastlanılan sınıftır.



Denizlerde bulunmayan bu algler, tatlı ve acı suların dip kısımlarında geniş çayırlar oluşturarak gelişirler. Kalkerli suları çok severler. Sınıfın, morfolojik yapıları ve üreme organları farklı iki cinsi vardır.

Phaeophyta
(Kahverengi Algler)

Çoğunlukla denizlerde, nadiren tatlı sularda yaşarlar. İpliksi, yapraksı, sık dallı, ağaçsı formları vardır. Hücreleri tek çekirdeklidir. Çeperleri selüloz ve pektindendir. Bazı türleri alginat maddesince çok zengindir. Tek sınıfı olan kahverengi algler üç alt-sınıfa ayrılırlar.

Rhodophyta (Kırmızı Algler)

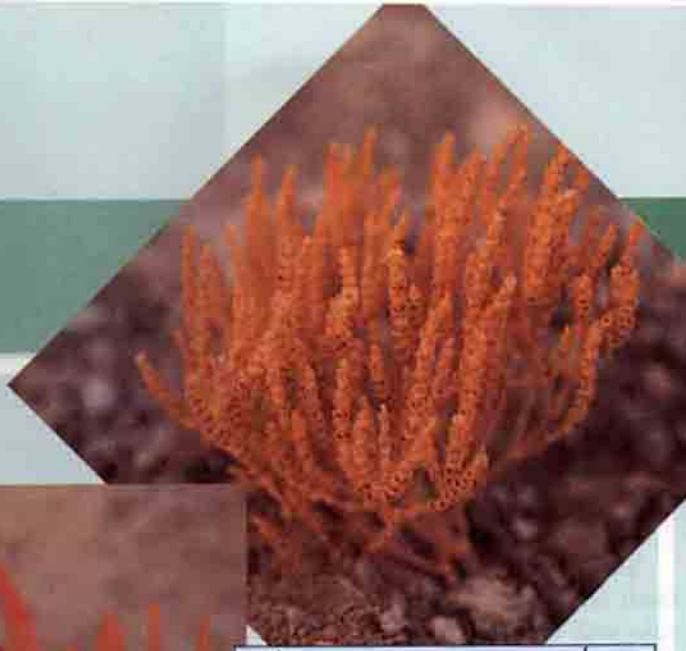
Alglerin en gelişmiş bölümüdür. Çoğunluğu, çok sıralı, ipliksi, sık dallı ya da geniş yüzeyli etli yapılarda olan tallusa sahiptir. Birçok türde hücre çeperleri dışta müsilajımsı pektin ve içte selüloz tabakalarından oluşur. Bazı gruplarında, örneğin, Corallinaceae sınıfında hücre çeperlerine bol kalsiyum karbonat biriktiğinden taş gibi görünürler.

Asimilasyon ürünleri olan glikojen, iyot ile kırmızı renk verir. Eşey organlarında kamçılarının olmayışı ve hareketsizlikleri nedeniyle diğer alglerden ayrılırlar. Çoğu denizlerde, pek azı tatlı sularda yaşar. Kırmızı alglerin tek sınıfı ve iki alt sınıfı vardır.

Denizlerin derinlerinde ve az ışıklı ortamlarda yaşayan kırmızı alglerin bazı takımlarında çok değişik talluslara sahip algler bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı yumuşak, etli ve dalsı; bir kısmı çok sık dallı ve şeritsi; bir kısmı da damarımsı yapıda ve karışık dallı talluslu olup, agar elde etmeye elverişli maddelere sahiptir.

Kaynaklar
Güner, H., Aysel, V. Tohumsuz Bitkiler Sistematiği Cilt 1, İzmir, 1989.
Kıran, E. ve Arkadaşları, Studies on seaweeds for Paper Production. Botanica Marina. Vol. XXIII. 1980.
Zeybek, N. ve Arkadaşları, Bitki Sistematiği ve Biyolojisi, 1991.

Türkiye

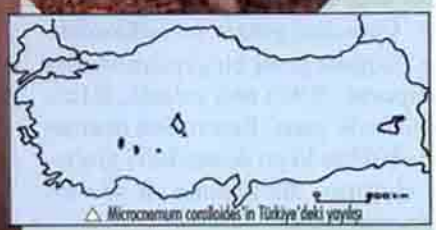


Microcnemum coralloides

Kazayağıgiller / Chenopodiaceae

Tür ilk defa 1863'te Arthrocnemum coralloides adıyla betimlenerek, ayrı bir cinse dahil edilmiştir. 1925'de Font-Quer tarafından Microcnemum cinsine aktarılmıştır. Bu ise tek türü olan (monotipik) bir cinstir.

Yalnızca Tuz Gölü çevresinden bilinen bu tür, 5-10 cm boyunda, dallanmış, tüysüz, gövdesi eklemli tek yıllık bir bitkidir. Karşılıklı dizili yapraklar iyice küçülmüş ve birbirleriyle birleşmiştir. Yaprak uçları küttür. Çiçekler, 1-3 cm uzunluğunda olan koni biçimindeki çiçek durumunda yeralır. Çanak ve taç yapraklar küçük, ince ve zarsı yapıdadır. Bir erkek organa sahip olan türün tohumları siyah, tohum kabuğu sert ve üzerinde sık kabarcıklar vardır. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Temmuz aylarıdır. Tür, 940-1000 m rakımdaki çok tuzlu topraklarda yetişmektedir ve sınırlı bir alanda yayılış gösterdiğinden yaşamı tehdit altındadır.



△ Microcnemum coralloides'in Türkiye'deki yayılışı

Belirli bir ekonomik önemleri olmamakla birlikte sanma ve pembemsi tonlarda olan örnekler, yetiştikleri alana güzel bir görünüm vermektedir. Bitki dayanıklı yapısıyla iç dekorasyonda kullanılabilir.

Bu türe ait iki alttürden biri olan anatolicum, Türkiye'ye özgüdür. Diğer alttür coralloides, sadece İspanya'dan bilinmektedir. Alttür anatolicum'un tohumları sık yerleşimli kabarcıklara sahipken, diğer alttürün kabarcıkları belirsizdir. Alttürleri ayıran özelliklerden bir diğeri de, Türkiye'de yayılış gösteren bitkilerin sanmsı, İspanya'dakilerin genellikle pembemsi olmasıdır. Ancak yapılan gözlemlere göre Tuz Gölü çevresinde her iki renge sahip örnekler bulunmaktadır; ayrıca bu populasyonların tohumlarında da bir farklılık yoktur.

Salvia cyanescens

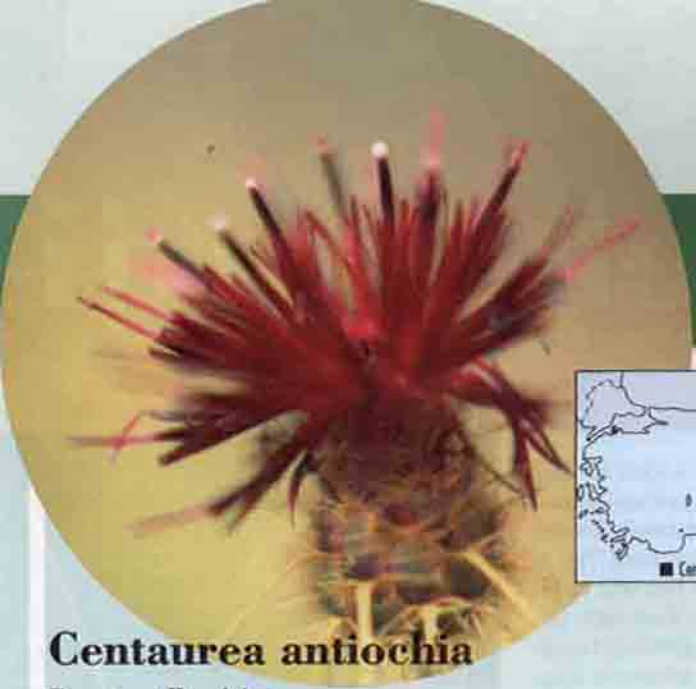
Ballıbabagiller / Lamiaceae

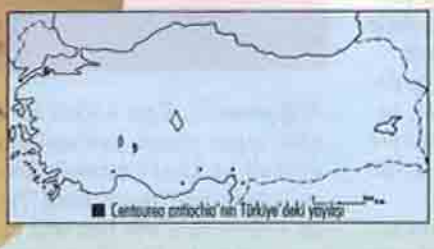
Türün ilk örneği Balansa tarafından 14 Haziran 1856'da Kayseri-Niğde yakınlarındaki Çamaklıdere'den toplanmış, 1859'da Boissier ve Balansa tarafından betimlenmiştir. 25-50 cm boyunda, gövdesi dik, üst kısımları dallanma gösteren çok yıllık bir bitkidir. Gövde, alt kısımlarda kısa zayıf tüylü ile yün gibi tüylüdür. Gövdenin üst kısımları kısa salgı tüylü ve çok yoğun salgı kabarcıklıdır. Yapraklar basit, saplı, keçe gibidir. Çiçek durumu ince dallanmış birleşik salkım; vertisillaster (yalancı daire) 2-6 çiçekli ve aralıklıdır. Çanak genellikle açık pembe, kısa tüylü veya salgı kabaraklı, üst dudak üç dişlidir. Leylaktan menekşeye kadar renk tonlarına sahip olabilen korollanın bir yanı şişkin, üst dudağı belirgin olarak orak şeklindedir. Meyveler yuvarlakça ve üçköşelidir. Çiçeklenme zamanı Haziran-Eylül aylarıdır. Özellikle İç Anadolu'da yayılış gösteren endemik bir türdür. Bolu, Kastamonu, Gümüşhane ve Erzincan'dan da bulunduğuna dair kayıtlar vardır. Bu tür, 400-2300 m'ler arasında kalker, volkanik ve şistli yamaçlar, Karaçam açıklıkları, çakıllı dere yatakları, boş bırakılmış bağ ve tarlalarda yetişir. Ülkemizde yaygın olarak bulunan bu tür için herhangi bir tehlike sözkonusu değildir. Çoğu adaçayı türlerinde olduğu gibi,bu bitki de kümeler halinde yetiştirildiğinde, oldukça etkili bir görünüş sunar. Gümüşi beyaz, keçe gibi tüylü yaprakları, menekşe renkli çanak ve taç yaprakları, uzun çiçeklenme süresiyle bahçelerin en çekici bitkilerinden biridir. Süs bitkisi olarak kullanılabilir. Soğuk şartlara dayanıklı olması nedeniyle, kışın bir korunma önlemi almayı da gerektirmemektedir. Bu türün Edinburgh Kraliyet botanik bahçesinde ilk yetiştirilmesi 1957'de Sivas bölgesinden Davis ve Hedge'in topladıkları tohumlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'de daha yaygın olan S. candidissima'ya benzerlikler gösteren bu tür, daha narin yapısı, daha küçük kaliks ve korollası, daha ufak tohumları ve biraz daha geç çiçeklenme dönemiyle ondan ayrılır. İki tür arasındaki bütünleşmeler oldukça sıktır. Niğde'den alınan örneklerin çiçeklenmesinin daha yoğun, çiçeklerinin daha koyu ve daha küçük boylu olduğu saptanmış olup bunların Kuzey Anadolu'dakilere göre daha yükseklerde yetiştiği bilinmektedir.

■ Salvia cyanescens'in Türkiye'deki yayılışı

Florası





■ Centaurea antiochia'nın Türkiye'deki yayılışı

Centaurea antiochia

Papatyagiller / Asteraceae

Centaurea antiochia, Boissier tarafından 1846'da Antakya'da Suadiye mevkiinde, Asi nehri kenarındaki kalker kayalıklardan toplanıp, 1849'da betimlenmiştir. Adını, seçildiği yer olan Antakya'dan alan bu türün, sadece İçel'den kayıtlı varyetesi praealta, 1856'da Centaurea praealta (Syn.) adı altında ayrı bir tür olarak betimlenmiş, ancak 1975'de Wagenitz tarafından C. antiochia'nın varyetesi olarak kabul edilmiştir.

30-100 cm boyunda, gövdesi dik, özellikle alt kısımlar sert tüylü veya havlı, çok yıllık bir bitkidir. Taban yapraklar orta damarın yarısına kadar ya da orta damara kadar bölünmüş; kenarları düz, dişli veya oymak, en uçtaki bölüm biraz daha büyüktür. Ortadaki yapraklar ortadaki damarın yarısına kadar bölünmüş veya keman şeklindedir. İnvolukrum küresel veya yumurtamsı biçimde, yaklaşık 25 cm enindedir. Tırnaklar küçük, kahverengi, kirpiklidir; kirpikler 2-5 mm boyundadır. Çiçekler siyaha yakın mor renklidir; dolayısıyla süs bitkisi olarak kullanılabilir. Meyve (akken) 5-6 mm'dir. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Haziran aylarıdır.

Centaurea antiochia Güney Anadolu'da, Akdeniz sahil şeridinde, Antalya-Hatay arasında yayılış gösteren ve bu yörelere özgü (endemik) bir türdür. 150-500 m, nadiren 1000 m yüksekliklerde, Maki ve Kızılçam ormanları içinde ve kayalık yamaçlarda yaşamaktadır. Akdeniz bölgesinde sınırlı bir yayılışa sahip bu türün yaşama alanı gerek yangın, gerekse kültür veya yerleşme amaçlı kullanıma elverişlidir. Bu nedenle Türkiye bitkileri kırmızı listesinde R olarak gösterilen tehlike kategorisi, V (zarar görebilir) olarak düzeltilmelidir.

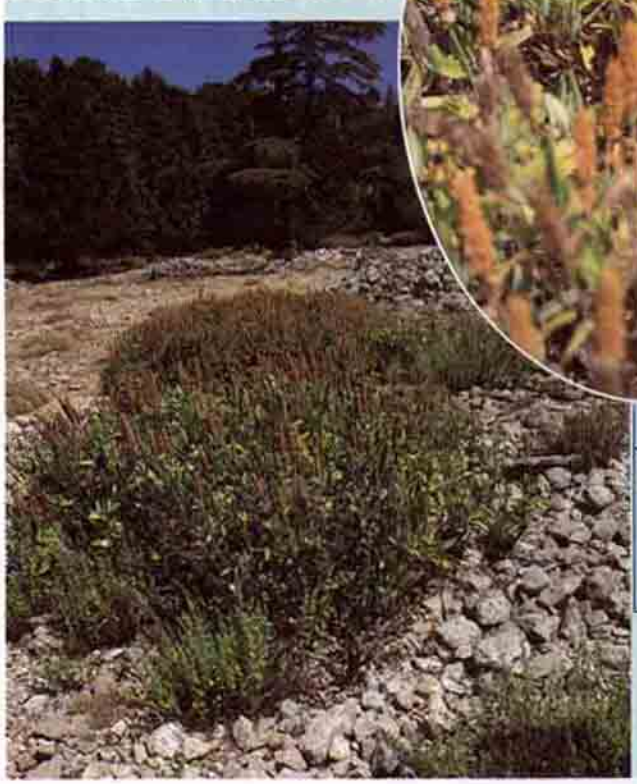
Centaurea antiochia'nın en çok benzediği tür, Centaurea carduiformis'tir. Ancak bu türden hem bazı morfolojik özellikler, hem de yetişme ortamı ile yayılış açısından farklılıklar gösterir. Çiçek rengi farklılığı yanında, C. carduiformis, tipik bir step bitkisi olup 500-2000 m yüksekliklerde yayılış gösterirken, C. antiochia Akdeniz sahillerinde alt seviyelerde yaşar.

Dorystoechas hastata

Labiatae / Ballıbabagiller

Dorystoechas hastata dünyada sadece ülkemizde, Antalya civarında yetişen ender türlerden biridir. Familya içerisinde Dorystoechas cinsi de sadece ülkemize özgü (endemik)'dir.

İlk defa 1845 yılında Antalya (Tahtalı Dağı)'dan Heldreich adlı araştırıcı tarafından toplanmış; Boissier ve Heldreich tarafından 1848 yılında bilim dünyasına tanıtılmıştır. Bugüne kadar bazı yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından da Termesus ve Kemer (Antalya) civarından toplanmıştır. Kemer'de 500 m, Termesus'ta 1000 m ve Tahtalı Dağı'nda 1500-1600 m'ye kadar çıkar. Özellikle kayalık ve ormanlık açıklıklarını sever.

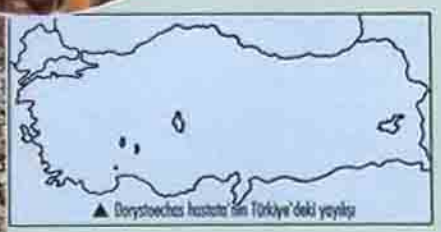


Keskin kokulu 40-100 cm boyunda, yumuşak seyrek tüylü ve salgı tüyleri taşıyan çalımsı bir bitkidir. Yaprakları ilk bakışta ok başını hatırlatır. Tür, adını da bu yaprak şeklinden almıştır. Çiçekler 6-17 cm boyundaki çiçeklenme durumuna dairesel (verticillat) olarak dizilmiştir. Bir çiçeklenme durumunda ortalama 30 kadar çiçek vardır. Çiçekleri fazla gösterişli olmayan bu türde çanak ve taç yaprakları hemen hemen aynı boydadır. Çiçekler beyaz renktedir.

Çiçeklenme zamanı Mayıs ayının ortalarından başlayarak Temmuz ayına kadar devam eder.

Çok dar bir bölgede yetişmesine rağmen bulunduğu alanlarda topluluklar oluşturabilmektedir. 1000 m'nin altına inildikçe topluluklar yerlerini tek tek fertlere bırakmaktadır.

Keskin ve güzel kokulu olmasının yanısıra, halk tıbbında uyarıcı, gaz söktürücü, iştah açıcı ve mide ağrılarını giderici olarak kullanılmaktadır.



▲ Dorystoechas hastata'nın Türkiye'deki yayılışı

Dünyada bilinen hiç bir yakın akrabası yoktur. Jeolojik devirlerden kalma bir bitki türüdür. Tür henüz tehlike altında olmamasına rağmen, konumu nedeniyle koruma altına alınmalıdır.

Z.Aytaç - N.Adıgüzel

Kaynaklar
Baytop, N., Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul, 1984.
Davis, P. H., Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinb., 1967, 1975,1977,1978, 1982
Hedge, I. C., Studies in East Mediterranean Species of Salvia, Edinb., 1957, 1960
Ekim, T., et al. Türkiye'nin Tehlike Altındaki Nadir ve Endemik Bitkileri, Ankara, 1989.

Teknoloji

Kasetsiz Teypler

İçinde hareket eden parçası olan her makine aşınır; yeni aldığınız kaset çalarınızın bir süre sonra işe yaramaz hale geleceğini kabul etmek zorundasınız.

Şimdilerde piyasaya çıkmaya başlayan yeni bir ses kaydedicinin içinde, hareket eden hiçbir parça yok; tümüyle katı hal parçalardan yapılmış; sesi sayısal olarak kayıt ediyor.

Avuç içine sığan bu yeni aletin geleceği çok parlak. Şimdilik yarım saat kadar kayıt yapabiliyor. Katı hal belleğini bir bilgisayara bağladığınızda, tüm kayıt edilen mesajları hem dinleyip, hem yazıya çevirebiliyorsunuz.

Yakın bir gelecekte, işadamlarının vazgeçilmez bir gereci olacak bu yeni aygıtın, müzik kaydetip çalması için büyük olasılıkla çalışmalar devam etmektedir.

En Uzun Baca

Rüzgar enerjisini, elektrik enerjisine çevirmenin en önemli sorunu; rüzgarın atmosferik koşullara bağlı olarak sürekli değişmesidir. Eğer kararlı bir rüzgarı, yapay olarak yaratabilirseniz, düzenli ve kararlı elektrik üretimi gerçekleştirebilirsiniz. İsrail Teknion Üniversitesi'nde hidroloji ve inşaat mühendisi Dan Zaslavsky, çok basit ama o derece görkemli bir çözüm öneriyor. Bu çözümde biraz çöl ve biraz tuzlu su var. Suyu belirli bir yüksekliğe pompa ile basıp güneşin bu suyu buharlaştırarak soğutması sağlanırsa, soğuk nemli bir hava kolonu elde edilebilir. Soğuk hava aşağıya çökeceği için, sistem ters baca gibi çalışacak ve yer seviyesinde kontrol edilebilen bir rüzgar yaratılabilinecektir.750 MW elektrik üretebilecek bir rüzgar santral kompleksi için, gerekli bacanın boyutları 1000 m yükseklik ve 500 m çap olarak hesaplanıyor; dünyanın en yüksek binası 500 m'dir. Bacanın veya modern Babil kulesinin alüminyumdan hafif konstrüksiyon ile yapılacağını ve ağırlığının 300 m'lik Eiffel kulesinin üçte biri kadar; yani 40000 ton olacağını, inşaatının üç yıl kadar sürüp, yaklaşık 250 milyon dolara mal olacağı da göz önüne alındığında, prensipte basitmiş gibi görülen bu sistemin görkemi hakkında daha çok fikir sahibi oluyorsunuz.

Düş Ofis

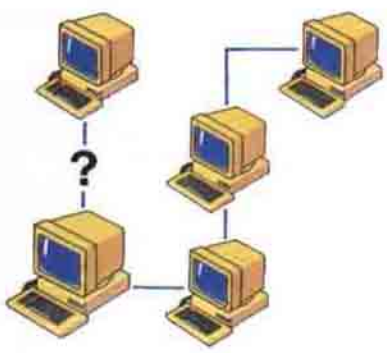
Sabah kalabalık otobüs ile işe gelen, çalışma ortamı yazın sıcak, kışın da soğuk olan bir memurun çalışmasından verim alınabileceği söylenemez. Japonya'da Hazama firması, akıllı bir bina yapmayı planlıyor: İşe gelen memur binaya girerken; binanın bilgisayar sistemi onu tanıyacak; kapıları açıp belki de günaydın diyecek ve en sevdiği içeceği sunacak; telefon ile arandığında artık hiç kimse yerinde olmadığını söylemeyecek, bina içinde dolaşırken bilgisayar tarafından izlenip, gittiği yöne en yakın telefon ile bağlantı kurulacak; masasında bir tek bilgisayar bulunacak ve bu bilgisayar fax, telefon, fotokopi gibi diğer ofis makineleri yerine geçecek.

Bu binaya, Hiper Zeki Bina adı veriliyor ve henüz düşünce safhasında. Tokyo Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Doçenti Ken Sakamura'nın bu fikrinin yakın bir gelecekte uygulanma şansı çok yüksek ve fikrin temelini "El Terminali" diyebileceğimiz, içinde minyatür mikrofon, operlör ve sıvı kristal bir ekranı olan kredi kartı büyüklüğündeki kimlik kartı oluşturuyor.

Dünyası

INTERNET'te Gizlilik

INTERNET aracılığı ile mesaj yolladığınızda, yazdıklarınızı herkes ve özellikle yasa koruculari okuyabilir. Bazı üniversitelerimizde bitnet mesajlarının sansürden geçirildiği ve uygunsuz görülenlerin silindiği de bir gerçektir. Eğer mesajlarınızı yazdıktan sonra kodlar ve alıcıya bu kodu önceden bildirirseniz, mesajınızı sadece okumasını istediğiniz kişi okuyabilir. Bu durumun yasa koruyucuları için önemli yanı kodlanmış mesajı çözmek için gereksiz yere harcayacakları zamandır. INTERNET'i kullanan milyonlarca kişinin bu gibi işlere kalkışması, yasa koruyucularını hiç iş yapamaz hale getirecektir. İşte bu nedenle kodlama yazılımlarının bedava dağıtımı veya ABD dışına çıkartılması yasaktır. Boulder Colarado'dan Philip Zimmerman yazdığı "Pretty Good Privacy" adlı bir programı INTERNET'e koyup kullanıma açtığı için, hakkında soğuk savaş yıllarından kalan bir yasaya dayanarak dava açıldı. INTERNET'te bu yazılımı bulunduran MIT yanlız ABD vatandaşlarına kullanma hakkı tanıyor ve işi sıkı tutuyor.



Kaçak Yolcu Algılayıcısı

Ekonomik veya politik nedenler ile insanlar gemi veya kamyonlarda gizlice yolculuk etmek zorunda kalırlar.

Güvenlik açısından oldukça tehlikeli olan bu yolculuk şekliyle, ulaşım firmaları ve güvenlik güçleri sürekli mücadele ederler. Artık kapalı konteynerleri kontrol etmek için uzun zaman kaybetmek gerekmiyor; çok kısa sürede, gümrük mühürünü bozmadan, içeride canlı olup olmadığı anlaşılabiliyor.

Kanada'daki Armstrong Monitoring Company adlı firma, mantar üretiminde kulanılan bir kızılötesi algılayıcıda yaptığı değişiklikle, kapalı hacimlerdeki korbondioksit miktarını ölçebiliyor.

Ufak bir delikten içeri sokulan algılayıcı, gazın kızılötesi soğurmasını ölçüyor. Havada 300-500 ppm olan karbondioksit, insanın bulunduğu beş tonluk bir konteynerde, beş dakikada 1000 ppm düzeyine ulaşıyor. Bilet alıp seyahat etmek artık kaçınılmaz oldu.

Yeni Yonga

Yeni bilgisayarlar IBM ve Apple'ın öncülüğünü yaptığı RISC (Kısaltılmış Komut Set Hesaplaması) yongaları ile yapılacağa benziyor.

Dünya'nın en büyük yonga yapımcısı Intel, Hewlett-Packard ile ortaklaşa 1998'de piyasaya çıkarmayı planladığı yeni yongasında RISC teknolojisinden yararlanacağını açıkladı.

Geçtiğimiz yıl içinde IBM ve Apple Motorola Power PC yongalarını çıkartmış, buna karşı Intelde Pentium ile piyasaya çıkmıştı.

Power PC RISC teknolojisini kullanırken, Pentium Intel'in eski tasarımları olan 80x86 yonga ailesi ile uyumlu olması için, RISC teknolojisinden daha az yararlanmıştı. Intel ve Hewlett-Packard RISC teknolojisinin yanı sıra WideWord (Geniş Kelime) ve Very Long Instruction Word (Çok Uzun Komut Kelimesi) tasarımlarıyla ilgilenmekte.

Yeni Intel yongası 64-bit adresleme yapabilecek ve 16000 gigabayt belleğe erişebilecek. 80486'lar veya Motorola 60380'ler 32-bitlik kelimeler üzerine işlem yaptığından 4 gigabayt belleğe erişebilirler.

Osman Kadiroğlu

Teknoloji

Kasetsiz Teypler

İçinde hareket eden parçası olan her makine aşınır; yeni aldığınız kaset çalarınızın bir süre sonra işe yaramaz hale geleceğini kabul etmek zorundasınız.

Şimdilerde piyasaya çıkmaya başlayan yeni bir ses kaydedicinin içinde, hareket eden hiçbir parça yok; tümüyle katı hal parçalardan yapılmış; sesi sayısal olarak kayıt ediyor.

Avuç içine sığan bu yeni aletin geleceği çok parlak. Şimdilik yarım saat kadar kayıt yapabiliyor. Katı hal belleğini bir bilgisayara bağladığınızda, tüm kayıt edilen mesajları hem dinleyip, hem yazıya çevirebiliyorsunuz.

Yakın bir gelecekte, işadamlarının vazgeçilmez bir gereci olacak bu yeni aygıtın, müzik kaydetip çalması için büyük olasılıkla çalışmalar devam etmektedir.

En Uzun Baca

Rüzgar enerjisini, elektrik enerjisine çevirmenin en önemli sorunu; rüzgarın atmosferik koşullara bağlı olarak sürekli değişmesidir. Eğer kararlı bir rüzgarı, yapay olarak yaratabilirseniz, düzenli ve kararlı elektrik üretimi gerçekleştirebilirsiniz. İsrail Teknion Üniversitesi'nde hidroloji ve inşaat mühendisi Dan Zaslavsky, çok basit ama o derece görkemli bir çözüm öneriyor. Bu çözümde biraz çöl ve biraz tuzlu su var. Suyu belirli bir yüksekliğe pompa ile basıp güneşin bu suyu buharlaştırarak soğutması sağlanırsa, soğuk nemli bir hava kolonu elde edilebilir. Soğuk hava aşağıya çökeceği için, sistem ters baca gibi çalışacak ve yer seviyesinde kontrol edilebilen bir rüzgar yaratılabilinecektir.750 MW elektrik üretebilecek bir rüzgar santral kompleksi için, gerekli bacanın boyutları 1000 m yükseklik ve 500 m çap olarak hesaplanıyor; dünyanın en yüksek binası 500 m'dir. Bacanın veya modern Babil kulesinin alüminyumdan hafif konstrüksiyon ile yapılacağını ve ağırlığının 300 m'lik Eiffel kulesinin üçte biri kadar; yani 40000 ton olacağını, inşaatının üç yıl kadar sürüp, yaklaşık 250 milyon dolara mal olacağı da göz önüne alındığında, prensipte basitmiş gibi görülen bu sistemin görkemi hakkında daha çok fikir sahibi oluyorsunuz.

Düş Ofis

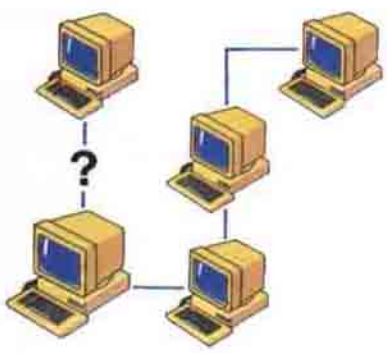
Sabah kalabalık otobüs ile işe gelen, çalışma ortamı yazın sıcak, kışın da soğuk olan bir memurun çalışmasından verim alınabileceği söylenemez. Japonya'da Hazama firması, akıllı bir bina yapmayı planlıyor: İşe gelen memur binaya girerken; binanın bilgisayar sistemi onu tanıyacak; kapıları açıp belki de günaydın diyecek ve en sevdiği içeceği sunacak; telefon ile arandığında artık hiç kimse yerinde olmadığını söylemeyecek, bina içinde dolaşırken bilgisayar tarafından izlenip, gittiği yöne en yakın telefon ile bağlantı kurulacak; masasında bir tek bilgisayar bulunacak ve bu bilgisayar fax, telefon, fotokopi gibi diğer ofis makineleri yerine geçecek.

Bu binaya, Hiper Zeki Bina adı veriliyor ve henüz düşünce safhasında. Tokyo Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Doçenti Ken Sakamura'nın bu fikrinin yakın bir gelecekte uygulanma şansı çok yüksek ve fikrin temelini "El Terminali" diyebileceğimiz, içinde minyatür mikrofon, operlör ve sıvı kristal bir ekranı olan kredi kartı büyüklüğündeki kimlik kartı oluşturuyor.

Dünyası

INTERNET'te Gizlilik

INTERNET aracılığı ile mesaj yolladığınızda, yazdıklarınızı herkes ve özellikle yasa koruculari okuyabilir. Bazı üniversitelerimizde bitnet mesajlarının sansürden geçirildiği ve uygunsuz görülenlerin silindiği de bir gerçektir. Eğer mesajlarınızı yazdıktan sonra kodlar ve alıcıya bu kodu önceden bildirirseniz, mesajınızı sadece okumasını istediğiniz kişi okuyabilir. Bu durumun yasa koruyucuları için önemli yanı kodlanmış mesajı çözmek için gereksiz yere harcayacakları zamandır. INTERNET'i kullanan milyonlarca kişinin bu gibi işlere kalkışması, yasa koruyucularını hiç iş yapamaz hale getirecektir. İşte bu nedenle kodlama yazılımlarının bedava dağıtımı veya ABD dışına çıkartılması yasaktır. Boulder Colarado'dan Philip Zimmerman yazdığı "Pretty Good Privacy" adlı bir programı INTERNET'e koyup kullanıma açtığı için, hakkında soğuk savaş yıllarından kalan bir yasaya dayanarak dava açıldı. INTERNET'te bu yazılımı bulunduran MIT yanlız ABD vatandaşlarına kullanma hakkı tanıyor ve işi sıkı tutuyor.



Kaçak Yolcu Algılayıcısı

Ekonomik veya politik nedenler ile insanlar gemi veya kamyonlarda gizlice yolculuk etmek zorunda kalırlar.

Güvenlik açısından oldukça tehlikeli olan bu yolculuk şekliyle, ulaşım firmaları ve güvenlik güçleri sürekli mücadele ederler. Artık kapalı konteynerleri kontrol etmek için uzun zaman kaybetmek gerekmiyor; çok kısa sürede, gümrük mühürünü bozmadan, içeride canlı olup olmadığı anlaşılabiliyor.

Kanada'daki Armstrong Monitoring Company adlı firma, mantar üretiminde kulanılan bir kızılötesi algılayıcıda yaptığı değişiklikle, kapalı hacimlerdeki korbondioksit miktarını ölçebiliyor.

Ufak bir delikten içeri sokulan algılayıcı, gazın kızılötesi soğurmasını ölçüyor. Havada 300-500 ppm olan karbondioksit, insanın bulunduğu beş tonluk bir konteynerde, beş dakikada 1000 ppm düzeyine ulaşıyor. Bilet alıp seyahat etmek artık kaçınılmaz oldu.

Yeni Yonga

Yeni bilgisayarlar IBM ve Apple'ın öncülüğünü yaptığı RISC (Kısaltılmış Komut Set Hesaplaması) yongaları ile yapılacağa benziyor.

Dünya'nın en büyük yonga yapımcısı Intel, Hewlett-Packard ile ortaklaşa 1998'de piyasaya çıkarmayı planladığı yeni yongasında RISC teknolojisinden yararlanacağını açıkladı.

Geçtiğimiz yıl içinde IBM ve Apple Motorola Power PC yongalarını çıkartmış, buna karşı Intelde Pentium ile piyasaya çıkmıştı.

Power PC RISC teknolojisini kullanırken, Pentium Intel'in eski tasarımları olan 80x86 yonga ailesi ile uyumlu olması için, RISC teknolojisinden daha az yararlanmıştı. Intel ve Hewlett-Packard RISC teknolojisinin yanı sıra WideWord (Geniş Kelime) ve Very Long Instruction Word (Çok Uzun Komut Kelimesi) tasarımlarıyla ilgilenmekte.

Yeni Intel yongası 64-bit adresleme yapabilecek ve 16000 gigabayt belleğe erişebilecek. 80486'lar veya Motorola 60380'ler 32-bitlik kelimeler üzerine işlem yaptığından 4 gigabayt belleğe erişebilirler.

Osman Kadiroğlu

Teknoloji

Kasetsiz Teypler

İçinde hareket eden parçası olan her makine aşınır; yeni aldığınız kaset çalarınızın bir süre sonra işe yaramaz hale geleceğini kabul etmek zorundasınız.

Şimdilerde piyasaya çıkmaya başlayan yeni bir ses kaydedicinin içinde, hareket eden hiçbir parça yok; tümüyle katı hal parçalardan yapılmış; sesi sayısal olarak kayıt ediyor.

Avuç içine sığan bu yeni aletin geleceği çok parlak. Şimdilik yarım saat kadar kayıt yapabiliyor. Katı hal belleğini bir bilgisayara bağladığınızda, tüm kayıt edilen mesajları hem dinleyip, hem yazıya çevirebiliyorsunuz.

Yakın bir gelecekte, işadamlarının vazgeçilmez bir gereci olacak bu yeni aygıtın, müzik kaydetip çalması için büyük olasılıkla çalışmalar devam etmektedir.

En Uzun Baca

Rüzgar enerjisini, elektrik enerjisine çevirmenin en önemli sorunu; rüzgarın atmosferik koşullara bağlı olarak sürekli değişmesidir. Eğer kararlı bir rüzgarı, yapay olarak yaratabilirseniz, düzenli ve kararlı elektrik üretimi gerçekleştirebilirsiniz. İsrail Teknion Üniversitesi'nde hidroloji ve inşaat mühendisi Dan Zaslavsky, çok basit ama o derece görkemli bir çözüm öneriyor. Bu çözümde biraz çöl ve biraz tuzlu su var. Suyu belirli bir yüksekliğe pompa ile basıp güneşin bu suyu buharlaştırarak soğutması sağlanırsa, soğuk nemli bir hava kolonu elde edilebilir. Soğuk hava aşağıya çökeceği için, sistem ters baca gibi çalışacak ve yer seviyesinde kontrol edilebilen bir rüzgar yaratılabilinecektir.750 MW elektrik üretebilecek bir rüzgar santral kompleksi için, gerekli bacanın boyutları 1000 m yükseklik ve 500 m çap olarak hesaplanıyor; dünyanın en yüksek binası 500 m'dir. Bacanın veya modern Babil kulesinin alüminyumdan hafif konstrüksiyon ile yapılacağını ve ağırlığının 300 m'lik Eiffel kulesinin üçte biri kadar; yani 40000 ton olacağını, inşaatının üç yıl kadar sürüp, yaklaşık 250 milyon dolara mal olacağı da göz önüne alındığında, prensipte basitmiş gibi görülen bu sistemin görkemi hakkında daha çok fikir sahibi oluyorsunuz.

Düş Ofis

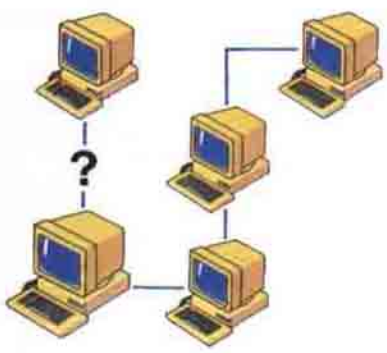
Sabah kalabalık otobüs ile işe gelen, çalışma ortamı yazın sıcak, kışın da soğuk olan bir memurun çalışmasından verim alınabileceği söylenemez. Japonya'da Hazama firması, akıllı bir bina yapmayı planlıyor: İşe gelen memur binaya girerken; binanın bilgisayar sistemi onu tanıyacak; kapıları açıp belki de günaydın diyecek ve en sevdiği içeceği sunacak; telefon ile arandığında artık hiç kimse yerinde olmadığını söylemeyecek, bina içinde dolaşırken bilgisayar tarafından izlenip, gittiği yöne en yakın telefon ile bağlantı kurulacak; masasında bir tek bilgisayar bulunacak ve bu bilgisayar fax, telefon, fotokopi gibi diğer ofis makineleri yerine geçecek.

Bu binaya, Hiper Zeki Bina adı veriliyor ve henüz düşünce safhasında. Tokyo Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Doçenti Ken Sakamura'nın bu fikrinin yakın bir gelecekte uygulanma şansı çok yüksek ve fikrin temelini "El Terminali" diyebileceğimiz, içinde minyatür mikrofon, operlör ve sıvı kristal bir ekranı olan kredi kartı büyüklüğündeki kimlik kartı oluşturuyor.

Dünyası

INTERNET'te Gizlilik

INTERNET aracılığı ile mesaj yolladığınızda, yazdıklarınızı herkes ve özellikle yasa koruculari okuyabilir. Bazı üniversitelerimizde bitnet mesajlarının sansürden geçirildiği ve uygunsuz görülenlerin silindiği de bir gerçektir. Eğer mesajlarınızı yazdıktan sonra kodlar ve alıcıya bu kodu önceden bildirirseniz, mesajınızı sadece okumasını istediğiniz kişi okuyabilir. Bu durumun yasa koruyucuları için önemli yanı kodlanmış mesajı çözmek için gereksiz yere harcayacakları zamandır. INTERNET'i kullanan milyonlarca kişinin bu gibi işlere kalkışması, yasa koruyucularını hiç iş yapamaz hale getirecektir. İşte bu nedenle kodlama yazılımlarının bedava dağıtımı veya ABD dışına çıkartılması yasaktır. Boulder Colarado'dan Philip Zimmerman yazdığı "Pretty Good Privacy" adlı bir programı INTERNET'e koyup kullanıma açtığı için, hakkında soğuk savaş yıllarından kalan bir yasaya dayanarak dava açıldı. INTERNET'te bu yazılımı bulunduran MIT yanlız ABD vatandaşlarına kullanma hakkı tanıyor ve işi sıkı tutuyor.



Kaçak Yolcu Algılayıcısı

Ekonomik veya politik nedenler ile insanlar gemi veya kamyonlarda gizlice yolculuk etmek zorunda kalırlar.

Güvenlik açısından oldukça tehlikeli olan bu yolculuk şekliyle, ulaşım firmaları ve güvenlik güçleri sürekli mücadele ederler. Artık kapalı konteynerleri kontrol etmek için uzun zaman kaybetmek gerekmiyor; çok kısa sürede, gümrük mühürünü bozmadan, içeride canlı olup olmadığı anlaşılabiliyor.

Kanada'daki Armstrong Monitoring Company adlı firma, mantar üretiminde kulanılan bir kızılötesi algılayıcıda yaptığı değişiklikle, kapalı hacimlerdeki korbondioksit miktarını ölçebiliyor.

Ufak bir delikten içeri sokulan algılayıcı, gazın kızılötesi soğurmasını ölçüyor. Havada 300-500 ppm olan karbondioksit, insanın bulunduğu beş tonluk bir konteynerde, beş dakikada 1000 ppm düzeyine ulaşıyor. Bilet alıp seyahat etmek artık kaçınılmaz oldu.

Yeni Yonga

Yeni bilgisayarlar IBM ve Apple'ın öncülüğünü yaptığı RISC (Kısaltılmış Komut Set Hesaplaması) yongaları ile yapılacağa benziyor.

Dünya'nın en büyük yonga yapımcısı Intel, Hewlett-Packard ile ortaklaşa 1998'de piyasaya çıkarmayı planladığı yeni yongasında RISC teknolojisinden yararlanacağını açıkladı.

Geçtiğimiz yıl içinde IBM ve Apple Motorola Power PC yongalarını çıkartmış, buna karşı Intelde Pentium ile piyasaya çıkmıştı.

Power PC RISC teknolojisini kullanırken, Pentium Intel'in eski tasarımları olan 80x86 yonga ailesi ile uyumlu olması için, RISC teknolojisinden daha az yararlanmıştı. Intel ve Hewlett-Packard RISC teknolojisinin yanı sıra WideWord (Geniş Kelime) ve Very Long Instruction Word (Çok Uzun Komut Kelimesi) tasarımlarıyla ilgilenmekte.

Yeni Intel yongası 64-bit adresleme yapabilecek ve 16000 gigabayt belleğe erişebilecek. 80486'lar veya Motorola 60380'ler 32-bitlik kelimeler üzerine işlem yaptığından 4 gigabayt belleğe erişebilirler.

Osman Kadiroğlu

Teknoloji

Kasetsiz Teypler

İçinde hareket eden parçası olan her makine aşınır; yeni aldığınız kaset çalarınızın bir süre sonra işe yaramaz hale geleceğini kabul etmek zorundasınız.

Şimdilerde piyasaya çıkmaya başlayan yeni bir ses kaydedicinin içinde, hareket eden hiçbir parça yok; tümüyle katı hal parçalardan yapılmış; sesi sayısal olarak kayıt ediyor.

Avuç içine sığan bu yeni aletin geleceği çok parlak. Şimdilik yarım saat kadar kayıt yapabiliyor. Katı hal belleğini bir bilgisayara bağladığınızda, tüm kayıt edilen mesajları hem dinleyip, hem yazıya çevirebiliyorsunuz.

Yakın bir gelecekte, işadamlarının vazgeçilmez bir gereci olacak bu yeni aygıtın, müzik kaydetip çalması için büyük olasılıkla çalışmalar devam etmektedir.

En Uzun Baca

Rüzgar enerjisini, elektrik enerjisine çevirmenin en önemli sorunu; rüzgarın atmosferik koşullara bağlı olarak sürekli değişmesidir. Eğer kararlı bir rüzgarı, yapay olarak yaratabilirseniz, düzenli ve kararlı elektrik üretimi gerçekleştirebilirsiniz. İsrail Teknion Üniversitesi'nde hidroloji ve inşaat mühendisi Dan Zaslavsky, çok basit ama o derece görkemli bir çözüm öneriyor. Bu çözümde biraz çöl ve biraz tuzlu su var. Suyu belirli bir yüksekliğe pompa ile basıp güneşin bu suyu buharlaştırarak soğutması sağlanırsa, soğuk nemli bir hava kolonu elde edilebilir. Soğuk hava aşağıya çökeceği için, sistem ters baca gibi çalışacak ve yer seviyesinde kontrol edilebilen bir rüzgar yaratılabilinecektir.750 MW elektrik üretebilecek bir rüzgar santral kompleksi için, gerekli bacanın boyutları 1000 m yükseklik ve 500 m çap olarak hesaplanıyor; dünyanın en yüksek binası 500 m'dir. Bacanın veya modern Babil kulesinin alüminyumdan hafif konstrüksiyon ile yapılacağını ve ağırlığının 300 m'lik Eiffel kulesinin üçte biri kadar; yani 40000 ton olacağını, inşaatının üç yıl kadar sürüp, yaklaşık 250 milyon dolara mal olacağı da göz önüne alındığında, prensipte basitmiş gibi görülen bu sistemin görkemi hakkında daha çok fikir sahibi oluyorsunuz.

Düş Ofis

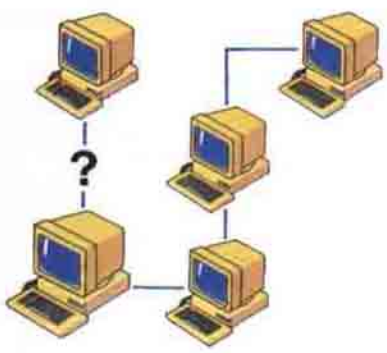
Sabah kalabalık otobüs ile işe gelen, çalışma ortamı yazın sıcak, kışın da soğuk olan bir memurun çalışmasından verim alınabileceği söylenemez. Japonya'da Hazama firması, akıllı bir bina yapmayı planlıyor: İşe gelen memur binaya girerken; binanın bilgisayar sistemi onu tanıyacak; kapıları açıp belki de günaydın diyecek ve en sevdiği içeceği sunacak; telefon ile arandığında artık hiç kimse yerinde olmadığını söylemeyecek, bina içinde dolaşırken bilgisayar tarafından izlenip, gittiği yöne en yakın telefon ile bağlantı kurulacak; masasında bir tek bilgisayar bulunacak ve bu bilgisayar fax, telefon, fotokopi gibi diğer ofis makineleri yerine geçecek.

Bu binaya, Hiper Zeki Bina adı veriliyor ve henüz düşünce safhasında. Tokyo Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Doçenti Ken Sakamura'nın bu fikrinin yakın bir gelecekte uygulanma şansı çok yüksek ve fikrin temelini "El Terminali" diyebileceğimiz, içinde minyatür mikrofon, operlör ve sıvı kristal bir ekranı olan kredi kartı büyüklüğündeki kimlik kartı oluşturuyor.

Dünyası

INTERNET'te Gizlilik

INTERNET aracılığı ile mesaj yolladığınızda, yazdıklarınızı herkes ve özellikle yasa koruculari okuyabilir. Bazı üniversitelerimizde bitnet mesajlarının sansürden geçirildiği ve uygunsuz görülenlerin silindiği de bir gerçektir. Eğer mesajlarınızı yazdıktan sonra kodlar ve alıcıya bu kodu önceden bildirirseniz, mesajınızı sadece okumasını istediğiniz kişi okuyabilir. Bu durumun yasa koruyucuları için önemli yanı kodlanmış mesajı çözmek için gereksiz yere harcayacakları zamandır. INTERNET'i kullanan milyonlarca kişinin bu gibi işlere kalkışması, yasa koruyucularını hiç iş yapamaz hale getirecektir. İşte bu nedenle kodlama yazılımlarının bedava dağıtımı veya ABD dışına çıkartılması yasaktır. Boulder Colarado'dan Philip Zimmerman yazdığı "Pretty Good Privacy" adlı bir programı INTERNET'e koyup kullanıma açtığı için, hakkında soğuk savaş yıllarından kalan bir yasaya dayanarak dava açıldı. INTERNET'te bu yazılımı bulunduran MIT yanlız ABD vatandaşlarına kullanma hakkı tanıyor ve işi sıkı tutuyor.



Kaçak Yolcu Algılayıcısı

Ekonomik veya politik nedenler ile insanlar gemi veya kamyonlarda gizlice yolculuk etmek zorunda kalırlar.

Güvenlik açısından oldukça tehlikeli olan bu yolculuk şekliyle, ulaşım firmaları ve güvenlik güçleri sürekli mücadele ederler. Artık kapalı konteynerleri kontrol etmek için uzun zaman kaybetmek gerekmiyor; çok kısa sürede, gümrük mühürünü bozmadan, içeride canlı olup olmadığı anlaşılabiliyor.

Kanada'daki Armstrong Monitoring Company adlı firma, mantar üretiminde kulanılan bir kızılötesi algılayıcıda yaptığı değişiklikle, kapalı hacimlerdeki korbondioksit miktarını ölçebiliyor.

Ufak bir delikten içeri sokulan algılayıcı, gazın kızılötesi soğurmasını ölçüyor. Havada 300-500 ppm olan karbondioksit, insanın bulunduğu beş tonluk bir konteynerde, beş dakikada 1000 ppm düzeyine ulaşıyor. Bilet alıp seyahat etmek artık kaçınılmaz oldu.

Yeni Yonga

Yeni bilgisayarlar IBM ve Apple'ın öncülüğünü yaptığı RISC (Kısaltılmış Komut Set Hesaplaması) yongaları ile yapılacağa benziyor.

Dünya'nın en büyük yonga yapımcısı Intel, Hewlett-Packard ile ortaklaşa 1998'de piyasaya çıkarmayı planladığı yeni yongasında RISC teknolojisinden yararlanacağını açıkladı.

Geçtiğimiz yıl içinde IBM ve Apple Motorola Power PC yongalarını çıkartmış, buna karşı Intelde Pentium ile piyasaya çıkmıştı.

Power PC RISC teknolojisini kullanırken, Pentium Intel'in eski tasarımları olan 80x86 yonga ailesi ile uyumlu olması için, RISC teknolojisinden daha az yararlanmıştı. Intel ve Hewlett-Packard RISC teknolojisinin yanı sıra WideWord (Geniş Kelime) ve Very Long Instruction Word (Çok Uzun Komut Kelimesi) tasarımlarıyla ilgilenmekte.

Yeni Intel yongası 64-bit adresleme yapabilecek ve 16000 gigabayt belleğe erişebilecek. 80486'lar veya Motorola 60380'ler 32-bitlik kelimeler üzerine işlem yaptığından 4 gigabayt belleğe erişebilirler.

Osman Kadiroğlu

Teknoloji

Kasetsiz Teypler

İçinde hareket eden parçası olan her makine aşınır; yeni aldığınız kaset çalarınızın bir süre sonra işe yaramaz hale geleceğini kabul etmek zorundasınız.

Şimdilerde piyasaya çıkmaya başlayan yeni bir ses kaydedicinin içinde, hareket eden hiçbir parça yok; tümüyle katı hal parçalardan yapılmış; sesi sayısal olarak kayıt ediyor.

Avuç içine sığan bu yeni aletin geleceği çok parlak. Şimdilik yarım saat kadar kayıt yapabiliyor. Katı hal belleğini bir bilgisayara bağladığınızda, tüm kayıt edilen mesajları hem dinleyip, hem yazıya çevirebiliyorsunuz.

Yakın bir gelecekte, işadamlarının vazgeçilmez bir gereci olacak bu yeni aygıtın, müzik kaydetip çalması için büyük olasılıkla çalışmalar devam etmektedir.

En Uzun Baca

Rüzgar enerjisini, elektrik enerjisine çevirmenin en önemli sorunu; rüzgarın atmosferik koşullara bağlı olarak sürekli değişmesidir. Eğer kararlı bir rüzgarı, yapay olarak yaratabilirseniz, düzenli ve kararlı elektrik üretimi gerçekleştirebilirsiniz. İsrail Teknion Üniversitesi'nde hidroloji ve inşaat mühendisi Dan Zaslavsky, çok basit ama o derece görkemli bir çözüm öneriyor. Bu çözümde biraz çöl ve biraz tuzlu su var. Suyu belirli bir yüksekliğe pompa ile basıp güneşin bu suyu buharlaştırarak soğutması sağlanırsa, soğuk nemli bir hava kolonu elde edilebilir. Soğuk hava aşağıya çökeceği için, sistem ters baca gibi çalışacak ve yer seviyesinde kontrol edilebilen bir rüzgar yaratılabilinecektir.750 MW elektrik üretebilecek bir rüzgar santral kompleksi için, gerekli bacanın boyutları 1000 m yükseklik ve 500 m çap olarak hesaplanıyor; dünyanın en yüksek binası 500 m'dir. Bacanın veya modern Babil kulesinin alüminyumdan hafif konstrüksiyon ile yapılacağını ve ağırlığının 300 m'lik Eiffel kulesinin üçte biri kadar; yani 40000 ton olacağını, inşaatının üç yıl kadar sürüp, yaklaşık 250 milyon dolara mal olacağı da göz önüne alındığında, prensipte basitmiş gibi görülen bu sistemin görkemi hakkında daha çok fikir sahibi oluyorsunuz.

Düş Ofis

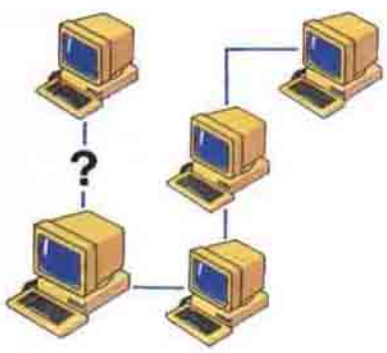
Sabah kalabalık otobüs ile işe gelen, çalışma ortamı yazın sıcak, kışın da soğuk olan bir memurun çalışmasından verim alınabileceği söylenemez. Japonya'da Hazama firması, akıllı bir bina yapmayı planlıyor: İşe gelen memur binaya girerken; binanın bilgisayar sistemi onu tanıyacak; kapıları açıp belki de günaydın diyecek ve en sevdiği içeceği sunacak; telefon ile arandığında artık hiç kimse yerinde olmadığını söylemeyecek, bina içinde dolaşırken bilgisayar tarafından izlenip, gittiği yöne en yakın telefon ile bağlantı kurulacak; masasında bir tek bilgisayar bulunacak ve bu bilgisayar fax, telefon, fotokopi gibi diğer ofis makineleri yerine geçecek.

Bu binaya, Hiper Zeki Bina adı veriliyor ve henüz düşünce safhasında. Tokyo Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Doçenti Ken Sakamura'nın bu fikrinin yakın bir gelecekte uygulanma şansı çok yüksek ve fikrin temelini "El Terminali" diyebileceğimiz, içinde minyatür mikrofon, operlör ve sıvı kristal bir ekranı olan kredi kartı büyüklüğündeki kimlik kartı oluşturuyor.

Dünyası

INTERNET'te Gizlilik

INTERNET aracılığı ile mesaj yolladığınızda, yazdıklarınızı herkes ve özellikle yasa koruculari okuyabilir. Bazı üniversitelerimizde bitnet mesajlarının sansürden geçirildiği ve uygunsuz görülenlerin silindiği de bir gerçektir. Eğer mesajlarınızı yazdıktan sonra kodlar ve alıcıya bu kodu önceden bildirirseniz, mesajınızı sadece okumasını istediğiniz kişi okuyabilir. Bu durumun yasa koruyucuları için önemli yanı kodlanmış mesajı çözmek için gereksiz yere harcayacakları zamandır. INTERNET'i kullanan milyonlarca kişinin bu gibi işlere kalkışması, yasa koruyucularını hiç iş yapamaz hale getirecektir. İşte bu nedenle kodlama yazılımlarının bedava dağıtımı veya ABD dışına çıkartılması yasaktır. Boulder Colarado'dan Philip Zimmerman yazdığı "Pretty Good Privacy" adlı bir programı INTERNET'e koyup kullanıma açtığı için, hakkında soğuk savaş yıllarından kalan bir yasaya dayanarak dava açıldı. INTERNET'te bu yazılımı bulunduran MIT yanlız ABD vatandaşlarına kullanma hakkı tanıyor ve işi sıkı tutuyor.



Kaçak Yolcu Algılayıcısı

Ekonomik veya politik nedenler ile insanlar gemi veya kamyonlarda gizlice yolculuk etmek zorunda kalırlar.

Güvenlik açısından oldukça tehlikeli olan bu yolculuk şekliyle, ulaşım firmaları ve güvenlik güçleri sürekli mücadele ederler. Artık kapalı konteynerleri kontrol etmek için uzun zaman kaybetmek gerekmiyor; çok kısa sürede, gümrük mühürünü bozmadan, içeride canlı olup olmadığı anlaşılabiliyor.

Kanada'daki Armstrong Monitoring Company adlı firma, mantar üretiminde kulanılan bir kızılötesi algılayıcıda yaptığı değişiklikle, kapalı hacimlerdeki korbondioksit miktarını ölçebiliyor.

Ufak bir delikten içeri sokulan algılayıcı, gazın kızılötesi soğurmasını ölçüyor. Havada 300-500 ppm olan karbondioksit, insanın bulunduğu beş tonluk bir konteynerde, beş dakikada 1000 ppm düzeyine ulaşıyor. Bilet alıp seyahat etmek artık kaçınılmaz oldu.

Yeni Yonga

Yeni bilgisayarlar IBM ve Apple'ın öncülüğünü yaptığı RISC (Kısaltılmış Komut Set Hesaplaması) yongaları ile yapılacağa benziyor.

Dünya'nın en büyük yonga yapımcısı Intel, Hewlett-Packard ile ortaklaşa 1998'de piyasaya çıkarmayı planladığı yeni yongasında RISC teknolojisinden yararlanacağını açıkladı.

Geçtiğimiz yıl içinde IBM ve Apple Motorola Power PC yongalarını çıkartmış, buna karşı Intelde Pentium ile piyasaya çıkmıştı.

Power PC RISC teknolojisini kullanırken, Pentium Intel'in eski tasarımları olan 80x86 yonga ailesi ile uyumlu olması için, RISC teknolojisinden daha az yararlanmıştı. Intel ve Hewlett-Packard RISC teknolojisinin yanı sıra WideWord (Geniş Kelime) ve Very Long Instruction Word (Çok Uzun Komut Kelimesi) tasarımlarıyla ilgilenmekte.

Yeni Intel yongası 64-bit adresleme yapabilecek ve 16000 gigabayt belleğe erişebilecek. 80486'lar veya Motorola 60380'ler 32-bitlik kelimeler üzerine işlem yaptığından 4 gigabayt belleğe erişebilirler.

Osman Kadiroğlu

Teknoloji

Kasetsiz Teypler

İçinde hareket eden parçası olan her makine aşınır; yeni aldığınız kaset çalarınızın bir süre sonra işe yaramaz hale geleceğini kabul etmek zorundasınız.

Şimdilerde piyasaya çıkmaya başlayan yeni bir ses kaydedicinin içinde, hareket eden hiçbir parça yok; tümüyle katı hal parçalardan yapılmış; sesi sayısal olarak kayıt ediyor.

Avuç içine sığan bu yeni aletin geleceği çok parlak. Şimdilik yarım saat kadar kayıt yapabiliyor. Katı hal belleğini bir bilgisayara bağladığınızda, tüm kayıt edilen mesajları hem dinleyip, hem yazıya çevirebiliyorsunuz.

Yakın bir gelecekte, işadamlarının vazgeçilmez bir gereci olacak bu yeni aygıtın, müzik kaydetip çalması için büyük olasılıkla çalışmalar devam etmektedir.

En Uzun Baca

Rüzgar enerjisini, elektrik enerjisine çevirmenin en önemli sorunu; rüzgarın atmosferik koşullara bağlı olarak sürekli değişmesidir. Eğer kararlı bir rüzgarı, yapay olarak yaratabilirseniz, düzenli ve kararlı elektrik üretimi gerçekleştirebilirsiniz. İsrail Teknion Üniversitesi'nde hidroloji ve inşaat mühendisi Dan Zaslavsky, çok basit ama o derece görkemli bir çözüm öneriyor. Bu çözümde biraz çöl ve biraz tuzlu su var. Suyu belirli bir yüksekliğe pompa ile basıp güneşin bu suyu buharlaştırarak soğutması sağlanırsa, soğuk nemli bir hava kolonu elde edilebilir. Soğuk hava aşağıya çökeceği için, sistem ters baca gibi çalışacak ve yer seviyesinde kontrol edilebilen bir rüzgar yaratılabilinecektir.750 MW elektrik üretebilecek bir rüzgar santral kompleksi için, gerekli bacanın boyutları 1000 m yükseklik ve 500 m çap olarak hesaplanıyor; dünyanın en yüksek binası 500 m'dir. Bacanın veya modern Babil kulesinin alüminyumdan hafif konstrüksiyon ile yapılacağını ve ağırlığının 300 m'lik Eiffel kulesinin üçte biri kadar; yani 40000 ton olacağını, inşaatının üç yıl kadar sürüp, yaklaşık 250 milyon dolara mal olacağı da göz önüne alındığında, prensipte basitmiş gibi görülen bu sistemin görkemi hakkında daha çok fikir sahibi oluyorsunuz.

Düş Ofis

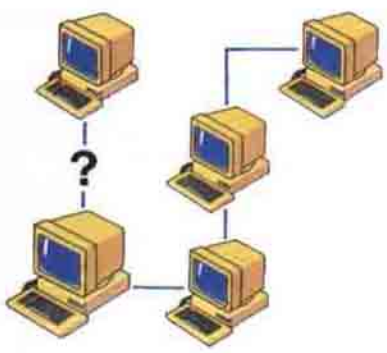
Sabah kalabalık otobüs ile işe gelen, çalışma ortamı yazın sıcak, kışın da soğuk olan bir memurun çalışmasından verim alınabileceği söylenemez. Japonya'da Hazama firması, akıllı bir bina yapmayı planlıyor: İşe gelen memur binaya girerken; binanın bilgisayar sistemi onu tanıyacak; kapıları açıp belki de günaydın diyecek ve en sevdiği içeceği sunacak; telefon ile arandığında artık hiç kimse yerinde olmadığını söylemeyecek, bina içinde dolaşırken bilgisayar tarafından izlenip, gittiği yöne en yakın telefon ile bağlantı kurulacak; masasında bir tek bilgisayar bulunacak ve bu bilgisayar fax, telefon, fotokopi gibi diğer ofis makineleri yerine geçecek.

Bu binaya, Hiper Zeki Bina adı veriliyor ve henüz düşünce safhasında. Tokyo Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Doçenti Ken Sakamura'nın bu fikrinin yakın bir gelecekte uygulanma şansı çok yüksek ve fikrin temelini "El Terminali" diyebileceğimiz, içinde minyatür mikrofon, operlör ve sıvı kristal bir ekranı olan kredi kartı büyüklüğündeki kimlik kartı oluşturuyor.

Dünyası

INTERNET'te Gizlilik

INTERNET aracılığı ile mesaj yolladığınızda, yazdıklarınızı herkes ve özellikle yasa koruculari okuyabilir. Bazı üniversitelerimizde bitnet mesajlarının sansürden geçirildiği ve uygunsuz görülenlerin silindiği de bir gerçektir. Eğer mesajlarınızı yazdıktan sonra kodlar ve alıcıya bu kodu önceden bildirirseniz, mesajınızı sadece okumasını istediğiniz kişi okuyabilir. Bu durumun yasa koruyucuları için önemli yanı kodlanmış mesajı çözmek için gereksiz yere harcayacakları zamandır. INTERNET'i kullanan milyonlarca kişinin bu gibi işlere kalkışması, yasa koruyucularını hiç iş yapamaz hale getirecektir. İşte bu nedenle kodlama yazılımlarının bedava dağıtımı veya ABD dışına çıkartılması yasaktır. Boulder Colarado'dan Philip Zimmerman yazdığı "Pretty Good Privacy" adlı bir programı INTERNET'e koyup kullanıma açtığı için, hakkında soğuk savaş yıllarından kalan bir yasaya dayanarak dava açıldı. INTERNET'te bu yazılımı bulunduran MIT yanlız ABD vatandaşlarına kullanma hakkı tanıyor ve işi sıkı tutuyor.



Kaçak Yolcu Algılayıcısı

Ekonomik veya politik nedenler ile insanlar gemi veya kamyonlarda gizlice yolculuk etmek zorunda kalırlar.

Güvenlik açısından oldukça tehlikeli olan bu yolculuk şekliyle, ulaşım firmaları ve güvenlik güçleri sürekli mücadele ederler. Artık kapalı konteynerleri kontrol etmek için uzun zaman kaybetmek gerekmiyor; çok kısa sürede, gümrük mühürünü bozmadan, içeride canlı olup olmadığı anlaşılabiliyor.

Kanada'daki Armstrong Monitoring Company adlı firma, mantar üretiminde kulanılan bir kızılötesi algılayıcıda yaptığı değişiklikle, kapalı hacimlerdeki korbondioksit miktarını ölçebiliyor.

Ufak bir delikten içeri sokulan algılayıcı, gazın kızılötesi soğurmasını ölçüyor. Havada 300-500 ppm olan karbondioksit, insanın bulunduğu beş tonluk bir konteynerde, beş dakikada 1000 ppm düzeyine ulaşıyor. Bilet alıp seyahat etmek artık kaçınılmaz oldu.

Yeni Yonga

Yeni bilgisayarlar IBM ve Apple'ın öncülüğünü yaptığı RISC (Kısaltılmış Komut Set Hesaplaması) yongaları ile yapılacağa benziyor.

Dünya'nın en büyük yonga yapımcısı Intel, Hewlett-Packard ile ortaklaşa 1998'de piyasaya çıkarmayı planladığı yeni yongasında RISC teknolojisinden yararlanacağını açıkladı.

Geçtiğimiz yıl içinde IBM ve Apple Motorola Power PC yongalarını çıkartmış, buna karşı Intelde Pentium ile piyasaya çıkmıştı.

Power PC RISC teknolojisini kullanırken, Pentium Intel'in eski tasarımları olan 80x86 yonga ailesi ile uyumlu olması için, RISC teknolojisinden daha az yararlanmıştı. Intel ve Hewlett-Packard RISC teknolojisinin yanı sıra WideWord (Geniş Kelime) ve Very Long Instruction Word (Çok Uzun Komut Kelimesi) tasarımlarıyla ilgilenmekte.

Yeni Intel yongası 64-bit adresleme yapabilecek ve 16000 gigabayt belleğe erişebilecek. 80486'lar veya Motorola 60380'ler 32-bitlik kelimeler üzerine işlem yaptığından 4 gigabayt belleğe erişebilirler.

Osman Kadiroğlu

Elektronik Dünyası

Babür Eryalçın

Elektronik, Mantık ve Zaman

ZAMAN, daha önce olan ve bundan sonra olacak olayların birbiri ardına düşüncemizde yarattığı, başı ve sonu bilinmeyen soyut kavram; yani bir bilinmezlik ve merak konusu. Zamanı öğrenmek, bulunduğu zaman dilimini hesaplamak, hatta hepsinin ötesinde zamana hükmetmek ise, yüzyıllardır insanın en büyük düşüncesi ve hayali olmuştur. Başlangıçta zamanı hesaplamak için güneşten, aydan ve yıldızlardan yararlanılmış; fakat dünyanın konumunda olan değişikliklerden dolayı oluşan iklim farklılıkları gündüz ve gece uzunluğunun değişkenliğine neden olmuş, dolayısıyla daha doğru ve güvenilir bir zaman hesaplama yöntemine gereksinim duyulmuştur. Böylece yapılan titiz hesaplamalardan sonra, gün 24 saat, 1 saat 60 dakika, 1 dakika 60 saniye gibi zaman dilimleri kullanılmış ve bu tanımlamalar saat denilen kavram da bütünleştirilmiştir (Hatta milisaniye, mikrosaniye, nanosaniye vb... gibi daha küçük zaman dilimleri de vardır; bu zaman aralıkları daha çok bilimsel araştırmalarda kullanılmaktadır).

Mekaniğin ilerlemesi ile birlikte ortaya çıkan mekanik saatler, geçen süre için de günlük hayatın bir parçası haline gelmiştir. Başlangıçta çok karmaşık ve büyük mekanizmalardan meydana gelen saatler zamanla basitleşmiş ve küçülmüştür. Özellikle İsveç bu konuda dünya saatçiliğinde bir numara olmuştur. Ne var ki, mekanik saatler yüksek maliyetleri yüzünden herkes tarafından kolayca alınabilen bir meta olmaktan uzak kalmıştır. Bu durum karşısında, herkese hitap edebilecek saatlerin yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır.

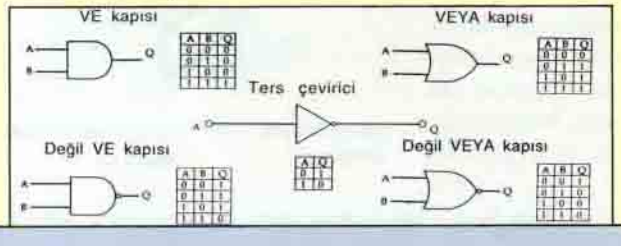
Bilimsel araştırmalar ışığında atomun yapısının, dolaylı yoldan katı hal fiziğinde kristal yapının daha iyi anlaşılması; teknolojide ve dijital elektronikteki ilerlemelerle çok işlevli elektronik saatler üretilmiştir ki, bu saatler duyulan gereksinimi fazlasıyla karşılamış; mekanik saatleri bir anda sadece meraklıların ilgisini çeken makineler haline dönüştürmeye de yetmiştir. Hatta artık günümüzde İsveç bile klasik görünüşlü; fakat elektronik bir işletme sistemine sahip saatler üretmektedir. Bu saatler maliyet olarak daha ucuz (bu tür elektronik saatleri küçük bir atölyede bile üretmek olasıdır. Fazla bir işçilik ve malzeme gerektirmez. Örneğin, bu tür saatler Uzak Doğu Ülkeleri'nde (Tayvan, Kore, vb...) son derece basit atölyelerde, elde üretilmektedir. Her ne kadar çoğu taklit te olsa, genellikle çok ucuz olmalarından dolayı, bozulunca atılıp yenisi alınmaktadır) ve mekanik saatlerin aksine neredeyse sonsuz ömürlüdür; hatalı gösterme olasılıkları sadece bir yılda bir ya da iki saniye kadardır; kurma derdi yoktur, küçük bir pil ile yıllarca çalışabilir; iklim şartlarından etkilenmez ve hatta çoğu suyun içinde bile kullanılabilir. Ne var ki, elektronik saatlerin görünüşleri, mekanik saatler kadar ince ve zarif değildir, ancak mekanik saatlerden daha fazla işleve sahiptirler. Birçok modelinde, saatten başka hesap makinesi veya telefon rehberi, hatta radyo veya televizyon gibi ek özellikler vardır.

Tüm elektronik saatlerin en büyük ortak özelliği içlerinde bulunan "counter", yani sayıcı devreleridir. Bu sayıcılar elektronik saatlerin kalbi sayılan kristalde (genellikle saatlerde "Quartz" ve "Lithium" kristalleri kullanılmaktadır) oluşan elektronik salınımı saymaktadır. Bu sayım sonucu, dijital entegrelerin içinde bulunan küçük devreleri harekete geçirip "binary", yani ikilik sisteme karşılık gelen ve aslında voltaj değerleri olan sayı çıktıları elde edilir. Bu çıktılar "logic", yani mantık devrelerinden geçerek belirli işlemlere uğrarlar. Sonuçta, bilgi göstergelerden okunur. Dijital devreleri, bir bakıma elektronik sinyalleri (ki saatlerde bu sinyaller kristaldeki elektron salınımıdır) anlaşılır ya da kullanılabilir ondalık sayılar haline dönüştüren geçiş, ya da başka bir deyişle çevirici sistemler olarak düşünebiliriz.

Elektronik Notları

Dijital elektronikte kapı olarak tanınan mantık sistemleri, bilinen basit mantığın, elektronik elemanlarla oluşturulması sayesinde gerçekleşir. "Inverter", yani "ters çevirici" gelen voltajı tersine çevirmekte kullanılır. Aslında bu konuşma dilinde bilindiği anlamda bir ters çevirme işlemi değildir.

Gelen voltaj "1"e karşılık geliyorsa "0"a, "0"a karşılık geliyorsa "1"e çevirmek demektir. Bu "1" ve "0" çıkışları ise, kullanılan entegrenin türüne göre değişen voltaj değerleridir. "AND" yani "VE" kapısı ise, sadece giriş voltajlarının tamamının "1" olması halinde açılarak "1" çıktısı verir. Herhangi bir şekilde "0" içeren bir giriş VE kapısının açılmasını önler. Bu da gösteriyor ki, mantık kapılarının (ters çevirici hariç) birden fazla girişi olabilir. "OR" yani "VEYA" kapısında ise, girişlerinden birinin "1" olması, kapının açılıp "1" çıktısı elde etmek için yeterlidir. Bu kapı sadece tüm girişlerin "0" olması halinde "0" çıkış verir. "NAND" yani "DEĞİL VE" kapısı ise, "VE" kapısının tam tersine, eğer girişlerin tümü "1" ise, çıkış "0" olur. "NOR" yani "DEĞİL VEYA" ise, sadece girişlerin tümünün "0" olması halinde çıkışta "1" verir. Aslında "DEĞİL VE" ve "DEĞİL VEYA" kapıları, çıkışına "ters çevirici" konulmuş "VE" ve "VEYA" kapılarından başka birşey değildir. Dijital elektronikte kullanılan tüm mantık işlemleri, bu basit mantık kapılarının birleştirilmesi ile oluşturulur. Dijital elektronik, mantık yanı bir kenara bırakıldığında, sadece belirli voltaj değerlerini kullanan elektronik sistemler, yani transistör sistemlerinin oluşturduğu devreler içerir. İşin kolay olmasının nedeni ise, çok karmaşık işlemlerin basit entegreler ile çözülebilmesidir. Yani, ard arda yapılması gereken mantık işlemlerinin çoğu tek bir entegre ile yapılabilmektedir. Saatler, bu tür entegrelerin kullanımına verilebilecek en güzel örnektir; çünkü tüm elektronik saatler temelde aynı özellikleri gösterdiği için piyasada özel üretilmiş saat entegreleri vardır.



Sayılabilen her şey için kullanılan dijital devrelerin çalışması, içlerinde bulunan mantık devreleri ile yapılan belirli mantık işlemleriyle mümkün olmaktadır. Sayıcı entegrelerin içinde bulunan ve belirli transistör devrelerinin oluşturduğu sistem, farklı çıkış noktalarından "1" ve "0" sayılarını oluşturan çıktıların elde edilmesini sağlar. İşte bu çıktılar, mantık devreleri yardımıyla belirli mantık işlemlerinden geçer. Bu mantık işlemleri, AND - VE; OR - VEYA; NAND - DEĞİL VE; NOR - DEĞİL VEYA; Inverter - Ters Çevirici kapılar olarak, beş temel mantık kapısına ayrılır. Mantık devreleri ise, kısaca kapı denen beş mantık işleminin birleşiminden oluşur.

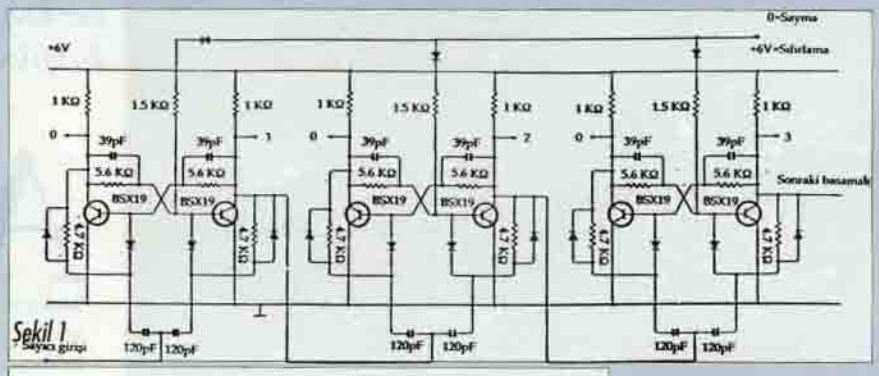
Dijital devrelerin çalışma prensibi olan ikilik sistemdeki sayı değerleri aslında voltaj çıkışlarıdır. "1" devrenin yapısına göre çıkışın yüksek, yani belirli bir voltaj değerine sahip olmasıdır. "0" ise, çıkışın sıfır voltta, yani altta olması demektir. Bu voltaj, kullanılan sisteme göre değişiklik gösterir. Bu sistemler arasında en yaygın bilinenler; CMOS ve TTL entegre sistemleridir. Düşük voltaj değerleri ile yapılan laboratuvar uygulamaları için en uygun entegreler TTL entegrelerdir. Hem oldukça sağlam, hem de hassastır. Ticari amaçlara yönelik olarak en çok kullanılan sistem ise, CMOS entegre sistemleridir. Bu iki sistem arasında bağlantı yapmak, voltaj değişikliği yapmakla çok rahat sağlanabilir. Bu voltaj değişikliği ile kastedilen; kullanılacak voltajı, gereken değere düşürmek ya da yükseltmektir.

Dijital, basit mantık sistemleri kullandığı için çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Saatlerden başlayıp, bilgisayar gibi karmaşık sistemlere, trafiği düzenleyen trafik ışıklarından, yüksek binalardaki asansörlere kadar daha bir çok sistemde kullanılmaktadır. Sistemin basitliği, mantık olarak doğru-yanlış kavramlarına; elektronik olarak çoğu zaman birçok işlevin tek bir entegreyle gerçekleştirilebilmesinden kaynaklanır. Araştırmaların yoğun olduğu çağımız, bu entegreleri yapı olarak daha karmaşık işlevleri bile gerçekleştirebilecek hale getirmeyi hedeflemektedir. İhtiyaçların artması ve buna karşın hammaddelerin tükenmesi ve ekonomik koşullar, daha karmaşık sistemlerin daha küçük alanlara sığdırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun sonucu olarak, hedeflenen sistemleri küçültebildiği kadar küçültmek, fakat çok daha fazla işlevi bir araya yerleştirmektir. Ancak böylece az yer kaplayan, ama çok iş yapan sistemlere sahip olabiliriz. Özellikle bilgisayar teknolojisinin en büyük hedefi budur. İşte bu araştırmalar sonucudur ki bilgisayarlar her geçen gün küçülmekte, buna karşın işlevleri ve fonksiyonları daha fazla artmaktadır.

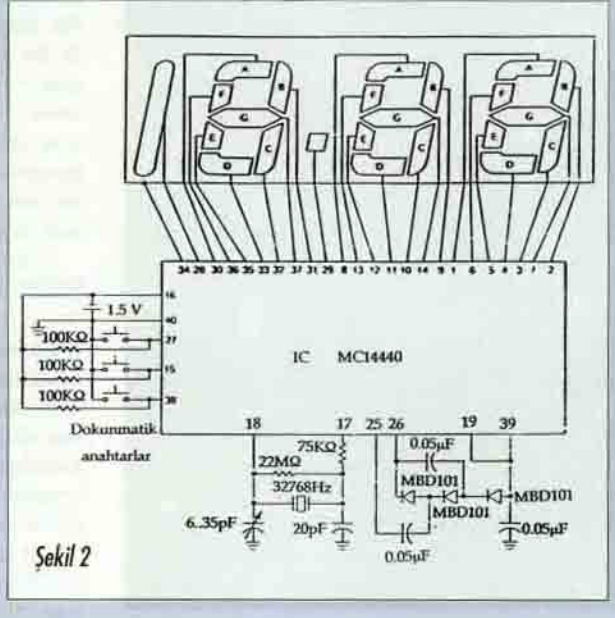
Sayıcı Devreler

Sayıcı devreler, entegre teknolojisi gelişmeden önce transistörler ile yapılıyordu. İlk olarak "Electronic Counting" dergisinde, 1967 yılında M. London tarafından tasarlanan ve "Modern Electronic Circuits Manual"da tekrarlanan birinci devre, bu tür transistörlü sayıcı kullanımına güzel bir örnektir. Devrede bulunan 0.5 amperlik BSX19 transistörü yerine, eşdeğeri olan BSX20 veya 2N2369 kullanılabilir. Devre çalışırken 5 MHz sayma hızına çıkabilir; devre ikilik yukarı sayan bir devre olup, şekilde sadece ilk üç basamağı verilmiştir; arkadan gelen basamaklar da ilk üç basamakla benzerdir, örneğin devre, benzer 4 basamaktan yapılırsa 16'ya kadar sayıp kendisini sıfırlayan 4 bitlik bir entegre gibi çalışır (Şekil 1). Şekil 2'deki ikinci devre ise, tek bir entegre kullanılarak yapılmış bir saat devresidir; 1.5 voltluk bir pille yaklaşık bir sene, 1 dakika hata payı ile çalışır; hata payının sebebi kullanılan kristalin hassasiyetinden kaynaklanmaktadır; devre, ilk olarak 1977'de Motorola firmasında J.Roy ve A.Mouton tarafından tasarlanmış ve "Modern Electronic Circuits Reference Manual"daki devre tekrarından alınmıştır; devre üzerinde bulunan pilin 1.5 voltluk çıkışı MBD101 Schottky diodları yardımıyla 4 volta çıkarılmaktadır.

Meraklılarına yönelik verilen bu iki devre, geçmişte tasarlanmış güzel örnekler olup, günümüzde daha yeni ve ileri modelleri vardır.



Şekil 1



Şekil 2

Aydınlatma için kullanılan ampullerin ömürleri, yanma süreleri ile değil, genellikle ne kadar çok açılıp kapatıldığına bağlıdır. Elektrik düğmesine basıldığında, düğmenin içindeki metal yüzeyler birbirine temas etmeden önce elektrik bir anlık atlama yapar. Bu atlama hattan, dolayısıyla ampulden bir an daha fazla akım geçmesine sebep olur. Bu aşırı akım geçişi kısa bir süre olduğu için yeni ampulü bozmaz, ama ömrünü azaltır; çünkü ampul filamenti, üretim sınırlarını zorlayan bir akıma maruz kalır. İşte bu nedenle iyice aşınmış olan eski bir ampul, genellikle ilk açışta yanar. Bunu önlemenin fazla bir çaresi yoktur; ancak anahtar yerine reosta (dimer) kullanmak ampulün böyle ani bir akıma maruz kalmasını önler. Ne var ki, reostalar oldukça pahalıdır. Bu nedenle ampulün ömrünü artırmanın en iyi yolu, sık açık kapamaları önlemekten geçer. Bu sadece ampuller için değil, tüm elektrikli ev aletler için geçerlidir. Eğer düzeneğinde gerekli koruma devresi bulunmayan elektrikli aletler sık açılıp kapatılırsa, kısa sürede arıza yapar. Bu tür arızaları önlemek için, hassas sistemlere ve modern elektronik cihazların girişlerine akım kontrol devreleri eklenmiştir. Bu ek devreler, sadece açma esnasında değil, ani akım ve voltaj değişikliklerine karşı da cihazı korur. Ani akım ve/veya voltaj değişikliklerinde, bazı marka televizyonların kendiliğinden kapanmasının sebebi de budur.

Eylül Ayında Gökyüzü

Alper Ateş

'Cygnus' Kuğu Takımyıldızı

Gökyüzünde dev bir Kuğu uzanıyor. Kuğu öylesine görkemli ve güzel ki, onu saatlerce gözlerinizi ayırmadan izleyebilirsiniz... Samanyolu'nun donuk aydınlığının önünde, başı Kartal takımyıldızına, kuyruğu Kraliçe'ye bakıyor ve Lir ile Yunus takımyıldızlarına uzanmış kanatlarıyla gece boyunca gökyüzünde uçuyor. Astronomi meraklılarının en çok ilgilendikleri takımyıldızlardan biri Kuğu... Onu her inceleyişte, daha önce farkedilmemiş birçok gökcismiyle karşılaşılıyor.

AĞUSTOS ayında Yay, Kalkan ve Kartal takımyıldızlarında başladığımız Samanyolu yolculuğumuza bu ay devam edeceğiz. Yeni rotamız, Kartal (Aquila) takımyıldızının ünlü yıldızı Altair'den başlayarak Kuğu (Cygnus-Signus) takımyıldızı yönünde uzanıyor. Bu rotayı izleyerek Samanyolu gökadasının en parlak gökcisimlerini incelemiş oluyoruz. Samanyolu'nu incelememizin amacı, Güneş'inde bir parçası olduğu bu dev yıldız sistemini tanımaktır. Bu inceleme sayesinde Samanyolu'na hayranlıkla bakmamızın yanısıra onu daha yakından tanıyacağız. Hakkında pek bir şey bilmeden de olsa, Samanyolu'nu gözlemek insanın hoşuna gidiyor; fakat onu bir kere yakından tanıyınca hayran olmamak elde değil!

Gözlemimiz, Eylül ayının herhangi bir gecesinde yapılabilir. Çünkü gözleyeceğimiz gökcisimleri, Eylül ayı boyunca gecenin ilk saatlerinden sabahın ilk ışıklarına kadar hep gökyüzünde bulunuyorlar. Yolculuğumuzun bu ayki başlangıç noktası, Kartal takımyıldızının en parlak yıldızı Altair... Dünya'ya 16.5 ışık yılı uzaklıkta olan Altair, uzayda bize en yakın yıldızlardan biri. Altair'i tanımak kolay: Parlak mavi renginden, kuzey ve güneyinde yer alan iki komşu yıldızdan, yakınlarında duran küçük Yunus'tan...

Altair'e kadar gelmişken, hemen doğusunda yer alan küçük bir takımyıldızı incelemeden geçmek olmaz. Altair'in yanıbaşında bulunan bu takımyıldızın

şekli bir paralel kenara benziyor. Paralel kenarın Altair'e bakan ucundan biraz aşağıda minik bir yıldız daha var... Bu takımyıldızın ismi Delphinus'tur; yani Yunus... Diğer pek çok takımyıldızın aksine Yunus, gerçekten ismini aldığı canlıya benzer. Yunus takımyıldızında amatör araçlar için çok ilginç bir gökcismi olmasa da sırf yıldızlardan oluşan bu Yunus balığı gerçekten çok şirin...

Şimdi başımızı bir parça daha kuzeye çevirelim; Kuğu takımyıldızı, Samanyolunun donuk pırıltısının önünde dev bir haç biçiminde. Ay başında, başucumuza yakınken, ay sonunda, kuzeybatıya kayacak. Kuğu takımyıldızının özelliği, çok fazla sayıda yıldıza sahip olması. Ünlü İngiliz besteci ve astronom Herchell, Samanyolu'nu incelerken, Kuğu takımyıldızı içinde beş derecelik bir alanda teleskopuyla, 331 000 yıldız tespit etmiş. Bu, gökyüzünde eşine az rastlanan bir zenginlik... Bu yüzden pek çok astronom, Kuğu takımyıldızını sırf zevk için izliyorlar.

Kuğu takımyıldızının en önemli gökcismi, temiz ve karanlık gecelerde çıplak gözle seçilebilen Kuzey Amerika bulutsusudur. NGC numarası 7000 olan bulutsu, Kuğu'nun en parlak yıldızı Deneb'in yanıbaşındadır. Deneb'den ikinci parlak yıldız Albireo'ya uzanan yol, sayısız yıldız, yıldız kümesi ve karanlık bulutsuyla doludur. Çıplak gözle, şehir ışıklarından uzak bir bölgede, Samanyolunun Kuğu içinde karanlık bir bulutla ikiye ayrıldığını görebilirsiniz. Kuğu, teleskopun aksine geniş açılı dürbünler için çok uygun bir bölgedir. Kuğu'yu izlerken özellikle gama ve beta yıldızları arasındaki bölgeyi yavaşça ve dikkatle tarayın; çünkü takımyıldızın asıl ilginç yöresi burasıdır.

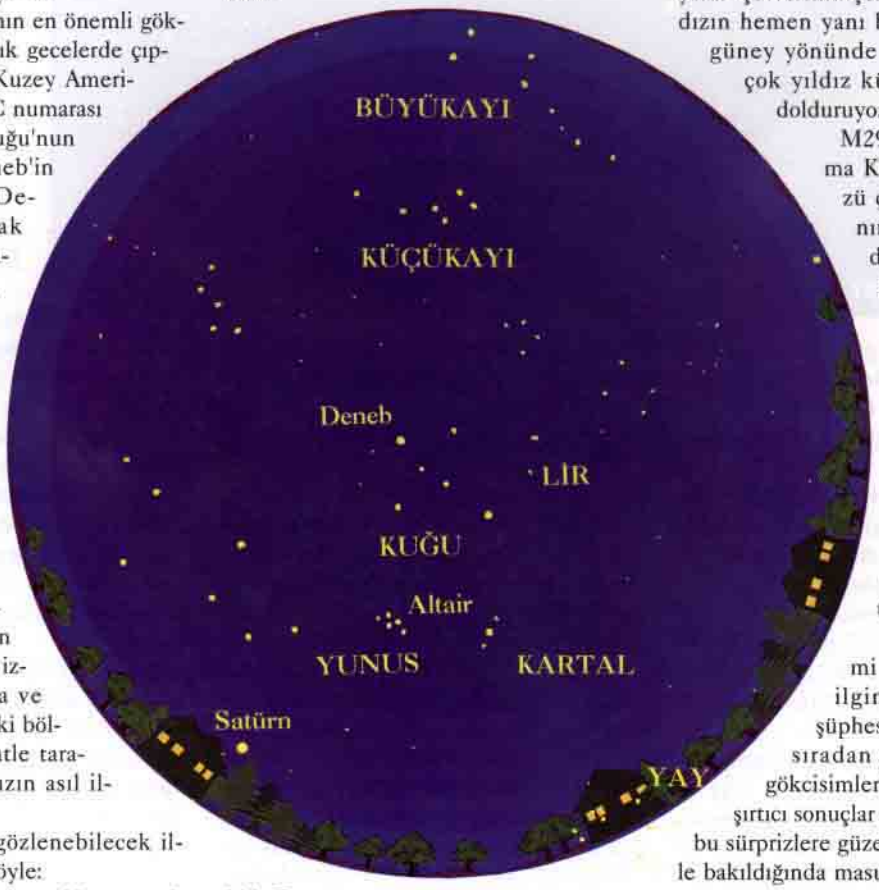
Kuğu bölgesinin gözlenebilecek ilginç gök cisimleri ise şöyle:

M39: Messier katalogu 39 numaralı bu gökcismi, bize 880 ışık yılı uzaklıkta, güzel, büyük ve parlak bir yıldız kümesi. Bulunması ilk başta biraz yorabilir; fakat bir kere yakalanınca izlemesi büyük bir zevk...

M39, mavi-beyaz renkli güneşlerin çekim kuvvetiyle bir arada durdukları ve kader ortaklığı yaptıkları çok ilginç bir gök cismi. M39'u gözlerken dürbünün görüş alanı içinde küçük ve yoğun bir yıldız grubu göreceksiniz.

Deneb: Kelime anlamı olarak Deneb, kuyruk demektir. Kuğu'nun en parlak yıldızı Deneb 80 000 Güneş'e eşdeğer bir güçle evrene enerji yayan dev bir yıldız. Bize 1630 ışık yılı uzaklıkta. Deneb, A sınıfı bir yıldız yani çok sıcak (yaklaşık 9500 °C). Bu yüzden de beyaz renkte. Bu yıldızın çapı, Güneş'in çapının 100 katı kadar. Deneb'te gözlem yapan biri olsaydı, Güneş'i görebilmek için 15cm çaplı bir teleskoba ihtiyaç duyardı. Eğer Deneb, 8 ışık dakikası yani Güneş kadar bir uzaklıkta olsaydı ne olurdu? Sorunun yanıtı çok basit: Dünya'da hava ve su olamazdı. Yüksek sıcaklık yüzünden Dünya, alev alev yanan, küçük bir kaya parçası olurdu. Büyük olasılıkla Deneb'in çevresinde de yaşamın oluşma şansını hiç yakalayamamış gezegenler var.

8 Eylül akşamüstü batı ufku üzerinde Ay, Venüs ve Jupiter.

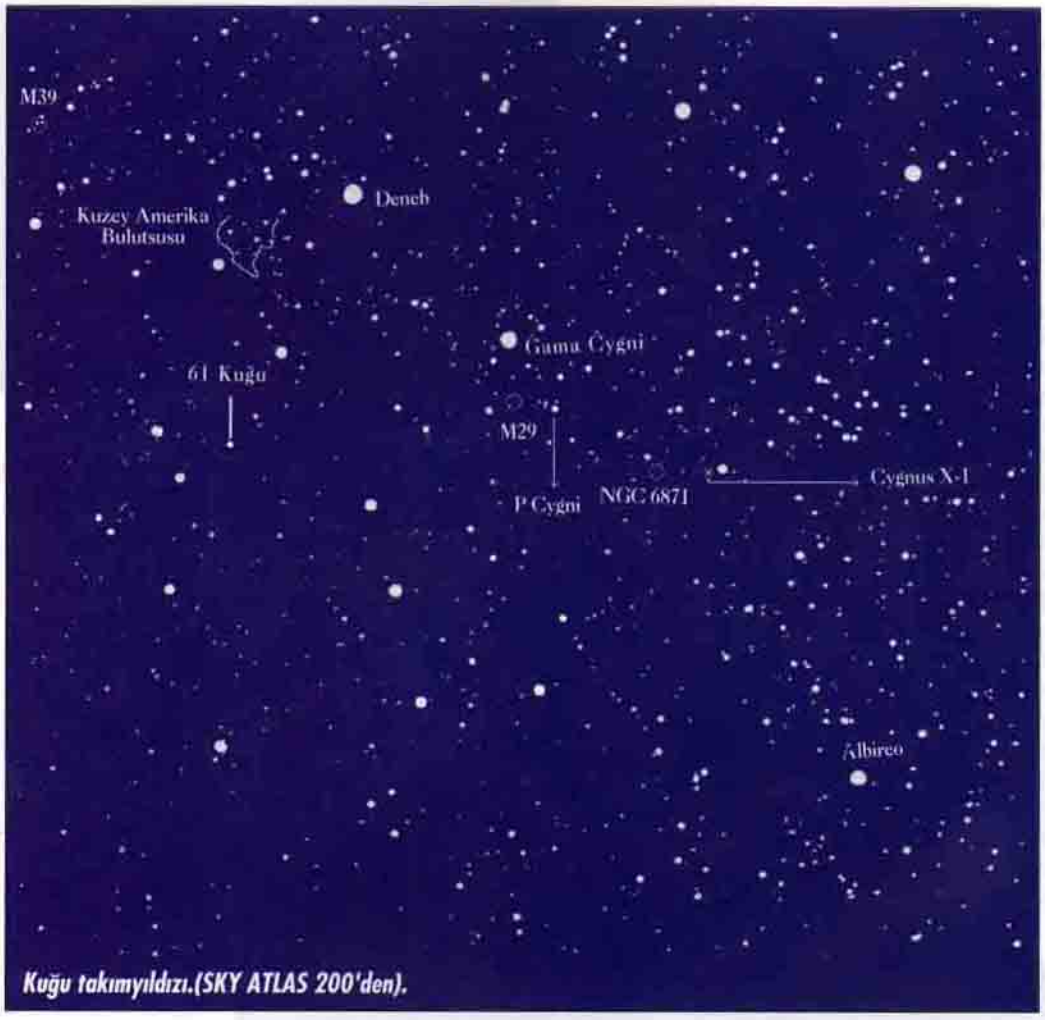


61 Kuğu: Bu yıldızın çift yıldız olma ötesinde önemli bir özelliği var. 61 Kuğu, Dünya'dan uzaklığı ilk ölçülen yıldız. 1838'de Alman astronom Bessel, 61 Kuğu'nun uzaklığını 10.3 ışık yılı olarak ölçtü. Bugün daha gelişmiş araçlarla yapılan gözlemler sonucu tespit edilen uzaklık, bu değere oldukça yakın; 11.2 ışık yılı.

Gama Cygni: Kuğu takımyıldızını belirleyen haçın tam ortasında yer alan Gama Cygni (Gama signi, gama Kuğu), oldukça sıradan bir yıldız. Bize yaklaşık 800 ışık yılı uzaklıkta ve Güneş'e yakın sıcaklıkta. Gama'yı ilginç kılan tek şey, yakın çevresinin çok zengin olması. Yıldızın hemen yanı başından başlayarak güney yönünde ilerlendiğinde pek çok yıldız kümesi görüş alanını dolduruyor.

M29: Gama Cygni (Gama Kuğu)'ye dürbününüzü çevirdiğinizde, yakınında yaklaşık on yıldızdan oluşmuş ufak, fakat belirgin bir yıldız kümesi görürsünüz. Bu, M29 yıldız kümesidir. Uzaklığı yaklaşık 4000 ışık yılı olan bu kümenin 50 kadar yıldızdan oluştuğu tahmin ediliyor. Bunlardan dürbünle yalnızca 7 tanesi ayırt edilebilir.

P Cygni: Astronomi ile ilgilenmenin en ilginç yanlarından biri şüphesiz sürprizlerdir. Çok sıradan gibi görünen kimi gökcisimleri, incelendiğinde şaşırtıcı sonuçlar verebilir. P Cygni'de bu sürprizlere güzel bir örnek. Dürbünle bakıldığında masum bir yıldız gibi görünüyor; fakat Lick gözlemevinin teleskopu ile incelemeyi yapan astronomlar, şaşkınlıktan ne yapacaklarını bilememişlerdi.; çünkü bu yıldız evrene her an Güneş'in 700 000 katı enerji yayıyor. Dünya'ya 7 000 ışık yılı uzaklıktan bu denli parlak görünmesinin nedeni de yüksek enerji yayımı. 1600'de P Cygni kelimenin tam anlamıyla bir çılgınlık dönemi geçirmişti. Bu sırada 3. kadire çıkmış ve Nova Cygni (Kuğu'nun yeni yıldızı) diye



Kuğu takımyıldızı.(SKY ATLAS 200'den).

adlandırılmıştı. Ani parlamalar gösteren yıldızlara da Nova denmesi, bu olaydan sonrasına rastlar. P Cygni, tüm gökyüzünde bilinen en yüksek enerji üreten yıldızlardan biridir.

NGC 6871: New General Catalog (Yeni Genel Katalog) numarasıyla 6871, oldukça parlak bir açık yıldız kümesi. Yakın çevresi çok kalabalık ve güzel olan bu yıldız kümesini bulabilmek için, hemen yanı başındaki 27 numaralı yıldızı bulmak yeterli. NGC 6871, yaklaşık 15 yıldızdan oluşuyor ve Dünya'ya 5 400 ışık yılı uzaklıkta.

Cygnus X-1: Şimdi sıra ilk karadelik adayında. Bilindiği gibi Hubble uzay teleskopu, ilk karadeliği, M87 gökadasında keşfetti. M87 karadeliğinden uzun zaman önce astronomlar ilk karadeliğin Kuğu takımyıldızında Cygnus X-1 isimli X-ışını kaynağı olarak tahmin ediyorlardı. Cygnus X-1'i ister çıplak gözle, ister dürbünle izleyin, hiçbir ilginçlik göremeyeceksiniz; çünkü X-ışını gözleriniz yok. Optik dalgaboylarını görebildiğimiz için Cygnus X-1 sıradan bir bölge gibi görünüyor. Eğer X-ışınını algılayabilseydik, tüm gökyüzündeki en parlak yer burası olurdu. Bir teleskopla incelendiğinde Cygnus X-1'in yörüngesinde 5.6 günde dönen bir yıldız görülüyor. 8000 ışık yılı uzaklıkta olan bu yıldızın, Güneş'in 16 katı bir kütleye sahip, görülemeyen bir cisim tarafından çekim kuvveti ile tutulduğu anlaşılıyor.

Beta Kuğu (Albireo): Kuğu takımyıldızının ikinci parlak yıldızı (betası) Albireo, bize 400 ışık yılı uzaklıkta dev, sarı renkli bir yıldızdır. Hemen yanında mavi renkli biraz daha sönük ikinci bir yıldızla gökyüzünün en güzel çift yıldızını oluşturuyorlar. Renklerinin farklı, parlaklıklarının fazla olması ve aralarındaki uzaklık, dürbün ile izlenebilmesi açısından çok uygun. Aslında bu iki yıldızın birbiriyle hiç ilgisi yok. Mavi renkli ikinci yıldız, Albireo'dan çok uzakta. Oysa çift yıldız denince birbirine çekimle bağlı, ortak hareket eden ve evrimleşen yıldızlar anlaşılır. Beta Kuğu ise uzayda derinliği algılayamamızdan ötürü yalnızca görünüşte çift. Albireo'yu eşiyle birlikte görmek için dürbününüzü titretmeden tutmanız yeterli. Çok kolay ve güzel bir hedef.

Kuğu takımyıldızındaki yolculuğumuzun sonuna geldik. Eğer bu rotayı uygun gecelerde tekrarlarsanız, Kuğu'yu iyice tanır, bu listede yer almamış yeni gökcisimleriyle karşılaşabilirsiniz. Şimdi de bu ayın ilginç gök olaylarına bakalım.

Sonbahara girerken Güneş sisteminin en büyük ikinci gezegeni olan Satürn, gökyüzünü süslüyor. Halkalarıyla ünlü bu gezegeni gecenin ilk saatlerinden başlayarak güney yönünde izleyebiliyoruz. Ayın ilk günü Satürn, Güneş batar batmaz doğuyor. Güneş battığı sırada bir gökcisminin yükselmesine astronomide opozison denir. Opozisyondaki gök cisimleri, uzun süre gözlenebilirler. Bu sayede Eylül ayı boyunca Satürn rahatça izlenebilecek. Ayın 8'inde akşamüstü batı ufku üzerinde harika bir sahne var... Venüs, hilal şeklindeki Ay ile yakın konumda olacak. Eğer amatör bir şekilde astronomi fotoğrafçılığıyla ilgileniyorsanız, bu olayı 100 ASA'lık bir filmle, birkaç saniye poz vererek görüntülemeyi deneyebilirsiniz. Ertesi akşamüstü Ay, bu kez de Jupiter'e yaklaşacak.

Ayın 18'inde artık iyice büyümüş olan Ay, Satürn ile yakınlaşacak. 19 Eylül akşamı saat 17:00'de Ay dolunay evresinde olacak. 23 Eylül saat 03:00'te Güneş, Balıklar takımyıldızında Gök ekvatoru ile Ekliptiğin kesiştiği noktadan geçecek. Gök ekvatoru ve ekliptik, bizim gökyüzünde yön bulmamızı sağlayan hayali dairelerdir. Gök ekvatoru, Dünya ekvatorunun gökyüzündeki izdüşümü, ekliptik ise Güneş'in gökyüzünde yıl boyunca çizdiği yoldur.

Kafanızı daha fazla karıştırmadan Güneş'in bu dairelerin kesişim noktasından geçmesinin anlamını açıklayalım: 23 Eylül günü, Güneş'in konumu, yeni bir mevsimin başladığını gösteriyor; sonbaharın! 24 Eylül'de kırmızı gezegen Mars, İkizler takımyıldızının ikinci parlak yıldızı Pollüks'e yakın konumda bulunacak. Ayın 28'inde ise iki olay var: İlk olarak, Ay sondördün evresinde olacak. Sondördün evresinde Ay'ın parlak alanı, doğu yönüne bakacak.

Asıl önemli durum, Venüs'ün en yüksek parlaklık değerine ulaşması. Astronomik parlaklık ölçü birimi kadir'dir. Bir yıldızın kadiri ne kadar düşükse yıldız o kadar parlaktır. Venüs'ün bu gün kadiri, -4-6 olacak! 29 Eylül'de Mars, Ay'ın 6 derece kuzeyinde izlenebilir.

Öklid

Rönesans sonrası Avrupa'da, Kopernik'le başlayan, Kepler, Galileo ve Newton'la 17. yüzyılda doruğuna ulaşan bilimsel devrim, kökleri Helenistik döneme uzanan bir olaydır. O dönemin seçkin bilginlerinden Aristarkus, güneş-merkezli astronomi düşüncesinde Kopernik'i öncelemişti; Arşimet yaklaşık iki bin yıl sonra gelen Galileo'ya esin kaynağı olmuştu; Öklid çağlar boyu yalnız matematik dünyasının değil, matematikle yakından ilgilenen hemen herkesin gözünde özenilen, yetkin bir örnekti. Öklid, M.Ö. 300 sıralarında yazdığı 13 ciltlik yapıtıyla ünlüdür. Bu yapıt, geometriyi (dolayısıyla matematiği) ispat bağlamında aksiyomatik bir dizge olarak işleyen, ilk kapsamlı çalışmadır. 19. yüzyıl sonlarına gelinceye kadar bir tek ders kitabı olarak akademik çevrelerde okunan, okutulan Elementler'in, kimi yetersizliklerine karşın, değerini bugün de sürdürdüğü söylenebilir.

Eğeli matematikçi Öklid'in kişisel yaşamı, aile çevresi, matematik dışı uğraş veya meraklarına ilişkin hemen hiçbir şey bilinmemektedir. Bilinen tek şey; İskenderiye Kraliyet Enstitüsü'nde dönemin en saygın öğretmeni; alanında yüzyıllar boyu eşsiz kalan bir ders kitabının yazarı olmasıdır. Eğitimini Atina'da Platon'un ünlü akademisinde tamamladığı sanılmaktadır. O akademi ki giriş kapısında, "Geometriyi bilmeyen hiç kimse bu kapıdan içeri alınmaz!" levhası asılıydı.

Öklid'in bilimsel kişiliği, unutulmayan iki sözünde yansımaktadır: Dönemin kralı I. Ptolemy, okumada güçlük çektiği Elementler'in yazarına, "Geometriyi kestirmeden öğrenmenin yolu yok mu?" diye sorduğunda, Öklid "Özür dilerim, ama geometriye giden bir kral yolu yoktur" der. Bir gün dersini bitirdiğinde öğrencilerinden biri yaklaşır, "Hocam, verdiğiniz ispatlar çok güzel; ama pratikte bunlar neye yarar?" diye sorduğunda, Öklid kapıda bekleyen kölesini çağırır, "Bu delikanlıya 5-10 kuruş ver, vaktinin boşa gitmediğini görsün!" demekle yetinir.

Öklid haklı olarak "geometrinin babası" diye bilinir; ama geometri onunla başlamış değildir. Tarihçi Herodotus (M.Ö. 500) geometrinin başlangıcını, Nil vadisinde yıllık su taşmalarından sonra arazi sınırlarını belirlemekle görevli kadastrocuların çalışmalarında bulmuştu. Geometri "yer" ve "ölçme" anlamına gelen "geo" ve "metrein" sözcüklerinden oluşan bir terimdir. Mısır'ın yanı sıra Babil, Hint ve Çin gibi eski uygarlıklarda da gelişen geometri bu dönemlerde büyük ölçüde, el yordamı, ölçme, analoji ve sezgiye dayanan bir yığın işlem ve bulgudan ibaret çalışmalardı. Üstelik ortaya konan bilgiler çoğunlukla kesin olmaktan uzak, tahmin çerçevesinde kalan sonuçlardı. Örneğin, Babilliler dairenin çemberini çapının üç katı olarak biliyorlardı. Bu öylesine yerleşik bir bilgiydi ki; pi'nin değerinin 3 değil, 22/7 olarak ileri sürenlere, bir tür şarlatan gözüyle bakılıyordu. Mısırlılar bu konuda daha duyarlıydılar: M.Ö. 1800 yıllarına ait Rhind papürüslerinde onların pi'yi yaklaşık 3.1604 olarak belirledikleri görülmektedir; ama Mısırlıların bile her zaman doğru sonuçlar ortaya koyduğu söylenemez. Nitekim, kesik kare piramidin oylumunu (hacmini) hesaplamada doğru formülü bulan Mısırlılar, dikdörtgen için doğru olan bir alan formülünün, tüm dörtgenler için geçerli olduğunu sanıyorlardı.

Aritmetik ve cebir alanında Babilliler, Mısırlılardan daha ilerde idiler. Geometride de önemli buluşları vardı. Örneğin, "Pythagoras Teoremi" dediğimiz, bir dik açılı üçgende dik kenarlarla hipotenüs arasındaki bağıntıya ilişkin önerme "bir dik üçgenin dik kenar karelerinin toplamı, hipotenüsün karesine eşittir" buluşlarından biriydi. Ne var ki, doğru da olsa bu bilgiler ampirik nitelikteydi; mantıksal ispat aşamasına geçilememişti henüz. Ege'li Filazof Thales'in (M.Ö. 624-546), geometrik önermelerin dedüktif yöntemle ispatı gereğini ısrarla

vurguladığı, bu yolda ilk adımları attığı bilinmektedir. Mısır gezisinde tanıştığı geometriyi, dağınıklıktan kurtarıp, tutarlı, sağlam bir temele oturtmak istiyordu. İspatladığı önermeler arasında; ikizkenar üçgenlerde taban açılarının eşitliği; kesişen iki doğrunun oluşturduğu karşıt açıların biribirine eşitliği vb. ilişkiler vardı.

Klasik çağın "Yedi Bilgesi"nden biri olan Thales'in açtığı bu yolda, Pythagoras ve onu izleyenlerin elinde, matematik büyük ilerlemeler kaydetti, sonuçta Elementler'de işlenildiği gibi, oldukça soyut mantıksal bir dizgeye ulaştı. Pythagoras, matematikçiliğinin yanı sıra, sayı mistisizmini içeren gizliliğe bağlı bir tarikatın önderiydi. Buna göre; sayısallık evrensel uyum ve düzenin asal niteliğiydi; ruhun yücelip tanrısal kata erişmesi ancak müzik ve matematikle olasıydı.

Buluş ve ispatlarıyla matematiğe önemli katkılar yapan Pythagorasçılar, sonunda inançlarıyla ters düşen bir buluşla açmaza düştüler. Bu buluş, karenin kenarı ile köşegenin ölçüştürülemeyeceğine ilişkindi. √2 gibi, bayağı kesir şeklinde yazılamayan sayılar, onların gözünde gizli tutulması gereken bir skandaldı. Rasyonel olmayan sayılarla temsile elveren büyüklükler nasıl olabilirdi? (Pythagorasçıların tüm çabalarına karşın üstesinden gelemedikleri bu sıkıntıyı, daha sonra tanınmış bilgin Eudoxus oluşturduğu, irrasyonel büyüklükler için de geçerli olan, Orantılar Kuramı'yla giderir).

Öklid, Pythagoras geleneğine bağlı bir ortamda yetişmişti. Platon gibi, onun için de önemli olan soyut düşünceler, düşünceler arasındaki mantıksal bağıntılardı. Duyumlarımızla içine düştüğümüz yanlışlıklardan, ancak matematiğin sağladığı evrensel ilkeler ve salt ussal yöntemlerle kurtulabilirdik. Kaleme aldığı Elementler, kendisini önceleyen Thales, Pythagoras, Eudoxus gibi, bilgin-matematikçilerin çalışmaları üstüne kurulmuştu. Geometri bir önermeler koleksiyonu olmaktan çıkmış, sıkı mantıksal çıkarım ve bağıntılara dayanan bir dizgeye dönüşmüştü. Artık önermelerin doğruluk değeri, gözlem veya ölçme verileriyle değil, ussal ölçütlerle denetlenmekteydi. Bu yaklaşımda pratik kaygılar ve uygulamalar arka plana itilmişti.

Kuşkusuz bu, Öklid geometrisinin pratik problem çözümüne elvermediği demek değildi. Tam tersine, değişik mühendislik alanlarında pek çok problemin, bu geometrinin yöntemiyle çözümlendiğini; ama Elementler'in, eğreti olarak değindiği bazı örnekler dışında, uygulamalara yer vermediği de bilinmektedir.Öklid'in pratik kaygılardan uzak olan bu tutumunun matematik dünyasındaki izleri, bugün de rastladığımız bir geleneğe dönüşmüştür. Gerçekten, özellikle

seçkin matematikçilerin gözünde, matematik şu ya da bu işe yaradığı için değil, yalın gerçeğe yönelik, sanat gibi güzelliği ve değeri kendi içinde soyut bir düşün uğraşı olduğu için önemlidir.

Matematiğin tümüyle ussal bir etkinlik olduğu doğru değildir. Buluş bağlamında tüm diğer bilimler gibi matematik de, sınama-yanılma, tahmin, sezgi, içedoğuş türünden öğeler içermektedir. Yeni bir bağıntıyı sezinleme, değişik bir kavram veya yöntemi ortaya koyma, temelde mantıksal olmaktan çok psikolojik bir olaydır. Matematiğin ussallığı, doğrulama bağlamında belirgindir. Teoremlerin ispatı, büyük ölçüde kuralları belli, ussal bir işlemdir; ama sorulabilir: Öklid neden, geometrinin ölçme sonuçlarıyla doğrulanmış önermeleriyle yetinmemiş, bunları ispatlayarak, mantıksal bir dizgede toplama yoluna gitmiştir?

Öklid'i bu girişiminde güdümleyen motiflerin ne olduğunu söylemeye olanak yoktur; ancak, Helenistik çağın düşün ortamı göz önüne alındığında, başlıca dört noktanın öngörüldüğü söylenebilir: 1) İşlenen konuda çoğu kez belirsiz kalan anlam ve ilişkilere açıklık getirmek; 2) İspatta başvurulan öncülleri (varsayım, aksiyom veya postulatları) ve çıkarım kurallarını belirtik kılmak; 3) Ulaşılan sonuçların doğruluğuna mantıksal geçerlik kazandırmak (Başka bir deyişle, teoremlerin öncüllere görecel zorunluluğunu, yani öncülleri doğru kabul ettiğimizde teoremi yanlış sayamayacağımızı göstermek); 4) Geometriyi, ampirik genellemeler düzeyini aşan soyut-simgesel bir dizge düzeyine çıkarmak (Bir örnekle açıklayalım: Mısırlılar ile Babilliler kenarları 3, 4, 5 birim uzunluğunda olan bir üçgenin, dik üçgen olduğunu deneysel olarak biliyorlardı; ama bu ilişkinin 3, 4, 5 uzunluklarına özgü olmadığını, başka uzunluklar için de geçerli olabileceğini gösteren veriler ortaya çıkıncaya dek kestirmeleri güçtü; buna ihtiyaçları da yoktu. Öyle kuramsal bir açılma için pratik kaygılar ötesinde, salt entellektüel motifli bir arayış içinde olmak gerekir. Nitekim, Egeli bilginler somut örnekler üzerinde ölçmeye dayanan belirlemeler yerine, bilinen ve bilinmeyen tüm örnekler için geçerli soyut genellemeler arayışındaydılar. Onlar, kenar uzunlukları a, b, c diye belirlenen üçgeni ele almakta, üçgenin ancak a + b = c eşitliği gerçekleştiğinde dik üçgen olabileceği genellemesine gitmektedirler).

Öklid oluşturduğu dizgede birtakım tanımların yanı sıra, beşi "aksiyom" dediği genel ilkeden, beşi de "postulat" dediği geometriye özgü ilkeden oluşan, on öncüle yer vermiştir (Öncüller, teoremlerin tersine ispatlanmaksızın doğru sayılan önermelerdir). Dizge tüm yetkin görünümüne karşın, aslında çeşitli yönlerden birtakım yetersizlikler içermekteydi. Bir kez verilen tanımların bir bölümü (özellikle, "nokta", "doğru", vb. ilkel terimlere ilişkin tanımlar) gereksizdi. Sonra daha önemlisi, belirlenen öncüller dışında bazı varsayımların, belki de farkında olmaksızın kullanılmış olması, dizgenin tutarlılığı açısından önemli bir kusurdu. Ne var ki, matematiksel yöntemin oluşma içinde olduğu başlangıç döneminde, bir bakıma kaçınılmaz olan bu tür yetersizlikler, giderilemeyecek şeyler değildi. Nitekim, 18. yüzyılda başlayan eleştirel çalışmaların dizgeye daha açık ve tutarlı bir bütünlük sağladığı söylenebilir. Üstelik dizgenin irdelenmesi, beklenmedik bir gelişmeye de yol açmıştır: Öncüllerde bazı değişikliklerle yeni geometrilerin ortaya konması. "Öklid-dışı" diye bilinen bu geometriler, sağduyumuza aykırı da düşseler, kendi içinde tutarlı birer dizgedir. Öklid geometrisi, artık var olan tek geometri değildir. Öyle de olsa, Öklid'in düşünce tarihinde tuttuğu yerin değiştiği söylenemez.

Genel Rölativite Kuramı'nda Öklid geometrisini değil, Riemann geometrisini kullanan Einstein'ın, Elementler'e ilişkin yargısı son derece çarpıcıdır: "Gençliğinde bu kitabın büyüsüne kapılmamış bir kimse, kuramsal bilimde önemli bir atılım yapabileceği hayaline boşuna kapılmasın!"

Füsun Oralalp

Bin Dokuz Yüz Seksen Dört

George Orwell,
Çeviri: Nuran Akgören,
Can Yayınları,
İstanbul,1994,
271 sayfa.

"Orwell'in kitapları, bizden sonraki kuşaklar için bile, her şeyin çözümlendiği bir geleceğin rahatlatıcı umudunu taşımaz. Mistik bir bakış açısı bile getirmez. Orwell'in tek getirdiği, yakınımızdaki küçük şeylere, iyiliğe, barışa ve doğruluğa olan inançtır." Önsözünde belirtildiği gibi Orwell'in kitapları arasında 1984, "dikenlerden oluşmuş bir taç"tır.

Kara ütopyalar (ters ütopya, karşı ütopya ve distopya olarak da adlandırılır) içindeki yerini yazıldığından bu yana korumuş olan 1984'ü tanıtmazdan önce yaşamın karşı ütopyaları aratmayacak hale geldiği günümüzde bu kavram üzerinde biraz durmak yararlı olabilir... Kelime anlamı olarak Yunanca U-(olmayan) topia(ülke)'nın birleşmesinden oluşan ütopya, antikçağdan yirminci yüzyıla dek, özellikle de Rönesans ve 19. yüzyılın sonlarında belirginleşen yeryüzü cennetlerine verilen isimdir. Ütopya kısaca, "düşte ve düşüncede kurulmuş eşitlikçi, doğru mutlu ve güzel toplum düzeni" olarak tanımlanabilir. Karşı ütopya ise "bu amaçlarla yola çıkıldığında ortaya çıkabilecek olumsuz ve baskıcı bir toplum düzenidir."

Toplumsal haksızlıklara karşı bir seçenek olarak sunulan, eşitlik ve ortak mutluluk adına kesin ve katı bir örgütlenme ve planlamaya dayalı olan ütopyaların bireyin eğilimlerini göz önüne almadığı noktada karşı ütopyaya dönüşüm yaşanır. Aldous Huxley (Yeni Dünya); Ray Bradbury (Fahrenheit 451); Anthony Burgess (Mekanik Portakal) gibi kara ütopya yazarları, söz konusu eserlerinde bireyin, toplum adına şu ya da bu biçimde bastırıldığı ütopyaların, "düzen"in tartışılmaz egemenliği sebebiyle kara ütopyalara dönüşümünün kaçınılmazlığını vurgularlar. Bu düzen ütopyada bireyin gönüllü uyumu ile sağlanırken, kara ütopyalarda uyumu sağlamak için her türlü yöntem ve zor kullanılır. Kusursuzun peşindeki ütopya, insanı ve toplumu mükemmel kılmaya kalkıştığı noktada karşıtına dönüşüverir. Bu dönüşümün iki önemli unsuru ise, bürokrasi ve teknolojidir. İnsanları baskı altında tutmaya yarayan bürokrasi için gereken denetim aygıtlarını sağlama görevi, teknolojinindir. İnsanı mekanik açıdan anlayıp çözümleyecek yöntemleri geliştiren teknoloji, ters ütopyalarda toplumsal örgütlenmenin iki ana direğindendir. Bu şekilde karşı ütopyanın kendi benliğine, doğaya ve kültürel mirasına yabancılaşan teknoloji esiri insanı, mekanik bir toplumun nesneleşmiş parçası oluverir.

Yirminci yüzyıldaki karamsar beklentilerin dile getirildiği ters ütopyaların içinde 1984'ün özel bir yeri vardır. 1984, Okyanusya'da, kısaltılmışı İnsos olan İngiliz Sosyalizmi düzeninde geçer. Büyük Birader'de simgeleşen Partinin yönetim için kullandığı yöntemler tarihin denetimi, yeni bir dil (Yenikonuş) yaratılması ve çiftdüşün tekniğidir. Geçmişe ilişkin belgeler Partinin gereksinimlerine göre her an yeniden yazılabilir, böylece tarih denetlenir. Ancak bu öyle yapılır ki, geçmiş değiştirildiğinde bile ortada değişmiş olduğu düşünülen bir olay yoktur. Yönetimin dile verdiği önem ise öyle büyüktür ki, yeni bir dil yaratılır. 2050 yılında tümüyle Eskikonuşun yerine alacak olan Yenikonuşun amacı "yalnızca dünya çapında bir tanımlar ortamı ya da İngsos'un izlerlerine uygun düşünsel alışkanlıklar sağlamak değil, aynı zamanda düşüncenin tüm biçimlerini olanaksız kılmaktı." Böylece kabul gören öğretilere karşıt düşüncenin üzerinde düşünülmesi olanaksızlaşır. A, B ve C grubundan oluşan Yenikonuşun C sözcük dağarcığı diğer grupları tamamlayan bilimsel ve teknik terimlerden oluşur. İlginç olan, Yenikonuşta bilim için herhangi bir sözcük bulunmamasıdır. "Geçmişin tüm bilimsel gelişmelerinin temeli olan ampirik düşünce sistemi İngsos'un temel ilkelerine tümüyle ters düşer. Teknik gelişmeler eğer insan özgürlüğünü biraz daha kısıtlamaya yarıyorsa kullanılır." Çiftdüşün ilkesi de, insanın iki çelişik düşünceyi aynı anda kabullenmesidir. Bu ilke gereği, Barış Bakanlığı savaşla, Doğruluk Bakanlığı yalanla, Sevgi Bakanlığı işkence ve zulümle, Bolluk Bakanlığı herkesi aç bırakmakla uğraşır.

1984'te yöneticiler insanların iyiliği için davrandıklarını bile ileri sürmezler; onları sadece iktidarda olmak ilgilendirir. Gücün kendisi önemlidir. İktidarı temsil eden O'Brien için "Yalnız ve yalnız iktidar önemlidir. İktidar araç değil, amaçtır." İktidarı elinde tutan Parti, düzeni yürütür. Parti'nin bir devrimin ardından iktidara geldiğini ve devrimin kendi çocuklarını yediğini, bu "çocuklardan" biri olan Goldstein'ın yazdığı iddia edilen bir kitaptan öğreniriz. Oysa bu kitabı Parti yazdırmıştır! Yasaklanmış olsalar da, nesnel bilgiler içeren bu kitap aracılığı ile, düzene karşı olanlar da Parti'sinin tuzağına düşürülür. Söz konusu kitaptan 1984'te dünyada Okyanusya, Avrasya ve Doğuasya adlı üç devletin kalmış olduğunu öğreniriz. Bu üç devlet, üretimin yaşam standardını yükseltmesine izin verilmeksizin tüketilmesini sağlamak ve toplum yapısını değişmeden tutabilmek için birbirleriyle sürekli savaşırlar. Dünyanın durumu 1914'den önceki günlere oranla çok daha kötüdür. "Yirminci yüzyıl başlarında hemen hemen her okuryazar kişinin düşlediği gelecek, son derece varlıklı, rahat, düzenli; cam, çelik ve bembeyaz betondan yapıları olan pırıl pırıl, tertemiz bir dünyaydı. Bilim ve teknoloji hızla ilerliyor ve doğal olarak ilerlemenin devam edeceği varsayılıyordu." Gene aynı dönemde, önceleri uygarlığın bedeli olarak kabul edilen insanlar arası eşitsizlikleri ortadan kaldırmak için teknolojinin iyi bir yöntem olduğu anlaşılmıştı. Makineleşmenin artışı sonucu, insanların eşitliği, uğruna savaşılacak bir ideal olmaktan çıkıp, yönetime tırmanmaya başlamış kitlelerce bir tehlike olarak yorumlanmaya başla-

dı. Yeryüzündeki cennet, tam gerçekleşebilecekken yadsındı. Cennetin yitivermesinin nedenlerinden biri uzun süren savaş ve devrimlerse, diğer nedeni bilimsel ve teknolojik gelişmenin durmasıydı. Ancak özgür bir ortamda yeşeren ampirik düşüncenin sonucu olan bu gelişme, baskı ortamında yaşayamazdı.

Bu düzende yaşayan Winston Smith, eski belgeleri günün koşullarına göre yeniden yazmakla görevlidir. Ancak Parti çizgisinden sapmıştır. Kendi başına düşünmek gibi bir suç işlemiştir. Düşünce polisinin eline düştüğü ve O'Brien tarafından sorgulandığı bölümde, kitabın en çarpıcı diyalogları yer alır.

Bu umutsuzluk ve karamsarlık kitabını okuduktan sonra, yeryüzü cennetleri her zamankinden daha uzak görünse de, umudu çiftdüşün ilkesine göre umutsuzlukta bulmak da olası!

Dilin ve dilsizleştirmenin önemini kavrayan tüm Büyük Biraderlere, dile sahip çıkarak, bilimin ve teknolojinin tanımlarını doğru yaparak karşı durulabileceğini 1984'ün "karşı" ütopyasından daha iyi hangi kitap anlatabilir?..

Ters ütopyalar hakkındaki bilgiler için Nail Bezel'in Yeryüzü Cennetlerinin Sonu isimli kitabından yararlanılmıştır.

Alternatif Teknoloji

Teknik Değişmenin Politik Boyutları

David Dickson, Çeviri: Nezih Erdoğan, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 1992, 238 sayfa.

"Kimimiz teknolojiden ürküntü duyuyor, kimimiz fazla aldırmamaya çalışıyor, ama çeşitli sonuçlarına tepki duyuyorken, kimimiz de huşu içinde en son yeniliklerin erdemlerini sayıp bitiremiyoruz." Gerçekten de, önsözde belirtildiği gibi teknoloji bazılarımızda ürküntü, bazılarımızda hayranlık uyandırıyor. Ancak teknolojiyle ilgili düşüncelerimiz ne olursa olsun, hepimiz bu alandaki hızlı değişimin etkilerini yaşamımızda az ya da çok hissediyoruz. Yazar bu kitapta hem teknolojinin toplumsal işlevini, hem de bu işleve atfedilen genel kabul görmüş belirli yorumları veya 'meşrulaştırmaları' tartışmayı amaçlamış. Dickson'un kitabında savunduğu tez, teknolojinin toplumda politik bir rol, güç dağılımı ve toplumsal denetimin işleyişi ile çok yakından ilişkili bir rol oynadığıdır. Teknolojiyle ilgili sorunların bir kısmı doğasından kaynaklanıyorsa, bir kısmı da kullanımından kaynaklanır... Teknolojinin doğası ise çoğunlukla bağımsız gibi gösterilmeye çalışılsa da, politik ve toplumsal etmenlerce belirlenir. Teknolojik gelişmenin esas olarak politik bir süreç olduğunu belirten yazar, teknolojinin doğasının belirlenmesinde hem maddi, hem de ideolojik öğelerin önemli bir yer tuttuklarını öne sürüyor.

Kitapta, toplumsal gelişmelerin doğrudan teknolojideki ilerlemelerce belirlendiğini ileri süren teknolojik determinizmin olduğu kadar, teknolojiyi sadece ekonominin belirlediğini ileri süren ekonomik determinizmin de yanlış tarafları olduğu belirtiliyor.

Teknoloji ve toplumsal modeller şüphesiz birbirlerini karşılıklı olarak etkileyip belirler. Yazar, "egemen hiyerarşik örgütlenme ve otoriter denetim biçimleri, kapitalist toplumların geliştirdikleri teknolojiyle bütünleşip çakışırlar" diyor. Azgelişmiş kapitalist ülkelere ve sözde sosyalist karakterdeki sanayileşmiş ülkelerin kapitalizm çerçevesinde formüle edilmiş bir üretim tarzını benimseyip geliştirdiklerini, teknolojiyi etkin kullanabilmek için de, özünde kapitalist nitelikte olan toplumsal örgütlenme ve denetim biçimlerini almak zorunda kaldıklarını belirten Dickson, her iki sistemi de aynı gerekçeyle eleştiriyor.

Başlangıçta insanı yoksulluk ve ağır çalışma koşullarından kurtarmak amacı güden teknolojinin günümüzde kendisinin sorun olmaya başladığı bilinmektedir. Teknolojinin giderek daha fazla kullanılmasının kendiliğinden totalitarizme uzanan bir süreci başlatacağı iddia edilemez; diktatörlükler, teknolojik gelişmenin her düzeyinde görülebilir. "Yine de temel nokta şudur ki, gelişmiş teknolojiyle birlikte gelen artan depolitizasyon böyle bir sistemi (1984 adlı eserinde George Orwell'in öngördüğü senaryo gibi), politik tasarruflar alanının dışında bulunan 'rasyonel' bir ekonomik zorunluluk olarak gösterebilir."

Tüm bu olumsuzluklara karşı, Dickson, manipülatif ve baskıcı olmayan toplumsal üretim tarzları oluşturabilmek için gerekli olan gereçleri, makine ve teknikleri kapsayacak ve doğal çevreyle sömürücü olmayan bir ilişki kuracak alternatif bir teknoloji arayışı içine giriyor. Bu arayış aslında çağdaş toplumda kendini gitgide daha çok denetimi dışındaki etkin güçlerce tuzağa düşürülmüş hisseden bireyin arayışıdır. Kitapta böylesi bir gereksinmeye yanıt oluşturan alternatif teknoloji yabancılaşma ve sömürüden uzak bir yaşam biçimi yaratmanın "gerekli" ancak "yeterli olmayan" önkoşulu olarak değerlendiriliyor. Dickson'un esas vurguladığı, teknolojinin politik doğasının anlaşılması gereği olmuş... Teknoloji tarihini yeniden yorumlayan yazar, alternatif bir teknolojinin ancak alternatif bir toplum yaratma mücadelesi içinde oluşturulabileceğini belirtiyor.

Kitabın ilk bölümünde sanayileşmiş ve azgelişmiş ülkelerdeki çağdaş teknolojiye ilişkin toplumsal sorunların bazıları olabildiğince nesnel biçimde betimlenmiş. Sonraki iki bölüm ise bizim teknolojiye bakışımız ve teknolojinin toplumdaki rolü ile ilgili. Bunlardan ilki teknolojik gelişme sürecinin değişik yorumlarını ortaya koyarken, bu süreci politik tasarımlardan bağımsız gören her türlü yorumun teknoloji tarihinin ideolojik amaçla saptırılışı olduğunu ileri sürüyor. İkincisinde teknolojik yeniliklerin doğrudan doğruya politik bir tarzda işlediğini ve halen işlemeye devam ettiğini göstermeye çalışıyor. Sonraki üç bölümde iki alternatif teknoloji tipi tartışılmış. Üçüncü Dünya için alternatif bir teknoloji biçimi olan ara teknolojinin kuram ve uygulamasının analizi teknolojik ve politik değişimlerin birbirinden ayrılamayacağını vurgulamış. Yazar, son bölümde de çağdaş toplumda teknolojinin politik işlevini bilimin meşrulaştırıcı rolünü ve her ikisinin bazı içerimlerini bir arada tartışabilmek için kitabın daha kuramsal tezlerini toplu olarak değerlendirmiş.

Füsun Oralalp

Bin Dokuz Yüz Seksen Dört

George Orwell,
Çeviri: Nuran Akgören,
Can Yayınları,
İstanbul,1994,
271 sayfa.

"Orwell'in kitapları, bizden sonraki kuşaklar için bile, her şeyin çözümlendiği bir geleceğin rahatlatıcı umudunu taşımaz. Mistik bir bakış açısı bile getirmez. Orwell'in tek getirdiği, yakınımızdaki küçük şeylere, iyiliğe, barışa ve doğruluğa olan inançtır." Önsözünde belirtildiği gibi Orwell'in kitapları arasında 1984, "dikenlerden oluşmuş bir taç"tır.

Kara ütopyalar (ters ütopya, karşı ütopya ve distopya olarak da adlandırılır) içindeki yerini yazıldığından bu yana korumuş olan 1984'ü tanıtmazdan önce yaşamın karşı ütopyaları aratmayacak hale geldiği günümüzde bu kavram üzerinde biraz durmak yararlı olabilir... Kelime anlamı olarak Yunanca U-(olmayan) topia(ülke)'nın birleşmesinden oluşan ütopya, antikçağdan yirminci yüzyıla dek, özellikle de Rönesans ve 19. yüzyılın sonlarında belirginleşen yeryüzü cennetlerine verilen isimdir. Ütopya kısaca, "düşte ve düşüncede kurulmuş eşitlikçi, doğru mutlu ve güzel toplum düzeni" olarak tanımlanabilir. Karşı ütopya ise "bu amaçlarla yola çıkıldığında ortaya çıkabilecek olumsuz ve baskıcı bir toplum düzenidir."

Toplumsal haksızlıklara karşı bir seçenek olarak sunulan, eşitlik ve ortak mutluluk adına kesin ve katı bir örgütlenme ve planlamaya dayalı olan ütopyaların bireyin eğilimlerini göz önüne almadığı noktada karşı ütopyaya dönüşüm yaşanır. Aldous Huxley (Yeni Dünya); Ray Bradbury (Fahrenheit 451); Anthony Burgess (Mekanik Portakal) gibi kara ütopya yazarları, söz konusu eserlerinde bireyin, toplum adına şu ya da bu biçimde bastırıldığı ütopyaların, "düzen"in tartışılmaz egemenliği sebebiyle kara ütopyalara dönüşümünün kaçınılmazlığını vurgularlar. Bu düzen ütopyada bireyin gönüllü uyumu ile sağlanırken, kara ütopyalarda uyumu sağlamak için her türlü yöntem ve zor kullanılır. Kusursuzun peşindeki ütopya, insanı ve toplumu mükemmel kılmaya kalkıştığı noktada karşıtına dönüşüverir. Bu dönüşümün iki önemli unsuru ise, bürokrasi ve teknolojidir. İnsanları baskı altında tutmaya yarayan bürokrasi için gereken denetim aygıtlarını sağlama görevi, teknolojinindir. İnsanı mekanik açıdan anlayıp çözümleyecek yöntemleri geliştiren teknoloji, ters ütopyalarda toplumsal örgütlenmenin iki ana direğindendir. Bu şekilde karşı ütopyanın kendi benliğine, doğaya ve kültürel mirasına yabancılaşan teknoloji esiri insanı, mekanik bir toplumun nesneleşmiş parçası oluverir.

Yirminci yüzyıldaki karamsar beklentilerin dile getirildiği ters ütopyaların içinde 1984'ün özel bir yeri vardır. 1984, Okyanusya'da, kısaltılmışı İnsos olan İngiliz Sosyalizmi düzeninde geçer. Büyük Birader'de simgeleşen Partinin yönetim için kullandığı yöntemler tarihin denetimi, yeni bir dil (Yenikonuş) yaratılması ve çiftdüşün tekniğidir. Geçmişe ilişkin belgeler Partinin gereksinimlerine göre her an yeniden yazılabilir, böylece tarih denetlenir. Ancak bu öyle yapılır ki, geçmiş değiştirildiğinde bile ortada değişmiş olduğu düşünülen bir olay yoktur. Yönetimin dile verdiği önem ise öyle büyüktür ki, yeni bir dil yaratılır. 2050 yılında tümüyle Eskikonuşun yerine alacak olan Yenikonuşun amacı "yalnızca dünya çapında bir tanımlar ortamı ya da İngsos'un izlerlerine uygun düşünsel alışkanlıklar sağlamak değil, aynı zamanda düşüncenin tüm biçimlerini olanaksız kılmaktı." Böylece kabul gören öğretilere karşıt düşüncenin üzerinde düşünülmesi olanaksızlaşır. A, B ve C grubundan oluşan Yenikonuşun C sözcük dağarcığı diğer grupları tamamlayan bilimsel ve teknik terimlerden oluşur. İlginç olan, Yenikonuşta bilim için herhangi bir sözcük bulunmamasıdır. "Geçmişin tüm bilimsel gelişmelerinin temeli olan ampirik düşünce sistemi İngsos'un temel ilkelerine tümüyle ters düşer. Teknik gelişmeler eğer insan özgürlüğünü biraz daha kısıtlamaya yarıyorsa kullanılır." Çiftdüşün ilkesi de, insanın iki çelişik düşünceyi aynı anda kabullenmesidir. Bu ilke gereği, Barış Bakanlığı savaşla, Doğruluk Bakanlığı yalanla, Sevgi Bakanlığı işkence ve zulümle, Bolluk Bakanlığı herkesi aç bırakmakla uğraşır.

1984'te yöneticiler insanların iyiliği için davrandıklarını bile ileri sürmezler; onları sadece iktidarda olmak ilgilendirir. Gücün kendisi önemlidir. İktidarı temsil eden O'Brien için "Yalnız ve yalnız iktidar önemlidir. İktidar araç değil, amaçtır." İktidarı elinde tutan Parti, düzeni yürütür. Parti'nin bir devrimin ardından iktidara geldiğini ve devrimin kendi çocuklarını yediğini, bu "çocuklardan" biri olan Goldstein'ın yazdığı iddia edilen bir kitaptan öğreniriz. Oysa bu kitabı Parti yazdırmıştır! Yasaklanmış olsalar da, nesnel bilgiler içeren bu kitap aracılığı ile, düzene karşı olanlar da Parti'sinin tuzağına düşürülür. Söz konusu kitaptan 1984'te dünyada Okyanusya, Avrasya ve Doğuasya adlı üç devletin kalmış olduğunu öğreniriz. Bu üç devlet, üretimin yaşam standardını yükseltmesine izin verilmeksizin tüketilmesini sağlamak ve toplum yapısını değişmeden tutabilmek için birbirleriyle sürekli savaşırlar. Dünyanın durumu 1914'den önceki günlere oranla çok daha kötüdür. "Yirminci yüzyıl başlarında hemen hemen her okuryazar kişinin düşlediği gelecek, son derece varlıklı, rahat, düzenli; cam, çelik ve bembeyaz betondan yapıları olan pırıl pırıl, tertemiz bir dünyaydı. Bilim ve teknoloji hızla ilerliyor ve doğal olarak ilerlemenin devam edeceği varsayılıyordu." Gene aynı dönemde, önceleri uygarlığın bedeli olarak kabul edilen insanlar arası eşitsizlikleri ortadan kaldırmak için teknolojinin iyi bir yöntem olduğu anlaşılmıştı. Makineleşmenin artışı sonucu, insanların eşitliği, uğruna savaşılacak bir ideal olmaktan çıkıp, yönetime tırmanmaya başlamış kitlelerce bir tehlike olarak yorumlanmaya başla-

dı. Yeryüzündeki cennet, tam gerçekleşebilecekken yadsındı. Cennetin yitivermesinin nedenlerinden biri uzun süren savaş ve devrimlerse, diğer nedeni bilimsel ve teknolojik gelişmenin durmasıydı. Ancak özgür bir ortamda yeşeren ampirik düşüncenin sonucu olan bu gelişme, baskı ortamında yaşayamazdı.

Bu düzende yaşayan Winston Smith, eski belgeleri günün koşullarına göre yeniden yazmakla görevlidir. Ancak Parti çizgisinden sapmıştır. Kendi başına düşünmek gibi bir suç işlemiştir. Düşünce polisinin eline düştüğü ve O'Brien tarafından sorgulandığı bölümde, kitabın en çarpıcı diyalogları yer alır.

Bu umutsuzluk ve karamsarlık kitabını okuduktan sonra, yeryüzü cennetleri her zamankinden daha uzak görünse de, umudu çiftdüşün ilkesine göre umutsuzlukta bulmak da olası!

Dilin ve dilsizleştirmenin önemini kavrayan tüm Büyük Biraderlere, dile sahip çıkarak, bilimin ve teknolojinin tanımlarını doğru yaparak karşı durulabileceğini 1984'ün "karşı" ütopyasından daha iyi hangi kitap anlatabilir?..

Ters ütopyalar hakkındaki bilgiler için Nail Bezel'in Yeryüzü Cennetlerinin Sonu isimli kitabından yararlanılmıştır.

Alternatif Teknoloji

Teknik Değişmenin Politik Boyutları

David Dickson, Çeviri: Nezih Erdoğan, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 1992, 238 sayfa.

"Kimimiz teknolojiden ürküntü duyuyor, kimimiz fazla aldırmamaya çalışıyor, ama çeşitli sonuçlarına tepki duyuyorken, kimimiz de huşu içinde en son yeniliklerin erdemlerini sayıp bitiremiyoruz." Gerçekten de, önsözde belirtildiği gibi teknoloji bazılarımızda ürküntü, bazılarımızda hayranlık uyandırıyor. Ancak teknolojiyle ilgili düşüncelerimiz ne olursa olsun, hepimiz bu alandaki hızlı değişimin etkilerini yaşamımızda az ya da çok hissediyoruz. Yazar bu kitapta hem teknolojinin toplumsal işlevini, hem de bu işleve atfedilen genel kabul görmüş belirli yorumları veya 'meşrulaştırmaları' tartışmayı amaçlamış. Dickson'un kitabında savunduğu tez, teknolojinin toplumda politik bir rol, güç dağılımı ve toplumsal denetimin işleyişi ile çok yakından ilişkili bir rol oynadığıdır. Teknolojiyle ilgili sorunların bir kısmı doğasından kaynaklanıyorsa, bir kısmı da kullanımından kaynaklanır... Teknolojinin doğası ise çoğunlukla bağımsız gibi gösterilmeye çalışılsa da, politik ve toplumsal etmenlerce belirlenir. Teknolojik gelişmenin esas olarak politik bir süreç olduğunu belirten yazar, teknolojinin doğasının belirlenmesinde hem maddi, hem de ideolojik öğelerin önemli bir yer tuttuklarını öne sürüyor.

Kitapta, toplumsal gelişmelerin doğrudan teknolojideki ilerlemelerce belirlendiğini ileri süren teknolojik determinizmin olduğu kadar, teknolojiyi sadece ekonominin belirlediğini ileri süren ekonomik determinizmin de yanlış tarafları olduğu belirtiliyor.

Teknoloji ve toplumsal modeller şüphesiz birbirlerini karşılıklı olarak etkileyip belirler. Yazar, "egemen hiyerarşik örgütlenme ve otoriter denetim biçimleri, kapitalist toplumların geliştirdikleri teknolojiyle bütünleşip çakışırlar" diyor. Azgelişmiş kapitalist ülkelere ve sözde sosyalist karakterdeki sanayileşmiş ülkelerin kapitalizm çerçevesinde formüle edilmiş bir üretim tarzını benimseyip geliştirdiklerini, teknolojiyi etkin kullanabilmek için de, özünde kapitalist nitelikte olan toplumsal örgütlenme ve denetim biçimlerini almak zorunda kaldıklarını belirten Dickson, her iki sistemi de aynı gerekçeyle eleştiriyor.

Başlangıçta insanı yoksulluk ve ağır çalışma koşullarından kurtarmak amacı güden teknolojinin günümüzde kendisinin sorun olmaya başladığı bilinmektedir. Teknolojinin giderek daha fazla kullanılmasının kendiliğinden totalitarizme uzanan bir süreci başlatacağı iddia edilemez; diktatörlükler, teknolojik gelişmenin her düzeyinde görülebilir. "Yine de temel nokta şudur ki, gelişmiş teknolojiyle birlikte gelen artan depolitizasyon böyle bir sistemi (1984 adlı eserinde George Orwell'in öngördüğü senaryo gibi), politik tasarruflar alanının dışında bulunan 'rasyonel' bir ekonomik zorunluluk olarak gösterebilir."

Tüm bu olumsuzluklara karşı, Dickson, manipülatif ve baskıcı olmayan toplumsal üretim tarzları oluşturabilmek için gerekli olan gereçleri, makine ve teknikleri kapsayacak ve doğal çevreyle sömürücü olmayan bir ilişki kuracak alternatif bir teknoloji arayışı içine giriyor. Bu arayış aslında çağdaş toplumda kendini gitgide daha çok denetimi dışındaki etkin güçlerce tuzağa düşürülmüş hisseden bireyin arayışıdır. Kitapta böylesi bir gereksinmeye yanıt oluşturan alternatif teknoloji yabancılaşma ve sömürüden uzak bir yaşam biçimi yaratmanın "gerekli" ancak "yeterli olmayan" önkoşulu olarak değerlendiriliyor. Dickson'un esas vurguladığı, teknolojinin politik doğasının anlaşılması gereği olmuş... Teknoloji tarihini yeniden yorumlayan yazar, alternatif bir teknolojinin ancak alternatif bir toplum yaratma mücadelesi içinde oluşturulabileceğini belirtiyor.

Kitabın ilk bölümünde sanayileşmiş ve azgelişmiş ülkelerdeki çağdaş teknolojiye ilişkin toplumsal sorunların bazıları olabildiğince nesnel biçimde betimlenmiş. Sonraki iki bölüm ise bizim teknolojiye bakışımız ve teknolojinin toplumdaki rolü ile ilgili. Bunlardan ilki teknolojik gelişme sürecinin değişik yorumlarını ortaya koyarken, bu süreci politik tasarımlardan bağımsız gören her türlü yorumun teknoloji tarihinin ideolojik amaçla saptırılışı olduğunu ileri sürüyor. İkincisinde teknolojik yeniliklerin doğrudan doğruya politik bir tarzda işlediğini ve halen işlemeye devam ettiğini göstermeye çalışıyor. Sonraki üç bölümde iki alternatif teknoloji tipi tartışılmış. Üçüncü Dünya için alternatif bir teknoloji biçimi olan ara teknolojinin kuram ve uygulamasının analizi teknolojik ve politik değişimlerin birbirinden ayrılamayacağını vurgulamış. Yazar, son bölümde de çağdaş toplumda teknolojinin politik işlevini bilimin meşrulaştırıcı rolünü ve her ikisinin bazı içerimlerini bir arada tartışabilmek için kitabın daha kuramsal tezlerini toplu olarak değerlendirmiş.

Osmanlı ve Türkiye Cumhuriyeti Teknolojinin Belirleyiciliğini Nasıl "Iskaladı"?

Bugün tüm bilimadamlarımız, düşünürlerimiz ve politikacılarımız, önemli saydıkları uğraşılarını bir yana bıraksalar, bütçe kaynaklarımızın tamamı, halen harcanmakta oldukları yerlere sarfedilmekten vazgeçilse; bununla da yetinilmeyip bizleri bizden daha iyi bilen yabancı uzmanlar -ki sayıları tahminimizden fazladır- davet edilse ve hepsine birden, " toplum yaşamının kalitesini belirleyen ana değişkenin teknoloji ve onun ikiz kardeşi olan rekabete dayalı girişimcilik olduğu gerçeği, hem Osmanlı, hem onun mirası üzerinde yeni bir devlet kuranlar, hem de şimdi yaşayanlarımız tarafından nasıl ıskalandı?.. Bu bir rastlantı mıdır yoksa başka neden(ler) mi vardır? " sorusunun cevabını bulma görevi verilip, kaynaklar da bu iş için ayrılsa...

Bu soruya bu denli önem verilmesi doğru mudur? Bence doğrudur, hatta daha fazla önem verilse daha da doğru olur; çünkü bu gerçek anlaşılmadığı sürece tüm kaynaklarımız boşuna harcanmaya devam edecek, boşa harcanmakla kalmayıp kendi başımıza yeni yeni sorunlar üretmemize yol açacaktır.

Altından, petrolden, ya da filanca dış kaynaktan gelecek uzun vadeli dış krediden çok daha değerli olan zamanımızı, teknolojinin belirleyiciliğini idrak edip bu yolda çaba harcamak yerine, beşinci sınıf insanların beşinci sınıf tartışmalarına ayırma hastalığımız nasıl oldu da kültürel kodumuza işledi?

Osmanlıyı ilerleme devrinde "ileri", duraklama ve gerileme devirlerinde de "geri" bıraktıran öğenin, rakiplerimizin teknoloji alanındaki göreli durumu olduğu, gerek o zaman, gerek imparatorluk yıkıldıktan sonra, gerekse bugün nasıl olup da anlaşılamıyor? Yoksa anlaşılıyor da, gelişebilmenin başka yolları mı keşfedilmeye çalışılıyor?

Geri kalmışlığımızı bugüne kadar, üzerinde pek kafa yormadığımız kalıplarla açıklamaya çalıştık. Matbaanın benimsenmesindeki gecikme, kılıç kuvvetiyle sağlanan egemenlikler, dinin softalar elinde aldığı şeklin felsefe ve bilimi dışlaması ya da benzer "kalıp"lar... Acaba bunlar ne denli doğrudur, hepsi bu kadar mı dır, başkaları da var mı?

S.F. Markham, 1947 yılında yazdığı "İklimler ve Ulusların Enerjileri" (Climate and Energy of Nations-Oxfort Univ. Press) adlı kitabında, antik medeniyetlerin daima 21 °C eşsıcaklık çizgisi üzerinde yer aldığını, ayrıca, kancalı kurt ve malarya'nın da toplumların enerjilerini belirleyici öğeler olduklarını göstermektedir.

1987 yılında Uppsala ACTA Üniversitesi'nde yapılan bir doktora çalışması, 1858-1976 arasında İsveç'te yapılan 49 önemli buluşun, bu ülkeyi bir buz çölünden endüstri ötesi ülke konumuna getirdiğini gösteriyor.

Alman bilimci E. Sachau, X yüzyılın İslam dünyasında egemen olan düşüncenin bir dönüm noktası oluşturduğunu, El-Eş'ari ve Gazali bu düşünceye yeni bir yön vermemiş olsalardı, Arapların Galile'leri, Kepler'leri, Newton'ları yetiştiren bir ulus olabileceklerini savunur (TEZ, Z., Ortaçağ İslam Dünyasında Bilim ve Teknoloji). Acaba bu sav doğru mudur?

I. Dünya Savaşı sırasında başlıca enerji kaynağı ve ayrıca da Demir-Çelik sektörünün girdisi olan taşkömürü üretimini artırmak zorunda olan Almanya'da yapılan bir araştırma, kömür işçilerinin beslenmeleri ile üretim arasında bire bir ilişki olduğunu kanıtlamıştır.

1977'de Zonguldak'ta kömür işletmelerinde yapılan bir beslenme araştırması, çalışanların kötü beslendiklerini, ayrıca da çeşitli parazitler nedeniyle aldıkları besinlerden yararlanamadıklarını göstermiştir. Markham'ın bulguları bu etütle çakışmaktadır. Peki, kömür işçileri arasında yapılan bu araştırma tüm toplum içinde geçerli midir? Eğer geçerliyse genel bir "enerji yetmezliği" ile yaşayageliyoruz demek değil midir?

Lozan Antlaşması'na konulan ve üzerinde hemen hiç tartışma olmayan bir madde ile 1929 yılına kadar, o günün ileri teknolojisi sayılan elektrik motoru ve benzeri donanımın gümrük ve vergilerinin belirli sınırları aşamayacağı (ve böylece yerli teknoloji üretiminin caydırılacağı) acaba kaç kişinin dikkatini çekmiştir?

İnsanlarımızın çoğunda ve özellikle okumuş kesimde mevcut olduğu neredeyse kesin olan "buluşçuluk antipatisi" nereden kaynaklanmaktadır? Kültürel kod'a işleyecek kadar etkili olan sebep(ler) nelerdir?

İş yaratmanın kaynağı olarak yeni yatırım yapmayı -ki kolay değildir- ve mevcut kamu kadrolarını şişirmeyi -ki çok kolaydır- icabedebilmiş olan yönetim elitimiz ve onların danışmanları, sonuçta ortaya çıkan "Kalabalık Kamu Kadroları" - "Düşük ücret" - Düşük Nitelik" sarmalının sorumluları değiller midir?

Tüm sistemlerimiz ve onların işlerliğini sağlayacak olan mevzuatımız bu yarı cahil kadrolar tarafından yapıldığına göre, "buluşçuluk antipatisi"nin önemli bir nedeni "iş yaratamamak" olgusu değil midir?

Bu ve benzeri soruların cevaplarını kahve sohbetleri sırasında değil, en akıllı insanlarımızı, en güçlü kurumlarımızı seferber ederek aramak ve hastalığımıza yol açan nedenleri bulmak zorundayız.

Bu araştırmanın en kritik yanı, basma kalıp, kişilerin kendilerine "pek doğal" görünen şablonlara saplanmalarıdır. Bilimin tüm kuralları, bu araştırmanın hiç bir evresinde göz ardı edilmemelidir.

Bunlar yapılana kadar diğer alanlarda harcanacak çabaların neye hizmet edeceğini şimdiden bilmek mümkün görünmüyor!

Tınaz Titiz
Milletvekili, TBMM-Ankara

Örgütsel İklim ve İş Doyumu İlişkisi

İş yaşamı içinde, insan davranışlarını belirleyen değişkenler çok çeşitlidir. Bu değişkenlerden bir kısmının, örgüt yapısı ve örgütsel iklimden, bir kısmının da kişilik ve iş doyumundan kaynaklandığı ileri sürülebilir. İş, insan yaşamının önemli bir parçasını oluşturur. İş doyumu da, insanın yaşamdan elde ettiği doyumu etkiler.

Her birey bir örgüte bazı gereksinim ve beklentilerini gidermek için katılır. Bireyler bulundukları örgütte, bu gereksinim ve beklentilerin etkisi altında davranışta bulunurlar. Gereksinimler karşılanmaz ve beklentiler giderilmezse, örgütün üyesi olarak bireylerin morali bozulur ve verimi düşer. Diğer bir deyişle, gereksinimleri doyurulan ve beklentilerine ulaşan birey, doyum elde etmiş olur.

Başarılı yönetimsel eylemler, örgütteki madde ve insan kaynaklarının etkili biçimde kullanılmasını gerektirir. Örgütlerdeki insan kaynağının etkili biçimde kullanılması, örgüt içindeki birey ve grupların davranış ve ilişkilerinin dikkate alınması ile olanaklı hale gelebilir; çünkü örgütsel etkililik, bireylerin örgütün amacını gerçekleştirmek için katkıda bulunmaya istekli olmalarına, isteklilik de gösterilen çaba sonunda elde edilen doyuma bağlıdır.

Örgütsel İklim

Yöneticiler, bulundukları örgütlerde bazı durumlarda liderlik rolü de oynamak durumundadırlar. Bu rolü oynarken gösterdikleri davranışlar, işgörenleri etkiler; böylece yöneticilerin davranışları ile işgörenlerin davranışları etkileşerek, örgütlerde çoğu kez gözle göremediğimiz, ama hissettiğimiz bir örgütsel iklim oluşturur.

Halpin'a göre, birey için kişilik ne ise, örgüt için de iklim odur. Ertekin "örgüte kimliğini kazandıran, görevlilerin davranışlarını etkileyen ve onlar tarafından algılanan, örgüte egemen olan tüm özellikler dizisi" olarak örgütsel iklimi tanımlamıştır.

Yöneticilerin örgütsel iklimi anlayabilmek için örgütlerindeki doğal grupları, tutumları, kişilikleri, benzerlikleri ve farklılıkları iyi tanımaları gerekir. Örgütsel amaçlarla, bireysel amaçları bütünleştirebilmek için, yöneticilerin grubun niteliği hakkında bilgi sahibi olmaları gerekir. Grubunu iyi tanıyan yönetici, kendi davranışları ile grubun amaçlarını yakınlaştırıp, bütünleştirebilir. Bunları yapabilmek kuşkusuz yöneticinin yönetim alanındaki bilgi ve becerileri ile sınırlıdır.

Örgütsel iklim bir odadaki hava gibi, göremediğimiz dokunamadığımız, ama orada olduğunu bildiğimiz soyut bir kavramdır. Her örgütün iklimi, içinde çalışan bireyler değişik olduğundan farklıdır ve kendine özgüdür. Örgütsel iklim bireylerin davranışlarından etkilendiği gibi, bireylerin davranışlarını da etkiler.

İnsan davranışları çok değişik güdü ve gereksinimlerin etkisi altında ortaya çıkmaktadır. Yönetici ve işgörenlerin davranışları bulundukları örgütün kimliğinden ve kendi iş doyumlarından etkilenmektedir. "Başarılı bir yöneticinin iyi bir teşhisci olması ve araştırmaya önem vermesi gerekmektedir." Aynı zamanda örgütün ikliminden ve iş doyumundan haberdar olması gerekir. Örgütsel iklim ve işdoyumu, bilimsel yöntemlerle ölçülebilir değişkenlerdir. Örgüt ikliminin analizi, ölçülmek istenmesi, örgütte yalnızca hastalığı keşfetmek değil, örgütü geliştirerek daha iyileştirmek, örgütü açık hale getirmek için var olan durumu teşhis etmektir.

İş Doyumu

İş görenlere çalıştığı sürece gereksinimlerini doyurmak için ödül verilmesi, bu ödüllerin çoğunun işi terkettikten sonra gereksinimleri doyurmak için kullanılmasına yol açabilir. Örneğin, ücretler iş yaparken harcanmaz. İşgörenin işteki doyuma ücretlerin salt katkısı, ücret ayrılıklarından doğan statü farklılıkları yönünden olabilir. İnsanın bir gereksinimi doyurulduğunda, bir başka gereksinim ortaya çıkar. Doyurulmuş bir gereksinim ise, davranışı güdülemez.

Amerikalı psikiyatrist Abraham Maslow'un günümüzde en iyi bilinen ve en kapsamlı biçimde insan gereksinimlerini inceleyen kuramına göre, gereksinimler bir sıra düzen içinde yer almaktadır. Holistik-Dinamik Güdülenme Kuramı diye de adlandırılabilen Maslow Kuramı'na göre gereksinimler şöyle sıralanmaktadır: Fizyolojik (yiyecek, içecek, seks gereksinimleri); Güvenlik (güvenlik, denge, bağımsızlık, korunma, kargaşa ve korkudan uzak olma özgürlüğü); Ait olma ve sevgi (bir aile ya da grubun üyesi olma, sevme-sevilme gereksinimi); Saygınlık (kendi kendine saygı duyma ve başkalarından saygı görme); Kendini gerçekleştirme (uygun olduğu işi yapması, olabileceğini olma gereksinimi).

Doyurucu düzeyde giderilmiş bir gereksinimin, davranışı güdüleyici etkisi azalmaktadır; bunun yerine üst düzeyli bir gereksinim belirmeye başlar; karşılanan bir gereksinim yerine yeni bir gereksinim ortaya çıkar ve davranışı güdülemeye başlar; bu süreç bitmeyen bir şekilde devam eder.

Fizyolojik ve güvenlik gibi temel ya da alt düzeyli gereksinimler ortaya çıkar. Kendini gerçekleştirmek isteyen insanlar, daha çok gelişmeye, üretmeye, yara-

tıcılığa ve ruh sağlığına yönelik çabalar sarfederler. Bu nedenle yöneticilerin, üst düzey gereksinimleri olan işgörenlerin, alt düzeyli gereksinimlerini doyurmak yönündeki çabalarının etkisiz kalacağı açıktır.

Gereksinimlerin giderek artan bir biçimde olması, bunların artan bir dizi gereksinim değil, artan psikolojik sağlık dereceleri olduğunu gösterir. Bu anlamda sağlıklı insanların temel gereksinimlerinin karşılanmış, bu nedenle kendini gerçekleştirmek için özgür olduğunu kabul edersek; sağlıklı yetişkinlerin kendi gelişimlerinin sorumluluğunu üstlenmiş oldukları da kabul edilebilir; ancak gerek özel, gerek iş yaşamlarında, bireysel gelişime ilişkin sorumluluğun yalnız bireyde değil, çevrede ve yönetimde de olduğu söylenebilir; bu nedenle, bireyler kendilerini geliştirmeye, olmak istediklerini olmaya ya da oldukları şekilde kendilerinden hoşnut olmaya çabalarken, içinde bulundukları çevre koşullarının uygun olması, gelişimi engelleyici olmaması bir ön koşul olarak düşünülmektedir. Gereksinimlerin giderilmesinin yönetimce engellenmesi ya da bu konuya yeterli özen gösterilmemesi, bir anlamda insan gelişimine ve özgürlüğüne ket vurmaktır denilebilir. Ancak insan davranışı çok çeşitli gereksinimlerin, bilişsel etkenlerin, eğitim, kültür ve çevrenin etkisi altında ortaya çıkmaktadır. Yöneticiler bu nedenle çeşitli motivasyon yöntemlerini deneyebilirler; yeter ki bu konuya gerekli özen gösterilsin. Bununla birlikte iş doyumu ve gereksinimler ne kadar karışık gibi görülse de, ölçülebilir değişkenlerdir. Kişisel görüşler ve algılar yeterli olmayabilir. Bu konuların bilimsel yöntemlerle ölçülmesine gereksinim vardır.

Benzer görüşle Onaran'ın da belirttiği gibi, Argyris, Likert ve Schein'a göre örgütlerde çalışanlar; kendilerini gerçekleştirmek, bir ürün ortaya koymak, anlamlı bir işte çalışmak, kendilerinde potansiyel olarak var olan yeteneklerini kullanmak ve kendini gerçekleştirme gereksinimlerini karşılamak isterler. Yönetim, bu tür gereksinimleri engelemek yerine, işi anlamlı kılarak; örgütü ve çalışma düzenini buna göre düzenleyerek, bu gereksinimlerin ortaya çıkmasına yardımcı olabilir. Böylece çalışanlar örgüt amaçlarına hizmet ederek, hem kendi gereksinimlerinin de karşılandığını görerek daha canla başla çalışacak, hem de örgütteki insan gücünün tam kullanımı sağlanmış olacaktır.

Bu anlamda, bir takım beklentiler ve gereksinimler ile bir örgüte katılan bireylerin bu beklentileri karşılanmaz ve gereksinimleri doyurulmazsa, morallerinin bozulup verimlerinin düşeceği söylenebilir; oysa, hızla değişen toplumsal, ekonomik ve teknolojik koşullara uyum sağlayabilmek için, örgütlerin etkililik ve verimliliğe de özen göstermeleri gerekir. Bunu yaparken de çağdaş yönetimin ilke ve tekniklerinden yararlanmak, zorunlu hale gelmektedir.

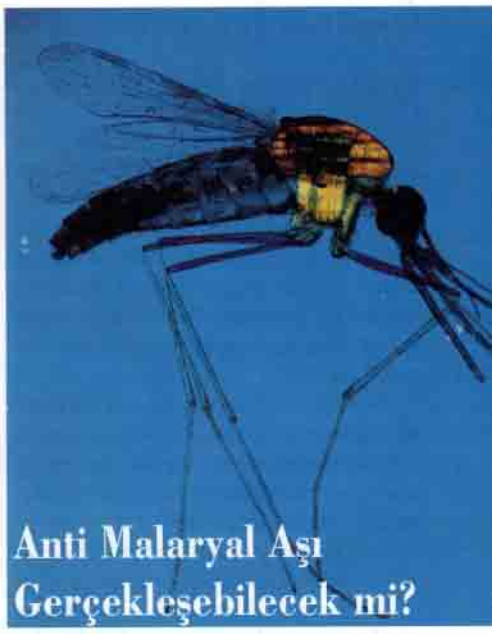
Özellikle eğitim ortamında, kişilikler ve gereksinimlerden oluşan örgütün birey boyutu, roller ve beklentilerden oluşan kurum boyutuna oranla daha büyük önem taşır. Eğitim ve yönetim sürecine katılan bireylerin ilgi, gereksinim ve beklentilerinin birbirinden çok farklı olması, eğitim kurumlarının örgüt iklimini oluşturan önemli özelliklerinden biri olarak görülmektedir. Ayrıca okullar, "çocukların çok ve değişik tecrübeleri mutluluk içinde yaşayarak, geliştikleri yerler olmalıdır. Çocuklar okulun tatil olmasını değil, açık bulunmasını istemeli; bunun için de okul yaşamının marjinal mutluluğu, onlar için okul dışı yaşantıların mutluluğundan üstün olmalıdır. Çocukların okuldaki mutluluk ve başarıları, okul müdürleri ve öğretmenlerin davranış özelliklerini içeren örgütsel iklim ve iş doyumları ile yakından ilişkili görülmektedir.

Topluma birey ve insan gücü olarak katılanların yetiştirme işlevini üstlenen okullarda açık bir örgütsel iklim oluşturulması, müdür ve öğretmenlerin iş doyumu elde etmelerinin sağlanması; okul örgütlerinin etkinliği ve verimliliği açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Okulların örgütsel ikliminin ve iş doyumunun bilimsel yöntemlerle incelenmesine gereksinim vardır.

Mesleği yönetici değil, öğretmen olan okul müdürlerinin Eğitim Yöneticiliği'nin henüz meslekleşmediği ülkemizde, Eğitim Yönetimi ve Denetimi alanında hizmet öncesi ve hizmetiçi eğitiminden geçirilmelerine gereksinim vardır. Bu araştırma yeni araştırmacılar tarafından yenilenerek bulgular güncelleştirilebilir.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fak.
Gölköy Kampüsü Bolu

Kaynaklar
Aydın, M., Eğitim Yönetimi, Ankara 1992.
Bilge, H., Örgüt İklimi. Ankara, 1990.
Bursalıoğlu, Z., Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış, Ankara,1979.
Davis, K., Human Behavior at Work, New York, 1985.
Ertekin, Y., Örgüt İklimi, Ankara, 1978.
Halpin, A., Theory and Research In Administration, New York, 1966.
Maslow, A., Motivation and Personality. New York, 1970. McGregor, (çev: D. Energin) Örgütün İnsan İlişkileri Yönü, Ankara, 1970.
Onaran, O., Çalışma Yaşamında Güdülenme Kuramları, Ankara, 1981.
Paknadel, A.C. Örgütsel İklim ve İş Doyumu. Ankara, 1988. Schein, E. H. (çev: M. Tosun) Örgüt Psikolojisi. Ankara, 1978.

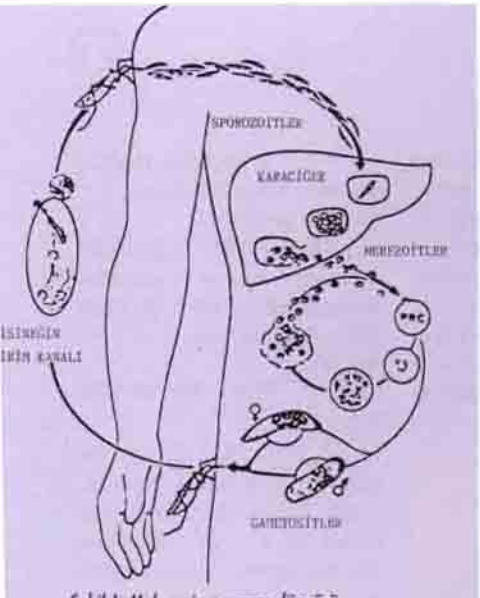


Anti Malaryal Aşı Gerçekleşebilecek mi?

Malarya (sıtma); dünya nüfusunun neredeyse yarısını tehtid eden, enfeksiyöz bir hastalıktır. Yapılan hesaplamalara göre malarya nedeni ile her yıl 2 milyonun üzerinde insan ölmektedir. Afrika'da sadece bu hastalık yüzünden her iki dakikada, bir çocuk kaybedilmektedir. Dünyamızın tropikal bölgelerinin birinci derecede önemli sağlık sorunları arasında malarya önemli bir yer tutmaktadır.

Ülkemizde malarya özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi için bir sorun olmakla birlikte, GAP projesinin tamamlanmasından sonra bölgenin tamamen sulu tarıma geçmesiyle, daha büyük boyutlarda bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkacağı düşünülmektedir. Gerek insektisitler, gerek antiparazitik ilaçlar ile yapılan mücadeleler sonunda, malarya dünyanın birçok bölgesinde ortadan kaldırılmış olmasına rağmen, 1970'li yıllardan itibaren bu hastalık yeniden tırmanışa geçmiş ve hatta belirtilen öneminden dolayı, geçtiğimiz yıl dünyanın sayılı ciddi dergilerinden birisine kapak konusu bile olmuştur.

Malaryanın çok ciddi boyutlarda insanlığı tehtidinin altında yatan asıl neden, hastalığın taşıyıcısı olan Anofel cinsi sivrisineklere karşı mücadelede kullanılan ilaçların etkinliğinin azalmasının yanında, hastalık etkenlerinin (P. falciparum gibi) antimalaryal ilaçlara karşı direnç kazanması oldu. Bu ciddi durum başta WHO'yu ve diğer uluslararası kuruluşları harekete geçirdi. Bu kuruluşların desteği ile bir yandan malarya immunolojisi konusunda yoğun çalışmalar başlatıldı; diğer yandan ise, malaryaya karşı koruyucu aşı geliştirilmesine yönelik bilimsel çalışmalara hız verildi, daha doğ-



Şekil 1 Malarya'nın yaşam döngüsü.

rusu malaryaya karşı mücadelede, aşı tek umut olarak görülmeye başlandı.

Antimalaryal aşılarla ilgil araştırmalara geçmeden, bu hastalığın etkeni olan parazitin (plazmodium) yaşam döngüsünü hatırlayalım (Şekil 1).

Bir protozoal parazit olan malaryanın etkeni Plazmodium'un, insanlarda enfeksiyona neden olan dört türü bulunmaktadır; P. falciparum, P. vivax, P. malariae ve P. ovale. Bunlardan en tehlikeli ve çocuklarda öldürücü olanı P. falciparum'dur. Ülkemizde bulunan tür ise, P. vivax'tır.

İnsanlarda malarya enfeksiyonu Anofel (Anophel) cinsi dişi sivrisinekler aracılığı ile bulaştırılır. Sivrisineklerin tükrük bezinde bulunan "sporozoitler", sivrisineğin ısırması ile insanlara geçer. Sporozoitler birkaç dakika içerisinde, ısırılan şahsın kanından karaciğerine göç ederler ve kanda birden kaybolurlar.

Karaciğer hücrelerinde sporozoidler çoğalarak, merezoitlere dönüşürler. Daha sonra merezoitler kana geçerek kırmızı kan hücrelerini (eritrositler) işkal ederler. Kırmızı kan hücrelerinde merozoitler sırasıyla ring, trophozoite ve schizont evrelerini geçirirler. Schizontlar eritrositleri parçalayıp kana ve tekrar başka eritrositlere geçerler. Bu evreye parazitin gelişmesinde "eritrositik döngü" adı verilmektedir. Bu evrede, merozoitler gelişerek büyümektedirler. İşte bu dönemde malaryanın semptomları ortaya çıkmakta ve klinik bulguları izlenebilmektedir.

Eritrositlerin invazyona uğradıkları bu dönemde merozoitler farklılaşmakta ve erkek (male) ve dişi (female) seksüel formlar ortaya çıkmaktadır. Sivrisinekler tarafından kan emilirken alınan seksüel formlar, sivrisineğin sindirim sisteminde fertilizasyonu takiben zigotları oluşturmakta ve zigotlar sivrisineğin sindirim duvarında gelişerek, erişkin sporozoitlere dönüşmektedirler. Sporozoitler ise, daha sonra sivrisineğin tükrük bezinde depolanmaktadır.

Yukarıda özet olarak belirtilen Plazmodium'un hayat döngüsünde yer alan üç evre, zamanımızda antimalaryal aşı geliştirmeye çalışan araştırma gruplarının hedefini teşkil etmekte ve bu konudaki çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

Malarya etkeni olan parazit sporozoitlerinin karaciğer hücrelerine girişini durdurarak hastalığın eliminasyonunu amaçlayan aşıya "Sporozoit Aşı (Sporozoite vaccine)", merezoitlerin eritrositlere olan invazyonunun önüne geçerek malarya semptomlarını ortadan kaldırmayı amaçlayan aşıya "Merezoid Aşı (Merozoite vaccine)" ve parazitin çoğalmasını engelleyerek, hastalığın insan toplulukları arasında yayılmasını durdurmayı amaçlayan aşıya da "Transmisyonu Bloklayan Aşı (Transmission Blocking Vaccine)" adı verilmektedir.

Malaryaya karşı etkili ve ideal olanının, yukarıda sıralanılan her üç basamağı da kapsayan Kokteil tipi bir aşı olacağı düşünülmektedir.

Antimalaryal Aşılarla İlgili Gelişmeler

1976'da Trager ve Jensen'in, P. falciparum'un kandaki eritrositik evresini (RBC), invitro kültür ortamında çoğaltmayı başarmaları, anti malaryal aşı çalışmaları için önemli bir kilometre taşını oluşturdu. 1980'li yıllardan itibaren ise, monoklonal antibody tekniklerinin ve Rekombinant DNA tekniklerinin bu alanda kullanılmaya başlanması, malaryaya karşı aşı geliştirme çabalarına büyük katkı sağladı.

Önce en tehlikeli malarya etkeni olan P. falciparum'un, arkasından da diğer malarya etkeni parazitlerin değişik gelişim evrelerindeki antijenik özellik taşıyan protein yapılarının DNA'daki baz kompozisyonları, dolayısıyla proteinleri oluşturan peptid dizileri aydınlatıldı.

Yakın geçmişte öldürülmüş veya ateniye edilmiş patojenlerin kullanılması yolu ile başarılı aşıların (polio ve çiçek aşıları gibi) geliştirildiği bilinmektedir.

Malarya parazitini, in vitro ortamda üretmek mümkün olmakla birlikte, kanlı ortamda çoğaltılarak elde edilen parazitik materyalin aşı olarak kullanılması, başta AIDS ve viral hepatitis olmak üzere birçok tehlikeli hastalığı bulaştırma riskini taşımaktadır; ayrıca bu yöntemle hazırlanmış olan aşı materyali yeterli düzeyde güvenilir olmamasının yanında birçok istenmeyen yan tesirinin olduğu da bilinmektedir. İşte bütün bu nedenlerden dolayı, önce rekombinant ve 1985'li yıllardan itibaren de sentetik anti malaryal aşılar geliştirmek için çalışmalar başlatıldı. Özellikle son yıllarda moleküler ve subunit aşılar (subunite vaccine) üzerinde çalışmalar yoğunlaştırıldı.

Moleküler temele dayanan aşılar değişik biçimlerde hazırlanmaktadır. Aşı materyali olarak kullanılan proteinler, rekombinant teknikler kullanılarak bakteri, mantar ve eukaryotik hücre kültürlerinde üretilmektedir. Örneğin hepatitis-B'ye karşı bugün birçok ülkede kullanılan aşı, bu teknikle hazırlanmıştır (hepatit-B virüsünün yüzey antijenleri kullanılarak). Bu tekniklerden yararlanılarak ilk defa 1987'de, P. falciparum'un kılıf proteini (CSP), Rekombinant esasa dayanarak sentezlendi. Bu proteinin insanlarda güvenilir bir aşı olarak kullanılabileceği konusunda çalışmalar başlatıldı.

Bir taraftan rekombinant anti malaryal aşı çalışmaları yürütülürken, diğer yandan da anti malaryal aşı olarak sentetik peptitler (immunojenler) denenmeye başlandı.

Kolombiyalı Pattaroya ve arkadaşları, 1988 yılında malarya etkeni olan parazitin aseksüel kan dönemi antijenlerini sentetik yolla sentezlediler ve bu sentetik antijenleri aşı olarak insanlarda denemeyi başardılar. Aynı araştırma grubu sentetik peptit aşılarını, 1991 yılında daha geniş bir kitle üzerinde denemişlerdir.

Bugün birçok araştırma grubu tarafından, farklı malarya etkeni olan parazitlerin, değişik evrelerini hedef alan aşı geliştirmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu konuda en büyük sorun, parazitin sürekli bir modifikasyon geçirmesidir.

Bunun anlamı, bugün başarı ile uygulanılabilecek bir aşı geliştirilmiş olunsa dahi, bir süre sonra aynı etkinlik ve başarıyla koruyucu etkisini devam ettirmesini beklemenin oldukça zor olduğudur. Bütün bu olumsuzluklara rağmen, ideal aşı geliştirmek için yoğun araştırmalar sürdürülmektedir. Bir yandan aşı çalışmaları yürütülürken, diğer yandan yeni ve etkili anti malaryal ajanların bulunması konusundaki çalışmaların da yürütülmesi, işin ciddiyeti açısından önem taşımaktadır.

Cemil Çelik
Ondokuzmayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı / Samsun

Osmanlı ve Türkiye Cumhuriyeti Teknolojinin Belirleyiciliğini Nasıl "Iskaladı"?

Bugün tüm bilimadamlarımız, düşünürlerimiz ve politikacılarımız, önemli saydıkları uğraşılarını bir yana bıraksalar, bütçe kaynaklarımızın tamamı, halen harcanmakta oldukları yerlere sarfedilmekten vazgeçilse; bununla da yetinilmeyip bizleri bizden daha iyi bilen yabancı uzmanlar -ki sayıları tahminimizden fazladır- davet edilse ve hepsine birden, " toplum yaşamının kalitesini belirleyen ana değişkenin teknoloji ve onun ikiz kardeşi olan rekabete dayalı girişimcilik olduğu gerçeği, hem Osmanlı, hem onun mirası üzerinde yeni bir devlet kuranlar, hem de şimdi yaşayanlarımız tarafından nasıl ıskalandı?.. Bu bir rastlantı mıdır yoksa başka neden(ler) mi vardır? " sorusunun cevabını bulma görevi verilip, kaynaklar da bu iş için ayrılsa...

Bu soruya bu denli önem verilmesi doğru mudur? Bence doğrudur, hatta daha fazla önem verilse daha da doğru olur; çünkü bu gerçek anlaşılmadığı sürece tüm kaynaklarımız boşuna harcanmaya devam edecek, boşa harcanmakla kalmayıp kendi başımıza yeni yeni sorunlar üretmemize yol açacaktır.

Altından, petrolden, ya da filanca dış kaynaktan gelecek uzun vadeli dış krediden çok daha değerli olan zamanımızı, teknolojinin belirleyiciliğini idrak edip bu yolda çaba harcamak yerine, beşinci sınıf insanların beşinci sınıf tartışmalarına ayırma hastalığımız nasıl oldu da kültürel kodumuza işledi?

Osmanlıyı ilerleme devrinde "ileri", duraklama ve gerileme devirlerinde de "geri" bıraktıran öğenin, rakiplerimizin teknoloji alanındaki göreli durumu olduğu, gerek o zaman, gerek imparatorluk yıkıldıktan sonra, gerekse bugün nasıl olup da anlaşılamıyor? Yoksa anlaşılıyor da, gelişebilmenin başka yolları mı keşfedilmeye çalışılıyor?

Geri kalmışlığımızı bugüne kadar, üzerinde pek kafa yormadığımız kalıplarla açıklamaya çalıştık. Matbaanın benimsenmesindeki gecikme, kılıç kuvvetiyle sağlanan egemenlikler, dinin softalar elinde aldığı şeklin felsefe ve bilimi dışlaması ya da benzer "kalıp"lar... Acaba bunlar ne denli doğrudur, hepsi bu kadar mı dır, başkaları da var mı?

S.F. Markham, 1947 yılında yazdığı "İklimler ve Ulusların Enerjileri" (Climate and Energy of Nations-Oxfort Univ. Press) adlı kitabında, antik medeniyetlerin daima 21 °C eşsıcaklık çizgisi üzerinde yer aldığını, ayrıca, kancalı kurt ve malarya'nın da toplumların enerjilerini belirleyici öğeler olduklarını göstermektedir.

1987 yılında Uppsala ACTA Üniversitesi'nde yapılan bir doktora çalışması, 1858-1976 arasında İsveç'te yapılan 49 önemli buluşun, bu ülkeyi bir buz çölünden endüstri ötesi ülke konumuna getirdiğini gösteriyor.

Alman bilimci E. Sachau, X yüzyılın İslam dünyasında egemen olan düşüncenin bir dönüm noktası oluşturduğunu, El-Eş'ari ve Gazali bu düşünceye yeni bir yön vermemiş olsalardı, Arapların Galile'leri, Kepler'leri, Newton'ları yetiştiren bir ulus olabileceklerini savunur (TEZ, Z., Ortaçağ İslam Dünyasında Bilim ve Teknoloji). Acaba bu sav doğru mudur?

I. Dünya Savaşı sırasında başlıca enerji kaynağı ve ayrıca da Demir-Çelik sektörünün girdisi olan taşkömürü üretimini artırmak zorunda olan Almanya'da yapılan bir araştırma, kömür işçilerinin beslenmeleri ile üretim arasında bire bir ilişki olduğunu kanıtlamıştır.

1977'de Zonguldak'ta kömür işletmelerinde yapılan bir beslenme araştırması, çalışanların kötü beslendiklerini, ayrıca da çeşitli parazitler nedeniyle aldıkları besinlerden yararlanamadıklarını göstermiştir. Markham'ın bulguları bu etütle çakışmaktadır. Peki, kömür işçileri arasında yapılan bu araştırma tüm toplum içinde geçerli midir? Eğer geçerliyse genel bir "enerji yetmezliği" ile yaşayageliyoruz demek değil midir?

Lozan Antlaşması'na konulan ve üzerinde hemen hiç tartışma olmayan bir madde ile 1929 yılına kadar, o günün ileri teknolojisi sayılan elektrik motoru ve benzeri donanımın gümrük ve vergilerinin belirli sınırları aşamayacağı (ve böylece yerli teknoloji üretiminin caydırılacağı) acaba kaç kişinin dikkatini çekmiştir?

İnsanlarımızın çoğunda ve özellikle okumuş kesimde mevcut olduğu neredeyse kesin olan "buluşçuluk antipatisi" nereden kaynaklanmaktadır? Kültürel kod'a işleyecek kadar etkili olan sebep(ler) nelerdir?

İş yaratmanın kaynağı olarak yeni yatırım yapmayı -ki kolay değildir- ve mevcut kamu kadrolarını şişirmeyi -ki çok kolaydır- icabedebilmiş olan yönetim elitimiz ve onların danışmanları, sonuçta ortaya çıkan "Kalabalık Kamu Kadroları" - "Düşük ücret" - Düşük Nitelik" sarmalının sorumluları değiller midir?

Tüm sistemlerimiz ve onların işlerliğini sağlayacak olan mevzuatımız bu yarı cahil kadrolar tarafından yapıldığına göre, "buluşçuluk antipatisi"nin önemli bir nedeni "iş yaratamamak" olgusu değil midir?

Bu ve benzeri soruların cevaplarını kahve sohbetleri sırasında değil, en akıllı insanlarımızı, en güçlü kurumlarımızı seferber ederek aramak ve hastalığımıza yol açan nedenleri bulmak zorundayız.

Bu araştırmanın en kritik yanı, basma kalıp, kişilerin kendilerine "pek doğal" görünen şablonlara saplanmalarıdır. Bilimin tüm kuralları, bu araştırmanın hiç bir evresinde göz ardı edilmemelidir.

Bunlar yapılana kadar diğer alanlarda harcanacak çabaların neye hizmet edeceğini şimdiden bilmek mümkün görünmüyor!

Tınaz Titiz
Milletvekili, TBMM-Ankara

Örgütsel İklim ve İş Doyumu İlişkisi

İş yaşamı içinde, insan davranışlarını belirleyen değişkenler çok çeşitlidir. Bu değişkenlerden bir kısmının, örgüt yapısı ve örgütsel iklimden, bir kısmının da kişilik ve iş doyumundan kaynaklandığı ileri sürülebilir. İş, insan yaşamının önemli bir parçasını oluşturur. İş doyumu da, insanın yaşamdan elde ettiği doyumu etkiler.

Her birey bir örgüte bazı gereksinim ve beklentilerini gidermek için katılır. Bireyler bulundukları örgütte, bu gereksinim ve beklentilerin etkisi altında davranışta bulunurlar. Gereksinimler karşılanmaz ve beklentiler giderilmezse, örgütün üyesi olarak bireylerin morali bozulur ve verimi düşer. Diğer bir deyişle, gereksinimleri doyurulan ve beklentilerine ulaşan birey, doyum elde etmiş olur.

Başarılı yönetimsel eylemler, örgütteki madde ve insan kaynaklarının etkili biçimde kullanılmasını gerektirir. Örgütlerdeki insan kaynağının etkili biçimde kullanılması, örgüt içindeki birey ve grupların davranış ve ilişkilerinin dikkate alınması ile olanaklı hale gelebilir; çünkü örgütsel etkililik, bireylerin örgütün amacını gerçekleştirmek için katkıda bulunmaya istekli olmalarına, isteklilik de gösterilen çaba sonunda elde edilen doyuma bağlıdır.

Örgütsel İklim

Yöneticiler, bulundukları örgütlerde bazı durumlarda liderlik rolü de oynamak durumundadırlar. Bu rolü oynarken gösterdikleri davranışlar, işgörenleri etkiler; böylece yöneticilerin davranışları ile işgörenlerin davranışları etkileşerek, örgütlerde çoğu kez gözle göremediğimiz, ama hissettiğimiz bir örgütsel iklim oluşturur.

Halpin'a göre, birey için kişilik ne ise, örgüt için de iklim odur. Ertekin "örgüte kimliğini kazandıran, görevlilerin davranışlarını etkileyen ve onlar tarafından algılanan, örgüte egemen olan tüm özellikler dizisi" olarak örgütsel iklimi tanımlamıştır.

Yöneticilerin örgütsel iklimi anlayabilmek için örgütlerindeki doğal grupları, tutumları, kişilikleri, benzerlikleri ve farklılıkları iyi tanımaları gerekir. Örgütsel amaçlarla, bireysel amaçları bütünleştirebilmek için, yöneticilerin grubun niteliği hakkında bilgi sahibi olmaları gerekir. Grubunu iyi tanıyan yönetici, kendi davranışları ile grubun amaçlarını yakınlaştırıp, bütünleştirebilir. Bunları yapabilmek kuşkusuz yöneticinin yönetim alanındaki bilgi ve becerileri ile sınırlıdır.

Örgütsel iklim bir odadaki hava gibi, göremediğimiz dokunamadığımız, ama orada olduğunu bildiğimiz soyut bir kavramdır. Her örgütün iklimi, içinde çalışan bireyler değişik olduğundan farklıdır ve kendine özgüdür. Örgütsel iklim bireylerin davranışlarından etkilendiği gibi, bireylerin davranışlarını da etkiler.

İnsan davranışları çok değişik güdü ve gereksinimlerin etkisi altında ortaya çıkmaktadır. Yönetici ve işgörenlerin davranışları bulundukları örgütün kimliğinden ve kendi iş doyumlarından etkilenmektedir. "Başarılı bir yöneticinin iyi bir teşhisci olması ve araştırmaya önem vermesi gerekmektedir." Aynı zamanda örgütün ikliminden ve iş doyumundan haberdar olması gerekir. Örgütsel iklim ve işdoyumu, bilimsel yöntemlerle ölçülebilir değişkenlerdir. Örgüt ikliminin analizi, ölçülmek istenmesi, örgütte yalnızca hastalığı keşfetmek değil, örgütü geliştirerek daha iyileştirmek, örgütü açık hale getirmek için var olan durumu teşhis etmektir.

İş Doyumu

İş görenlere çalıştığı sürece gereksinimlerini doyurmak için ödül verilmesi, bu ödüllerin çoğunun işi terkettikten sonra gereksinimleri doyurmak için kullanılmasına yol açabilir. Örneğin, ücretler iş yaparken harcanmaz. İşgörenin işteki doyuma ücretlerin salt katkısı, ücret ayrılıklarından doğan statü farklılıkları yönünden olabilir. İnsanın bir gereksinimi doyurulduğunda, bir başka gereksinim ortaya çıkar. Doyurulmuş bir gereksinim ise, davranışı güdülemez.

Amerikalı psikiyatrist Abraham Maslow'un günümüzde en iyi bilinen ve en kapsamlı biçimde insan gereksinimlerini inceleyen kuramına göre, gereksinimler bir sıra düzen içinde yer almaktadır. Holistik-Dinamik Güdülenme Kuramı diye de adlandırılabilen Maslow Kuramı'na göre gereksinimler şöyle sıralanmaktadır: Fizyolojik (yiyecek, içecek, seks gereksinimleri); Güvenlik (güvenlik, denge, bağımsızlık, korunma, kargaşa ve korkudan uzak olma özgürlüğü); Ait olma ve sevgi (bir aile ya da grubun üyesi olma, sevme-sevilme gereksinimi); Saygınlık (kendi kendine saygı duyma ve başkalarından saygı görme); Kendini gerçekleştirme (uygun olduğu işi yapması, olabileceğini olma gereksinimi).

Doyurucu düzeyde giderilmiş bir gereksinimin, davranışı güdüleyici etkisi azalmaktadır; bunun yerine üst düzeyli bir gereksinim belirmeye başlar; karşılanan bir gereksinim yerine yeni bir gereksinim ortaya çıkar ve davranışı güdülemeye başlar; bu süreç bitmeyen bir şekilde devam eder.

Fizyolojik ve güvenlik gibi temel ya da alt düzeyli gereksinimler ortaya çıkar. Kendini gerçekleştirmek isteyen insanlar, daha çok gelişmeye, üretmeye, yara-

tıcılığa ve ruh sağlığına yönelik çabalar sarfederler. Bu nedenle yöneticilerin, üst düzey gereksinimleri olan işgörenlerin, alt düzeyli gereksinimlerini doyurmak yönündeki çabalarının etkisiz kalacağı açıktır.

Gereksinimlerin giderek artan bir biçimde olması, bunların artan bir dizi gereksinim değil, artan psikolojik sağlık dereceleri olduğunu gösterir. Bu anlamda sağlıklı insanların temel gereksinimlerinin karşılanmış, bu nedenle kendini gerçekleştirmek için özgür olduğunu kabul edersek; sağlıklı yetişkinlerin kendi gelişimlerinin sorumluluğunu üstlenmiş oldukları da kabul edilebilir; ancak gerek özel, gerek iş yaşamlarında, bireysel gelişime ilişkin sorumluluğun yalnız bireyde değil, çevrede ve yönetimde de olduğu söylenebilir; bu nedenle, bireyler kendilerini geliştirmeye, olmak istediklerini olmaya ya da oldukları şekilde kendilerinden hoşnut olmaya çabalarken, içinde bulundukları çevre koşullarının uygun olması, gelişimi engelleyici olmaması bir ön koşul olarak düşünülmektedir. Gereksinimlerin giderilmesinin yönetimce engellenmesi ya da bu konuya yeterli özen gösterilmemesi, bir anlamda insan gelişimine ve özgürlüğüne ket vurmaktır denilebilir. Ancak insan davranışı çok çeşitli gereksinimlerin, bilişsel etkenlerin, eğitim, kültür ve çevrenin etkisi altında ortaya çıkmaktadır. Yöneticiler bu nedenle çeşitli motivasyon yöntemlerini deneyebilirler; yeter ki bu konuya gerekli özen gösterilsin. Bununla birlikte iş doyumu ve gereksinimler ne kadar karışık gibi görülse de, ölçülebilir değişkenlerdir. Kişisel görüşler ve algılar yeterli olmayabilir. Bu konuların bilimsel yöntemlerle ölçülmesine gereksinim vardır.

Benzer görüşle Onaran'ın da belirttiği gibi, Argyris, Likert ve Schein'a göre örgütlerde çalışanlar; kendilerini gerçekleştirmek, bir ürün ortaya koymak, anlamlı bir işte çalışmak, kendilerinde potansiyel olarak var olan yeteneklerini kullanmak ve kendini gerçekleştirme gereksinimlerini karşılamak isterler. Yönetim, bu tür gereksinimleri engelemek yerine, işi anlamlı kılarak; örgütü ve çalışma düzenini buna göre düzenleyerek, bu gereksinimlerin ortaya çıkmasına yardımcı olabilir. Böylece çalışanlar örgüt amaçlarına hizmet ederek, hem kendi gereksinimlerinin de karşılandığını görerek daha canla başla çalışacak, hem de örgütteki insan gücünün tam kullanımı sağlanmış olacaktır.

Bu anlamda, bir takım beklentiler ve gereksinimler ile bir örgüte katılan bireylerin bu beklentileri karşılanmaz ve gereksinimleri doyurulmazsa, morallerinin bozulup verimlerinin düşeceği söylenebilir; oysa, hızla değişen toplumsal, ekonomik ve teknolojik koşullara uyum sağlayabilmek için, örgütlerin etkililik ve verimliliğe de özen göstermeleri gerekir. Bunu yaparken de çağdaş yönetimin ilke ve tekniklerinden yararlanmak, zorunlu hale gelmektedir.

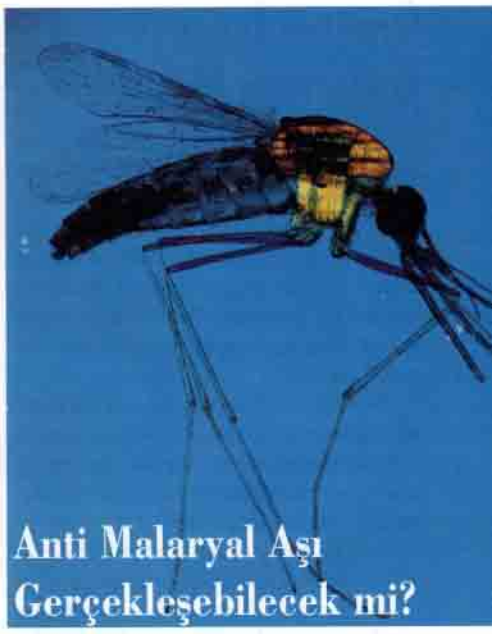
Özellikle eğitim ortamında, kişilikler ve gereksinimlerden oluşan örgütün birey boyutu, roller ve beklentilerden oluşan kurum boyutuna oranla daha büyük önem taşır. Eğitim ve yönetim sürecine katılan bireylerin ilgi, gereksinim ve beklentilerinin birbirinden çok farklı olması, eğitim kurumlarının örgüt iklimini oluşturan önemli özelliklerinden biri olarak görülmektedir. Ayrıca okullar, "çocukların çok ve değişik tecrübeleri mutluluk içinde yaşayarak, geliştikleri yerler olmalıdır. Çocuklar okulun tatil olmasını değil, açık bulunmasını istemeli; bunun için de okul yaşamının marjinal mutluluğu, onlar için okul dışı yaşantıların mutluluğundan üstün olmalıdır. Çocukların okuldaki mutluluk ve başarıları, okul müdürleri ve öğretmenlerin davranış özelliklerini içeren örgütsel iklim ve iş doyumları ile yakından ilişkili görülmektedir.

Topluma birey ve insan gücü olarak katılanların yetiştirme işlevini üstlenen okullarda açık bir örgütsel iklim oluşturulması, müdür ve öğretmenlerin iş doyumu elde etmelerinin sağlanması; okul örgütlerinin etkinliği ve verimliliği açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Okulların örgütsel ikliminin ve iş doyumunun bilimsel yöntemlerle incelenmesine gereksinim vardır.

Mesleği yönetici değil, öğretmen olan okul müdürlerinin Eğitim Yöneticiliği'nin henüz meslekleşmediği ülkemizde, Eğitim Yönetimi ve Denetimi alanında hizmet öncesi ve hizmetiçi eğitiminden geçirilmelerine gereksinim vardır. Bu araştırma yeni araştırmacılar tarafından yenilenerek bulgular güncelleştirilebilir.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fak.
Gölköy Kampüsü Bolu

Kaynaklar
Aydın, M., Eğitim Yönetimi, Ankara 1992.
Bilge, H., Örgüt İklimi. Ankara, 1990.
Bursalıoğlu, Z., Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış, Ankara,1979.
Davis, K., Human Behavior at Work, New York, 1985.
Ertekin, Y., Örgüt İklimi, Ankara, 1978.
Halpin, A., Theory and Research In Administration, New York, 1966.
Maslow, A., Motivation and Personality. New York, 1970. McGregor, (çev: D. Energin) Örgütün İnsan İlişkileri Yönü, Ankara, 1970.
Onaran, O., Çalışma Yaşamında Güdülenme Kuramları, Ankara, 1981.
Paknadel, A.C. Örgütsel İklim ve İş Doyumu. Ankara, 1988. Schein, E. H. (çev: M. Tosun) Örgüt Psikolojisi. Ankara, 1978.

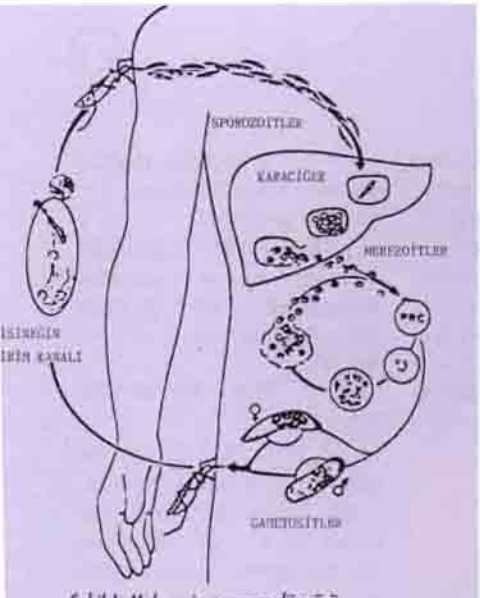


Anti Malaryal Aşı Gerçekleşebilecek mi?

Malarya (sıtma); dünya nüfusunun neredeyse yarısını tehtid eden, enfeksiyöz bir hastalıktır. Yapılan hesaplamalara göre malarya nedeni ile her yıl 2 milyonun üzerinde insan ölmektedir. Afrika'da sadece bu hastalık yüzünden her iki dakikada, bir çocuk kaybedilmektedir. Dünyamızın tropikal bölgelerinin birinci derecede önemli sağlık sorunları arasında malarya önemli bir yer tutmaktadır.

Ülkemizde malarya özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi için bir sorun olmakla birlikte, GAP projesinin tamamlanmasından sonra bölgenin tamamen sulu tarıma geçmesiyle, daha büyük boyutlarda bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkacağı düşünülmektedir. Gerek insektisitler, gerek antiparazitik ilaçlar ile yapılan mücadeleler sonunda, malarya dünyanın birçok bölgesinde ortadan kaldırılmış olmasına rağmen, 1970'li yıllardan itibaren bu hastalık yeniden tırmanışa geçmiş ve hatta belirtilen öneminden dolayı, geçtiğimiz yıl dünyanın sayılı ciddi dergilerinden birisine kapak konusu bile olmuştur.

Malaryanın çok ciddi boyutlarda insanlığı tehtidinin altında yatan asıl neden, hastalığın taşıyıcısı olan Anofel cinsi sivrisineklere karşı mücadelede kullanılan ilaçların etkinliğinin azalmasının yanında, hastalık etkenlerinin (P. falciparum gibi) antimalaryal ilaçlara karşı direnç kazanması oldu. Bu ciddi durum başta WHO'yu ve diğer uluslararası kuruluşları harekete geçirdi. Bu kuruluşların desteği ile bir yandan malarya immunolojisi konusunda yoğun çalışmalar başlatıldı; diğer yandan ise, malaryaya karşı koruyucu aşı geliştirilmesine yönelik bilimsel çalışmalara hız verildi, daha doğ-



Şekil 1 Malarya'nın yaşam döngüsü.

rusu malaryaya karşı mücadelede, aşı tek umut olarak görülmeye başlandı.

Antimalaryal aşılarla ilgil araştırmalara geçmeden, bu hastalığın etkeni olan parazitin (plazmodium) yaşam döngüsünü hatırlayalım (Şekil 1).

Bir protozoal parazit olan malaryanın etkeni Plazmodium'un, insanlarda enfeksiyona neden olan dört türü bulunmaktadır; P. falciparum, P. vivax, P. malariae ve P. ovale. Bunlardan en tehlikeli ve çocuklarda öldürücü olanı P. falciparum'dur. Ülkemizde bulunan tür ise, P. vivax'tır.

İnsanlarda malarya enfeksiyonu Anofel (Anophel) cinsi dişi sivrisinekler aracılığı ile bulaştırılır. Sivrisineklerin tükrük bezinde bulunan "sporozoitler", sivrisineğin ısırması ile insanlara geçer. Sporozoitler birkaç dakika içerisinde, ısırılan şahsın kanından karaciğerine göç ederler ve kanda birden kaybolurlar.

Karaciğer hücrelerinde sporozoidler çoğalarak, merezoitlere dönüşürler. Daha sonra merezoitler kana geçerek kırmızı kan hücrelerini (eritrositler) işkal ederler. Kırmızı kan hücrelerinde merozoitler sırasıyla ring, trophozoite ve schizont evrelerini geçirirler. Schizontlar eritrositleri parçalayıp kana ve tekrar başka eritrositlere geçerler. Bu evreye parazitin gelişmesinde "eritrositik döngü" adı verilmektedir. Bu evrede, merozoitler gelişerek büyümektedirler. İşte bu dönemde malaryanın semptomları ortaya çıkmakta ve klinik bulguları izlenebilmektedir.

Eritrositlerin invazyona uğradıkları bu dönemde merozoitler farklılaşmakta ve erkek (male) ve dişi (female) seksüel formlar ortaya çıkmaktadır. Sivrisinekler tarafından kan emilirken alınan seksüel formlar, sivrisineğin sindirim sisteminde fertilizasyonu takiben zigotları oluşturmakta ve zigotlar sivrisineğin sindirim duvarında gelişerek, erişkin sporozoitlere dönüşmektedirler. Sporozoitler ise, daha sonra sivrisineğin tükrük bezinde depolanmaktadır.

Yukarıda özet olarak belirtilen Plazmodium'un hayat döngüsünde yer alan üç evre, zamanımızda antimalaryal aşı geliştirmeye çalışan araştırma gruplarının hedefini teşkil etmekte ve bu konudaki çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

Malarya etkeni olan parazit sporozoitlerinin karaciğer hücrelerine girişini durdurarak hastalığın eliminasyonunu amaçlayan aşıya "Sporozoit Aşı (Sporozoite vaccine)", merezoitlerin eritrositlere olan invazyonunun önüne geçerek malarya semptomlarını ortadan kaldırmayı amaçlayan aşıya "Merezoid Aşı (Merozoite vaccine)" ve parazitin çoğalmasını engelleyerek, hastalığın insan toplulukları arasında yayılmasını durdurmayı amaçlayan aşıya da "Transmisyonu Bloklayan Aşı (Transmission Blocking Vaccine)" adı verilmektedir.

Malaryaya karşı etkili ve ideal olanının, yukarıda sıralanılan her üç basamağı da kapsayan Kokteil tipi bir aşı olacağı düşünülmektedir.

Antimalaryal Aşılarla İlgili Gelişmeler

1976'da Trager ve Jensen'in, P. falciparum'un kandaki eritrositik evresini (RBC), invitro kültür ortamında çoğaltmayı başarmaları, anti malaryal aşı çalışmaları için önemli bir kilometre taşını oluşturdu. 1980'li yıllardan itibaren ise, monoklonal antibody tekniklerinin ve Rekombinant DNA tekniklerinin bu alanda kullanılmaya başlanması, malaryaya karşı aşı geliştirme çabalarına büyük katkı sağladı.

Önce en tehlikeli malarya etkeni olan P. falciparum'un, arkasından da diğer malarya etkeni parazitlerin değişik gelişim evrelerindeki antijenik özellik taşıyan protein yapılarının DNA'daki baz kompozisyonları, dolayısıyla proteinleri oluşturan peptid dizileri aydınlatıldı.

Yakın geçmişte öldürülmüş veya ateniye edilmiş patojenlerin kullanılması yolu ile başarılı aşıların (polio ve çiçek aşıları gibi) geliştirildiği bilinmektedir.

Malarya parazitini, in vitro ortamda üretmek mümkün olmakla birlikte, kanlı ortamda çoğaltılarak elde edilen parazitik materyalin aşı olarak kullanılması, başta AIDS ve viral hepatitis olmak üzere birçok tehlikeli hastalığı bulaştırma riskini taşımaktadır; ayrıca bu yöntemle hazırlanmış olan aşı materyali yeterli düzeyde güvenilir olmamasının yanında birçok istenmeyen yan tesirinin olduğu da bilinmektedir. İşte bütün bu nedenlerden dolayı, önce rekombinant ve 1985'li yıllardan itibaren de sentetik anti malaryal aşılar geliştirmek için çalışmalar başlatıldı. Özellikle son yıllarda moleküler ve subunit aşılar (subunite vaccine) üzerinde çalışmalar yoğunlaştırıldı.

Moleküler temele dayanan aşılar değişik biçimlerde hazırlanmaktadır. Aşı materyali olarak kullanılan proteinler, rekombinant teknikler kullanılarak bakteri, mantar ve eukaryotik hücre kültürlerinde üretilmektedir. Örneğin hepatitis-B'ye karşı bugün birçok ülkede kullanılan aşı, bu teknikle hazırlanmıştır (hepatit-B virüsünün yüzey antijenleri kullanılarak). Bu tekniklerden yararlanılarak ilk defa 1987'de, P. falciparum'un kılıf proteini (CSP), Rekombinant esasa dayanarak sentezlendi. Bu proteinin insanlarda güvenilir bir aşı olarak kullanılabileceği konusunda çalışmalar başlatıldı.

Bir taraftan rekombinant anti malaryal aşı çalışmaları yürütülürken, diğer yandan da anti malaryal aşı olarak sentetik peptitler (immunojenler) denenmeye başlandı.

Kolombiyalı Pattaroya ve arkadaşları, 1988 yılında malarya etkeni olan parazitin aseksüel kan dönemi antijenlerini sentetik yolla sentezlediler ve bu sentetik antijenleri aşı olarak insanlarda denemeyi başardılar. Aynı araştırma grubu sentetik peptit aşılarını, 1991 yılında daha geniş bir kitle üzerinde denemişlerdir.

Bugün birçok araştırma grubu tarafından, farklı malarya etkeni olan parazitlerin, değişik evrelerini hedef alan aşı geliştirmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu konuda en büyük sorun, parazitin sürekli bir modifikasyon geçirmesidir.

Bunun anlamı, bugün başarı ile uygulanılabilecek bir aşı geliştirilmiş olunsa dahi, bir süre sonra aynı etkinlik ve başarıyla koruyucu etkisini devam ettirmesini beklemenin oldukça zor olduğudur. Bütün bu olumsuzluklara rağmen, ideal aşı geliştirmek için yoğun araştırmalar sürdürülmektedir. Bir yandan aşı çalışmaları yürütülürken, diğer yandan yeni ve etkili anti malaryal ajanların bulunması konusundaki çalışmaların da yürütülmesi, işin ciddiyeti açısından önem taşımaktadır.

Cemil Çelik
Ondokuzmayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı / Samsun

Osmanlı ve Türkiye Cumhuriyeti Teknolojinin Belirleyiciliğini Nasıl "Iskaladı"?

Bugün tüm bilimadamlarımız, düşünürlerimiz ve politikacılarımız, önemli saydıkları uğraşılarını bir yana bıraksalar, bütçe kaynaklarımızın tamamı, halen harcanmakta oldukları yerlere sarfedilmekten vazgeçilse; bununla da yetinilmeyip bizleri bizden daha iyi bilen yabancı uzmanlar -ki sayıları tahminimizden fazladır- davet edilse ve hepsine birden, " toplum yaşamının kalitesini belirleyen ana değişkenin teknoloji ve onun ikiz kardeşi olan rekabete dayalı girişimcilik olduğu gerçeği, hem Osmanlı, hem onun mirası üzerinde yeni bir devlet kuranlar, hem de şimdi yaşayanlarımız tarafından nasıl ıskalandı?.. Bu bir rastlantı mıdır yoksa başka neden(ler) mi vardır? " sorusunun cevabını bulma görevi verilip, kaynaklar da bu iş için ayrılsa...

Bu soruya bu denli önem verilmesi doğru mudur? Bence doğrudur, hatta daha fazla önem verilse daha da doğru olur; çünkü bu gerçek anlaşılmadığı sürece tüm kaynaklarımız boşuna harcanmaya devam edecek, boşa harcanmakla kalmayıp kendi başımıza yeni yeni sorunlar üretmemize yol açacaktır.

Altından, petrolden, ya da filanca dış kaynaktan gelecek uzun vadeli dış krediden çok daha değerli olan zamanımızı, teknolojinin belirleyiciliğini idrak edip bu yolda çaba harcamak yerine, beşinci sınıf insanların beşinci sınıf tartışmalarına ayırma hastalığımız nasıl oldu da kültürel kodumuza işledi?

Osmanlıyı ilerleme devrinde "ileri", duraklama ve gerileme devirlerinde de "geri" bıraktıran öğenin, rakiplerimizin teknoloji alanındaki göreli durumu olduğu, gerek o zaman, gerek imparatorluk yıkıldıktan sonra, gerekse bugün nasıl olup da anlaşılamıyor? Yoksa anlaşılıyor da, gelişebilmenin başka yolları mı keşfedilmeye çalışılıyor?

Geri kalmışlığımızı bugüne kadar, üzerinde pek kafa yormadığımız kalıplarla açıklamaya çalıştık. Matbaanın benimsenmesindeki gecikme, kılıç kuvvetiyle sağlanan egemenlikler, dinin softalar elinde aldığı şeklin felsefe ve bilimi dışlaması ya da benzer "kalıp"lar... Acaba bunlar ne denli doğrudur, hepsi bu kadar mı dır, başkaları da var mı?

S.F. Markham, 1947 yılında yazdığı "İklimler ve Ulusların Enerjileri" (Climate and Energy of Nations-Oxfort Univ. Press) adlı kitabında, antik medeniyetlerin daima 21 °C eşsıcaklık çizgisi üzerinde yer aldığını, ayrıca, kancalı kurt ve malarya'nın da toplumların enerjilerini belirleyici öğeler olduklarını göstermektedir.

1987 yılında Uppsala ACTA Üniversitesi'nde yapılan bir doktora çalışması, 1858-1976 arasında İsveç'te yapılan 49 önemli buluşun, bu ülkeyi bir buz çölünden endüstri ötesi ülke konumuna getirdiğini gösteriyor.

Alman bilimci E. Sachau, X yüzyılın İslam dünyasında egemen olan düşüncenin bir dönüm noktası oluşturduğunu, El-Eş'ari ve Gazali bu düşünceye yeni bir yön vermemiş olsalardı, Arapların Galile'leri, Kepler'leri, Newton'ları yetiştiren bir ulus olabileceklerini savunur (TEZ, Z., Ortaçağ İslam Dünyasında Bilim ve Teknoloji). Acaba bu sav doğru mudur?

I. Dünya Savaşı sırasında başlıca enerji kaynağı ve ayrıca da Demir-Çelik sektörünün girdisi olan taşkömürü üretimini artırmak zorunda olan Almanya'da yapılan bir araştırma, kömür işçilerinin beslenmeleri ile üretim arasında bire bir ilişki olduğunu kanıtlamıştır.

1977'de Zonguldak'ta kömür işletmelerinde yapılan bir beslenme araştırması, çalışanların kötü beslendiklerini, ayrıca da çeşitli parazitler nedeniyle aldıkları besinlerden yararlanamadıklarını göstermiştir. Markham'ın bulguları bu etütle çakışmaktadır. Peki, kömür işçileri arasında yapılan bu araştırma tüm toplum içinde geçerli midir? Eğer geçerliyse genel bir "enerji yetmezliği" ile yaşayageliyoruz demek değil midir?

Lozan Antlaşması'na konulan ve üzerinde hemen hiç tartışma olmayan bir madde ile 1929 yılına kadar, o günün ileri teknolojisi sayılan elektrik motoru ve benzeri donanımın gümrük ve vergilerinin belirli sınırları aşamayacağı (ve böylece yerli teknoloji üretiminin caydırılacağı) acaba kaç kişinin dikkatini çekmiştir?

İnsanlarımızın çoğunda ve özellikle okumuş kesimde mevcut olduğu neredeyse kesin olan "buluşçuluk antipatisi" nereden kaynaklanmaktadır? Kültürel kod'a işleyecek kadar etkili olan sebep(ler) nelerdir?

İş yaratmanın kaynağı olarak yeni yatırım yapmayı -ki kolay değildir- ve mevcut kamu kadrolarını şişirmeyi -ki çok kolaydır- icabedebilmiş olan yönetim elitimiz ve onların danışmanları, sonuçta ortaya çıkan "Kalabalık Kamu Kadroları" - "Düşük ücret" - Düşük Nitelik" sarmalının sorumluları değiller midir?

Tüm sistemlerimiz ve onların işlerliğini sağlayacak olan mevzuatımız bu yarı cahil kadrolar tarafından yapıldığına göre, "buluşçuluk antipatisi"nin önemli bir nedeni "iş yaratamamak" olgusu değil midir?

Bu ve benzeri soruların cevaplarını kahve sohbetleri sırasında değil, en akıllı insanlarımızı, en güçlü kurumlarımızı seferber ederek aramak ve hastalığımıza yol açan nedenleri bulmak zorundayız.

Bu araştırmanın en kritik yanı, basma kalıp, kişilerin kendilerine "pek doğal" görünen şablonlara saplanmalarıdır. Bilimin tüm kuralları, bu araştırmanın hiç bir evresinde göz ardı edilmemelidir.

Bunlar yapılana kadar diğer alanlarda harcanacak çabaların neye hizmet edeceğini şimdiden bilmek mümkün görünmüyor!

Tınaz Titiz
Milletvekili, TBMM-Ankara

Örgütsel İklim ve İş Doyumu İlişkisi

İş yaşamı içinde, insan davranışlarını belirleyen değişkenler çok çeşitlidir. Bu değişkenlerden bir kısmının, örgüt yapısı ve örgütsel iklimden, bir kısmının da kişilik ve iş doyumundan kaynaklandığı ileri sürülebilir. İş, insan yaşamının önemli bir parçasını oluşturur. İş doyumu da, insanın yaşamdan elde ettiği doyumu etkiler.

Her birey bir örgüte bazı gereksinim ve beklentilerini gidermek için katılır. Bireyler bulundukları örgütte, bu gereksinim ve beklentilerin etkisi altında davranışta bulunurlar. Gereksinimler karşılanmaz ve beklentiler giderilmezse, örgütün üyesi olarak bireylerin morali bozulur ve verimi düşer. Diğer bir deyişle, gereksinimleri doyurulan ve beklentilerine ulaşan birey, doyum elde etmiş olur.

Başarılı yönetimsel eylemler, örgütteki madde ve insan kaynaklarının etkili biçimde kullanılmasını gerektirir. Örgütlerdeki insan kaynağının etkili biçimde kullanılması, örgüt içindeki birey ve grupların davranış ve ilişkilerinin dikkate alınması ile olanaklı hale gelebilir; çünkü örgütsel etkililik, bireylerin örgütün amacını gerçekleştirmek için katkıda bulunmaya istekli olmalarına, isteklilik de gösterilen çaba sonunda elde edilen doyuma bağlıdır.

Örgütsel İklim

Yöneticiler, bulundukları örgütlerde bazı durumlarda liderlik rolü de oynamak durumundadırlar. Bu rolü oynarken gösterdikleri davranışlar, işgörenleri etkiler; böylece yöneticilerin davranışları ile işgörenlerin davranışları etkileşerek, örgütlerde çoğu kez gözle göremediğimiz, ama hissettiğimiz bir örgütsel iklim oluşturur.

Halpin'a göre, birey için kişilik ne ise, örgüt için de iklim odur. Ertekin "örgüte kimliğini kazandıran, görevlilerin davranışlarını etkileyen ve onlar tarafından algılanan, örgüte egemen olan tüm özellikler dizisi" olarak örgütsel iklimi tanımlamıştır.

Yöneticilerin örgütsel iklimi anlayabilmek için örgütlerindeki doğal grupları, tutumları, kişilikleri, benzerlikleri ve farklılıkları iyi tanımaları gerekir. Örgütsel amaçlarla, bireysel amaçları bütünleştirebilmek için, yöneticilerin grubun niteliği hakkında bilgi sahibi olmaları gerekir. Grubunu iyi tanıyan yönetici, kendi davranışları ile grubun amaçlarını yakınlaştırıp, bütünleştirebilir. Bunları yapabilmek kuşkusuz yöneticinin yönetim alanındaki bilgi ve becerileri ile sınırlıdır.

Örgütsel iklim bir odadaki hava gibi, göremediğimiz dokunamadığımız, ama orada olduğunu bildiğimiz soyut bir kavramdır. Her örgütün iklimi, içinde çalışan bireyler değişik olduğundan farklıdır ve kendine özgüdür. Örgütsel iklim bireylerin davranışlarından etkilendiği gibi, bireylerin davranışlarını da etkiler.

İnsan davranışları çok değişik güdü ve gereksinimlerin etkisi altında ortaya çıkmaktadır. Yönetici ve işgörenlerin davranışları bulundukları örgütün kimliğinden ve kendi iş doyumlarından etkilenmektedir. "Başarılı bir yöneticinin iyi bir teşhisci olması ve araştırmaya önem vermesi gerekmektedir." Aynı zamanda örgütün ikliminden ve iş doyumundan haberdar olması gerekir. Örgütsel iklim ve işdoyumu, bilimsel yöntemlerle ölçülebilir değişkenlerdir. Örgüt ikliminin analizi, ölçülmek istenmesi, örgütte yalnızca hastalığı keşfetmek değil, örgütü geliştirerek daha iyileştirmek, örgütü açık hale getirmek için var olan durumu teşhis etmektir.

İş Doyumu

İş görenlere çalıştığı sürece gereksinimlerini doyurmak için ödül verilmesi, bu ödüllerin çoğunun işi terkettikten sonra gereksinimleri doyurmak için kullanılmasına yol açabilir. Örneğin, ücretler iş yaparken harcanmaz. İşgörenin işteki doyuma ücretlerin salt katkısı, ücret ayrılıklarından doğan statü farklılıkları yönünden olabilir. İnsanın bir gereksinimi doyurulduğunda, bir başka gereksinim ortaya çıkar. Doyurulmuş bir gereksinim ise, davranışı güdülemez.

Amerikalı psikiyatrist Abraham Maslow'un günümüzde en iyi bilinen ve en kapsamlı biçimde insan gereksinimlerini inceleyen kuramına göre, gereksinimler bir sıra düzen içinde yer almaktadır. Holistik-Dinamik Güdülenme Kuramı diye de adlandırılabilen Maslow Kuramı'na göre gereksinimler şöyle sıralanmaktadır: Fizyolojik (yiyecek, içecek, seks gereksinimleri); Güvenlik (güvenlik, denge, bağımsızlık, korunma, kargaşa ve korkudan uzak olma özgürlüğü); Ait olma ve sevgi (bir aile ya da grubun üyesi olma, sevme-sevilme gereksinimi); Saygınlık (kendi kendine saygı duyma ve başkalarından saygı görme); Kendini gerçekleştirme (uygun olduğu işi yapması, olabileceğini olma gereksinimi).

Doyurucu düzeyde giderilmiş bir gereksinimin, davranışı güdüleyici etkisi azalmaktadır; bunun yerine üst düzeyli bir gereksinim belirmeye başlar; karşılanan bir gereksinim yerine yeni bir gereksinim ortaya çıkar ve davranışı güdülemeye başlar; bu süreç bitmeyen bir şekilde devam eder.

Fizyolojik ve güvenlik gibi temel ya da alt düzeyli gereksinimler ortaya çıkar. Kendini gerçekleştirmek isteyen insanlar, daha çok gelişmeye, üretmeye, yara-

tıcılığa ve ruh sağlığına yönelik çabalar sarfederler. Bu nedenle yöneticilerin, üst düzey gereksinimleri olan işgörenlerin, alt düzeyli gereksinimlerini doyurmak yönündeki çabalarının etkisiz kalacağı açıktır.

Gereksinimlerin giderek artan bir biçimde olması, bunların artan bir dizi gereksinim değil, artan psikolojik sağlık dereceleri olduğunu gösterir. Bu anlamda sağlıklı insanların temel gereksinimlerinin karşılanmış, bu nedenle kendini gerçekleştirmek için özgür olduğunu kabul edersek; sağlıklı yetişkinlerin kendi gelişimlerinin sorumluluğunu üstlenmiş oldukları da kabul edilebilir; ancak gerek özel, gerek iş yaşamlarında, bireysel gelişime ilişkin sorumluluğun yalnız bireyde değil, çevrede ve yönetimde de olduğu söylenebilir; bu nedenle, bireyler kendilerini geliştirmeye, olmak istediklerini olmaya ya da oldukları şekilde kendilerinden hoşnut olmaya çabalarken, içinde bulundukları çevre koşullarının uygun olması, gelişimi engelleyici olmaması bir ön koşul olarak düşünülmektedir. Gereksinimlerin giderilmesinin yönetimce engellenmesi ya da bu konuya yeterli özen gösterilmemesi, bir anlamda insan gelişimine ve özgürlüğüne ket vurmaktır denilebilir. Ancak insan davranışı çok çeşitli gereksinimlerin, bilişsel etkenlerin, eğitim, kültür ve çevrenin etkisi altında ortaya çıkmaktadır. Yöneticiler bu nedenle çeşitli motivasyon yöntemlerini deneyebilirler; yeter ki bu konuya gerekli özen gösterilsin. Bununla birlikte iş doyumu ve gereksinimler ne kadar karışık gibi görülse de, ölçülebilir değişkenlerdir. Kişisel görüşler ve algılar yeterli olmayabilir. Bu konuların bilimsel yöntemlerle ölçülmesine gereksinim vardır.

Benzer görüşle Onaran'ın da belirttiği gibi, Argyris, Likert ve Schein'a göre örgütlerde çalışanlar; kendilerini gerçekleştirmek, bir ürün ortaya koymak, anlamlı bir işte çalışmak, kendilerinde potansiyel olarak var olan yeteneklerini kullanmak ve kendini gerçekleştirme gereksinimlerini karşılamak isterler. Yönetim, bu tür gereksinimleri engelemek yerine, işi anlamlı kılarak; örgütü ve çalışma düzenini buna göre düzenleyerek, bu gereksinimlerin ortaya çıkmasına yardımcı olabilir. Böylece çalışanlar örgüt amaçlarına hizmet ederek, hem kendi gereksinimlerinin de karşılandığını görerek daha canla başla çalışacak, hem de örgütteki insan gücünün tam kullanımı sağlanmış olacaktır.

Bu anlamda, bir takım beklentiler ve gereksinimler ile bir örgüte katılan bireylerin bu beklentileri karşılanmaz ve gereksinimleri doyurulmazsa, morallerinin bozulup verimlerinin düşeceği söylenebilir; oysa, hızla değişen toplumsal, ekonomik ve teknolojik koşullara uyum sağlayabilmek için, örgütlerin etkililik ve verimliliğe de özen göstermeleri gerekir. Bunu yaparken de çağdaş yönetimin ilke ve tekniklerinden yararlanmak, zorunlu hale gelmektedir.

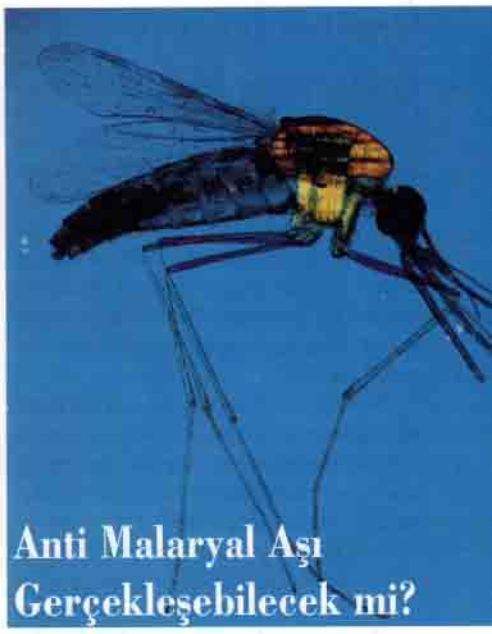
Özellikle eğitim ortamında, kişilikler ve gereksinimlerden oluşan örgütün birey boyutu, roller ve beklentilerden oluşan kurum boyutuna oranla daha büyük önem taşır. Eğitim ve yönetim sürecine katılan bireylerin ilgi, gereksinim ve beklentilerinin birbirinden çok farklı olması, eğitim kurumlarının örgüt iklimini oluşturan önemli özelliklerinden biri olarak görülmektedir. Ayrıca okullar, "çocukların çok ve değişik tecrübeleri mutluluk içinde yaşayarak, geliştikleri yerler olmalıdır. Çocuklar okulun tatil olmasını değil, açık bulunmasını istemeli; bunun için de okul yaşamının marjinal mutluluğu, onlar için okul dışı yaşantıların mutluluğundan üstün olmalıdır. Çocukların okuldaki mutluluk ve başarıları, okul müdürleri ve öğretmenlerin davranış özelliklerini içeren örgütsel iklim ve iş doyumları ile yakından ilişkili görülmektedir.

Topluma birey ve insan gücü olarak katılanların yetiştirme işlevini üstlenen okullarda açık bir örgütsel iklim oluşturulması, müdür ve öğretmenlerin iş doyumu elde etmelerinin sağlanması; okul örgütlerinin etkinliği ve verimliliği açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Okulların örgütsel ikliminin ve iş doyumunun bilimsel yöntemlerle incelenmesine gereksinim vardır.

Mesleği yönetici değil, öğretmen olan okul müdürlerinin Eğitim Yöneticiliği'nin henüz meslekleşmediği ülkemizde, Eğitim Yönetimi ve Denetimi alanında hizmet öncesi ve hizmetiçi eğitiminden geçirilmelerine gereksinim vardır. Bu araştırma yeni araştırmacılar tarafından yenilenerek bulgular güncelleştirilebilir.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fak.
Gölköy Kampüsü Bolu

Kaynaklar
Aydın, M., Eğitim Yönetimi, Ankara 1992.
Bilge, H., Örgüt İklimi. Ankara, 1990.
Bursalıoğlu, Z., Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış, Ankara,1979.
Davis, K., Human Behavior at Work, New York, 1985.
Ertekin, Y., Örgüt İklimi, Ankara, 1978.
Halpin, A., Theory and Research In Administration, New York, 1966.
Maslow, A., Motivation and Personality. New York, 1970. McGregor, (çev: D. Energin) Örgütün İnsan İlişkileri Yönü, Ankara, 1970.
Onaran, O., Çalışma Yaşamında Güdülenme Kuramları, Ankara, 1981.
Paknadel, A.C. Örgütsel İklim ve İş Doyumu. Ankara, 1988. Schein, E. H. (çev: M. Tosun) Örgüt Psikolojisi. Ankara, 1978.

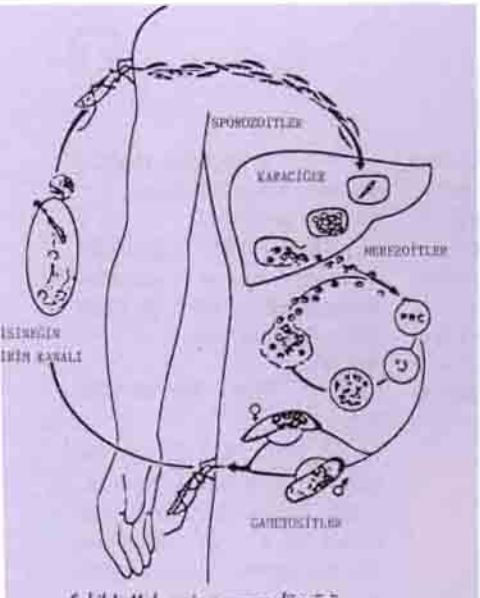


Anti Malaryal Aşı Gerçekleşebilecek mi?

Malarya (sıtma); dünya nüfusunun neredeyse yarısını tehtid eden, enfeksiyöz bir hastalıktır. Yapılan hesaplamalara göre malarya nedeni ile her yıl 2 milyonun üzerinde insan ölmektedir. Afrika'da sadece bu hastalık yüzünden her iki dakikada, bir çocuk kaybedilmektedir. Dünyamızın tropikal bölgelerinin birinci derecede önemli sağlık sorunları arasında malarya önemli bir yer tutmaktadır.

Ülkemizde malarya özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi için bir sorun olmakla birlikte, GAP projesinin tamamlanmasından sonra bölgenin tamamen sulu tarıma geçmesiyle, daha büyük boyutlarda bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkacağı düşünülmektedir. Gerek insektisitler, gerek antiparazitik ilaçlar ile yapılan mücadeleler sonunda, malarya dünyanın birçok bölgesinde ortadan kaldırılmış olmasına rağmen, 1970'li yıllardan itibaren bu hastalık yeniden tırmanışa geçmiş ve hatta belirtilen öneminden dolayı, geçtiğimiz yıl dünyanın sayılı ciddi dergilerinden birisine kapak konusu bile olmuştur.

Malaryanın çok ciddi boyutlarda insanlığı tehtidinin altında yatan asıl neden, hastalığın taşıyıcısı olan Anofel cinsi sivrisineklere karşı mücadelede kullanılan ilaçların etkinliğinin azalmasının yanında, hastalık etkenlerinin (P. falciparum gibi) antimalaryal ilaçlara karşı direnç kazanması oldu. Bu ciddi durum başta WHO'yu ve diğer uluslararası kuruluşları harekete geçirdi. Bu kuruluşların desteği ile bir yandan malarya immunolojisi konusunda yoğun çalışmalar başlatıldı; diğer yandan ise, malaryaya karşı koruyucu aşı geliştirilmesine yönelik bilimsel çalışmalara hız verildi, daha doğ-



Şekil 1 Malarya'nın yaşam döngüsü.

rusu malaryaya karşı mücadelede, aşı tek umut olarak görülmeye başlandı.

Antimalaryal aşılarla ilgil araştırmalara geçmeden, bu hastalığın etkeni olan parazitin (plazmodium) yaşam döngüsünü hatırlayalım (Şekil 1).

Bir protozoal parazit olan malaryanın etkeni Plazmodium'un, insanlarda enfeksiyona neden olan dört türü bulunmaktadır; P. falciparum, P. vivax, P. malariae ve P. ovale. Bunlardan en tehlikeli ve çocuklarda öldürücü olanı P. falciparum'dur. Ülkemizde bulunan tür ise, P. vivax'tır.

İnsanlarda malarya enfeksiyonu Anofel (Anophel) cinsi dişi sivrisinekler aracılığı ile bulaştırılır. Sivrisineklerin tükrük bezinde bulunan "sporozoitler", sivrisineğin ısırması ile insanlara geçer. Sporozoitler birkaç dakika içerisinde, ısırılan şahsın kanından karaciğerine göç ederler ve kanda birden kaybolurlar.

Karaciğer hücrelerinde sporozoidler çoğalarak, merezoitlere dönüşürler. Daha sonra merezoitler kana geçerek kırmızı kan hücrelerini (eritrositler) işkal ederler. Kırmızı kan hücrelerinde merozoitler sırasıyla ring, trophozoite ve schizont evrelerini geçirirler. Schizontlar eritrositleri parçalayıp kana ve tekrar başka eritrositlere geçerler. Bu evreye parazitin gelişmesinde "eritrositik döngü" adı verilmektedir. Bu evrede, merozoitler gelişerek büyümektedirler. İşte bu dönemde malaryanın semptomları ortaya çıkmakta ve klinik bulguları izlenebilmektedir.

Eritrositlerin invazyona uğradıkları bu dönemde merozoitler farklılaşmakta ve erkek (male) ve dişi (female) seksüel formlar ortaya çıkmaktadır. Sivrisinekler tarafından kan emilirken alınan seksüel formlar, sivrisineğin sindirim sisteminde fertilizasyonu takiben zigotları oluşturmakta ve zigotlar sivrisineğin sindirim duvarında gelişerek, erişkin sporozoitlere dönüşmektedirler. Sporozoitler ise, daha sonra sivrisineğin tükrük bezinde depolanmaktadır.

Yukarıda özet olarak belirtilen Plazmodium'un hayat döngüsünde yer alan üç evre, zamanımızda antimalaryal aşı geliştirmeye çalışan araştırma gruplarının hedefini teşkil etmekte ve bu konudaki çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

Malarya etkeni olan parazit sporozoitlerinin karaciğer hücrelerine girişini durdurarak hastalığın eliminasyonunu amaçlayan aşıya "Sporozoit Aşı (Sporozoite vaccine)", merezoitlerin eritrositlere olan invazyonunun önüne geçerek malarya semptomlarını ortadan kaldırmayı amaçlayan aşıya "Merezoid Aşı (Merozoite vaccine)" ve parazitin çoğalmasını engelleyerek, hastalığın insan toplulukları arasında yayılmasını durdurmayı amaçlayan aşıya da "Transmisyonu Bloklayan Aşı (Transmission Blocking Vaccine)" adı verilmektedir.

Malaryaya karşı etkili ve ideal olanının, yukarıda sıralanılan her üç basamağı da kapsayan Kokteil tipi bir aşı olacağı düşünülmektedir.

Antimalaryal Aşılarla İlgili Gelişmeler

1976'da Trager ve Jensen'in, P. falciparum'un kandaki eritrositik evresini (RBC), invitro kültür ortamında çoğaltmayı başarmaları, anti malaryal aşı çalışmaları için önemli bir kilometre taşını oluşturdu. 1980'li yıllardan itibaren ise, monoklonal antibody tekniklerinin ve Rekombinant DNA tekniklerinin bu alanda kullanılmaya başlanması, malaryaya karşı aşı geliştirme çabalarına büyük katkı sağladı.

Önce en tehlikeli malarya etkeni olan P. falciparum'un, arkasından da diğer malarya etkeni parazitlerin değişik gelişim evrelerindeki antijenik özellik taşıyan protein yapılarının DNA'daki baz kompozisyonları, dolayısıyla proteinleri oluşturan peptid dizileri aydınlatıldı.

Yakın geçmişte öldürülmüş veya ateniye edilmiş patojenlerin kullanılması yolu ile başarılı aşıların (polio ve çiçek aşıları gibi) geliştirildiği bilinmektedir.

Malarya parazitini, in vitro ortamda üretmek mümkün olmakla birlikte, kanlı ortamda çoğaltılarak elde edilen parazitik materyalin aşı olarak kullanılması, başta AIDS ve viral hepatitis olmak üzere birçok tehlikeli hastalığı bulaştırma riskini taşımaktadır; ayrıca bu yöntemle hazırlanmış olan aşı materyali yeterli düzeyde güvenilir olmamasının yanında birçok istenmeyen yan tesirinin olduğu da bilinmektedir. İşte bütün bu nedenlerden dolayı, önce rekombinant ve 1985'li yıllardan itibaren de sentetik anti malaryal aşılar geliştirmek için çalışmalar başlatıldı. Özellikle son yıllarda moleküler ve subunit aşılar (subunite vaccine) üzerinde çalışmalar yoğunlaştırıldı.

Moleküler temele dayanan aşılar değişik biçimlerde hazırlanmaktadır. Aşı materyali olarak kullanılan proteinler, rekombinant teknikler kullanılarak bakteri, mantar ve eukaryotik hücre kültürlerinde üretilmektedir. Örneğin hepatitis-B'ye karşı bugün birçok ülkede kullanılan aşı, bu teknikle hazırlanmıştır (hepatit-B virüsünün yüzey antijenleri kullanılarak). Bu tekniklerden yararlanılarak ilk defa 1987'de, P. falciparum'un kılıf proteini (CSP), Rekombinant esasa dayanarak sentezlendi. Bu proteinin insanlarda güvenilir bir aşı olarak kullanılabileceği konusunda çalışmalar başlatıldı.

Bir taraftan rekombinant anti malaryal aşı çalışmaları yürütülürken, diğer yandan da anti malaryal aşı olarak sentetik peptitler (immunojenler) denenmeye başlandı.

Kolombiyalı Pattaroya ve arkadaşları, 1988 yılında malarya etkeni olan parazitin aseksüel kan dönemi antijenlerini sentetik yolla sentezlediler ve bu sentetik antijenleri aşı olarak insanlarda denemeyi başardılar. Aynı araştırma grubu sentetik peptit aşılarını, 1991 yılında daha geniş bir kitle üzerinde denemişlerdir.

Bugün birçok araştırma grubu tarafından, farklı malarya etkeni olan parazitlerin, değişik evrelerini hedef alan aşı geliştirmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu konuda en büyük sorun, parazitin sürekli bir modifikasyon geçirmesidir.

Bunun anlamı, bugün başarı ile uygulanılabilecek bir aşı geliştirilmiş olunsa dahi, bir süre sonra aynı etkinlik ve başarıyla koruyucu etkisini devam ettirmesini beklemenin oldukça zor olduğudur. Bütün bu olumsuzluklara rağmen, ideal aşı geliştirmek için yoğun araştırmalar sürdürülmektedir. Bir yandan aşı çalışmaları yürütülürken, diğer yandan yeni ve etkili anti malaryal ajanların bulunması konusundaki çalışmaların da yürütülmesi, işin ciddiyeti açısından önem taşımaktadır.

Cemil Çelik
Ondokuzmayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı / Samsun

Bilim Soruları

İlhami Buğdaycı, Gülgun Akbaba

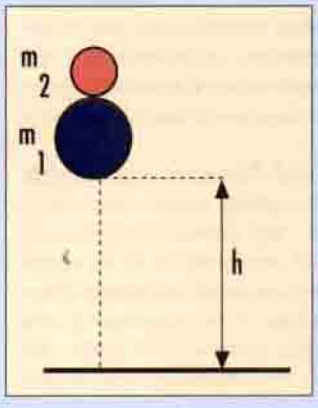
Fizik

1. Bir hidrojen atomunda yükü e, kütlesi m olan bir elektron, r yarıçaplı bir yörünge üzerinde düzgün dairesel hareket yapmaktadır. Elektronun hareketinin çizgisel hızını ve toplam enerjisini bulunuz.

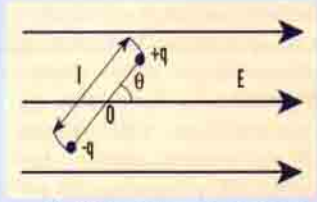
2. Kütlesi m_1 ve m_2 olan iki cisim h yüksekliğinden birbiri ardı sıra düşüyor. Çarpışmaların tümü düşey doğrultuda ve esnek olarak gerçekleşmektedir.

a) m_1 kütleli cismin çarpışmaları sonunda hareketsiz kalabilmesi için kütleler arasındaki oran ne olmalıdır?

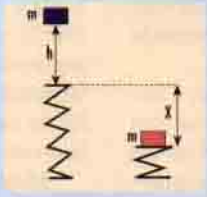
b) Bu durumda m_2 kütlesinin çıkabileceği yükseklik ne olur?



3. Yükleri -q ile q ve aralarındaki uzaklık l olan bir dipol sistemi, düzgün bir elektrik alanı içinde bulunmaktadır. Dipol ekseni ile elektrik alanı arasındaki açı θ ve elektrik alanı şiddeti E'dir. Buna göre, yüklerin tam ortasındaki O noktasına göre dipole etkiyen momenti E, q, l ve θ cinsinden bulunuz.



4. Bir cambaz, gösteri sırasında elindeki halkaları düşey olarak 1 sn ara ile 20 m/sn hızla yukarı doğru atıyor. Onuncu saniyeden sonraki herhangi bir anda havada kaç halka bulunur?

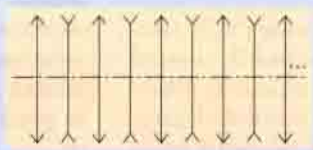


5. h yüksekliğinden m kütleli cisim, yay sabiti k olan düşey yerleştirilmiş bir yay üzerine düşürülerek yayı X metre sıkıştırıyor. X'i; m, k ve g'nin fonksiyonu olarak bulunuz.

6. Noktasal üç yükü öyle yerleştirin ki, oluşturdukları potansiyel enerji sıfır olsun.

7. Bulutlu bir havada gerçekleşen şimşek çakması olayının, sizden ne kadar yükseklikte meydana geldiğini bulabilir misiniz?

8. Odak uzaklığı 2F olan N tane yakınsak mercek ve -F olan N tane ıraksak mercek, birbirlerinden F kadar uzakta olacak şekilde bir eksen üzerine yerleştiriliyorlar. Eksene uzaklığı D olacak şekilde bu sisteme gönderilen parelel bir ışık demetinin, sistemden çıktıktan sonra eksene olan uzaklığı ne olur?

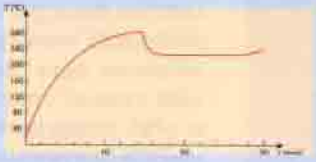


9. Pürüzsüz yatay bir masada V_0 hızıyla hareket eden M kütleli bir top, 2M kütleli başka bir topla esnek olmayan bir çarpışma yapıyor. Çarpışmadan sonra ilk top dururken ikincisi harekete başlıyor ve M kütleli başka bir topa çarpıyor. Bu çarpışmadan sonra topların hızı nasıldır? (Sürtünmeyi hesaba katmayınız.)

10. Bir düdüklü tencere bir miktar su ile dolduruluyor ve kapağı kapatılarak ocağa konuluyor. Başlangıçta sıcaklığı 20 °C olan düdüklü tencerenin, içindeki suyun tamamı buharlaştığı anda ki sıcaklığı 115 °C ve iç basıncı 3 atm. dir. Bu durumda, düdüklü tencerenin başlangıçta kaçta kaçının su ile dolu olduğunu bulunuz.

11. Seri bağlanan iki tane kondansatörün sığaları ve maksimum gerilimleri sırasıyla C_1, V_1 ve C_2, V_2 dir. Bu kondansatör sistemini besleyebilecek maksimum gerilim ne olur?

12. Metalleri eritmek için kullanılan küçük bir fırın P = 20 W gücünde bir ısıtma elemanına sahiptir.



Fırın çalıştırılıp sıcaklık artışı pratik olarak durduktan sonra, toplam kütlesi M = 50 gr olan teneke parçaları, fırına atılarak eritilmeye başlanıyor. Bu sistemin sıcaklık-zaman grafiği şekilde verilmiştir. Şekildeki verileri kullanarak, teneke için erime gizli ısısını bulunuz.

Matematik

1. Onluk sistemde rakamların çarpımı $x^2 - 10x - 22$ olan bütün iki basamaklı doğal x sayılarını bulunuz (Yol: rakamların çarpımının x'den küçük olduğunu göstermek yararlı olabilir).

2. $10^{x^2-2x} + 10^{1-2x-x^2} = 11$ denklemini çözünüz.

3. p bir tam sayı olduğuna göre, $p^4 + 4$ sayısının asal olmayacağını gösteriniz. p'nin yalnız bir değeri için bu sayı asal olur, bu değeri bulunuz?

4. $2x^3 - 6x^2 + 8x - 3 = 0$ denkleminin kökleri a, b, c olduğuna göre $a + b + c + \frac{1}{ab} + \frac{1}{ac} + \frac{1}{bc}$ yi hesaplayınız.

5. $S = 1.2 + 2.3 + 3.4 + \ldots + n(n+1)$ toplamını hesaplayınız.

6. Her kenarı üzerinde birer noktası bilinen bir kareyi çiziniz.

7. Altı rakamlı öyle bir sayı bulunuz ki, bu sayı 6 ile çarpıldığında son üç rakam sıra değiştirmeden başa geçmiş olsun.

8. A, 2x2 biçiminde bir matris $A\begin{bmatrix}1\\-2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2\\4\end{bmatrix}$ ve $A^{-1}\begin{bmatrix}1\\-3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}4\\2\end{bmatrix}$ ise, A matrisini bulunuz.

9. 3 + 4i kompleks sayısının kare kökünü bulunuz. [(a + ib) şeklinde].

10. Bir ABC üçgeninde kenarlar a, b, c ve bu kenarlar karşısındaki açılar A, B, C ile gösterildiğine göre $\frac{tgB}{tgC}=\frac{a^2+b^2-c^2}{a^2-b^2+c^2}$ bağıntısını gösteriniz.

11. x, y, z ε Z (Z, tam sayılar cümlesi) olmak üzere, $x^2 + 2yz^2$ ifadesi, bir tam sayının karesi ise, $x^2 + yz^2$ ifadesinin, iki tam sayının kareleri toplamına eşit olduğunu gösteriniz.

12. A ve B iki tam sayıyı göstermektedir. A sayısı bütün rakamları 1 olan 2 m rakamından oluşuyor. B ise, bütün rakamları 4 olan m rakamdan oluşuyor. Buna göre A + B + 1'in bir tam kare olduğunu gösteriniz.

13. $\int tg^4 x\,dx$ integralini hesaplayınız.

14. $x^2 + y^2 = 1$ çemberine m(0, 2) noktasından teğetler çiziliyor. Bu teğetlere paralel olup 0_x eksenini $(\sqrt{3}, 0)$ noktasında kesen doğruların denklemlerini bulunuz.

15. 2 x 2 tipindeki karesel matrisler cümlesi M_2 olsun, $f: M_2 \to M_2$, $f: x \to x^2 - 3x + I$ (I ile M_2'deki birim matris gösteriliyor) fonksiyonu tanımlanıyor. "A, M_2'nin bir elemanı ve f(A) = 0 (M_2'deki sıfır matrisi) ise, A'nın tersi vardır." - önermesinin doğru olduğunu gösteriniz. Bundan yararlanarak $\begin{bmatrix}1&1\\1&2\end{bmatrix}$ matrisinin tersini bulunuz.

16. $R \to R$, $f(x) = \frac{5 \cdot f(x-1)+3}{5}$ fonksiyonu veriliyor. f(1) = 6 olduğu biliniyor. $f(3^4)$ değerini hesaplayınız.

17. z ε C, $z = r(\cos t + i \sin t)$ olmak üzere, $|z^2 + 1| = |z|$ eşitliğini sağlayan karmaşık sayılardan en büyük modüle sahip olanın modülü nedir?

Kaynak
TÜBİTAK, Liselerarası Matematik Yarışması Soruları ve Cevapları, Ankara, 1990
TÜBİTAK, Liselerarası Fizik Yarışması Soruları ve Cevapları, Ankara, 1990

Bilim Soruları

İlhami Buğdaycı, Gülgun Akbaba

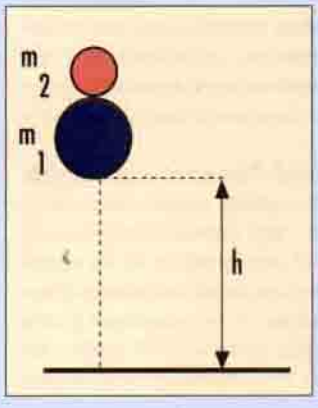
Fizik

1. Bir hidrojen atomunda yükü e, kütlesi m olan bir elektron, r yarıçaplı bir yörünge üzerinde düzgün dairesel hareket yapmaktadır. Elektronun hareketinin çizgisel hızını ve toplam enerjisini bulunuz.

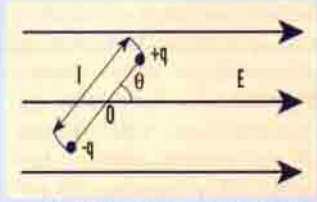
2. Kütlesi m_1 ve m_2 olan iki cisim h yüksekliğinden birbiri ardı sıra düşüyor. Çarpışmaların tümü düşey doğrultuda ve esnek olarak gerçekleşmektedir.

a) m_1 kütleli cismin çarpışmaları sonunda hareketsiz kalabilmesi için kütleler arasındaki oran ne olmalıdır?

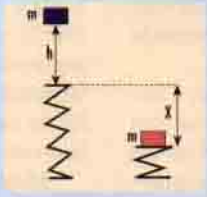
b) Bu durumda m_2 kütlesinin çıkabileceği yükseklik ne olur?



3. Yükleri -q ile q ve aralarındaki uzaklık l olan bir dipol sistemi, düzgün bir elektrik alanı içinde bulunmaktadır. Dipol ekseni ile elektrik alanı arasındaki açı θ ve elektrik alanı şiddeti E'dir. Buna göre, yüklerin tam ortasındaki O noktasına göre dipole etkiyen momenti E, q, l ve θ cinsinden bulunuz.



4. Bir cambaz, gösteri sırasında elindeki halkaları düşey olarak 1 sn ara ile 20 m/sn hızla yukarı doğru atıyor. Onuncu saniyeden sonraki herhangi bir anda havada kaç halka bulunur?

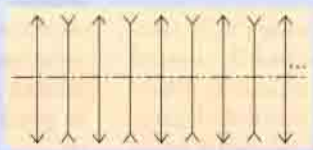


5. h yüksekliğinden m kütleli cisim, yay sabiti k olan düşey yerleştirilmiş bir yay üzerine düşürülerek yayı X metre sıkıştırıyor. X'i; m, k ve g'nin fonksiyonu olarak bulunuz.

6. Noktasal üç yükü öyle yerleştirin ki, oluşturdukları potansiyel enerji sıfır olsun.

7. Bulutlu bir havada gerçekleşen şimşek çakması olayının, sizden ne kadar yükseklikte meydana geldiğini bulabilir misiniz?

8. Odak uzaklığı 2F olan N tane yakınsak mercek ve -F olan N tane ıraksak mercek, birbirlerinden F kadar uzakta olacak şekilde bir eksen üzerine yerleştiriliyorlar. Eksene uzaklığı D olacak şekilde bu sisteme gönderilen parelel bir ışık demetinin, sistemden çıktıktan sonra eksene olan uzaklığı ne olur?

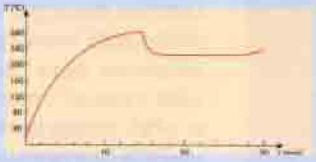


9. Pürüzsüz yatay bir masada V_0 hızıyla hareket eden M kütleli bir top, 2M kütleli başka bir topla esnek olmayan bir çarpışma yapıyor. Çarpışmadan sonra ilk top dururken ikincisi harekete başlıyor ve M kütleli başka bir topa çarpıyor. Bu çarpışmadan sonra topların hızı nasıldır? (Sürtünmeyi hesaba katmayınız.)

10. Bir düdüklü tencere bir miktar su ile dolduruluyor ve kapağı kapatılarak ocağa konuluyor. Başlangıçta sıcaklığı 20 °C olan düdüklü tencerenin, içindeki suyun tamamı buharlaştığı anda ki sıcaklığı 115 °C ve iç basıncı 3 atm. dir. Bu durumda, düdüklü tencerenin başlangıçta kaçta kaçının su ile dolu olduğunu bulunuz.

11. Seri bağlanan iki tane kondansatörün sığaları ve maksimum gerilimleri sırasıyla C_1, V_1 ve C_2, V_2 dir. Bu kondansatör sistemini besleyebilecek maksimum gerilim ne olur?

12. Metalleri eritmek için kullanılan küçük bir fırın P = 20 W gücünde bir ısıtma elemanına sahiptir.



Fırın çalıştırılıp sıcaklık artışı pratik olarak durduktan sonra, toplam kütlesi M = 50 gr olan teneke parçaları, fırına atılarak eritilmeye başlanıyor. Bu sistemin sıcaklık-zaman grafiği şekilde verilmiştir. Şekildeki verileri kullanarak, teneke için erime gizli ısısını bulunuz.

Matematik

1. Onluk sistemde rakamların çarpımı $x^2 - 10x - 22$ olan bütün iki basamaklı doğal x sayılarını bulunuz (Yol: rakamların çarpımının x'den küçük olduğunu göstermek yararlı olabilir).

2. $10^{x^2-2x} + 10^{1-2x-x^2} = 11$ denklemini çözünüz.

3. p bir tam sayı olduğuna göre, $p^4 + 4$ sayısının asal olmayacağını gösteriniz. p'nin yalnız bir değeri için bu sayı asal olur, bu değeri bulunuz?

4. $2x^3 - 6x^2 + 8x - 3 = 0$ denkleminin kökleri a, b, c olduğuna göre $a + b + c + \frac{1}{ab} + \frac{1}{ac} + \frac{1}{bc}$ yi hesaplayınız.

5. $S = 1.2 + 2.3 + 3.4 + \ldots + n(n+1)$ toplamını hesaplayınız.

6. Her kenarı üzerinde birer noktası bilinen bir kareyi çiziniz.

7. Altı rakamlı öyle bir sayı bulunuz ki, bu sayı 6 ile çarpıldığında son üç rakam sıra değiştirmeden başa geçmiş olsun.

8. A, 2x2 biçiminde bir matris $A\begin{bmatrix}1\\-2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2\\4\end{bmatrix}$ ve $A^{-1}\begin{bmatrix}1\\-3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}4\\2\end{bmatrix}$ ise, A matrisini bulunuz.

9. 3 + 4i kompleks sayısının kare kökünü bulunuz. [(a + ib) şeklinde].

10. Bir ABC üçgeninde kenarlar a, b, c ve bu kenarlar karşısındaki açılar A, B, C ile gösterildiğine göre $\frac{tgB}{tgC}=\frac{a^2+b^2-c^2}{a^2-b^2+c^2}$ bağıntısını gösteriniz.

11. x, y, z ε Z (Z, tam sayılar cümlesi) olmak üzere, $x^2 + 2yz^2$ ifadesi, bir tam sayının karesi ise, $x^2 + yz^2$ ifadesinin, iki tam sayının kareleri toplamına eşit olduğunu gösteriniz.

12. A ve B iki tam sayıyı göstermektedir. A sayısı bütün rakamları 1 olan 2 m rakamından oluşuyor. B ise, bütün rakamları 4 olan m rakamdan oluşuyor. Buna göre A + B + 1'in bir tam kare olduğunu gösteriniz.

13. $\int tg^4 x\,dx$ integralini hesaplayınız.

14. $x^2 + y^2 = 1$ çemberine m(0, 2) noktasından teğetler çiziliyor. Bu teğetlere paralel olup 0_x eksenini $(\sqrt{3}, 0)$ noktasında kesen doğruların denklemlerini bulunuz.

15. 2 x 2 tipindeki karesel matrisler cümlesi M_2 olsun, $f: M_2 \to M_2$, $f: x \to x^2 - 3x + I$ (I ile M_2'deki birim matris gösteriliyor) fonksiyonu tanımlanıyor. "A, M_2'nin bir elemanı ve f(A) = 0 (M_2'deki sıfır matrisi) ise, A'nın tersi vardır." - önermesinin doğru olduğunu gösteriniz. Bundan yararlanarak $\begin{bmatrix}1&1\\1&2\end{bmatrix}$ matrisinin tersini bulunuz.

16. $R \to R$, $f(x) = \frac{5 \cdot f(x-1)+3}{5}$ fonksiyonu veriliyor. f(1) = 6 olduğu biliniyor. $f(3^4)$ değerini hesaplayınız.

17. z ε C, $z = r(\cos t + i \sin t)$ olmak üzere, $|z^2 + 1| = |z|$ eşitliğini sağlayan karmaşık sayılardan en büyük modüle sahip olanın modülü nedir?

Kaynak
TÜBİTAK, Liselerarası Matematik Yarışması Soruları ve Cevapları, Ankara, 1990
TÜBİTAK, Liselerarası Fizik Yarışması Soruları ve Cevapları, Ankara, 1990

Satranç Olimpiyatları (VI)

XVIII. Lugano 1968

53 ülkenin katıldığı Lugano Olimpiyatını Sovyetler Birliği (Petrosian, Spasski, Kortrchnoi, Geller, Polugaevski ve Smyslov) ezici bir üstünlükle, ikinci Yugoslavya'ya (Gligoric, Ivkov, Matanovic, Matulovic, Parma ve Ciric) 8,5 puan fark atarak kazandı. Üçüncülüğü, sürpriz bir takım Bulgaristan (Bobozov, Tringov, Padevski, Kolarov, Radulov ve Peev) elde etti. Ulusal takımımız (Süer, İbrahimoğlu, Uzman, Boysan, Bilyap ve Külür) Yunanistan'ın bir yukarısında, 33. oldu. İbrahimoğlu, %61,1 lik derecesi ile en başarılı oyuncumuz idi.

İbrahimoğlu (Türkiye)-Cappello (İtalya)

1.e4 c6 2.d4 d5 3.Ac3 Fb4 4.e5 c5 5.a3 Fa5 6.b4 cd4 7.Ab5 Fc7 8.f4 Ac6 9.Af3 Age7 10.Ed3 a6 11.Ac7 Vc7 12.0-0 Fd7 13.Fb2 Vb6 14.Şh1 0-0-0 15.a4! Ab4 16.a5 Vc7 17.Fd4 Kdg8 18.Fb6 Vc3 19.Vb1! Aec6 20.Ka4! Şb8 21.Fe3 Ad3 22.cd3 Aa7 23.Kc1! Vc1 24.Vc1 Fa4 25.Va3 Fb5 26.Ag5 Kc8 27.Af7 Khf8 28.Vd6! Şa8 29.Vb6 d4 30.Ad6 Kb8 31.Fd4 Ac6 32.Ab5 ab5 33.Fe3 Kf7 34.a6 Kc8 35.Fc5! b4 36.ab7 Kb7 37.Va6 Şb8 38.Fd6 Kcc7 39.Vc6 b3 40.Ve8 Şa7 41.Fc7 Kb4 42.Vc6 (1-0).

İbrahimoğlu (Türkiye)- Bouaziz (Tunus)

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 a6 6.Fe2 e6 7.0-0 Vc7 8.f4 b5?! 9.e5! de5 10.fe5 Afd7? 11.Fb5! ab5 12.Vf3 Ab6 13.Adb5 Vd7 14.Kd1 Fc5 15.Fe3 Vc7 16.Ae4 Fe3 17.Ve3 Ad5 18.Abd6 Şf8 19.Kd5! ed5 20.Ac8 Vc7 21.Aed6 Ac6? 22.Ve5 Şg8 23.Vc6! Kc8 24.Ac8 (1-0).

Spasski (SSCB) - Porath (İsrail)

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Af6 4.Fg5 de4 5.Ae4 Abd7 6.Af3 Fe7 7.Af6 Ff6 8.Ff6 Vf6 9.Fe4 c5 10.Ve2 0-0 11.0-0-0 a6 12.Ve3 cd4 13.Kd4! b5 14.Fd3 g6 15.Kd1 Ac5 16.Ae5 Ve7? 17.Fe2 f6 18.Ac6 Vc7 19.Kd8!! Ab7 20.Kf8 Şf8 21.Ff3 Şg7 22.Va3 Şf7 23.g3 e5 24.Ad8 Şg8 25.Fd5 (1-0).

Hort (Çekoslavakya)- Larsen (Danimarka)

1.d4 g6 2.e4 Fg7 3.Ac3 d6 4.Af3 c6 5.e4 a6 6.Fc2 b5 7.0-0 Fg4 8.Fe3 bc4 9.Fc4 e6 10.h3 Ff3 11.Vf3 Ac7 12.Kac1 0-0 13.Fb3 Ad7 14.Kfd1 d5 15.Ve2 Vb6 16.Vd2 Kac8 17.Fg5 f6 18.Ff4 Vb7 19.Kde1 Kfe8 20.Fd6 Ab6 21.Fc5 f5? 22.ed5 Aed5 23.Fb6 Vb6 24.Ke6! Vd4 25.Ve2 Şf8 26.Kce1 Ked8 27.Kc6! Kc6 28.Fd5, (1-0).

XIX. Siegen 1970

60 ülkenin katıldığı Siegen Olimpiyatını Sovyetler Birliği (Spasski, Petrosian, Kortchnoi, Polugaevski, Smyslov ve Geller) az bir farkla kazanabildi. İkinciliğe, tekrar yeni bir atakla eski günlerine dönmeye çalışan Macaristan (Portisch, Lengyel, Bilek, Forintos, Csom ve Ribli) otururken, Yugoslavya (Gligoric, Ivkov, Matulovic, Matanovic, Parma ve Minic) her zamanki klasik takımıyla üçüncü oldu. Ulusal takımımız (İbrahimoğlu, Bilyap, Uzman, Nutku, Öztürk ve Günsav) çok kötü bir derece ile 51. sıraya düştü; sadece Bilyap %58,9 ile yüzde ellinin üzerine çıktı; Bilyap'ın Reshevski ile berabere kalması, bir süre dikkatleri Türk takımı üzerine çekti.

Bilyap (Türkiye)-Reshevski (ABD)

1.d4 Af6 2.Af3 e5 3.e3 g6 4.Ff4 b6 5.h3 Fb7 6.Abd2 Fg7 7.e3 0-0 8.Fe2 Ac6 9.0-0 d6 10.Fh2 Vd7 11.Ke1 Kfd8 12.Vc2 Kac8 13.Kad1 Ve8 14.Vb1 cd4 15.cd4 e6 16.Ag5 d5 17.Fd3 Vc7 18.Agf3 Ae8 19.Ke2 Aa5 20.Kde1 Ac4 21.Ff4 Aed6 22.Ac4 dc4 23.Fd6 Kd6 24.Fe4 b5 25.a3 a5 26.Fb7 Vb7 27.Vc1 b4 28.ab4 ab4 29.Vf4 Kd5 30.Ae5 h5 31.Ka1 Kb5 32.Ka4 Fe5 33.de5 bc3 34.bc3 Vc7 35.Ke4 Kc5 36.Kb4 Şg7 37.h4 Şg8 38.Şh2 Şg7 39.Vf6 Şg8 40.Vf4 Şg7 (1-2).

Hoyt (Virjin Adaları) Bilyap (Türkiye)

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ad2 c5 4.ed5 ed5 5.Fb5 Ac6 6.Ve2 Fe7 7.Af3 Af6 8.Ae5 Vc7 9.0-0 0-0 10.Adf3 Ae4 11.Ff4 Fd6 12.Fc6 bc6 13.dc5 Ac5 14.Ve3 Ke8 15.Ve3 Ae4 16.Vd4 f6 17.Ac6 Vc6 18.Fd6 Ad6 (0-1).

Reshevski (ABD) -Matumoto (Japonya)

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cd4 4.Ad4 Vc7 5.Ac3 e6 6.g3 a6 7.Fg2 Af6 8.0-0 Fe7 9.Kfe1 0-0 10.Ac6 dc6 11.e5 Kfd8 12.Ve2 Ad5 13.Fd2 Ab4 14.Kac1 c5 15.Ff4 Ac6 16.Ae4 Va5 17.Vh5 Kdf8 18.Fd2 Vd8 19.Ked1 Fd7 20.Af6! gf6 21.ef6 Ff6 22.Fe4 Kfe8 23.Vh7 Şf8 24.Fg6! Fg7 25.Fh6 Vf6 26.Kd7 Ae7 27.Vh8 Ag8 28.Vg7 (1-0).

Najdorf (Arjantin) -Levy (İskoçya)

1.d4 Af6 2.e4 e5 3.d5 e6 4.Ac3 ed5 5.cd5 d6 6.e4 g6 7.Fe2 Fg7 8.Af3 0-0 9.0-0 Kfe8 10.Ad2 Aa6 11.f3 Ac7 12.a4 Ad7 13.Şh1 Şh8 14.f4 f5 15.Af3 Vf6 16.e5! de5 17.fe5 Ae5 18.Ae5 Ve5 19.Ff4 Ve7 20.d6 Ve6 21.dc7 Fc3 22.Fb5 Fb2 23.Fe8 Ve8 24.Kfe1 Vd7 25.Ke7!! Vd1 26.Kad1 (1-0).

PCA/Intel Çeyrek Final

Dünya birinciliği için Kasparov'la karşılaşacak olan adayın belirleneceği PCA/Intel turları sürüyor. Yarı finale hiç Rus oyuncu çıkamadı!

Kamsky [ABD] 4,5 - 1,5 Kramnik [Rus.]; Anand [Hin] 5 - 2 Romanishin [Ukr]; Short [İng] 4 - 4 Gulko [ABD]; Adams [İng] 4 - 4 Tiviakov [Rus.] Short 3., Adams ise 6. play off partilerini kazanarak tur atladılar.

Yenilenler de kazananlar gibi 25.000 $ ödül alırlarken, yarı finale çıkanlar yenilseler

Kombinezon Okulu

I. Beyaz oynar kazanır.

II. Beyaz oynar kazanır.

III. Beyaz oynar kazanır.

IV. Beyaz oynar kazanır.

V. Beyaz oynar kazanır.

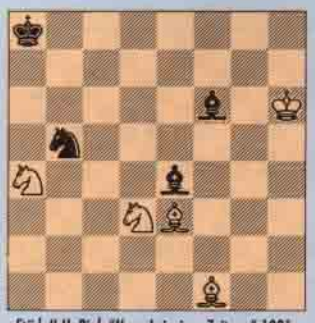
VI. Beyaz oynar kazanır.

VII. Beyaz oynar kazanır.

VIII. Beyaz oynar kazanır.

Ödül Kazanan Etüdler

Etüd I H. Rink "Magyar Sakvilag" 1927
I. Ödülü, Beyaz oynar kazanır.



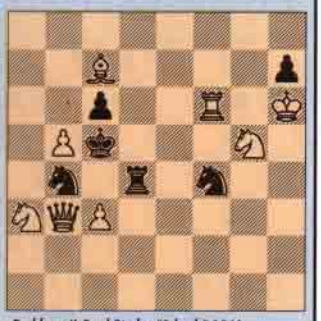
Etüd: II H. Rink "Neue Leipziger Zeitung" 1931
1. ödülü, Beyaz oynar kazanır.

Etüd: III A. Seletsky "SSCB" 1931
1. ödülü, Beyaz oynar kazanır.

Etüd: IV H. Rink "Kopenhag" 1925
1. ödülü, Beyaz oynar kazanır.

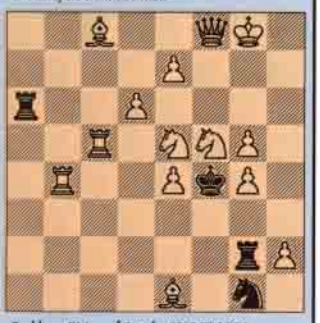
Ödül Kazanan Problemler

Problem: I Tan H. Knöpfel "Tidskrift för Schacks" 1960 2. ödülü, İki hamlede mat.



Problem: II Gerd Rinder "Schach" 1961
2. ödülü, İki hamlede mat.

Problem: III Fraim Simkovich "Leipziger Tageblatt" 1925 2. ödülü, İki hamlede mat.



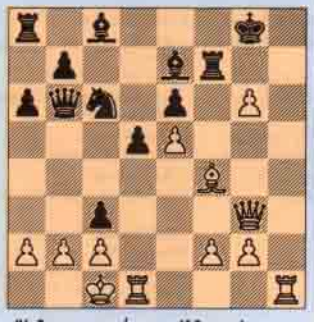
Problem: IV Jozsef Szöghy "B.C.F" 1934
3. ödülü, İki hamlede mat.

Ödüllü Satranç Yarışması

I. Beyaz oynar kazanır (10 puan)

II. Beyaz oynar kazanır (10 puan).

III Beyaz oynar kazanır (5 puan)



IV. Beyaz oynar kazanır (10 puan)

bile 50.000 $ ödülü garantilemiş oldular; yarı finallerde Kamsky ile Short, Anand ile Adams karşılaşacaklar.

Kamsky - Kramnik, New York 1994

1.d4 d5 2.c4 c6 3.Ac3 Af6 4.Af3 e6 5.Fg5 dc4 6.e4 b5 7.e5 h6 8.Fh4 g5 9.Ag5 hg5 10.Fg5 Abd7 11.ef6 Fb7 12.g3 c5 13.d5 Vb6 14.Fg2 0-0-0 15.0-0 b4 16.Aa4 Vb5 17.a3 Ae5 18.ab4 cb4 19.Vd4 Ac6 20.dc6 Kd4 21.cb7 Şc7 22.Fe3 e5 23.Ac3 bc3 24.bc3 Fc5 25.cd4 (Yenilik! Salov'un analizleri 25.Kfb1 öneriyordu.) 25...Fd4 26.Kfb1 Vc5 27.Ka6 Kb8 28.Fc1 c3 29.Fa3 Vc4 30.Fd6 Şd7 31.Fc6 Şe6 32.Fb5 Ff2 33.Şf2 Vd4 34.Şf1 Ve4 35.Ke1 (35.Fb8 daha hızlıydı.) 35...Vh1 36.Şf2 Vh2 37.Şf3 Kb7 38.Fe5 Kb6 39.Fc4 Şd7 40.Ka7 Şc8 41.Kc7 (1-0)

Kramnik - Kamsky, New York 1994

1.Af3 Af6 2.c4 c6 3.Ac3 Fb4 4.g3 0-0 5.Fg2 c5 6.0-0 Ac6 7.d4 cd4 8.Ad4 Vc7 9.Ac2 Fc3 10.bc3 Kd8 11.Fa3 d6 12.Kb1 Vc7 13.Ad4 Ad4 14.cd4 Ve4 15.Vd2 Va6 16.Kb3 Kb8 17.e4 Fd7 18.Ke1 Fa4 19.Kf3 Kbc8 20.Ff1 Fb5 21.Fh3 Va4 22.d5 Kc2 23.Ve3 ed5 24.c5 d4 25.Vg5 Ke2 26.ef6 Ke1 27.Ff1 Kf1 28.Şg2 Kg1 (28...g6? 29.Vh6 Kg1 30.Şh3 Fd7 31.g4) 29.Şh3 Fd7 30.Şh4 (30.g4 Kg4!) 30...g6 31.Vh6 d3 32.Kf4 Vf4 33.Vf4 Kh1 34.g4 h6 35.Şh3 g5 36.Vd4 d2 37.Vd2 Kg1 38.f3 Fb5 (0-1)

Romanishin - Anand, New York 1994

1.d4 Af6 2.Af3 g6 3.c4 Fg7 4.g3 d5 5.Fg2 dc4 6.0-0 c6 7.Ac3 0-0 8.h3 b5 9.Ae5 a6 10.e4 Fb7 11.Ke1 Abd7 12.Ad7 Ad7 13.e5 e6 14.Ae4 c5 15.Af6 Ff6 16.Fb7 Ka7 17.Fg2 Fg7 18.a4 Kc7 19.ab5 ab5 20.Ka8 Kc8 21.Kc8 Vc8 22.Ff4 cd4 23.Vd4 Ac5 24.Vd6 Ad3 25.Ka1 Vd8 26.Ka8 Vd6 27.ed6 Af4 28.gf4 Ka8 29.Fa8 Şf8 30.Fc6 b4 31.Fb5 c3 32.bc3 b3 33.Fd3 Fc3 34.Şg2 f5 35.Şf3 Fb4 36.Fc4 b2 37.Fa2 Fd6 38.Şe3 Şg7 39.Fb1 Şh6 (Romanishin 40. hamleyi yaptı ama bayrağı düştü. Anand ise, sadece 24 dakika düşünmüş!) 40.Şf3 (0-1)

Short - Gulko, New York 1994

1.e4 c6 2.d4 d5 3.Ac3 dc4 4.Ae4 Ad7 5.Fc4 Agf6 6.Ag5 e6 7.Ve2 Ab6 8.Fb3 h6 9.A5f3 a5 10.c3 c5 11.a3 Vc7 12.Ah3 Fd7 13.0-0 Fd6 14.dc5 Vc5 15.Fe3 Vc7 16.Fd4 Ag4 17.Ad2 Af6 18.Şh1 0-0 19.Ff6 gf6 20.Vg4 Şh7 21.Ae4 f5 22.Af6 Şh8 23.Vh4 Şg7 24.Kad1 Fe5 25.Ah5 Şh7 26.f4 Fh8 27.Ag5 (27...Şg8 [27...Şg6 28.Vg3 hg5 29.Vg5 Şh7 30.Kf3 Kg8 31.Af6 Ff6 32.Kh3 mat] 28.Af6 Ff6 [28...Şg7 29.Agh7] 29.Vh6 Kfe8 30.Vh7 Şf8 31.Vf7 mat) (1-0)

Adams - Tiviakov, New York 1994

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.Fb5 Ac6 4.0-0 Fg4 5.h3 Fh5 6.c3 Vb6 7.Aa3 a6 8.Fa4 Vc7 9.d4 b5 10.Ab5 ab5 11.Fb5 0-0-0 12.b4 Ff3 13.gf3 Ab8 14.Va4 c4 15.d5 Af6 16.Fc3 Afd7 17.Fc6 e6 18.b5 ed5 19.ed5 Ab6 20.Vb4 Fc7 21.a4 Ff6 22.a5 Ac6 23.bc6 Ad5 24.Vb5 Kde8 25.Fb6 (1-0)

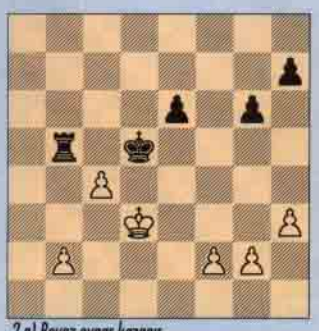
Adams - Tiviakov, New York 1994

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Af3 Ac6 6.Fe3 cd4 7.cd4 e6 8.Ac3 Vd6 9.a3 Fc7 10.Fd3 0-0 11.0-0 b6 12.Ve2 Fb7 13.Kad1 Kad8 14.Fg5 g6 15.Fc4 Kfe8 16.Kfe1 Ad5 17.Fd5 ed5 18.Vd2 f6 19.Ff4 Vd7 20.b4 g5 21.Fg3 Ff8 22.h4 h6 23.hg5 hg5 24.Ke8 Ke8 25.Va2 Ae7 26.Ae4 Fg7 27.Ad6 Kd8 28.Kc1 Fc6 29.Ve2 Fa8 30.Vd3 Ff8 31.b5 Fh6 32.Ke1 Kf8 33.Ah2 Fg7 34.Af1 f5 35.Fe5 Ag6 36.Ag3 Fe5 37.de5 Ah4 38.Adf5 Af5 39.e6 Vh7 40.Af5 Fb7 41.e7 Ke8 42.Ke6 Fe8 43.Vd5 (1-0)

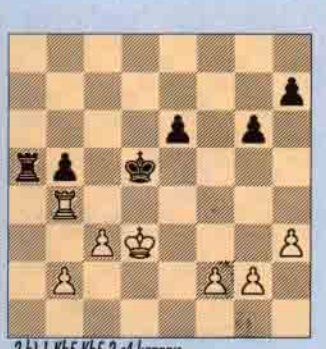
Piyade Çatalları

1.a) Beyaz oynar ve bir taş kazanır.

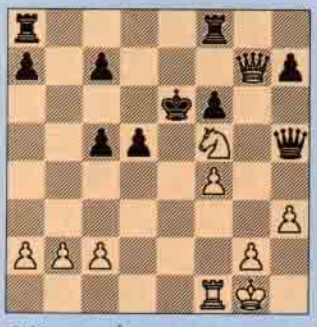
1.b) 1.Ae5 Ke5 2.f4 kazanır.



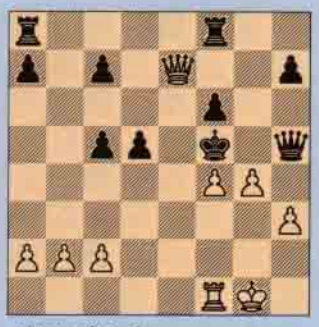
2.a) Beyaz oynar kazanır.



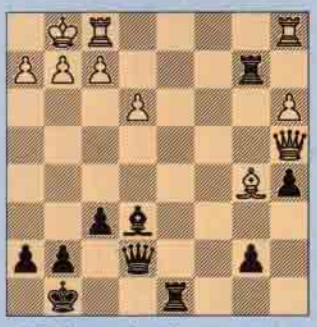
2.b) 1.Kb5 Kb5 2.c4 kazanır.



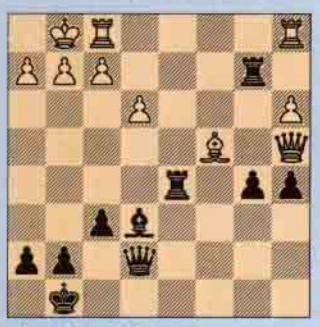
3.a) Beyaz oynar kazanır.



3.b) 1.Ve7 Şf5 2.g4 kazanır.

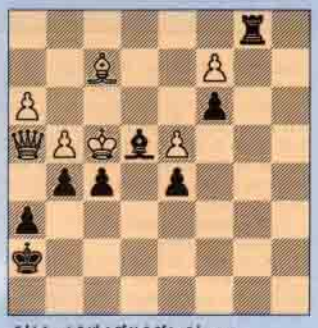


4.a) Siyah oynar ve bir taş kazanır.



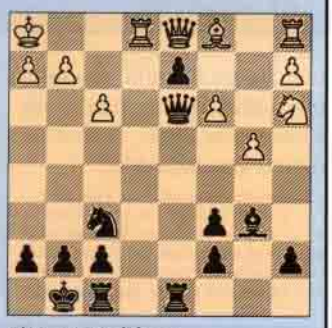
4.b) 1..Kd5 2.Fc4 b5 kazanır.

5.a) Siyah oynar ve kazanır.



5.b) 1..g6 2.Vh4 Ff4! 3.Şf4 g5 kazanır.

6.a) Siyah oynar ve bir taş kazanır.



6.b) 1..e3 2.Ke1 ed2 kazanır.

Intel Grand Prix

Kasparov ilk turda Kamsky'i, çeyrek finalde de Anand'ı 2-0 yenmesine rağmen, finalde Kramnik'e (yine!) 1,5-0,5 yenildi. Aşağıdaki ilk tur maçında, Anand'ın düşünmek için sadece 3 dakika harcadığına (oyunculara tanınan süre 30'ar dakika) inanabilir misiniz?

Smirin - Anand, Intel-New York, 1994

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.Fb5 g6 4.0-0 Fg7 5.c3 Af6 6.d4 Ae4 7.d5 Ad6 8.Fd3 Aa5 9.Ff4 0-0 10.Fe5 b5 11.Fg7 Şg7 12.b4 cb4 13.cb4 Aac4 14.Ac3 Fb7 15.Ab5 Fd5 16.Fc4 Fc4 17.Ad6 Ff1 18. Vd4 Şg8 19.Ag5 ed6 20.Ae4 f5 21.Vd5 Şg7 22.Vd4 Şh6 23.Vd2 g5 24.Vd6 Şg7 25.Vd4 Şg6 26.Vd6 (1/2)

ACM Birinciliği

Deep Thought, geleneksel ACM uluslararası bilgisayar satranç birinciliğini yine kazandı. Ama bu sefer puan kaybı var: 4/5. Kaybettiği tek oyunun nedeni de güç kaynağında meydana gelen bir arıza oldu! Yapımcıları şu anda prototip halindeki Deep Blue'nun tamamlanabilmesi için gerekli donanımı bekliyorlar. Aşağıdaki partide bir ara oyun ortasında zor durumda olmasına rağmen (bunun nedeni de hafızasındaki açılış repertuarını izlemiş olması) sonunda kazanmayı başarıyor.

Deep Thought II - Zarkov

1.c4 c5 2.f4 cf4 3.Af3 g5 4.h4 g4 5.Ae5 Af6 6.d4 d6 7.Ad3 Ae4 8.Ff4 Fg7 9.c3 0-0 10.Ad2 Ke8 11.Ae4 Ke4 12.Fe2 Ve8 13.Şd2 h5 14.Ke1 c5 15.dc5 dc5 16.g3 Aa6 17.Ff1 Ff5 18.Vb3 Vc6 19.Ke4 Fe4 20.Af2 Kd8 21.Şe1 Fd5 22.Vb5 Ve6 23.Ve2 Vd7 24.Kd1 Ke8 25.Ae4!! Va4 26.Kd5 Ke4 27.Kd8 Şh7 28.Fe3 Fh6 29.b3 Vc6 30.Fg2 Ke3 31.Fc6 bc6 32.Kd7 c4 33.b4 Şg7 34.Şf2 Ke2 35.Şe2 c5 36.b5 Ab4 37.cb4 cb4 38.Ka7 b3 39.ab3 cb3 40.Ka3 Şg6 41.b6 (1-0)

Aybar Karaçay

Satranç Çözümleri

Ödül Kazanan Etüdler

Çözüm I: 1.Fd1 Ac2 2.Ac3 Fc4 3.Fd4 Fd3 4.Şh4 Fa6 5.Şg5 Fd3 6.Şf6 Fc4 7.Şe5 Fd3 8.Şd6 Fa6 9.Şc5 Fd3 10.Şb4 Fa6 11.Şb3 Fd3 12.Şb2 Fa6 13.Şc2 Fc4 14.Şd2 kazanır.

Çözüm II: 1.Adc5 Fc6 2.Fb5 Fb5 3.Ab6 Şa7 4.Ad5 Fh4 5.Şh5 Fe1 6.Ad3 kazanır.

Çözüm III: 1.Şg2 Fd3 2.Kd1 Af2 3.Şf2 Fa7 4.Şe1! Fg6 5.Kd7 Fb8 6.Kg7 Şh6 7.Kg6 Şh7 8.Ke6 Fg3 9.Şe2 Şh8 10.Şf3 Fc7 11.Ke8 Şf2 12.Ke7 kazanır.

Çözüm IV: 1.Şe3 Fa6 2.Ka5 Fb7 3.Kb5 Fa6 4.Kb6 Ff1 5.Kg6 Şf7 6.Kg1 kazanır.

Kombinezon Okulu

Çözüm I: 1.Fd3 g6 2.Kh8! Şh8 3.Vf8 Şh7 4.Vf7 Şh8 5.Vf8 Şh7 6.Fg6!! Şg6 7.Vg8 mat (Forintos-Tomovic, Belgrad 1957).

Çözüm II: 1.Kh8 Şf7 2.Fe8!! Ae8 3.Şg5 kazanır (Bondarevsky-Ufimzev, SSCB 1936).

Çözüm III: 1.Fc7!! Kc7 2.Vb7! Kb7 3.Kc5 mat (Tarrasch-Consultants, Naples 1914).

Çözüm IV: 1.Vg8 Şg8 2.Kh8 Şh8 3.Ff7 mat (Krilov-Tarassov, Kandalaksa 1960).

Çözüm V: 1.h5! Şh5 2.Vf6 h6 3.Şh3! Vb3 4.Ff3 Vf3 5.Vf7 Şg6 6.Vf5 mat (Strelitz-Tsertkov, Riga 1960).

Çözüm VI: 1.Af7! Ac2 2.Şb1 Vf7 3.Kh8!! kazanır (Pachman-Zita, Prag 1959).

Çözüm VII: 1.e6! fe6 2.Fh7 Kh7 3.Vg6 Vg6 4.Kf8 mat (Möhler-Klüglich, Brunswick 1961).

Çözüm VIII: 1.Kd7!! Fd7 2.Fh6!! gh6 3.Vf6 Şg8 4.Vf7 Şh8 5.Vf8 mat (Katalimov-Mnazakanyan, Vologda 1959).

Ödül Kazanan Problemler

Çözüm I:
1.Şc6 (2.Ve5 tehdidi ile)
1..Ve2 2.Ac2 mat
1.Af8 2.Vf8 mat
1..Ag5 2.Vg5 mat

Çözüm II:
1.Vd5 1..Şd5 2.Kf5 mat
1..Abd5 2.Kc6 mat
1..Kd5 2.Ae4 mat

Çözüm III:
1.Ka3 (2.Kg4 tehdidi ile)
1.Ve6 2.Kgb3 mat 1.Kh4 2.Kg4 mat
1..Vf5 2.Kh3 mat

Çözüm IV:
1.Ac4 (2.Ag3 tehdidi ile)
1..Şe4 2.Ae5 mat
1..Şg4 2.Ag7 mat 1..Şg5 2.Ah4 mat

Ödüllü Satranç Yarışması (Haziran 1994)

Çözüm I: 1.Fg7 hg6 2.Vg6 Şh8 3.Vh6 Şg8 4.Ah5 Ke7 5.Ke3 Kf5 6.Kg3 Şf7 7.Vh8! Kh5 8.Vh5 Şf8 9.Vh8 Şf7 10.Kg7 Şf6 11.Vh6 Şe5 12.Ve3 Şf5 13.g4 kazanır (Haygard-Petersen, Leipzig 1960).

Çözüm II: 1.Ah6 Fh6 2.Kh8!! Şh8 3.Vh6 Kh7 4.Vf6 Kg7 5.Kb7 kazanır (Sokolski-Kotov, Moskova 1949).

Çözüm III: 1.Kh6 Ah6 2.Kh1!! Kb3 3.ab3 Vb3 4.Ad1 Af7 5.Kh7! kazanır (Filip-Uhlmann, Marianske Lazne 1954).

Çözüm IV: 1.Ag6 hg6 2.Kh5 gh5 3.Vg7 mat (Fairhurst-Airken, Glasgov 1933).

Haziran 1994 "Ödüllü Satranç Yarışması"nda kitap kazanan okuyucularımız:
Erdem Arslan/Ankara,
Nuh Sezen/Adana,
Ufuk İyigün/ Gaziantep,
Erdal Zengin/ Manisa,
Fırtına Yardım/ İzmir

Türk Daması

Kahraman Olgaç

"Adanalı" açmazı

Diyagram ve dama notasyonu ile sunduğumuz açmazlara devam ediyoruz.

1.h4-h5

Beyaz, 1 taş vererek kombinezona başlıyor.

1..h6xh5

2.g4-g5

Beyaz. 1 taş daha veriyor.

2..g6xg5

3.b3-b4

Beyaz, 2 taş vererek siyahı damaya çıkarıyor.

3..b5xb4xb2 = b1D

4.a2-b2

Beyaz, damaya 1 taş yediriyor.

4..b1Dxb2

5.c2-b2

Beyaz, damaya 1 taş daha veriyor.

5..b5Dxb2

6.c3-c4

Beyaz, 3 taş daha vererek siyahı ikinci kez damaya çıkarıyor.

6..c5xc4xd3xe2 = e1D

Siyah, iki yerden taş üstü. d hattında 2 taş istiyor. Ayrıca el deki daması 1 taş istiyor. Şimdi Beyaz taşa basarak damaya çıkmak şansını kullanıyor.

7.a3-a4

7..d5xd4xd2 = d1D

8.a4xa5xa7 = a8D

8..e1Dxe4

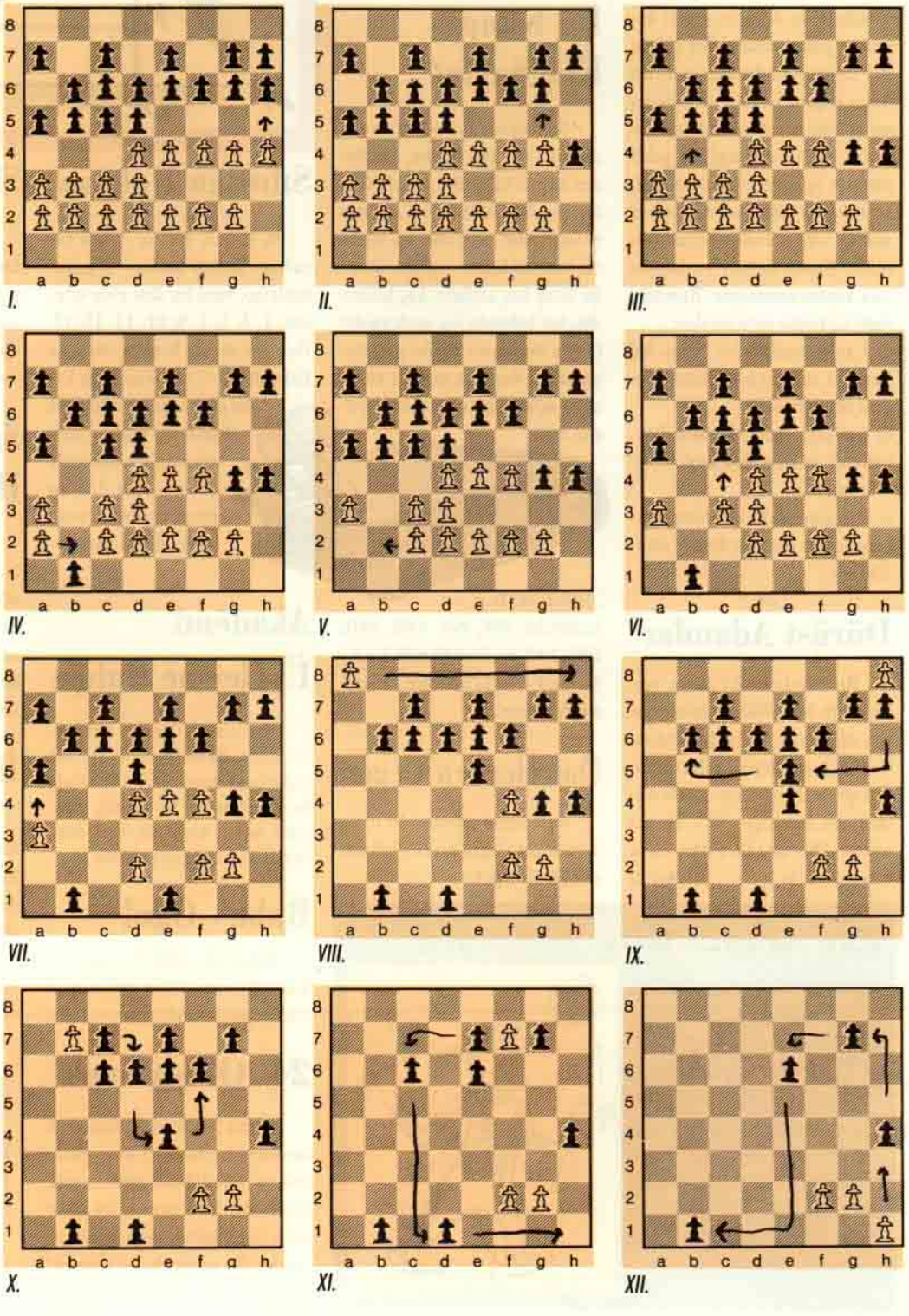
9.a8D-h8

Beyaz, daması ile toplama hamlesini yaptı

9..g4xf4

10.h8Dxh7xe5xb6x c7xd6xe4xf6x e7xc6xd1xh4 xg 7xe6xb1

Mükemmel bir kombinezon!



Zeka Oyunları
Selçuk Alsan

Lebesgue Minimal Problemi

Bu, bir alanı örtmek konusunda tam çözülmemiş problemdir. Çap deyince genel anlamda şunu anlarız: Bir şeklin iki noktasını birleştiren en uzun doğru. Lebesgue problemi şudur: Bir düzlem üzerinde birim çaplı herhangi bir şekli örtmek için gerekli en küçük alan nedir? Bunun değerinin $\pi/4$ ile $\sqrt{3}/2$ arasında olması gerekir. Kesin değeri ve biçimi asla saptanamamıştır. Bununla ilgili üç başka soru soralım:

a) 1 m çapındaki bir daire, bir kenarı 1 m olan bir eşkenar üçgeni örtebilir mi?

b) 1 m çapındaki bir daire, bir kenarı 1 m olan bir kareyi örtebilir mi?

c) 1 m çapındaki bir daire, köşegeni 1 m olan bir kareyi örtebilir mi?

Dürüst Adamlar

Bir odada oniki adam var. Bunların bir bölümü daima yalan söylüyor; kalanlar daima doğruyu söylüyor. İçlerinden biri şöyle diyor: "Bu odada dürüst tek bir kişi yok". İkinci adam: "Bu odada 1'den fazla dürüst kişi yok". Üçüncü adam: "Bu odada 2'den fazla dürüst kişi yok." vb. On ikinci adam: "Bu odada 11'den fazla dürüst kişi yok." Odada kaç dürüst kişi var?

Bu Kitap Kaç Sayfa?

Bu kitabın 1. bölümünün 1. sayfası 1'dir. Her bölüm, kendinden önceki bölümden 1 sayfa daha fazladır. Son bölüme ait sayfaları numaralamak için kullanılan sayıların basamaklarının toplamı 43'tür. Bu kitap kaç sayfadır; kaç bölümdür; her bölümde kaç sayfa vardır? (Derin bir mantık analizi gerektirmektedir. Basamak toplamı kavramına açıklık getirelim; örneğin son bölümün sayfa numaraları 998, 999, 1000, 1001, 1002, 1003 ise, bu bölümde 3 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 = 22 basamak kullanılmış demektir).

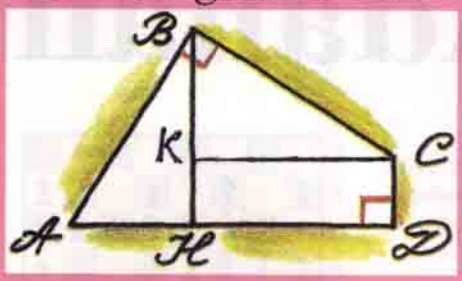
Dairelerden Üçgen

a şeklinde görülen 10 topu, 3 topa yer değiştirerek (b)'deki şekil haline getiriniz.

Zar Atanın Gizli Stratejisi

Bir kumarcı 3 zar yaptı. Kırmızı zarın yüzleri üzerinde 2, 4 ve 9; mavinin 3, 5 ve 7 ve sarının 1, 6 ve 8 var. Her üç zarın da üstündeki sayıların toplamı 15. Bu üç zardan istediğinizi seçip zar atıyorsunuz, sonra kumarcı bir zar seçip atıyor; daha yüksek zar atan kazanıyor. Kumarcı öyle bir zar seçiyor ki, zar atışların yarısından fazlasını kazanmayı garantiliyor. Acaba nasıl?

Bir Dörtgenin Alanı



ABCD dörtgeninde B ve D açıları dikaçı, AB = BC ve BH = 1 ise, dörtgenin alanı nedir?

Sıfırdan Dokuza

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 yazalım. Şimdi komşu sayıları toplayıp, yeni bir dizi elde edelim: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17. Bu yeni dizide komşu sayıların farkı daima 2'dir. 0'dan 9'a kadar olan sayıları o şekilde diziniz ki, komşu sayıları toplamakla elde edilen yeni dizinin komşu sayıları arasındaki fark 1 olsun.

Akademi Üyelerine Bahçe

Timurovels Devlet Çiftliği, Bilimler Akademisi üyelerine dağıtılmak üzere kare biçiminde bir toprak ayırdı. Bu toprağı, minimum toprak kaybı ile, 5 akademi üyesi için 5 eşit kareye bölün.

Baba - Oğul

Baba 26, oğul 6 yaşında. Kaç yıl sonra baba oğlunun 3 katı yaşta olacak?

24 Oluşturmak

1'den 9'a kadar olan tam sayıların herbirini 3 kere yazarak ve istediğiniz matematik işlemleri kullanarak 24 elde edin (bunlardan ikisi yaklaşık olarak 24 verecektir). Örnek: 22 + 2 = 24.

Sigara İzmaritleri

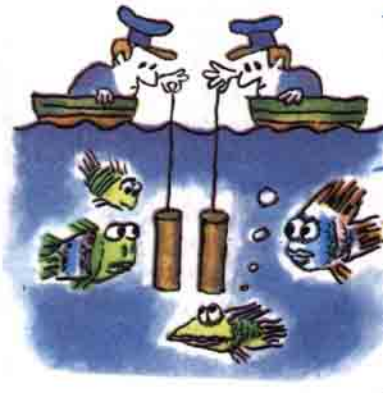
Mahallenin yersiz yurtsuzlarından Yangınyeri Yusuf, 3 sigara izmaritinden bir sigara yapabiliyor. Bir kül tablası içinde 10 izmarit buldu, bundan kaç sigara yapabilir?

Satranç Tahtasında Hara

Satranç tahtasında 8 atla bir hara (at çiftliği) kuracaksınız, öyle ki atların çiftliğin herhangi bir karesinden diğer herhangi bir karesine gidişi en fazla iki at hamlesi olacak. Böyle bir çiftliğin maksimum büyüklüğü kaç satranç karesini kaplar?

İki Bakır Boru

Çok derin bir suya iki bakır boru sarkıtılıyor. Boruların birinin iki ucu da kapalı, diğerinin bir ucu açık. Derinlikte tüplere ne olur?



Selçuk Alsan

Çoğul Açık

	⚀	⚁	⚂	⚃	⚄	⚅
⚀	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
⚁	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
⚂	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6
⚃	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6
⚄	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6
⚅	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6

Şekil 1. Zar kombinezonları

Vurulma olasılığı olan birden fazla açıklara "çoğul açık" denir. Tavlada en sık rastlanan çoğul açık, iki açıktır. Şimdi iki açığı vurma olasılıklarını görelim. Bunun için önce zar kombinezonları tablosuna bakalım (Şekil 1). Toplam 36 kombinezon var. Her çift zar bu 36 kombinezon içinde tek bir kere belirir (1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6). Çift olmayan zarların iki kombinezonu vardır; örneğin 2-1 ve 1-2. Bunun nedeni, 1. zar 2, 2. zar 1 gelir veya 1. zar 1, 2. zar 2 gelir. Dolayısıyla, 1-1, 2-2... olasılığı 1/36 olduğu halde, 2-1 olasılığı 2/36'dır (1/36 + 1/36 = 2/36).

	⚀	⚁	⚂	⚃	⚄	⚅
⚀	(1-1)	(1-2)	(1-3)	1-4	1-5	1-6
⚁	(2-1)	(2-2)	(2-3)	(2-4)	(2-5)	(2-6)
⚂	(3-1)	(3-2)	(3-3)	(3-4)	(3-5)	(3-6)
⚃	4-1	(4-2)	(4-3)	4-4	4-5	4-6
⚄	5-1	(5-2)	(5-3)	5-4	5-5	5-6
⚅	6-1	(6-2)	(6-3)	6-4	6-5	6-6

Şekil 2. 2 veya 3 içeren zarlar

Siyah'ın N11 ve N10'da iki açık verdiğini, Beyaz'ın ise, N8'de bir taşı olduğunu düşünelim. Beyaz, Siyah'ı 2 veya 3 atmakla kırabilir; 1-1 atarsa her iki açığı da kırar. Şekil 2'de 3 veya 2 veren zar kombinezonları görülüyor. Bunların sayısı 21'dir. O halde 3 veya 2 atılma olasılığı 21/36 = %58'dir. Benzer şekilde iki açığı vurmanın diğer olasılıkları da hesaplanabilir. Yandaki tabloda A ile iki açıktan birini vurmak için istenen zarlar, P ile bunlardan birini veya diğerini elde etme olasılığı verilmiştir. Burada şunu belirtelim ki, örneğin bir taşı 6 ile kırmak için mutlaka 6 atmak gerekmez, 5-1, 1-5, 2-4, 4-2, 3-3 ve 2-2'de 6 ile kırılacak bir taşı kırabilir; böylece 2 taştan birinin kırılması olasılığı tek taşa göre hayli büyüktür.

A	B
6 veya 1	24/36 (%67)
6 veya 2	24/36 (%67)
6 veya 3	28/36 (%78)
6 veya 4	27/36 (% 75)
6 veya 5	28/36 (%78)
5 veya 1	22/36 (%61)
5 veya 2	23/36 (%64)
5 veya 3	25/36 (%69)
5 veya 4	26/36 (%72)
4 veya 1	21/36 (%58)
4 veya 2	23/36 (%64)
4 veya 3	24/36 (%67)
3 veya 2	21/36 (%58)
3 veya 1	20/36 (%55)
2 veya 1	20/36 (%55)

İki açıkta en büyük kırılma olasılıkları (> %70) şunlardır: 6 veya 3, 6 veya 4, 6 veya 5, 5 veya 4. En az kırılma olasılığı 2 veya 1, 3 veya 1 ve 3 veya 1'dir.

Hasmın İç Alanına Taş Koymak

Diyelim ki kırıldınız. Hasmınızın iç alanının doluluk derecesine göre bar'da beklemeniz, yani gele atmanız gerekebilir. Şimdi size bunların olasılıklarını veriyoruz.

Hasmın iç alanında açık olan göz sayısı	Taşı bar'dan indirmek olasılığı
1	12/36 (%33)
2	20/36 (%55)
3	27/36 (%75)
4	32/36 (%89)
5	35/36 (%97)

Bazı Tanımlar

Mars: Bir taraf tek bir pul bile almadan diğer taraf pullarını bitirirse, pul alamayan taraf mars olur; mars olan 2 puan kaybeder; mars yapan 2 puan alır.

Tripl: Bir taraf rakibin iç alanını terkedemeden veya gele beklerken diğer taraf pullarını bitirirse iç alanı terkedemeyen tripl olur; tripl olan 3 puan kaybeder; tripl yapan 3 puan alır.

Oyuna Başlama: Zarlar mutlaka bir fincanla atılmalıdır. Oyuncular fincanla birer zar atar. Büyük zar atan oyuna başlar. Aynı zarlar atılmışsa atış tekrarlanır. Oyuna ilk başlayan, başlangıç için tek tek atılan zarları oynar; örneğin Siyah 3, Beyaz 6 atmışsa Beyaz oyuna 6-3 ile başlar.

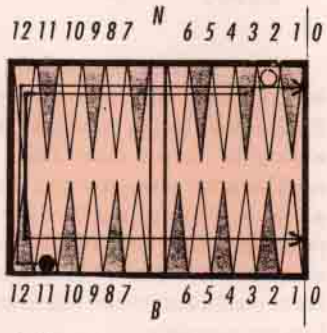
Kapı: Bir evde (gözde) birden fazla pul bulunmasıdır; bu işleme "kapı almak"denir.

Vido: Vido,1920'lerde ABD'de icat olundu ve tavlanın yaygınlaşmasına neden oldu. Vido, oyunun herhangi bir anında puanın iki katına çıkarılmasıdır.

Şekil 3. Vido zarı

Oyun başladıktan sonra oyuncular istedikleri anda birbirlerine vido çekebilirler. Bir oyuncu üst üste 2 vido çekemez. 2. vidoyu çekme hakkı, 1. vidoyu gören (kabul eden) tarafındır. Her vido çekilişte puan ikiye katlanır: 2 kat, 4 kat, 8 kat, 16 kat vb. (2^n). Vidoyu kabul etmeyen oyuncu, o andaki söz konusu puantajı kaybeder ve yeni oyuna başlanır. Vido çeken oyunu alırsa 2, mars yaparsa 4, tripl yaparsa 6 puan alır. 2. vido çekilmişse bu sayılar 4, 8 ve 12 olur vb. Vidoda yenilen oyuncu yukarıdaki oranlarda puan kaybeder. Vido çekmek, vido zarı denen büyük ve yüzlerinde 2, 4, 8, 16, 31 ve 64 sayıları yazan özel bir zarla yapılır (Şekil 3). Zar oyunun başında 64 üstte olacak şekilde konur. 1. vidoyu çeken 2'yi üste getirerek vido zarını rakibine verir. Rakip 2. vidoyu çekerken vido zarında 4'ü üste getirir ve zarı rakibine geri verir vb.

Göz Sayma: Beyaz'ın iç alanı sağdayken B1'in sağına, Siyah'in iç alanı soldayken N1'in soluna hayali bir sıfır koyduğumuzu farzedelim. Buna sıfır evi (sıfır gözü) diyelim. Bir pulun bulunduğu gözden, kendi sıfır gözüne gitmesi için kaç göz geçmesi gerektiği sayılabilir; buna "göz sayma" denir. Örneğin Beyaz'ın N1'deki iki pulunun Beyaz'ın sıfır evine gelmesi için, herbirinin 24 ev geçmesi gerekir.



Şekil 4A. Göz sayma

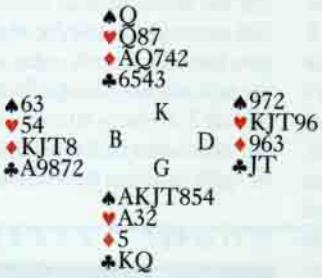
Oyunun belli bir safhasında her pulun göz sayımı yapılarak toplanırsa "toplam gözsayımı" (TGS) bulunur. TGS'si daha büyük olan taraf oyunda daha geride demektir (içeri girmek için daha çok ev geçmek zorundadır). Göz saymaya bir örnek verelim: Şekil 4 A'da N2'deki beyaz taş kendi sıfır evine girebilmek için 23 ev geçmek zorundadır. B11'deki siyah taş ise, 14 ev geçmelidir. Burada siyah daha ileridedir. Şekil 4 B'de toplam göz sayımı (TGS) Beyaz için 23 + (5 X 13) + (2 X 9) + (2 X 7) + (5 X 6) = 150, Siyah için (3 X 24) + (2 X 22) + 20 + (3 X 14) + (2 X 9) + (4 X 6) = 220'dir. Beyaz 70 puan ilerdedir. Göz sayımında bir kolaylık: Rakiplerin karşılıklı simetrik taşları sayıma dahil edilmez. Örneğin Siyah'ın N12'de 5, Beyaz'ın B12'de yine 5 taşı varsa bunlar birbirini götürür (+ ve - gibi) ve sayıma dahil edilmez.

Şekil 4B Toplam göz sayma

Hangisi Kıymetli?

Güney 6♠ oynuyor, atak: ♣A; Doğudan ♣J, Güneyden ♣Q. Deklaran ♣ devamını (Doğunun ♣T'lusunu ezerek) ♣K ile kazanır, ♠Q'a gider, bir ♣'e çakar (Doğu ♥6 defos eder) ve ♠'leri çekmeye başlar. Batı üçüncü ♠'e bir ♣, dördüncü ♠'e bir ♦ atar; deklaran yerden iki ♦ bir ♥ defos eder; Doğu 3 tur ♠'e uyar, dördüncü ♠'e ♥9 defos eder. Son 6 kartta (deklaranın elinde hâlâ 2 tane ♠ varken) pozisyon şöyle:

Deklaran bir ♠ daha oynar, Batı ne defos etmeli? Batı bu ♠'e bir ♥ atsa, deklaran elindeki son ♠'i oynadığında bir ♥ daha atar, ama deklaran şimdi ♥A'ını oynayarak Batıyı ♣ ve ♦ arasında sıkıştırır. O halde Batı zaten tutamayacağı ♦'ları tutmakta diretmemeli, onun yerine ♥'leri tutmalı. Hangi ♥'leri mi? 5'li ve 4'lü ♥'ü tabi ki. Değersiz gibi gözüken o küçük ♥'ler değeri sıfıra inmiş ♦KJT'dan daha kıymetli artık; hatta 6♠'i batıracak kadar kıymetli. Tüm dağılım:

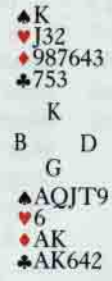


Görüldüğü gibi Batı bir ♥ defos ederse, önce Doğu ♥ ve ♦ arasında sıkışır, sonra Batı ♣ ve ♦ arasında sıkışır ve ne Doğu ne de Batı ♦'yu tutamaz; bir Çifte Squeeze (Double Squeeze) için zemin hazırlanmış olur. O halde Batı ♥ ve ♣'i Doğu ise, yalnızca ♦'yu tutmalı. *[Bu el Ankara Kontrat Briç Ligi Derneği (AKBLD) turnuvalarında oynanan bir elden esinlenilerek, Doğan Üzüm tarafından tasarlanmıştır].*

Amatörler İçin

Koz Kontrolu

B/Herkes

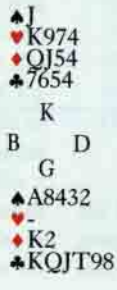


Güney 4♠ oynuyor, atak: ♥K; ♥ devam. Elde ve yerde toplam kozumuz 6 tane ve dışarıdaki 7 koz en iyi şartlarda 4-3 dağılabilir. O halde elden yalnızca bir kere çakmaya tahammülümüz var. İkinci ♥'e çakalım ve ♣A, ♣K, küçük ♣ oynayalım; ♣'ler 3-2 dağılmışsa, elimizdeki ♣'ler sağlandı. Üçüncü ♣'i alan defans ♥ oynayınca çakmayıp ♦K veya sağ bir ♣ atalım. Dördüncü ♥'e çakmak için yerdeki ♠K'yı kullanarak kontratı (♠'ler 4-3 ve ♣'ler 3-2 ise) yaparız. İkinci ♥'e çakmayıp ♣ atarsak, üçüncü ♥'e çakar ve ♣A, ♣K, küçük ♣ oynayarak aynı yere geliriz. (Not: İkinci ♥'e çaktıktan sonra ♣A, ♣K, ♦A, ♦K çekmek ve şimdi küçük ♣ oynamak, eğer defans ♣'i aldığında ♠ gelmezse, ♠ dağılımı 4-3 değilken bile (sağ ♣'lerden birine yerdeki ♠K ile çakarak) kontratı yapmamızı sağlar. Ancak defans hatasına dayalı bu oyun tarzını benimsememekte fayda var; çünkü ikinci ♦'ya çakılırsa yapabileceğimiz kontrata batarız. Eğer ♠ 5-2 veya ♣ 4-1 ise, doğru defansa karşı kontratın zaten oluru yok.)

Par Briç

[Aşağıdaki el, İsviçreli usta Pietro Bernasconi tarafından hazırlanan "The Pamp Invitation World Par Contest" elleri arasından seçilmiştir. "Par" İngilizce'de "belirlenmiş standart" veya "ideal skor" anlamına gelir. Par Briç de bir anlamda ideal briçtir; amaç en doğru (ve mantıklı) oyun tarzını bulabilmektir. Par Briç elleri özel olarak hazırlanmış olduğundan, defans hep doğru savunacak ve en doğru oyun tarzı kontratı yapabilmenin yegane yolu olacaktır.]

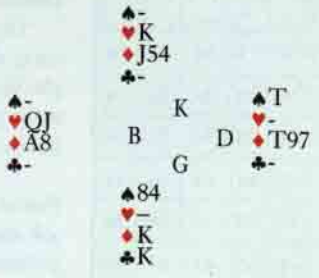
G/K-G



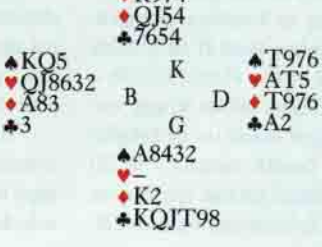
Batı	Kuzey	Doğu	Güney
-	-	-	1♣
1♥	2♣	2♥	2♠
4♥	D	P	4♠
P	5♣	P.	

Güney 5♣ oynuyor, atak: ♣3; Doğu ♣A ile kazanır ve ♣2 oynar. Artık deklaranın yalnızca 10 lövesi var (5♣ elden, ♠'lere çakarak 2♣ yerden, 2♦ ve 1♠). Deklaran ♠'ten bir löve kaybetmeden (ki o zaman defans hemen 3 löveye gelir) elindeki son ♠'i sağlayamaz. 3 tur ♥'e çakarak, eğer ♥A 3 parça ise, ♥K'yı sağlamak defans için ilave bir tehdit yaratabilir; bunun için de yere üçüncü bir antre gerekli.

İkinci ♣'i kazanan deklaran yere doğru ♦2 oynar, eğer ♦A Batıda ise (deklarasyona göre muhtemelen öyle), Batı ♦A'ı koyamaz; aksi halde deklaran 3 ♦ lövesi alarak kontratı hemen yapar. ♦'yu yerden ♦Q ile kazanan deklaran küçük bir ♥'e çakar, ♠A ve ♠2 oynar yerden çakar, bir küçük ♥'e daha çakar, tekrar ♠ oynar yerden çakar ve yerdeki üçüncü küçük ♥'e çakarken Doğudan ♥A düşer (iyi haber); artık ♥K sağ, ama yere başka antre de kalmadı (kötü haber). Şimdi deklaran elden ♦K oynar ve eğer ♥A'ın yanında (Batıda) dışarıdaki son ♠ kalmadıysa (iyi haber), kontratı yapar. Pozisyon şöyle:

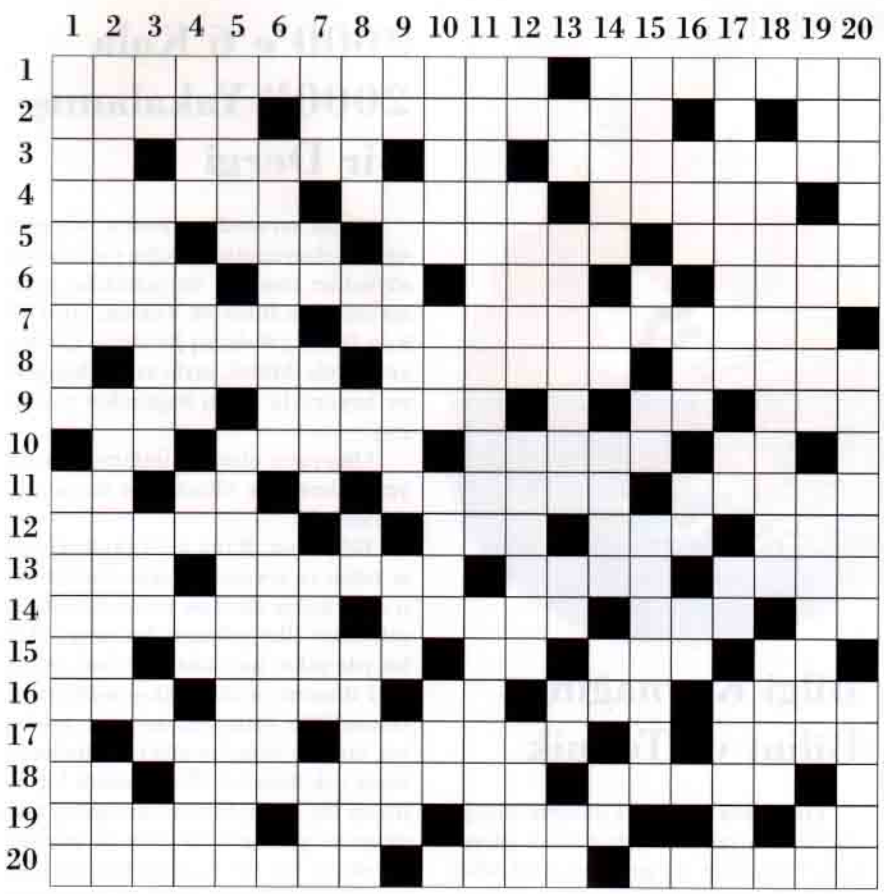


Batı ♦K'yı ♦A ile alırsa, ya ♥ ya da ♦ oynayarak deklarana yerdeki iki löveyi ikram edecek; eğer ♦K'yı ♦A ile almazsa, şimdi deklaran ♠ oynayarak elindeki son ♠'i sağlayacak. Tüm dağılım:



Ödüllü Bulmaca

Cuma Oner



Adı Soyadı : .....

Adres : .....

.....

Soldan Sağa

1- 1956 yılında Ankara Devlet Konservatuvar'ını bitiren, birçok resital veren ve Devlet Opera ve Balesi'nde pantomim öğretmenliği yapan ünlü sanatçımız... Ticaret gemilerinde, sefere çıkacak gemi adamlarının gemi sahibinden aldığı bir miktar peşin para. **2-** Safranla renk ve koku verilen bir çeşit şekerli pirinç peltesi... Bir çeşit uydurma habere gazetecilikte verilen ad... Bayram. **3-** Arjantin'in plaka işareti... Saban demirinin tarla sürülürken açtığı çizgi... Neodim'in simgesi... Truva kralı Laomedon'un kızının adı. **4-** Meksikalı siyaset adamı ve tarihçi "Lucas"ın soyadı... Elektromanyetik etkileşimlerin iletim aracı olan özgün ışık kuvantonu... Taş parçası. **5-** Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren araç... Halk dilinde dilsiz... Marangozlukta kollu testere... Mevlevilerde yemek tepsisine verilen ad. **6-** Şair... Bir işi yerine getirmek için verilen söz... Karaca... Futbolda topun dışarı çıkması. **7-** Transkei'nin başkenti... 1929 yılında doğan Türk tiyatro ve sinema oyuncusu. **8-** Ülkemizde yetiştirilen bir koyun cinsi... Ürdün'de bir kent... Sonuna "n" gelirse özür dileme olur. **9-** Alçak, kötü... Japonya'da bir kent... Bir takımın en gözde oyuncusu... Bir aracı tutmaya yarayan bölüm. **10-** Bir nota... Büyük delikli kalbur... Sırça, cam, şişe gibi şey... Küçük bitkilere verilen ad. **11-** Seryum'un simgesi... Boru sesi... Ray üzerinde işleyen bir araç... Bir şeyin tersini söyleyerek alay etme. **12-** Deniz yolculuğunda geminin ya da yükün gördüğü zarar... Dahi... Duvar içindeki oyuk... Yarı. **13-** Hafif müzikte liste başı olmuş parça... Meydanda olan... Yiyecek, yemek... Amerika'da bir ülke. **14-** İdare lambası... Uğurlu sayılan şey... Kaba kumaş... İlaç. **15-** Bir cetvel türü... Hacıbektaş dergahı'nında Türabi Baba'nın yanında yetişen (XIX yy.) Türk halk şairi... Kemiklerin toparlak ucu. "O" zamirinin yönelme durumu... Tersi Hollanda'nın plaka işareti. **16-** Karakter... Mas... Parola... Bir erkek ismi... Afrika'da bir devlet. **17-** Pamuk ipliği... Efe...Çabuk hareket edebilen. **18-** Germanyum'un simgesi... Hekimlik tanrısı... Ölü, ölmüş. **19-** Bir işi yapmaya hazır... Eskiden yabani dişi eşek...Teniste topa yukarıdan aşağı ve arkadan öne doğru vurma biçimi... Eski dilde anne. **20-** "Askerani" adı da verilen halk oyunu... Mikroplu bir hastalık... Büyük tencere.

Yukarıdan Aşağıya

1- 1885-1972 yılları arasında yaşamış, Mussolini'nin propogandasını yapmış, şiir dalında"Şarkılar ve Cantos" gibi eserler veren amerikalı şairin adı soyadı... "Rüzgarlarım Konuşuyor, Ortalık" gibi eserler de veren, 1915-1971 yılları arasında yaşamış olan türk şair, tiyatro ve sinema oyuncusu. **2-** Gerçekçilik... İslam devletinin halifeden sonra başına gelen hanedan...Halk dilinde babanın kız kardeşine verilen ad. **3-** Bir akademik ünvanın kısa yazılışı... II. Abdülhamit'in Selanik'te ikamet ettiği köşkün adı... Gelecek... "Avrupa Topluluğu"nun kısa yazılışı... Utanma, utanç duyma. **4-** Ölüm cezası... Üç direkli gemi... Türkiye'nin trafik işareti... Bin metrenin kısa yazılışı... Geri verme. **5-** Bitki... Tellür'ün simgesi... Türkiye'de ilk açık kalp ameliyatını 1963 yılında İstanbul Göğüs Cerrahi Merkezinde gerçekleştiren türk hekimi. **6-** Balıkların Akdenizden Karadeniz'e çıkması... Gebelikte aşırı istek duyma. **7-** Ensiz... Uzaklık işareti... Ödünç verme... Vedia... Mikroskop camı. **8-** Bir isteği yerine getirme... Seyrek... Fas'ın uluslararası trafik işareti... Yön gösteren işaret... Mızrap. **9-** Neptünyum'un simgesi... "Israrlı" anlamına gelen İtalyan sözcük... Caka... Eskrimde bir karşılaşma türü. **10-** Kerestelerin üst üste oturtulmasıyla oluşturulmuş ev... Sınır... Bir toplumdaki ahlaki davranış biçimleri... İstenilen nitelikleri taşıyan. **11-** 1932 yılında doğmuş, "Modern Çağ, Rastgele, Çizgiler" gibi eserleri olan ve 1973 yılında da Bulgaristan'ın Gabrovo kentinde düzenlenen yarışmada "Altın Ezop" ödülünü kazanmış olan karikatür sanatçımız... Bir adayı karaya bitiştiren ince uzun dil. **12-** Radyum'un simgesi... Çelimsiz,arık... İstihsal... İlham. **13-** Galyum'un simgesi... Hakkari iline bağlı bir ilçe... Yemek... Beyaz leke... Bir nota. **14-** Renkli kaba yün ve meşinden yapılmış erkek ayakkabısı... Aritmetikte bir kuvvetin derecesini veren sayı... Cilalı ve sırlı cam... "O" gösterme sıfatının eski biçimi...Tersi "Türk Malı"nın kısa yazılışı. **15-** Sanat öğreticisi... İntikam... Aktinyum'un simgesi... Fideizm. **16-** Eisenhower'in lakabı... Alışma, alışkanlık... Meslek... Baryum'un simgesi. **17-** İdrak etme... Müstahkem yer... Eski dilde ayak... Posta sürücüsü. **18-** "JFK, Platoon, Doğum Günü Dört Temuz" gibi filmleriyle tanınmış amerika'lı sinema yönetmeni... Tatlı sularda yaşayan bir tür balık. **19-** Garez... Çalı görünüşünde bir bitki... Bir alanı üçgenlere bölme işi... Ses. **20-** Lenf düğümleri iltihabı... En iyi olan... Kıraat.

Bulmacayı doğru yanıtlayarak, **TÜBİTAK, Bilim ve Teknik Dergisi, Ödüllü Bulmaca**, Atatürk Bulvarı No. 221 Kavaklıdere /ANKARA adresine gönderenler arasında çekilecek kura sonucu kazanan **15 kişiye** "Popüler Bilim Kitapları Dizisi"nin bir kitabı gönderilecektir.

Geçen Ayın Çözümleri

Matematik

1- 18000 sayısını asal çarpanlarına ayıralım; 18000 = $2^4 . 3^2 . 5^3$ olur. Buna göre 18000'in bölenleri, $2^m . 3^p . 5^r$ şeklindedir. Burada, m = 0, 1, 2, 3, 4 gibi 5 değer; p = 0, 1, 2 gibi 3 değer; r = 0, 1, 2, 3 gibi 4 değer alabiliriz. Mümkün olan bütün hallerde bunları birleştirirsek, 5 . 3 . 4 = 60 türlü bölen elde edilir. Demek ki 18000'in bölenleri 60 tanedir. Bütün bu bölenlerin taplamı: N = $\sum 2^m.3^p.5^r$ dir. Burada m, 0 dan 4'e kadar; p , 0 dan 2'ye kadar ve r, 0'dan 3'e kadar değişmektedir. Demek ki ($2^0 = 3^0 = 5^0 = 1$). N= $(1+2+2^2+2^3+2^4)(1+3+3^2)(1+5+5^2+5^3)$ dür. Çünkü bu ifade çarpılıp açılırsa, her terim 18000'in bir bölenidir ve N bunların toplamıdır.

N = (1+2+4+8+16) (1+3+9) (1+5+25+125) = 31.13.156 = 62868 olur.

2- a) $(a - b)^2 \geq 0$ dan

(1) $a^2 + b^2 \geq 2ab$

çıkar. Benzer şekilde

(2) $b^2 + c^2 \geq 2bc$

(3) $c^2 + a^2 \geq 2ca$

eşitsizlikleri yazılır. Bunlar taraf tarafa toplanırsa ve 2 ile bölünürse, aranan eşitsizlik elde edilir.

b) (1)'i c ile, (2)'yi a ile, (3)'ü b ile çarpıp taraf tarafa toplayalım:

$c(a^2 + b^2) + a(b^2 + c^2) + b(c^2 + a^2) \geq 6abc$ parantezler açılırsa, aranan eşitsizlik çıkar.

3-

Soldan türev: f'(x) = $3x^2 \Rightarrow$ f' (1) = 3

Sağdan türev: f'(x) = 2 - 2x $\Rightarrow$ f'(1) = 0

$\lim_{x \to 1^+} f'(x) \neq \lim_{x \to 1^-} f'(x)$

olduğundan x = 1 de türev yoktur.

4-

y için bulunan değerleri ikinci denklemde kullanarak;

y = x^5 için xy = x , $x^5 = x^6 = 64 \Rightarrow x^6 = 2^6 \Rightarrow x = 2$

$y = x^{\frac{1}{5}}$ için $xy = 64 \Rightarrow x.x^{\frac{1}{5}} = 2^6 \Rightarrow x^{6/5} = 2^6 \Rightarrow x = 2^5$ olur.

Şu halde;

x = 2, y = 2^5 = 32 veya

x = 2^5 = 32, y = 2 olarak elde edilir.

5- {x, y, z, u, v, w} sonlu bir küme olduğundan, bu kümenin bir en büyük elemanı vardır. Kabul edelim ki bu eleman u'dur.

Buna göre,

$x \leq u$, $y \leq u$, $z \leq u$, $v \leq u$, $w \leq u$ olur.

Bu değerler için, xy + yz + zu + uv + vw $\leq$ ux + uy + uz + uv + uw $\leq$u(xy + z + v + w) dir.

x + y + z + v + w = a - u olduğundan

xy + yz + zu + uv + vw $\leq$ u(a -u) bulunur. u(a-u)=ua-u^2 = ua-u^2 + $a^2/4$-$a^2/4$=$a^2/4$-(u-a/2)$^2 \leq a^2/4$ olduğundan, xy + yz + zu + uv + vw ve $\leq$ u(a - u) $\leq a^2/4$ ve buradan da xy + yz + zu + uv +vw $\leq a^2/4$ elde edilir ki, bu maksimum değerdir. Yani, xy + yz+ zu+ uv+ vw'nin maksimum değeri, $a^2/4$ 'tür.

Fizik

1- a) Topları düzgün dairesel hareket yaptırabilmek için gereken merkezcil kuvvet, iplerdeki gerilimlerdir.

$T = m\frac{v^2}{R}$ eşitliği ile büyüklükleri hesaplanabilir. 2. top ile 3. arasındaki ipin gerilimine T_3 dersek

Aynı şekilde

Burada T_2 birinci topla ikinci top arası gerilim, T_1 merkezle birinci top arası gerilimdir. V_1 ve V_2 birinci ve ikinci topların hızlarıdır.

b) Yukarıda görülüyor ki gerilim en fazla merkezle birinci topu birleştiren iptedir. İlk önce kopması beklenen ip bu olmalıdır.

2- Uydunun gezegen etrafındaki hareketinin periyodunu T ve yörüngesinin yarıçapını da r ile gösterelim. Aynı şekilde gezegenin kütlesi M, uydununki de m olsun.

Uyduyu gezegen etrafında tutan kuvvet, kütlesel çekim kuvvetidir. Bu kuvvetin değeri

$F = G\frac{mM}{r^2}$ (1) ile bellidir. Buradaki G evrensel çekim katsayısıdır.

Uyduyu yörüngede tutan bu merkezcil kuvvetin hıza bağlı ifadesi de

$F = m\frac{v^2}{r}$ dir. $v = \omega r = 2\pi r/T$ olduğundan $F = m(2\pi r/T)^2 x1/r$ (2)olur. (1) ve (2) bağıntıları eşitlenerek gezegenin kütlesi,

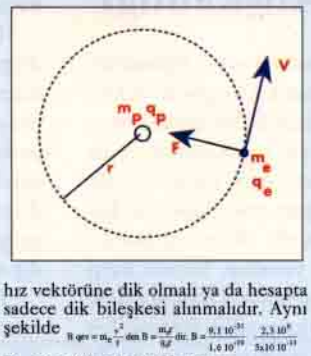
$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$

$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 (200R)^3}{GT^2}$ bulunur.

3- a) Elektron proton arasındaki kuvvet, elektrostatik çekim (Coulomb) kuvvetidir. Elektronun yörünge hızı v, yarıçapı r, kütlesi m_e ise,

M.K.S. sisteminde k = 9.109 nt m^2/coulomb^2 dir. Hesaplanırsa v = 2.3 10^6 m/sn bulunur.

b) Bir B magnetik alanında v hızı ile hareket eden, q yüküne tesir eden kuvvet F = B q v ile verilir. Önemli nokta, magnetik alanın doğrultusu v



hız vektörüne dik olmalı ya da hesapta sadece dik bileşkesi alınmalıdır. Aynı şekilde

B = 2,6 10^5 weber/m^2 bulunur.

4-

Yani, boyunu ilk boyunun 4 katına çıkarmak gerekir.

Biyoloji

1- a) 2 X b) X dir.

2- N-Gly-Pro-Leu - Ala-Leu - Asp - Tyr-Val-Leu

3- Mayalar fakültatif anaerob canlılardır. 1 mol glikozun aerob yıkımında elde edilen ATP net 36, anaerobik koşullarda yıkımı ile net 2 ATP dir. O nedenle maya daha fazla enerji elde etmek için anaerob koşullarda glikozu fazla tüketir. Örnek, aerob koşullarda 1 mol glikoz yıkımı ile elde edilen aynı miktar (36 ATP) enerji için maya, anaerob koşullarda 18 mol glikozu yıkması gerekir. Aerob koşullarda glikoz kullanım hızının azalması olayı Pastör Etkisi olarak bilinir.

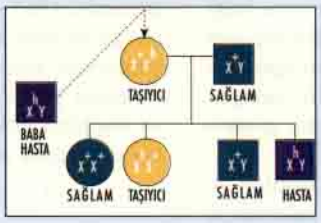
4- B'deki gibidir. Her su molekülü B'deki düzenle çevresindeki maksimum 4 su molekülü ile hidrojen bağlarıyla bağ yapabilir.

5- a) Amino asitlerin genel gösterimidir. b) Vardır. Asimetrik karbon atomuna bağlı NH_3 sağda olan D-, solda olan L-formundadır. c) L-formu amino asitler proteinlerin yapısında bol bulunur.

6- Glikoz hücrelerde serbest formda değil, glikoz-6 fosfat veya glikoz-1 fosfat şeklinde, bağlı olarak bulunur. Kandan hücrelere geçen serbest glikoz hemen glikuz-6 fosfata dönüştürülür ve reaksiyonun yönü, Glikoz ——> Glikoz-6 PO_4 yönündedir.

7- Glikojende dallanmalar daha sıktır. Her 8-12 düz glikoz zincirinden sonra, alfa 1,6 bağlarıyla dallanmalar olur. Nişastada ise, dallanmaların ortalama uzunluğu 24-30 glikoz birimi kadardır.

8- a) sıfır'dır. b) Erkek çocukların 1/2'si bu hastalığa yakalanır; 1/2 x 1/2 x 1/2 x 1/2 : 1/16 dır.

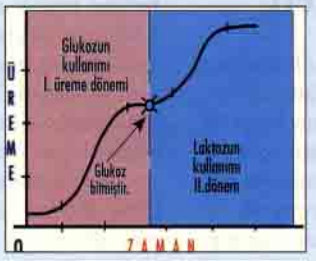


9- I- D: Mitoz başlangıcı G_2 sonu artık 2X dir. II- C: DNA sentez (S) fazında artmaya başlar; 1.6X. III- A) germinatif hücrede 1/2 DNA vardır; 0.5X. IV- B: İnterfaz başlangıcı G1 dir; X DNA vardır.

10- NAD$^+$ dir. Çünkü PEPA'dan e- ve H^+ alarak, pirüvata oksitlerken, kendisi redüklenir.

11- Tüm canlılar önce çabuk metabolize edilen basit molekülleri kullanırlar; ancak bu moleküller tükenince diğer molekülleri kullanmak zorunda kalırlar. Glikoz basit şeker, laktoz ise bir disakkarittir ve glikoz galaktoz şekerlerinden oluşmuştur. O nedenle, glikoz varken laktoz kullanılmaz.

Çünkü laktozu, bir disakkarid olduğu için hücre içine alacak, glikoz-galaktoza parçalayacak ve galaktozu glikoza çevirecek üç enzim ortamdaki glikozun baskılayıcı etkisi altında olduğu için sentezlenemezler (Katabolit baskılama). Ancak glikoz tükenince ilgili enzimler üzerindeki baskılayıcı etkisi kalkar ve laktoz kullanılmaya başlar. Bu nedenle üreme eğrisi, ikili üreme: dioksik dir.



Zeka Oyunları

Kibar Bir Toplantı

62 kere küfür edildiğine göre 31 çift birbirine küfretti. N kişi birbirine N (N - 1) / 2 kere küfredebilir. Küfürler karşılıklı ise, küfür sayısı N (N - 1) olur. Tablo oluşturalım:

A Ül	B Ül	Küf. A'lı N (N - 1)	Küf. B'li N (N - 1)	Top. Küf. Ed.
1	11	1 X 0 = 0	11 X 10=110	110
2	10	2 X 1 = 2	10 X 9 = 90	92
3	9	3 X 2 = 6	9 X 8 = 72	78
4	8	4 X 3 = 12	8 X 7 = 56	68
5	7	5 X 4 = 20	7 X 6 = 42	62
6	6	6 X 5 = 30	6 X 5 = 30	60

Görüldüğü gibi, A ülkesinden 5 ve B ülkesinden 7 kişi toplantıya katılmış ve 62 ağızdan küfür çıkmıştır. A'lı 10 çift (20 kişi), B'li 21 çift (42 kişi) ve toplam 31 çift (62 kişi) karşılıklı küfretmiştir.

Yüksek Atlamanın Böylesi

Her üçünün de bahsi kazandığını varsayalım. Bahis şartlarına göre üçü de haklı çıkmışsa şu durum vardır. (Atlamaya +, atlamamaya - diyelim): 1 + ise 2 - ; 2 - ise 3 +; 3+ ise 1 -. (1+)'den yola çıkıp (1-)'e eriştik. Bu çelişkidir.

Bir diğer mantık zinciri: 1- ve 2+ ise birinci, 2+ 3- ise ikinci, 3- ve 1+ ise üçüncü kişi bahsi kazanır. Ancak bu zincirde hem 1-, hem 1+'yı kabul ettik. Bu çelişkidir. O halde üçü birden bu bahsi kazanamaz.

Harika Bir Mantık

10^{64} 65 basamaklı, $(\sqrt{10})^{64} = 10^{32}$ 33 basamaklı, $(\sqrt[3]{10})^{64} = 10^{16}$ 17 basamaklı bir sayıdır. 20 basamak söz konusu olduğuna göre $\sqrt[3]{10}$ ile $\sqrt{10}$ arası bir sayı söz konusudur. [$(\sqrt[3]{10})^{64}$ 17 basamaklı, $(\sqrt{10})^{64}$ 33 basamaklı olduğundan, 20 basamaklı sayının 64. dereceden kökü $\sqrt[64]{10}$ ile $\sqrt[3]{10}$ arasında olmalıdır]. Böyle bir sayının küpü 10'dan küçük, 4. kuvveti 10'dan büyüktür. Böyle bir tek bir sayı vardır: 2.

Papağanın Yaşı

1000a + 100b + 10c + d + a + b + c + d = 1991.

a = 1 ve b = 9 olduğu bellidir. Buradan 11c + 2d = 81 ve c = 7, d = 2 bulunur. Papağan 1972 doğumludur ve 19 yaşındadır (1 + 9 + 7 + 2 = 19).

1972 + 19 = 1991.

Zor Bir Sayı

Bu tek bir sayıdır; çünkü hem sayının kendisi, hem de üsleri tek sayıdır. O halde: 9999^{2k+1} (2k + 1 tek sayı genel formülü) = 1111^{2k+1} X 9^{2k+1} = 1111^{2k+1} X 81^k X 9. 1111^{2k+1} 1 ile, 81^k da 1 ile biter. Bu ikisinin 9'la çarpımı 9'la biter. Sonuç: Söz konusu üs 9'la biter.

Yürüyen Yol

Yürüyen yolun hızını Y (metre/dakika), benim hızıma X (metre/dakika), yürüyen yolun uzunluğuna M diyelim. (X > Y dir) (Neden?) M = (X + Y). 1/10 (6 saniye = 1/10 dakika) ve M = 6 (X - Y). Buradan 61 M = 12 X. X = 500/6 (verilmiş). Böylece M=12/61.500/6 =16.39 m.

İskambilde As Çekme Paradoksu

a) 13 maçadan 7 kart ayırdıktan sonra, bu 7 kart arasından as çekme olasılığınız 7/13 = %54'tür, bu as çekme olasılığınız %50'den fazladır demektir; as çekeceğinize dair karşı tarafın koyduğu para kadar para koyabilirsiniz, tekrar tekrar oynadıkça uzun vadede sizin kazanacağınız kesindir.

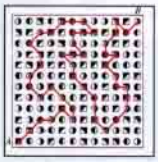
b) Burada durum farklıdır, as çekmeme olasılığınız 1. çekişte 48/52, ikinci çekişte 47/51, üçüncü çekişte 46/50, dördüncü çekişte 45/49 dur vb. 7 kartın da as olmama olasılığı:

$$p=\frac{48}{52}\cdot\frac{47}{51}\cdot\frac{46}{50}\cdot\frac{45}{49}\cdot\frac{44}{48}\cdot\frac{43}{47}\cdot\frac{42}{46}=0.55'\text{dir.}$$

1-0.55 = 0.45 olduğundan, %45 olasılıkla en az 1 as çekeceksiniz. Şansınız %50'nin altındadır, tekrar tekrar oynayınca uzun vadede kaybedeceğiniz kesindir, bu bahse girmemeniz gerekir.

Gördüğünüz gibi a ve b görünüşte benziyor, fakat as çekme olasılığınız ilkinde %54, diğerinde %45.

Zor Bir Yolculuk



Bertrand Russell Paradoksu

a) B kümesi kendisini eleman olarak almışsa hata etmiştir; çünkü tanım gereği B kümesinin elemanı olan kümeler kendilerinin elemanı olamazlar:

Diğer taraftan B kümesi kendisini eleman olarak içermiyorsa "B kümesi B kümesi dışındadır" demektir. Fakat B kümesi dışındaki bütün kümeler A kümesinin elemanıdır. O halde, B kümesi B kümesi dışındadır demek, B kümesi A kümesinin elemanıdır demektir. Ne var ki, tanım gereği A kümesinin elemanlarının kendilerini eleman olarak içermeleri gerekmektedir. Demek ki B kümesi kendisini eleman olarak içermelidir. Bir nevi B kümesi siyah olmalıdır dersek mantıken beyaz olmalıdır, beyaz olmalıdır dersek siyah olmalıdır sonucu çıkıyor. İşte buna paradoks denmektedir. Paradokslarda her iki yanıta da doğru veya yanlış denebilir, karar verilemez. Sonuç yoktur.

b) a'ya benzer bir paradoks söz konusudur. KAİKK kendi adını listesine alırsa bir mantık hatası yapmış olacaktır; çünkü kendi adını içermeyen katalogları listelemektedir. KAİKK kendi adını listesine almazsa "kendi adını içermeyen katalog"lardan biri olacaktır, bu nedenle KAİKK kendi adını içermelidir. Sonuç: Karara varılamaz. Paradoks söz konusudur.

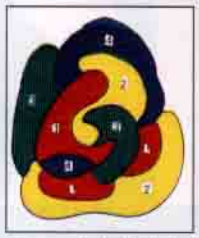
Sherlock Holmes Soruyor

4 olasılık var: DD- DY- YD- YY (D = doğru, Y = Yalan), En az 1 yalancı olduğundan DD olamaz. DY ve YD'de olamaz; çünkü 1. yalancı, 2. doğrucu ise, ikisi de cinayeti görmüş olur; 1. doğrucu, 2. yalancı ise ikisi de cinayeti görmemiş olur. Halbuki cinayeti yalnız bir kişinin gördüğünü söylemiştik. Demek ki YY'dir, ikisi de yalan söylemektedir; bahçıvan cinayeti görmüş; ahçı ise görmemiştir. Şimdi iş neden yalan söylediklerini anlamaya kalmıştır. Holmes'in bu gibi olgular için dostu Dr. Watson'a "It is elementary my dear" (Bu çok kolay bir şey dostum) demesi meşhurdur.

Hünerli Daire

Çizdiğiniz Euler'in ünlü 9 nokta dairesidir. P, Q ve R üçgenin yüksekliklerinin ayaklarıdır. Daire, üçgenin merkezinden (üç yüksekliğin kesiştiği yer) üçgen tepelerine giden doğru parçalarını ortalar. Euler'den sonra bu çemberin üzerinde üçgenin 22 özel noktasının daha bulunduğu kanıtlandı. Bunları da siz araştırın, bulduklarınızı adınızla yayınlayabiliriz. Bunun için TÜBİTAK Kütüphanesi'ndeki 10 ciltlik Büyük Matematik Ansiklopedisi'nden (Kluwer Academic, 1988, Hollanda) yararlanabilirsiniz.

Harita Boyama Problemi



Şekilde daha önce 5 renkle boyanmış haritanın, 4 renkle boyanabileceğini görüyorsunuz. Özel durumlar: Torus (simit) üzerindeki bir haritayı boyamak için 7 renk, Klein şişesi için (topolojik tek yüzeyli bir şişe) 6 renk, satranç tahtası için 2 renk, haneleri altıgen olan bir satranç tahtası ve 20 yüzlü (icosahedron) için 3 renk yeterlidir.

Tiyatro Biletleri

İgor'un koltuğundan kalkmaması tabii ki ancak rastlantı sonucu kendi biletinin numarasına karşılık olan koltuğa oturmasıyla olasıdır. Bu olasılık 1-(1/e) = 0.63'tür (e, natürel logaritmaların tabanı, değeri 2.71). Bütün benzer problemlerde N ≥ 10 ise, yanıt N'den bağımsız ve aynıdır: p = 1-(1/e). Örneğin vestiyerci kız, her gelene numarasına bakmaksızın şapkasını iade etse, bir adamın şans eseri kendi şapkasını giymesi olasılığı %63'tür. Bir sekreter hanım mektupları zarflara isme bakmaksızın koysa, bir kimsenin rastlantı sonucu kendi mektubunu alma olasılığı yine %63'tür.

Gemiciler gemiye içkili gelip birbirlerinin ranzasına yatsalar, bir gemicinin kendi ranzasında yatma olasılığı %63'dür vb.

İki Demir Çubuk

İki demir çubuğu T harfi yapacak şekilde tutalım. Mıknatıslı çubukların tam orta noktasında mıknatıslık yoktur. Yatay demirin ortası, dikey demiri çekmezken, dikey demirin ucu yatay demirin ortasını şiddetle çekiyorsa dikey demir mıknatıslıdır. Mıknatıslı olan T'nin yatay kısmı ise, ne yatay demirin ortası, ne de dikey demirin ucu diğer çubuğu çeker.

Biraz Karışık

Eşinizin gidip gelme zamanı 10 dakika kısalmıştır. O halde gara varmadan 10/2 = 5 dakika önce size rastladı. Gara her zaman 17'de vardığına göre size 16.55'de rastladı. Siz 16.00'dan itibaren 55 dakika yürüdünüz. Otonun 5 dakikada alacağı yolu 55 dakikada aldınız. Demek ki otodan 11 kat daha yavaştınız; hızınız 60/11 = 5.4 km/saat idi.

Çakıl Yığını

1988 kümedeki 1987 çarpım 1 x 1, 1 x 2 , 1 x 3 , 1 x 4, 1 x 5, 1 x 6, ..., 1 x 1987 şeklindedir. Bunların toplamı 1'den 1987'e kadar olan sayıların toplamı demektir, bu ise aritmetik dizi kuralına göre 1987 x 1988/2 =1975078'dir.

İki Sayı

x - y = k ve x/y = k'dan y = k / k-1 ve x = k^2 / k-1 bulunur. Örnek: 5/4 ve 25/4 . 25/4 - 5/4 = 5 ve (25/4) : (5/4) = 5. Bir diğeri 9/8 ve 81/8 vb.

Tuz ve Kar

Kar ve tuz NaCl 2 / 1 oranında karıştırılırsa, sıcaklığı -21 °C olan bir karışım elde edilir.

Üstüne tuz serpilmiş kar, kardan çok daha soğuktur. Arkadaşınızın ayağı çok daha üşür.

Ayranınıza buz atarken, tuz da atarsanız ayran daha da soğur. Suyun donma (= buzun erime) sıcaklığı normalde sıfır derece iken, şimdi -21 °C olmuştur; bu nedenle kışın kar ve buz üstüne tuz dökülünce, bunlar katı halde kalamaz, erir.

İki Sarkaç

Ekvatorda g = 9.780 m/sn²,

Kutuplarda g = 9.832 m/sn²'dir.

Uzunluklar eşit olduğundan $T=2\pi\sqrt{L/g}$ formülüne göre (sarkacın salınım formülü) g'nin büyümesi T'yi küçültür, T'nin küçülmesi frekansın artışı demektir. (T = period = sarkacın bir salınımı için geçen zaman; L = sarkacın uzunluğu; g = yerçekimi ivmesi; frekans = saniyedeki T sayısı). Tekvator / T kutup = √ 9.832/9.780 = 1.002. Ekvatordaki sarkaç 1000 salınım yaparken kutuptaki 1002 salınım yapar. Kutba götürülen sarkaçlı saat hafifçe daha ileri gider.

Küçük Hanoi Kulesi

29 Hamle.

Yüzde Kaçı

x = kız sayısı, y = erkek sayısı. x.0.8 = y'den x = 100/80 y = 1.25 y. Kızlar erkeklerin %125'idir, yani kızlar erkeklerin 1.25 katıdır. Örneğin bu sınıf 180 kişilik ise, 100 kız ve 80 erkek vardır.

Bir Savaş Problemi

3 top C veya B'dedir (5). O halde A'da 3 top olamaz ve B + C + D'de 9 top vardır (3). D'de 3 top olamaz (3 top C veya B'dedir); o halde B'de en az 4 top vardır (4). Demek ki 3 top C'dedir. B + C + D = 9 ise ve C = 3 ise B + D = 6'dır. O halde D < 6'dır ve D < 2 olamaz (1). B'de en az 4 top olacağından D = 2 olduğu anlaşılır. O halde C = 3, B = 4, D = 2 ve A = 5'dir (2).

Düzenbaz Kuyumcu

1) 80 altın 3 gruba ayrılır: 26, 27, 27. 27 ve 27 teraziye konur. Eşitseler hafif para (H) 26'lar arasında, eşit değilseler hafif kefededir. 2) H 26'lık gruptaysa 27'likten bir altın alınarak 26, 27'ye tamamlanır. 27 altın herbiri 9 altınlık 3 kümeye ayrılır. 9 ve 9 teraziye konur. Eşitseler H tartılmayan 9'da, eşit değillerse hafif kefededir. 3) H'yi içeren 9 altın 3'lük 3 kümeye ayrılır. 1 ve 2'deki yöntemle H'yi içeren 3'lük küme bulunur. 4) H'yi içeren 3 altın, herbiri 1 altınlık 3 kümeye ayrılır. 1, 2 ve 3'deki yöntemle H bulunur (kefeler eşitse kalan altın H'dir; bir kefe daha hafifse H, hafif kefedekidir).

Harita Katlama

Haritanın fotokopisini çekip kağıdın hem önüne, hem arkasına numara koyun. 1 no'lu karenin arkasına da 1, 2 no'lu karenin arkasına da 2 vb. yazın. Şekilde görüldüğü gibi katlayın (Sayıların sırası ve ters veya doğru olması aynen şekildeki gibi olmalıdır). Ön yaprak 4, 7, 5, 6 oldu. (7, 4, 6, 5 değil). Şimdi ikiye katlayın, solda ters 2 ve sağda ters 3 var. 2 ve 3 yaprağını kaldırın ve altındaki 5 ve 6'yı görün. 5'i 6 üzerine bastırıp katlayın; şimdi sağda 4, solda 5 gördünüz, 4'ü 5 üzerine bastırıp katlayın ve 4 ve 5 içeren iki kareyi 3'ün altına sokun. 3'ü 2 ve 1'i 2 üzerine bastırın. Katlanma bitmiştir. Üstten alta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 sırası sağlanmıştır.

Ağustos Ayı Ödüllü Bulmaca Yanıtı

Temmuz ayı dergisinde çıkan Ödüllü Bulmacayı doğru yanıtlayıp, çekiliş sonucu kitap kazananlar:

Cavit Nur/Karabük-Zonguldak
Nuray Balaban/Paşabahçe-İstanbul
Ercan Ülger/Abidinpaşa-Ankara
Orhan Eren/Bartın
Zuhal Çokaktaş/Maltepe-Ankara
K.İlhan Gündüz/İzmir
Bilge Kırmızıoğlu/Ankara
Reyhan Tükel/Kastamonu
Jale Bakay/Urla-İzmir
T. Tezel/Bursa
Ziya Akyıldız/Karaköy-İstanbul
Mustafa Bülbül/Bakırköy-İstanbul
Kenan Duman/Salihli-Manisa
Remzi Özdemir/Çankırı
M. Yaşar Terzi /Küçükçekmece-İstanbul

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	G	A	B	R	İ	E	L	G	A	R	C	İ	A	M	A	R	G	U	E	Z
2	A	K	N	E	■	D	A	■	K	A	L	A	M	A	T	A	■	M	T	A
3	M	O	■	F	A	R	İ	Z	A	■	A	N	E	M	O	F	O	B	İ	■
4	E	N	■	L	A	■	N	A	K	İ	Y	E	■	A	N	A	T	O	M	İ
5	T	İ	K	E	■	K	Ğ	■	H	■	T	E	L	A	D	A	■	■	O	N
6	■	T	A	K	L	A	M	A	K	A	N	■	L	İ	L	A	■	E	L	İ
7	K	İ	R	T	İ	L	■	N	A	T	U	K	■	K	■	N	O	M	O	S
8	İ	N	■	Ö	■	A	R	O	M	A	■	L	İ	A	N	■	R	E	Ş	İ
9	K	■	İ	R	E	M	■	S	U	■	T	E	K	■	İ	S	■	Ç	İ	Y
10	■	P	A	■	R	A	B	■	S	B	■	P	A	R	K	U	R	■	■	A
11	K	A	D	A	Y	R	A	■	■	A	U	T	■	A	B	A	■	A	S	T
12	A	L	E	N	İ	■	■	İ	S	T	R	O	N	G	İ	L	O	S	■	İ
13	R	A	■	E	■	İ	T	■	İ	■	İ	M	■	A	N	■	Z	A	R	F
14	M	N	E	M	O	T	E	K	N	İ	■	A	S	■	■	■	■	■	■	■
15	A	K	R	O	S	T	İ	Ş	■	S	İ	N	İ	K	■	■	■	■	■	■
16	N	A	■	M	■	İ	N	■	Z	■	R	İ	■	İ	■	■	■	■	■	■
17	Y	■	T	E	E	F	■	P	İ	M	■	■	A	V	■	■	■	■	■	■
18	O	L	İ	T	■	A	G	O	R	A	F	O	B	İ	■	■	■	■	■	■
19	L	İ	■	R	A	K	U	■	■	R	O	B	A	■	■	■	■	■	■	■
20	A	R	T	E	R	■	T	R	E	K	K	İ	N	G	■	■	■	■	■	■